

Ostern 1913.

Realgymnasium der Ämter Wanne und Gickel.

Unsere biologischen
Schüler = Uebungen.

Von

Oberlehrer Dr. R. Rein.

1913. Prog. Nr. 526.

1913.

Gwa
7 (1913)



Landes- u. Städt-Bibl.
Düsseldorf

44. g. 304



Vorwort.

Die Tatsache, daß trotz der dazu anregenden ministeriellen Verfügungen der biologische Unterricht auf vielen Schulen weder in der einen noch andern Form in den oberen Klassen eingeführt ist, hat m. E. außer in andern Hemmnissen auch darin ihren Grund, daß in den Kreisen der **Nichtbiologen** noch einige Unklarheit — ein bestimmtes Pensum ist ja noch nicht amtlich festgelegt — darüber besteht, was eigentlich in diesem für die oberen Klassen neuen Fache getrieben werden soll. Wenn ich recht beobachtet habe, befürchten die einen ein Zuwenig, die andern ein Zuviel. Die ersteren glauben, es sei im Wesentlichen ein Repetitorium dessen, was in den unteren Klassen gelernt sein sollte, die letzteren, daß zu spezielle Sachen getrieben würden, die besser auf die Universität gehörten.

Der vorliegende Bericht möchte in dieser Richtung etwas aufklärend wirken. Er bedient sich deshalb bei der Beschreibung der Schülerarbeiten nicht der fachmännischen Kürze, sondern geht im Interesse der Nichtfachleute etwas mehr in die Breite. Auch werden neben den praktischen Arbeiten die theoretischen Erörterungen kurz gestreift, um so einen Ueberblick über das Pensum zu geben. Sollten die folgenden Zeilen Interesse der Laienwelt am biologischen Unterricht wecken und zur weiteren Einführung dieses Faches an höheren Schulen etwas beitragen, so wäre Verfasser reichlich belohnt.

In **Biologenkreisen** ist in den letzten Jahren schon eine ganz ansehnliche Literatur über das Pensum der Biologie und über Schülerübungen in diesem Fache erschienen. Doch sind mir die meisten der bisher veröffentlichten Anweisungen zu theoretischer Natur, d. h. es werden eine ganze Reihe Uebungen — allerdings meist nur morphologisch-mikroskopischer und weniger experimenteller Art — sehr nett zusammengestellt, ohne vielleicht von den Autoren jemals praktisch mit den Schülern durchgeprobt zu sein. Ja in einzelnen Fällen scheint es mir, als ob die „Uebung“ vom Autor selbst noch nicht ausgeführt worden ist. Wie wäre es sonst möglich, — um ein Beispiel herauszugreifen — daß in der Anleitung der Schüler angeregt wird, von einem Tier die Lage von Darm und After zu zeichnen, und das betreffende Geschöpf — besitzt derartige Organe überhaupt nicht!

Verfasser hält die Auswahl der Schülerübungen für eine Sache der Praxis und einen Erfahrungsaustausch darüber für sehr erwünscht. Man will in den meisten Fällen wissen, was sich im Schülerpraktikum bereits **bewährt** und Erfolg gezeitigt **hat** und nicht, was sich dafür eignen **könnte**.

Deshalb habe ich im Folgenden nur **die** Schülerübungen zusammengestellt, die ich selbst mit den Schülern ausgeführt habe und die nach meiner Erfahrung ihren Wert für das Schülerpraktikum durch den Erfolg bewiesen haben; es sollen **keine theoretischen Vorschläge** gemacht, sondern **lediglich ein Bericht** aus der Praxis erstattet werden.

Die Schülerübung.

In der richtigen Meinung, daß nicht der Besitz der Kenntnisse, sondern der Erwerb derselben die beste Frucht der Schule ist, führt man im Biologie- wie im Chemieunterricht der oberen Klassen die Schülerübungen ein.

Es ist ja psychologisch selbstverständlich, daß die Kenntnisse, die nur durch Vortrag und Zeichnung vermittelt werden, ohne immerwährende Auffrischung bald vergessen werden, daß die Demonstrationen durch den Lehrer den Vortrag schon plastischer machen und die Vergesslichkeit mehr zu bannen vermögen, daß aber das selbst Gesehene und selbst Erlebte am besten im Gedächtnis haftet. Hierzu kommt, nach meiner Erfahrung, daß die Schüler durch die Selbstbetätigung ihre Beobachtungsfähigkeit schärfen und sich sauberes und exaktes Arbeiten angewöhnen.

Ich habe gefunden, daß die Schülerübungen ihren Zweck nicht vollständig erreichen, wenn sie — wozu manche bisher erschienene Anleitung verleiten kann — zum bloßen Betrachten ausarten, auch wenn das Beobachten bei stärksten Vergrößerungen ausgeführt wird und den inneren Aufbau der Tiere und Pflanzen zum Ziele hat. Das würde doch bloß eine Erweiterung des Pensums der unteren Klassen sein. Vielmehr habe ich den Schülern der oberen Klassen außer Seciermesser und Mikroskop auch die Apparate zum Experimentieren in die Hand gegeben. Nur so wurden sie wirklich an die Lebensvorgänge herangebracht und konnten sich die Fragen, die sie an das Lebende stellten, selbst beantworten. Makroskopische und mikroskopische Beobachtungen und Experimente wechselten in den von mir zusammengestellten Schülerübungen ab, gingen Hand in Hand und wurden in einer Doppelstunde öfter zusammen angewandt. Auf diese Weise bekamen die Schüler auch einen kleinen Einblick in den wissenschaftlichen Betrieb der Biologie und die Methoden der Lebensforschung. Hierbei habe ich es für sehr vorteilhaft gefunden, wenn die Experimente — in beschränktem Maße — quantitativ gemacht wurden, wenn der Schüler mit Uhr, Thermometer, Metermaß, Meßcylinder und Wage arbeitete.

Die so gedachten Schülerübungen erlitten eine gewisse **Einschränkung** durch die zur Verfügung stehenden **Apparate**, das **Schülermaterial** und die **geringe Zeit**.

In der Auswahl der Übungen mußte darauf Rücksicht genommen werden, daß sie nicht von Studenten eines Spezialfaches, sondern von Schülern einer höheren Lehranstalt ausgeführt werden sollten, die auch noch andere Interessen haben sollen und denen es mehr darauf ankommt, sich durch eigne Tätigkeit ein Bild von der allgemeinen Gesetzmäßigkeit der Biologie und von den Ideen dieser Wissenschaft zu verschaffen, als sich z. B. in die schwierigsten technischen Feinheiten der mikroskopischen Färbung einzuarbeiten, was m. E. ins Spezialstudium fällt.

Auch die zur Verfügung stehenden Mittel legten in der Auswahl der Übungen Beschränkung auf. Unter den Objekten habe ich nicht zu seltene Tiere und Pflanzen ausgewählt, sonst würde die Vorbereitung für mehrere Klassen unendliche Zeit kosten. Auch können nicht die Versuche, die zur Demonstration in einem sehr gut und vielleicht in bestimmter Richtung speziell ausgestatteten Universitätsinstitut gemacht worden sind, nun auch gleich in dem — oftmals recht bescheiden eingerichteten — naturwissenschaftlichen Kabinett einer höheren

Schule ausgeführt werden, noch dazu als Schülerübung! Und doch sehe man sich darauf hin manche Vorschläge für Schülerübungen an!

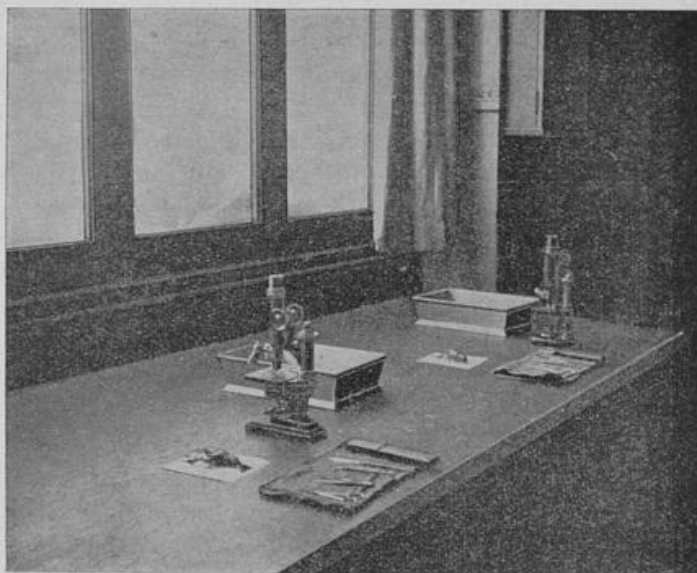
Andererseits darf man aber auch das biologische Material nicht zu eintönig gestalten. Wenn z. B. eine Programmarbeit vorschlägt, die meisten botanisch-physiologischen Fragen nur an der keimenden Erbse zu untersuchen oder auf die mikroskopische Untersuchung der Taubenfeder eine Reihe von Stunden zu verwenden, so wirkt das nach m. A. trotz aller interessanten Fragen wegen der Eintönigkeit der Objekte schließlich — langweilig.

Und dann mußte noch die Zeit berücksichtigt werden. Wir können nicht mit **Studiensemestern** rechnen, sondern nur mit **Stunden**. Deswegen waren Versuche, die sich über längere Zeiträume erstrecken und dauerndes Ablesen nötig machen, hier nicht am Platze. Am besten ist es nach meiner Erfahrung, wenn man die Resultate von Experimenten in derselben Doppelstunde oder in der darauf folgenden noch deutlich ablesen kann.

Endlich möchte ich noch auf einen Punkt hinweisen: Man darf die Ästhetik nicht ganz außer Acht lassen. Den Schülern werden im Praktikum teilweise z. B. in den Diatomeen u. a. mikroskopischen Gebilden ästhetisch in hohem Grade befriedigende Gegenstände dargeboten, aber bei andern Objekten z. B. beim Secieren von Wirbeltieren und dem Präparieren der inneren Organe gehen manche Schüler nur mit einer gewissen Ueberwindung an die Arbeit. Dem Zoologen vom Fach ist natürlich alles „Material“, dem Schüler längst nicht. Wenn vollends solche Übungen vorgeschlagen werden, wie Zuwiegen der Nahrung eines Tieres (Kaninchen oder Katze) und Zurückwiegen der festen und flüssigen Exkremente, so ist dieser Stoffwechselversuch ja höchst interessant, aber — ästhetisch ist er nicht!

Wenn ich die Bedingungen, die mir Beschränkung auferlegten noch mal kurz wiederholen darf: Nicht zu seltene Objekte, nicht zu umfangreiche und kostspielige Apparate, kurzfristige Experimente!

Bezüglich der Ausführung möchte ich noch mitteilen, daß die Biologie an hiesiger



2 Arbeitsplätze vor der Arbeit.

Anstalt von Obersekunda bis Oberprima mit je einer Wochenstunde eingeführt ist und zwar fakultativ, um einesteils den verschiedenen Interessen der Schüler der oberen Klassen gerecht zu werden und weil andererseits nur 12 Arbeitsplätze zur Verfügung stehen. Die Übungen werden 2 stündig alle 14 Tage abgehalten.

Jedem Schüler steht ein gut belichteter Arbeitsplatz mit Mikroskop (Vergrößerung von 60 bis 200, einige bis 1000), Präparierschale, Scheere, Skalpell, Seziermesser, Pinzette, Nadel, Schnittfänger usw. zur Verfügung, zu gemeinsamer Benutzung Gasleitung mit mehreren Brennern, Wasserleitung, Glasgefäße aller Art, Wagen usw. Zur Heranzüchtung des Materials werden Aquarien, Terrarien, Fensterblumenkästen und ein kleiner Schulgarten benutzt.

Bezüglich des Ganges des einzelnen Praktikums habe ich es so gehalten, daß zunächst kurze, erläuternde und aufs Ziel hinweisende Erklärungen vorausgeschickt wurden, die aber ein Vorwegnehmen des Resultates, das die Schüler vielmehr selbst finden sollen, vermieden. Diskussionen während und nach der Übung dienten zur Aufklärung und Feststellung der Resultate und regten die Schüler zu Fragen an.

Es ist wohl selbstverständlich, daß der Biologieunterricht nicht gänzlich im Praktikum aufging, sondern daß auch rein theoretische Stunden eingeschoben wurden, um das Gesehene und Erlebte systematisch in größere Zusammenhänge zu bringen und auch die biologischen Theorien zu erörtern, die sich nicht experimentell im Schülerpraktikum bearbeiten lassen, wie Vererbung, Abstammungslehre u. a.

Die Pensumfrage.

Das Pensum für den Biologieunterricht ist dem Lehrer vorläufig gänzlich freigestellt, wohl in der Erwartung, daß sich aus der Praxis heraus etwas Brauchbares entwickeln wird.

Bis jetzt scheinen im Wesentlichen zwei Prinzipien befolgt zu werden: entweder hält man sich an die Meraner Vorschläge und behandelt die verschiedenen größeren Gebiete der Biologie nach allgemeinen Gesichtspunkten oder man bevorzugt ein Spezialgebiet und sucht hieran die biologischen Gesetzmäßigkeiten klar zu legen.

Man kann natürlich nach beiden Prinzipien zum Ziele kommen, ich persönlich ziehe den von den Meraner Vorschlägen gewiesenen Weg dem andern vor. Ich befürchte nämlich, daß der Lehrer bei Bearbeitung eines Spezialgebietes — es wird wohl meistens das Feld der eignen wissenschaftlichen Tätigkeit sein — sich zu sehr in Einzelheiten und technischen Feinheiten verliert, sei es daß er den Parasitismus nach unendlichen Formen und Beziehungen oder die Bakterien durch viele Kulturmethode und komplizierte Färbungen untersuchen läßt. Es gibt doch schließlich außer diesen Gebieten auch noch anderes Wissenswertes in der Biologie. Allerdings muß man von einer systematischen Lückenlosigkeit absehen zu Gunsten der Gründlichkeit bei Behandlung typischer Beispiele.

Die vom Verfasser im Anschluß an die Meraner Vorschläge eingehaltene Pensumverteilung ist aus dem Folgenden ersichtlich. Mit Rücksicht darauf, daß nur eine Wochenstunde zur Verfügung steht, ist der Stoff etwas gekürzt und auch ein wenig anders verteilt, die Geologie der Chemie in O. I. zugezogen.

Obersekunda.

Penjum der Botanik:

Existenzbedingungen der Pflanzen (Abhängigkeit von Boden, Luft, Licht, Klima usw., Beziehungen der Pflanzen zueinander und zur Tierwelt, Konkurrenzkampf, Schling- und Schmarotzerpflanzen, Wirts- und Generationswechsel, Symbiose).

1. Zur Untersuchung der

Abhängigkeit der Pflanzen von den chemischen Eigenschaften des Bodens

stellten wir uns zunächst die Frage, welche Salze müssen im Boden vorhanden sein, damit Pflanzen gedeihen können. Die Antwort gaben darauf 3 verschiedene von jedem Schüler in besonderen Gefäßen angefertigte Nährlösungen. Es wurden hergestellt:

a) die Knop'sche Nährlösung

4 Teile $\text{Ca}(\text{N O}_3)_2$

1 Teil K N O_3

1 Teil Mg S O_4

1 Teil $\text{K}_2 \text{ H P O}_4$

und Tropfen Fe Cl_2

wurden so in destilliertem Wasser aufgelöst, daß eine 0,1% Lösung entstand,

b) dieselbe Lösung unter Weglassung des Kaliumsalzes,

c) dieselbe Lösung ohne Eisen.

In diese Lösungen wurden jüngere Pflanzen und Keimlinge, deren gut entwickeltes Wurzelsystem von Erde befreit wurde, auf einem Kork schwimmend hineingesetzt; nachdem die Gläser zum Schutz gegen Algenentwicklung mit schwarzem Papier umwickelt war. Ab und zu wurde dest. Wasser oder Nährlösung nachgegossen.

Schon im nächsten Praktikum war das Resultat zu erkennen und es ließ sich aus der großen Anzahl der Versuche — unter Weglassen der offenbar durch Zufall oder Fehler beeinträchtigten — ein guter Mittelwert für die 3 Gruppen feststellen: die Pflanzen in der Knop'schen Lösung waren sehr gut gediehen, und trieben sogar nach 6 Wochen Blüten, ihnen fehlte also nichts zum Leben, dagegen kümmernten und verkümmerten die Pflanzen ohne Kalium sehr bald und die ohne Eisen bildeten ihre neuen Blätter nicht grün sondern gelblich-weiß aus, ein Zusatz von Eisen machte aber ihrer Bleichsucht ein Ende.

Eine weitere Frage, welche Concentration die Salze im Boden haben dürfen, wurde durch folgenden einfachen Versuch beantwortet. Es wurden abgeschnittene Zweige und ganze Pflanzen in Brunnenwasser und Kochsalzlösungen verschiedener Stärke gestellt. Ergebnis: In Salzlösungen über 3% welkten die Pflanzen rasch unter Ausscheidung von Salz auf den Blattflächen. Nur Vertreter der typischen Salzflora hätten dieser Concentration standgehalten; sie waren uns leider nicht zur Hand.

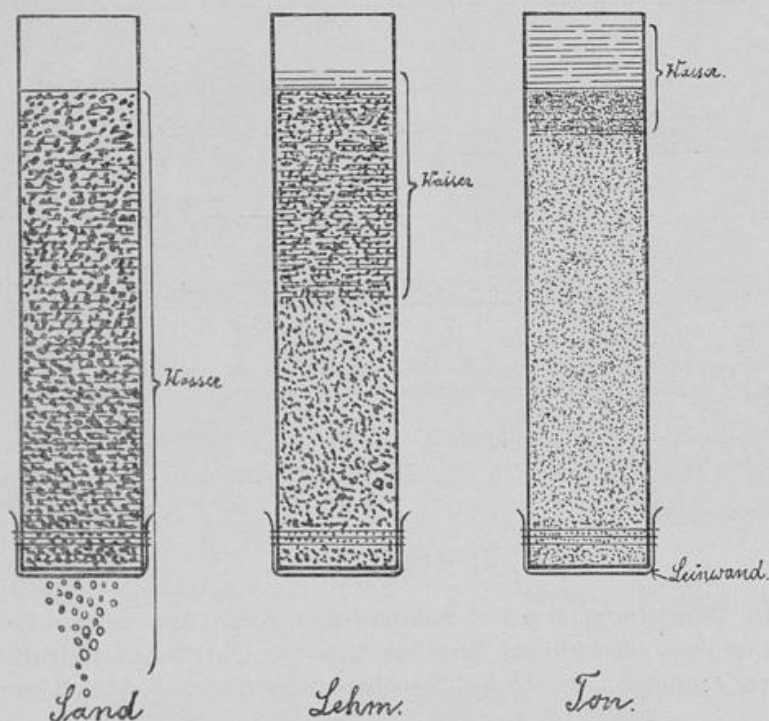
2. Weitere Versuche bezogen sich auf die

Abhängigkeit der Pflanzen von den physikalischen Eigenschaften des Bodens

und zwar wurden die drei Bodenarten Ton, Lehm, Sand auf ihre Wasserdurchlässigkeit, Ansaugkraft, Durchlüftung und Erwärmung untersucht.

a) Durchlässigkeit.

Jeder Schüler füllte sich 3 Gaslampencylinder, die unten mit Leinwand zugebunden wurden, mit Ton, Lehm, Sand fast bis zum Rande voll, goß dann oben Wasser auf und stellte mit der Uhr in der Hand die Geschwindigkeit des Durchfließens fest. Die Werte



wurden auf 1 Meter Bodenmächtigkeit reduziert und im Mittel verglichen. Ergebnis: Sand läßt schnell durch, Lehm viel langsamer und Ton, nachdem er sich vollgesogen hat, überhaupt nicht mehr.

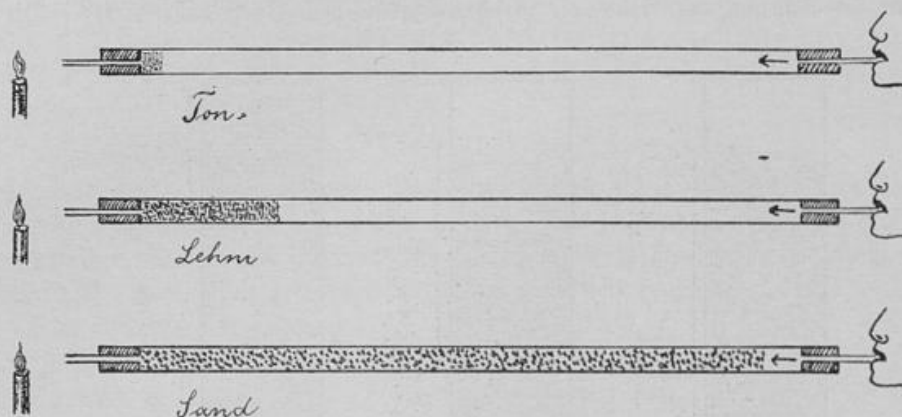
b) Kapillare Steighöhe.

Es wurden nochmals 3 Cylinder mit trockenem Ton, Lehm, Sand angefüllt, 1 cm tief in Wasser gesetzt und das Ansaugen des Wassers beobachtet: Sand saugt schnell an, Ton und Lehm langsamer, aber die Steighöhe ist bei den beiden letzten Bodenarten schließlich höher als bei Sand, was die Tatsache erklärte, daß bei gleich hohem Grundwasserstande auf lehmigen Boden Pflanzen wachsen, die auf dem benachbarten Sande nicht mehr gedeihen.

c) Durchlüftung.

Um die für die Pflanzen so notwendige Durchlüftung der Bodenarten zu beurteilen, wurde folgender Versuch gemacht. Eine 2 cm weite und 125 cm lange Glasröhre war an beiden Enden mit einem Kork verschließbar, durch den ein dünnes Röhrchen hindurch ging. Die 3 Bodenarten wurden in verschiedener Mächtigkeit feucht in die Röhre hineingedrückt, die

Röhre danach verschlossen und mit dem einen Ende vor ein brennendes Licht gebracht und durch Hineinblasen am anderen Ende festgestellt, bei welcher Schichtenmächtigkeit sich die Flamme eben nicht mehr durch unsere Lungenkraft in Bewegung setzen ließ. So wurde die



Durchlüftung der Bodenarten. Es wird die Frage beantwortet, wie stark die Tons-, Lehm-, Sandschicht sein muß, die eben das Flackern des Lichtes durch den Luftstrom verhindert.

relative Durchlüftungsfähigkeit festgestellt. Feuchter Ton ließ bei 1 cm Mächtigkeit eben keine Luft mehr durch, Lehm bei 21 cm, bei Sand wurde mit 125 cm die Grenze noch nicht erreicht.

d) Erwärmung.

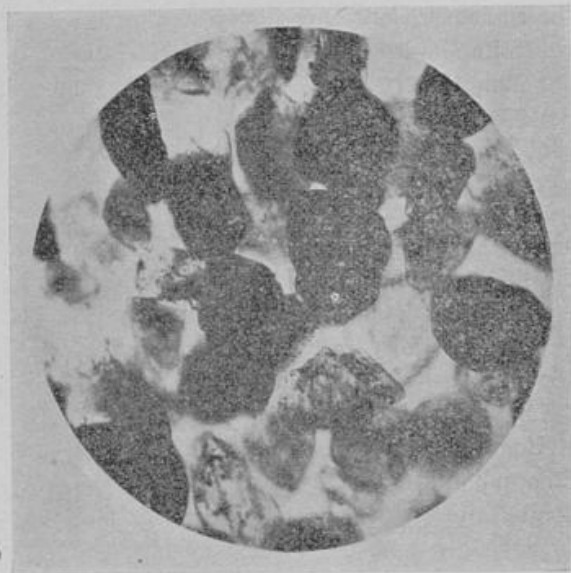
Um die Wärmekapazität der 3 Bodenarten zu vergleichen, wurden sie feucht intensiver Sonnenbestrahlung ausgesetzt und durch dicht unter der Oberfläche eingefügte Thermometer die Temperaturen verglichen: der „hitzige“ Sandboden erreichte den höchsten Thermometerstand.



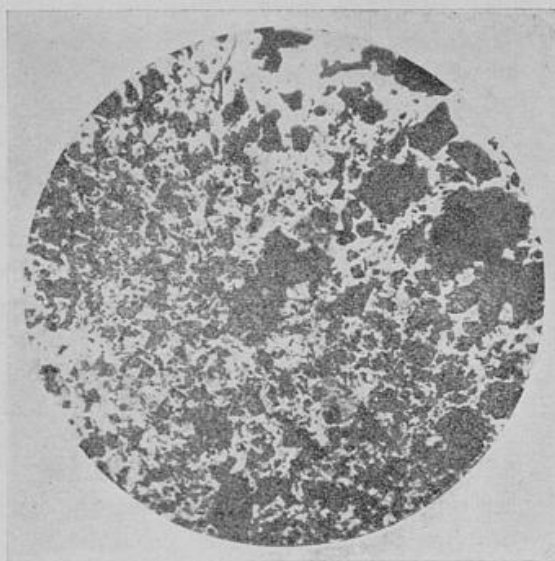
Verschiedene Erwärmung des Sand-, Lehm- und Tonbodens durch Sonnenbestrahlung.

e) Mikroskopische Untersuchung.

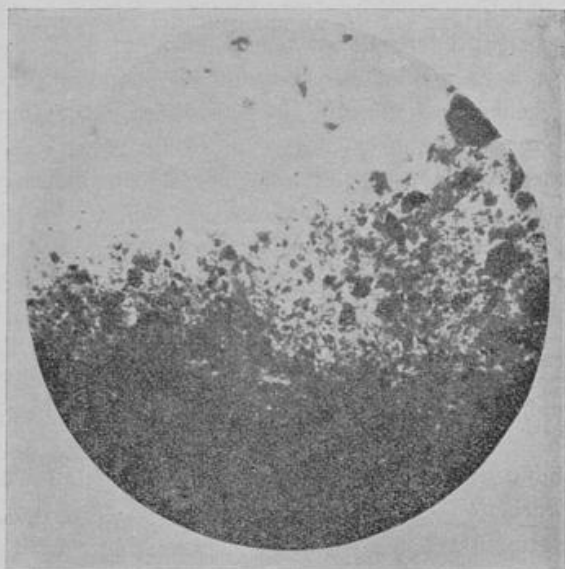
Den Grund für das verschiedene Verhalten der 3 Bodenarten offenbarte uns das Mikroskop. Trockene Bodenproben wurden fein zerrieben und bei mäßiger Vergrößerung



Sand bei 60fach. Vergrößerung.



Lehm bei 60fach. Vergrößerung.



Fein zerriebener Ton bei 60fach. Vergrößerung.

betrachtet: Sand hat die größte Korngröße, feiner ist Lehm, am feinsten Ton. Entsprechend werden die Kapillaren fein, die das verschiedene Verhalten bedingen.

1) Wurzelsystem und Boden.

Endlich wurden Pflanzen den Blumenkästen entnommen und ihre Wurzeln samt der daran hängenden Erde bei schwacher Vergrößerung mikroskopisch betrachtet. Die Faserwurzeln und Wurzelhaare waren mit den Bodenteilchen aufs innigste verwachsen, die Erdkörnchen in die Wurzeln fest hineingedrückt.

3. Abhängigkeit der Pflanzen vom Licht.

a) Nach Betrachtung von Demonstrationsversuchen über Heliotropismus der Pflanzen wurden von derselben Buche Blätter, die im Sonnenlichte gewachsen waren, mit solchen verglichen, die sich im Schatten entwickelt hatten. Makroskopisch wurde festgestellt, daß die Sonnenblätter viel kleiner wie die Schattenblätter waren, (Licht also wachstumshemmend, Schatten -fördernd wirkt), mikroskopisch, daß bei Sonnenblättern die Palisadenzellen größer und das Schwammparenchym kleiner sind als bei Schattenblättern.

b) Blätter von Elodea wurden aus dem Aquarium, wo sie in diffussem Sonnenlichte standen, unters Mikroskop gebracht. Die Chlorophyllkörner füllten die ganze Breite der einzelnen Zellen an. Nun wurden die Blätter direkt starkem Sonnenlicht ausgesetzt und von Zeit zu Zeit beobachtet: die Chlorophyllkörner wanderten nach den Zellwandungen hin.

c) Um die sich hier aufdrängende Frage, ob Sonnenlicht etwa schädlich auf den grünen Farbstoff wirke, zu entscheiden, wurden frische Grasblätter in Wasser gekocht und danach mit warmen Alkohol ausgezogen. Von der entstehenden schön grün gefärbten Lösung wurde die eine Hälfte in Dunkelheit gestellt, die andere dem Sonnenlichte ausgesetzt; erstere blieb (sogar 4 Wochen) unverändert, letztere wurde schon in in einer Stunde schmutzig-grau, nach ein paar Tagen gänzlich entfärbt: das Sonnenlicht hatte das Blattgrün zerstört.

d) Nun wurde es auch verständlich, warum sich manche Pflanzen einen Sonnenschirm anschaffen. Vorliegende Buchweizenpflanzen aus der Mitte eines Feldes, im gegenseitigen Schatten, hatten grüne Stengel, solche vom Rande des Feldes waren zum Schutz gegen das seitliche Sonnenlicht rot gefärbt. Die Verteilung dieses roten Lichtfilters im Pflanzentörper wurde unterm Mikroskop betrachtet.

4. Symbiose.

Weitere Untersuchungen galten der Tatsache, daß sich Pflanzen oder Tiere ganz verschiedener Klassen zwecks gegenseitiger Ergänzung und Unterstützung zu gemeinsamer Lebensführung zusammenschließen, eine Erscheinung, die man unter dem Namen „Symbiose“ zusammenfaßt.

Es wurden zunächst Kugel- und Fadenalgen, grüne, selbst Nahrung assimilierende Pflanzen betrachtet und farblose Fäden schmarogender Pilze. Die symbiotische Vereinigung von Vertretern dieser beiden Pflanzenklassen zeigte uns ein Querschnitt durch eine Flechte, einer „Pflanze“, die aus dem Gewebe eines für Wasserzuführung sorgenden Pilzes besteht und eingelagerter Algen, die die Assimilation übernehmen.

Weiter wurden die an den Wurzeln der Leguminosen sitzenden Knöllchen untersucht. Ihr Querschnitt zeigt das eigentümliche Wucherungsgewebe der Wurzeln, in denen — bei stärkster Vergrößerung — auch die Erreger dieses Auswuchses, die Stickstoff sammelnden Bazillen erkannt wurden.

Als Beispiel für Symbiose zwischen Tier und Pflanze wurden bei schwacher Vergrößerung die auf der Unterseite der Lindenblätter lebenden Milben aufgesucht, die sich dort in den Winkeln der Blattnerven unter Schutzdächern aus Haaren aufhalten und für die Lindenblätter als Reinigungsmannschaft tätig sind.

Weitere Betrachtungen über Symbiose wurden an Demonstrationsobjekten der Sammlung wie Ameisennest, Seerose und Taschenkrebs u. a. angestellt.

Obersekunda: Zoologie.

Penjum: Existenzbedingungen der Tiere.

Abhängigkeit von Boden, Wasser, Luft, Wärme, Licht, Beziehungen der Tiere zu einander und zur Pflanzenwelt, geographische Verbreitung.

1. Einfluß des Wassers auf die Tiere.

1. Planktonfischerei und -untersuchung.

Die Schüler fischten aus mehreren Teichen und Tümpeln mittels Planktonnetzes schwebende kleine Lebewesen heraus, untersuchten sie sofort im Gelände mikroskopisch und bestimmten sie nach vorliegenden Zeichnungen.

Die gefischten Planktonorganismen waren — im Herbst — neben anderen meist Vertreter der niederen Krebswelt. Es wurden die mannigfachen Schwebevorrichtungen in Gestalt von sehr großen mit langen Borsten versehenen Fühlern und Gliedmaßen beobachtet, die zur Vergrößerung der Körperoberfläche und damit zur Erleichterung des Schwimmens dienen.

Es wurde ferner festgestellt, daß bei den einzelnen Tümpeln sowohl die Zusammensetzung des Planktons als auch die Quantität (auf die durchfischte Strecke berechnet) von einander abwichen, eine Tatsache, die für die Existenz höherer Tiere, wie Muscheln, Fische (Rentabilität künstlicher Fischzucht!) wichtig ist.

2. Bedeutung der Fettschicht.

Durch Versuche sollte die Bedeutung der Fettschicht vieler im Wasser lebender Tiere wie Wale, Robben u. a. erläutert werden.

Es wurde zunächst

a) das spezifische Gewicht des Specks und des mageren Fleisches bestimmt.

Von einem Stück Speck wurde durch Wasserverdrängung das Volumen, danach das absolute Gewicht festgestellt. Die Division des Gewichts durch das Volumen ergab das spezifische Gewicht.

Ebenso wurde mit magerem Fleisch verfahren.

Aus der großen Anzahl der Versuche, deren Resultate nicht wesentlich von einander abwichen, wurde der Mittelwert berechnet und ergab für mageres Fleisch etwa 1,1 und für Speck 0,9.

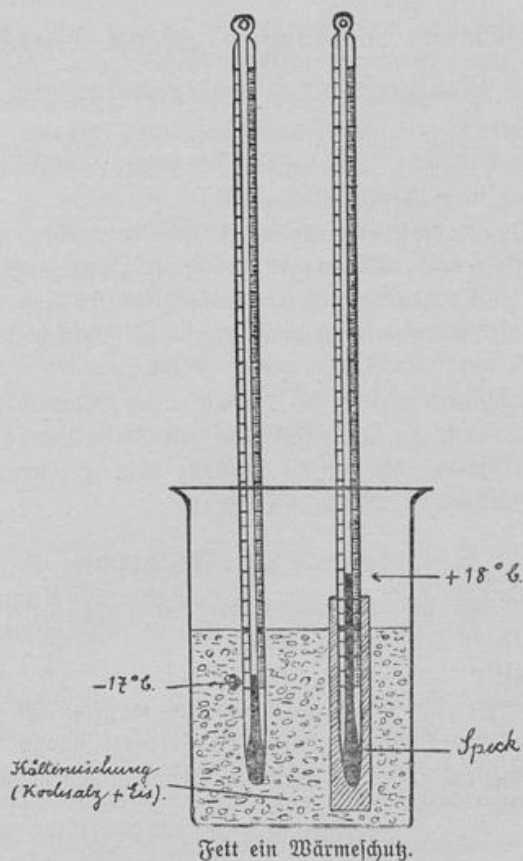
Somit verringern Tiere mit einer dicken Speckschicht ihr spezifisches Gewicht nicht unbedeutend, da 1 cbm Fleisch hiernach 1100 kg, 1 cbm Speck dagegen nur 900 kg wiegen würde.

Weiter wurde nachgewiesen, daß

b) Fett ein Wärmeschutz ist.

In einem Becherglas wurde Wasser erhitzt. Ein Thermometer, das die Zimmertemperatur 20°C anzeigte, wurde am unteren Ende mit einer dünnen Schicht Butter umgeben und in das warme Wasser gehalten: es blieb — auch bei längerer Beobachtung — auf 20°C stehen, während es, von Butter befreit, sehr schnell auf 60° stieg.

In einem Becherglas wurde aus geschabtem Eis und Kochsalz eine Kältemischung hergestellt. Ein hineingesenktes Thermometer zeigte etwa -17°C an. Das Thermometer wurde gereinigt, auf Zimmertemperatur gebracht und mit einer Schicht Butter umgeben oder in ein Stück Speck hineingesteckt und nochmals in die Kältemischung gesenkt. Während es vorher sehr schnell auf -17° sank, konnte jetzt nur ein äußerst langames Absinken von der Zimmertemperatur auf eine etwas niedrige Temperatur beachtet werden.



Jedenfalls wurde in beiden Fällen der Temperatúraustausch durch die Butter- oder Speckschicht entweder ganz aufgehoben oder wesentlich eingeschränkt, und damit die Wirkung des Specks als Wärmeschutz nachgewiesen.

3. Tiere und Luft.

Das Flugproblem im Tierreich.

Nach Demonstration von Tieren mit Fallschirmen (Fliegender Drache usw.) wurde die Geschichte des Flugproblems im Tierreich besprochen (Archaeopteryx, erste fliegende Insekten) und Bau und Funktion der Flugeinrichtungen der drei Gruppen von fliegenden Tieren erörtert, dem Flügel der Insekten und Vögel, der Flughaut der Fledermäuse, ferner Angaben über Schwingungszahl der Flügel, Fluggeschwindigkeit und Abhängigkeit von Flügelform und Körperbau gemacht.

Ueber dieses interessante Problem läßt sich manches auch im Schülerpraktikum bearbeiten. So wurden folgende 3 Punkte untersucht:

a) **Der mikroskopische Bau der Insektenflügel**, wobei besonders der Verlauf der zur Versteifung dienenden „Adern“ und die Anheftung an den Körper betrachtet wurde.

b) **Der mikroskopische Bau der Vogelfeder**. Hierbei wurde festgestellt, daß die Federfahne aus Strahlen und sich abzweigenden Fasern zusammengesetzt ist und daß die „Fläche“ der Feder dadurch gebildet wird, daß die nach der Spitze zu gerichteten Fasern mit Fortsätzen versehen sind, mit denen sie an den ihnen entgegengerichteten festgehaft sind.

Auch wurden durch den Schaft an mehreren Stellen Querschnitte gemacht und die verschiedene Verstärkung der Wandungen mit der mechanischen Inanspruchnahme in Beziehung gebracht.

c) **Die Frage, wie groß die Elastizität der Schwungfedern** nach den verschiedenen Richtungen ist, wurde durch Einklemmen der Feder an dem einen Ende und Anhängen von Gewichten an dem andern Ende unter gleichzeitiger Beobachtung der Durchbiegung beantwortet.

Alle drei Untersuchungen forderten einen Vergleich mit menschlichen Flugmaschinen heraus.

4. Tiere und Wärme.

Versuche über Wärmemaximum und -minimum der Tiere, wachstumsfördernden und gestaltverändernden Einfluß der Wärme lassen sich leider im Schülerpraktikum schlecht ausführen. Es wurden bei diesem Kapitel nur folgende Beobachtungen ausgeführt.

a) **Temperaturmessung**. Um den Unterschied von eigenwarmen und wechselwarmen Tieren einmal selbst festzustellen, maßen die Schüler mit gewöhnlichem und Fieberthermometer die Körpertemperatur vom Menschen ($36,7^{\circ}\text{C}$), Kaninchen (35°), Taube (42°) und der Schildkröte (20° = Temperatur der Umgebung) und stellten aus ihren Beobachtungen die Mittelwerte fest.

b) **Beobachtung eines kältestarren Tieres**. Ein Stacheligel, der schon an den Umgang mit Menschen gewöhnt war, wurde nach guter Pflege bei Beginn des Winters in einem Käfig ins Freie gesetzt, wo er in Heu versteckt, sogleich seinen Winterschlaf begann. Von Zeit zu Zeit wurde von den Schülern sein Gewicht und seine Körpertemperatur genau festgestellt und diese Angaben neben sonstigen Beobachtungen über Außentemperatur, Atmung

u. a. in eine Tabelle eingetragen. Auf diese Weise wurde ein Ueberblick über den Verlauf des Winterschlafes ermöglicht. Die Temperatur sank von 35°C bei Beginn des Winterschlafes sofort auf ca. 30°C , um allmählich auf den tiefsten Stand von $+6^{\circ}\text{C}$ hinabzugehen (wiederholt gemessen, nachdem der schlafende Igel aus dem Freien ins Zimmer gebracht und dort $\frac{1}{4}$ Stunde gehalten war). Ferner war auch die Abnahme des Gewichts interessant, die zuerst ziemlich schnell, dann langsamer erfolgte. Auch wurde das Atmen sehr verlangsamt, über den Pulsschlag ließ sich leider nichts feststellen.

Unterprima: Botanik.

Pensum: Anatomie und Physiologie der Kryptogamen.

Auf einem Gange durch die Kryptogamenreihe von den Bakterien bis zu den Farnen aufwärts sollten die Schüler die fortschreitende Differenzierung in Bau und Leistung des Pflanzenkörpers kennen lernen.

Während die niedrigsten Kryptogamen einzellig gebaut sind, wachsen die nächst höheren in einer Richtung, sie bilden Zellreihen, die Moosblätter in 2 Richtungen, sie bilden „Zellebenen“ und die höchsten Kryptogamen in 3 Richtungen, sie bilden Zellkörper. Mit dem Bau differenziert sich auch die Leistung. Die niederen Kryptogamen verrichten mit einer Zelle alle nötigen Arbeiten, während die höheren Arbeitsteilung eintreten lassen, sie bilden wurzelähnliche Haftorgane und echte Wurzeln aus zum Festhalten und Nahrungsjaugen und Blätter zum Assimilieren. Endlich interessierte uns noch die Differenzierung in bezug auf die Fortpflanzung. Die niederen Kryptogamen vermehren sich durch einfache Durchteilung, asexuell, höhere pflanzen sich sexuell durch Copulation gleichartiger Sexualzellen fort und noch weiter in der Reihe schreitend finden wir sexuelle Vermehrung durch männliche und weiblichen Zellen.

Mit Rücksicht auf die eben angedeutete, in mehreren Beziehungen fortschreitende Differenzierung wurden aus dem großen Kryptogamenreiche nur wenige typische Objekte für das Schülerpraktikum ausgesucht.

1. Die Spaltpilze.

Um die verschiedenen **Formen** der Bakterien, die Coccen und Bazillen, Spirillen und Spirochaeten, kennen zu lernen, hatten die Schüler Gelegenheit, unterm Mikroskop bei stärksten Vergrößerungen die Spaltpilze des Zahnschleims, die Milchsäurebakterien und von den Schwefelbakterien *Beggiatoa alba* in lebendem Zustande anzusehen und ihre Bewegungen zu studieren und zur Ergänzung pathogene Arten, wie Typhus-, Cholera-, Milzbrandbazillen in Präparaten zu betrachten.

Zum Studium der **Lebensbedingungen** wurden Eiweiß und Zucker enthaltende Nährlösungen in Reagensgläsern und Petrischalen angelegt und Bakterien der Luft und des Wassers darauf gezüchtet und andererseits wurde die Entwicklung der Spaltpilze in Bouillon und Milch durch Sterilisieren in Hitze oder durch Zusatz desinfizierender Mittel verhindert.

2. Die Spaltalgen.

Um die Cyanophyceae, die sich ebenso wie die Bakterien durch asexuelle Teilung vermehren, kennen zu lernen, wurden mikroskopisch der stets einzellig lebende *Chroococcus*, die gelegentlich eine Art Kolonie bildende *Gloeocapsa* und endlich die stets Kolonien in Gestalt von Zellfäden bildenden *Oscillaria spec.* betrachtet.

3. Die Diatomeen.

Um die wahrhaft ästhetischen Genuß gewährenden Formen und eigentümlichen Schiffchenbewegungen der Kieselalgen kennen zu lernen wurden lebende Süßwasserdiatomeen, die als brauner Schlamm am Bachesgrunde saßen, unters Mikroskop gebracht. Weiteren Formenreichtum zeigten Meeresdiatomeen in Präparaten und Kieselgur.

Um festzustellen, daß die Schalen dieser einzelligen Algen aus einer Schachtel mit Deckel bestehen und um die Struktur der Kieseleinlagerungen besser betrachten zu können, wurden Süßwasserdiatomeen mit conc. Schwefelsäure und danach mit Chromsäure behandelt. Es blieb nur das Kieselstelettl übrig und die Schalen waren meist in dem Zustand fixiert, wo die beiden Schalenhälften, Deckel und Schachtel, von einander klappten.

4. Die Grünalgen.

Von den Conjugatae wurden *Spirogyra spec.* und von den Chlorophyceae *Cladophora* und — da zufällig vorhanden — die Nordseealge *Enteromorpha compressa* studiert, letztere beiden leider nicht im Fortpflanzungsstadium.

Bei der *Spirogyra* wurden zunächst die in schönen Spiralen angeordneten Chlorophyllbänder betrachtet und dann die Copulation der leiterförmig verbundenen Algenfäden in den verschiedenen Stadien studiert, die gerade hier interessant war, weil die copulierenden Zellen bei manchen Species als gleichwertige Sexualzellen gegenüberstanden, bei anderen sich in männliche und weibliche differenziert hatten, was an der Art der Vereinigung zu erkennen war.

Außer zur Untersuchung dieser sexuellen Differenzierung wurde die *Spirogyra* noch zum Studium der Osmose benutzt, da man diesen Vorgang nach Zufügung einiger Kochsalzkörner in das Wasser des Objektträgers an den zarten Zellen mit den großen Chlorophyllbändern gut beobachten konnte.

5. Die Pilze.

Bei den Pilzen galt es besonders den anatomischen Bau des Pilzkörpers — die aus Fädengewirr gebildeten Scheingewebe — und die mannigfachen asexuellen Fortpflanzungsweisen aus eigner Anschauung unter dem Mikroskop kennen zu lernen.

Als Vertreter der *Phycomycetes* wurde *Mucor mucedo*, der gewöhnlichste Schimmelpilz, auf verschiedenen Substraten gezüchtet. Ihn bei Zygosporenbildung abzufassen, gelang uns leider nicht. Es wurden nur die Hyphen, das Band des Sporangiums und seine Entleerung mikroskopisch betrachtet.

Von den *Basidiomycetes* wurde der Schwefelkopf in bezug auf den Bau des Mycel und des Fruchtkörpers nebst Basidien studiert.

Als Vertreter der *Ascomycetes* wurde nur — da keine andern zur Verfügung

standen — der Pinzelschimmel *Penicillium glaucum* und *Sacharomyces cerevisiae* gezüchtet und mikroskopisch untersucht.

Die Hefepilze wurden in einer 10% Trauben- und Rohrzuckerlösung zur Vermehrung gebracht, die bei etwa 30° C. mehrere Tage gehalten wurden. Die durch die Vergärung des Zuckers sich bildende Kohlensäure wurde in Kaltwasser geleitet und an der Trübung erkannt und der entstandene Alkohol wurde — im chemischen Praktikum — mittels Jodoformreaktion nachgewiesen.

6. Die Moose und Farne

wurden in Bezug auf Anatomie und Fortpflanzungsweise verglichen.

Mikroskopische Betrachtung der Moosblättchen und Querschnitte durch die Moos- und Farnstengel (Adlerfarn) zeigten, daß diese beiden Kryptogamenklassen aus echten Geweben aufgebaut sind und daß die Farne schon von Gefäßen durchzogen werden.

Weiter wurden die asexuellen Fortpflanzungsorgane ihrer Sporophyten — die Sporangien der Farne wurden durch Glycerin zum Aufspringen gebracht — und die Archegonien und Antheridien ihrer Gametophyten — aus den Sporen von *Aspidium* und *Adiantum* wurden Prothallien gezogen — mikroskopisch betrachtet.

Ein **Rückblick** auf die Differenzierung in der Kryptogamenreihe aufwärts und ein Ausblick auf die Fortsetzung dieser Differenzierung in die Phanerogamenreihe hinein, besonders — soweit angängig — unter Berücksichtigung der Hofmeister'schen Entdeckung, schloß diesen Teil des Pensums.

Unterprima: Zoologie.

Pensum: Vergleichende Anatomie u. Physiologie der wirbellosen Tierstämme.

(Besonders: Nahrungsaufnahme, Reizbarkeit, Fortbewegung, Teilung der Protozoen, Encystierung, Conjugation, fortschreitende Differenzierung bei mehrzelligen Tieren, Befruchtungsercheinungen, Eifurchung, Keimblätter).

Die Schüler sollten sich durch eigenes Mikroskopieren und Secieren von der Tatsache überzeugen, daß man in der Reihe der wirbellosen Tiere je weiter man von den Urtieren bis zu den Gliedertieren hinaufsteigt eine um so größere Arbeitsteilung und eine damit Hand in Hand gehende Differenzierung des Tierkörpers findet.

Berichtet bei den einzelligen Protozoen das Protoplasma ihrer einen Zelle noch sämtliche Lebensarbeiten, wie Atmung, Empfindung, Ernährung, Fortpflanzung usw., so werden bei den vielzelligen Metazoen für jede einzelne Lebensfunktion besondere Organe ausgebildet.

Der **Verdauungsapparat** ist bei den Polypen noch nicht von der Leibeshöhle gesondert, aber schon bei den Ringelwürmern finden wir einen einfachen Darm neben der Leibeshöhle und bei den Gliedertieren sondert sich der Verdauungsschlauch in einen Magen und mehrere Darmabschnitte mit anhängenden Drüsen.

Während bei den Korallen und Hydroidpolypen das **Nervensystem** noch diffus über den ganzen Körper verteilt ist, nimmt es schon bei den Medusen Strangform an, um bei den Ringelwürmern und Gliedertieren in eine gangliöse Form und zwar das Strickleiternervensystem überzugehen.

Ein **Blutgefäßsystem** ist bei den Cölenteraten noch nicht ausgebildet, dagegen finden wir beim Regenwurm schon ein Rücken- und ein Bauchgefäß mit seitlichen Adern, allerdings nur sich kontrahierende Adern, noch kein schlagendes Herz, das erst bei den Krebsen deutlich ausgebildet ist.

Auch Sinnes-, Atmungs-, Geschlechtsorgane lassen sich in ähnlicher Weise vergleichen.

Um Zeit für ruhiges Präparieren und eingehendes Studium dieser Fragen zu haben, wurden für das Schülerpraktikum aus der Reihe der wirbellosen Tiere nur sehr wenige, aber möglichst charakteristische Typen ausgesucht.

I. Urtiere.

Um Bau und Lebensweise der Protozoen kennen zu lernen, studierten die Schüler unter dem Mikroskop das Leben und Treiben von mehreren bekannten Vertretern dieser einzelligen Lebewesen:

1. des Pantoffeltierchens (Paramecium), das in großer Anzahl einen Heuaufguß bevölkerte;
2. des Augentierchens (Euglena viridis), das auf faulenden Pfützen grüne Ueberzüge bildete;
3. des Blutentierchens Stentor und Vorticella, die sich mit ihren Gallertstielchen an Algen festgesetzt hatten.

Aus geschlämmter Kreide wurden die Schalen verschiedener Foraminiferen gewonnen.

Nachdem Bewegung, Formänderung, Zustrudelung der Nahrung und Fressen bei den Paramecien beobachtet war, wurden diese mit Iodlösung gefärbt, wodurch die Zellkerne, Vakuolen usw. sehr deutlich sichtbar wurden.

II. Der Regenwurm.

Jeder Schüler erhielt mehrere lebende Regenwürmer und ein getöletes, in Alkohol gehärtetes und in Paraffin eingelegtes Exemplar.

Bei **makroskopischer Betrachtung** war an den lebenden Regenwürmern deutlich das Rückengefäß, das das Blut nach vorn treibt, zu erkennen, schwach sichtbar war das Bauchmark, mit der Lupe konnten die Borsten betrachtet werden, die bei der Bewegung zum Einstemmen benutzt werden. Ferner wurde die Art der Fortbewegung beobachtet, bei der Kontraktionswellen, hervorgerufen durch die Ring- und Längsmuskeln, über den Körper hin verlaufen.

Experimentell wurden die Würmer auf Reizbarkeit hin geprüft.

In ein Gefäß, dessen eine Hälfte verdunkelt, dessen andere Hälfte stark erleuchtet war, wurden Regenwürmer eingebracht. In kurzer Zeit hatten sie den dunkeln Teil ihres Gefängnisses aufgesucht: sie waren also lichtscheu. Augen oder auch nur primitivste Sehorgane wurden an den Würmern vergeblich gesucht, demnach muß die Haut noch allgemein lichtempfindlich sein.

Dann wurden die Regenwürmer an verschiedenen Stellen des Körpers mit sehr verdünnter Salzsäure betupft. Während sie bei Benetzung in der Mitte des Körpers auf stark verdünnte Salzsäure sehr wenig reagierten, machten sie bei Betupfung des hinteren oder besonders des vorderen Körperendes noch ziemlich heftige Reflexbewegungen. Die Haut ist demnach nicht überall gleichmäßig empfindlich.

Zur **mikroskopischen** Untersuchung wurden von den in Paraffin eingelegten Exemplaren Querschnitte hergestellt und aus ihnen das Paraffin mittels Xylol entfernt. Es waren sichtbar der Hautmuskelschlauch, bestehend aus einzelliger Hautschicht, Ring- und Längsmuskeln und die Einlenkung der Borsten, sowie der Darm.

An den in Chloroformwasser getöteten Regenwürmern endlich konnten durch einen Längsschnitt das Rückengefäß mit den seitlichen Nerven und der Darm freigelegt werden.

III. Die niederen Krebse.

Für das mikroskopische Studium besonders geeignet waren zwei Vertreter der niederen Krebse: der Ruderfüßler *Cyclops coronatus* und der Kiemenfüßler *Daphnia pulex*.

Bei den lebend auf den Objektträger gebrachten Exemplaren war u. a. sehr gut sichtbar die Tätigkeit des Herzens und des Darmes, die Bewegung der Ruderfüße und die Struktur der Schale, das zusammengesetzte Auge mit Ganglion opticum und Opticus sowie das Schlundganglion.

Während bei *Daphnia* die einzelnen Stadien der heranwachsenden Eier und Embryonen in der Keimstätte und dem Brutraum verglichen wurden, konnte bei *Cyclops* — zufällig — das Auskriechen der Naupliuslarven aus den Eiersäcken beobachtet werden.

IV. Der Flußkrebs.

An lebenden Tieren wurde beobachtet, daß sie mit kräftigen Schlägen der Schwanzflosse rückwärts schwimmen, aber mit den Schreitbeinen vorwärts gehen, ferner daß die Austerfüße in dauernder Bewegung sind und unter dem Körper eine Strömung nach vorn erzeugen, die den Kiemen frisches Wasser zuführt. —

Von frisch mit Chloroform getöteten Tieren wurden zunächst die 19 verschiedenen Gliedmaßen, die Fühler, Kiefer, Kieferfüße, Schreitfüße und Austerfüße abgelöst und der Reihe nach auf weißes Papier gelegt. Ihre Vergleichung zeigt, daß die Gliedmaßen je nach der Arbeit, die sie verrichten, verschieden ausgebildet sind.

Dann wurde der Rückenpanzer nach zwei seitlichen Schnitten vorsichtig abgehoben. An den freigelegten Organen fallen besonders die starken Kiefer- und Schwanzmuskeln auf, ferner der Magen und der Enddarm, die Rückenarterie mit der muskulösen Stelle, dem Herzen, und den Kiemen. Nach Entfernung dieser Teile wurde das Bauchmark freigelegt, das als Strickleiternnervensystem erkannt wurde.

Die Kiemenblättchen wurden mikroskopisch betrachtet.

Ein Stück Rückenpanzer wurde in Salzsäure gelegt: sofort begann unter Gasentwicklung sich die Kalkeinlagerung aufzulösen, es blieb schließlich nur eine biegsame Chitinmasse zurück.

Oberprima: Botanik.

Pensum: Anatomie und Physiologie der höheren Pflanzen.

Bau und Funktion der Zelle, der Gewebesysteme: Grund-, Haut- und Gefäßbündelsysteme in den einzelnen Pflanzenteilen und der Befruchtungsorgane.

Auch hier wird es sich für das Schülerpraktikum nicht nur — wie es, nach den Leitfäden zu schließen, beliebt zu sein scheint — darum handeln den Bau der Pflanzen anatomisch kennen zu lernen, sondern auch eine Reihe von Fragen, wie z. B. nach der Herstellung der Stärke in der Pflanze, nach den Gas- und Wasserwegen des Pflanzkörpers, nach den Befruchtungsvorgängen u. a. experimentell zu lösen.

Diesen Teil der Biologie im Schülerpraktikum bearbeiten zu lassen, hatte ich bisher noch keine Gelegenheit und ich lasse deshalb eine nähere Ausführung dieses Kapitels hier fort, da ich einerseits in diesem Bericht nur selbst im Schülerpraktikum durchgeprobte Versuche anführen will und da andererseits die Anatomie der höheren Pflanzen in den Leitfäden recht ausgiebig behandelt wird und mein Vorgänger Dr. Kleinsorge in seiner Programmarbeit „Die botanischen (pflanzenphysiologischen) Versuche (Ostern 1911) eine Reihe Experimente anbietet, die sich für das Schülerpraktikum eignen.

Oberprima: Zoologie.

Pensum: Anatomie und Physiologie der Wirbeltierstämme unter Berücksichtigung des Menschen.

Organsysteme der Verdauung, Blutkreislauf, Atmung, Sekretion, Skelett, Sinnesorgane, Nervensystem. — Abstammungslehre und ihre Begründung. Geologische Geschichte des Lebens.

Die Tätigkeit der Schüler bestand darin:

1. die Anatomie der Wirbeltierstämme an einzelnen Typen durch eigenes Präparieren makro- und mikroskopisch kennen zu lernen;
2. soweit möglich die physiologische Funktion einzelner Organe durch Versuche festzustellen und
3. die verschiedenen Organsysteme in der Wirbeltierreihe anatomisch zu vergleichen und als Begründung der Abstammungslehre zu würdigen.

I. Die Wirbeltiertypen.

a) Der Frosch.

Die frisch mit Chloroform getöteten Frösche wurden auf den Rücken gelegt und im Präparierbecken durch Nadeln an den Gliedmaßen festgesteckt. Ein Schnitt durch die Haut vom After nach der Kehle legte die Lymphhäute, ein weiterer Schnitt durch die Bauchdecke und das Brustbein die Eingeweidelage frei; das Präparat wurde unter Wasser gesetzt. Nach Öffnung des Herzbeutels konnte man beobachten, daß das Herz aus einer Herz- und

2 Vorkammern besteht, daß aus der Herzkammer eine Arterie entspringt, die sich in 2 Äste, weiter in je 3 Zweige auflöst, ferner daß 3 Venen sich in einer Erweiterung vor der rechten Vorkammer vereinigen und in diese münden. Ein Tropfen Blut wurde mikroskopisch betrachtet. An einem nur betäubten Frosch wurde — nach Oeffnung — das Schlagen des Herzens und unter dem Mikroskop der Blutkreislauf in der Schwimnhaut beobachtet.

Von den Lungen wurde — nach Feststellung ihrer Verbindung durch die Bronchien mit der sehr kurzen Luftröhre — ein Stückchen bei schwacher Vergrößerung unter dem Mikroskop betrachtet und die maschenartige Verzweigung der Blutgefäße beobachtet.

Dann wurde der Verdauungsapparat herauspräpariert, bestehend aus Speiseröhre, Magen, Darm, Dickdarm nebst Leber, Gallenblase, Bauchspeicheldrüse mit ihren Ausführgängen.

Dann bleiben im Grunde des Präparats nur noch die Nieren zurück; der Harnleiter mündet in die Harnblase und diese gemeinsam mit dem Darm als Kloake. Bei weiblichen Tieren wurden noch die Eileiter und Eierstöcke, bei männlichen die Hoden und Samenleiter festgestellt, beide münden ebenfalls in die Kloake.

Nach Entfernung sämtlicher Eingeweide sahen wir von dem Rückenmark paarig die Nerven ansstrahlen. Dann wurde vorsichtig vom Rücken aus das Gehirn freigelegt und seine Teile: Vorderhirn mit Riechnerven, Zwischenhirn, Mittelhirn, Hinter- und Nachhirn unterschieden. Für spätere Vergleichung mit anderen Wirbeltierhirnen wurde es in Alkohol aufbewahrt.

b) Der Fisch.

Bei frisch mit Chloroform getöteten Fischen mittlerer Größe (meist Karpfen) wurde durch entsprechende Schnitte die seitliche Körperwand vom After bis zum Kiemendeckel abgetragen, sodaß alle Eingeweide frei lagen. Es fiel die Schwimmblase mit Schwimmblasengang auf. Der Darm samt Leber und Gallenblase wurde freigelegt, ebenso Nieren mit Harnleiter. Den unteren Teil der Bauchhöhle nehmen die Geschlechtsorgane ein. Beim Herz wurde der Unterschied gegenüber dem Froschherzen festgestellt: es besitzt nur eine Vorkammer und entsendet 4 Paar Arterienbögen zu den Kiemen.

Die Blutcirculation in den Kiemen wurde nicht beim Fisch selbst, sondern bei jungen Kaulquappen in einer späteren Stunde mikroskopisch betrachtet.

Dann wurde noch das Gehirn herauspräpariert und seine Teile festgestellt.

c) Die Taube.

Außerlich wurden die Arten der Federn und mikroskopisch ihr Bau betrachtet.

Das Tier wurde auf dem Rücken liegend im Wachsbecken befestigt, die Bauchhöhle geöffnet, die starken Muskeln am Brustbeinkamme mit dem Messer durchschnitten und nach Entfernung des Brustbeins die Haut bis zum Schnabel aufgeschnitten.

Das Herz besteht hier aus 2 Herz- und 2 Vorkammern, jede Herzkammer ist mit ihrer Vorkammer verbunden, wie nach Herausnahme des Herzens durch Einschieben von Stäbchen festgestellt werden konnte. Es wurde der Verlauf der Körperschlagader, die in kurzem Bogen hinter das Herz und dann an der Wirbelsäule entlang zieht, und der beiden anderen Arterien verfolgt, die nach rechts und links in die Brust- und Flügelmuskeln gehen, vorher die beiden Halsschlagadern abzweigen.

Nachdem der Darmtraktus mit Speiseröhre, Kropf, Drüsenmagen, Magen, dessen dicke zum zerkleinern der Speise dienende Muskulatur durch Zerschneiden klar gelegt und

mikroskopisch betrachtet wurde, Darmschlingen, Leber und Bauchspeicheldrüse herauspräpariert war, wurden die verhältnismäßig kleinen Lungen, die Bronchien, Luftröhre und der Kehlkopf aufgesucht.

Von dem Eierstock führt der Eileiter, bezüglich von den Hoden der Samenleiter nach der Kloake, ebenso von der dreiteiligen Niere der Harnleiter.

Die Schädeldecke wurde abgetragen und das Gehirn freigelegt: das Vorderhirn ist im Verhältnis zu dem dahinter liegenden Klein-, Mittel- und Nachhirn viel stärker entwickelt als bei Fisch und Frosch.

d) Das Kaninchen.

Von den frisch durch Chloroform getöteten Tieren wurden die kleineren im Wachsbecken, die größeren auf einem Brett auf dem Rücken liegend mit Nadeln oder Nägeln befestigt. Die Haut wurde vom Becken bis zum Hals aufgetrennt und seitlich abgebalgt, dann die Bauchhöhle geöffnet. Nachdem das Zwerchfell entfernt worden war, wurde das Brustbein und ein Teil der Rippen entfernt und die Organe bis zum Kehlkopf freigelegt.

Es wurde das Herz aufgesucht und der Verlauf der Adern festgestellt. Aus der linken Herzkammer kommt die große Körper Schlagader heraus, nach oben die Halsschlagader entsendend, zurück wird das Blut durch die große Körpervene und die beiden Schlüsselbeinvenen nach der rechten Vorkammer geführt, die sich gabelnde Lungenarterie führt es von der rechten Herzkammer nach der Lunge, und die Lungenvenen gereinigt zurück nach der linken Vorkammer. Das Herz wurde herausgenommen und die Verbindung von 2 Paar Herz- und Vorkammern festgestellt.

Die mit dem Kehlkopf beginnende Luftröhre spaltet sich in die Bronchien und führt nach den Lungen.

Dann wurden die Speiseröhre, die das Zwerchfell durchbricht, der Magen, Milz, Leber, Gallenblase und Bauchspeicheldrüse herauspräpariert, die Darmschlingen entfaltet und der Dünndarm, der sehr große Blinddarm, der Dick- und Mastdarm als einzelne Abteilungen festgestellt.

Weiter folgte die Untersuchung der Nieren und Geschlechtsorgane mit ihren Ausführgängen.

Nach Entfernung der Kopfmuskeln wurde durch einen Kreischnitt das Gehirn freigelegt und seine Teile festgestellt. Die beiden Kleinhirnhemisphären sind unten durch die Brücke verbunden, die Kreuzung der Sehnerven ist sichtbar und die Abzweigung der Hirnnerven.

e) Das Wirbeltierauge.

Für genauere Untersuchung des Wirbeltierauges eignete sich am besten das Kalbsauge, bei ihm konnten ziemlich leicht die einzelnen Schichten: Sklera, Chorioidea, Retina, Cornea nacheinander freigelegt werden, ebenso der Glaskörper und die Linse herauspräpariert, auch die Iris bei schwacher Vergrößerung mikroskopisch angesehen werden.

f) Mikroskopische Präparate.

Mikroskopische Präparate von tierischen Geweben herzustellen ist für Anfänger natürlich nicht so leicht wie von pflanzlichen Schnitten. Manche Gewebsteile ließen sich immerhin ganz gut mikroskopisch betrachten, so Muskelfibrillen, Knorpelschnitte, Blutkörperchen. Spermatozoen usw. Andere Objekte dagegen, wie Nerven, Knochen- und Hautschnitte u. a.

mehr waren nicht so leicht zu behandeln und ergaben in der zur Verfügung stehenden Zeit nichts Brauchbares. Hier dienten als Aushilfe käufliche Präparate aus der Sammlung Siegmund, Histologie u. andere.

2. Physiologische Versuche.

Tierphysiologische Versuche lassen sich im Allgemeinen im Schülerpraktikum nicht gut ausführen. Wenn z. B. von manchen Leitfadenaufgebern Reizversuche aller Art an Nerven betäubter Frösche und ähnliche Versuche vorgeschlagen werden, so bin ich entschieden gegen solche Experimente in den Schülerübungen und habe sie nicht ausführen lassen, obwohl sie technisch keine besonderen Schwierigkeiten bieten. Dagegen lassen sich sehr wohl im Schülerpraktikum Experimente über die Atmungs- und Verdauungsorgane anstellen.

a) Atmungsversuche.

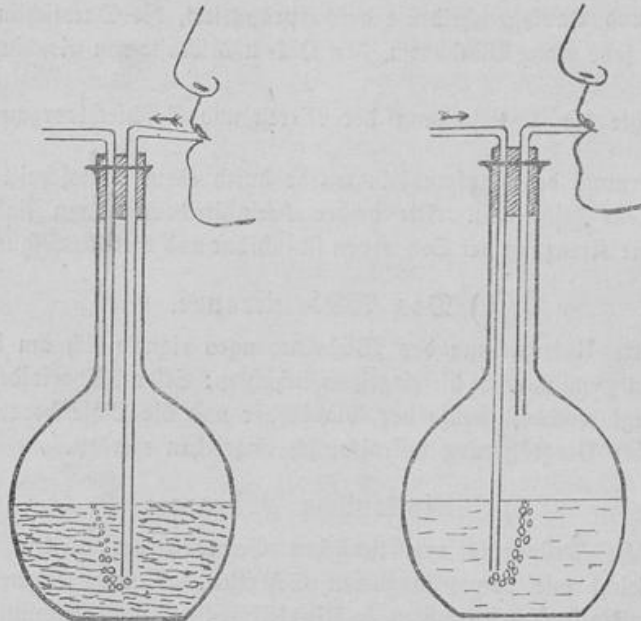
Messung des Lungenvolumens.

Ueber dem Wasser der pneumatischen Wanne wurde die ausgeatmete Luft der „gewöhnlichen“ und der „tiefen“ Atemzüge aufgefangen und der Rauminhalt in ccm festgestellt und verglichen.

Nachweis der ausgeatmeten Kohlensäure.

Eine Kochflasche wurde mit doppelt durchbohrtem Gummistopfen versehen, durch den eine längere und eine kürzere Glasröhre eingeführt wurde, und mit Kalkwasser soweit angefüllt, daß die längere Röhre in die Flüssigkeit tauchte.

Nun wurde zunächst an der kürzeren Röhre mit 5 tiefen Atemzügen Luft hindurchgesaugt, die ausgeatmete Luft aber nicht hindurch gepustet; es zeigte sich eine ganz schwache Trübung des Kalkwassers durch die in der Luft enthaltenen Kohlensäure. Dann wurde



Beim Durchblasen starke Fällung von Kalk durch die ausgeatmete Kohlensäure.

Beim Ansaugen ganz schwache Trübung des Kalkwassers durch die Kohlensäure der Luft.

— nach Erneuerung des Kaltwassers — mit fünf tiefen Atemzügen die ausgeatmete Luft durch die längere Röhre hindurchgepustet: es zeigte sich eine ganz starke Trübung und Kaltabscheidung durch die aus der Lunge ausgeschiedene Kohlensäure.

Oxydation des Blutes.

Durch schon dunkel gefärbtes Rinderblut wurde reiner Sauerstoff geleitet: es färbte sich nach Verwandlung des Hämoglobins zu Oxyhämoglobin hellrot.

In Rinderblut wurde Leuchtgas geleitet, wodurch es sich dunkelrot färbte. Beim Einleiten von Sauerstoff färbte es sich nicht wieder hellrot: bei Leuchtgas (CO) = Vergiftungen läßt sich also das Oxyhämoglobin nicht ohne Weiteres wieder herstellen, es muß vom Körper neu gebildet werden.

b) Verdauungsversuche.

Umwandlung der Stärke in Zucker.

Ein Stück Schwarzbrot wurde 5 bis 10 Minuten gekaut, bis es deutlich süßen Geschmack annahm. Die Stärke war, — mindestens teilweise — durch die Diastase des Speichels in Zucker umgewandelt worden.

Etwas Stärke wurde zu einem dünnflüssigen Brei aufgekocht, reichlich mit Speichel versetzt und 1 Stunde bei 30° C gehalten: die Flüssigkeit wurde klarer, da die unlösliche Stärke in löslichen Zucker verwandelt war. Wenn auch die Jodkaliumreaktion immer noch etwas Stärke anzeigte, so konnte doch auch durch Reaktionen Zucker nachgewiesen werden.

Umwandlung des Eiweiß in Pepton.

In eine von käuflichen Pepsin hergestellte Lösung wurde fein zerschnittenes, gekochtes Hühnereiweiß eingebracht und die Flüssigkeit auf 2 Gefäße verteilt. In das eine Gefäß wurden wenige Tropfen Salzsäure zugelegt, in das andere nicht und beide Gefäße wurden eine Stunde lang auf 30° C gehalten. Resultat: in der salzsauren Pepsinlösung wurde das Eiweiß angegriffen, bezüglich — nach Umwandlung in Pepton — ganz aufgelöst, in der neutralen Pepsinlösung blieb es unangegriffen.

3. Vergleichende Anatomie.

Die secierten Wirbeltiertypen wurden am Schluß anatomisch verglichen. Zu diesem Zwecke waren die von den Schülern angefertigten Gehirn- und anderen Präparate in Alkohol aufbewahrt. Im übrigen mußten die angefertigten Zeichnungen und auch die in der Sammlung vorhandenen Spirituspräparate des Verdauungssystems und Blutkreislaufs verschiedener Wirbeltiere und die Skelette die Vergleichung unterstützen. Theoretische Belehrungen taten das ihrige.

Die Vergleichen stellten besonders die gleichartige Anlage des Skeletts und des Verdauungssystems bei den Wirbeltieren fest. Ferner wurde die Umbildung der 4 Paar Kiemenarterien der Fische zu Lungenarterien, Körperarterien und Halsschlagadern bei den höheren Wirbeltieren verfolgt und die Differenzierung des Herzens vom einfachen Fischherzen mit 1 Vor- und 1 Herzkammer zum Vogel- und Säugetierherzen mit 2 Vor- und 2 Herzkammern. Besonders beobachtet wurde auch das Anwachsen des Großhirns in der Wirbel-

tierreihe. Bei den Fischen und Fröschen übertrifft es als Vorderhirn die andern Gehirnteile an Größe noch nicht, bei den viel intelligenteren Vögeln dagegen beginnt es das Zwischen- und Mittelhirn zu überwachsen und überdeckt in der Säugetierreihe — von den niederen bis zu den höheren aufwärts — als eigentliches Großhirn alle andere Partien des Gehirns mehr und mehr, um schließlich bei den höchsten Säugetieren und noch mehr beim Menschen seine Oberfläche noch durch Faltung bedeutend zu vergrößern.

Die vergleichende Anatomie führte auf die Abstammungslehre, die dann rein theoretisch unter Demonstration von Versteinerungen der verschiedenen geologischen Formationen und einer Reihe geeigneter Objekte der naturwissenschaftlichen Sammlung weiter entwickelt wurde und sich außer auf die vergleichende Anatomie auf die Geologie, Embryologie, Tiergeographie, Lehre von den rudimentären Organen und experimentelle Zoologie stützte.

Schlußwort.

Die vorstehenden Uebungen sind, wie ich schon im Eingang betonte, hier sämtlich praktisch von den Schülern ausgeführt worden.

Wenn ich auch glaube, damit einigen Erfolg erzielt zu haben und sie deswegen der Veröffentlichung für wert halte, so bin ich doch weit davon entfernt, den eingeschlagenen Weg für den einzig gangbaren zu halten.

Ich glaube aber, daß solche Veröffentlichungen aus der Praxis notwendig sind, damit sich aus den verschiedenen Erfahrungen eine brauchbare Richtschnur für das biologische Schülerpraktikum entwickelt.

Sollten die vorstehenden Angaben zum Nachproben anregen oder zur Beschreibung anderer begangner Wege veranlassen, so wäre die Mühe reichlich belohnt.

tierreihe. Bei den Fische
an Größe noch nicht, b
und Mittelhirn zu überw
zu den höheren aufwä
mehr und mehr, um sch
seine Oberfläche noch du

Die vergleichend
unter Demonstration vo
einer Reihe geeigneter L
und sich außer auf die ve
Lehre von den rudiment

Die vorstehende
praktisch von den Schüle

Wenn ich auch e
Veröffentlichung für we
Weg für den einzig gan

Ich glaube abe
damit sich aus den verschi
Schülerpraktikum entwicke

Sollten die vor
anderer begangner Wege

erhirn die andern Gehirnteile
gen beginnt es das Zwischen-
reihe — von den niederen bis
andere Partien des Gehirns
und noch mehr beim Menschen

lehre, die dann rein theoretisch
geologischen Formationen und
nlung weiter entwickelt wurde
Embryologie, Tiergeographie,
ogie stützte.

Eingang betonte, hier sämtlich

haben und sie deswegen der
entfernt, den eingeschlagenen

der Praxis notwendig sind,
Richtschnur für das biologische

nregen oder zur Beschreibung
ich belohnt.

