

# Unterrichtsblätter

für

# Mathematik und Naturwissenschaften.

Organ des Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts.

Begründet unter Mitwirkung von **Bernhard Schwalbe** und **Friedrich Pietzker**,

von diesem geleitet bis 1909, zurzeit herausgegeben von

**Prof. Dr. A. Thaer**,

Direktor der Oberrealschule vor dem Holstentore in Hamburg.

Verlag von **Otto Salle** in Berlin W. 57.

**Redaktion:** Alle für die Redaktion bestimmten Mitteilungen und Sendungen werden nur an die Adresse des Dir. Thaer, Hamburg 36, erbeten.

**Verein:** Anmeldungen und Beitragszahlungen für den Verein (6 Mk. Jahresbeitrag) sind an den Schatzmeister, Professor Presler in Hannover, Königswortherstraße 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:** Die Entwicklung des biologischen Unterrichts, seine Ziele und sein gegenwärtiger Betrieb. Von Dr. Bastian Schmid in Zwickau, Sa. (S. 97). — Ueber Probleme des physikalischen Unterrichts und über physikalische Schülerübungen. Von F. Poske in Berlin (S. 102). — Stabilität der Flugmaschinen. Von Dr. Hans Jansen in Hamburg (S. 104). — Prof. Dr. Max Schuster † (S. 111). — Kleinere Mitteilungen [Ueber die Verwendung des zusammenlegbaren Metermaßes (Zollstock) im planimetrischen Unterricht, insbesondere in dem Anfangsunterricht in Quarta. Von F. Wiemer in Meldorf. — Zur Gleichung  $\frac{1}{x} = \frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} + \dots + \frac{1}{x_n}$ ] Von E. Sós in Budapest (S. 112). — Bücherbesprechungen (S. 113). — Zur Besprechung eingetroffene Bücher (S. 116). — Anzeigen.

## Die Entwicklung des biologischen Unterrichts, seine Ziele und sein gegenwärtiger Betrieb.

(Vortrag auf der fachwissenschaftlichen Zusammenkunft in  
Brüssel am 12. August 1910.)

Von Dr. Bastian Schmid (Zwickau, Sa.)

Ich habe mir die Aufgabe gestellt, über Ziel und Praxis des Biologieunterrichtes zu sprechen, glaube aber den hier erschienenen Herren Nichtbiologen es schuldig zu sein, eine, wenn auch ganz kurze historische Entwicklung unseres Unterrichts, die nur die Hauptpunkte der biologischen Bewegung streifen soll, geben zu müssen. Vielleicht gewinnt dadurch auch der unserer Sache Fernerstehende einen kleinen Einblick in jenen mit großer Energie geführten Kampf der Biologen um die Existenz ihrer Fächer, der, soweit die Oberklassen unserer neunklassigen Real-Anstalten in Frage kommen, um ein anerkannt bewährtes, jedoch wieder verloren gegangenes Gut geführt wird.

Der biologische Unterricht wurde an den preußischen Realanstalten bis zum Jahre 1882 in sämtlichen Klassen erteilt, jedoch in diesem Jahre (aus kirchenpolitischen Gründen) plötzlich aus der Oberstufe entfernt. Von da ab existierte er nur noch an einer einzigen Schule Deutsch-

lands, nämlich in Bremen, in größerer Ausdehnung. In manchen (namentlich süddeutschen) Staaten ist er zum Teil heute noch auf die unteren bzw. mittleren Klassen beschränkt. Selbstverständlich ließ der Gedanke, daß ein bewährtes Unterrichtsfach plötzlich gestrichen wurde, die Biologen nicht ruhen. Dazu kam der ungeheure Aufschwung der biologischen Wissenschaften auf allen ihren Teilgebieten, ihre zunehmende kulturelle und namentlich auch hygienische Bedeutung, ihr Einfluß auf die übrigen Wissenschaften und die Weltanschauung. Man erkannte mit Recht, daß der Ausschluß eines solchen Faches vom Unterricht auf der Oberstufe einen Verzicht auf ein Wissensgebiet von eminentem Bildungswert bedeutet und unsere Generation einer Belehrung verloren geht, die einen unentbehrlichen Bestandteil unserer heutigen Kultur bildet.

Solche Erwägungen und Gedanken wurden nicht nur von den unmittelbar betroffenen Biologen, die an höheren Schulen wirken, ausgesprochen, sondern auch, — und das verliert der ganzen biologischen Bewegung nicht zum geringsten Teile ihre Wirkung — von den biologischen Forschern an den Hochschulen geäußert. Nebenbei bemerkt ist die Geschichte

der biologischen Bewegung zugleich eine Geschichte einer Annäherung und eines erfreulichen Zusammenwirkens von Schule und Universität in naturwissenschaftlichen Unterrichtssachen, und je enger dieses Verhältnis wurde, um so reicher war der Erfolg für unsere Fächer, ja wir können sagen: Alle im Dienste unserer Sache stehenden großen Momente zeigen die Erfolge eines Zusammenwirkens von Schule und Universität.

Von den verschiedenen Förderungsbestrebungen des biologischen Unterrichts ist in erster Linie die Hamburger Naturforscherversammlung vom Jahre 1901 anzusehen, woselbst sich im Anschluß an den bekannten Ahlbornschen Vortrag eine ausgedehnte Diskussion entwickelte, an der sich bedeutende Naturforscher und Aerzte beteiligten, und die zu einer Resolution des Inhaltes führte, daß der biologische Unterricht wieder mit 2 Wochenstunden durch alle Klassen der Realanstalten durchgeführt werden soll. Der nächste große und wohl z. Z. bedeutungsvollste Schritt war die Einsetzung einer zwölfgliedrigen, aus Hochschullehrern, Männern der Großindustrie und Lehrern an höheren Schulen bestehenden Unterrichtskommission der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Aerzte auf der Naturforscherversammlung zu Breslau im Jahre 1904. Ihre Arbeiten hat die genannte Kommission in einem umfangreichen Buch unter dem Titel „Gutzmer, die Tätigkeit der Unterrichtskommission usw.“ niedergelegt. Ich muß es mir versagen, auf die Mitwirkung ansehnlicher Körperschaften und die Unterstützung, welche die biologische Unterrichtsbewegung in Parlamenten und in der Presse gefunden hat, auf den Anteil, den speziell der Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts an dem Fortschreiten unserer Fächer hat, einzugehen. Auch muß ich von einer Schilderung der Tätigkeit des Deutschen Ausschusses für den mathematischen-naturwissenschaftlichen Unterricht, der aus der genannten Unterrichtskommission hervorging, absehen. Ich verweise auf die von diesem herausgegebenen Schriften, auf die Monatshefte für den naturwissenschaftlichen Unterricht und auf die Zeitschrift für mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht, sämtliche bei Teubner in Leipzig verlegt.

Von den Erfolgen, welche die biologische Bewegung zu verzeichnen hat, seien nur die größeren genannt, nämlich die Durchführung des Biologieunterrichts durch alle Klassen in den bayrischen Oberrealschulen, die Einführung der Biologie in die Oberklassen der sächsischen Oberrealschulen, das Eindringen der Biologie in die neuen höheren Mädchenschulen in Preußen, die Erfüllung der für die Ausbildung der Naturwissenschaftslehrer ausgesprochenen Wünsche der Unterrichtskommission im Königreich Sachsen

sowie endlich die Tatsache, daß, wie eine amtliche Umfrage in Preußen vom Jahre 1909 ergab, schon 17% aller höheren Lehranstalten Biologieunterricht in den Oberklassen eingeführt haben.

Wir verhehlen uns nicht, daß diese eben genannten Erfolge vielfach nur Teilerfolge sind im Sinne der Hamburger Resolution und daß die Biologen noch große und schwere Aufgaben vor sich haben, bevor sie ihr Ziel erreicht haben werden.

Und nun lassen Sie mich, meine Herren, zu meinem eigentlichen Thema übergehen und über die Ziele des biologischen Unterrichtes und seinen gegenwärtigen Betrieb, über zwei Dinge, die der Natur der Sache nach nicht recht zu trennen sein werden, sprechen.

Ein Unterrichtsfach, das nach einer Unterbrechung von mehr denn zwei Jahrzehnten nahezu seine Tradition verloren hat, das an den Fortschritten der Forschung nicht teilnehmen konnte und mit einem Male wieder auftaucht, befindet sich unter solchen in der Geschichte der Pädagogik einzig dastehenden Verhältnissen vor nicht geringen Schwierigkeiten. Da ist es einmal die Lösung der Stofffrage im allgemeinen, an die sich ohne weiteres jene über Anordnung und Umfang des Stoffes anschließt. Soweit man aber an der Hand der bis jetzt publizierten Unterrichtserfahrungen ersehen kann, tritt viel Originelles zutage. Jeder Biologe scheint mit seinen Verhältnissen zu rechnen, also zunächst auf seine Zeitverhältnisse und besonders auf die Schulgattung, an der er wirkt, Rücksicht zu nehmen, sowie darauf bedacht zu sein, ob er mit einem, durch alle Klassen fortzuführenden Unterricht rechnen kann oder nicht. Ich halte derartige Rücksichtnahmen für außerordentlich wichtig, nicht zuletzt deshalb, weil auf diese Weise viele Erfahrungen gesammelt werden. Dieser kluge Takt hat uns auch vorläufig vor methodischen Streitigkeiten bewahrt, und es sind voraussichtlich für die nächste Zukunft solche nicht zu erwarten, wenigstens so lange nicht, als wir uns im Stadium des Pfadfindertums, wie ich den gegenwärtigen Zustand nennen möchte, befinden. So ist es erklärlich, daß die Meraner Lehrpläne, die im übrigen nur ein Beispiel sein wollen, wie es gemacht werden kann und nicht, wie man ihnen mitunter irrtümlich nachsagt, gemacht werden muß, da und dort direkt, also auch nach der Stoffanordnung befolgt werden, und daß man anderswo von ihnen wieder abweicht. Mir erscheint dieser Punkt überhaupt nicht von prinzipieller Bedeutung, und ich glaube, daß man gerade hierin nicht nur behördlich dem Einzelnen große Freiheiten gewähren soll, sondern auch, daß der Einzelne von seinem Standpunkte aus die Arbeit des anderen würdigen und sich sagen soll: „Der

Lehrplan, oder irgend ein Schema tut's nicht, sondern der Lehrer, der Mensch tut's, der von der Sache erfüllt ist.“

Viel wichtiger als solche Gesichtspunkte scheint mir die Frage zu sein, welche Gebiete der normalbetriebene, also zweistündige biologische Unterricht zu umfassen hat, ob er sich auf einige wenige beschränken und diese ganz gründlich behandeln soll oder ob die Schüler mit der Mannigfaltigkeit dieser Wissenschaft bekannt gemacht werden sollten, demnach mit allen wesentlichen Teilen der Biologie, um dem Lernenden einen mehr im Interesse der allgemeinen Bildung liegenden Einblick zu geben. Diese Frage erinnert uns lebhaft an eine unter den Physikern bestehende Meinungsverschiedenheit. Ich mache kein Hehl daraus, daß ich der letzteren Ansicht bin und in dieser Hinsicht vollständig auf dem Boden der Meraner Vorschläge stehe, ohne jedoch zu wünschen, daß die Verschiedenheit der Gebiete zu einer gleichmäßigen Behandlung der einzelnen zwingt. Hierüber möge man jeden nach Gutdünken entscheiden lassen.

Einmütig scheint man in der Beurteilung des Wertes der biologischen Übungen zu sein, und wie sehr sie beliebt sind, geht aus der erwähnten Umfrage vom Jahre 1909 hervor, wonach in Preußen nicht weniger als 49 Übungskurse im Gange sind und die Geneigtheit, solche Übungen einzuführen, eine sehr große ist. Ebenso ist man mit Recht der Ansicht, daß die praktischen Übungen nicht lediglich aus anatomischen und physiologischen bestehen, sondern auch, daß planmäßig angestellte Beobachtungen in Form von frei zu wählenden oder vom Lehrer geleiteten Beobachtungsaufgaben einen wesentlichen Bestandteil der praktischen Betätigung bilden sollen, und die Exkursion nach wie vor ihre große Bedeutung hat und man auf deren Pflege bedacht sein muß. Damit befindet sich der biologische Schulunterricht im Einklang mit den Methoden der Forschung, die ebenfalls nicht einseitig mit Mikroskop und Messer arbeitet.

Wenn ich nunmehr (im Nachfolgenden) Bilder aus der Praxis bringen werde, so geschieht das nicht in referierender Art, vielmehr werde ich von meinen eigenen Erfahrungen sprechen, wobei meinen Darlegungen zweifellos etwas stark Subjektives anhaften wird. Vorausgeschickt sei, daß der Unterricht wie die Übungen an unserer Schule obligatorisch sind, daß das Buch möglichst in den Hintergrund tritt und der theoretische Unterricht mit dem praktischen nicht nach äußeren Gesichtspunkten, also nicht regelmäßig wechselt, sondern jeder solange geübt wird, als ich es methodisch für richtig halte. Mitunter gehen wir von rein theoretischen Erwägungen aus und diese führen uns zu einer Untersuchung, oder, wir gehen von der Erfahrung, von einer

Beobachtung aus, die uns zu theoretischen Erörterungen zwingt, oder es veranlaßt uns eine Erfahrung sofort zu einer anderen zu schreiten, und das ist namentlich bei vergleichend anatomischen Betrachtungen der Fall. Dazwischen laufen längere Selbstbeobachtungen, namentlich auf ökologischem Gebiete durch Wochen hindurch fort, die genau gebucht und mehrfach kontrolliert werden.

Das Zeichnen ist ein wesentlicher Bestandteil des Unterrichts ebenso der Vortrag der Schüler, und zwar erstreckt sich dieser hauptsächlich auf selbstbeobachtete und selbsterarbeitete Dinge. Dabei ist den Schülern insofern großer Spielraum gelassen, als sie privatim ihren Neigungen nachgehen, ihren Vortrag unter Zuhilfenahme von größeren Werken unter Quellenangabe ausführlich schriftlich bearbeiten und mit eigenen, also Originalzeichnungen, versehen können. So liegen mir z. B. sehr beachtenswerte Arbeiten über den Krebs, den Frosch, das Kaninchen vor, gefordert ist aber nur — um die Schüler nicht zu überbürden — und das möchte ich ausdrücklich bemerken, ein einfaches mündliches Referat.

Die anatomischen Untersuchungen trennen wir in der Regel streng von den physiologischen und lassen erstere den letzteren vorausgehen. Wo es irgendwie angängig ist, werden die physiologischen Übungen mit jenen auf dem Gebiete der organischen Chemie verknüpft, wodurch beide Gebiete gefördert werden. So lasse ich beispielsweise die Kohlehydrate und die Eiweißstoffe an Pflanzen wie am Magen- und Darminhalt der Tiere nachweisen.

Einen kleinen Einblick in die Auswahl der zu anatomischen Untersuchungen herangezogenen Objekte gewinnen Sie, meine Herren, wenn Sie sich die von mir ausgestellten Schülerarbeiten in der Ausstellung ansehen wollen, von denen die meisten innerhalb 1—2 Unterrichtsstunden angefertigt wurden, und unter denen Sie auch freiwillige häusliche Arbeiten erblicken können. (Nebenbei darf ich bemerken, daß ich mikroskopische Objekte nur in geringer Anzahl deshalb mitgebracht habe, weil solche bereits von anderer Seite ausgestellt wurden.)

Die anatomischen Präparate sind nach vergleichenden Gesichtspunkten angelegt und zeigen uns, wie die einzelnen Organsysteme von den Schülern bearbeitet werden. Selbstverständlich werden im Unterricht mehr Feinheiten herausgearbeitet, die sich für Dauerpräparate weniger empfehlen oder bei diesen nicht so sehr hervortreten können. So habe ich beispielsweise von einer vergleichenden Anatomie des Gefäßsystems für die Ausstellungszwecke abgesehen. Ueber die Art und Weise, wie die Schüler arbeiten, darf ich Sie wohl auf die heute noch erfolgende Kinovorführung verweisen. Aus letzterer werden

Sie auch ersehen können, daß ich pflanzen-physiologische Uebungen (Ringelungsversuche an Zweigen, Bekleben der Blätter mit Stanniol) ins Freie verlege, wenn die Umstände hierfür geeignet erscheinen.

Alles in allem möchte ich sagen, daß ich fast jegliches Mitteilungswissen als solches gering bewerte, wenn dem nicht einzelne eigene Erfahrungen durch die Schüler vorausgehen. Was nutzt es einem Schüler zu sagen, eine Birke verdunstet an einem heißen Sommertage 50—100 Liter Wasser? Eine solche Mitteilung wird zwar angestaunt, aber leicht vergessen. Schon nach 14 Tagen weiß der Junge nicht mehr, ob von 5 oder 50 Liter die Rede war. Ganz anders wirkt schon das vom Lehrer angestellte Experiment. Aber auch dieses verblaßt nach verhältnismäßig kurzer Zeit in der Erinnerung. Wenn ich aber die Schüler zu einer Ueberlegung veranlasse, wie man überhaupt die Verdunstung nachweisen kann und sie nun selbst solche Untersuchungen ausführen, die gefundenen Zahlen protokollieren, dann hat dieses selbst erarbeitete Wissen einen großen und im übrigen auch an vielen Nebenerfolgen reichen Wert, und es erscheint dann den Schülern die von mir eben als Mitteilungswissen bezeichnete Angabe begreiflich. Ich erwähne dieses Beispiel, weil Sie die betr. Uebung in meinen kinematographischen Vorführungen sehen können. Die Schüler arbeiten, wie das Bild zeigt, in Gruppen, von denen jede eine andere Aufgabe hat, jede ihre Resultate notiert und mit den anderen vergleicht. Ich lasse derlei Uebungen gewöhnlich in Gruppen ausführen, während die anatomischen mit geringen Ausnahmen von jedem einzelnen veranstaltet werden.

Die mehrfach ventilirte Frage, ob jeder Schüler gewissermaßen wichtige Gesetze selbst finden soll, muß ich verneinen und zwar aus bekannten, von anderen und auch von mir schon öfter genannten Gründen. Hingegen empfiehlt es sich, da und dort dem Erfindungs- und Entdeckungstalent Spielraum zu lassen. Beispielsweise kommt ein ganz annehmbarer Prozentsatz von Schülern zur Auffindung von verschiedenen Drüsenausführgängen, und schon in der Obersekunda habe ich mehrfach die Erfahrung gemacht, daß beim Präparieren des Fisches die Verfolgung des Schwimmblasenganges bis zu dessen Ursprung vielen Schülern ohne Anleitung gelingt und sie so gewissermaßen zu Entdeckern werden.

Lassen Sie mich nun vom anatomisch-physiologischen Gebiet auf das psychologische übergehen und zeigen, wie wir auf diesem Gebiete Erfahrungstatsachen sammeln. Unsere Versuche erstrecken sich auf das Tier und den Menschen. So sind junge Hühner und Enten, die künstlich und solche, die von der Henne ausgebrütet sind,

Gegenstand unserer Beobachtungen. Angenommen, es handelt sich um Tiere aus dem Brutapparat, die zum erstenmale Nahrung und Wasser bekommen. Die Tiere zeigen uns ihre ersten Gehversuche, wir sehen, wie sie sich zu hingestreuten Körnern oder Brotkrümelchen verhalten und zu Wasser, wir beobachten die erste Schluckbewegung und vergleichen die folgenden mit dieser. Wir variieren die Versuche und geben junge Hühnchen, die von der Henne ausgebrütet sind, zu den unerfahrenen Brutofentieren und sehen, wie die Tiere von einander lernen. Junge Enten aus dem Brutofen werden mit jungen, ebenfalls künstlich bebrüteten Hühnchen zusammen erzogen. Erstere kommen innerhalb 8 Tagen in kein Wasser, und es wird beobachtet, wie verhält sich die Ente zu Wasser, wenn man sie plötzlich vor ein Wasserbecken setzt oder in dasselbe hineinbringt? Wie erfolgen ihre Bewegungen im Wasser? Oder, die jungen Hühnchen bekommen einen Wurm vorgelegt. Wie verhalten sie sich zu diesem noch nie gesehenen Tier? Welche Laute bringen sie hervor? Bisher waren nur Laute zu verzeichnen, die verschieden waren, je nachdem das Tier sie beim Fressen ausstieß oder im warmen Thermostat sich befand, oder, wenn es einen Schnabelhieb erhielt u. s. f. Wir versuchen, ob das Tierchen von einem erhöhten Gegenstand, einem Brettchen beispielsweise auf den Boden hüpfte, und was es tut, wenn wir das Brettchen noch höher halten? Läuft es gewissermaßen ratlos hin und her oder bleibt es an einem bestimmten Ort? Diese einzelnen, kurz angedeuteten Beobachtungen geben Anlaß zu wichtigen Fragen physiologischer und psychologischer Art und zwar über automatische Bewegungen und Reflexbewegungen, über das Orientieren im Raume, das Lernen und Erfahrungssammeln, über Instinkt u. dergl., und es wäre mir ein Leichtes an der Hand des ausführlich geführten Protokoll hierüber zu berichten, wenn die Zeitverhältnisse es gestatteten. An uns selbst machen wir Versuche, die sich auf Reflexe, Reizwirkungen und Empfindungen u. dergl. beziehen.

Es mag vielleicht manchem dünken, als gingen diese Versuche zu weit, sofern auch das Tier zum Gegenstand psychologischer Untersuchungen gemacht wird. Ich bin anderer Meinung und glaube, daß eine Behandlung des tierischen Organismus ausschließlich nach der ökologischen, anatomisch-physiologischen Seite hin einseitig ist. Selbstverständlich können die von mir erwähnten Versuche zeitlich keine große Ausdehnung beanspruchen. Aber, wenn die Biologie, die Lehre vom Leben, auf das Geistige verzichtet, „dann verzichtet sie auf eine der wichtigsten und letzten Fragen menschlicher Erkenntnis.“ Ich wüßte keine Frage, wo das

Denken des Schülers so sehr der geschickten Lenkung durch den Lehrer bedürfte, als diese, keine Frage, die an Rätselhaftigkeit und Feinheit so sehr nach ihren Schwierigkeiten hin von den Schülern (und sogar, wie wir wissen, von Männern der Wissenschaft) verkannt wird, wie diese. Und weil dem so ist, so glaube ich die Frage nicht durch eine noch so interessante und geistvoll aufgebaute theoretische Behandlung einleiten und erledigen zu können, sondern von Tatsachen ausgehen zu müssen. Die Erfahrung, die ich bei tierpsychologischen Untersuchungen an dem Verhalten meiner Schüler mache, sind mir stets von neuem interessant. Wir besprechen die Befruchtung, die Furchungserscheinungen, kurz und gut die Hauptpunkte der Entwicklungsgeschichte speziell unseres Hühnchens. Dem Schüler ist das Ganze nichts anderes als ein Wachstumsprozeß mit verschiedenen physiologischen, im übrigen noch ungeklärten und vielleicht auch nie erklärbaren Erscheinungen. Er betrachtet das Ganze, möchte ich sagen, vom Standpunkt einer mechanistischen Weltanschauung aus. Und nun steht eines Tages ein kleines Tierchen vor ihm mit geistigen Regungen, Gefühlsäußerungen und allerlei Bedürfnissen. Da werfe ich Fragen auf über Materie und Geist, und ich wüßte keine Gelegenheit im biologischen Unterricht, wo die Zweifel an materialistischen oder irgendwelchen einseitigen Ideen mehr erschüttert würden als hier, keine Gelegenheit, wo mit einem größeren Eifer an das Problem herangegangen wird als da. Daß ich von der Erfahrung ausgehe, hat noch einen anderen Grund. Es soll gezeigt werden, daß das Philosophieren auch über solche Dinge auf Tatsachen fußen muß, daß es Grenzen gibt, wo die Erfahrung zur Erklärung nicht mehr ausreicht, aber auch Erklärungsprinzipien, die da und dort versagen und endlich, daß jeglichem Philosophieren wissenschaftliche Grundlagen vorausgehen müssen. Ein bloßes Reden über philosophische Dinge kann leicht zu Seichtheit und zu geistreichem Aburteilen führen. Es ist nebenbei gesagt auch in manchem Studenten viel Neigung, sich auf irgendeinem Wissensgebiet mit den letzten Fragen zu beschäftigen, ohne sich zunächst die nötigen wissenschaftlichen Grundlagen in der betreffenden Materie verschafft zu haben, und ich glaube, man kann diesen die Wissenschaft wie die Philosophie schädigenden Betätigungen schon auf der Schule etwas vorbeugen.

Ebenso wie die psychologischen Erörterungen müssen die auf die Entwicklungsgeschichte und den Darwinismus sich beziehenden auf Tatsachen gestützt sein und zwar auf Tatsachen, die dem Schüler selbst zugänglich gemacht werden können. Da sind es außer den vergleichend-anatomischen speziell die ökologischen,

namentlich auf Exkursionen gewonnenen Anschauungen. Nun mag der Schüler — paläontologische und phylogenetische Gesichtspunkte werden selbstverständlich mit hereingezogen — sehen, wie ungemein verwickelt die Theorien über die Entwicklungsgeschichte sind und begreifen, wie es kommt, daß über dem Wie der Entwicklung noch vollständiges Dunkel herrscht.

Meine Herren! Ich konnte Ihnen nur wenige Beispiele aus dem Unterrichtsleben geben, glaube aber, daß Sie denselben entnehmen konnten, wie unser Unterrichtsfach die Selbsttätigkeit des Schülers sowohl durch eigene Beobachtung als durch Anleitung zu selbständigem Denken fördert. Die Eigenart der Biologie als Wissenschaft und ihre vielseitigen Methoden bedingen es, daß wir namentlich in richtiger Verwertung der letzteren den Schüler geistig in einer Art und Weise schulen, die mit den Leistungen der sprachlich-historischen Fächer durchaus gleichwertig angesehen werden kann, und wenn eine bekannte pädagogische Persönlichkeit sagte, die Methoden auf den höheren Schulen seien in allen Fächern noch abhängig von dem philologischen Unterrichtsbetrieb, mit anderen Worten, die philologische Methode wird auch in den übrigen Fächern geübt, so trifft das glücklicherweise für die Biologie im allgemeinen nicht mehr zu.

Der biologische Unterricht soll alle wesentlichen Gebiete der Biologie, also das anatomische wie physiologische und psychologische, das morphologische und ökologische sowie das anthropologische im weitesten Sinne theoretisch wie praktisch beachten und dabei das eine nicht aus dem Auge verlieren, über die Ziele der allgemeinen Bildung nicht hinauszugehen. Er soll ferner bedacht sein, eine kritische Betrachtung der auftauchenden Thesen und Theorien sowie eine philosophische Vertiefung anzubahnen. Denn die biologischen Probleme sind nicht nur das lebendigste und spontanste Verlangen der Jugend, wir bedürfen solcher kritisch-philosophischen Betrachtungen, damit die Schüler nicht dogmatisch angelegten Systemen wie etwa dem Materialismus verfallen. Wir benötigen sie, um wohlbegründeten Forderungen von Fachmännern sowohl wie von Lehrern verschiedenster Fakultäten nachzukommen. Und niemand, glaube ich, wird unserm Fach in letzter Hinsicht philosophische Ziele absprechen, von dem ein deutscher Philosoph und Pädagoge sagt: „Das Leben ist das Problem, das im Mittelpunkt aller wissenschaftlichen Forschung und alles philosophischen Denkens steht; es ist das Problem aller Probleme. Hier berühren sich Materie und Seele, Naturwissenschaften und Geisteswissenschaften.“

## Ueber Probleme des physikalischen Unterrichts und über physikalische Schülerübungen.

(Aus einem Vortrage gelegentlich der Tagung der internationalen mathematischen Unterrichtskommission in Brüssel am 12. August 1910.)

Von F. Poske (Berlin).

Der physikalische Unterricht in Deutschland befindet sich in einer stetig fortschreitenden Entwicklung. Mit dieser Entwicklung aber ist eine Reihe von Problemen verknüpft, die zurzeit in Deutschland und wohl auch anderwärts aktuell sind.

Ein erstes, oft erörtertes Problem dieser Art betrifft die Beziehung des physikalischen zum mathematischen Unterricht. In früherer Zeit trug der physikalische Unterricht vorwiegend mathematisches Gepräge; dies hing damit zusammen, daß die Lehrer vorwiegend mathematisch, nur selten aber experimentell ausreichend vorgebildet waren. In den letzten 20 Jahren hat sich dies wesentlich geändert. Der Unterricht ist mehr und mehr experimentell geworden — bis zu dem Grade, daß man hier und da die mathematische Seite auf Kosten der experimentellen vernachlässigen zu können geglaubt hat. Dazu kam, daß die elementarmathematische Behandlung physikalischer Dinge zumeist die volle Strenge vermissen ließ. Herr Timerding hat in einer der Schriften der internationalen mathematischen Unterrichtskommission die Lehrbücher der Physik in dieser Richtung einer glänzenden Kritik unterzogen und nachgewiesen, daß selbst die Lehrbücher für den Universitätsunterricht es an Exaktheit fehlen lassen. Der Grund dafür liegt hauptsächlich darin, daß bisher die Elemente der Infinitesimalrechnung nicht vorausgesetzt werden konnten. Die neuere Reformbewegung zielt bekanntlich auf Einführung dieser Elemente in den Schulunterricht ab. Die Bewegung erfreut sich stets wachsender Erfolge. Mit der Zeit wird es also möglich sein, gewisse Elementarbegriffe und Gesetze in der Physik streng und doch ohne großen Zeitverbrauch zu entwickeln. Es geschieht dies schon jetzt an einer kleinen Zahl höherer Schulen, besonders realistischen Anstalten. Andererseits werden manche umfangreichere Entwicklungen, die in früherer Zeit der Physik zufielen, der Mathematik zu überweisen sein, der hierdurch sogar ein Dienst erwiesen wird. So wird es möglich sein, die Mathematik innerhalb der Physik zu ihrem Recht kommen zu lassen, ohne doch zu viel Zeit darauf zu verwenden. So sehr auch betont werden muß, daß Physik in erster Reihe Naturwissenschaft ist, so kann sie doch andererseits das Salz der Mathematik nicht entbehren, sie würde damit ihres Hauptvorzugs vor den anderen Naturwissenschaften, der exakten Formulierung ihrer Gesetze und gleichsam des

Knochengerüstes mathematisch strenger Begriffe verlustig gehen.\*)

Ich komme zu einem zweiten Problem. Durch die gewaltigen Fortschritte der modernen Technik drängt sich eine Fülle von Anwendungsstoff auch an den physikalischen Unterricht heran, jedes Jahr bringt neue Erfindungen, die unsern Schülern durch das tägliche Leben bekannt werden und über die sie Aufklärung verlangen. Es geht nicht mehr an, sich auf den Standpunkt früherer Zeit zu stellen und diese technischen Dinge als nicht zur Wissenschaft gehörig beiseite zu lassen. Das stets sich erneuernde Problem ist, wie all' dies in der kurzen, dem Unterricht zur Verfügung stehenden Zeit bewältigt werden soll.

Immer wird es ja die erste Aufgabe des Unterrichts sein, die wissenschaftlichen Vorkenntnisse zum Verständnis dieser Dinge zu vermitteln.

Aber darüber hinaus wird der Unterricht sich der Pflicht nicht entziehen können, auch über technische Erfindungen Auskunft zu geben. Auch die neueren deutschen Lehrbücher berücksichtigen diese Anwendungen in steigendem Maße. Es bleibt eine beständig sich erneuernde Aufgabe, der hier auftretenden Pflicht zu genügen, ohne die Hauptziele des physikalischen Unterrichts zu vernachlässigen. Hier ist, wie bei vielen Dingen, ein taktvoller Ausgleich, ein Kompromiß nötig.

Zu den technischen Fortschritten aber gesellt sich eine beständig wachsende Menge neuer wissenschaftlicher Entdeckungen. Von diesen, z. B. den neueren Strahlungen, den Erscheinungen der Radioaktivität, soll den Schülern ebenfalls einiges mitgeteilt werden. Auch dadurch wird ein drittes Problem immer aktueller, das Problem der richtigen Auswahl des Stoffes. Noch dringlicher wird gerade dieses Problem dadurch, daß die Methode des Unterrichts sich geändert hat. An die Stelle des dogmatischen Unterrichts tritt mehr und mehr die heuristische Methode, die den Stoff nicht einfach mitteilen, sondern mit den Schülern erarbeiten, ihn gewissermaßen selbsttätig hervorbringen will. Dies braucht nicht notwendig in Schülerübungen zu geschehen, auch in reger Wechselwirkung und Diskussion zwischen Lehrer und Schüler, wie sie bereits seit langer Zeit nach dem Beispiel des berühmten Schellbach üblich ist, kann ein solches heuristisches Verfahren betrieben werden. Dazu aber gehört mehr Zeit, als zu bloß mitteilendem Unterricht.

\*) Vorgelegt wurden im Anschluß hieran Exemplare eines Beiblatts zur 2. Aufl. von Höflers Naturlehre f. d. ob. Klassen, worin auf vier Seiten diejenigen physikalischen Begriffe und Gesetze zusammengestellt sind, für die die infinitesimale Schreibweise erforderlich ist.

Kommen nun gar eigene praktische Versuche der Schüler, die sogen. Schülerübungen hinzu, so wird die Zeit noch weniger ausreichen. Es hat daher nicht an Stimmen gefehlt, die die Forderung erhoben haben, es sei der Unterricht überhaupt eklektisch zu betreiben und grundsätzlich von einem Ueberblick über die Gesamtheit des physikalischen Gebiets abzusehen. Man solle ganze große Abschnitte (z. B. sogar die Wellenlehre) fortlassen, um statt ihrer andere dafür geeignete desto gründlicher methodisch durcharbeiten. Dieser Vorschlag hat sogar auf einer Versammlung von Fachmännern zu Göttingen im Jahre 1908 eine große Mehrheit von Stimmen gefunden. Dennoch glaube ich nicht, daß die Entwicklung bei uns in Deutschland diesen Weg gehen wird. Es wird sich immer wieder das Bedürfnis geltend machen, die Einheit des physikalischen Weltbildes auch im Unterricht zum Ausdruck zu bringen. Gerade heute, wo die Wissenschaft sich wieder darauf besinnt, daß über allen Fortschritten der Spezialforschung doch die Einsicht in die Einheitlichkeit und den Zusammenhang des Naturgeschehens als Ziel alles Forschens bestehen bleibt, heute wäre es eine seltsame Verirrung, wenn der Unterricht sich mit einer rein eklektischen Behandlung des Stoffes begnügen wollte. Allerdings wird das Prinzip der rein heuristischen Methode nicht durchweg aufrecht erhalten werden können, man wird daneben wieder gewisse Abschnitte in dozierend dogmatischer Form behandeln müssen, aber gerade in diesem Teil des Unterrichts die großen zusammenfassenden Gedanken betonen können. Und man wird zweitens auch das Lehrbuch nicht eng der heuristischen Methode anpassen dürfen, sondern gerade das Lehrbuch wird den Zusammenhang und die logische Gliederung des gesamten Stoffes zur Darstellung bringen müssen. Wie dies in einigen neueren Lehrbüchern bereits angestrebt ist. Wir werden uns dem amerikanischen System nähern, wo das text book neben den practical exercises einen wesentlichen Bestandteil im Unterrichtsbetrieb bildet.

Ich komme nun zu den Schülerübungen, an die sich ebenfalls Probleme zum Teil recht schwieriger Art anknüpfen. Die physikalischen Schülerübungen sind vereinzelt seit etwa 20 Jahren eingerichtet worden, ich nenne nur die Namen von Noack in Gießen und Schwalbe in Berlin. Sie liefen anfänglich neben dem Unterricht her und dienten zu dessen Ergänzung, waren daher auch zumeist fakultativ, d. h. es war der freien Wahl der Schüler überlassen, ob sie daran teilnehmen wollten. Schon Schwalbe hat zeitweilig die Übungen in den Mittelklassen obligatorisch gemacht, dies haben andere fortgesetzt; Hahn in Berlin hat nach amerikanischem Muster die

Arbeitsweise in gleicher Front eingeführt, und auch anderwärts, namentlich in Hamburg ist diese Methode als die zweckmäßigste erkannt worden. Hierbei nun wurde die Frage immer brennender: In welchem Verhältnis sollen die praktischen Übungen zu dem physikalischen Klassenunterricht stehen? Sollen sie neben diesem herlaufen oder sollen sie irgendwie organisch mit diesen verbunden, oder wie man auch gesagt hat, verwebt werden? Die Natur der Sache selbst hat hier die Entscheidung gegeben. Denn wenn sich alle physikalische Erkenntnis auf Beobachtung und Experiment aufbaut, so ist es sicher naturgemäß, daß Beobachtung und Versuch dem geregelten Klassenunterricht voraufgehen und gleichsam die Grundlage bilden. Mit anderen Worten: Die praktischen Übungen sollen nicht als Erläuterungen neben dem Unterricht hergehen, sondern sollen mit diesem eng verbunden sein. Damit ist freilich nur ein ideales Ziel bezeichnet, das einstweilen wohl nur an den realistischen Anstalten erreichbar und auch hier erst zum Teil verwirklicht ist, während die große Zahl der Gymnasien sich bestenfalls mit fakultativen und daher nicht in den Gang des Unterrichts eingefügten Übungen begnügen muß.

Mit der Einordnung der Schülerübungen in den lehrplanmäßigen Gang des Unterrichts ist auch noch die andere Frage nach der besten Art der Übungen der Entscheidung näher geführt worden. Die ersten praktischen Übungen, wie sie namentlich Schwalbe eingerichtet hat, waren qualitativer Natur, dies System hat sich weniger gut bewährt und ist heute größtenteils verlassen. Ein anderes Verfahren schloß sich eng an den Betrieb der Hochschule an, es bestand hauptsächlich in messenden Versuchen, bei denen physikalische Konstanten mit möglichst großer Genauigkeit bestimmt wurden. Dies Verfahren ist indeß nicht ohne weiteres auf den Schulunterricht übertragbar. Die genaue Bestimmung eines Konstanten erfordert zumeist „einen kostbaren Apparat und ein kompliziertes Verfahren“, ist daher der Hochschule vorzubehalten. Wir können die Konstanten nur mehr oder weniger näherungsweise ermitteln. Was wir dagegen in diesen Übungen in erster Reihe erreichen können, ist die Erkenntnis der funktionalen Abhängigkeit gewisser Größen voneinander. Hierin liegt ein besonders bildendes Moment der Schülerübungen. Die Auffindung eines gesetzmäßigen Zusammenhanges aber läßt sich meist mit ganz schlichten und durchsichtigen Vorrichtungen ausführen. Auch die Zahl der graphischen Darstellungen, die sich an solche Untersuchungen anschließen, ist nicht gering. Immerhin erfordern solche Übungen,

wenn sie von einer ganzen Klasse gleichzeitig ausgeführt werden sollen, eine beträchtliche Zeit. Es ist daher noch eine Abänderung des Verfahrens von Hahn in Berlin in Vorschlag gebracht worden, die er als das Verfahren des allseitigen Angriffes bezeichnet. Es besteht darin, daß verschiedene Gruppen gleichzeitig Teile derselben Hauptaufgabe lösen. Als Beispiel diene die Untersuchung des Pendels. Hier untersucht eine Abteilung die Abhängigkeit der Schwingungsdauer von der Schwingungsweite, eine andere die Abhängigkeit von der schwingenden Masse, eine dritte die Abhängigkeit von der Pendellänge. Die Resultate aller Gruppen werden nachher in einer für alle gemeinsamen Besprechung zusammengestellt und die Folgerungen daraus gezogen.

Ich berühre endlich noch die Frage, woher die erforderliche Zeit für die Schülerübungen genommen werden soll. Man hat früher geglaubt, daß es nötig sei, besondere Stunden dafür in den Lehrplan einzustellen. Man hat sich jetzt überzeugt, daß es sich nicht um einen neuen Unterrichtszweig, sondern um eine neue Unterrichtsmethode handelt, und daß daher, wenigstens an Realanstalten, die Einführung der Uebungen innerhalb der lehrplanmäßigen Stunden geschehen könne. Allerdings darf die Zahl der Stunden nicht zu gering sein. Am vollkommensten ist das Verfahren wohl, abgesehen von Hamburg, an den neun neuen bayerischen Oberrealschulen seit 1907 durchgeführt, wo für die Physik in allen Klassen von VIII an, also durch fünf Jahre hindurch, je drei Wochenstunden angesetzt sind, und wo die Uebungen bereits auf der Unterstufe beginnen. Für diese Uebungen hat Prof. K. T. Fischer in München einen ausgezeichneten Plan entworfen.\*)

Es herrscht bei uns also ein reges Leben. Eine große Zahl von Lehrern, deren Namen ich hier nicht alle anführen kann, sind praktisch produktiv und auch literarisch auf diesem Gebiet tätig. Die Ausstellung bietet in den Apparaten der Herrn Noack, Grimsehl und Hahn gleichsam nur die Gipfelpunkte dar, zu denen die Kurve an gewissen Stellen angestiegen ist. Wir verdanken diese reiche Entwicklung zunächst der Vielheit der deutschen Staaten, die es ermöglicht, daß hier und da unter günstigen Bedingungen Ideen verwirklicht werden können, deren Durchführbarkeit auf diese Weise erwiesen wird und die dann auch anderswo zu gleichem Vorgehen Anlaß geben.

\*) Hieran schlossen sich Mitteilungen über die Ausbreitung der Schülerübungen in Preußen und anderen deutschen Staaten, sowie Hinweise auf die Einführung der Schülerübungen an den sächsischen Lehrerseminaren und an den Münchener Volksschulen.

Wir verdanken diese Entwicklung zweitens aber der Freiheit, die besonders auch in Preußen durch die Lehrpläne von 1901 ausdrücklich gewährt wird und die auch in anderen deutschen Staaten besteht. Wir erfreuen uns dank der hohen Einsicht der Regierungen einer Freiheit, wie man sie sonst nur in Amerika verwirklicht glaubt, und durch die alle lebendigen Kräfte im deutschen Lehrstande ermutigt werden, sich in den Dienst des Fortschritts zu stellen. Wir sind überzeugt, daß überall, wo man von straffer Organisation zu größerer Freiheit fortschreitet, die Früchte nicht ausbleiben werden, und daß dann auch das internationale Zusammenwirken ein immer innigeres und ertragreicheres werden wird.\*)

### Stabilität der Flugmaschinen.

Vortrag, gehalten auf der Hauptversammlung zu Posen von Dr. Hans Jansen (Hamburg).

Jahrtausendlang sehnten sich die Menschen danach, fliegen zu können. In allerjüngster Zeit haben sie das Fliegen erlernt. Die Kenntnis der Gesetze des Fluges wird bald zur allgemeinen Bildung gehören. Die Schule und in ihr der Physiklehrer hat die Aufgabe, der Jugend diese Kenntnis zu vermitteln.

Noch sind längst nicht alle Gesetze des Fliegens geklärt, und das, was bekannt ist, ist vielfach für den Schulunterricht zu kompliziert. Der Unterricht wird sich daher am vorteilhaftesten auf die einfachsten Gesetze beschränken, und das sind die Fragen der Stabilität. Diese fesseln auch das Interesse des Schülers, da bei ihnen die Tätigkeit des Führers während des Fluges geschildert und erklärt wird.

Freilich muß den Stabilitätsfragen eine kurze Einleitung über die weit schwieriger zu behandelnden Luftwiderstandsgesetze vorangehen. Dazu gehen wir am besten vom Drachen aus. Eine schräge ebene Fläche  $AB$  werde unter dem Winkel  $\alpha$  von einem Winde von der Geschwindigkeit  $v$  getroffen. Dann wird die Luft vor  $AB$  heruntergedrückt und komprimiert, bevor sie unter  $B$  nach hinten abströmen kann. Die Luft über  $AB$  wird infolge des überall gleichmäßig wehenden Windes nach hinten fortgezogen. Es entsteht also hinter der Fläche ein luftverdünnter Raum, bevor neue Luftmassen in ihn von vorne über  $A$  hineinströmen können. Wir erhalten also auf der Unter- und Oberseite von  $AB$  eine Druckdifferenz, d. h. es wirkt ein Druck  $W_n$  senkrecht zur Platte  $AB$  (Fig. 1). Die längs  $AB$  vorbeiströmende Luft ruft aber gleichzeitig eine Reibung  $W_t$  an der Fläche in tangentialer

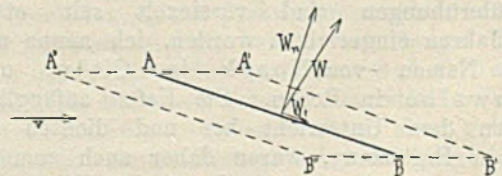


Fig. 1.

\*) An den Vortrag schloß sich die Demonstration einer Reihe von Schülerübungsapparaten der Herren Noack und Hahn sowie der Kleiberschen magnetischen Polwage.



Richtung hervor. Die Resultierende von  $W_n$  und  $W_t$  heißt die Resultierende des Luftwiderstandes  $W$ . Sie ist gegen die Normalenrichtung etwas nach hinten geneigt. Ist die Fläche  $AB$  nicht eben, sondern nach unten konvex gewölbt, so ist die Resultierende des Luftwiderstandes  $W$  gegen die Normale  $N$  stärker nach hinten geneigt (Fig. 2); ist die Fläche  $AB$  nach unten konkav gewölbt, so steht die Resultierende des Luftwiderstandes  $W$  steiler. Es kann der Fall eintreten, daß sie steiler steht als die Normale  $N$ , und Lillienthal hat sogar seinerzeit durch Versuche ermittelt, daß  $W$  noch über die Vertikale hinüberfallen, also nach vorne geneigt sein kann (Fig. 3). Die Größe

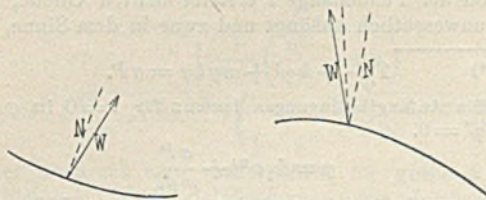


Fig. 2.

Fig. 3.

des Luftwiderstandes kann mit Annäherung durch das Loesselsche Luftwiderstandsgesetz

$$W = \kappa \frac{\gamma}{g} F v^2 \sin \alpha$$

angegeben werden. Dabei bedeutet  $\kappa$  einen Proportionalitätsfaktor,  $\gamma$  das spezifische Gewicht der Luft,  $g$  die Beschleunigung durch die Schwerkraft,  $F$  die Größe der Tragfläche,  $v$  die Windgeschwindigkeit und  $\alpha$  den Neigungswinkel der Windrichtung gegen die Fläche. Dies Gesetz ist durch Versuche ermittelt. Es gibt nur eine rohe Annäherung und gilt nur für solche Geschwindigkeiten, wie sie bei Flugmaschinen in Betracht kommen, d. h. bei rund 10 bis 20 m per Sekunde. Der Exponent von  $v$  ist nämlich eigentlich selbst eine Funktion von  $v$ , so daß man bei langsamen Geschwindigkeiten z. B. den Widerstand nicht dem Quadrat der Geschwindigkeit, sondern der Geschwindigkeit selbst proportional setzen kann.\*) Ebenso ist die Wirkung gegen eine Fläche, die mit ihrer Breitseite nach vorn gegen den Wind steht, viel intensiver, als gegen eine solche, die ihre Schmalseite dem Winde zukehrt, da bei dieser ein großer Teil der Luft seitlich abströmt. Der Angriffspunkt des Luftwiderstandes liegt nicht, wie man eigentlich annehmen sollte, in der Mitte der Fläche, sondern er rückt um so weiter nach der Vorderkante, je flacher die Fläche gegen die Windrichtung geneigt ist. Steht die Fläche senkrecht zur Windrichtung, so muß der Angriffspunkt, der sogen. Druckpunkt, in der Mitte liegen. Ist die Fläche der Windrichtung parallel, so ist aber der Druckpunkt nicht bis an die Vorderkante hin vorgerückt, denn es wirkt ja nicht nur auf die Vorderkante ein Druck, sondern auch auf die Hinterkante eine Saugwirkung und längs der Ober- und Unterseite der Fläche ergibt die Reibung tangential zur Fläche nach hinten gerichtete Komponenten, deren gemeinsamer Angriffspunkt nicht in der Vorderkante liegt. Will man die Wanderung des Druckpunktes einschränken, so braucht

\*) Ein genaues Gesetz über die Abhängigkeit kann man nur durch Versuche feststellen. Interessant ist, daß das Maximum der Funktion bei der Schallgeschwindigkeit liegt. Sie soll dann wieder abnehmen und sich einem Grenzwert asymptotisch annähern.

man nur die Fläche  $AB$  zu teilen. Dann rückt der Druckpunkt  $D$  in der ungeteilten Fläche  $AB$  bei steilerer Stellung nach  $D_1$  um die Strecke  $d$  nach hinten. In der geteilten Tragfläche  $EF-GH$  rückt jeder der Teildruckpunkte  $I$  und  $K$  nur um  $\frac{d}{2}$  rückwärts nach  $I_1$  und  $K_1$ . Der Angriffspunkt  $J$  der Resultierenden der beiden in  $I$  und  $K$  angreifenden Luftwiderstände, der in der Mitte zwischen  $I$  und  $K$  liegt, rückt dann auch nur um  $\frac{d}{2}$  nach  $J_1$  zurück (Fig. 4).

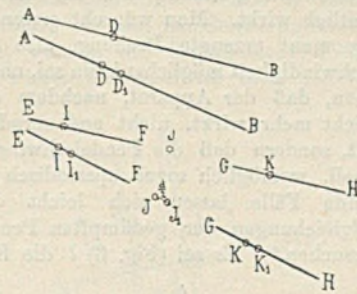


Fig. 4.

Die zweite Kraft, welche auf den Drachen wirkt, ist die Schwerkraft. Ihre Richtung geht senkrecht nach unten, ihre Größe wird durch das Gewicht  $G$  des Drachens bestimmt. Ihr Angriffspunkt ist der Schwerpunkt, von dem wir vorläufig annehmen wollen, daß er mit dem Druckpunkt zusammenfällt. Soll der Drachen im Winde stehen, so müssen wir ihn an einer Schnur, die im Druckpunkt befestigt ist, mit einer Kraft  $S$  ziehen, die der Resultierenden von  $W$  und  $G$  gleich, aber ihr entgegengesetzt gerichtet ist. Dann befinden sich die drei Kräfte  $WGS$  im Gleichgewicht (Fig. 5). Wir bauen jetzt in den Drachen einen Motor

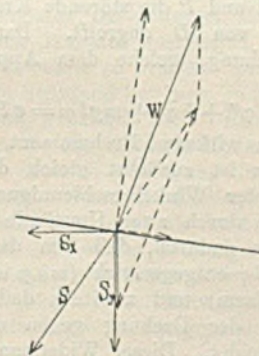


Fig. 5.

vom Gewicht  $S_y$  und einer Schraube mit dem Vortrieb  $S_x$  ein, wo  $S_y$  und  $S_x$  gleich der vertikalen und horizontalen Komponente von  $S$  sind. Dann können wir die Schnur abschneiden, ohne daß sich an der Gleichgewichtslage etwas ändert. Der Drachen ist zu einer Flugmaschine geworden. Bei derselben Windgeschwindigkeit  $v$  wird diese gleichfalls im Winde über derselben Stelle der Erde stehen bleiben, bei Windstille wird sie sich mit der Geschwindigkeit  $v$  gegen die Luft bewegen.

Man will mit einer Flugmaschine nicht nur fliegen können, man will auch unterwegs nicht unkippen. Bei der Erhaltung der Stabilität eines Flugapparates kommen in Betracht:

1. Die natürlichen Dämpfungen bei Schwankungen

2. Vorrichtungen, die den Flugapparat automatisch stabil machen.
3. Vorrichtungen, die es dem Führer ermöglichen, das gestörte Gleichgewicht wiederherzustellen.

Außerdem kann der Führer mit den Vorrichtungen von 3. willkürlich steuern.

Bei 1. handelt es sich um zweierlei Dinge. Eine jede Flugmaschine, bei der selbstverständlich der Schwerpunkt unterhalb des Druckpunktes liegen muß, wenn sie überhaupt stabil sein soll, wird dadurch aus dem Gleichgewicht gebracht, daß ein kleines Drehmoment seitlich wirkt. Man wünscht erstens, daß die vom Drehmoment erzeugte Drehung, also auch ihre Winkelgeschwindigkeit möglichst klein sei, und zweitens wünscht man, daß der Apparat, nachdem das Drehmoment nicht mehr wirkt, nicht andauernd hin und her pendelt, sondern daß die Pendelschwingung möglichst schnell, womöglich sogar aperiodisch gedämpft wird. Beide Fälle lassen sich leicht durch die Differentialgleichungen der gedämpften Pendelschwingung untersuchen.\*) Es sei (Fig. 6)  $l$  die Entfernung

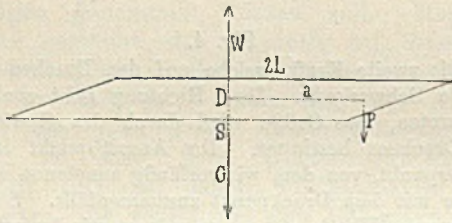


Fig. 6.

des Schwerpunktes  $S$  vom Druckpunkt  $D$  die Pendellänge.  $B$  sei die Breite,  $2L$  die Länge der Tragfläche,  $T$  das Trägheitsmoment,  $m$  die Masse,  $g$  die Beschleunigung der Schwerkraft,  $\varphi$  der jeweilige Drehungswinkel und  $P$  die störende Kraft, die in der Entfernung  $a$  von  $D$  angreift. Dann lautet die Differentialgleichung, welche dem Apparat den Anstoß gibt

$$T\varphi'' + k\varphi' + mgl\varphi = aP.$$

Rechts steht das wirksame Drehmoment  $aP$  (Hebelarm · Kraft). Dieses ist zunächst gleich dem Trägheitsmoment mal der Winkelbeschleunigung, doch wird seine Wirkung durch zwei Umstände abgeschwächt, nämlich erstens dadurch, daß ihm das Drehmoment des Pendels  $mgl\varphi$  entgegenwirkt ( $mgl\varphi$  ist dessen Kraft,  $l$  dessen Hebelarm) und zweitens dadurch, daß die Tragfläche bei der Drehung gegen die Luft einen Widerstand erleidet. Dieser Widerstand sei bei der langsamen Bewegung der Geschwindigkeit proportional. Ein Flächenstreifen  $BdL$  bewegt sich dann mit Geschwindigkeit  $L\varphi'$ , erleidet also eine Verzögerung proportional der Kraft  $L\varphi' BdL$ , die ein dem Drehmoment  $aP$  entgegengerichtetes Drehmoment proportional der Größe  $L^2\varphi' B \cdot dL$  ergibt. Integrieren wir diesen Ausdruck längs der ganzen Fläche, so erhalten wir als dämpfendes Drehmoment den Ausdruck  $\frac{\gamma}{g} L^3 B \varphi'$ , wo  $\gamma$  ein Proportionalitätsfaktor ist.  $k$  hat also den Wert  $\frac{\gamma}{g} L^3 B$ .

\*) Dabei ist vorausgesetzt, daß es zulässig ist, die Flugmaschine als ein im Druckpunkt aufgehängtes Pendel aufzufassen. Läßt man die Drehmomente Drehungen um den Schwerpunkt ausführen, so kommen etwas andere Verhältnisse in Betracht. Außerdem ist hier nicht berücksichtigt, daß der Druckpunkt selbst sich bei jeder Schwankung ändert.

Die Integration\*) der Differentialgleichung liefert für die Winkelgeschwindigkeit den Wert

$$\varphi' = \frac{aP}{\sqrt{k^2 - 4mglT}} \cdot e^{-\frac{k + \sqrt{k^2 - 4mglT}}{2T} t} \cdot \left( \frac{-\sqrt{k^2 - 4mglT}}{1 - e^{-\frac{-\sqrt{k^2 - 4mglT}}{T} t}} \right)$$

$$= aP \left[ \frac{t}{T} - \frac{k}{2} \frac{t^2}{T^2} + \frac{(k^2 - mglT)}{3} \frac{t^3}{T^3} + \dots \right].$$

Aus dem ersten Ausdruck erkennt man, daß er für  $k = \infty$  übergeht in  $0 \cdot 1 \cdot 1 = 0$ , daß also für sehr große  $k$   $\varphi'$  möglichst klein wird. Die Schwankung, welche der Apparat infolge des Drehmomentes  $aP$  erleidet, wird also recht klein, wenn die Flügelänge  $L$  recht groß ist. Aus dem zweiten Ausdruck geht hervor, daß  $\varphi'$  von der Pendellänge  $l$  erst im dritten Gliede, also nur unwesentlich abhängt und zwar in dem Sinne, daß

$$*) \quad T\varphi'' + k\varphi' + mgl\varphi = aP.$$

Die Anfangsbedingungen lauten: für  $t = 0$  ist  $\varphi = 0$  und  $\varphi' = 0$ .

$$\varphi = k_1 e^{\alpha_1 t} + \frac{aP}{mgl}$$

ist ein partikuläres Integral der inhomogenen Differentialgleichung.

Es ist dann

$$\varphi' = a k_1 e^{\alpha_1 t} \quad \varphi'' = \alpha_1^2 k_1 e^{\alpha_1 t}$$

$$(a^2 T + k a + mgl) k_1 e^{\alpha_1 t} + aP = aP$$

$$\alpha = \frac{-k \pm \sqrt{k^2 - 4mglT}}{2T}$$

Dann lautet das allgemeine Integral

$$\varphi = k_1 e^{\alpha_1 t} + k_2 e^{\alpha_2 t} + \frac{aP}{mgl}$$

Infolge der Anfangsbedingungen wird

$$k_1 + k_2 = -\frac{aP}{mgl}$$

$$k_1 \alpha_1 + k_2 \alpha_2 = 0$$

$$k_2 (\alpha_2 - \alpha_1) = \alpha_1 \frac{aP}{mgl}$$

$$k_1 (\alpha_2 - \alpha_1) = -\alpha_2 \frac{aP}{mgl}$$

$$k_2 = \frac{\alpha_1}{\alpha_2 - \alpha_1} \frac{aP}{mgl} \quad k_1 = \frac{-\alpha_2}{\alpha_2 - \alpha_1} \frac{aP}{mgl}$$

$$\alpha_1 = \frac{-k - \sqrt{k^2 - 4mglT}}{2T}$$

$$\alpha_2 = \frac{-k + \sqrt{k^2 - 4mglT}}{2T}$$

$$\alpha_2 - \alpha_1 = \frac{\sqrt{k^2 - 4mglT}}{T} \quad \alpha_1 \alpha_2 = \frac{mgl}{T}$$

Die Winkelgeschwindigkeit wird also

$$\varphi' = \left( \frac{-\alpha_1 \alpha_2}{\alpha_2 - \alpha_1} e^{\alpha_1 t} + \frac{\alpha_2 \alpha_1}{\alpha_2 - \alpha_1} e^{\alpha_2 t} \right) \frac{aP}{mgl}$$

$$= \frac{mgl}{\sqrt{k^2 - 4mglT}} (e^{\alpha_2 t} - e^{\alpha_1 t}) \frac{aP}{mgl}$$

$$= \frac{aP}{\sqrt{k^2 - 4mglT}} \cdot e^{\frac{-kt}{2T}} \left( e^{\frac{\sqrt{k^2 - 4mglT}}{2T} t} - e^{-\frac{\sqrt{k^2 - 4mglT}}{2T} t} \right)$$

$$= \frac{aP}{\sqrt{k^2 - 4mglT}} e^{-\frac{k + \sqrt{k^2 - 4mglT}}{2T} t} \cdot \left( \frac{-\sqrt{k^2 - 4mglT}}{1 - e^{-\frac{-\sqrt{k^2 - 4mglT}}{T} t}} \right)$$

$$= \frac{aP}{\sqrt{k^2 - 4mglT}} \left[ (\alpha_2 - \alpha_1) t + (\alpha_2^2 - \alpha_1^2) \frac{t^2}{2} + (\alpha_2^3 - \alpha_1^3) \frac{t^3}{3} + \dots \right]$$

$$= \frac{aP}{T} \left[ t + (\alpha_1 + \alpha_2) \frac{t^2}{2} + (\alpha_1^2 + \alpha_1 \alpha_2 + \alpha_2^2) \frac{t^3}{3} + \dots \right]$$

$$= \frac{aP}{T} \left[ t - \frac{k}{2} \frac{t^2}{T} + \frac{(k^2 - mglT)}{T^2} \frac{t^3}{3} + \dots \right].$$

mit wachsendem  $l$   $\varphi'$  kleiner wird. Man meinte daher ursprünglich, daß man  $l$  recht groß nehmen müßte, also den Schwerpunkt recht tief unter dem Druckpunkt anzubringen hätte. Daß dies ein Irrtum ist, erkennt man jedoch, wenn man den zweiten Teil der Bewegung in Betracht zieht, nämlich das Abklingen der Pendelschwingung, nachdem das Drehmoment  $aP$  zu wirken aufgehört hat. Für dieses Abklingen gilt die homogene Differentialgleichung

$$T\varphi'' + k\varphi' + mgl\varphi = 0.$$

Die Anfangsbedingungen erhalten wir, wenn wir die Zeit  $t$  vom Umkehrpunkte des Pendels an rechnen. Dann wird für  $t=0$   $\varphi = \varphi_0$   $\varphi' = 0$ . Die Geschwindigkeit wird, wie sich aus der Integration ergibt,\*)

$$\varphi' = -\varphi_0 \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{mgl} \left( \frac{k^2}{mgl} - 4T \right)}} \cdot \frac{-k + \sqrt{k^2 - 4mglT}}{2T} \cdot t \left( \frac{-\sqrt{k^2 - 4mglT}}{T} \cdot t \right)$$

Dieser Ausdruck wird wieder klein für große  $k$  und für kleine  $l$ . Die Pendelschwingung geht also langsam vor sich, wenn der Schwerpunkt dicht unter dem Druckpunkt liegt und wenn die Flügellänge  $L$  groß ist. Dann ist die natürliche Dämpfung der Schwan- gungen des Apparates gut.

Punkt 2. und 3. werden durch die Worte auto- matische und verstellbare Vorrichtungen zur Erhaltung der Stabilität gekennzeichnet. Ursprünglich glaubte man, die Flugmaschine müsse so gebaut sein, daß sie bei gestörtem Gleichgewicht von selbst wieder in ihre ursprüngliche Stellung zurückkehre. Die Praxis belehrte die Aviatiker eines besseren. Die Maschine, bei welcher der Fahrer selbst das gestörte Gleichgewicht wieder herstellt, bleibt die leistungsfähigere, weil die automatischen Vorrichtungen zur Wiederherstellung des gestörten Gleichgewichts teils nicht genügen, teils bei anderen unvorhergesehenen Störungen im gegen- teiligen Sinne wirken, als wie beabsichtigt war. Das völlig selbständige Balancieren stellt aber derartig hohe Anforderungen an die Geistesgegenwart des

\*)  $T\varphi'' + k\varphi' + mgl\varphi = 0$

$$\varphi = k_1 e^{\alpha_1 t} + k_2 e^{\alpha_2 t}$$

lautet das allgemeine Integral.

$\alpha_1$  und  $\alpha_2$  haben dieselben Werte, die sie bei der in- homogenen Differentialgleichung hatten. Um die Konstanten  $k_1$  und  $k_2$  zu bestimmen, wählen wir die Anfangsbedingungen so, daß der Apparat zur Zeit  $t = 0$  die Richtung seiner Pendel- schwingung umkehrt. Dann ist für  $t = 0$   $\varphi = \varphi_0$  und  $\varphi' = 0$ .

Es wird also

$$\begin{aligned} k_1 + k_2 &= \varphi_0 \\ k_1 \alpha_1 + k_2 \alpha_2 &= 0 \end{aligned}$$

$$k_2 (\alpha_1 - \alpha_2) = \varphi_0 \alpha_1 \qquad k_2 = \varphi_0 \frac{\alpha_1}{\alpha_1 - \alpha_2}$$

$$k_1 (\alpha_1 - \alpha_2) = -\varphi_0 \alpha_2 \qquad k_1 = -\varphi_0 \frac{\alpha_2}{\alpha_1 - \alpha_2}$$

Es wird also

$$\varphi' = \varphi_0 \frac{\alpha_1 \alpha_2}{\alpha_2 - \alpha_1} e^{\alpha_1 t} - \varphi_0 \frac{\alpha_1 \alpha_2}{\alpha_2 - \alpha_1} e^{\alpha_2 t}$$

$$= \varphi_0 \frac{mgl}{\sqrt{k^2 - 4mglT}} (e^{\alpha_1 t} - e^{\alpha_2 t})$$

$$= \varphi_0 \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{mgl} \left( \frac{k^2}{mgl} - 4T \right)}} \cdot \frac{-k + \sqrt{k^2 - 4mglT}}{2T} \cdot t \left( \frac{-\sqrt{k^2 - 4mglT}}{T} \cdot t \right)$$

Führers, daß man heute dazu gekommen ist, beide Arten von Einrichtungen gleichzeitig anzuwenden.

Man hat die Bewegungen um die drei Achsen voneinander zu unterscheiden. Ich beginne mit den Schwankungen um die Querachse. Daß zunächst der Druckpunkt vor dem Mittelpunkt liegt, zeigt uns jede fallende Postkarte. Die Schwerkraft zieht sie senkrecht nach unten. Beim Fallen erleidet sie einen Luftwider- stand, der einen Druck auf die Karte ausübt, welcher annähernd senkrecht auf ihr steht. Stand die Karte zu Anfang der Bewegung schräg, so ergeben Schwerkraft und Druck eine Resultierende  $R$  schräg abwärts und gleichzeitig ein um den Schwerpunkt  $S$  drehendes Kräftepaar, welches das Drehmoment  $W \cdot DS$  erzeugt (Fig. 7). Dieses Drehmoment wird die Vorderkante

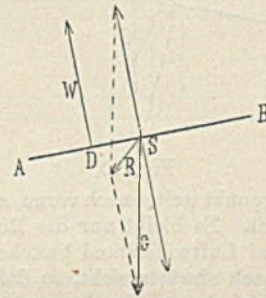


Fig. 7.

der Fläche während des Falles heben, so daß sie nicht mit der vorderen, sondern mit der hinteren Kante den Tisch berührt. Lassen wir die Karte von einem höheren Standpunkt herabfallen, so wirkt ein solches Dreh- moment solange, bis die Postkarte senkrecht zu ihrer Bewegungsrichtung schräg abwärts steht. Dann rückt der Druckpunkt unter den Mittelpunkt der Karte und ein entgegengesetztes Drehmoment läßt die vorher- gehende Drehung langsam ausklingen, um dann die Karte wieder rückwärts zu drehen. Die Drehung wird um so eher zum Stillstand kommen, je besser die Karte bei ihrer Drehung gedämpft wird. Kommt die Karte zur Ruhe, bevor sie die vertikale Stellung erreicht hat, so tritt genau dieselbe Bewegung im rückwärtigen Sinne ein (Fig. 8). Wenn die Endlage der Karte bei der ersten Schwingung steiler als die Anfangslage war, so wird sie nach der zweiten Schwingung noch steiler sein, und dieses Spiel wiederholt sich so lange, bis die Karte in der Endlage einer Schwingung auch noch über die vertikale Lage hinübergependelt ist (Fig. 9)



Fig. 8.

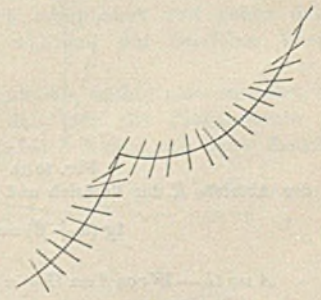


Fig. 9.

Als dann verläuft die zweite Schwingung in derselben Richtung wie die erste, nachdem sich die Karte ein halbes Mal überschlagen hat. Dies Spiel wiederholt

sich bei jeder neuen Pendelschwingung und wird besonders dann recht gut erreicht, wenn die Dämpfung der Schwingungen klein ist, d. h. wie vorhin gezeigt wurde, wenn die Karte mit ihrer breiten Kante nach vorn losgelassen wird. Sie vollführt dann einen äußerst gleichmäßigen Drehflug schräg abwärts, der aber in der Flugtechnik bisher noch keine Verwendung gefunden hat.

Beschwert man die Karte vorne (Fig. 10), rückt

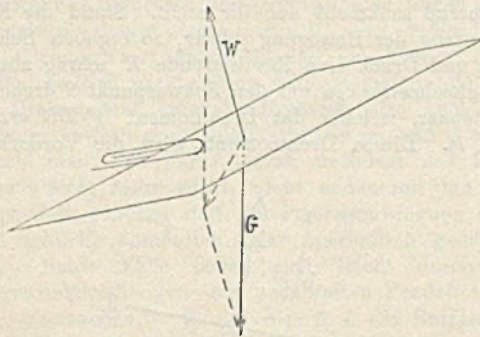


Fig. 10.

also den Schwerpunkt weiter nach vorne, so verschwindet das Drehmoment. Es bleibt nur die Resultierende aus Schwerkraft und Luftwiderstand bestehen, welche die Karte schräg nach abwärts zieht, so daß sie als Gleitflieger ruhig herabgleitet. In den meisten Fällen wird man beobachten, daß sie dabei noch kleine Schwankungen um die Querachse ausführt. Diese rühren daher, daß der Schwerpunkt nicht genau mit dem Druckpunkt übereinstimmt. Nehmen wir an, der Druckpunkt liege etwas vor dem Schwerpunkt, dann entsteht ein Drehmoment, welches die Vorderseite hebt. Dabei vergrößert sich der Winkel zwischen der Fläche und der Bewegungsrichtung,\* der Druckpunkt rückt weiter

\*) Die Bewegungsrichtung ändert sich zwar gleichfalls, die theoretische Rechnung ergibt jedoch, daß der Winkel zwischen Fläche und Bewegungsrichtung  $\alpha$  größer wird, wenn der Winkel zwischen Fläche und Horizontalebene  $\beta$  kleiner wird. Es ist nämlich (Fig. 10a), wenn  $W$  der Luftwiderstand,

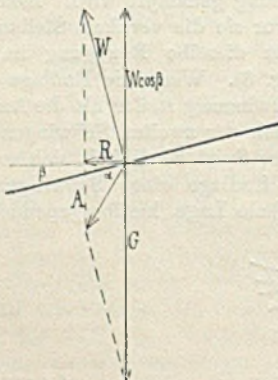


Fig. 10a).

$A$  der Abtrieb,  $R$  der Vortrieb und  $G$  das Gewicht ist,

$$\operatorname{tg}(\alpha + \beta) = \frac{A}{R}$$

$$A = G - W \cos \beta = G - \kappa \frac{\gamma}{g} F v^2 \sin \alpha \cos \beta$$

$$R = W \sin \beta = \kappa \frac{\gamma}{g} F v^2 \sin \alpha \sin \beta$$

$$\operatorname{tg}(\alpha + \beta) = \frac{G}{\kappa \frac{\gamma}{g} F v^2 \sin \alpha \sin \beta} - \frac{1}{\operatorname{tg} \beta}$$

nach hinten, bis er hinter den Schwerpunkt fällt. Dann entsteht sofort ein Drehmoment, das die Hinterkante hebt und das Spiel umkehrt. Ein Ueberschlagen um die Querachse ist dabei ausgeschlossen.

Bei einer Flugmaschine, die durch eine Schraube selbständig durch die Luft vorwärts bewegt wird, gilt genau dasselbe. Gegen plötzliche Windstöße genügt aber der schwache Ausgleich der Schwankungen nicht, der durch die Wanderung des Druckpunktes hervorgerufen wird. Man bringt daher hinten am Apparat eine horizontale Stabilisierungsfläche an (Fig. 11). Stellt

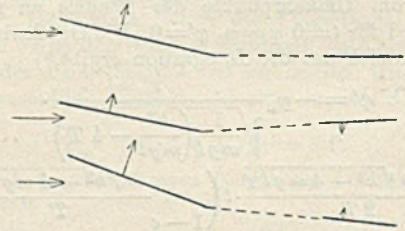


Fig. 11.

sich der Apparat zu flach ein, so erhält die Stabilisierungsfläche Wind von oben. Es entsteht auf ihr ein Druck, der nach unten gerichtet ist und ein Drehmoment erzeugt, welches den Apparat wieder aufrichtet. Stellt sich der Flugapparat umgekehrt zu steil ein, so erhält die Stabilisierungsfläche Wind von unten, erleidet also einen Druck nach oben, der ein Drehmoment erzeugt, welches den Apparat wieder neigt. Freilich sucht die Wirkung des Luftwiderstandes gegen die Tragfläche gerade das gegenteilige Drehmoment zu erzeugen. Man kann die Wirkung der Stabilisierungsfläche noch verstärken, indem man sie beweglich macht. Man hebt die Hinterkante, wenn man den Apparat steiler stellen will, man neigt sie, wenn man den ganzen Apparat flacher neigen will. Statt die bewegliche Fläche hinten anzubringen, kann man sie auch vorne anbringen. Dann muß man die Vorder-

$$\left( \operatorname{tg}(\alpha + \beta) + \frac{1}{\operatorname{tg} \beta} \right) \sin \alpha \sin \beta - \frac{G}{\kappa \frac{\gamma}{g} F v^2} = 0 = F(\alpha, \beta).$$

Soll  $\alpha$  wachsen, wenn  $\beta$  kleiner wird, so muß

$$\frac{\partial \beta}{\partial \alpha} < 0 \quad \text{oder} \quad \frac{\partial \alpha}{\partial \beta} > 0 \quad \text{sein.}$$

Nun ist

$$\frac{\partial F}{\partial \alpha} = \frac{\partial F}{\partial \beta}$$

$$\frac{1}{\cos(\alpha + \beta)^2} \sin \alpha \sin \beta + \cos \alpha \sin \beta \left( \operatorname{tg}(\alpha + \beta) + \frac{1}{\operatorname{tg} \beta} \right) = \frac{1}{\left( \cos(\alpha + \beta)^2 - \frac{1}{\sin^2 \beta} \right)} \sin \alpha \sin \beta + \sin \alpha \cos \beta \left( \operatorname{tg}(\alpha + \beta) + \frac{1}{\operatorname{tg} \beta} \right).$$

Da  $\alpha + \beta < 90^\circ$ , ist  $\frac{\partial F}{\partial \alpha} > 0$  und

$$\begin{aligned} \frac{\partial F}{\partial \beta} &= \sin \alpha \left( \frac{\sin \beta}{\cos(\alpha + \beta)^2} - \frac{1}{\sin \beta} + \cos \beta \operatorname{tg}(\alpha + \beta) + \frac{\cos \beta^2}{\sin \beta} \right) \\ &= \sin \alpha \left( \frac{\sin \beta}{\cos(\alpha + \beta)^2} - \sin \beta + \cos \beta \operatorname{tg}(\alpha + \beta) \right) \\ &= \sin \alpha (\sin \beta \operatorname{tg}(\alpha + \beta)^2 + \cos \beta \operatorname{tg}(\alpha + \beta)). \end{aligned}$$

Also ist  $\frac{\partial F}{\partial \beta} > 0$ , und  $\alpha$  nimmt zu, wenn  $\beta$  abnimmt.

kante heben bzw. neigen, wenn der Apparat steiler gestellt oder flacher geneigt werden soll. Mit der automatischen Stabilität ist es damit aber ein für alle Mal vorbei, wenn man nicht neben dem vorderen beweglichen Steuer hinten noch eine horizontale Stabilisierungsfläche anbringt. Die Mehrzahl der erfolgreichen Flugmaschinen besitzt hinten eine derartige Schwanzzelle. Nur die Apparate der Gebrüder Wright verzichteten lange Zeit auf dieselbe. Dadurch stellte der Flug in einem Wrightapparat sehr hohe Anforderungen an den Führer, der fortwährend die Aufgabe zu erfüllen hatte, den Apparat steiler oder flacher zu stellen. Der Flug der Wrightapparate ging daher stets in einer Schlangenlinie auf und nieder. Erst die jetzt in Deutschland hergestellten Wrightapparate bringen hinten wieder eine horizontale Stabilisierungsfläche an. Die Wirkung des vorderen beweglichen Steuer wird bei den Apparaten der Gebrüder Wright noch dadurch verstärkt, daß durch eine exzentrische Hebelübertragung die beiden Flächen des Steuer stärker gekrümmt werden, wenn der Apparat steiler aufgerichtet, und daß sie sich flach einstellen, wenn der Apparat stärker geneigt werden soll.

Man ist also mit Hilfe der beweglichen horizontalen Steuer imstande, den ganzen Apparat willkürlich stärker oder schwächer zu neigen. Wenn der Apparat sich mit gleichförmiger Geschwindigkeit vorwärts bewegt, ohne zu steigen oder zu sinken, und die Tragflächen plötzlich steiler aufgerichtet werden, dann nimmt der Luftwiderstand, der ja  $\sin \alpha$  proportional ist, zu. Es nimmt damit der Auftrieb und der Rücktrieb zu. Zunahme des Auftriebes ergibt ein Steigen des Apparates, Zunahme des Rücktriebes bedeutet Einbuße an Geschwindigkeit. Der Luftwiderstand selbst ist aber  $v^2$  proportional. Wenn  $v$  kleiner wird, so muß auch der Luftwiderstand kleiner werden. Es ist die Frage, ob dabei der Auftrieb noch größer wird, als er bei Beginn der Steilerstellung des Apparates war. Die theoretische Rechnung, sowie die Praxis liefern die Antwort, daß in der Tat der Apparat zunächst steigt. Er gewinnt an potentieller Energie auf Kosten seiner kinetischen. Will er dauernd weiter steigen, so muß er den Verlust an kinetischer Energie ersetzen durch innere Energie, d. h. der Motor des Apparates muß schneller laufen und mehr Benzin verbrauchen. Verringert man die Neigung der Tragfläche, so wird der Luftwiderstand, der Auftrieb und der Rücktrieb kleiner. Der Apparat fällt, während seine Geschwindigkeit zunimmt. Er verliert an potentieller Energie und gewinnt dafür kinetische.

Man kann also mit Hilfe der beweglichen horizontalen Flächen willkürlich höher oder tiefer steuern, ist also berechtigt, diese Steuerflächen als Höhensteuer zu bezeichnen. Praxis und Theorie ergeben, daß man das Höhensteuer nicht beliebig stark aufreißen darf. Man kommt sonst an einen Grenzwert, bei dem man sehr schnell die ganze Geschwindigkeit des Apparates einbüßt. Damit verschwindet auch jeder Luftwiderstand und Auftrieb. Der Apparat stürzt zur Erde herab.

Wenn das Höhensteuer hinten liegt, so muß man, um den Apparat steiler einzustellen und zu steigen, die Hinterkante des Höhensteuer heben. Dieses bekommt Wind von oben und erleidet einen Druck nach unten. Dieser Druck reißt den ganzen Apparat und vor allem sein Hinterteil hinunter. Das ist ein Nachteil, wenn man gerade steigen und ein Hindernis überfliegen will. Höhensteuer, welche hinten angebracht

waren, sind häufig beim Aufliegen vom Boden zur Erde herabgedrückt und zerschmettert worden. Ist das Höhensteuer aber vorne angebracht, so erleidet es beim Hinaufsteuern einen Auftrieb, der dem ganzen Apparat zugute kommt. Deswegen bringt man die beweglichen Höhensteuer vorne an, während die festen Stabilisierungsflächen hinten sitzen.

Schwankungen um die Längsachse haben zweierlei Ursachen, nämlich das Reaktionsmoment der Schraube und seitliche Windstöße. Verwendet man nur eine einzige Schraube, so dreht der Motor nicht nur diese herum, sondern er sucht auch den Apparat in entgegengesetzter Richtung herumzudrehen (Fig. 12).

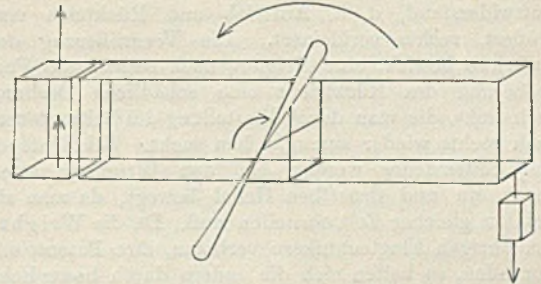


Fig. 12.

Dieses schädliche Drehmoment gleicht man dadurch aus, daß man entweder auf der einen Seite ein Zusatzgewicht anbringt, oder daß man auf der anderen Seite die Tragflächen vergrößert, oder daß man schließlich zwei entgegengesetzt rotierende Schrauben anwendet (Fig. 13). Alle drei Methoden haben ihre Nachteile.

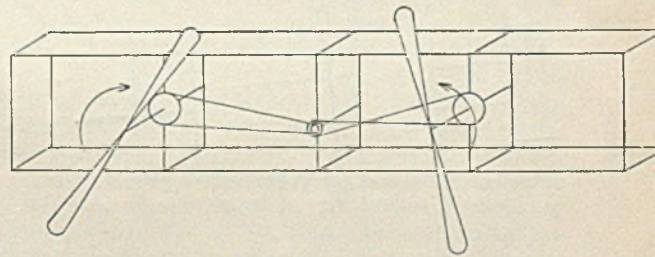


Fig. 13.

Das Zusatzgewicht und die verlängerten Tragflächen neigen den Apparat sofort schief, wenn der Motor aus irgend einem Grunde abgestoppt werden muß oder versagt. Der Apparat kann sich dann leicht überschlagen. Zwei entgegengesetzt rotierende Schrauben, die von derselben Welle des Motors angetrieben werden, sind technisch kompliziert und geben daher leicht zu Störungen während des Betriebes Veranlassung.

Die seitlichen Windstöße suchte man zunächst dadurch auszugleichen, daß man die Flugapparate V-förmig krümmte (Fig. 14). Neigt sich eine derartig

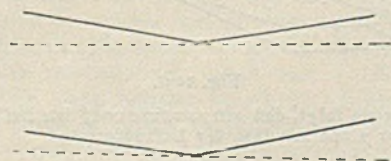


Fig. 14.

V-förmig gekrümmte Fläche etwas nach der rechten Seite, so wird auf dieser Seite der Luftwiderstand und

gleichzeitig der Hebelarm etwas größer.\*) Dadurch wird die Fläche in ihre ursprüngliche Lage zurückgedreht. Das gilt aber nur für Windstöße von sehr geringer Dauer. Dauert ein Windstoß längere Zeit an, so bietet die Flügelhälfte, die durch ihn aufgerichtet wird, dem Winde erst recht Gelegenheit, unterzufassen und den Apparat zum Kippen zu bringen. Um die seitlichen Schwankungen auszugleichen und die Windstöße aufzufangen, benutzten die Gebrüder Wright zuerst die Schrägsteuerung, indem sie die sogenannte Flächenverwindung anwandten. Soll der Apparat nach rechts geneigt werden, so werden die linken Hinterkanten der Tragflächen nach unten, die rechten Hinterkanten nach oben gezogen. Dadurch wird links der Luftwiderstand, d. h. Auftrieb und Rücktrieb vergrößert, rechts verkleinert. Die Vergrößerung des Auftriebs bewirkt eine Neigung nach rechts, die Vergrößerung des Rücktriebs eine schädliche Drehung nach links, die man durch Einstellung des Seitensteuers nach rechts wieder auszugleichen sucht. Schrägsteuer und Seitensteuer werden bei den Wrightapparaten durch ein und denselben Hebel bewegt, da man sie stets zu gleicher Zeit einstellen muß. Da die Wrights den übrigen Flugtechnikern verboten, ihre Patente anzuwenden, so halfen sich die andern durch bewegliche Zusatzflächen, die bei einer nach rechts gerichteten Neigung rechts nach oben, links nach unten geklappt wurden. Das ergibt links einen Auftrieb, rechts einen

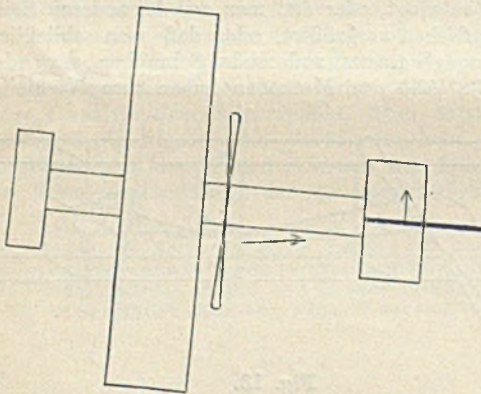


Fig. 15.

\*) Ist die Fläche zunächst um den Winkel  $\alpha$  gegen die Bewegungsrichtung geneigt und wird dann eine Flügelhälfte um den Winkel  $\beta$  um die Mittellinie der Fläche (die Projektion der Bewegungsrichtung auf die Fläche) gedreht (Fig. 14 a), so bildet die Bewegungsrichtung mit der Flügelfläche einen Winkel  $\gamma$ . Aus Relationen der sphärischen

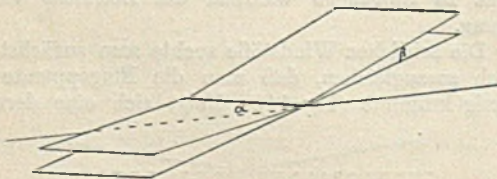


Fig. 14 a.

Trigonometrie folgt, daß  $\sin \gamma = \sin \alpha \cos \beta$  ist. Bei kleinerem  $\beta$  ist daher  $\gamma$  und mit ihm der Luftwiderstand

$$W = \frac{\gamma}{g} F v^2 \sin \gamma$$

größer. Die Zunahme des Hebelarmes ist nur sehr gering. Seine Berechnung läßt sich nur dann genau durchführen, wenn man die Wanderung des Druckpunktes genau kennt.

Abtrieb, also eine Neigung nach rechts. Der Rücktrieb ist aber auf beiden Seiten gleich groß. Das schädliche Drehmoment um die Vertikalachse wird dabei vermieden.

Schwankungen um die Vertikalachse gleicht man durch ein hinten angebrachtes Seitensteuer aus. Dreht sich der Apparat aus irgend einem Grund um die Vertikalachse nach rechts, so zieht ihn die Schraube zwar in der neuen Richtung vorwärts, infolge seiner Trägheit bewegt er sich aber noch in der alten Richtung weiter. Selbst wenn das Steuer unbeweglich wäre (Fig. 15), so würde es Wind von links erhalten und der Apparat würde wieder in seine ursprüngliche Lage zurückgedreht werden. Um so mehr wird dies der Fall sein, wenn das Steuer beweglich gemacht wird, so daß der Führer es nach links hinüberlegen kann. Wollte man das Seitensteuer vorne anbringen, so könnte der Führer zwar bei einer Drehung nach rechts das Steuer so drehen, daß es von rechts Wind bekäme. Jeder automatische Ausgleich der seitlichen Drehungen wäre jedoch dadurch hinfällig geworden, da das Steuer gleich zu Anfang der Drehung Wind von links bekäme, welcher die Drehung noch verstärkt. Das Seitensteuer muß daher hinten angebracht werden.

Für die Kurvenfahrt treten dadurch ähnliche Schwierigkeiten wie bei der Höhensteuerung auf, wenn dort das Höhensteuer hinten lag. Will man eine Kurve nach rechts beschreiben, so legt man zunächst das Seitensteuer nach rechts. Es wird dadurch nach links hinübergedrückt und der Apparat dreht sich nach rechts (Fig. 16). Nun zieht der Propeller den Apparat

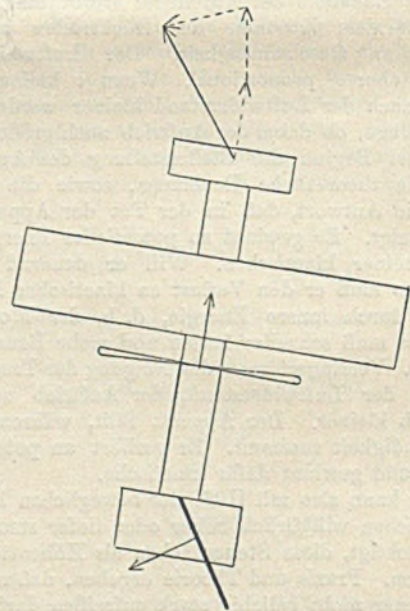


Fig. 16.

nach rechts aus seiner Bahn. Infolge der Trägheit sucht der Apparat seine ursprüngliche Richtung beizubehalten. Der Wind von rechts gegen das Seitensteuer drückt dieses und damit den ganzen Apparat aber nach links. Es ist daher zweifelhaft, nach welcher Seite der Apparat aus seiner Bahn herausgerissen wird. Eine ordentliche Kurve kann er noch nicht beschreiben. Man wünscht zunächst, daß die Kraft gegen die Steuerfläche recht klein wird, das Drehmoment aber trotzdem groß. Das erreicht man dadurch, daß man die Steuerfläche recht klein, den Hebelarm, an dem der

Widerstand gegen sie angreift, aber recht groß macht. Das letztere kann entweder dadurch geschehen, daß man das Seitensteuer recht weit nach hinten legt, oder dadurch, daß man, wie es die Gebrüder Wright tun, zwischen den Tragflächen des Höhensteuers zwei kleine vertikale Flächen anbringt. Diese setzen dann einer Drehung gegen die Luft soviel Widerstand entgegen, daß die ganze Drehung um eine zwischen ihnen hindurchgehende vertikale Achse stattfindet. Das genügt aber noch nicht, um eine ordentliche Kurve zustande zu bringen. Dazu bedarf man noch einer nach rechts gerichteten Zentripetalkraft. Diese kann auf zweierlei Art erzeugt werden. Erstens durch Anbringung von vertikalen Flächen. Dreht sich der Apparat nach rechts und bewegt sich dabei nach seiner linken Seite, so werden diese Flächen von links von der Luft getroffen, erleiden also einen Druck, der sie und damit den ganzen Apparat nach rechts hinüberdrückt. Liegt der Druckpunkt der vertikalen Flächen oberhalb des Schwerpunktes, so wird sich der Apparat gleichzeitig auch noch nach rechts hinüberneigen. Dadurch erhält auch der gegen die Tragflächen des Apparates wirkende Luftdruck eine nach rechts gerichtete horizontale Komponente, die den Apparat nach rechts in die Kurve reißt. Besitzt der Apparat keine vertikalen Wände, die seitlichen Windstößen immer unliebsame Angriffsflächen bieten, so muß die horizontale, nach rechts gerichtete Komponente des Widerstandes gegen die Tragflächen dadurch hervorgerufen werden, daß man den Apparat künstlich nach rechts neigt, und das geschieht mit der Schrägsteuerung.

Wenn man über diese Stabilitätsgesetze der heutigen erfolgreichen Flugmaschinen im Physikunterricht sprechen will, so darf man doch eins nicht dabei außer acht lassen. Die heutigen Flugmaschinen arbeiten viel zu unökonomisch, weil bei ihnen dauernd ein unnötiger Rücktrieb überwunden werden muß. Die Vögel umgehen diesen und fliegen viel ökonomischer. Die Gesetze des Vogelfluges sind zwar schon ziemlich genau bekannt. Die Nachahmung der komplizierten Bewegungen der Vogelflügel stößt aber technisch noch auf sehr große Schwierigkeiten, weil das Material den starken Beanspruchungen nicht Stand hält. Die Zukunft dürfte aber nicht dem Drachenflug, sondern der Nachahmung des Vogelfluges gehören. Für die Schule wird sich daraus ergeben, daß nicht nur die Gesetze der Flugtechnik in der Physikstunde gelehrt werden, sondern daß auch in der Biologie der Flug der Vögel, Fledermäuse und Insekten eingehender besprochen werden muß.

#### Professor Dr. Max Schuster †.

Unter den vom Tode dahingerafften Vereinsmitgliedern, deren Andenken auf der Posener Hauptversammlung geehrt wurde, war keiner, der es mehr verdiente als Förderer des mathematischen Unterrichts genannt zu werden, als der am 3. April zu Eutin verstorbene Professor Dr. Max Schuster. Seiner ausgezeichneten Wirksamkeit an der Oberrealschule in Oldenburg, deren Lehrerkollegium er 25 Jahre lang angehörte, wurde bei seinem Fortgang an das Gymnasium in Eutin im Programm der Anstalt in der ehrensten Weise gedacht. Charakteristisch sind dafür die Worte: „Er hat es besonders verstanden, für sein Fach, die Mathematik, das Interesse der Schüler zu wecken, sie zur Mitarbeit heranzuziehen. Nach seiner Methode

(deren Grundzüge er im Programm 1897 dargelegt hat) hat er nach und nach den mathematischen Unterricht auf allen Klassenstufen umgestaltet und bei seiner in all den Jahren unvermindert gebliebenen Frische, unterstützt durch sein persönliches Lehrgeschick, bedeutende Erfolge erzielt.“ Das Lehrerkollegium des Eutiner Gymnasiums erklärt in seinem Nachruf: „Das Gymnasium, dem er fünf Jahre angehörte, und das während des Schuljahres 1907/08 seiner Leitung unterstand, verliert in ihm nicht nur einen äußerst befähigten Lehrer, dessen Tätigkeit von den größten Erfolgen gekrönt wurde, sondern auch einen Manu von vorbildlicher Gewissenhaftigkeit und unermüdlichem Fleiße, einen hervorragenden Vertreter des Oberlehrerstandes. Seine unausgesetzte Fürsorge für die Anstalt, sowie die außerordentliche Förderung, die sie durch ihn erfahren, sichern ihm ein dauerndes Andenken in unseren Herzen.“ Aus den Dankesworten des Oldenburger Philologenvereins sei noch erwähnt: „Jahrelang hat der Verstorbene an der Spitze unseres Vereins gestanden und mit dem ganzen Ernst seiner überragenden Persönlichkeit und nie ermüdem Eifer für dessen Interessen gewirkt.“ Auch die Zeitungen des Großherzogtums Oldenburg schildern die Persönlichkeit und die Wirksamkeit des Verstorbenen in ähnlicher Weise, und so wird er nach außen hin erschienen sein. Das, was in freundschaftlicher Korrespondenz mit ihm besonders hervortrat, war sein warmes Herz für seine Schüler, für seine Kollegen, für die Förderung des Unterrichts, für die Hebung des Oberlehrerstandes neben einer seltenen Selbstlosigkeit und Bescheidenheit. Bei der Begeisterung und Energie, mit der er für seine Ansichten eintrat, hat er sich manchen Gegner geschaffen, hat er auch rücksichtslos sein eigenes persönliches Interesse zurückgesetzt. Zugeständnisse mit Rücksicht darauf zu machen, war er nicht zu bewegen; aber er achtete fremde Ueberzeugung, wenn es ihm auch weh tat, seine Bestrebungen dadurch gehemmt zu sehen; immer schien es ihm wenig, was er erreicht hatte, nicht für sich aber für die Sache.

Seine Reformbestrebungen für den mathematischen Unterricht, die er zuerst in zahlreichen Artikeln in pädagogischen Zeitschriften, dann in seinem dreibändigen Werke: Geometrische, trigonometrische und stereometrische Aufgaben darlegte, gingen von der Erfahrung aus, daß der Schüler sich arithmetisches Wissen durch Lösen von Aufgaben selbsttätig aneignet. Gleiches verlangte er vom geometrischen Unterricht. Gewiß ist es eine alte Weisheit und von zahlreichen Lehrern ist sie auch vor Schuster anerkannt und angewandt worden, daß man des Schülers volles Interesse nur dadurch gewinnt, daß man ihm ein greifbares Ziel vor Augen stellt, das er durch eigene Tätigkeit erreichen kann. Ein solches Ziel war für Schuster die Herstellung einer Figur. Er löst in seinen Büchern das System der Geometrie in eine Reihe von Aufgaben auf, der Lehrsatz erscheint als der natürliche Abschluß der Gedankenreihe. Daß dies der einzige Weg zur Erweiterung geometrischer Kenntnisse und Erkenntnis sei, war er weit entfernt zu behaupten; nur glaubte er, daß es für den Schüler reizvoller sei, einen Satz zu finden als einen Beweis, einer Aufgabe selbsttätig mit Zirkel und Lineal zu Leibe zu gehen, als auf Kommando zu zeichnen und sich erst zum Schluß plötzlich einem erfreulichen Ergebnis gegenüber zu sehen. Daß eine Reihe Einzelversuche, die Geometrie im Schusterschen Sinne zu unterrichten, vorlagen, soll nicht verschwiegen werden; ein vollkommen systematischer Aufbau der ganzen Geo-

metrie in diesem Sinne vor Schuster ist dem Schreiber dieses nicht bekannt. Daß ein solches Unternehmen nicht gleich in allen Teilen vollkommen gelingen kann, erkannte niemand klarer wie Schuster. Unablässig arbeitete er an der Vervollkommnung, jede neue Auflage seiner Bücher zeigte einen bemerkenswerten Fortschritt. Zu früh ist er auch in dieser Beziehung von dem Leben gegangen, zumal in einem Augenblick, wo das Feldgeschrei „Nieder mit den Konstruktionsaufgaben“, das sich gegen einen grundverschiedenen Betrieb dieses Zweiges der Geometrie richtet, auch die Schuster'sche Methode leicht in unverdienten Mißkredit bringen kann.

Unendlich langsam gewinnt eine neue Methode des Unterrichts Boden. Darüber täuscht sich leicht, wer aus Reden in Versammlungen oder aus Artikeln in Zeitschriften schließt. Schon sehr viel ist erreicht, wie es Schuster nachgerühmt wird, wenn auch nur eine einzige Anstalt ganz nach einem neuen System arbeitet. Aber andererseits wirkt ein guter Gedanke auch mit stiller Zähigkeit weiter, selbst wenn er lange Jahre zum Aufspriessen, noch länger zu einer merklichen Beherrschung der Fachkreise braucht. Verhältnismäßig haben die Schuster'schen Lehrbücher rasch eine leidliche Verbreitung gefunden; es ist möglich, daß gegenwärtig ein gewisser Rückschlag eintritt, aus sachlichen und persönlichen Gründen; aber die Ideen werden fortwirken und sichern dem zu früh Verstorbenen einen Einfluß auch auf kommende Geschlechter von Lehrern und Schülern. Die Mitlebenden aber werden ihm auch als Persönlichkeit ein treues Andenken bewahren.

A. Thaer.

**Kleinere Mitteilungen.**

Ueber

die Verwendung des zusammenlegbaren Metermasses (Zollstocks) im planimetrischen Unterricht, insbesondere in dem Anfangsunterricht in Quarta.

Von F. Wiemer (Meldorf).

Die folgenden Zeilen möchten die Aufmerksamkeit auf ein Hilfsmittel für den mathematischen Unterricht lenken, dessen vielseitige Verwendungsmöglichkeit, insbesondere in dem planimetrischen Anfangsunterricht, vielleicht dem einen oder anderen, wenn sie auch nicht neu ist, entgangen sein dürfte. Gemeint ist der als Maßstab allgemein bekannte sogenannte Zollstock in seiner Eigenschaft als gegliederter Stab. Wer denselben zur Hand nimmt, wird in der Tat finden, daß er eine Illustration fast jeden Satzes des Quartapensums zuläßt, wie die als Beispiele gewählten Fig. 1—5 zeigen.

Er kann daher in den Händen der Schüler zu einem außerordentlich nützlichen Werkzeug werden, zumal da seine Billigkeit (etwa 0,20 M) es ermöglicht,

die ganze Klasse mit ihm auszurüsten. Eine anfängliche Ungeschicklichkeit der Quartaner in der Handhabung wird durch einige Vorübungen (z. B. Stellung der Buchstaben des ABC) bald beseitigt sein.

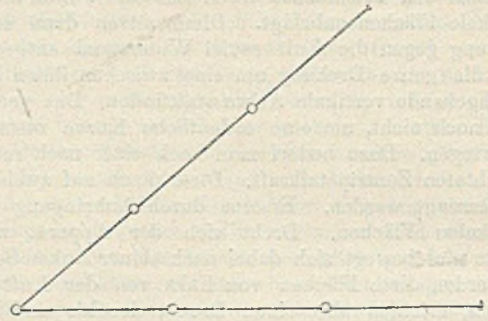


Fig. 1. Winkelgröße und Schenkellänge.

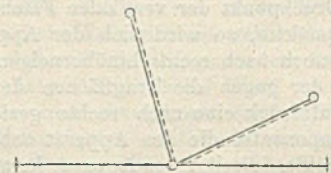


Fig. 2. Winkel um einen Punkt auf einer Seite einer Geraden.

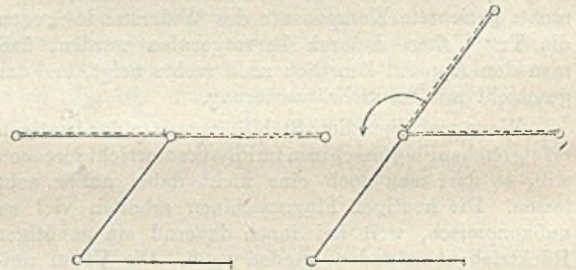


Fig. 3. Wechsel- und Gegenwinkel an Parallelen.

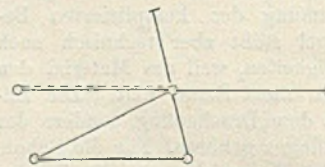


Fig. 4. Summe der Dreieckswinkel, Größe des Außenwinkels.

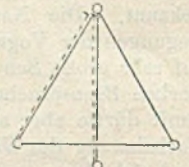


Fig. 5. Gleichschenkliges Dreieck mit der Mittelsenkrechte von der Spitze.

Hinsichtlich der mannigfachen Verwendung des zusammenlegbaren Meterstabes seien nur einige Punkte herausgegriffen. Die mit demselben gestellte Figur kann natürlich die Zeichnung an der Wandtafel nicht verdrängen, wenn es sich um eine längere Entwicklung handelt. Wohl aber bildet sie eine wertvolle Ergänzung derselben, ja ist ihr in mancher Beziehung überlegen. Der Zeichnung, auch bei ausgiebigster Verwendung farbiger Kreide, haftet immer der Nachteil der Starrheit an; diese löst die vom Meterstab gestellte

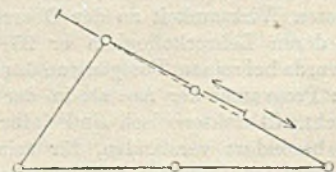
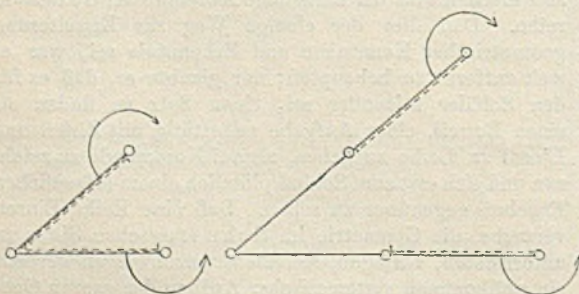


Fig. 6. Einteilung der Dreiecke nach den Winkeln.



Figur in eine bewegliche Formreihe auf, indem er vor den Augen des Schülers durch seine eigene Tätigkeit den Uebergang aus einer Figur in die andere eintreten läßt. (Vergl. z. B. Fig. 6, Arten der Dreiecke.)

Bei allen Betrachtungen ferner, bei denen es sich um Uebertragung von Winkeln oder Dreiecken durch Umklappung, Drehung usw. handelt, vermag der gegliederte Meterstab durch seine Anschaulichkeit langwierige Erklärungen und spezielle Modelle zu ersetzen, ein Beispiel gibt Fig. 7.

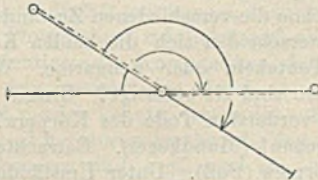


Fig. 7. Gleichheit der Scheitelwinkel (durch Drehung).

Er wird dadurch im Unterricht auch gerade zur Stärkung derjenigen Momente, auf deren Pflege die moderne Reformbewegung Nachdruck legt, seinen Teil beitragen.

Endlich leistet der Meterstab bei Wiederholungen einen unübertrefflichen Nutzen für die Kontrolle der Schüler. Ist ein jeder mit einem solchen Stab versehen, so wird man die von ihm gestellten Figuren möglichst an die Stelle der Tafelzeichnungen treten lassen. Einmal wird dadurch Zeit gespart, vor allem aber wird erreicht, daß die ganze Klasse gezwungen wird, gleichzeitig die Frage durch richtige Stellung der Figur zu beantworten. Dies wird jeder einzelne nur dann können, wenn er den Stoff bis zur wirklichen Klarheit in sich verarbeitet hat; einem unwissenden Schüler wird ein Durchschlüpfen unmöglich gemacht, denn ein Blick des Lehrers auf die Klasse entdeckt ihn sofort.

Eine Verwendung des zusammenlegbaren Meterstabes zur Darstellung komplizierterer Figuren des III-Pensums wird oft an der geringen Gliederzahl scheitern (6 beim gewöhnlichen Stab), doch dürfte er sich mit der Benutzung der aufgetragenen Maßzahlen auch bei der Einführung in die Trigonometrie verwenden lassen.

\* \* \*

Zur Gleichung  $\frac{1}{x} = \frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} + \dots + \frac{1}{x_n}$ .

Da diese Gleichung für  $n = 2$  und  $3$  in der letzten Nr. 2 dieser Zeitschrift von mehreren Seiten besprochen wurde, so möge es auch mir gestattet sein, zwei Bemerkungen dazu zu machen. Erstens möchte ich auf zwei Arbeiten von mir („Die diophantische Gleichung  $\frac{1}{x} = \frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} + \dots + \frac{1}{x_n}$ “ Zeitschrift für math. und naturw. Unterricht XXXVI, Heft 2 und „Zwei diophantische Gleichungen“ daselbst XXXVII, Heft 3) aufmerksam machen, in welchen ich die noch viel allgemeineren Gleichungen  $\frac{1}{x} = \sum \frac{1}{x_a}$  und  $\frac{a}{z} = \sum \frac{a_a}{z_a}$  ( $a_a$  beliebige ganze Zahlen) vollständig in ganzen Zahlen auflöse.

Zweitens erwähne ich, daß, während meine Lösung für  $n = 2$  identisch mit der von den Herren Flechsenhaar und Tafelmacher gegebenen Auflösung ist, — für  $n = 3$  eine viel allgemeinere Lösung existiert,

als die, welche Herr Schulte erwähnt. Sie lautet folgendermaßen:

Es seien  $y_1, y_2, y_3; \eta_1, \eta_2, \eta_3$ , beliebige ganze Zahlen, die den Bedingungen genügen:

$(y_i, y_k) = 1 \quad (\eta_i, \eta_k) = 1 \quad (y_i, \eta_i) = 1 \quad (i, j, k = 1, 2, 3)$   
 [( $a, b$ ) ist der größte gem. Teiler von  $a$  und  $b$ ].

Man bilde aus ihnen die Größe

$\Sigma = \eta_1 y_2 y_3 + \eta_2 y_3 y_1 + \eta_3 y_1 y_2;$

dann sind in

$$x_i = z y_i \eta_j \eta_k \frac{\Sigma}{(\Sigma \eta_1)(\Sigma \eta_2)(\Sigma \eta_3)}$$

$$x = z y_1 y_2 y_3 \frac{\eta_1 \eta_2 \eta_3}{(\Sigma \eta_1)(\Sigma \eta_2)(\Sigma \eta_3)}$$

( $z$  eine beliebige ganze Zahl) sämtliche Lösungen

von  $\frac{1}{x} = \frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} + \frac{1}{x_3}$  enthalten. Meine Lösung enthält sonach 6 Parameter (wenn wir den gemeinsamen Teiler  $z$  nicht rechnen), während die Schultesche nur einen resp. zwei enthält.

Dr. Ernst Sós (Budapest).

**Bücher-Besprechungen.**

**Biologische Schülerübungen.** Ein Leitfaden für die Oberklassen höherer Lehranstalten von Dr. Edgar Krüger, Oberlehrer an der Oberrealschule vor dem Holstentore in Hamburg. Mit 113 Abbild. im Text. XII und 189 S. Hamburg und Leipzig 1909. Verlag von Leopold Voß. Preis 2,50 M, gebunden 3 M.

Die Schwierigkeiten eines biologischen Praktikums sind größer als die eines physikalischen und chemischen. Sie liegen für den Lehrer in der Auswahl des Stoffes, die bei der beschränkten verfügbaren Zeit und dem Umfange der einzelnen Gebiete, Zoologie und Botanik oder Anatomie und Physiologie, sehr sorgfältig vorgenommen werden muß, ferner in der Kontrolle darüber, ob der Schüler wirklich sieht, was er beobachten soll, wenn sie ihm auch durch die auszuführende Zeichnung des Schülers erleichtert wird. Sie liegen für den Schüler in der Art und Weise der Beobachtung, die in der Mehrzahl der Fälle nur mit Hilfe der Lupe und des Mikroskopes erfolgreich sein kann, sollen sich die praktischen Übungen nicht auf Betrachtung der äußeren Form und größerer Einzelheiten der Anatomie größerer Tiere oder Pflanzen beschränken. Die Benutzung des Mikroskopes fordert aber eine gewisse, erst durch längere Übung erreichbare Geschicklichkeit, ebenso die Zurichtung der zu beobachtenden Objekte, nämlich die Aufertigung von Schnitten mit dem Rasiermesser, das Zerpupfen, Färben usw. Eine ungeschickte Bewegung kann das Mikroskop gefährden, eine unsichere Hand das mühsam hergestellte Objekt im letzten Augenblicke verderben. So erfordern schon die Vorbereitungen zur eigentlichen Untersuchung viel Zeit und ständiges Eingreifen des leitenden Lehrers.

Bei der Untersuchung selbst wird der Lehrer beständig von dem einzelnen Schüler in Anspruch genommen, besonders bei mikroskopischem Arbeiten, wo er die günstigste Stelle zur Beobachtung herausuchen oder kleine Fehler verbessern muß, um die zeitraubende Neuanfertigung des Präparates zu vermeiden. Es leidet unter dieser notwendigen Beschäftigung mit dem einzelnen Schüler der allgemeine auf die Erarbeitung bestimmter Resultate gerichtete Gang des Unterrichts.

Es ist daher gerade beim biologischen Praktikum wünschenswert, wenn nicht notwendig, dem Schüler

einen Leitfaden in die Hand zu geben, der ihn des Wartens auf den mit anderen Praktikanten beschäftigten Lehrer enthebt.

Ein solcher Leitfaden liegt in dem oben genannten Buche „Biologische Schülerübungen von Dr. Edgar Krüger“ vor. Hervorgegangen aus mehr als achtjähriger Erfahrung an der Oberrealschule vor dem Holstentore zu Hamburg, einer der ersten Schulen, die biologische Schülerübungen einführt, enthält er den Umfang des mit Schülern durcharbeitenden Stoffes.

Er ist in folgende Abschnitte gegliedert: der erste „Mikroskopische Untersuchung der Gewebe (Histologie)“ führt an der Hand einfacher Objekte in den Gebrauch des Mikroskopes ein und bringt einige wichtige Handgriffe, wie das Schneiden mit dem Rasiermesser, das Zerfasern mit der Nadel, das Färben. Untersucht werden Froschblut, Oberhaut und Bindegewebe, Knorpel und Knochengewebe, Muskulatur und Nerven. Der zweite Teil bringt die Anatomie von Vertretern der wichtigsten Tiertypen: Urtiere (Glockentierchen, Pantoffeltierchen, Amöbe), Hohltiere (Süßwasserpolyp, Ohrenqualle), Würmer (Regenwurm, Blutegel, Moostiere), Stachelhäuter (Seestern und Seeigel), Weichtiere (Teichmuschel und Weinbergschnecke), Gliedertiere (Flußkrebs, Schabe, Mundwerkzeuge von Käfer, Hummel, Schmetterling und Mücke). Von Wirbeltieren werden Rotauge, Frosch, Eidechse, Taube und Kaninchen behandelt. Hervorzuheben ist ein Kapitel, das sich mit der Entwicklung des Froscheies beschäftigt und in die Bekanntschaft mit den wichtigsten Tatsachen der Entwicklungsgeschichte (Furchung, Gastrulation usw.) einführt. Der dritte Teil enthält die Untersuchung von Planktonorganismen mit der Beschreibung ihres Fanges und ihrer wichtigsten Vertreter im Süßwasser. Der vierte Teil behandelt die Botanik: er beginnt mit einigen Tatsachen der Histologie: Stärke, Eiweiß, Gefäßbündel, Dickenwachstum der Stämme, Wurzel, Rinde und Blätter; es folgt dann die Untersuchung von Algen, Pilzen, Flechten, Moosen und Farnen unter besonderer Betonung ihrer Fortpflanzung. In den letzten Kapiteln werden die Geschlechtsorgane der Phanerogamen betrachtet, den Abschluß bildet die Untersuchung der Kern- und Zellteilung im Staubfadenhaar der *Tradescantia virginica*. Im Anhang werden die benutzten Apparate und Gefäße, Reagenzien und Farbstoffe aufgezählt. Stärkerer Druck hebt die notwendigen hervor.

Die Physiologie beschränkt sich auf die Protoplasmaströmung, Plasmolyse und Stärkebildung; mit Recht, denn physiologische Versuche, die sich in ihrer Ausführung den physikalischen oder chemischen nähern, bleiben besser dem Demonstrationsunterrichte des Lehrers vorbehalten; für das biologische Praktikum sind sie zu zeitraubend.

Verfasser ist nicht der Ansicht, daß der angeführte Stoff auch nur annähernd in dem Umfange während der beschränkten verfügbaren Stundenzahl bewältigt werden soll. Die Vollständigkeit erlaubt aber eben dem Lehrer, nach Jahreszeit, Beschaffung des Materials und Disposition des Unterrichtes sich das Geeignete auszuwählen. Andererseits ermöglicht sie dem strebsamen Schüler, selbständig zu Hause weiter zu arbeiten.

Hierin unterstützt ihn die Methodik des Verfassers aufs beste. Der Leitfaden ist nicht dogmatisch gehalten, wie die übrigen, z. B. dem Studenten vorliegenden Bücher, z. B. die Praktika von Kückenthal, Straßburger u. a. Die Tatsachen werden dem Schüler nicht

vorher mitgeteilt, seine Tätigkeit besteht daher nicht im Vergleich seines Präparates mit dem Text oder den Abbildungen des Buches. Vielmehr weisen kurze Fragen auf den jeweiligen Gegenstand der Beobachtung hin, deren Beantwortung der Schüler durch eigenes Beobachten finden soll. Ein Beispiel aus der Untersuchung des Süßwasserpolypen p. 29 mag dies erläutern: „Beachte, wie das Tier beständig seine Form verändert und wie sich dabei die Länge des Körpers und der Arme zur Dicke verhält. Was geschieht, wenn man das vollständig ausgestreckte Tier mit der Nadel berührt? Zeichne die verschiedenen Zustände des Tieres. Wodurch unterscheiden sich die beiden Körperenden? Zähle die Tentakeln oder Fangarme. Wie sind sie gestellt und wo sind sie befestigt? Sitzen die Tentakel wirklich am vordersten Teile des Körpers? Betrachte diesen Teil genau! (Mundkegel). Betrachte das Hinterende des Körpers (Fuß). Unter Umständen wird man auch die eigenartige Fortbewegung des Tieres studieren können. Wie geschieht das?“

Der Vorteil dieser Methode liegt auf der Hand, er besteht in der fortgesetzten Anregung des Interesses und der Beobachtungstätigkeit des Schülers, der durch vorherige Bekanntschaft mit den Ergebnissen nicht der Sporn genommen wird. Bei Fragen, zu deren Beantwortung die Beobachtung am Präparate nicht ausreicht, z. B. über die Funktion und Bedeutung eines Organes, wird der Schüler durch den Zusatz „Lehrer!“ angewiesen, sich bei diesem Rat zu holen. Den Autodidakten wird derselbe Hinweis zum Studium der größeren Hand- und Lehrbücher führen, die Verfasser im Vorwort zitiert.

Die Figuren sind nach denselben Gesichtspunkten ausgewählt, es sind einfache Umrißzeichnungen, die der ersten Orientierung dienen; die Einzelheiten soll der Schüler selbst finden und aufzeichnen. Im Abschnitt über das Plankton sollen die mehr als 60 Abbildungen von Planktonorganismen das Bestimmen ermöglichen.

Ich glaube, daß die gewählte Methodik durchaus geeignet ist, den Schüler zum wissenschaftlichen, exakten Arbeiten anzuleiten und ich teile auf Grund meiner mit dem Leitfaden bisher gemachten Erfahrungen die Hoffnung des Verfassers, „daß nicht allein die Schüler, sondern auch solche, die das besondere Interesse an der lebendigen Natur in ihren Mußstunden zu biologischen Untersuchungen führt, Anregung durch dieses kleine Werk bekommen mögen.“

Dr. Werner Th. Meyer (Bergedorf).

J. Frick, *Physikalische Technik oder Anleitung zu Experimentalvorträgen sowie zur Selbstherstellung einfacher Demonstrationsapparate*. 7. vollkommen umgearbeitete Auflage von Otto Lehmann. In 2 Bänden. II. Band, 1. Abteilung mit 1443 in den Text eingedruckten Abbildungen und 3 Tafeln, XVII und 762 S., Preis geh. M 20, geb. M 22; 2. Abteilung mit 2329 in den Text eingedruckten Abbildungen und 14 farbigen Tafeln, XVI und 2072 S., Preis geh. M 40, geb. M 43. Braunschweig 1907/1909, Fr. Vieweg & Sohn.

Dem — in dieser Zeitschrift bereits (Jahrg. XIII, S. 115) besprochenen — ersten Bande des Werkes ist nunmehr der zweite, fast den doppelten Umfang aufweisende Band gefolgt, in dem die in der zweiten Abteilung des ersten Bandes bereits begonnene Anleitung zur physikalischen Demonstrationen weiter fortgesetzt wird.

Der Stoff ist in 10 Abschnitte gegliedert (Elektrostatik — Galvanismus — Magnetismus — Induktion — Entladungen — Strahlungen — Biophysik — Optik — Akustik — Psychophysik), denen noch ein allein 150 Seiten umfassender Ergänzungsabschnitt folgt, enthaltend die durch die inzwischen erfolgten Fortschritte der wissenschaftlichen Forschung erforderlich gewordenen Nachträge für die in Band I und in Abteilung 1 des Bandes II enthaltenen Abschnitte.

Schon hieraus ersieht man, daß eine Haupttricksicht für den Bearbeiter die möglichste Wahrung einer gewissen Vollständigkeit gewesen ist, das Werk soll offenbar ein den Physiklehrer möglichst auf allen Gebieten gründlich orientierendes Kompendium der Demonstrationstechnik sein; soweit das durch das Buch selbst nicht erreicht werden konnte, treten die außerordentlich umfangreichen Literaturnachweise, die fast jedem Paragraphen beigegeben sind, ergänzend ein. Der Umfang des Stoffes hat dabei eine Ausdehnung erfahren, deren Berechtigung nicht zweifellos erscheint. Die beiden Kapitel „Biophysik“ und „Psychophysik“ und innerhalb dieser Kapitel die Erörterungen über das Verhältnis der belebten und unbelebten Natur, das Verhältnis von Körper und Geist, ja selbst über den Gegensatz von Determinismus und Indeterminismus werden wohl nach Ansicht vieler Leser kaum noch im Rahmen einer „physikalischen Technik“ unterzubringen sein.

Man hat das Gefühl, das Buch ist zugleich eine Art von naturwissenschaftlichem Glaubensbekenntnis, es trägt infolgedessen ein gewisses subjektives Gepräge, das sich z. T. auch noch anderweit verrät, z. B. in den Auseinandersetzungen prinzipieller Art mit gegnerischen Anschauungen, wozu dem Bearbeiter ein besonderes Lieblingsthema (die flüssigen Kristalle) Anlaß gibt, äußerlich auch noch in einer am Schluß dem Text des Buches selbst eingefügten vollständigen Aufzählung der Schriften des Verfassers, die wohl besser an eine andere Stelle zu bringen gewesen wäre.

Die eigenartige Verteilung des Stoffes habe ich schon bei Besprechung des ersten Bandes besonders hervorgehoben, in dem vorliegenden zweiten Bande weicht der innehaltene Gang noch weit mehr von dem sonst üblichen ab, für die Stoffeinteilung sind wesentlich wissenschaftlich-systematische Gesichtspunkte maßgebend, so daß der den Gang seines Unterrichts nach den herkömmlichen Lehrplänen, resp. nach dem Fassungsvermögen der Schüler einrichtende Lehrer sich das Material für seinen Unterricht an verschiedenen, räumlich weit voneinander getrennten Stellen zusammenholen muß. So sind z. B. die im Schulunterricht zur Verwendung kommenden Gesetze der Optik an sehr später Stelle des Abschnitts „Strahlungen“ erörtert, der mit den magnetischen Wellen und Strahlungen beginnt („Optik“ und „Akustik“ faßt der Verfasser ganz wörtlich als Lehre vom „Sehen“ und „Hören“). Dabei will ich übrigens, wie ich es auch schon bei der Besprechung des ersten Bandes getan habe, die Wohlüberlegtheit und die wissenschaftliche Geschlossenheit des vom Verfasser verfolgten Planes bereitwilligst anerkennen.

Fragt man aber nach der praktischen Brauchbarkeit des Buches, so muß ich unumwunden sagen: in der alten, seine Aufgabe soviel mehr beschränkenden, dafür aber auch weit übersichtlicheren Form war es für die Praxis des Unterrichts, wenigstens an den sogen. „höheren Schulen“ brauchbarer. Was der junge Lehrer in dem alten „Frick“, auch in dem späteren „Frick-Leh-

mann“ suchte und fand, waren praktische Winke für die Vermeidung der kleinen Hindernisse, die sich so oft dem Gelingen eines Versuches entgegenstellen, war eine kurze und die tatsächlichen Verhältnisse berücksichtigende Anleitung zur Selbsthilfe in der Herstellung einfacher Apparate und der Zusammenstellung zweckmäßiger Versuchsanordnungen. Das fehlt ja dem Buch in der neuen Form keineswegs (so will ich z. B. nur die auf verschiedene leicht übersehbare Einzelheiten hinweisende Anleitung zur Demonstration der drahtlosen Telegraphie anführen), aber es verliert sich stark in der Fülle des Stoffes, bei dessen Verarbeitung der praktische Gang des Unterrichts nur wenig berücksichtigt worden ist.

Der junge, noch unerfahrene Lehrer wird darum von dem Buche in seiner neuen Form nur verhältnismäßig wenig Nutzen haben.

Anders steht es mit dem erfahrenen Lehrer, der nicht sowohl eine Stütze für die Hilflosigkeit, als vielmehr ein möglichst reiches Material sucht, um aus diesem heraus seinen Unterricht zu beleben und zu bereichern. Für den ist das Buch ja ganz ausgezeichnet, auch durch die über den eigentlichen Zweck hinausgehenden Abschnitte. Denn auf die dort abgehandelten Themata gelegentlich wenigstens etwas einzugehen, wird der Lehrer doch manchmal durch Fragen der Schüler selbst veranlaßt. Und solche gelegentlich eingefügte Exkurse erzielen ja bekanntlich bisweilen eine viel tiefere und länger anhaltende Wirkung, als der eigentliche planmäßige Unterricht. Für den Hochschulunterricht gilt das Ebengesagte natürlich noch in erhöhtem Maße.

Die Ausstattung des Werkes ist, wie es bei dem Viewegschen Verlage ja selbstverständlich ist, ausgezeichnet. Die Figuren sind vorzüglich; daß dabei gelegentlich eine kleine Ausstellung unterläuft, erklärt sich wohl dadurch, daß manche Figuren vermutlich anderswoher übernommen sind. So finde ich bei der Figur 1917 (II, 2, S. 1014, Svanbergs Bolometer) einen auch die Klarheit des Textes etwas beeinträchtigenden Doppelgebrauch der Buchstaben *A* und *B*. — Die Farbentafeln am Schluß sind eine sehr willkommene Zugabe.

Im ganzen kann man demnach die Anschaffung des Werkes den Lehranstalten, die für solche Zwecke genügende Mittel haben, nur sehr empfehlen.

Pietzker (Nordhausen).

Fenkner, H., und Hessenbruch, C. E., Lehr- und Übungsbuch der Mathematik für höhere Mädchenschulen. Teil I: Penum von Klasse IV und III. Berlin 1910, Otto Salle. Preis geh. M 1.80.

Die Verfasser wollen der Schülerin ein Buch übergeben, „an dessen Hand die gefundenen Tatsachen wiederholt und die Resultate fest eingepägt werden können“. Diese Aufgabe ist mit großem Geschick gelöst. Die Anordnung des Stoffes ist äußerst klar und übersichtlich. Stets wird auf die geistige Reife der Schülerinnen in gebührender Weise Rücksicht genommen; die Lehrsätze werden an der Hand passender Beispiele sorgfältig entwickelt. Besonders erwähnenswert ist die Reichhaltigkeit des Aufgabenmaterials, das fast allen Gebieten, die im Interessenkreis der Schülerin liegen, entnommen ist (Physik, Chemie, Geometrie). Vor allen Dingen werden auch die bürgerlichen Rechnungsarten in vielseitiger Weise beleuchtet, namentlich

in den Textaufgaben zu den Gleichungen (Prozent-, Zins-, Gesellschafts- und Mischungsrechnung). So ist den Schülerinnen reichlich Gelegenheit geboten, sich im Aufstellen von Gleichungen aus Textaufgaben zu üben. Werden dadurch einerseits die in den vorigen Aufgaben behandelten Sachgebiete miteinander verknüpft und befestigt, so ist andererseits gerade die Lösung solcher Aufgaben in besonderer Weise geeignet, den Geist der Schülerin zu schulen, das Interesse am Unterricht zu beloben und die Selbsttätigkeit zu fördern. Stellenweise werden allerdings m. E. zu hohe Anforderungen an die Denkkraft der Schülerinnen gestellt (S. 115, Aufg. 6—10, S. 110, 16 u. a.).

In allen Entwicklungen verbinden die Verfasser Einfachheit der Darstellung mit gründlicher Wissenschaftlichkeit (Koordinatenbegriff, graphische Darstellung von Funktionen, Potenzierung usw.) und werden dadurch den Anforderungen, die wir an den Mathematikunterricht der neuen höheren Mädchenschule stellen müssen, in jeder Weise gerecht.

Auch im geometrischen Teil wird die Selbsttätigkeit der Schülerinnen in wünschenswerter Weise angeregt, und zwar durch Arbeit mit Zirkel und Lineal, namentlich auch durch Anwendung der genetisch-heuristischen Methode. Letztere hätte allerdings m. E. vielseitigere Anwendung beanspruchen können. Die Auswahl der Übungssätze, vor allen Dingen aber der Konstruktionsaufgaben, entspricht durchaus den neuen pädagogischen Anforderungen; hier finden wir stets denselben lückenlosen Fortschritt, dem wir auch im arithmetischen Teil begegnen, und der für einen erfolgreichen mathematischen Unterricht unerlässlich ist.

Dem Buch ist weiteste Verbreitung zu wünschen.

Dr. Bongardt (Hildesheim).

\* \* \*

**Meins, Emil**, Tende ad alterna. Selbstverlag. Konstantinopel. o. J. 320 S. 2.25 M, geb. 3.— M.

Alles Seins Geschwahn oder Bewegung „beruht auf Widerstreit“ und wird nur dadurch möglich, „daß der eine Teil als der herrschende, der andere als der beherrschte wirkt, da, wenn in diesem Widerstreit auf beiden Seiten Gleichheit wäre, notwendig alle Bewegung und somit alles Sein und Werden in einem solchen Gleichgewichte nicht bestehen könnte“ (pag. 4). Mit solchen Grundsätzen wird abgeleitet, daß die Himmelskörper nicht erkalten können, daß die Energieabgabe in den Protuberanzen gleich ist der Energieaufnahme in den Sonnenflecken (pag. 15), daß das Nichts „zwingend-notwendigerweise“ die Vorbedingung alles Entstehens ist (pag. 188) usw. Es ist kein Wunder, daß sich die Planeten aus Ringen der Sonne bilden, und daß sie alle bewohnt sind „und da alle Planeten in Gleichheit einer sphärischen Ebene abgestimmt erscheinen: so können wir auch annehmen, daß diese Wesen in ihren Hauptzügen sich gleichen und der Mensch hier wie dort als die höchsterreichte Form erscheint und zwar mit der gleichen Sicherheit, als das Spektrum uns die gleichen Formen in den unterschiedlichen Sonnen erkennen läßt.“ (pag. 318) usw. Hoppe.

#### Zur Besprechung eingetroffene Bücher.

(Besprechung geeigneter Bücher vorbehalten.)

**Neuberger, J.**, Schulkora von Baden. Mit 113 Abb. 2., verb. Aufl. Freiburg 1910, Herder. geb. M 2.50.  
**Nitsche, O.**, Der arithmetische Lehrgang im symmetrischen Aufbau. Ein Grundriß. Berlin 1910, Weidmann. geb. M 1.—.  
**Oettingen, A. von**, Die Schule der Physik. Besonders f. d. Selbststudium. Mit 454 Abb. und einer farbigen Tafel. Braunschweig 1910, Vieweg. geb. M 10.—.

**Perry, J.**, Höhere Analysis f. Ingenieure. Autor. deutsche Bearb. v. R. Fricke u. F. Süchting. Mit 106 Fig. 2., verb. Aufl. Leipzig 1910, Teubner. geb. M 13.—.  
**Pilgrim, L.**, Vereinfachte Behandlung der schiefwinkligen Koordinaten im Raum. (Sep.-Abdr. aus den Mathem.-naturw. Mitt.) Stuttgart 1909, Metzler. geb. M 2.40.  
**Poske, F.**, Die Zentrifugalkraft. Ein Beitrag zur Revision d. Newtonschen Bewegungsgesetze. (Sonderhefte d. Zeitschr. f. d. physikal. u. chem. Unterricht. Bd. II, Heft 3.) Berlin 1909, Springer.  
**Pötter, H. u. Passavanti, W.**, Schellens Materialien. Ausg. C f. höh. Mädchensch. I. Teil (Kl. VII). Münster 1909, Copenrath. kart. M 2.50.  
**Pötter, H. u. Passavanti, W.**, Schellens Aufgaben zum Gebrauche beim Rechenunterricht. Ausg. C f. höh. Mädchensch. I. Teil (Kl. VII). Münster 1909, Copenrath. kart. M 1.—.  
**Schiffner F. u. Travnicsek, J.**, Raumlehre für Gymnasien und Realgymnasien. Unterstufe, I. Teil. Wien 1909, Deuticke. kart. M 1.—.  
**Schiffner, F. u. Travnicsek, J.**, Raumlehre für Gymnasien und Realgymnasien. Unterstufe, II. Teil. Wien 1910, Deuticke. geb. M 1.—.  
**Waecher, R.**, Leitfaden der Chemie. 16. Aufl. Mit 45 Abb. Leipzig 1910, Hirt & Sohn. kart. M 1.—.  
**Ahrens, W.**, Mathematische Unterhaltungen und Spiele. 2. Aufl. 1. Bd. Mit 200 Fig. Leipzig 1910, Teubner. geb. M 7.50.  
**Arendt, R. u. Doermer, L.**, Grundzüge der Chemie und Mineralogie. 10. Aufl. Mit 268 Abb. Hamburg 1910, Voß. geb. M 4.60.  
**v. Aster, E.**, Immanuel Kant. Leipzig 1909, Quelle & Meyer. geb. M 1.25.  
**Bauer, W. u. v. Hanxleden, E.**, Lehrbuch der Mathematik z. Gebrauche an höh. Mädchenschulen. 1. Bd. Planimetrie u. Arithmetik. Penum Kl. IV u. Kl. III. Mit 79 Figuren. Braunschweig 1909, Vieweg & Sohn. geb. M 2.40.  
 — Lehrbuch der Mathematik z. Gebrauche an höh. Mädchenschulen. 2. Bd. Planimetrie, Stereometrie und Arithmetik. Penum Kl. II u. I. Mit 162 Fig. u. 2 Taf. Braunschweig 1910, Vieweg & Sohn. geb. M 4.—.  
**Baumbauer, H.**, Leitfaden der Chemie. 2. Teil. Organische Chemie. 4. Aufl. Mit 17 Abb. Freiburg i. Br. 1910, Herder. geb. M 1.80.  
**Block, C.**, Lehr- und Übungsbuch für den planimetrischen Unterricht an höh. Schulen. 3. Teil: Obertertia. Leipzig 1910, Teubner. geb. M 1.—.  
**Büger, R.**, Projektive und analytische Schulgeometrie. Mit 184 Fig. Leipzig 1910, Göschen.  
**Bohu, H.**, Leitfaden der Physik. Oberstufe. Leipzig 1909, Quelle & Meyer. geb. M 3.—.  
**Bohnert, F.**, Elementare Stereometrie. 2. Aufl. Mit 119 Fig. Leipzig 1910, Göschen. geb. M 2.40.  
**Buchalto, S.**, Statik des Kluges. 1. Aufl. Mit 12 Textfig. u. 7 Tab. Stuttgart 1910, Greiner & Pfeiffer.  
**Cori, C. J.**, Der Naturfreund. (Am Strande der Adria und des Mittelmeergestades). 21 Taf. m. 191 Fig. Leipzig 1910, Klinkhardt.  
**Dingeldey, F.**, Sammlung von Aufgaben zur Anwendung der Differential- und Integralrechnung. 1. Teil: Aufgaben zur Anwendung der Differentialrechnung. Mit 99 Figuren. Leipzig 1910, Teubner. geb. M 6.—.  
**Dziobek, O.**, Vorlesungen über Differential- und Integralrechnung. Mit 150 Fig. Leipzig 1910, Teubner. geb. M 16.—.  
**Eckardt, W. R.**, Paläoklimatologie. Leipzig 1910, Göschen. geb. M —.80.  
**Ellemann, Fr.**, Physikalische Schülerversuche. Hildesheim 1910, Lax. M —.90.  
**Geigel, R.**, Licht u. Farbe. (Reclams Univ.-Bibl.) M —.60.  
**Gothau, W.**, Botanisch-Geologische Spaziergänge in d. Umgebung von Berlin. Mit 23 Fig. Leipzig 1910, Teubner. M 1.80.  
**Hansen, A.**, Repetitorium der Botanik für Mediziner, Pharmazeuten und Lehramts-Kandidaten. 8. Aufl. Mit 8 Taf. u. 41 Abb. Gießen 1910, Töpelmann. M 3.60.  
**Heering, W.**, Leitfaden f. d. naturgeschichtlichen Unterricht. Ausg. B. 1. Teil für d. unteren Klassen. Mit 319 Abb. und 8 Taf. Berlin 1910, Weidmann. geb. M 3.60.  
**Hoch, J.**, 1000 Eingekleidete Gleichungen. Essen 1909, Baecker. M 2.—.  
**Hölscher, A.**, Lehrbuch d. Physik u. Chemie. Mit 251 Abb. Hildesheim 1910, Lax. geb. M 2.40.  
**Horn, J.**, Einführung in d. Theorie d. partiellen Differentialgleichungen. Leipzig 1910, Göschen. geb. M 10.—.  
**Hübchmann, H. u. Müller, O.**, Leitfaden der Physik mit Einschluß der einfachsten Lehren der mathematischen Geographie. 4. Aufl. 1. Bd.: Kursus d. Unter- u. Obersek. Mit 114 Fig. Leipzig 1910, Hirzel. M 3.60.  
**Jenkner, H.**, Rätsel aus Erd- und Himmelskunde. 2. Aufl. Berlin, Oehmigke. M 3.—.  
**Junker, Fr.**, Aufgabensammlung zur Arithmetik u. Algebra. Mit 41 Fig. Stuttgart 1910, Ulmer. geb. M 2.80.  
**Kambly-Roeder, Trigonometrie** bearb. v. Prof. Dr. Thaer. Ausg. B. Mit 77 Fig. 32. Aufl. Breslau 1910, Hirt. geb. M 2.50.  
**Kraß, M. u. Landois, H.**, Das Pflanzenreich. Mit 4 Farbetafeln u. 238 Abb. 12. Aufl. Freiburg i. Br. 1910, Herder. geb. M 3.—.

# Das Weltall

Illustrierte Halbmonats-Zeitschrift für  
Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgeber **Dr. F. S. Archenhold**,  
Direktor der Treptow-Sternwarte.

Zu beziehen bei jedem Postamt, in jeder  
Buchhandlung und bei dem Verlage der Treptow-  
Sternwarte, Treptow-Berlin — *Bezugspreis:*  
Deutschland und Oesterreich vierteljährlich  
M 3.—, Ausland vierteljährlich M 4.—.

## Vorträge u. Abhandlungen

herausgeg. vom Verlage der Treptow-  
Sternwarte unter Leitung von  
**Dr. F. S. Archenhold.**

- Heft 15. **Hinrichs, Gustavus D.**, Die  
Amana-Meteoriten . . . M 2.—
- Heft 16. **Schlaparelli, G. V.**, Venusbeob-  
achtungen und Berechnungen der  
Babylonier . . . M 1.50
- Heft 17. **Stavenhagen, W., Kgl.** Haupt-  
mann a. D., Ueber Himmelsbeob-  
achtungen in militärischer Be-  
leuchtung . . . M 1.50
- Heft 18. **Loewenfeld, Dr. Kurt**, Aus mei-  
nen Handschriftenmappen. (Briefe  
berühmter Astronomen und Phy-  
siker) . . . M 2.50
- Heft 19. **Bergholz, Prof. Dr.**, Das Jay-  
pur-Observatorium und sein Er-  
bauer. Von Kapitän A. ff. Garrett,  
R. E. . . . M 3.—
- Heft 20. **Foerster, W., Prof.**, Die Freude  
a. d. Astronomie . . . M 1.—

Sämtliche Hefte, auch Heft 1—15, sind  
sowohl durch jede Buchhandlung, als  
auch direkt zu beziehen vom

**Verlag der Treptow-Sternwarte,**  
Treptow-Berlin.

**Verlag von Otto Salle in Berlin W 57**

Soeben erschien:

:: **Praktischer Lehrgang** ::

der

≡ **Arithmetik** ≡

Ein Hilfsbuch in ausführlicher Dar-  
stellung für Lehrende und Lernende  
von

**Prof. Jul. Sonne** in Fulda.

Mit vielen Figuren im Text.

Preis M 2.40 geh., M 2.80 geb.

**Verlag**  
von **Otto Salle** in Berlin W. 57.

**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.

# Mehr als Andere

braucht der Lehrer eine gesundheitlich einwandfreie Er-  
nährung. Sein Beruf stellt so hohe Anforderungen an  
seine Leistungsfähigkeit, daß er alles meiden muß, was  
sein Befinden beeinträchtigen kann.

Ein gesundes und reines Naturprodukt, das sich  
seit 20 Jahren bei Millionen Anhängern aller Berufe  
bestens bewährt hat, ist — Kathreiners Malzkaffee. Zahl-  
reiche Lehrer bestätigen in Uebereinstimmung mit nam-  
haften Ärzten den aromatischen Geschmack, die gesund-  
heitlichen Vorzüge und die große Preiswürdigkeit  
von Kathreiners Malzkaffee.

Jedes echte Paket trägt das Bild des Pfarrers Kneipp.  
1/4 Paket kostet nur 10 Pfg. und reicht für ca. 20 Tassen.

## Leitz

**Mikroskope :: Mikrotome**

**Mikrophotographische**

und

**Projektions-Apparate**

:: :: :: für Schulzwecke :: :: ::

▽▽▽

**Photographische Objektive**

≡ **Prismen-Feldstecher** ≡

Spezial-Katalog Nr. 5 gratis u. franko.

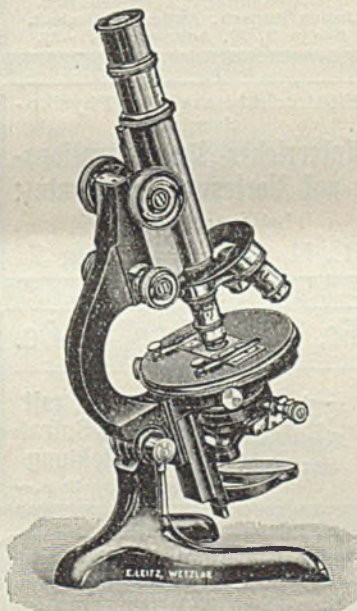
▽▽▽

**E. Leitz, Wetzlar**

Berlin NW Frankfurt a. M.

Luisenstraße 45. Neue Mainzerstraße 24.

St. Petersburg, London, New-York, Chicago.



## Dr. Heinrich Baumhauer

Professor an der Universität zu Freiburg (Schweiz)

**Leitfaden der Chemie**, insbesondere zum Gebrauch an landwirt-  
schaftlichen Lehranstalten. Zwei Teile. gr. 8<sup>o</sup>.

1: **Anorganische Chemie**. Fünfte Auflage. Mit 34 Ab-  
bildungen. Geb. M 2.70

2: **Organische Chemie**. Vierte Auflage. Mit 17 Abbil-  
dungen. Geb. M 1.80.

**Kurzes Lehrbuch der Mineralogie** mit einem Abriss der Petro-  
graphie zum Gebrauch an höheren Lehranstalten sowie zum Selbst-  
unterricht. Dritte Auflage. Mit 191 Figuren. Geb. M 3.30.

Der Leitfaden der Chemie, wenngleich zunächst für land-  
wirtschaftliche Schulen bestimmt, eignet sich doch auch, wie mehrfach  
seitens der Kritik hervorgehoben wurde, für andere Lehranstalten, wie  
er denn auch an Realgymnasien, Lehrerseminaren, höheren Mädchen-  
schulen usw. eingeführt ist. — Das gleichfalls sehr günstig aufgenommene  
Lehrbuch der Mineralogie wird nicht nur an Mittelschulen ge-  
braucht, sondern ist auch für Studierende zur Einführung in das  
stellenweise schwierige Gebiet und zur Repetition besonders geeignet.

Herdersche Verlagshandlung zu Freiburg i. Br. — Durch alle Buchhandlungen zu beziehen

**Technologie in der Schule!**

**Gebr. Höpfel**, Lehrmittelanstalt  
Berlin NW. 5, Rathenowerstr. 63  
Ständige Ausstellung von technologischen  
und naturwissenschaftlichen Lehrmitteln.  
Kataloge gratis!



Achromatische  
**Schul-Mikroskope**  
erst. Güte hält stets a. Lager  
**F. W. Schieck**  
Optische Fabrik  
— Berlin SW. 11. —  
Preislisten kostenlos.

**Analysen-Wagen**  
mit konstant. Empfindlichkeit, schnell-  
schwingend, sowie chem.-techn. Wagen  
von anerkannt übertr. Genauig-  
keit, mit div. Neuerungen, vielfach  
prämiert, empfehlen  
**A. Verbeek & Peckholdt**, Dresden-A.  
Lieferanten vieler Universitäts- und  
Hochschullaboratorien, sowie von Gym-  
nasien, Realschulen, Seminaren usw.

Lehrmittel für den Unterricht in  
**Mathematik und Zeichnen**

aus Holz, Draht oder Blech empfiehlt  
**Felix Neustadt**, Lehrmittelverlag  
Niederbössnitz b. Dresden.

Ausführliche Preisliste kostenlos, An-  
fertigung auch nach besond. Angaben.

**Apparate für elektrische Strom-  
Spannungs- u. Widerstandsmessungen**  
aller Systeme.

**Komplette Schul-Schalttafeln**  
sowie Meßzimmer-Einrichtungen.  
Spezialfabrik elektrischer Meßapparate  
**Gans & Goldschmidt**  
Elektrizitäts-Ges. m. b. H., Berlin N 65.

**Max Kohl, A. G., Chemnitz, Sachsen**

Größtes Etablissement auf dem Kon-  
tinent für die Herstellung von  
::: **Physikalischen Apparaten** und :::  
::: **chemischen Gerätschaften** :::  
**kompl. Laboratoriums-Einrichtungen**  
mit allen dazu erforderl. Möbeln usw.  
Man verlange ausführlichen Katalog  
und Kostenanschläge.

**R. Winkel, Göttingen**  
Optische und mechan. Werkstatt.

**Mikroskope**

von den allerfeinsten bis zu den ein-  
fachen Schulmikroskopen  
— in **erstklassiger Ausführung**. —

Preisliste frei und unberechnet.

**Gülcher's Thermosäulen**  
mit Gasheizung.

Vorteilhafter Ersatz f. galv. Elemente.  
— Konstante elektromotorische Kraft.  
Ger. Gasverbrauch. — Hoh. Nutzeffekt.  
Keine Dämpfe. — Kein Geruch. — Keine  
Polarisation, daher keine Erschöpfung.  
Betriebsstörungen ausgeschlossen.  
**Julius Pintsch, Aktiengesellschaft,**  
Berlin O. 27, Andreasstr. 71-73.

**Ed. Messter**  
Berlin W 86, Leipzigerstrasse 113

**Mikroskope**

für alle naturwiss. Untersuchungen  
Preislisten kostenlos

**C. Gerhardt, Bonn a. Rh.**

Apparate für Chemie und Physik  
Einrichtung von Industrie-  
: und Schul-Laboratorien :

Elektrochemische und Physiko-  
chemische

**Unterrichts-, Demonstrations-  
: und Vorlesungs-Apparate :**

Laboratoriumsbedarf

**L. H. Zeller, Leipzig 7.**

**G. Lorenz, Chemnitz.**  
**Physikal. Apparate.**

Preisliste bereitwilligst umsonst.

**Wilh. Lambrecht**

Fabrik wissenschaft-  
licher Instrumente  
Meteorologie — Hygiene  
Industrie

**Göttingen** (Georgia-  
Augustin)

Spezialität: Haarhygrometer.

**Fr. Klingelfuss & Co.**  
Basel



Induktorien mit  
**Präzisions-Spiral-  
Staffelwicklung**

— Patent Klingelfuss. —

**Sämtliche Lehrmittel**  
für den  
**naturgeschichtl. Unterricht**

unter ständiger fachwissenschaftlicher  
Kontrolle liefert in anerkannt erstklas-  
siger Ausführung zu mäßigen Preisen  
**Wilh. Schlüter, Halle a. S.**  
Naturwissensch. Lehrmittel-Institut.

**Fr. Fuendeling, Friedberg i. H.**

Werkstätten für Feinmechanik  
und Elektrotechnik

Apparate für den physikal.  
und chemischen Unterricht

Spezialität: Neukonstruktionen.

**Robert Müller, Glasbläserei**

und Fabrik chem.-phys. Apparate  
Essen - Ruhr, Kaupenstraße 40-48

empfiehlt seine

**Doppelthermoskope** und  
Apparate für strahl. Wärme

nach Prof. Dr. Looser.

Preislisten gratis und franko.

**Richard Müller-Uri,**

Braunschweig.

Glastechnische Werkstätte.

**Physikalische und chemische  
Vorlesungs-Apparate.**

Spezialitäten: Elektro-physikalische  
und Vakuumapparate bester Art.

**Ehrhardt & Metzger Nachf.**

— Darmstadt. —

Apparate für Chemie u. Physik.

Vollständige Einrichtungen.  
Eigene Werkstätten.

**E. Leitz, Wetzlar**

**Projektionsapparate**  
Mikroskope, Mikrotome  
Mikrophotographische Apparate  
= Photographische Objektive =  
**Prismen - Feldstecher.**

≡ **Mikroskope** ≡  
**und Nebenapparate**

**E. Hartnack, Potsdam**

**Lehr- und Anschauungsmittel:**

„Die Herstellung des Porzellans  
und Tonwarenerzeugung“, D. R.-G.-M.  
in grossem Holzkasten M 14.50.

Approbiert und angeschafft von den meisten  
Stadtschulräten (darunter Berlin, Köln, Leipzig).

Viele Hundert Anerkennungs-schreiben.  
„Terraconsta“-Modellerton, D. R.-G.-M.

ausserst billig.

Modellierhölzer usw. — Man verl. Prospekte!!

**Melzer & Becker, Colditz i. Sa.**

**R. Jung, Heidelberg**

Werkstätte für  
**wissenschaftliche Instrumente**  
**Mikrotome**  
und Mikroskopier-Instrumente  
Katalog kostenfrei.

**Die Erde**

und die Erscheinungen ihrer Oberfläche  
Eine physische Erdbeschreibung  
von **Dr. Otto Ule.**

2. umgearb. Auflage von Prof. W. Ule.

Mit 15 Karten, 5 Vollbild., 157 Textbild.

Preis geb. 10 M, geb. 12 M.

Verlag von Otto Salle in Berlin W 57.

**Verbessertes Gabelelektroskop**

nach Prof. Busch.  
10 M per Paar.

Billigstes und in seiner Wirkung unübertreffliches Elektroskop. Prospekt sende ich auf Wunsch. Wiederverkäufer erhalt. hohen Rabatt. Allein. Fabrikant  
J. E. Evers, Arnsberg in Westf.

**E. Leybold's Nachfolger**

Cöln a. Rh.

Fabrik Physikal. Apparate

Spezialität:

Apparate für Schülerübungen

**Spindler & Hoyer, Göttingen**

Werkstätte für Präzisionsmechanik

Physikal. Apparate

für den

Unterricht an höheren Lehranstalten.

Preisliste kostenlos.

**Für Biologie u. Geographie:**

Mendels vielgerühmte

**Bioplast-, Mikropoplast-**  
**Bilder.**

Ferner Tier-, Landsch.- u. Arterienbilder  
Naturw.-stereograph. Verlag  
Berlin N 4, Invalidenstr. 111.

Vereinigte Lausitzer Glaswerke A.G.

Abt. **Warmbrunn, Quilitz & Co.**

Berlin NW 40, Heidestr. 55/57

Chemische und physik. Apparate

Große illustrierte Preislisten.

**Plankton-Netze**

u. Apparate für wissensch. Fischerei

**Mikroskop-Präparate.**

Katalog franko.

Institut für Mikroskopie v. E. Thum

Leipzig, Johannis-Allee 3.

**Friedr. Thomas**

Siegen i. W.

**Kristallmodelle aus Glas,**

an den meisten Lehr-

Anstalten eingeführt.

Man verlange Preisliste.

**Projektions-Apparate**

Heliostate usw.

Hans Heele, Berlin O. 27.

**R. Winkel, Göttingen**

Optische und mechan. Werkstatt.

Projektionsapparate für die Schule

in jeder Preislage. Sehr geeignet zur  
Vorführung aller Experimente, welche  
mittels Projektion sichtbar zu machen  
sind. Ferner für Mikro- und Diapositiv-  
projektionen.

Preisliste frei und unberechnet.

**Physikal. Apparate**

u. chemische Gerätschaften,  
sowie sämtl. **Schullehrmittel**  
fertigen u. liefern in bekannter tadel-  
loser Ausführung zu mässigen Preisen.

**Schultze & Leppert**

Physikalisch-mechanische u. elektro-  
techn. Werkstätten, Cöthen in Anh.

**Spektralapparate**

Kathetometer, optische Bänke  
usw.

Hans Heele, Berlin O. 27.

**Biologie \* Morphologie**

\* Systematik \*

Werkstätte und Lager naturwissen-  
schaftlicher Lehrmittel aller Art ::  
Kataloge gratis und franko.

**Ernst A. Böttcher**

Naturalien- und Lehrmittel-Anstalt  
Berlin C 2, Brüderstraße 15.

Empfehlen  
**Elektr. Instrumentarium**

für Lehrzwecke

welches allgem. Anerkennung findet.

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

Frankfurt am Main.

Spezialkatalog zu Diensten.

**Projektions - Photogramme**

für den

**Naturwissensch. Unterricht**

in zweckdienlichster Ausarbeitung

Prospekt und Verzeichnisse kostenlos

Otto Wigand, Zeitz. I.

**Spezial-Fabrik aller Arten****Elektrischer und magnetischer****Mess-Instrumente**

für Wissenschaft und Praxis.

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

Frankfurt am Main.

Kataloge stehen zu Diensten.

**Klapptafel**

n. Prof. Rühlmann, mit Zu-  
behör, z. Darstellung aller  
Lagen von Punkten, Geraden u. Ebenen.  
Prospekt frei. Dynamos m. Handbetrieb  
oder mit Betriebsmotoren für Dampf,  
Wasser, Gas, Benzin, Elektrizität. Schalt-  
tafeln, Widerstände u. alle Apparate u.  
Lehrmittel f. d. Schule. Verzeichnis frei!

**Rob. Schulze, Halle a. S. 3**  
Elektrotechn. u. mechan. Werkstätten

**von Poncel Glashüttenwerke Akt.-Ges.**

Berlin SO 16, Köpenickerstr. 16

Apparate und **Chemie**

Lieferantin der Berliner Gemeinde-

schulen u. vieler höherer Lehranstalten

Preisliste zu Diensten

**Franz Schmidt & Haensch**

Berlin S 42, Prinzessinnenstr. 16

Polarisations-, Spektral-,

Projektions-Apparate, Photometer

u. andere wissenschaftl. Instrumente

Preislisten kostenlos.

**Höllein & Reinhardt**

Neuhaus/Rennweg

**Thermometer aller Art**

Glasinstrumente und Apparate,  
Geißler- und Röntgen-Röhren, Glas-  
Meßgeräte, Glasbläserei-Artikel, Glas-  
Lehrmittel.

Katalog zu Diensten.

**Dr. Steeg & Reuter**

Bad Homburg vor der Höhe

Gegründet 1835

:: **Kristallpräparate** ::

Apparate zur Polarisation, Doppel-  
brechung und Interferenz des Lichts

**A. Krüss, Hamburg 11**

Physikalische Apparate

n. Grimsehl

:: **Spektral-Apparate** ::**Projektionsapp. Diapositive.****Voigt & Hochgesang, Göttingen**

„Dünnschliffe“ von Gesteinen usw.,

0,02 mm dünn, à 1,10 M

„Orientierte Schliffe von Kristallen“

„Kristallpräparate“

„Mikrophotographien“, „Diaposi-  
tive“, „Naturfarben - Aufnahmen“

für „Mineralogie“.

Neuartige, vielseitige

**Projektionsapparate**

für alle Zwecke, bes. für Schulen.

Gebr. Mittelstraß, Magdeburg 40

Feinmechanische Werkstätten.



Naturwissenschaftliche

Lehrmittel

in wissenschaftl. korrekt. Aus-

führung u. tadell. Präparation

Sammlungen

kolonialer Erzeugnisse

Linnaea, Naturhistor.

Institut

Inh. Prof. Dr. Benninghoven u. Apoth. O. Waldschmidt

Berlin NW 21, Turmstraße 19s.

Verlag von Otto Salle, Berlin W. 57

## Bei Einführung neuer Lehrbücher

selen der Beachtung der Herren Fachlehrer empfohlen

### Geometrie.

#### Fenkner:

Lehrbuch der Geometrie für den mathematischen Unterricht an höheren Lehranstalten von Prof. Dr. Hugo Fenkner in Braunschweig. Mit einem Vorwort von Dr. W. Krumme, weil Direktor der Ober-Realschule in Braunschweig. — Ausgabe A: (Große Ausgabe) vornehmlich f. Gymnasien, Realgymnasien und Ober-Realschulen. Erster Teil: Ebene Geometrie. 6. Aufl. Preis 2.20 M. Zweiter Teil: Raumgeometrie. 4. Aufl. Preis 1.80 M. Dritter Teil: Ebene Trigonometrie. Preis 1.60 M. Vierter Teil: Analyt. Geometrie (erscheint Anfang 1911). — Ausgabe B: (Kleine Ausgabe) vornehmlich f. Realschulen. Erster Teil: Ebene Geometrie. Preis 2 M. Zweiter Teil: Raumgeometrie und Trigonometrie. Preis 1.40 M.

#### Walther:

Lehr- und Übungsbuch der Geometrie für die Unter- und Mittelstufe mit Anhang (Trigonometrie und Anfangsgründe der Stereometrie). Von Dr. Fritz Walther, Oberlehrer am Französ. Gymnasium in Berlin. Preis 2.20 M mit Anhang.

### Arithmetik.

#### Fenkner:

Arithmetische Aufgaben. Mit besonderer Berücksichtigung von Anwendungen aus dem Gebiete der Geometrie, Trigonometrie, Physik und Chemie. Bearbeitet von Prof. Dr. Hugo Fenkner in Braunschweig. — Ausgabe A (für 9stufige Anstalten): Teil I (Pensum der Tertia und Unterskunda). 6. Aufl. Preis 2.20 M. Teil IIa (Pensum der Obersekunda). 4. Aufl. Preis 1.50 M. Teil IIb (Pensum der Prima). 2. Aufl. Preis 2.60 M. — Ausgabe B (für 6stufige Anstalten): 3. Aufl. Preis geb. 2 M. — Ausgabe C (für den Anfangsunterricht an mittleren Lehranstalten): Preis 1.10 M.

### Physik.

#### Heussi:

Leitfaden der Physik. Von Dr. J. Heussi. 16. völlig umgearb. Aufl. Mit 199 Holzschnitten. Bearbeitet von Prof. Dr. E. Götting. Preis 1.50 M. — Mit Anhang „Elemente der Chemie“. Preis 1.80 M.

#### Heussi:

Lehrbuch der Physik für Gymnasien, Realgymnasien, Oberrealschulen und andere höhere Bildungsanstalten. Von Dr. J. Heussi. 7. verb. Aufl. Mit 487 Holzschnitten. Bearbeitet von Prof. Dr. E. Götting. Preis 5 M.

### Chemie.

#### Levin:

Meth. Lehrbuch der Chemie und Mineralogie für Realgymnasien und Oberrealschulen. Von Prof. Dr. Wilh. Levin. Teil I: Unterstufe (Sekunda des Realgymn., Unterskunda der Oberrealschule). Mit 72 Abb. Preis 1.40 M. Teil II: Oberstufe (Pensum der Obersekunda u. Prima). Mit 113 Abb. Preis 2.40 M. Teil III: Organische Chemie. Mit 37 Abb. Preis 1.65 M.

Verlag von Otto Salle in Berlin W 57.

#### Für höhere Mädchenschulen:

Soeben erschien auf Grund der neuen Lehrpläne:

### Leitfaden der Physik

für höhere Mädchenschulen und die Unterklassen von Studienanstalten für Mädchen.

Von

Prof. W. Briecke  
und

Prof. Dr. A. Mahlert

Oberlehrern an der Sophienschule - Hannover.  
Mit 210 Figuren. — Preis geh. M 2.40.

#### Methodischer Leitfaden der

### Chemie und Mineralogie

für höhere Mädchenschulen sowie für den Anfangsunterricht in Studienanstalten.

Von

Prof. Dr. Wilh. Levin

Direktor der städt. Realschule - Braunschweig  
und Prof. Wilh. Briecke  
Oberlehrer an der Sophienschule - Hannover.  
Mit 84 Abbildungen. — Preis M 2.—  
(Bereits in zahlreichen Anstalten im Gebrauch.)

## PROJEKTIONS-APPARATE FÜR SCHULZWECKE

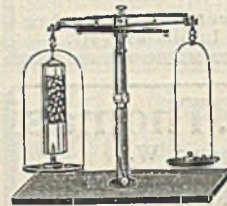
Man verlange gratis u.  
franko Prospekt Mach

VON: **CARL ZEISS  
JENA**

### Richard Müller-Uri,

Institut f. glastechnische Erzeugnisse, chemische u. physikalische Apparate und Gerätschaften.

Braunschweig, Schleinitzstrasse 19  
liefert auch



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

nach den Angaben des Herrn Verfassers.

### Herdersche Verlagshandlung zu Freiburg im Breisgau.

Soeben ist erschienen und kann durch alle Buchhandlungen bezogen werden:

### Schneider, Dr. K. C., Professor der Zoologie an der Universität Wien, Die Grundgesetze der Deszendenztheorie

in ihrer Beziehung zum religiösen Standpunkt. Mit 73 Abbildungen. gr. 8<sup>o</sup> (XXII u. 266 S. mit 2 Tafeln) M 7.—; geb. in Leinwand M 7.80.

Das Buch ist eine Kampfschrift gegen den Monismus, indem es aus der modernen Biologie die Existenz Gottes dartut. In der anregenden Form von Vorträgen (das Anlagenproblem, das Substanzproblem, das Anpassungsproblem, das Abstammungsproblem) wird die Deszendenztheorie in allen ihren Nuancen vom naturwissenschaftlichen und vom philosophischen Standpunkt aus besprochen.

**Mineralien,** Kristalle, orientierte Kristallplatten und Mineralmodelle, dünnblättrige, geschliffene Edelsteine, Edelsteinmodelle, Meteoriten, Metallsammlungen, mineralogische Apparate und Utensilien.

**Gesteine,** Dünnschliffe von Gesteinen. Verwitterungsfolgen von Gesteinen. Bodenarten. Bodenkarten natürlicher Gesteine nach Prof. A. Geistbeck, geologische Hämmer.

**Petrefakten,** Gipsmodelle selt. Fossilien, und Anthropologica, allgemeine Geologie. Sammlungen für Exkursions-Ausrüstungen.

**Krystallmodelle** aus Holz, Glas und Pappe. Kristalloptische Modelle. Kristallogr. Polyskope. Modelle für die Krystallberechnung.

**Diapositive** für den geologischen und petrographischen Unterricht, sowie für physikalische Geographie (Erdbeben-Serien usw.).

Der neue mineralogisch-geologische Schul-Katalog (reich illustriert) No. XX steht auf Verlangen portofrei zur Verfügung.

Meteoriten, Mineralien und Petrefakten, sowohl einzeln als auch in ganzen Sammlungen, werden jederzeit gekauft od. im Tausch übernommen

**Dr. F. Krantz, Rheinisches Mineralien-Kontor,**  
Fabrik und Verlag mineralogischer und geologischer Lehrmittel.  
Gegründet 1833. Bonn a. Rh. Gegründet 1833.

Hierzu je ein Prospekt der Firmen G. D. Baedeker, Verlag in Essen • Herdersche Verlagshandlung in Freiburg i. Br. • Richard Müller-Uri, Glastechnische Werkstätte in Braunschweig • Strecker & Schröder, Verlag in Stuttgart, welche geneigter Beachtung empfohlen werden.