3. Aus dem biologischen Unterricht in den Unter- und Mittelklassen.

Die folgenden Seiten bezwecken, wie auch schon aus der Überschrift hervorgeht, nicht etwa einen Überblick über den gesamten biologischen Unterricht der unteren und mittleren Klassen. Es sollen vielmehr nur ein paar wichtige Punkte aus ihm herausgegriffen werden.

a) Biologische Schülerübungen in den Unter- und Mittelklassen.

Der Begriff der Schülerübung wird meistens allzu eng gefaßt. Man wird gut tun, von Schülerübung stets dann zu sprechen, wenn die Unterrichtsanordnung darauf gerichtet ist, allen Schülern gleichzeitig das zu untersuchende Objekt (oder die Objekte) in der Weise zugänglich zu machen, daß an die Stelle der hinweisenden Belehrungen (Demonstrationen) an Einzelobjekten (Naturobjekten oder Bildern) die selbsttätige Beobachtung des Schülers am eigenen Objekte tritt. Darin scheint mir das Wesentliche der Schülerübungen zu liegen. Mit wieviel eigener manueller Betätigung des Schülers diese Selbstbeobachtung verbunden ist, ist bei dieser Definition gleichgültig. Auch ist es gleichgültig, wie lange diese Schülerübungen im einzelnen dauern.

Faßt man den Begriff so, dann ist es klar, daß der naturgeschichtliche Unterricht Schülerübungen schon so lange besitzt, wie es üblich ist, im botanischen Unterrichte Pflanzen oder Pflanzenteile zur Untersuchung auszuteilen. Man sieht daraus, daß nicht dem chemischen Unterricht, wie wohl meistens angenommen wird, die Priorität in der Einführung der Schülerübungen zukommt, sondern dem biologischen. Und, was von besonderer Bedeutung ist, die Biologie kennt die „Übungen“ von jeher, wie ja auch gar nicht anders möglich, als integrierenden Bestandteil des Unterrichts, während die Chemie und später die Physik die Übungen (das Praktikum) meistens als ein wahlfreies Anhängsel einführen mußten. Dementsprechend hat sich dann wohl nicht selten das chemische Praktikum so entwickelt, daß es als eine Sache erscheinen konnte, die mehr der künftigen Fachbildung des Schülers vorzuarbeiten als der allgemeinen Geistesbildung zu dienen schien. Daß diese Entwicklung nicht richtig ist, wird heute wohl allgemein anerkannt, und wo sie bestand, ist sie gegenwärtig gewiß überall rückgängig gemacht. Wenn nun neuerdings biologische Übungen in den Oberklassen nach dem Muster des chemischen Praktikums als wahlfreier Anhang zum eigentlichen Unterricht eingeführt wurden, so verdient es hervorgehoben zu werden, daß damit die bewährte Tradition

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

der Biologie verlassen ist. Die Übungen gehören als notwendiger Bestandteil in den Unterricht hinein; wo es möglich ist, soll sich der übrige Unterricht auf den Ergebnissen der Übungen aufbauen. Freilich muß, damit in ihm die Übungen genügend ausgebaut werden können, dem Fache eine entsprechende Unterrichtszeit zugemessen werden. Durchführung des biologischen Unterrichts durch alle Klassen mit 2 Wochenstunden wird deshalb nach wie vor das Programm aller derjenigen sein müssen, die für die volle Ausnutzung des Bildungswertes der biologischen Fächer eintreten.

Beschränken wir uns nunmehr auf die Betrachtung der Unter- und Mittelklassen, so erhebt sich die Frage: In welcher Weise können die Übungen weiter ausgebaut werden? Diese Frage soll hier auf Grund längerer eigener Erfahrungen behandelt werden.

Wie schon bemerkt, gründen sich die Prioritätsansprüche der Biologie in Sachen der Schülerübungen auf der schon lange als notwendig erkannten Verteilung lebender Pflanzen oder Pflanzenteile an die Schüler. Auf diese heute selbstverständliche Sache brauchen wir hier nicht weiter einzugehen. Dabei gelangen natürlich gelegentlich auch Früchte und Samen mit zur Verteilung. Weniger verbreitet scheint dagegen die Einrichtung zu sein, daß gewisse Früchte und Samen in getrocknetem Zustande andauernd in solcher Zahl in der Sammlung vorrätig gehalten werden, daß jeder Schüler mit wenigstens einem Exemplar versehen werden kann. Es ist klar, daß auf diese Weise ein besserer Vergleich der Fruchtformen, also eine bessere Übersicht erzielt werden kann, ganz abgesehen davon, daß sich gelegentlich (z. B. beim Vergleich der echten Kastanie nebst Cupula und der Roßkastanie nebst Fruchtschale) auch sehr nützliche Begriffsübungen an solche Vergleiche knüpfen lassen. In anderen Fällen wieder lassen sich kleine hier nicht näher zu erörternde Experimente ausführen, z. B. mit den Früchten des Ahorns, der Ulme, der Birke, des Löwenzahns, den Fruchtständen der Linde, den Samen der Kiefer und Fichte, den Fruchtteilen des Reiherschnabels (Erodium cicutarium, besser E. gruinum). Eine überaus nützliche und für die Schüler recht interessante Übung ist das Sortieren eines Gemisches verschiedener Getreideähren (Roggen, Gerste, begrannter und unbegrannter Weizen) oder verschiedener Getreidefrüchte (Mais, Roggen, Weizen, Gerste, Hafer), denen auch noch andere Sämereien beigemengt werden können. Bei diesen Sortierübungen ist es praktisch, die Unterschiede nicht vorher, sondern nach dem Sortieren zu besprechen. Natürlich muß die Richtigkeit in der Verteilung der Ähren oder Getreidekörner festgestellt werden. Zum Schluß kann ver-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

langt werden, daß die Haufen verschiedener Körner oder Ähren in bestimmter Reihenfolge auf dem Tische angeordnet werden. Auch lassen sich leicht Methoden ersinnen, um die Schüler in einer späteren Stunde mittels des gleichen Materials daraufhin zu prüfen, ob sie die Objekte nun richtig zu benennen vermögen. Ähnliche Mischungen und Entmischungen können natürlich auch mit anderen Früchten oder Samen vorgenommen werden. Unnötig sind ganz gewiß dergleichen einfache Unterscheidungs- und Erkennungsübungen nicht, besonders viel Zeit beanspruchen sie auch nicht. Es kann hier nicht die Aufgabe sein, erschöpfend darzustellen, was alles mit einer solchen Fruchtsammlung[1]) zu leisten ist. Nur ein Verzeichnis von einigen wichtigen Früchten und Samen sei hier noch angeschlossen. Es sind die folgenden: Akelei, Goldregen, Raps, Schwertlilie, Stechapfel (ohne Samen), Kornrade. Bilsenkraut (ohne Samen), Mohn, Roßkastanie, Sonnenblume, Ulme, Ahorn, Birke, Eiche, Buche, Hasel, Hainbuche, Edelkastanie (die letzten 5 mit Cupula), Erle (Fruchtzapfen), Linde (Fruchtstand), Reiherschnabel (Fruchtteile), Fichte, Kiefer (von diesen beiden Zapfen und Samen), Feuerbohne, weiße Bohne, Erbse, Lupine (von den 4 letzten die Samen). — Ob auch noch andere Pflanzenteile, z. B. Hölzer, in zahlreichen Stücken gesammelt werden sollten, um in ähnlicher Weise benutzt zu werden, wäre noch zu erwägen.

Wie die lebenden Pflanzen, so lassen sich auch niedere Tiere lebend in der Klasse verteilen. Die Haltung lebender Tiere in der Schule ist ja eine längst anerkannte Forderung. Wie aber, falls es sich um kleinere Tiere handelt, die Beobachtung durch alle Schüler erfolgen soll, davon hört man weniger. Seit mehreren Jahren verfahren wir an der Oberrealschule auf der Uhlenhorst bei der Durchnahme von Wassertieren so, daß je 2 Schüler zusammen ein kleines viereckiges Aquarium[2]) mit 1—3 Tierarten zur Beobachtung erhalten. Bei einer Klasse von 40 Schülern sind dann allerdings 20 Aquariengläser notwendig. Angenommen, Larven von Aeschna oder Libellula sollen beobachtet werden. In jedes Glas tut man dann außer dem Wasser etwas gewaschenen Sand, dazu je 1 Tier. Die Schüler können, wenn man ihnen ein Holzstäbchen zur Berührung und Aufscheuchung des Tieres gibt, an dem Aufwirbeln des Sandes sehr gut den aus dem Enddarm austretenden Wasserstrahl beobachten; gelegentlich glückt es auch, zu sehen, wie der Wasserstrahl, die Wasseroberfläche durchbrechend, in die Luft geschleudert wird.

[1]) Die Früchte werden nicht in offenen Schachteln, sondern in geschlossenen Holzkasten aufbewahrt.

[2]) Querschnitt 7 × 12, Höhe 13 cm.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Ferner sind die dem ständigen Wasserwechsel im Enddarm dienenden Atembewegungen gut zu erkennen. Bringt man geeignetes Futter (große Wasserflöhe, kleine Asseln) in die Gefäße, so ist die Tätigkeit der sog. „Maske“ leicht zu beobachten. Wie der Lehrer an diese Beobachtungen anknüpfen kann, soll hier nicht erörtert werden. Im übrigen wird auch hier eine kleine Liste von leicht zu erlangenden niederen Tieren (einschließlich einiger Landtiere) genügen. Was an ihnen zu beobachten ist, wird jeder unterrichtete Leser sofort erkennen. Zu empfehlen sind: Schwimmkäfer, Wasserkäfer, Wasserläufer, Wasserskorpione, Rückenschwimmer, Ruderwanzen, Stabheuschrecken, Raupen, Mehlwürmer (auch Puppen), Mückenlarven (auch Puppen), Aeschnalarven, Libellulalarven, Agrionlarven, Eintagsfliegenlarven, Köcherjungfern, Wasserspinnen, Wasserasseln, Mauerasseln, Wasserflöhe, Hüpferlinge, Flußkrebse, Wasserschnecken, Weinbergschnecken, Muscheln, Egel, Regenwürmer, Strudelwürmer, Süßwasserpolypen, Aktinien. Das nötige Material wird sich größtenteils leicht auf kleinen Exkursionen mit den Schülern sammeln lassen. Auch werden einzelne Schüler allein oder in kleinen Gruppen gern zu seiner Ergänzung beitragen. Trotzdem wird es bei großen Klassen oft nicht gelingen, die nötige Zahl von Tieren für das vorher beschriebene Verfahren zu erlangen. Ja, es ist gar nicht einmal wünschenswert, die Umgebung der größeren Städte, die ohnehin so sehr an lebenden Naturobjekten verarmt, noch stark zu plündern. Dann kann man aber auch mit einer geringeren Zahl von Tieren auskommen. Die Klasse wird zu dem Zwecke in mehrere (2, 3, 4) Abteilungen geteilt, die Aquarien werden entsprechend verschieden besetzt und unter den Gruppen ausgetauscht. Auf diese Weise läßt sich das ganze auf einer Exkursion gesammelte Material in 1—2 Stunden der Beobachtung der Schüler zugänglich machen.

Eine besondere Erwähnung verdienen noch die Stabheuschrecken und Aktinien. Von den ersteren halten wir die Arten Dixippus morosus (Ostindien) und Bacillus rossii (Südeuropa), deren Eier im Handel zu haben sind[1]) und die sich außerordentlich leicht weiterzüchten lassen (Futter: verschiedene Rosaceen, z. B. das auch im Winter zu erlangende Brombeerlaub, Tradescantia usw.). Bemerkenswert ist neben den allgemein bekannten Eigenschaften ihre Fortpflanzung durch Parthenogenese. Was die Aktinien betrifft, so halten wir seit einigen Jahren Actinia equina in solcher Zahl im Aquarium, daß die meistens an den lose im Aquarium liegenden Steinen haftenden Tiere sich mit den Steinen in die genannten Aquariengläser befördern und verteilen lassen. Es lassen sich dann Fütterungsversuche und anderes mit ihnen vornehmen.

[1]) Unsere Schule verdankt beide Arten Herrn Lehrer O. Kröber.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Von ganz besonderer Wichtigkeit scheint es mir zu sein, die zoologischen Sammlungen so auszugestalten, daß das Austeilen von „Massenpräparaten“ recht häufig den Demonstrationsunterricht unterbricht. Ich gehe so weit, zu behaupten, daß bei der Neugründung einer Sammlung die zur Verfügung stehenden Geldmittel für manche Tiergruppen besser zum Ankauf von geeigneten Behältern (Gläser, Kasten) für die Aufnahme selbstgesammelten Massenmaterials als zur Anschaffung der kostspieligen Einzelpräparate unserer Lehrmittelhandlungen („Biologien“ usw.) verwendet werden sollten. Die damit verbundene zeitraubende Tätigkeit der Sammlungsverwalter sollte freilich mehr als bisher bei der Festlegung ihrer wöchentlichen Stundenzahl berücksichtigt werden.

Zur Aufbewahrung der auszuteilenden Objekte dienen in der Sammlung der Oberrealschule auf der Uhlenhorst je nach Beschaffenheit der Gegenstände Holzkasten (2 Größen: 26 cm lang, 16 cm breit, 7 cm hoch; 26 cm lang, 16 cm breit, 13 cm hoch) in der Art von Zigarrenkisten oder dickwandige Röhrengläser mit flachem Boden.[1]) Werden die flachen Holzkasten mit Torf ausgelegt, so können auch gespießte Insekten darin aufbewahrt werden. Die Röhrengläser werden durch gut schließende Korkstöpsel verschlossen und nebeneinander senkrecht stehend in viereckigen Gläsern (unten Watte!) oder oben offenen Holzkasten untergebracht. Hauptsächlich dienen die Röhrengläser zur Aufnahme von feuchten Präparaten. Sie werden dann zuerst durch einen festen Wattepfropfen verschlossen, der so weit abwärts geschoben wird, daß sich keine Luft mehr unter ihm befindet. Dann erst folgt der Korkverschluß. Als Aufbewahrungsflüssigkeit dient Formaldehyd (2 %), seltener Alkohol (70 %). Der Wattepfropfen bietet den Vorteil, daß auch bei gelockertem Korkstöpsel keine Flüssigkeit austreten kann. Natürlich können die Korke durch Paraffinieren oder Überziehen mit Gelatine (bei Spirituspräparaten) noch besonders gedichtet werden. Versuche mit zuzuschmelzenden Flachröhren nach v. Koch[2]) habe ich bisher nicht gemacht, weil mich die unbequeme Verschlußmethode mit Rücksicht auf die große Zahl der für meine Zwecke erforderlichen Präparate abschreckte. Ich muß auch gestehen, daß ich die Verzerrung der Bilder durch die starkgewölbten Gläser im allgemeinen nicht so unangenehm empfunden habe, wie es oft dargestellt wird.

[1]) Größen:

17 cm lang, 42 mm weit,	8 cm lang, 8 mm weit,
15 „ „ , 22—24 mm weit,	8 „ „ , 6 „ „ ,
15 „ „ , 15 mm weit,	7 „ „ , 12 „ „ .

[2]) Genau beschrieben in Voigt, Max, Die Praxis des naturkundlichen Unterrichts. Leipzig 1909.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Was die Befestigung der Objekte in den Röhren anbetrifft, so bedürfen manche dessen überhaupt nicht, andere klemmen sich durch ihre eigene Dicke im Glase fest, noch andere sind leicht durch Glasfäden und Glasröhren, die durch oder in das Objekt geschoben werden, zu fixieren. Handelt es sich um mehrere getrennt zu haltende Gegenstände in einer Röhre, so könnte man diese nach v. Koch mittels Photoxylin[1]) auf einen Glimmerstreifen kleben, falls Alkohol als Aufbewahrungsflüssigkeit dient. Doch habe ich, wieder mit Rücksicht auf die große Zahl der nötigen Präparate, den einfacheren Weg gewählt, die Objekte (z. B. Larve, Puppe, fertiges Insekt) durch Wattepfropfen zu trennen.

Ich gebe nun zuerst eine Liste derjenigen Objekte, welche in unserer Sammlung in größerer Zahl zum Verteilen bereit liegen oder bei denen doch der Anfang dazu gemacht ist.

Wirbeltiere: Katzenschädel, Hundeschädel, Vorderzähne und Backenzähne vom Rind, halbierte Vorderzähne vom Rind, Backenzähne vom Schwein, Gänsefedern, Molche, Froschlaich, verschiedene Stadien der Froschmetamorphose, enthäutete Froschschenkel (Muskeln!), Stichlinge, Glasaale, Bachneunaugen, Wirbel und Wirbelsäulenabschnitt von Dorsch und Schellfisch, Querschnitte durch einen Haifischschwanz.

Weichtiere: Miesmuschelschalen, Sumpfschneckenschalen.

Insekten: Maikäfer, Schmetterlinge, Fliegen, Heuschrecken, Wespen, Bienen (Arbeitsbienen, Drohnen, Königinnen), Bienenzellen (3 Arten!), Wespenmetamorphose, Mehlkäfermetamorphose, Raupe und Puppe vom Kohlweißling, Weidenbohrerraupen, Libellen, Libellenlarven, Köcherjungfern ohne Gehäuse, Gehäuse von Köcherjungfern, Fraßstücke vom Kiefernbastkäfer.

Tausendfüßer, Spinnen, Krebse: Lithobius, Julus, tropische Skolopender, Kreuzspinnen, kleine Flußkrebse (Brustpanzer auf einer Seite abgetragen, 1 Bein mit Kieme losgelöst), Wasserasseln, Mauer- und Kellerasseln.

Würmer, Stachelhäuter, Hohltiere: Nereis, Regenwürmer, Blutegel, Seeigelskelette, dazu Kauapparate, kleine Seesterne (in Formaldehyd konserviert, dann getrocknet), Schwämme (in Formaldehyd konserviert, dann getrocknet).

Es ist leicht, noch sehr viele Gegenstände zu nennen, die, in größerer Zahl gesammelt, mit Nutzen verteilt werden können. Doch habe ich mich absichtlich auf die Nennung solcher Dinge beschränkt,

---

[1]) Zum Aufkleben von Objekten auf Glas (für Einzel-Schaupräparate) habe ich das Photoxylin selbst oft benutzt.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

bei denen in unserer Sammlung wenigstens der Anfang zur Aufspeicherung von Massenpräparaten gemacht ist.

Zu der Liste seien noch ein paar kurze Zusätze gemacht. Manches von den Objekten eignet sich zum Zeichnenlassen, so z. B. die halbierten Vorderzähne des Rindes, die Stichlinge, die Bachneunaugen, die Fischwirbel, die Querschnitte durch den Haifischschwanz, die Weidenbohrerraupe, die Wespe, die Libelle, der Skolopender. Ganz besonders lehrreich ist der Querschnitt durch den Haifischschwanz (Rückenmark, Aorta, Vene, Muskulatur). Die Froschschenkelpräparate stammen aus den Schülerübungen der Oberprima. Die an der See leicht zu sammelnden Miesmuschelschalen (mit nicht zerbrochenem Ligament) werden am Tage vor dem Unterricht ins Wasser gelegt; dadurch verliert das Ligament seine Brüchigkeit wieder. Andere Muscheln sind, wenn leicht in großer Zahl zu erlangen, natürlich ebensogut brauchbar. Die Schneckenschalen können, um die Windungen zu zeigen, einseitig zertrümmert oder durchgesägt werden.

Die Maikäfer sind nicht getrocknet und zerlegt, sondern liegen in Formaldehyd (2 %). Zum Gebrauch wird der Formaldehyd einigermaßen durch Wasser verdrängt; die feuchten Tiere werden mittels einer Stahlnadel durch den ersten Brustring gespießt und auf je einem großen, flachen Korkstöpsel befestigt. Jeder Schüler erhält ein Exemplar, dazu etwa 6 Stahlnadeln. Es ist nun möglich, den Körperbau eingehend zu untersuchen, ohne das Tier zu zerlegen. Eine Zerlegung erscheint mir unnötig und wegen der sich ergebenden unästhetischen Bilder auch nicht ratsam. Wohl aber lassen sich die Flügel mittels der beigegebenen Nadeln ausspannen, und zwar, ohne daß sie durchstochen werden. Nach der Untersuchung können die Flügel wieder in ihre Ruhelage gebracht werden, so daß das von der Nadel abgenommene Tier meistens auch in späteren Jahren noch für die gleiche Untersuchung verwendbar ist. Eine solche Untersuchung halte ich für nützlicher als das einfache Betrachten getrockneter, womöglich fertig zerlegter Tiere. In ähnlicher Weise werden die Heuschrecken (große Art) aufbewahrt und benutzt. Bei ihnen könnte man vielleicht auch eine (makroskopische) Präparation der Mundwerkzeuge vornehmen. Fliegen, Wespen, Bienen sind fertig gespießt und z. T. gespannt. Sie sollen nur betrachtet oder verglichen werden. Zur Verteilung werden sie auf den schon erwähnten Korkscheiben befestigt. Die Schmetterlinge sind mit zusammengelegten Flügeln getrocknet und werden zur Untersuchung in der bekannten Weise (auf feuchtem Sand unter Glas) aufgeweicht und gespießt. Der Rüssel läßt sich dann abrollen. Die Weiden-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

bohrerraupen sind vorzüglich geeignet zur Demonstration der Stigmen, aber auch zur Untersuchung der Afterfüße, sie liegen einzeln in Röhren mit Formaldehyd (2 %). Tropische Skolopender, die wegen ihrer Größe sehr gut verwendbar sind, erhält man dann und wann von Schülern, die Beziehungen zum überseeischen Schiffsverkehr haben. Die Seeigelskelette sind in Naturalienhandlungen für geringen Preis in großer Zahl zu haben. Doch hat man darauf zu achten, daß das Afterfeld nicht zerstört ist. Auf die Darlegung weiterer Einzelheiten will ich hier verzichten.

Was die mikroskopischen Übungen betrifft, so habe ich mich davon überzeugt, daß, besonders wenn die Klasse klein ist, d. h. nur bis 24 Schüler enthält, solche Übungen in beschränktem Maße schon in der Obertertia möglich sind. Der Unterricht findet dann nicht in der Klasse, sondern im Übungszimmer statt. Ich ließ z. B. Infusorien, Süßwasserpolypen und Wasserflöhe beobachten. Je 2 Schüler erhalten dann 1 Mikroskop. Es ist aber natürlich hier mehr als in der Oberprima auf peinliche Ordnung zu achten. Leise geführte Unterhaltungen sollen damit selbstverständlich nicht untersagt sein. Die Schüler müssen aber mehr als in der Oberstufe auf Kommando arbeiten. — Hat die Klasse etwa 36 Schüler, so muß sie in 3 Abteilungen geteilt werden. Die 12 Mikroskope mit den fertigen Präparaten werden dann in der Klasse auf die 3 Fensterbänke verteilt. Abteilung I wird von II, II von III abgelöst. Die nicht am Mikroskop beschäftigten Abteilungen werden anderweitig beschäftigt, etwa durch Zeichnen nach Tafelskizzen oder Wandbildern. Der Lehrer beschäftigt sich natürlich in erster Linie mit der beobachtenden Abteilung. Besitzt die Schule die schon im Abschnitt 2b geforderten mikroskopischen Massenpräparate, so sind auch diese z. T. schon in den Mittelklassen verwendbar. Jedenfalls dürften diese Andeutungen genügen, um zu zeigen, daß auch mikroskopische Schülerübungen in den Mittelklassen in beschränktem Maße möglich sind.

Nicht unerwähnt lassen kann ich endlich die häufig bei uns ausgeführten Bestimmungsübungen an Pflanzen, mit denen wir gelegentlich schon in der Quinta befriedigende Versuche gemacht haben. Hauptsächlich werden sie aber von der Quarta an aufwärts, besonders in der Quarta und Untertertia, vorgenommen. Da sich eine „Flora“ unter den offiziell eingeführten Schulbüchern nicht befindet, so sind aus Mitteln der Bibliothek 27 Exemplare von K. Kraepelins Exkursionsflora angeschafft. Diese werden an die Schüler verteilt. 50 einfache Lupen[1]) für die Untersuchung kleinblütiger Pflanzen liegen zur Verteilung bereit.

[1]) Diese Lupen dienen auch zoologischen Untersuchungen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

So viel über unsere praktischen Versuche, den Unter- und Mittelklassen die Schülerübungen mehr als bisher zugänglich zu machen! Nur um Anfänge handelt es sich hierbei. Es steht außer Frage, daß noch manches Gebiet sich den Schülerübungen erschließen läßt. Ganz sicher gilt das von pflanzenphysiologischen Versuchen. Weniger überzeugt bin ich von der Durchführbarkeit zootomischer Übungen in den Mittelklassen, es sei denn, daß man das vereinfachte Verfahren anwendet, von dem im Abschnitt 2b die Rede war. Da es aber nicht meine Absicht ist, hier auf Dinge einzugehen, die ich noch nicht erprobt habe, so mag dieser kurze Hinweis genügen.

b) Der botanische Unterricht in der Sexta.

Als zu Ostern 1907 mir auf meinen Wunsch nach vieljähriger Unterbrechung wieder einmal der naturgeschichtliche Unterricht in einer Sexta übertragen war, habe ich mich daran gemacht, einen mir vorschwebenden Plan zur Abänderung des bisher bei uns üblichen botanischen Unterrichts dieser Klasse innerhalb der Grenzen des geltenden Lehrplanes praktisch zu erproben. Der eine leitende Gedanke bei der Ausarbeitung des Planes war, die vom Lehrplan geforderte Beschreibung von Pflanzen nach Bau und Lebenserscheinungen in erster Linie so zu gestalten, daß die Kinder die höhere Pflanze wirklich als **lebendes Wesen** erkennen. Diese Erkenntnis ist meiner Meinung nach die Vorbedingung, durch die die weitere Frage: „Wie **verschieden** gestaltet sich die Lebensweise der höheren Pflanzen?“ erst ihre Berechtigung gewinnt. Man geht aber, wie ich meine, allzu oft über den ersten Punkt mit so kurzen Bemerkungen hinweg, daß das **Leben** der Pflanze trotz aller sogenannten „biologischen Behandlung“ des Stoffes recht in den Hintergrund tritt. Und doch ist es möglich, schon einem Sextaner in einfacher Weise anschaulich zu machen, daß die Pflanzen leben wie wir selbst.

Der zweite leitende Gedanke war der, daß es bereits in der Sexta ermöglicht werden müsse und könne, die Kinder zur **Selbsttätigkeit** auf dem im Unterricht behandelten Gebiete anzuregen. Das kann aber durch nichts besser geschehen als durch im Unterricht ausgeführte Pflanzenkulturen und Experimente an Pflanzen[1]), die so einfacher Art sind, daß die Kinder sie leicht nachmachen können. Es ist klar, daß beide Ziele, nämlich die Vermittlung der Erkenntnis,

[1]) Pflanzenphysiologische Versuche für die unteren Klassen hat kürzlich auch M. Garbsch empfohlen und zusammengestellt. Programm der Oberrealschule zu Breslau 1908.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

daß die Pflanze ein lebendes Wesen ist, und die Anregung zur Selbsttätigkeit durch die gleichen Mittel zu erreichen sind.

Nun ist aber die Behandlung der Lebenstätigkeiten verknüpft mit der Betrachtung der Organe, die diesen Verrichtungen dienen. Es führt also die physiologische Fragestellung mit zwingender Notwendigkeit auch zur morphologischen Behandlung der Pflanzen. Denn es ergibt sich beispielsweise sozusagen von selbst, daß an die Besprechung der Hauptaufgaben der Blätter eine Übersicht über ihre verschiedenen Formen und ihre Umgestaltung zu anderen Zwecken angeknüpft wird. In dieser Weise lassen sich Wurzel, Stengel und Blatt in der Sexta mit gutem Erfolge behandeln. Anders steht es mit der Morphologie der Blüte; diese sollte der Quinta und den folgenden Klassenstufen vorbehalten bleiben. Ich befinde mich hier im Gegensatze zu dem weitverbreiteten Verfahren, wonach in den Pflanzenbeschreibungen der Sexta bereits genau so viel Gewicht auf den Bau der Blüte gelegt wird wie in der Quinta. Zwar soll auch nach dem hier vorgelegten Plane die Blüte nicht völlig vernachlässigt werden. Als „Fortpflanzungsorgan“ ist sie auch für den Sextaunterricht von größter Bedeutung. Aber man kann (und sollte) verzichten auf die Einprägung der Unterschiede der Blütenformen und dieses Thema den folgenden Klassenstufen überlassen, denn die Betrachtung der Wurzeln, Stengel und Blätter und ihrer Aufgaben liefert mehr als ausreichenden Stoff für die Sexta. Auf diese Weise wäre auch wenigstens für die Sexta eine einigermaßen scharfe und, wie mir scheint, natürliche Abgrenzung des Stoffes erreicht. Damit hört das für einen folgerichtigen Unterricht so schädliche Schwanken bei der Verteilung der Pflanzen auf Sexta und Quinta auf. In das Sextapensum gehören jetzt alle dem Sextaner leicht zugänglichen einheimischen oder allgemein kultivierten Pflanzen, an denen sich irgend etwas über Ausbildung oder besondere Aufgaben von Wurzeln, Stengeln und Blättern lernen läßt. Bei einem solchen Vorgehen ist es durchaus nicht notwendig, auf Beschreibungen ganzer Pflanzen zu verzichten. Die Beschreibungen sind ein ausgezeichnetes Mittel, den Schüler an konkreten Dingen zu geordneter Wiedergabe seiner Beobachtungen zu erziehen. Aber zur Veranstaltung solcher Sprechübungen sind ja die Einzelheiten der Blüte keineswegs nötig. Auch liefern hierfür die anzustellenden Versuche und ihre Ergebnisse reichlichen Stoff.

Die hier gemachten Vorschläge decken sich im wesentlichen mit dem, was K. Kraepelin in der Vorrede (S. IV) zur 7. Auflage (1908) seines „Leitfadens für den botanischen Unterricht“ über den Unterricht in der Sexta und Quinta sagt. Nur darin liegt ein Unterschied, daß

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Kraepelin sich die allgemeinen Lebenstätigkeiten der Pflanze in einer „kurzen Einleitung“ behandelt denkt, während sie nach meinem Dafürhalten eben nicht so kurz abgetan werden dürfen, wenn das Bestreben des Lehrers, die Pflanze als lebendes Wesen hinzustellen, beim Schüler Eindruck machen soll. Was in dem genannten Leitfaden auf S. 1—5 dargestellt ist, kann deshalb nur als das Endergebnis eines hierauf gerichteten längeren Lehrganges angesehen werden. Sehe ich aber davon ab, daß ich mehr, als das von Kraepelin zum Ausdruck gebracht wird, die Lebenstätigkeiten der Pflanzen in den Vordergrund rücken möchte, so kann ich auch für den von mir vorgeschlagenen Sexta-Lehrgang wohl den Kraepelinschen Ausdruck akzeptieren: „Morphologie der vegetativen Organe, erläutert durch die Mannigfaltigkeit der Funktion“ (Vorrede S. IV). Die Seiten 6—27 des „Leitfadens“ stellen die Zusammenfassung dessen dar, was in der Sexta nach dieser Richtung allenfalls erarbeitet werden kann.

Im folgenden soll nun kurz angedeutet werden, welche Objekte und welche damit vorzunehmenden Versuche sich eignen, die Pflanze als lebendes Wesen vorzuführen. Ich denke mir den Unterricht eingeleitet durch die Betrachtung eines Baumes und seiner Teile. Daran schließt sich die Frage nach den Aufgaben dieser Teile. Von Hörensagen werden die Schüler schon allerlei zu wissen glauben, einige eigene Erfahrungen aus der „Blumenpflege“ werden auch mit zur Bildung der mehr oder weniger richtigen Urteile beitragen. Vor allem wird die Frage nach der Ernährung sich ganz von selbst in den Vordergrund drängen. Um darüber etwas zu beobachten, müssen wir uns junge Pflanzen verschaffen. Die Rede wird unter anderem auf die Vermehrung der Pflanzen durch Samen kommen. Nun werden gequollene Bohnen (Feuerbohnen) untersucht und ihre Keimung (in Erde) wird beobachtet. Gleichzeitig wird eine größere Zahl für die gleich zu beschreibenden Versuche in feuchte Sägespäne oder feuchten Sand gelegt. Ein Vergleich der Bohnenuntersuchung und des Keimungsvorganges führt zum Ergebnis, daß ein Samenkorn nichts weiter ist als eine in einer „Schale“ verpackte junge Pflanze, die in unserem Falle ausgezeichnet ist durch 2 große, dicke Anhängsel, die Keimblätter. Aus der Bedeutung der letzteren in der Ernährung des Menschen kann eine Vermutung betreffs ihrer Aufgabe für die Keimpflanze abgeleitet werden. Das Dünnerwerden der Keimblätter bei der Keimung und schließlich ihr Zerfall bestätigt diese Vermutung.

Es ist nun zu zeigen, daß diese von der Mutterpflanze mitgebrachte

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Nahrung (Stärke, Eiweiß) nicht als Nahrung der heranwachsenden Bohnenpflanze ausreicht. Zu diesem Zwecke werden etwa 4 junge Keimpflanzen (aus den Sägespänen) mittels eines grobmaschigen Stoffes oder mittels Kork und Watte so in „Hyazinthengläsern“ („Zwiebelgläsern“) über Wasser (Brunnenwasser, Leitungswasser) befestigt, daß ihre Wurzelspitzen in das Wasser ragen. Es wird gelingen, von diesen Pflanzen nach einiger Zeit 2 solche auszuwählen, die sich deutlich, aber nicht gerade übermäßig, voneinander in ihrer Entwicklung unterscheiden. Diese Auswahl soll zu einer Zeit geschehen, wo die Wurzelspitze erst etwa die Mitte des Glases erreicht hat. Nun wirft man in das Wasser der schwächeren Pflanze ein wenig Gartenerde. Der Erfolg ist, daß die Pflanze, obwohl ihre Wurzeln gar nicht mit der Erde in Berührung waren, sich kräftiger entwickelt als die andere, die anfangs kräftiger war. Schließlich wird der Unterschied so groß, daß man an der Pflanze ohne Erde deutlich „Hungerwirkung“ erkennt. Zweierlei lehrt der Versuch: einmal, daß die Erde Nahrung liefert, sodann, daß diese Nahrung sich im Wasser auflöst, bevor sie von der Wurzel aufgenommen wird.

Zur ersten Untersuchung des Blütenbaues eignet sich besonders gut die Tulpe. Für unsere Untersuchung der Ernährung ist aber ihre Zwiebel von besonderer Bedeutung. Ihr Bau wird festgestellt und an einer Küchenzwiebel bestätigt. Eine im Klassenzimmer auf Wasser gezogene Hyazinthenpflanze führt zur Erläuterung der Aufgaben der „Zwiebelblätter“ und gleichzeitig zu dem Versuch, auch mehrere Küchenzwiebeln auf Wasser zu kultivieren. Es werden dazu solche gewählt, die nur wenig dicker sind als die engste Stelle der Öffnung des Zwiebelglases. Die anfangs harten Zwiebeln werden, während Blätter hervorsprießen, allmählich weich und sind bald so dünn, daß sie durch die Verengung des Zwiebelglases abwärtsgleiten. Die Erklärung lautet: die Reservenahrungsstoffe werden verbraucht. Es ist nun nötig, die Zwiebeln durch Kork- oder Holzstücke am Hineinfallen zu verhindern. Nach einiger Zeit aber ist die Zwiebel wieder so hart und dick, daß sie nicht mehr hineinfällt. Eine Untersuchung lehrt, daß sich in ihr neue Zwiebeln gebildet haben. Da fragt es sich, woraus nun diese die Nahrung gebildet haben, die in ihren Zwiebelblättern aufgespeichert ist. Wenn auch ein zwingender Nachweis dafür auf dieser Stufe nicht möglich ist, so kann doch der Versuch benutzt werden, um den Kindern anzudeuten, daß auch die Blätter Nahrung aufnehmen und zwar aus der Luft. Daß der betreffende Bestandteil Kohlensäure heißt und im Selterser Wasser sowie in der von Tieren und Menschen ausgeatmeten

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Luft enthalten ist, mag gesagt werden. Welche Bedeutung dabei das Chlorophyll und das Licht haben, läßt sich durch gleichzeitiges Heranziehen von 2 Bohnenpflanzen veranschaulichen, von denen die eine am Licht, die andere im Dunkeln steht (Etiolierung).

Eine Tulpenpflanze, besonders eine solche mit weißer Blüte, bietet noch Gelegenheit zu einem anderen wichtigen Versuche. Der Stengel wird dicht über der Zwiebel abgeschnitten und in eine schwache Eosinlösung gestellt. Gewisse Stränge in den Stengeln, Laubblättern und Blumenblättern (die „Gefäßbündel") färben sich rot, dienen also der Wasserleitung und damit auch der Nahrungsleitung. Stellt man aber einen beblätterten holzigen Zweig, etwa von der Syringe, in Eosinwasser, so wird das Holz rotgefärbt, ein Zeichen, daß es die gleiche Aufgabe hat.

Um wenigstens eine der Ursachen für das Saftsteigen, nämlich die Transpiration, vorzuführen, kann man in der bekannten Weise Quecksilber durch einen beblätterten Zweig aufsaugen lassen. Daß tatsächlich Wasser aus den Blättern verdunstet, läßt sich durch 2 andere Versuche zeigen (auf der Wage, unter einer Glasglocke). Wie verschieden stark aber die Blätter transpirieren, ergibt sich, wenn man einen beblätterten Syringenzweig und einen Stechpalmenzweig (Hülsenzweig) von gleichem Gewicht auf die beiden Schalen einer kleinen Wage bringt (Apothekerwage). Nach kurzer Zeit sind die Syringenblätter welk und die Wagschale mit dem Syringenzweig ist gestiegen.

Während so einige Hauptpunkte der Ernährungsphysiologie sich experimentell schon in der Sexta behandeln lassen, kann die Atmung, wenn man von ihr überhaupt reden will, nur mit ein paar Worten berührt werden[1]). Anders steht es mit den Bewegungen der Pflanzen. Diese kann man schon dem Sextaner vorführen. Da sind zu nennen: Versuche mit Tropaeolum, Aralia usw., die am Fenster im Klassenzimmer stehen und ihre Blattflächen dem Lichte zuwenden, Versuche mit Oxalis acetosella (im Schatten und im grellen Sonnenlicht), vielleicht auch mit Acacia lophanta und Mimosa pudica (Erschütterung!). Bei warmer Witterung zeigt sich auch Oxalis acetosella gegen Erschütterung durch andauernde kräftige Luftbewegung (durch einen Pappdeckel erzeugt) empfindlich. Dazu kommen Versuche mit Sproßspitzen von windenden Pflanzen (Bohne, Hopfen) und mit Ranken (besonders geeignet die Haargurke, Sicyos angulata). Sofern die Pflanzen nicht in Blumentöpfen stehen (Bohnen) oder im Freien beobachtet werden (Sicyos), werden abgeschnittene Sproßspitzen oder Ranken in Röhrengläsern mit

[1]) Eine Ergänzung dazu folgt im Quartapensum (vgl. S. 28).

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Wasser befestigt, diese aber auf Brettern angebracht, auf denen die anfängliche Richtung der Sproßspitze oder Rankenspitze durch einen Stab gekennzeichnet wird. Bei warmer Witterung ist schon nach kurzer Zeit die Bewegung des betreffenden Pflanzenteiles zu erkennen. Auch die Bewegungen der Tentakel von Drosera bei der merkwürdigen Ernährung dieser Pflanzen können vorgeführt werden. Endlich sind neben den heliotropischen auch geotropische Versuche schon auf dieser Stufe ausführbar.

Während die bisher aufgeführten Versuche richtige „pflanzenphysiologische“ Experimente waren, kommen für die Sexta auch noch solche Versuche in Betracht, bei denen es sich nicht um die Ergründung irgendwelcher besonderen Lebenserscheinungen handelt, sondern lediglich um Pflanzenkulturen, also um die Pflege oder Erziehung einer Pflanze. So empfiehlt es sich, Pflanzen aus dem Garten oder der freien Natur zu entnehmen (Schlüsselblume, Scharbockskraut, Erdbeere) und in Blumentöpfe zu pflanzen. Samen und Früchte werden in Erde gelegt (Beispiele: Eiche, Buche, Roßkastanie, Ahorn, Apfel, Kirsche, Pflaume, Apfelsine, Dattel, Feige, Mais, Erbse, Lupine, Kapuzinerkresse, Acacia lophanta). Weiden- und Pappelzweige stellt man in Wasser (Wurzelbildung), ebenso Roßkastanienzweige (Aufbrechen der Knospen). Stecklinge von Pelargonien, Geranien, Efeu werden in feuchte Erde gepflanzt. Sodann werden Kartoffeln in Erde gelegt; eine von ihnen wird dabei in so viele Stücke zerschnitten, daß jedes Stück nur eine Knospe („Auge“) trägt.

Wie schon hervorgehoben wurde, liegt bei der Ausführung solcher Versuche und Kulturen die Absicht zugrunde, die Kinder zu ihrer Nachahmung anzuregen. Das gelingt bei manchen denn auch in recht erfreulicher Weise. Notwendig ist aber natürlich, daß alle zu den Versuchen und Kulturen erforderlichen Handgriffe vor den Augen der Schüler (vielleicht gar von Schülern selbst) ausgeführt und ausreichend erläutert werden. Um die Anregung zur Pflanzenpflege („Blumenpflege“) noch etwas intensiver zu gestalten, haben wir, ähnlich wie das (besonders in Volksschulen) schon vielfach geschah, im Frühling 1907 Stecklinge von Pelargonien, Geranien und einigen anderen Pflanzen an die beiden Sexten verteilt. Das Ergebnis war, obwohl die Stecklinge, im Gegensatz zu anderen Versuchen dieser Art, unbewurzelt verteilt wurden, recht erfreulich. Auf der beigegebenen Tafel ist eine dieser beiden Klassen mit ihren zum Teil recht ansehnlichen Pfleglingen (im Sommer desselben Jahres) im Bilde dargestellt. Im Winter 1909 meldeten auf Befragen zahlreiche dieser Schüler, daß die von ihnen gezogene

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Pflanze noch in ihrem Besitze sei. Daß zur Pflanzenpflege in der Klasse ebenfalls Schüler herangezogen werden, ist selbstverständlich.

Damit glaube ich ein Bild von denjenigen Merkmalen des Sextaunterrichts (die Pflanze als lebendes Wesen, Selbsttätigkeit) entworfen zu haben, die ich deshalb in den Vordergrund zu stellen wünsche, weil diese beiden Ziele bisher im botanischen Unterricht der Sexta nur selten eine nennenswerte Rolle zu spielen scheinen. Näher auszuführen, wie sich an die angedeuteten Unterrichtsobjekte der morphologische Unterricht anschließt, kann hier nicht meine Aufgabe sein. Nur das sei noch erwähnt, daß auch bei der Schaffung der notwendigen morphologischen Übersichten (z. B. Blattformen) die Selbsttätigkeit der Schüler angeregt werden kann, wenn, abgesehen vom Sammeln und Mitbringen von Blättern, schon in der Sexta das „Pressen“ und Trocknen von Blättern und beblätterten Zweigen und das Einkleben in Hefte geübt wird.

Zum Schluß noch einige Worte über den botanischen Unterricht in den 3 nächsten Klassen! Während in der Sexta das Leben der Pflanze im allgemeinen dem Unterrichte eine bestimmte „Färbung“ erteilt, tritt in der Quinta nach dem schon von Kraepelin vorgeschlagenen Lehrgange der Vergleich der Blütenformen und danach die Gruppierung der Pflanzen zu Familien als neuer Hauptgesichtspunkt auf. Diese wesentlich morphologischen Betrachtungen werden aber durchaus nicht den alleinigen Inhalt des Unterrichts bilden. Bei der Besprechung der als Beispiele ausgewählten Pflanzenarten wird sich genug des Interessanten aus dem Leben der Pflanzen ergeben, daneben empfiehlt es sich, einen Teil der Sextaversuche von Schülern in der Klasse wiederholen zu lassen, auch wohl einige neue hinzuzufügen (vgl. die Arbeit von M. Garbsch). In der Quarta läßt sich dem Unterrichte wiederum ein besonderer Charakter erteilen, wenn man hier sein Augenmerk außer auf Gewinnung neuer Familienmerkmale auf Blütenbiologie und Verbreitungsmittel für Früchte und Samen richtet. In der Untertertia aber, in der unter anderen die „Kätzchenträger“, die Monokotyledonen (z. B. Gräser, Palmen), die Gymnospermen (Nadelhölzer) sowie die ausländischen Kulturpflanzen behandelt werden, tritt mehr als auf irgend einer anderen Stufe die wirtschaftliche Bedeutung der Pflanzen so sehr hervor, daß man darin den Hauptcharakter dieses Pensums sehen kann.

c) Bemerkungen zum zoologischen Unterrichte der Quarta.

Das zoologische Pensum der Quarta besteht in der Behandlung der Reptilien, Amphibien und Fische. Das Auftreten neuer Atmungs-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

organe von ganz ungewohnter Beschaffenheit (Kiemen) sowie der Wechsel der Atmungsorgane bei der Metamorphose führt dazu, hier auf die Atmungsorgane und ihren Bau größeres Gewicht zu legen als auf den bisherigen Stufen. Die abweichenden Temperaturverhältnisse dieser „wechselwarmen" Tiere aber drängen zu einer etwas tiefer gehenden Analyse auch der Atmungs**vorgänge**. In Verbindung gebracht mit dem Blutkreislauf und dem Bau des Herzens (Mischung des arteriellen und venösen Blutes bei Vorhandensein von nur einer Herzkammer) kann die elementare Erkenntnis der Atmungsvorgänge dann zur Erklärung der geringen Wärmeproduktion des Reptilien- und Amphibienkörpers dienen.

Solche Erwägungen haben mich vor Jahren dazu geführt, in den zoologischen Unterricht der Quarta eine Anzahl von einfachen, zum Teil auch von Schülern nachahmbaren, Versuchen über Luft, Verbrennung und Atmung einzuschalten. Da ich über diese Versuche bereits an anderer Stelle kürzlich berichtet habe[1]), so will ich hier auf die Einzelheiten nicht weiter eingehen. Bemerkt sei aber noch, daß die seit einer Reihe von Jahren in jedem Winter wiederholten (mehr und mehr verbesserten) Versuche sich durchaus bewährt haben. Das möchte ich besonders betonen gegenüber dem vielleicht auftretenden Bedenken, daß der Zeitpunkt für die Ausführung solcher Experimente noch zu früh sei und daß ein Verständnis dafür auf dieser Stufe nicht anzutreffen sei. Tatsächlich habe ich den Grad von Verständnis, den ich zu finden beabsichtigte (er ergibt sich aus dem zitierten Aufsatze) noch stets bei der überwiegenden Mehrheit der Schüler gefunden.

4. Schulgarten, Aquarien, Terrarien usw.

Zum Schluß sei noch kurz über diejenigen Einrichtungen berichtet, die dazu dienen, für den Unterricht und die Schülerübungen lebendes Beobachtungs- und Untersuchungsmaterial bereitzuhalten. An erster Stelle ist hier der **Schulgarten** zu nennen. Er wurde schon im Herbste 1896 eingerichtet, mußte aber wegen des später erfolgten Umbaues unserer Anstalt zur Oberrealschule zweimal verlegt werden. Seit 1903 liegt er am Südende des Schulgebäudes zwischen dem Schulhofe und dem Haideweg. Sein Hauptteil ist ein Rechteck von 26 m Länge und ca. 13 m Breite. Dazu kommt ein zwischen Schulhaus und Straße gelegener Streifen von 19 m Länge und $4^3/_4$ m Breite. Der Flächen-

[1]) C. Schäffer, Zwölf einfache Versuche über Luft, Verbrennung und Atmung. Monatschrift für den elementaren naturwissenschaftlichen Unterricht. 1909/10. 3. Heft.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf