

## Der Physikunterricht an der Oberrealschule zu Hamm.

Von Oberlehrer E. Grünholz.

### A. Entwicklung und Bedeutung des jetzigen Unterrichtsverfahrens.

In den acht Jahren seines Bestehens hat der Physikunterricht an der Oberrealschule in Hamm alle Wandlungen widergespiegelt, welche die Reformbewegungen auf diesem Unterrichtsgebiete in den letzten Jahren gezeitigt haben. Ursprünglich war er reiner Demonstrationsunterricht, und dementsprechend waren auch die Unterrichtsräume und Unterrichtsmittel dafür beschaffen. Die Anregungen, welche in Westfalen u. a. namentlich durch die Arbeiten von Kaiser in Bochum und den damaligen Provinzialschulrat Norrenberg in Münster für die physikalischen Schülerübungen gegeben wurden, bewirkten indes, daß auch die Oberrealschule in Hamm vor fünf Jahren einen Versuch mit der Einführung solcher Übungen machte und zwar zunächst mit freiwilligen Übungen in regelloser Arbeitsweise, die von dem übrigen Physikunterricht getrennt, mit den Schülern einzelner Klassen an einem unterrichtsfreien Nachmittag abgehalten wurden. Die Leitfäden von Kaiser, Noack und Grimsehl wurden in der Hauptsache diesen Übungen zugrunde gelegt, soweit die vorhandenen Schulapparate dies gestatteten. Besondere Apparate für Schülerübungen wurden nur vereinzelt angeschafft. Neben diesen Arbeiten wurden gleichzeitig einige physikalische Handfertigungsübungen in den Physikräumen gepflegt je nach der Wahl und der Neigung der Schüler. Doch fand diese Arbeitsweise weder bei den Schülern noch bei den Fachlehrern den rechten Anklang. Die Schüler scheuten vor allem die nicht unerhebliche Mehrbelastung ihres Wochenstundenplanes durch die Übungsstunden, was zur Folge hatte, daß sich immer nur verhältnismäßig wenige Schüler zu den Übungen meldeten; ein Zwang aber wurde in keiner Weise und von keiner Seite ausgeübt. Die Fachlehrer dagegen gelangten bei dieser regellosen Arbeitsweise bald zu der Einsicht, daß das versuchte Arbeitsverfahren sowohl nach der pädagogischen wie nach der didaktischen Seite recht wenig befriedigte und dem großen Mehraufwand an Zeit und Mühe durchaus nicht entsprach. Die anfänglichen Versuche nach dieser Richtung wurden deshalb mit der Zeit wieder eingestellt und dafür der Plan erwogen, sobald die Zeit, der Raum und die Mittel es gestatteten, zu pflichtmäßigen „Schülerübungen in gleicher Front“ überzugehen und diese Übungen dann mit dem gesamten Physikunterricht einheitlich zu einem organischen Ganzen zu verbinden. In der Folge wurden darum nur noch ausschließlich ausgedehntere Handfertigungsübungen von einem besonderen technischen Lehrer bei freiwilliger Schülerteilnahme aus den mittleren Klassen in den Physikräumen abgehalten. Das war freilich ein recht zweifelhafter Notbehelf, und das Ergebnis fiel begreiflicherweise nicht gerade sehr zum Besten der Physikräume und der darin untergebrachten Sammlung aus. Mit dem Physikunterricht bestand zudem kein innerer Zusammenhang mehr. Darum konnten sich auf die Dauer weder die Physiklehrer noch der technische Lehrer mit diesem Arbeitsverfahren befreunden. Mangel an Zeit, Raum und Geld trug das übrige dazu bei, daß keine rechte Arbeitsfreudigkeit aufkam.

Das alles wurde anders, als der Erweiterungsbau der Oberrealschule beschlossene Sache wurde und damit eine in absehbarer Zeit nicht wiederkehrende günstige Gelegenheit sich bot, den Physikunterricht den neuen Forderungen der Unter-

richtsreform entsprechend umzugestalten. Eingehende Beratungen in Fachkonferenzen hatten zu dem Ergebnis geführt, daß nunmehr der gesamte naturwissenschaftliche Unterricht an der Oberrealschule eine zeitgemäße Umgestaltung erfahren sollte. Dem entsprechend wurden die Anträge für den Erweiterungsbau gestellt und für die erforderlichen neuen Unterrichtsmittel nach sorgfältig ausgearbeiteten Sonderplänen die entsprechenden Kostenschläge eingereicht. Dank dem Entgegenkommen der städtischen Körperschaften wurden die beantragten Geldmittel und Erweiterungsbauten in der Hauptsache auch bewilligt, so daß nunmehr nach der Beendigung des Erweiterungsbauwerks, der noch einige unliebsame Störungen des gesamten Unterrichts brachte, seit dem letzten Schuljahre mit dem gesamten chemischen, biologischen und Physikunterricht gemeinsame planmäßige Schülerübungen verknüpft werden können. In der Physik wird seitdem neben dem eingeführten Lehrbuch von Rosenbergs das Handbuch von Sahn dem Unterricht zugrunde gelegt. Lehrplan und Unterrichtssammlung sind demgemäß neu eingerichtet bzw. verändert und erweitert worden. Das Unterrichtsverfahren selber baut dabei jetzt in der Hauptsache auf den Schülerübungen auf, die nunmehr von allen Schülern in Gruppen von je zwei bis drei in gleicher Front während des pflichtmäßigen Vormittagsunterrichts und in einem besonderen Übungszimmer ausgeführt werden. Der frühere Demonstrationsunterricht vor der ganzen Klasse bildet dabei jetzt nur noch eine allerdings wertvolle Unterstützung und Ergänzung des im wesentlichen von den Schülern selber und selbständig erarbeiteten Wissensstoffes. Der Handfertigkeitsunterricht dagegen ist von dem eigentlichen Physikunterricht nunmehr vollständig getrennt und in einer besonderen, zweckmäßig ausgestatteten Schülerwerkstatt, die zum Teil schon vor dem Erweiterungsbau eingerichtet wurde, untergebracht. Er ist nach wie vor für freiwillige Arbeiten der unteren und mittleren Klassen eingerichtet und bildet eine wertvolle praktische Vorbereitung für den späteren Physikunterricht. Damit ist der notwendige Zusammenhang dieser beiden Unterrichtszweige genügend gewahrt.

Einer eingehenden Begründung für diese wesentliche Neugestaltung des Physikunterrichts bedarf es heute nicht mehr, seitdem alle Fachkenner in der Hauptsache darin einig sind, daß das Problem der „Arbeitschule“, wie es nach dem Vorhergehenden dem jetzigen Unterrichtsverfahren an der Oberrealschule in Hamm zugrunde liegt, zu den wertvollsten und wichtigsten Neuerungen gehört, die durch die Schulreformbewegung der Gegenwart ins Leben gerufen worden sind. Nicht jeder Unterricht bedarf der Handarbeit, um Arbeitsunterricht zu sein, und Handarbeit ist umgekehrt auch nicht das einzige und wesentlichste Merkmal der Arbeitschule. Kerscheneiner, der bekannte und verdiente Vorkämpfer der modernen Arbeiterschulidee, betont ausdrücklich, daß die „selbständige geistige Arbeit noch mehr ein Kennzeichen der Arbeitschule“ ist, wie die selbständige Handarbeit, und daß auch die Handarbeit in der Schule stets zu selbständiger geistiger Tätigkeit anregen soll. Alle geistigen Arbeitsgebiete aber haben „ihre eigenen spezifischen Arbeitsweisen“, und „das Arbeitsprinzip ist nur dann gewahrt, wenn die Arbeit beim Eindringen in die Vorstellungskreise und in die Denkungsweise dieses Gebietes den realen Arbeitsmethoden angepaßt ist, die sich innerhalb jener Geistesgebiete mit psychologischer Notwendigkeit entwickelt haben“. Darum ist Handarbeit auch „nur da wertvoll, wo Begriff und Erkenntnisse aus Tatsachen der täglichen Erfahrung herauswachsen und das Vorstellungsmaterial aus sinnlicher Beobachtung gewonnen werden muß“. (Kerscheneiner, Begriff der Arbeitschule, 2. Aufl., Leipzig 1913, S. 57 und 81.) Daß unter diesem Gesichtspunkt betrachtet, grundlegende praktische Schülerarbeiten in der Physik sowohl wie in den übrigen Gebieten des naturwissenschaftlichen Unterrichts richtigen psychologischen und pädagogischen Grundsätzen entsprechen, erhellt aus diesen Ausführungen Kerscheneiners ohne weiteres. Und wenn andererseits Kerscheneiners Ansicht richtig ist, daß die „Arbeitschule“ mit ihren „Arbeitsgemeinschaften“ die wesentliche Grundlage für die heute so viel erörterte staatsbürgerliche Erziehung unserer Jugend bildet, auf der auch die theoretische staatsbürgerliche Belehrung, der staatsbürgerliche Unterricht im engeren Sinne, erst den Boden findet, „auf dem er Früchte tragen

kann“, dann ist auch der auf der praktischen Arbeitsgemeinschaft aufgebaute moderne Physikunterricht in erster Linie mit dazu berufen, an der praktischen Lösung des „Problems der staatsbürgerlichen Erziehung“ wesentlich mitzuarbeiten, und dieser Unterricht bildet dann zugleich auch ein wertvolles Gegengewicht gegen die vielfach in der Gegenwart noch vorherrschenden einseitigen Bestrebungen nach bürgerlichen Belehrungen und Unterweisungen aller Art, wie sie das Problem der staatsbürgerlichen Erziehung bereits im Ueberfluß gezeitigt hat. In welcher Weise aber gerade der Physikunterricht geeignet ist, auch erzieherisch auf den Schüler einzuwirken, wenn er „den Schüler selbst zum Experimente zwingt“, das hat gleichfalls Kerschens- steiner an einer anderen Stelle überzeugend nachgewiesen. Denn bei diesem Zwang zum Experiment „werden nicht bloß klare Anschauungen und Vorstellungen gewonnen, sondern auch eine ganze Reihe von Willensbegabungen, die Beobach- tungsbegabung, der Drang zum Prüfen und zum objektiven Urteilen, die Freude an der Genauigkeit, der Ausdauer, der Gründlichkeit, Sparsamkeit usw. entwickelt. Die höchste Form aber stellt sich ein, wenn dieser Zwang zur experimentellen Untersuchung in einer Arbeitsgemeinschaft ausgeübt wird. Denn hier erst entwickeln sich die Tugenden der sittlichen Selbstverneinung . . ., das Verantwortlichkeitsgefühl für die eigene Tätigkeit in Rücksicht auf den Erfolg der gemeinsamen Arbeit erwacht, die Befriedigung über den Erfolg, die Enttäuschung über den Mißerfolg hört auf, eine rein persönliche zu sein, und der Stolz läuft damit weniger Gefahr, in Eitelkeit, die Enttäuschung in Entmutigung auszuarten.“ (Kerschens- steiner, Der Begriff der staats- bürgerlichen Erziehung, Leipzig 1910, S. 55 f.)

Diese Darlegungen mögen genügen, um den Beweis zu erbringen, daß sich die Fachlehrer des naturwissenschaftlichen Unterrichts an der Oberrealschule zu Hamm der ganzen Tragweite ihrer Handlungsweise bewußt gewesen sind, als sie seinerzeit ihre Anträge auf Bewilligung der weitgehenden Geldopfer stellten, die die Stadt Hamm in den letzten Jahren gerade für den naturwissenschaftlichen Unterricht an der Oberrealschule hat bringen müssen und die erst die Umgestaltung dieses Unter- richtsgebietes in dem jetzigen Umfange ermöglichten. Mögen diese Ausführungen aber auch dazu beitragen, bei den beteiligten Kreisen der Schutverwaltung, des Elternhauses und nicht zuletzt der städtischen Steuerzahler mehr und mehr die beruhigende Ueberzeugung zu erbringen, daß die großen Opfer, welche gerade die Oberrealschule als moderne Bildungsanstalt gefordert hat und auch in der Zukunft wird fordern müssen, wenn sie ihrem gleichberechtigten Bildungsideal treu bleiben soll, einer guten Sache gebracht werden und Früchte zu bringen versprechen, die der- einst den Schülern, der Schule und dem Staate in gleicher Weise zugute kommen.

### B. Neuere Unterrichtseinrichtungen.

Die Physikräume liegen im zweiten Stockwerk des Schulgebäudes nach Norden zu. Sie bestanden früher aus einem Klassenzimmer, einem Sammlungs- zimmer und einem dazwischenliegenden kleinen Vorbereitungszimmer, das in der Hauptsache als Werkstätte benutzt wurde und von dem Sammlungsraum durch eine Gipswand abgetrennt war. Die Größe der beiden letzten Räume zusammen und des Klassenzimmers betrug je 9 mal 9 Meter. Das Klassenzimmer ist bei dem Er- weiterungsbau in der Hauptsache unverändert geblieben, die beiden anderen Räume dagegen wurden durch Wegnahme der Zwischentwand zu einem großen Übungs- raum vereinigt. An Stelle des fortgefallenen Vorbereitungsziimmers wurde von dem anstoßenden Flur ein kleiner Raum in der Größe 3 mal 3 Meter abgetrennt. (Vgl. die Grundrißpläne in dem Schulbericht der Realschule i. E. zu Hamm vom Jahre 1905/6.) Auf diese Weise sind für den eigentlichen Unterricht zwei hinreichend große und zusammenhängende Räume geschaffen, die eine innige Vereinigung von Übungs- und Demonstrationsunterricht gestatten. Das neue kleine Vorbereitungs- zimmer steht mit dem Übungsraum durch eine Tür in Verbindung. Es mußte sich den bestehenden Raumberhältnissen anbequemen und konnte darum leider nicht größer ausgeführt werden. Doch genügt es seinem Zweck.

Die Ausstattung der einzelnen Räume ist in erster Linie nach den Grundsätzen der Zweckmäßigkeit und Einfachheit erfolgt. Von einer reicheren äußeren Aus-

stattung wurde zugunsten der physikalischen Sammlung abgesehen. Die Physik-Klasse enthält einen Experimentiertisch nach Weinhold in der Größe 4 mal 0,8 mal 0,9 Meter mit Gas-, Wasser- und Elektrizitätsanschluß, mit Saug- und Drucklufterrichtung und einer Glühlampen-Wärmevorrichtung für reibungselektrische Versuche. Die elektrische Stromabnahme erfolgt von einer Leybold'schen Schalttafel für Gleichstrom bis zu 120 Volt Spannung und 25 Ampere Stromstärke. Außerdem ist eine von der Experimentierleitung unabhängige Stromleitung für 120 Volt am Experimentiertisch angebracht. Für Projektionszwecke endlich befindet sich an einer Seitenwand in der Nähe des Experimentiertisches eine von der Firma Ruhstrat-Göttingen gelieferte kleinere Schalttafel für Stromstärken bis zu 30 Ampere und mit einer Einrichtung für Stromabnahme von doppelter Netzspannung (durch Verbindung der beiden Außenleiter im Dreileitersystem) für Experimentierzwecke. Auf diese Weise ist eine möglichst vollkommene Versorgung der Physikklasse mit elektrischem Strom erreicht. Durch einen Stechkontakt läßt sich überdies die Hauptschalttafel sowohl mit dem Uebungsraum als auch mit der im ersten Stockwerk gelegenen Aula verbinden, so daß auch in diesen Räumen jederzeit Experimentierstrom zur Verfügung steht. Von den weiteren Einrichtungen der Physikklasse sind zu erwähnen eine Verdunkelungsvorrichtung für die drei Fenster mit gemeinsamem Kurbelantrieb, ein fester, drehbarer Wandtisch für Projektionszwecke, ein zwischen Uebungsraum und Klassenraum in die Wand eingebauter und von beiden Räumen aus benutzbarer Abzug mit Gasanschlüssen und eine von der Firma Hagershoff-Leipzig gelieferte Wasserstrahl-Luftpumpe mit großem Wasserstrahlgebläse, beide voneinander unabhängig auf einem gemeinsamen Eichengrundbrett angebracht und mit dem Experimentiertisch fest verbunden. Der Klassenraum hat wie das Uebungszimmer indirekte elektrische Beleuchtung erhalten, der Experimentiertisch überdies eine eigene, nach der Klasse zu abgeblendete Beleuchtung durch zwei 50kerzige Glühlampen.

Der Uebungsraum enthält zwei große Uebungstische mit einer Tischplatte von 1,9 mal 1,9 Meter aus gesperrtem Eichenzholz. Die Tische sind nach Zeichnungen und Angaben des Verfassers von einer einheimischen Firma angefertigt. (Vgl. die Skizze am Ende dieser Arbeit.) Die großen Tischflächen haben sich als zweckmäßig erwiesen, und die besondere Form der Tische nach Art eines vierfachen Schreibtisches gestattet ein bequemes Arbeiten an den vier Tischseiten, ohne daß die einzelnen Uebungsgruppen sich gegenseitig stören. Im ganzen können an beiden Tischen 24 Schüler in acht Gruppen von je drei Schülern bequem untergebracht werden. Jede Tischseite hat in der Mitte eine 0,9 Meter breite Fußnische, von den übrigen Nischen durch eine Bretterverkleidung getrennt, darüber eine größere Schublade mit Fach-einteilung, links daneben eine kleinere Schublade und rechts unten ein kleines doppelteiliges Schränkchen. Auf diese Weise ist der für ein Uebungszimmer nicht übermäßig große Raum möglichst günstig ausgenutzt und jeder Arbeitsplatz ausreichend mit Schub- und Schrankfächern versehen. Jede Tischseite ist überdies mit Gasanschluß und elektrischem Leitungsanschluß von 120 Volt ausgestattet. Beide Leitungen sind von der Zimmerdecke aus nach der Mitte der Tische geführt, wo sie bequem zu erreichen sind und nur einen ganz geringen Raum beanspruchen, so daß sie nicht störend wirken. Wasserleitung befindet sich an einer Wand des Uebungszimmers mit einem großen Abflußbecken und drei Zapfhähnen; darüber hängt ein Abtropfgestell. An die Wasserleitung ist ein kleineres Wasserstrahlgebläse für Trockenzwecke angeschlossen. Außer den Uebungstischen enthält der Uebungsraum noch einen festen Werkttisch mit Gasanschlüssen an der Wand. In einem Wandschrank sind die notwendigen Werkzeuge zu gemeinsamer Benutzung untergebracht. Zwei freie Wände des Uebungsraumes sind mit vierteiligen Glasschränken bestellt, von denen der eine die Apparate für die Schülerübungen, der andere Demonstrationsapparate enthält. Außerdem befindet sich ein kleinerer Glasschrank in einer Ecke des Zimmers für Chemikalien und sonstige Gebrauchsgegenstände. Diese Ausstattung des Uebungsraumes hat bisher für den Unterrichtsbetrieb vollständig genügt.

Das Vorbereitungs-zimmer enthält außer einem dreiteiligen Glasschrank mit wertvolleren Apparaten einen kleinen einfachen Schreibtisch und ein Büchergestell mit der physikalischen Handbibliothek.

Die vorhandenen Apparate für Schülerübungen sind in der Hauptsache nach dem Geräteverzeichnis in dem Handbuch von Hahn ausgewählt und für die einzelnen Unterrichtsgebiete von verschiedenen Firmen bezogen. Eine Aufzählung erübrigt sich an dieser Stelle, weil solche Sammlungen für verschiedene Schulen sowohl nach den persönlichen Wünschen der Fachlehrer als auch nach den Bedürfnissen und Geldmitteln der einzelnen Schulen verschieden ausfallen. Die Schülerapparate sind für die Gebiete der Mechanik, Wärme und Optik bereits vollständig, für die Lehre vom Magnetismus und der Elektrizität erst zum Teil beschafft. Sie sind für die Unterstufe sechs- bis achtfach, für die Oberstufe vier- bis sechsfach vorhanden. Im ganzen hat der Oberrealschule zur Beschaffung dieser Sammlung die Summe von 5000 M. zur Verfügung gestanden.

Die Demonstrationsapparate der physikalischen Sammlung besitzen einen Anschaffungswert von über 7000 M. und stammen zu einem großen Teil bereits aus den Jahren 1906/1909. Manches Stück darunter ist freilich für das heutige Unterrichtsverfahren veraltet oder durch ein besseres Stück ersetzt. Doch bietet die Reichhaltigkeit der ganzen Sammlung in Verbindung mit den neuen Schülerapparaten eine nicht an jeder Schule in diesem Umfange mögliche lehr- und abwechslungsreiche Gestaltung des ganzen Physikunterrichts. Daß bei der Größe und Vollständigkeit der alten Sammlung der Demonstrationsunterricht vernachlässigt oder ganz ausgeschaltet würde, entspräche weder dem Grundsatz der Sparsamkeit, noch den Grundsätzen der modernen Unterrichtsreform. Dagegen bietet eine innige Wechselbeziehung zwischen beiden Arten von Unterricht, wie sie an der Oberrealschule zu Hamm bei den jetzigen Einrichtungen möglich ist, eine gute Gewähr dafür, daß der Physikunterricht auch seine guten Früchte trägt. Andererseits bleibt bei einer solchen Einrichtung jedem Fachlehrer nach seinem Urteil die Wahl frei, welches Unterrichtsverfahren er im einzelnen Falle bevorzugen will. Eine Aufzählung der ganzen Sammlung bis ins einzelne mag hier aus denselben Gründen wie oben übergangen werden. Nur einige besonders wertvolle und charakteristische Stücke der ganzen Sammlung sind im folgenden aufgeführt. Nicht unerwähnt soll hier bleiben, daß einige Teile der Sammlung aus der eigenen Schulwerkstatt hervorgegangen sind, darunter auch das Prachtstück der ganzen Sammlung, ein großer Funkeninduktor von 25 Zentimeter Funkenlänge, zum Betriebe mit Quecksilbermotor- und Weheltunterbrecher eingerichtet (angefertigt von Herrn Oberrealschullehrer Brandenburg). Von den sonst vorhandenen Apparaten seien genannt:

Ein physikalischer Baukasten nach Volkmann mit zahlreichen Nebenteilen für die verschiedensten Gebiete der Physik. (Bezugsfirma: Georg Beck-Berlin.)

Eine Gerstl-Vakuumpumpe, Patent-Fluß, mit zwei Stiefeln, festem Messingteller von 250 Millimeter Durchmesser, Präzisionsvakuummeter nach Reiff und Durchführung von isolierten Ständern für elektrische Entladungen im luftverdünnten Raum. (Pfeiffer-Weplar.)

Eine automatische Rapid-Quecksilberpumpe für höchstes Vakuum nach Beutell, Type II. (Hugershoff-Leipzig.)

Ein Quecksilberbarometer mit weitem Rohr, Nonienablesung und Mikrometertrieb. (Hugershoff-Leipzig.)

Ein Voosersches Doppelthermostop mit zahlreichen Nebenteilen. (Müller-Essen.)

Eine Influenzelektrifiziermaschine nach Winhurst, 40 Zentimeter Durchmesser, mit zahlreichen Nebenapparaten. (Wehrsen-Berlin.)

Ein Funkeninduktor für 50 bis 70 Zentimeter Funkenlänge mit austauschbarem Hammer- und Deprezunterbrecher. (Kröplin-Altona.)

Verschiedene Kathodenstrahl-, Röntgen- und Spektralröhren, darunter ein Helium- und ein Argonrohr mit großen Aluminium-Zylinderelektroden. (Hugershoff-Leipzig.)

Ein kombiniertes Ampere-, Volt- und Galvanometer für Demonstrationszwecke, Meßbereich 1 bis 20 Volt bzw. Ampere. (A. Abrahamson-Charlottenburg.)

Sechs kombinierte Präzisions-Volt- und Amperemeter, zugleich für Schülerübungen, nach Hahn, Meßbereich 0 bis 1 bis 10 Volt bezw. Ampere. (Goldschmidt-Berlin.)

Acht Paar Gabelelektroskope nach Busch mit Nebenteilen, zugleich für Schülerübungen. (Ebers-Arnberg.)

Ein Herzsches Instrumentarium mit Righi-Defender. (Kröplin-Altona und Ernede-Berlin.)

Eine optische Scheibe nach Hartl, mit Nebenteilen. (Kröplin-Altona.)

Ein Projektionsapparat nach Berghoff, Modell II, mit vielen Zubehörteilen zur optischen Bank. (Viesegang-Düsseldorf.)

Ein großes Mikroskop mit Abbeschem Beleuchtungsapparat, Revolverobjektiven und Polarisationsvorrichtung, Stativ C, Objektiv 2, 4, 7a, Okular I, III IV, V. (Leitz-Wetzlar.)

Eine Stativkamera 13 mal 18 mit Busch-Anastigmat  $f : 6,8$  mit Sektorenverschluß. (Kissing & Schmidt-Hamm.)

Ein Spektralapparat nach Kirchhoff-Bunsen und ein Geradsichtspektroskop mit Zubehörteilen. (Hugerzhoff-Leipzig.)

Ein Theodolit (Reiseuniversal Nr. 70) mit Kreuzlibellen und Nonien-Lupenablesung für  $0,01^\circ$ . (Hildebrand-Freiberg.)

Die physikalische *H a n d b i b l i o t h e k* enthält u. a. folgende größere Werke: Fried, Physikalische Technik, 7. Aufl., herausgegeben von Lehmann, Braunschweig, Vieweg & Sohn, 1904 ff.

Graetz, Die Elektrizität und ihre Anwendungen, 12. Aufl., Stuttgart, Engelhorn, 1906.

Grimsehl, Lehrbuch der Physik, Leipzig, Teubner, 1909.

Hahn, Handbuch für physikalische Schülerübungen, Berlin, Springer, 1909.

Hahn, Physikalische Freihandversuche, Berlin, D. Salle, 1905/07.

Kalähne, Die neueren Forschungen auf dem Gebiete der Elektrizität und ihre Anwendungen. Leipzig, Quelle & Meier, 1908.

Kohlrausch, Lehrbuch der praktischen Physik, 10. Aufl., Leipzig, Teubner, 1905.

La Cour und Appel, Die Physik auf Grund ihrer geschichtlichen Entwicklung. Braunschweig, Vieweg & Sohn, 1905.

Lommel, Lehrbuch der Experimentalphysik, 12. und 13. Aufl., herausgegeben von König, Leipzig, J. A. Barth, 1906.

Müller-Pouillet, Lehrbuch der Physik und Meteorologie, 10. Aufl., herausgegeben von Pfandler, Braunschweig, Vieweg & Sohn, 1905 ff.

Rosenberg, Experimentierbuch für den Unterricht in der Naturlehre, 2. Aufl., Wien, A. Hölder, 1908 ff.

Warburg, Lehrbuch der Experimentalphysik, 9. Aufl., Tübingen, Mohr, 1906.

Weinhold, Physikalische Demonstrationen, 3. Auflage, Leipzig, Quant & Händel, 1899.

Weinhold, Vorschule der Experimentalphysik, 4. Aufl., ebenda, 1897.

Zwied, Elemente der Experimentalphysik zum Gebrauch beim Unterricht, Berlin, S. Dehmitzke, 1906.

### C. Der Lehrplan.

Der folgende Lehrplan soll ein Beispiel dafür sein, wie sich gemäß den neueren Unterrichtsforderungen und mit Hilfe der oben beschriebenen Unterrichtsmittel ein systematischer Aufbau des ganzen Physikunterrichts auf gemeinschaftlichen Schülerübungen ermöglichen läßt. Der Plan beansprucht weder Mustergültigkeit noch Vollständigkeit. Es sind in ihm vielmehr nur diejenigen größeren Unterrichtsgebiete berücksichtigt, bei denen das neue Lehrverfahren bereits im Unterricht erprobt werden konnte. Bei der Einführung des „heuristischen Verfahrens“, das auf der Oberstufe vorwiegend und naturgemäß an quantitative Übungen anschließt, hat sich die logische Notwendigkeit ergeben, das Gebiet der Mechanik auf der Oberstufe in seinen Hauptteilen an erster Stelle (in Obersekunda) zu behandeln, die Lehre vom Magnetismus und der Elektrizität dagegen als das schwierigste Gebiet

erst zuletzt in der Oberprima. Infolge dieser Verschiebung des Unterrichtsstoffes, die natürlich nur in der Obersekunda einsetzen konnte, wurde in den beiden letzten Schuljahren in der Obersekunda und Oberprima im wesentlichen dasselbe Gebiet, die Mechanik, behandelt, während die Elektrizitätslehre nach dem neuen Lehrverfahren erst mit dem kommenden Schuljahr auf der Oberstufe zur Einführung gelangt. Auch auf der Unterstufe konnte die Elektrizitätslehre im letzten Schuljahre nur erst zum Teil mit Schülerübungen systematisch verbunden werden. Darum ist in dem folgenden Lehrplan das Gebiet der Elektrizität und des Magnetismus noch nicht berücksichtigt. Auch mußten manche Aufgaben der Unterstufe dort, wo die Übungen zum erstenmal zur Anwendung kamen, auch auf der Oberstufe vorgenommen werden. Darum konnten manche Teile der Physik, für die später auf der Oberstufe Zeit vorhanden sein wird, vorderhand nicht berücksichtigt werden. Das Fehlende soll ein späterer Nachtrag bringen.

Im Mittelpunkt des ganzen Lehrverfahrens steht die *Problestellung*, die Schüleraufgabe, die nach Möglichkeit von den Schülern selbst im Anschluß an die bereits gelösten Aufgaben gefunden werden muß. An die gemeinsam gefundene Lösung knüpft der weitere Unterricht an. Demgemäß ist in dem folgenden Plan das ganze Unterrichtsgebiet in eine Anzahl einzelner „Probleme“ zergliedert. Des weiteren ist angegeben, welche physikalischen Begriffe und Gesetze durch die Aufgabe erläutert werden sollen, welche Schülerapparate zur Lösung der gestellten Aufgabe vorhanden sind und an welcher Stelle der Demonstrationsunterricht vorbereitend oder ergänzend zu Hilfe genommen werden kann. Außerdem sind die einschlägigen Paragraphen aus dem Lehrbuch von Rosenberg (2. Aufl.) und dem Handbuch von Sahn (1. Aufl.) angeführt. Vereinzelt ist hierbei auch auf den Leitfaden der Physik von Bohn (Leipzig, Quelle & Meyer, 1909) verwiesen, der manche wertvolle Anregungen für das genannte Unterrichtsverfahren enthält. Endlich sind noch die Zahl der Lehrstunden, getrennt nach Übungen und Demonstrationsunterricht, die zur Durchnahme des genannten Stoffes in einer Durchschnittsklasse als *Minimum* erforderlich ist, und einige methodische Bemerkungen angegeben, die sich aus der bisherigen Unterrichtspraxis ergeben haben. Nicht berücksichtigt dagegen sind die Unterrichtsstunden, die zur Befestigung und Wiederholung des erarbeiteten Lehrstoffes notwendig sind. Mit Rücksicht auf die Anzahl der für den Physikunterricht zur Verfügung stehenden Wochenstunden ergab sich daraus naturgemäß eine starke Beschränkung des überreichen Stoffes als eine Notwendigkeit, die für das neue Unterrichtsverfahren ganz unvermeidlich ist, wenn es wirklich fruchtbar sein soll. Endlich sollte innerhalb des aufgestellten Planes noch dem einzelnen Fachlehrer die Möglichkeit zur freien Ausgestaltung des Unterrichts nach eigener Wahl belassen bleiben. Darum stellt der folgende Lehrplan auch kein starres System dar, das sich nicht nach Belieben noch abändern oder erweitern ließe. Nur die wichtigsten Anhaltspunkte für eine möglichst einheitliche Erteilung des gesamten Physikunterrichts, was für einen dauernden Unterrichtserfolg in einem größeren Unterrichtsbetriebe unerlässlich ist, will der folgende Lehrplan geben. Von diesen Gesichtspunkten aus möge seine Beurteilung erfolgen.

Oberlehrer Grünholz.

## Uebersicht über die Lehraufgaben aus dem Gebiete der Physik.

Klasse: Obertertia. Gebiet: Mechanik der festen, flüssigen und luftförmigen Körper.								
Nr.	Aufgabe für die Schülerübung	Vorhandene Schülerapparate	Physikalische Begriffe und Gesetze, die durch die Aufgabe erläutert werden sollen	Paragraphe im Lehrbuch (Hofenbergl, Unterstufe) und in Hahn's Handbuch, an die die Aufgabe anschließt	Vorbereitender oder ergänzender Demonstrationsunterricht	Anzahl der Lehrlunden		Bemerkungen
						a Uebungen	b Demonstrationen	
1.	Welchen Raum nimmt ein vorgelegter Körper ein?	Maßstab, Schübellehre, Holzquader, Messingzylinder, unregelmäßiger Körper (Stein).	Räumlichkeit, Umdrehbarkeit, Formarten.	R. §§ 1—4. H. I, 1, 3, 16.	Versuch, die Umdrehbarkeit der Luft nachweisend.	2	—	Durch Ausmessung des Messingzylinders läßt sich $\pi$ finden. (Die Uebung kann auch im math. Unterr. vorgenommen werden.)
2.	Unter welchen Bedingungen halten sich Kräfte, die an einem Hebel wirken, das Gleichgewicht?	Meterstab (durchbohrt) mit Achse, Ringgewichte.	Hebelgesetze und Anwendungen. (Vorbereitung für die Waage.)	R. §§ 13, 140—143. H. II, 31.	Rolle, Flaschenzug, Wellrad.	2	1	Diese Aufgabe dient als Vorbereitung zu den Uebungen mit der Waage und kann zum Teil auch später vorgenommen werden.
3.	Wie schwer ist der vorgelegte Körper? (Wie ist eine Waage eingerichtet?)	Messingzylinder, Waage.	Trägheitsprinzip in einfachster Form. (Keine Wirkung ohne Ursache). Kraft, Schwere, Gewicht.	R. §§ 9, 10 und 14. H. I, 9, 10, 16. H. II, 31, 32.	Versuch, die Schwere der Luft nachweisend. (Bohn, Leinwand, § 5.)	2	1	Die Bestimmung des Gewichts der Luft erfolgt später (Aufg. 14.).
4.	Wie schwer ist 1 cem verschiedener Stoffe? (Wie ist eine Waage eingerichtet?)	com = Würfel verschiedener Stoffe (Cu, Ni, Al, Fe u. a.) Waage.	Masse. Spezifisches Gewicht (Dichte).	R. §§ 10, 17, 18. H. I, 9, 10.		1	—	Der Massenbegriff soll auf dieser Stufe vorbereitet werden. Die strengere Behandlung des Massenbegriffs bleibt der Oberstufe vorbehalten. Die Aufgaben über Schwerpunktsbestimmungen können im math. Unterr. vorgenommen werden. (H. II, 28—30).
5.	Wie groß ist die Dichte eines vorgelegten Körpers?	Waage, Maßzylinder, unregelmäßiger Körper.	Dichtebestimmungen als Verbindung von Raummessungen und Wägungen.	H. I, 16, 17.		1	—	
6.	Wie groß ist die Dichte einer gegebenen Flüssigkeit?	Waage, Dichtekästchen.		H. I, 14, 15.		2	—	
7.	Ändert sich das Gewicht eines Körpers, wenn man ihn in eine Flüssigkeit taucht? (Bergl. Aufg. 1 u. 5.)	Hydrostatische Waage.	Auftrieb. Archimedisches Prinzip. Hydrostatischer Druck. Hydrostatisches Grundgesetz.	R. §§ 25—29, 31. H. III, 3.	Nachweis des hydrostat. Grundgesetzes und hydrostat. Druckes. Hydrostatische Presse. Hydrostat. Paradoxon.	1	1	



Klasse: **Obertertia.** Gebiet: **Mechanik der festen, flüssigen und luftförmigen Körper.**

Nr.	Aufgabe für die Schülerübung	Vorhandene Schülerapparate	Physikalische Begriffe und Gesetze, die durch die Aufgabe erläutert werden sollen	Paragr. d. Lehrbuch (Stoffenberg, Linterschub) und in Gahn, Gorbuch, an die die Aufgabe anschließt	Vorbereitender oder ergänzender Demonstrationsterricht	Menge der Scherfunden		Bemerkungen
						a neben	b Demonstration	
8.	Man bestimme die Dichte einer Flüssigkeit, wenn man einen Körper in sie eintaucht?	Hydrostatik-Appar. Brunnengefäß.	Prinzip der Archimedes' Wirkung: (So ein Druck ist, ist auch ein gleich großer Gegenruck vorhanden).	H. III, 3.	Manchweils des gleichzeitigen Vorhandenseins von Lufttrieb und Mörtrieb mittels zweier Messen. Reactionstrahl.	1	1	
9.	Wie groß ist die Dichte eines Glasflößens?	Hydrostatik-Appar.	Anwendung des Archimedes' Prinzip.	H. III, 4.		1	—	
10.	Wie groß ist die Dichte eines Zinnsparaffins?	Hydrostatik-Appar.	Schwimmen.	R. §§ 32, 33. H. III, 6.	Demonstration des Verhaltens eines Körpers in einer Flüssigkeit am Gay-Lussac'schen Barometer.	1	1	Das Prinzip des Barometers kann auch in einer Übung erläutert werden.
11.	Wie groß ist die Dichte eines Stupferpulverpulvers?	Hydrostatik-Appar.	Anwendung des Archimedes' Prinzipes zur Dichtebestimmung fester und flüssiger Körper.	H. III, 7, 8.		2	—	
12.	Stamm man mittels einer U-Röhre die Dichten zweier Flüssigkeiten miteinander vergleichen?	U-Röhre, Drucksilberrett, Meterstab, Brunnengefäß.	Bestimmung der Dichten zweier Flüssigkeiten mittels einer U-Röhre. Anwendung der Gesetzgebung des Archimedes' Prinzipes.	R. § 30, 19—22, 24. H. III, 1, 2.	Kapillartätigkeit, Kohäsion, Adhäsion.	2	1	Die Bedeutung des Luftdrucks läßt sich zeigen, wenn man die eine Röhre verflüssigt. (Vergl. Bohn Zeitf. § 29).
13.	Stamm man mit Hilfe des Luftdrucks die Dichten zweier Flüssigkeiten miteinander vergleichen?	Dreibeinige mit Glasröhren und Glaschalen, Meterstab, Brunnengefäß.	Manchweils des Luftdrucks.	R. §§ 36, 42 a, b.	Ganbspitze, Saugpumpe.	1	1	
14.	Wie schwer ist die Luft?	Rheumatik-Appar., Maßstab, Sodafasche mit Glastroch mit Gahn. Appar.	Bestimmung der Luft. Größe des Luftdrucks.	Bohn, Zeitfaden § 36 b. R. §§ 37, 38, 44.	Torrucellischer Barometer, Manometer, Geber, Wasser- und Luftpumpe.	1	2	Es empfiehlt sich nicht, den Torrucellischen Barometer als Schülerversuch anzuwenden. Der Geber kann auch bei Gelegenheit, wenn er gebraucht wird, besprochen werden.

Klasse: Obertertia. Gebiet: Wärme.

Nr.	Aufgabe für die Schülerübung	Vorhandene Schülerapparate	Physikalische Begriffe und Gesetze, die durch die Aufgabe erläutert werden sollen	Paragraphe im Lehrbuch (Hofenberger, Unterstufe) und in Vahn, Handbuch, an die die Aufgabe anschließt	Vorbereitender oder ergänzender Demonstrationsunterricht	Anzahl der Lehrstunden a übun- gen b Demon- stration	Bemerkungen
1.	Wie ändert sich der Wärmezustand eines Körpers, wenn wir ihm Wärme zuführen?	Bunsenbrenner, Bechergläser.	Wärmequellen, Temperatur.	R. 46.		1	Die Uebung besteht in eingehenden Beobachtungen, die beim Anzünden des Brenners, beim Melzen zweier Körper, beim Mischen verschiedener warmer Wassermengen angestellt werden.
2.	Auf welche Weise wird ein Körper warm?	Kupferdraht, Eisen- draht, Glasstab.	Ausbreitung der Wärme.	R. 53—55. H. VII, 1.		1	
3.	Welchen Einfluß hat die Wärme auf den Rauminhalt und die Formart eines Körpers?	Eisendraht, Bechergläser, Kochflasche.	Ausdehnung fester, flüssiger und gasförmiger Körper bei der Erwärmung. Thermometer, Schmelzen und Verdampfen.	R. 47—49. Vohn, § 52 A.	Kontraktionsapparat, Debelpyrometer. Herstellung eines Thermometers.	1	Die quantitative Bestimmung des Ausdehnungskoeffizient bleibt der Oberstufe vorbehalten.
4.	Wie ist ein Thermometer eingerichtet?	Thermometer, Eis-, Bechergläser, Koch- flasche.	Schmelzpunkt, Siedepunkt, Thermometergrad.	R. 49. H. VIII, 6—9.		2	
5.	Welche Mischungstemperatur entsteht, wenn man Wassermengen von verschiedenen Wärmegraden miteinander mischt?	Waage, Bechergläser, Thermometer.	Wärmemenge, Kalorie, Mischmannigfaltigkeit.	R. § 51. H. VII, 12, 13.		2	
6.	Welche Wärmemenge gibt 1 g Kupfer ab bei einer Temperaturerniedrigung von 1° C.?	Kupferfärbrot, Kalorimeter, Probiergläser, Thermometer.	Spezifische Wärme.	R. 52. H. VII, 14.		2	Die Uebungen Vahn VII, 14 m-r sind auf dieser Stufe fortzulassen.
7.	Wieviel Kalorien sind erforderlich, um 1 g Eis von 0° zu schmelzen?	Bechergläser, Thermometer.	Schmelzen und Erstarren, Schmelzwärme.	R. 59, 60. H. VII, 17.	Ausdehnung beim Erstarren (Getriebombombe) Anomalie des Wassers.	2	1
8.	Wieviel Kalorien sind erforderlich, um 1 g Wasserdampf von 100° C. in Wasser zu verwandeln?	Bechergläser, Thermometer, Wasserfaß, Schüschiem.	Sieden, Verdampfen, Kondensieren, Verdampfungswärme.	R. 61—66. H. VIII, 18.	Abhängigkeit des Siedepunktes vom äußeren Druck. Verdunstungswärme. (Versuche mit dem Sauerbrunnen-Thermometer). Schmelzwärme des Wassers (Dampfmanometer).	2	3

Stufe: **Untersuchung.** Gebiet: **Optik.**

Nr.	Aufgabe für die Schülerübung	Vorhandene Schülervorparate	Physikalische Begriffe und Gesetze, die durch die Aufgabe erläutert werden sollen	Paragraben im Lehrbuch (Hofenberger, Literatur) und in Schulhandbuch, an die die Aufgabe anschließt	Vorbereitender oder ergänzender Demonstrationunterricht	Zunahme der Sehfinden		Bemerkungen
						a übungen	b Demonstrationen	
1.	Welchen Weg nimmt ein Lichtstrahl, der auf einen ebenen Spiegel fällt?	Ebenener Spiegel, Strichmabeln.	Reflexionsgesetz.	R. 166 H. VIII, 1	Versuche über gradlinige Ausbreitung des Lichtes, Schatten.	2	1	
2.	Welche Bilder erzeugt ein ebener Spiegel?	Ebenener Spiegel, Strichmabeln.	Anwendung des Reflexionsgesetzes.	R. 166 H. VIII, 2	Büchelspiegel, Bühnenspiegel, Raiebofftop.	2	1	
3.	Welchen Weg nimmt ein Lichtstrahl beim Übergang aus Luft in Glas?	Glaswürfel, Strichmabeln.	Brechungsgesetz.	R. 174 R. VIII, 3		2	—	
4.	Wie groß ist das Brechungsverhältnis für Luft und Wasser?	Büchelform. Gefäß, Strichmabeln.	Anwendungen des Brechungsgesetzes.	R. 174 H. VIII, 3		1	—	
5.	Welchen Weg nimmt ein Lichtstrahl, der durch eine planparallele Platte geht?	Glaswürfel planparallele Platte, oder Strichmabeln.	Anwendung des Reflexions- und Brechungsgesetzes.	R. 176 H. VIII, 5		1	—	
6.	Wo liegt das Bild eines Gegenstandes, den man durch eine Glasplatte betrachtet?	Glaswürfel, Strichmabeln.	Anwendung des Reflexions- und Brechungsgesetzes.	H. VIII, 6, 1	Versuche über Totalreflexion.	1	1	
7.	Welchen Weg macht ein Lichtstrahl, der durch ein Prisma geht?	Glasprisma, Strichmabeln.	Anwendung des Brechungsgesetzes.	R. 177 H. VIII, 7, 8		1	—	
8.	Welche Bilder erzeugt eine Sammellinse (Verbreunungslinse)?	Optische Bank, Sammellinse, Verbreunungslinse.	Strichliche und scheinbare Sinnbilder, Brennglas, Lupe.	R. 179 H. VIII, 11 a—c, h, i 12 a b	Photograph. Kamera, Projektionsapparat.	2	2	Die Verteilung der Sinusformel bleibt der Oberstufe vorbehalten.
9.	Wie ist ein Fernrohr eingerichtet?	Sinien verstellener Brenneiten.	Optische Instrumente.	R. 194 H. VIII, 16	Erdfernrohr, Galileisches Fernrohr.	1	1	
10.	Wie ist ein Mikroskop eingerichtet?	Sinien verstellener Brenneiten.	Optische Instrumente.	R. 193 H. VIII, 17		1	—	
11.	Wie zerlegt ein Prisma das Licht?	Glasprisma, schwarzes und farbiges Papier.	Farbzerbreunung.	R. 195 H. VIII, 18 a—i	Discontinues Spektrum, Körperfarben, Regenbogen.	2	3	Die Verteilung des Spektrums ist auf dem nächsten Unterrichtsgegenstand zu behandeln.

Klasse: Obersekunda. Gebiet: Mechanik.

Nr.	Aufgabe für die Schülerübung	Vorhandene Schülerapparate	Physikalische Begriffe und Gesetze, die durch die Aufgabe erläutert werden sollen	Paragraphe im Lehrbuch (Hofenberg, Oberstufe) und in Hahn (Handbuch)	Vorbereitender oder ergänzender Demonstrationsunterricht	Anzahl der Lehrlingen <sup>a</sup> Demonstration <sup>b</sup>	Bemerkungen
1.	Unter welchen Bedingungen halten sich Kräfte, die an einem Körper wirken, das Gleichgewicht? Unter welchen Bedingungen halten sich Kräfte auf einer schiefen Ebene das Gleichgewicht?	Rollen, Federmagen, H. Wagschalen, Gewichte. Schiefe Ebene und Wagentzug, Gewichte.	Bestimmungsgröße einer Kraft, statische Wirkung einer Kraft. Satz vom größten Hebelmoment. Gesetze der schiefen Ebene. Vorübung für die Fallversuche auf der Fallrinne.	R. §§ 14-17, 34. H. II A, 7, 8.	Vorbereitung der ersten beiden Versuche die Hahn angibt. Wenn 2. Verfahren für die Statik brauchbare Resultate. Das 3. Verfahren empfiehlt sich nicht.	4	Die drei Verfahren H. II, 8 können bei gleichzeitiger Anwendung oder nach Auswohl ausgeführt werden. Die Konstante über größte Werte, Gleichgewicht und Schwerpunktbestimmungen, Standfestigkeit sowie vorbereitende Vorübungen m. d. Schullehre u. d. Mikrometeruhr sind können im math. Unterricht durchgenommen werden.
2.	Welche Wirkung übt eine Kraft aus, die dauernd auf einen Körper wirkt?	Fallrinnen, Stechzylinder.	Trägheitsprinzip, Gesetze der gleichförmig beschleunigten Bewegung. Fallgesetze.	R. §§ 6-13. H. II, B. 1.	Angewanderte Bestimmung von g aus den Versuchsergebnissen. Freie Fallversuche im Treppenhaus.	2	Es genügen die ersten beiden Versuche die Hahn angibt. Wenn 2. Verfahren für die Statik brauchbare Resultate. Das 3. Verfahren empfiehlt sich nicht.
3.	Welche Beziehungen bestehen zwischen Kraft und Masse und ihren Maßeinheiten?	Rollen, kleine Wagschalen, Gewichte.	Begriff der Masse, Grundgleichung $F = M \cdot a$ . Absolutes und praktisches Maßsystem.	R. §§ 18-21. H. II, B. 7.	Der Unterschied zwischen dem absoluten und prakt. Maßsystem wird aus den Resultaten der Versuchsergebnisse (Bestimmung der Konstanten in der Gleichung $F = c \cdot M \cdot a$ ) abgeleitet.	2	Der Unterschied zwischen dem absoluten und prakt. Maßsystem wird aus den Resultaten der Versuchsergebnisse (Bestimmung der Konstanten in der Gleichung $F = c \cdot M \cdot a$ ) abgeleitet.
4.	Wie groß ist die Arbeit, die eine Kraft leistet, wenn sie eine Masse in Bewegung setzt?	Wie für Aufgabe 4.	Begriff der Arbeit und Energie $ps = \frac{1}{2} m v^2$ .	R. §§ 26-29. H. II, B. 7.	Nachweis der Gleichheit von Spannungs- u. Bewegungsenergie mit dem Fallrad.	1	Die Leistung unterrichtet sich von Leistung & nur dadurch, daß die Fallhöhe s bei allen Versuchen gleich groß genommen werden. Das Mittel aus den einzelnen Produkten $\frac{1}{2} m v^2$ wird mit dem Produkt $P \cdot s$ verglichen und die Arbeitseinheit (Erg. Joule) an den erhaltenen Zahlen erläutert.
5.	Welche Wirkungen üben Kräfte, die sich nicht das Gleichgewicht halten, auf einen Körper aus?	Reißbrett und Badards Fallrinnen.	Unabhängigkeitsprinzip Parallelogramm der Bewegungen, Wurfbewegungen, Wurfbewegung als besond. Fall einer Zentralbewegung.	R. §§ 23-25, 30-33. H. II, B. 3, 2.	Demonstration zur Veranschaulichung des Unabhängigkeitsprinzips. Demonstration des freien Falls an Kaiserbrunnen. Ableitung der Gesetze von der Zentralbewegung. Demonstration von Zentralbewegungen mittels Elektromagneten. (Bohn II, S. 32).	2	Die Auswertung der Versuchsergebnisse und Bestätigung der gewonnenen Gesetze durch Aufgaben kann im math. Unterricht geschehen. (Die Demonstration der Zentralbewegungen kann auch als Übung geschehen.)
6.	Wie hängt die Schwingungsdauer eines einfachen Pendels von seiner Länge ab?	Fadenpendel.	Pendelgesetze.	R. §§ 56-59. H. II, B. 4-6.	Vorbereitung: Nachweis der Unabhängigkeit von der Masse und der Schwingungswerte.	2	Die Konstante $\pi$ wird unmittelbar aus den Versuchsergebnissen für $g = 10 \text{ m/sec}^2$ (berechnet) abgeleitet. (Die Demonstration der letzten Vorübungen lassen sich aufgeben über Schwingungsdauer und aus der Wellenlehre anfertigen.)
7.	Wie hängt die Schwingungsdauer eines Pendels von der Erdbeschleunigung ab?	Wage (ohne Wagschalen).	Wie für Aufgabe 4.	Bohn II, S. 35. R. §§ 51, 52, 55.	Math. Ableitung der Pendelgesetze aus den Gesetzen der harmon. Bewegung und der Zentralbewegung.	2	Die Konstante $\pi$ wird unmittelbar aus den Versuchsergebnissen für $g = 10 \text{ m/sec}^2$ (berechnet) abgeleitet. (Die Demonstration der letzten Vorübungen lassen sich aufgeben über Schwingungsdauer und aus der Wellenlehre anfertigen.)

Klasse: **Obersekunda.** Gebiet: **Wärme.**

Nr.	Aufgabe für die Schülerübung	Vorhandene Schülerapparate	Physikalische Begriffe und Gesetze, die durch die Aufgabe erläutert werden sollen	Paragr. im Lehrbuch (Hofenberg, Oberstufe) und in Gabn (Ganzbuch)	Vorbereitender oder ergänzender Demonstrationsunterricht	Anzahl der Reihen		Bemerkungen
						a Reihe	b Demonstration	
1.	Wie ändert sich der Mann einer Flüssigkeit mit der Temperatur?	Nichtflüssigen, Messergläser.	Manometer	R. 91, 92. H. VII, 10.	linearen Ausdehnungskoeffizient mittels des Quecksilberthermometers.	2	1	
2.	Welche Beziehungen bestehen bei gleichzeitiger Temperaturänderung Mann und Druck einer eingeschlossenen Luftmasse?	Manometer.	Boyle-Mariottesches Gesetz.	R. 81. H. IV, 1.		2	—	
3.	Wie ändert sich bei gleichbleibendem Druck der Mann einer eingeschlossenen Luftmasse mit der Temperatur?	Manometer	Gay-Lussacsches Gesetz.	R. II, 93—96. H. VII, 11.	Bestimmung des spezifischen Gewichtes der Luft (R. 96). Absolute Temperatur.	2	2	
4.	Wie ändert sich die Spannkraft des gesättigten Wasserdampfes mit der Temperatur?	Manometer, Glasröhren.	Eigenschaften der Dämpfe.	R. 105. H. VII, 72 C.		2	—	Die Kapitel über Dampfdruckbestimmung und Bestimmung der Wärme im Chemunterricht behandelt werden.
5.	Wie groß ist der Arbeitswert der Wärme?	Manometer, Glasröhren	Wärme und Arbeit.	R. 99. H. VII, 19.	Spezifische Wärme der Gase. Dampfmaschine.	2	3	

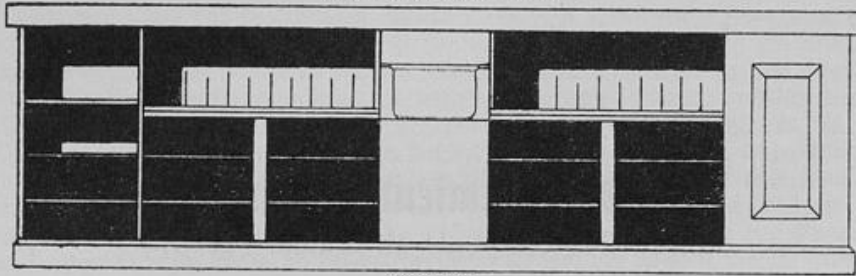
Klasse: **Unterprima.** Gebiet: **Optik.**

Nr.	Aufgabe für die Schülerübung	Vorhandene Schülervorparate	Physikalische Begriffe und Gesetze, die durch die Aufgabe erläutert werden sollen	Paragrphen im Lehrbuch (Hofenbergr, Oberstufe) und in Hahn (Handbuch)	Vorbereitender oder ergänzender Demonstrationsunterricht	Anzahl der Lehrstunden		Bemerkungen
						a Uebun- gen	b Demon- stration	
1.	Welche Bilder erzeugt ein Hohlspiegel?	Optische Bank, Hohlspiegel.	Wiederholung des Reflexionsgesetzes. Hohlspiegelgesetze.	R. § 226. H. VIII, 9.	Erhabene Spiegel. Sphärometer.	2	1	Das Sphärometer kann auch in Mathematikunterricht besprochen werden.
2.	Welche Bilder erzeugt eine Sammellinse (Zerstreuungslinse)?	Optische Bank, Linsen.	Linsenformel. Begriff der Dioptrie.	R. § 230. H. VIII, 11-13.		6	—	Die Linsenformel läßt sich außer durch die graphische Darstellung leicht aus der symmetrischen Lage der beiden Linsenbilder bei unverändertem Abstand von Schirm und Gegenstand finden. Vergl. Hahn VIII, 11, k.
3.	Wie verhalten sich Bild- und Gegenstandsgröße bei einer Sammellinse?	Optische Bank, Linsen, Schublöhre.	Anwendung der Linsenformel (Bestimmung der Brennweite aus den Vergrößerungen).	H. VIII, 14, a-n.		2	—	
4.	Wie groß ist die Vergrößerungszahl einer Lupe?	Fadenzähler, Maßstab	Scheinbare Größe eines Gegenstandes, Vergrößerung optischer Instrumente.	R. §§ 245-247. H. VIII, 14, o-q.	Das Auge.	1	1	Die eingehende Durch- nahme des Auges kann im biologischen Unterricht erfolgen.
5.	Wie groß ist die Vergrößerungszahl eines Fernrohrs (Mikro- strops)?	Linsen und Linsenhalter.	Eingehendere Beschreibung des Baues und der Wirkungsweise optischer Instrumente.	R. §§ 248-251. H. VIII, 16, 17.	Demonstration eines wirklichen Fernrohrs und Mikrostrops.	2	2	Die Benutzung des astronomischen Fernrohrs kann auch im Anschluß an eine astronomische Stunde erfolgen.
6.	Wie ist ein Spektroskop eingerichtet?	Prisma, Linsenhalter, Schirm mit Spalt.	Farbenzerstreuung.	R. §§ 231 und 234. H. VIII, 22.	Fraunhofer'sche Linsen.	2	1	
7.	Hat eine Sammellinse für rotes u. blaues Licht gl. Brennweite?	Note und blaue Gläser, Linsen.	Linsenfehler. Chromatische Linsen.	H. VIII, 20. R. § 232.	Geradsichtsprisma.	1	1	

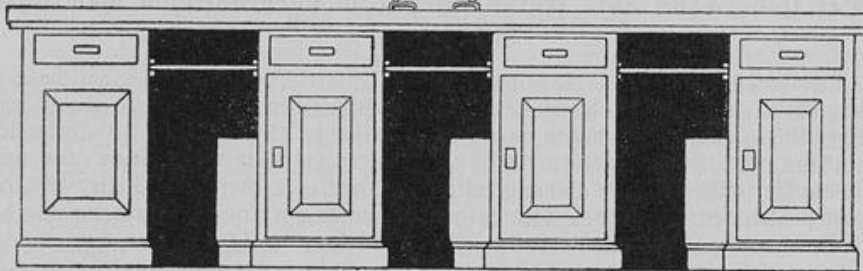
Klasse: **Unterrima.** Gebiet: **Optik.**

Nr.	Aufgabe für die Schülerübung	Vorhandene Schülerapparate	Physikalische Begriffe und Gesetze, die durch die Aufgabe erläutert werden sollen	Paragraben im Lehrbuch (Hofenberger, Oberstufe) und in Schulbüchern (Ganzbuch)	Vorbereitender oder ergänzender Demonstrationsunterricht	Menge der Lehrstunden		Bemerkungen
						a Lehrstunde	b Demonstration	
8.	Wie ist das Spektrum verschiedener Körper beschaffen, die Licht ausstrahlen oder verschlucken?	Prisma, Schirm mit Spalt, Quinlendrenner, Metallpapier, Chemiefolien.	Emission und Absorption des Lichtes (Spektralanalyse).	R. §§ 235 u. 236. H. VIII, 21.	Spektrum leuchtender Gase, Umkehrung der Strahlrichtung, Farbensetzungen und Störverfahren.	2	4	Die Gärtnersche kann auch einseitig werden durch judiciale Beobachtungen, durch farbige Gläser oder Gelatineschicht (Bergl. den Farbspektroskop der Sammlung.) In diese Vorlesungen kann auch die Gärtnersche und die Strahlung farbiger Schichten eingeschlossen. Man schneide können die Abschnitte ihrer Fluoreszenz und Spektroskopie, s. oben § 247 ff.
9.	Welche Erscheinungen zeigt das Licht beim Durchgang durch enge Öffnungen?	Magnobrenner, farbige Gläser.	Biegung des Lichtes Lichtschere.	R. §§ 252 u. 253. Das Mittel VI. H. VIII, 23 u. 24.	Objektive Darstellung der Biegungen durch Spalt und Gitter. Die wichtigsten Gesetze der Wellenlehre.	1	6	Man viele Messungen lassen sich Biegungsversuchen und Versuche mit den Fresnelschen Spiegeln u. Newton'schen Gläsern anstellen. Für Schülerübungen geeignet sind die Versuche nach Grimsehls Lehrbuch der Physik. §§ 268—272.
10.	Wie groß ist die Wellenlänge des Strahls (rot, blau, violett)?	Photographierte Meßungsgitter (Strahlfante 0,0088 mm).	Anwendung der Wellenlehre auf die Lichterscheinungen.	H. VIII, 25.		2		
11.	Wie verhält sich reflektiertes (gebrochenes) Licht, das noch einmal reflektiert (gebrochen) wird, bei verschiedenen Einfallswinkeln und verschiedenen Stellungen der Einfallsebenen zueinander?	Schwarze Spiegel, Glasplattenfläche.	Polarisationserscheinungen.	R. § 254, Grimsehls Lehrbuch §§ 281 und 282 und ausgewählte Phys. Schülerübungen, Leipzig 1906.	Polarisation durch Doppelbrechung. Polarisationsapparate.	2	6 und mehr	Die Erscheinungen der dromatischen Polarisation und der Drehung der Polarisationsebene können (soweit die Zeit reicht) im Demonstrationsunterricht qualitativ mittels des Projektionsapparates dargestellt werden. Eine eingehende theoretische Behandlung dieser Erscheinungen übersteigt das Ziel der Oberstufe.

ARBEITSTISCH FÜR CHEMIE.



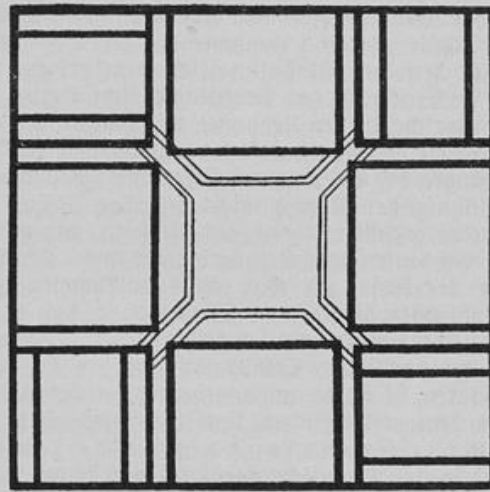
RÜCKANSICHT.



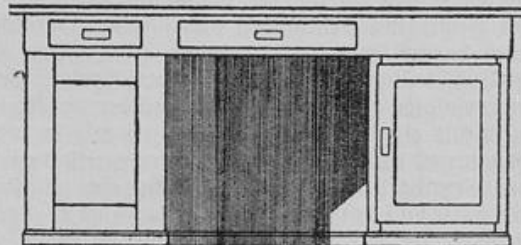
VORDERANSICHT.

F. SEIPT, OS.

ARBEITSTISCH FÜR PHYSIK



VON OBEN GESEHEN



VON VORN