Die physikalischen Schülerübungen am Gymnasium.

Von Prof. Dr. E. Höhnemann.

Im Jahre 1906 waren, wie eine durch die Unterrichtskommission der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte veranlaßte Rundfrage[1]) ergeben hat, an 6 preußischen Gymnasien praktische Arbeiten in der Physik eingeführt. Diese Zahl dürfte sich inzwischen erheblich vermehrt haben und bald noch größer werden, da die Fachlehrer von nicht weniger als 231 gymnasialen Anstalten Preußens sich zur Abhaltung physikalischer Schülerübungen bereit erklärt haben und die Staatsbehörde durch die Tat gezeigt hat, daß sie geneigt ist, der Einrichtung weitgehende Förderung angedeihen zu lassen. Für die Orientierung über Aufgabe, Einrichtung, Auswahl und Gang der Übungen gibt es bereits eine ganze Reihe von Abhandlungen, die u. a. in der vorjährigen Programmbeilage[2]) der Ober-Realschule von Groß-Lichterfelde aufgezählt sind. Zusammenstellungen von Übungsmaterial bieten auch Programmschriften[3]) der Oberrealschule zu Bochum und des Friedrichs-Realgymnasiums zu Berlin, während über die allgemeinen Gesichtspunkte ein unlängst erschienenes Buch von Bastian Schmid[4]) und eine neue Abhandlung K. T. Fischers in München[5]) wertvolle Aufschlüsse gibt. Der gesamten bisher erschienenen Literatur ist nun eigentümlich, daß sie entweder auf besondere Schularten kaum Rücksicht nimmt oder aus den an Realanstalten gemachten Erfahrungen erwachsen ist; ja, manche Abhandlungen behandeln die praktischen Übungen nach amerikanischem Vorbild geradezu als eine Vorbereitung für den Demonstrationsunterricht, was zweifellos zulässig und wünschenswert ist, wenn die Schülerarbeiten obligatorisch sind oder, wie am Berliner Dorotheenstädtischen Realgymnasium, sämtliche Schüler daran teilnehmen.

---

[1]) Die Tätigkeit der Unterrichtskommission der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte, herausgegeben von A. Gutzmer. B. G. Teubner 1907.

[2]) W. Leick, Die praktischen Schülerarbeiten in der Physik, Jahresber. der Oberrealschule zu Gr.-Lichterfelde 1907.

[3]) W. Kaiser, Physikalische Schülerübungen in den Oberrealschulen, Jahresber. der Oberrealschule zu Bochum, 1907. — P. Glatzel, Die Räume f. d. naturw. Unt. in den neueren höh. Lehranstalten Berlins, Jahresber. des Friedrichs-Realgymnasiums zu Berlin, 1906.

[4]) Bastian Schmid, Der naturw. Unterr. und die wissenschaftl. Ausbildung der Lehramtskandidaten der Naturwiss. Teubner 1907.

[5]) K. T. Fischer, Haupt- und Tagesfragen des naturw. Unterrichts, Monatshefte f. den naturw. Unterr., Heft 1 ff. Teubner 1908.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Wie sind die Schülerübungen am Gymnasium praktisch zu gestalten, so daß sie auch hier — um mit Bastian Schmid zu sprechen — zusammen mit dem Unterricht eine Einheit bilden? Das ist eine Frage, die nicht nur der Erörterung wert, sondern notwendig zu diskutieren ist, nachdem die Behörden durch reichliche Gewährung von Mitteln für die Entwickelung der Schülerarbeiten freies Feld gewährt haben. Es handelt sich hier also nicht um einen Reformvorschlag, etwa um die Frage, wie das Gymnasium zu organisieren sei, um physikalische Übungen mit Schülern vornehmen zu können, sondern darum, wie ohne Beeinträchtigung oder Verschiebung der gegebenen Ziele und Aufgaben des Gymnasiums dem Schüler, der danach verlangt, mehr als bisher die Gelegenheit und die Freude gewährt werden kann, Gesetze auf eigene Erfahrung zu stützen. An Reformgedanken ist heutzutage ja so wenig Mangel, daß der Lehrer, der nach praktischen Ratschlägen sucht, um seinen Unterricht bei den bestehenden Verhältnissen ersprießlich zu gestalten, von einzelnen Fachzeitschriften über der Fülle der Zukunftsbilder mehr oder weniger im Stich gelassen wird. Versuchen wir also, uns nach der Decke zu strecken und zunächst durch den Erfolg zu zeigen, daß Schülerübungen überall möglich sind und weitere Förderung verdienen.

„Voraussetzungen für die Abhaltung von Schülerübungen sind in erster Reihe ein geeigneter Arbeitsraum und ausreichende Mittel", so heißt es in dem oben genannten Bericht über die Tätigkeit der Unterrichtskommission, und mit noch stärkerer Betonung stellt Hahn[1]) den Leitsatz auf: „Man sollte an keiner Anstalt den Versuch machen, physikalische Schülerübungen einzurichten, falls nicht ein gut ausgestatteter Arbeitsraum vorhanden ist." Wollten alle Physiklehrer sich diese Forderungen zu eigen machen, so würde die für so dringend wünschenswert gehaltene Ergänzung des Demonstrationsunterrichts durch praktische Übungen auf Jahre hinaus ein Privilegium mit reichen Mitteln versehener oder neu eingerichteter Schulen bleiben. Die große Mehrzahl von Lehranstalten der Mittel- und Kleinstädte, zumal der Gymnasien, von denen ja elf noch nicht einmal ein besonderes Unterrichtszimmer für Physik besitzen, wäre von allen derartigen Versuchen ausgeschlossen, so daß zu den Vorzügen in Bezug auf äußere Ausstattung und Einrichtung, deren sich die Großstadtanstalten gegenüber denen der kleineren Städte erfreuen, auch noch die eines reichhaltigeren Lehrbetriebes träten. Erstrebenswert sind Laboratorien wie die von Hahn geschilderten zweifellos nicht allein im Interesse der Schüler, sondern auch zur Entlastung des Physiklehrers, der schon jetzt, wenn er es mit seinem Unterricht ernst nimmt, einen großen Teil seiner schulfreien Zeit im Physikzimmer zubringt und um so mehr durch die Vorbereitung in Anspruch genommen wird, je beengter er in den Räumlichkeiten für die Übungen und in der Aufbewahrung der zugehörigen Apparate ist. Aber unbedingt notwendig wie an Realanstalten mit voll besetzten Klassen, die Hahn hauptsächlich im Auge hat, sind besondere Arbeitszimmer nicht überall, zumal nicht für Gymnasien, an denen die praktischen Übungen nach dem Vorschlage der Unterrichtskommission selbst wahlfrei sein sollen. Man darf voraussetzen, daß an humanistischen

[1]) H. Hahn, Wie sind die physikalischen Schülerübungen praktisch zu gestalten? Abh. zur Didakt. und Philos. d. Naturw. Springer, Berlin 1905.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Anstalten mancher begabte Schüler sein Interesse hauptsächlich den Gebieten zuwendet, auf die er durch die vorherrschende Beschäftigung mit den philologisch-historischen Fächern hingelenkt wird, während schwächere Schüler notgedrungen auf nicht verbindliche Stunden verzichten werden. Daher wird die Zahl der Teilnehmer an dem Praktikum sich in den gegebenen Grenzen halten lassen, namentlich wenn keinerlei Druck ausgeübt wird und die Schüler erst wissen, daß es sich nicht um eine angenehme Spielerei, sondern um ernstes Beobachten und Nachdenken, um Geduld und angestrengtes Arbeiten handelt. In den oberen Klassen des hiesigen Gymnasiums werden physikalische Schülerübungen seit drei Jahren betrieben. Aus der ungeteilten Prima, deren Schülerzahl einige zwanzig beträgt, und aus der Obersekunda mit meist annähernd zwanzig Schülern meldeten sich durchschnittlich je 8 Teilnehmer, die abwechselnd in zwei aufeinander folgenden Nachmittagsstunden in Gruppen zu je zwei arbeiteten. Drei von diesen Gruppen finden meist am Experimentiertisch im Physikzimmer Platz, wo ihnen Gas, Wasserleitung und Akkumulatorstrom zur Verfügung steht, die vierte arbeitet an einem ausreichend geräumigen Nebentisch. Im Sommer benutzen wir für Versuche, die Verdunkelung erfordern, ein sonst als Aufbewahrungsraum für Apparate dienendes Nebenzimmer und für Versuche, die einen größeren Raum beanspruchen z. B. für solche mit der Eurekapistole oder dem Grimsehl'schen Doppelgeschütz eine sich unmittelbar anschließende leere Reserveklasse, öfter auch für Messungen mit Theodolith und Meßkette den Schulhof oder das freie Feld. In ähnlicher Weise wird an manchen Provinzialgymnasien die Raumfrage zu lösen sein, wenn nur der gute Wille vorhanden ist, sich nicht gleich durch die erste Schwierigkeit abschrecken zu lassen.

Für den ganzen Betrieb der Schülerübungen ist die Frage von ausschlaggebender Bedeutung, ob die Arbeitsweise in gleicher Front (even front) oder die regellose Arbeitsweise (irregular order) zu wählen sei, d. h. ob alle Gruppen gleichzeitig denselben Versuch an gleichen Apparaten anstellen oder ob sie mit verschiedenen Versuchen beschäftigt werden sollen. An den amerikanischen Schulen ist die Arbeitsweise in gleicher Front allgemein eingeführt; auch Hahn in Berlin und die Hamburger Physiklehrer sind, so weit es die vorhandenen Apparate gestatten, dazu übergegangen. Sie besitzt, wie Hahn und andere überzeugend dargelegt haben, große Vorzüge und ist überall da allein anwendbar, wo die Übungen mit dem Demonstrationsunterricht eng verbunden sind, ihn teils vorbereiten, teils ergänzen, und wo alle Schüler pflicht- oder gewohnheitsmäßig daran teilnehmen. Für das hiesige Gymnasium kam bei Einführung der Übungen einzig und allein die regellose Arbeitsweise in Frage, da zunächst nur die Apparate der recht lückenhaften Sammlung für den Demonstrationsunterricht zur Verfügung standen. Später, als die Staatsbehörde wiederholt in sehr dankenswerter Weise Beträge gewährte, die allein für die Schülerübungen bestimmt waren, erschien es doch nicht wohl ausführbar, zur Arbeitsweise in gleicher Front überzugehen, da die Zuwendungen stets unvorhergesehen erfolgten und mit der Bedingung verknüpft waren, in sehr kurzer Frist, ja von einem Tage bis zum nächsten, eingehende Vorschläge über die Verwendung der Mittel einzureichen. So war es unmöglich, sich rechtzeitig über die Apparate, die für Arbeiten in gleicher Front zweckmäßig und zugleich für die Anschaffung in

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

mehreren Exemplaren hinreichend billig sind, zu unterrichten und die Ausstattung der Übungssammlung nach einem einheitlichen Plan vorzunehmen. Es wäre demnach sehr zu wünschen, daß die Behörde dem Lehrer, dem sie seit einigen Jahren in der Einhaltung des Lehrplanes ein reichliches Maß von Bewegungsfreiheit gestattet, auch bei der Verwendung außerordentliche Geldzuschüsse freiere Hand ließe und für die Rechnungslegung eine etwas längere Frist bewilligte.

Ferner ist die Beschaffung mehrerer Exemplare derselben Instrumente in vielen Fällen zu kostspielig. Wohl haben Noack, Hahn, Grimsehl u. a. eine ganze Reihe sehr zweckmäßiger Apparate für Schülerübungen erdacht; aber was einfach und preiswert von erfinderischen Fachlehrern konstruiert ist, das nimmt nur allzu häufig, sobald es durch die Hand unserer bekannten Mechaniker gegangen ist, die Eigenschaften eines Präzisionsinstruments an, wenigstens im Kostenpunkte. Daß Selbstanfertigung über alle Geldschwierigkeiten hinweghelfen kann, läßt sich z. B. an dem Universalapparat von Müller in Brandenburg[1]) nachweisen, der, mit geringer Mühe und kaum 1 Mark Kosten hergestellt, sowohl im Demonstrationsunterricht wie im Praktikum treffliche Dienste leistet, während die Firma Kohl in Chemnitz, die ihn allerdings zu einem ausgezeichneten Präzisionsinstrument gestaltet hat, nicht weniger als 100 Mark dafür verlangt. Doch der Leiter der Übungen ist nicht allein Physiker, will es bei aller Liebe zum Fach wohl nicht einmal ausschließlich sein, er wird sich daher zu behelfen suchen, bis die neuen Forderungen die entsprechenden Mittel, um Übungen in gleicher Front durchzuführen, geschaffen haben.

Endlich gehört zum Arbeiten in gleicher Front Gleichheit der Einrichtungen an den Arbeitsplätzen und für alle Teilnehmer gleiche Zugänglichkeit der zum allgemeinen Gebrauch dienenden Hilfsmittel, kurz — was für die Einführung der Schülerübungen überhaupt als nicht durchaus notwendige Voraussetzung betrachtet wurde — ein eigens für den Zweck eingerichtetes Laboratorium. Denn arbeiten sämtliche Schüler nicht unter gleichen Bedingungen, so verschwinden für viele Übungen alle die Vorteile, die gerade der Arbeitsweise in gleicher Front nachgerühmt werden: die leichte Übersichtlichkeit, die Verhütung von Zeitverlusten und Umherlaufen durch Herbeischaffen von Nebenbestandteilen, die Vermeidung von Einzelbelehrungen und die Gleichmäßigkeit der Arbeitszeiten.

Aus allen diesen Gründen ist am hiesigen Gymnasium an der sogenannten regellosen Arbeitsweise festgehalten worden. Und wie sich aus jeder Not eine Tugend machen läßt, so hat sich hier herausgestellt, daß bei wahlfreier Beteiligung und in höheren Klassen diese Art der Beschäftigung ihre recht beachtenswerten Vorzüge besitzt. In unserem gesamten Unterrichtsbetriebe wird die Auswahl der Lehraufgaben allein durch den Lehrer getroffen, für den dabei die bestehenden Lehrpläne, die Angemessenheit des Stoffes für den Standpunkt der Schüler und der erziehliche Wert des Gegenstandes, in seltenen Fällen nur die Neigungen einzelner Schüler maßgebend sein werden. Im Praktikum können solche Wünsche eher Berücksichtigung finden. Da trat ein Teilnehmer an den Leiter mit der Bitte heran, in den Übungsstunden einige elektrische Apparare anfertigen und damit

[1]) Zeitschrift f. d. phys. und chem. Unterr., Bd. VIII, S. 194.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Versuchsreihen anstellen zu dürfen; ein anderer zeigte besondere Vorliebe für Messungen aus der Dynamik und bat, dabei länger verweilen zu dürfen, und ein dritter, der bereits im chemischen Kursus der Untersekunda durch Privatfleiß besonderes Interesse für Chemie bekundet hatte und von Obersekunda an $1^3/_4$ Jahre eifrig und mit Geschick dem regelmäßigen Gange der physikalischen Übungen gefolgt war, äußerte den Wunsch, sich durch analytische Untersuchungen mit den chemischen Eigenschaften der Stoffe eingehender vertraut zu machen. Höchstens in Bezug auf den ersten der drei Schüler könnte man den Einwand erheben, er wollte nur auf gefällige Experimente ausgehen — in der Tat hat er u. a. einen sehr brauchbaren Teslaapparat zustande gebracht —, eine Vermutung, die angesichts der Gründlichkeit des Schülers, die er stets in den mathematisch-naturwissenschftlichen Fächern betätigte, hinfällig ist. Jedenfalls erwuchs dem Leiter daraus, daß er die Wünsche bewilligte, weder erhöhte Arbeitslast, noch wurde der Gang der ordnungsmäßigen Übungen irgendwie gestört; im Gegenteil, die Schüler verstanden sehr wohl, sich selbständig zu informieren und zu behelfen, wodurch ihre Leistungen doppelt wertvoll wurden. Das sind allerdings nur Einzelfälle, Ausnahmen, die auch zugelassen werden könnten, wenn bei wahlfreier Beteiligung an den Übungen im allgemeinen die Arbeitsweise in gleicher Front eingehalten wird, immerhin sprechen sie dafür, daß wenigstens innerhalb eines Fachs eine gewisse Bewegungsfreiheit mit Berücksichtigung persönlicher Neigungen zugelassen werden darf. Diese Ansicht spricht auch Fischer in seiner Abhandlung über Haupt- und Tagesfragen des naturwissenschaftlichen Unterrichts aus: „es kann hier (auf der Oberstufe) der Physikunterricht die für die oberen Klassen so wichtige individuelle Berücksichtigung eintreten lassen.“ Häufigeres persönliches Eingreifen des die Übungen leitenden Lehrers erforderten die Arbeiten der Anfänger aus Obersekunda, so daß schon bei fünf Gruppen unliebsame Pausen und Unterbrechungen nicht ganz zu vermeiden waren. Es wurde daher als eine große Erleichterung empfunden, daß im letzten Jahre, als der Leiter selbst einige Erfahrung und Übung in der neuen Tätigkeit erlangt hatte, die dem Gymnasium zur Ableistung des Seminarjahres überwiesenen Kandidaten zur Unterstützung herangezogen werden konnten, selbstverständlich, nachdem sie sich durch Vorübungen mit den Apparaten und Experimenten bekannt gemacht hatten.

In den Klassen der Unterstufe ist erfahrungsmäßig der Drang nach praktischer Betätigung besonders stark, und alle, die sich mit der Frage der Schülerübungen befaßt haben, stimmen darin überein, daß die Schüler mit weit klareren Kenntnissen und lebhafterem Interesse in die Oberstufe eintreten würden, wenn man diesen Drang, anstatt ihn im planlosen Experimentieren auf eigene Faust verkümmern zu lassen, benutzte, dem Vergnügen über den gelungenen Versuch die Befriedigung an der gewonnenen Erkenntnis und das Streben nach deren Erweiterung hinzuzufügen. Die Einführung praktischer Übungen für Obertertia und Untersekunda wird daher von Hahn, Fischer und anderen besonders warm empfohlen. In der Tat ließen sich hier bei der Einfachheit und vielfach qualitativen Natur der Experimente Schülerversuche mit einfachen Mitteln leicht anstellen und könnten in passender Auswahl und bei entsprechender Beschränkung des Lehrstoffs selbst am Gymnasium in die Pflichtstunden verlegt werden. Selbstverständlich kommt auf dieser Stufe nur die

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Arbeitsweise in gleicher Front in Betracht. Wo freilich, wie an den meisten Anstalten kleinerer Städte, ein mit geeigneten Tischen ausgestattetes Physikzimmer fehlt, da wird man sich begnügen müssen, hin und wieder Schüler an den Experimentiertisch herantreten und eine Versuchsreihe wiederholen und erläutern zu lassen. Mit diesem schwachen Ersatz für allgemeine Klassenübungen mußte auch in der Unterstufe der hiesigen Anstalt bisher fürlieb genommen werden.

Der Verlauf einer Übungsstunde am Landsberger Gymnasium ist etwa folgender: Die Schüler finden beim Eintritt in die Klasse die erforderlichen Apparate und Gebrauchsgegenstände an ihren Plätzen vor. Da die Gruppen abwechselnd dieselben Übungen vornehmen, so werden zunächst alle Schüler mit den neuen Aufgaben bekannt gemacht und nötigenfalls mit geschriebenen oder gedruckten kurzen Anweisungen — etwa in der Weise Noacks — versehen. Dann beginnen die meistenteils messenden Versuche, deren Ergebnisse in bekannter Weise in Tabellenform gebracht oder graphisch dargestellt in die Schülerhefte eingetragen werden. Versuchsreihen, die nicht die ganze zweistündige Arbeitszeit in Anspruch nehmen, werden möglichst so zusammengestellt, daß zwei Gruppen ihre Plätze wechseln können. Häusliche Arbeiten und Berechnungen werden nicht verlangt.

Zusammenstellungen von physikalischen Schülerübungen sind in den letzten Jahren mehrfach veröffentlicht worden, so daß es sich erübrigt, ihnen hier eine neue hinzuzufügen. Die Bücher[1]) von Noack, Bremer, Hahn, Abraham, Schreber und Springmann, die Programmabhandlungen von Bohnert, Grimsehl, Glatzel, Kaiser und Leick, sowie zahlreiche Arbeiten dieser und anderer Verfasser in der Zeitschrift für den physikalischen und chemischen Unterricht enthalten ein reichhaltiges Material, das jeder Lehrer, der das Praktikum leitet, bald zu vermehren in der Lage sein wird.

Die Auswahl der Übungen wird bedingt durch den vorhandenen Apparat, dessen Beschaffung dem Lehrer im Anfang einige Schwierigkeiten bereitet. Wohl können manche einfachen Instrumente der Lehrsammlung, die zu messenden Versuchen geeignet sind und bei der Demonstration meist nicht voll ausgenutzt werden, zur Verwendung kommen; aber ausreichen werden sie schwerlich längere Zeit, selbst nicht bei abwechselnder Gruppenarbeit. Da leisten denn die Bücher Noack's und seine Abhandlungen in der Zeitschrift für den physikalischen Unterricht treffliche Dienste, und ganz bequem wird die Wahl gemacht durch die nach einzelnen Versuchen geordnete Zusammenstellung, die in dem Nachtrag der Preisliste von E. Leybold's Nachf. in Cöln a. Rh. enthalten ist. Auch der Katalog von Richard Müller-Uri in

---

[1]) Noack, Aufgaben für physikalische Schülerübungen. Berlin, Springer 1905.

Bremer, Leitfaden der Physik für die oberen Klassen der Realanstalten. Leipzig, Teubner 1904.

Hahn, Physikalische Freihandversuche, I und II. Berlin, Salle 1905 und 1907.

Abraham, Recueil d'expérieuces élémentaires de physique. Paris, Gauthier-Villars 1904.

Schreber und Springmann, Experimentierende Physik, 2 Bde. Leipzig, Barth 1905 und 1906.

Bohnert, Bericht über die Hilfsmittel für den physik. Unterricht usw., Jahresber. der Oberrealschule vor dem Holstentore in Hamburg 1904.

Grimsehl, Ausgewählte physik. Schülerübungen. Jahresber. der Oberrealschule auf dem Uhlenhorst in Hamburg. 1906 (auch als Sonderabdruck bei Teubner, Leipzig).

Glatzel, Leick, Kaiser a. a. O.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Braunschweig bringt eine nur weniger vollständige Übersicht Noack'scher Apparate. Man darf nur nicht, will man sparsam sein, jedes Gewicht, jeden Metallstab und Stahldraht von den genannten Firmen beziehen. Ausgezeichnet bewährt haben sich daneben die von E. Leybold's Nachf. in Cöln und Krüß in Hamburg angefertigten Apparate E. Grimsehl's, die in der schon erwähnten kleinen Schrift und in verschiedenen Artikeln der Poske'schen Zeitschrift beschrieben sind. Apparate wie z. B. das Goniometer, das Knallgasvoltameter, die Versuchsanordnungen für Bestimmung von Linsenbrennweiten, für Messung der Wellenlänge des Lichts führen bei größter Einfachheit und Übersichtlichkeit zu überraschend genauen Ergebnissen, sind daher als mustergiltige Übungsinstrumente zu bezeichnen. Auch Grimsehl's Eurekapistole und das Doppelgeschütz kommen im Praktikum erst voll zur Verwertung. Es würde zu weit führen, sollte auf die zahlreichen in der Zeitschrift von Poske gegebenen Ratschläge für Anschaffung und Selbstherstellung von Schülerapparaten eingegangen werden; es wäre ein großes und starkem Einspruch ausgesetztes Unterfangen, aus der Fülle des Geschafften das Geeignetste herauszusuchen.

Stets werden in den Schülerübungen Größen wie das spezifische Gewicht, Leitungswiderstand von Drähten, Linsenbrennweiten nach verschiedenen Methoden bestimmt. Solche Übungsreihen sind besonders wertvoll, wenn sie eine hervorragend wichtige Konstante, wie die Beschleunigung der Erdschwere oder die Horizontolintensität des Erdmagnetismus zum Gegenstand haben. Darum wurde am hiesigen Gymnasium g nicht nur durch Pendelschwingungen, sondern auch mit Hilfe des oben genannten Müller'schen Universalapparates und durch den sehr empfehlenswerten Demonstrationsapparat zum Nachweis des Gesetzes von der Erhaltung der Energie (Hilgers in Bonn) bestimmt. Die beiden letzten Methoden zeichnen sich dadurch aus, daß sie die Berechnung oder experimentelle Bestimmung des Trägheitsmomentes erfordern, einer Größe, die im Physikunterricht vielfach ohne rechte Anwendungen, oft ganz nebensächlich behandelt wird, als ob die Energie der Drehbewegung gegen die der fortschreitenden stets vernachlässigt werden dürfte. Findet man doch nicht selten in den Aufgabensammlungen Aufgaben, die etwa mit den Worten beginnen: „Eine Kugel (oder Walze) rollt eine schiefe Ebene hinab . . . . .," ohne daß in den Lösungen auf die kinetische Energie der Rotation die hier doch $^2/_7$ (bezw.) $^1/_3$ der Gesamtenergie beträgt, Rücksicht genommen würde! Der Hilger'sche Apparat besteht aus einem Rad, dessen Achse in horizontaler Lage an zwei Schnüren befestigt ist. Windet man das Rad bis zum höchsten Punkte empor, so rollt es beim Loslassen mit gleichförmig wachsender Geschwindigkeit abwärts und nach dem Abwickeln der Fäden vermöge der erlangten kinetischen Energie wieder aufwärts bis annähernd zur ursprünglichen Höhe. Die potentielle Energie im höchsten Punkte ist gleich der gesamten kinetischen Energie im tiefsten Punkte. Ist nun m die Masse, T das durch elastische Drehschwingungen bestimmte Trägheitsmoment des Rades, s die durchlaufene Strecke, v die Endgeschwindigkeit der fortschreitenden und ω die entsprechende Winkelgeschwindigkeit der Drehbewegung, so ergibt sich

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

$$mg\,s = \frac{1}{2} mv^2 + \frac{1}{2} T\,\omega^2.$$

Ist t die Fallzeit und n die Zahl der Umdrehungen, so ist

$$v = \frac{2\,s}{t},\ \omega = \frac{2\,.\,2\,n\,\pi}{t}$$

und daher schließlich

$$g = \frac{2\,s}{t^2} + \frac{8\,T\,(n\,\pi)^2}{ms\,t^2}$$

Ganz ähnlich gestaltet sich die Berechnung für den Müller'schen Apparat, nur das hier der an vertikaler Achse durch vier Fäden befestigte Ring nicht an der fortschreitenden Bewegung teilnimmt und einfache Berechnung des Trägheitsmoments gestattet. Auch die Bestimmung der Horizontalkomponente des Erdmagnetismus wird nach zwei verschiedenen Methoden durchgeführt. Einmal dient dazu das Noack'sche Schwingungsmagnetometer, dann eine von Kuhfahl[1]) konstruierte Polwage, wohl das einfachste und die genauesten Ergebnisse liefernde unter allen bisher für die Schule erdachten Instrumenten dieser Art. Obgleich das Moment ihres aus vier Stricknadeln zusammengesetzten Magneten im Laufe der Jahre abgenommen hat, liefert die Wage nach wie vor bis zur dritten Dezimalen genaue Ergebnisse.

Naturgemäß wird die Ordnung der physikalischen Übungen auch an humanistischen Anstalten durch den Lehrgang für den allgemein verbindlichen Unterricht festgelegt. An unserem Gymnasium werden an Stelle der Elektrostatik, die, im Sinne eines Lehrgegenstandes der Oberstufe betrieben, den Sekundanern Schwierigkeiten bereitet und darum dem Pensum der Prima zugeteilt ist, dem Magnetismus und Galvanismus die Grundbegriffe der Mechanik zur Einführung in das absolute Maßsystem vorausgeschickt. Diese Verlegung hat sich nicht allein im Physikunterricht trefflich bewährt, sie erweist sich auch vorteilhaft für das Praktikum, insofern nun die für den Anfänger unerlässlichen Übungen über Messen und Wägen in engen Zusammenhang mit dem Gang des Unterrichts zu bringen sind. Nur als Anwendung auf eine neue Art von Kräften erscheinen hiernach die Untersuchungen über Polstärke von Magneten und Feldstärke des Erdmagnetismus, die nun ihrerseits zu den Messungen an und mit der Tangentenbussole überleiten. Es folgen die mannigfachen messenden Versuche über Stromstärke, Widerstand, elektromotorische Kraft, Stromwärme, endlich einige qualitative Experimente über Elektrolyse, die Gelegenheit zu Exkursionen in das Gebiet der Chemie gewähren. Wie der allgemein verbindliche physikalische Unterricht, so können auch die Schülerübungen erst im letzten Vierteljahr des Schuljahres sich mit dem ausgedehnten Gebiet der Wärmlehre befassen: und das ist kein Nachteil, da ja die Wiederholungen in Prima Gelegenheit zum Ausbau und zur Ergänzung bieten und namentlich die Energielehre und die Mechanik der Gase erst die Voraussetzungen für die Behandlung der Wärmetheorie schaffen. In den vereinigten Primen überwiegen, dem Lehrplan entsprechend, in dem einen Jahre die Versuche aus Optik und Akustik, im anderen aus Mechanik, Wärmelehre und Elektrizität mit Ausschluß der Elektrostatik; doch ist, wie schon aus den früheren Ausführungen hervorgeht, das Arbeiten hier ein freieres, je nach Gelegenheit und

[1]) Zeitschrift f. d. phys. und chem. Unterricht. Bd. 17, S. 1.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Neigung vom Gang des Unterrichts abweichendes. Im Sommer wird der skizzierte Gang mehrfach durch Arbeiten unterbrochen, die nicht in das Gebiet der Physik gehören. Schon die einführenden Messungen geben Veranlassung, insgesamt oder in einzelnen Gruppen unter Führung eines Kandidaten im Gelände Horizontal- und Höhenbestimmungen mit Theodolith und Meßkette vorzunehmen, anfangs unter Zuhilfenahme geometrischer Konstruktion, später, wenn die Mathematik die erforderlichen Grundlagen geschaffen hat, mit trigonometrischer Berechnung der gesuchten Stücke. Und auch sonst, wenn Sonnenschein und blauer Himmel Lehrer und Schüler hinauslockt, wird dem Physikzimmer öfter der Rücken gekehrt; da geben die zahlreichen klaren Aufschlüsse der nahen Umgegend Landsbergs Gelegenheit zu geologischen Beobachtungen, die reichhaltige Mineralien- und Gesteinssammlung, die der norddeutsche Boden der Tätigkeit der in der Glazialzeit wirksamen Kräfte verdankt, wird nach Material und Anordnung untersucht, und die Oberflächenformen: Hochfläche und Bruchlandschaft, die Täler mit ihren Terrassenbildungen bieten Anlaß zum Eingehen auf kartographische Geländedarstellung durch Meßtischblätter und Generalstabskarten, sowie auf die geologische Entstehungsgeschichte der Heimat. Dem Einwand, solche Abschweifungen ließen die eigentlichen physikalischen Übungen zu kurz kommen, ist entgegenzuhalten, daß seine Berechtigung sich nur erweisen ließe, wenn eine wohl erwogene, scharf umschriebene Begrenzung des Übungsstoffes für die verschiedenen Arten höherer Schulen festgesetzt würde. Die Literatur läßt ein Streben dahin nicht erkennen, das auch verfehlt wäre in einem Unterrichtsgegenstand, der so wenig wie das Praktikum auf die Gewinnung eines bestimmten Maßes positiver Kenntnisse gerichtet zu sein braucht. Zweifellos fördert das physikalische Experiment, das für die Versuchsanordnung reifliche Überlegung, bei der Ausführung scharfe Beobachtung und nach der Beendigung eine Kontrolle unter Anwendung mathematischer, graphischer wie rechnerischer Hilfsmittel erfordert, in besonders hohem Grade das Beobachtungs- und Beurteilungsvermögen von Naturobjekten und Naturvorgängen. Doch bedeutet es gerade für den Gymnasiasten eine vielen erwünschte Erweiterung des Blickes und des Interesses, wenn er praktisch, d. h. in unmittelbarer Betätigung am Objekt, in Wissenszweige eingeführt wird, die im Lehrplan humanistischer Anstalten keinen Platz finden. Es braucht eben nicht alles, was in der Schule betrieben wird, nach Zeit und Umfang lehrplanmäßig festgesetzt zu werden, zumal wenn es sich um fakultativen Unterricht handelt.

Wie hat sich das skizzierte Verfahren in der Praxis bewährt? Mancher Schüler, der sich in der Erwartung allerhand hübscher Experimente zu den Übungen meldete, mag wohl im Anfang etwas enttäuscht worden sein, wenn er merkte, welche Anforderungen in Sorgfalt und Geduld an ihn gestellt wurden. Daß aber mit wachsenden Kräften auch Eifer und Interesse zunehmen, wird nicht nur durch die ganze Art des Arbeitens und die Erfolge fortgeschrittener Schüler bezeugt, dafür spricht auch die Tatsache, daß von den vor drei Jahren eingetretenen Teilnehmern nur zwei und zwar infolge von Krankheit in Unterprima zurückgetreten sind. Die übrigen haben bis zum Quartal ihrer Reifeprüfung regelmäßig mitgearbeitet, obgleich keiner von ihnen einen Beruf zu ergreifen gedenkt, für den weitergehende Kenntnisse in der Physik von unmittelbarem Nutzen wären. Zugleich ergibt sich hieraus, daß die

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Schüler, die sich fast alle außerdem noch an dem einen oder anderen fakultativen Unterrichtsgegenstand beteiligten, das Praktikum nicht als eine Überlastung empfanden. Mögen die Übungen zu ihrem Teile das Bedürfnis erwecken helfen, einen Teil der Erholung von anders gearteter Hauptarbeit in verständnisvoller Beschäftigung mit der Natur zu suchen, wie man andererseits von dem Manne der Naturwissenschaft und Technik erwarten muß, daß er an den Schöpfungen des Menschengeistes nicht teilnamlos vorübergehe.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf