Zeitschrift: Schweizer Schule
Herausgeber: Christlicher Lehrer- und Erzieherverein der Schweiz
Band: 1 (1915)

Anhang: Mittelschule : mathematisch-naturwissenschaftliche Ausgabe : Beilage zur "Schweizer-Schule"
Autor: [s.n.]

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 26.03.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Mittelschule

Mathematisch-naturwissenschaftliche Ausgabe

Beilage zur „Schweizer-Schule“

:::: 1915 ::::

I. Jahrgang

Einsiedeln
Eberle & Rickenbach
1915

Inhaltsverzeichnis.

I. Abhandlungen.

Seite

Zum Geleit! Von Dr. A. Theiler 1
Die Geschichte eines Verkannten. Von Seminarlehrer Dr. J. Brun, Hitzkirch 2, 26
Das Schülerherbarium. Von Dr. P. E. Scherer, Sarnen 5
Der biologische, spez. zoologische Unterricht auf der Unterstufe. Von Dr. K. Fuchs, Rheinfelden 12
Neuere Probleme und Theorien der Physik. Von Dr. H. P. Baum, Baden 17, 33, 57
Schutzfärbung beim Citronenfalter. Von Dr. P. E. Scherer, Sarnen . . 24
Eine alte Regel. Von Dr. M. Schips, Schwyz 30
Zur Biologie des Scharbockskrautes (Ficaria ranunculoides). Von Dr. P. E. Scherer, Sarnen 38
Farbenübereinstimmung zwischen Blumen und Schmetterlingen. Von Dr. Rob. Stäger, Bern 41
Eine andere Multiplikationsregel. Von Dr. M. Schips, Schwyz . . 43
Die Entstehung der kristallinen Schiefer in der Anschauung der modernen Petrographie. Von Dr. P. P. Hartmann, Engelberg 49, 66
Zur Chemiestunde über das Schießpulver. Von Dr. P. A. Roshardt, Stans 63, 70
Um eine Königin. Von Dr. R. Stäger, Bern 77, 86
Ferienwanderungen. Von Dr. A. Theiler, Luzern 82
Skizzen und Modelle im pflanzenkundlichen Unterricht. Von Dr. J. J. Herzog, Zug 90
Ist die Rauschbeere (Vaccinium uliginosum) wirklich giftig? Von Dr. P. Scherer, Sarnen 96
Vom Föhn. Von Dr. C. Kunz, Schlieren 97, 113
Naturgeschichte und Mathematik. Von Dr. M. Schips, Schwyz . . 104, 120
Wie geschieht die natürliche Aussäung der Eibe (Taxus baccata)? Von Dr. R. Stäger, Bern 109
Der Kleiber als Haselnußgärtner. Von Pfr. Limacher, Triengen . . 125
Herstellung einfacher Lichtbilder und Tafelzeichnungen. Von Dr. P. E. Scherer, Sarnen 122

II. Literatur.

Besprechungen 16, 30, 45, 80, 111, 128

Nummer 1. 13. Januar 1915.

Mittelschule

Beilage zur „Schweizer-Schule"

Schriftleitung:
Dr. A. Theiler, Luzern

Mathematisch-naturwissenschaftliche Ausgabe

Inhalt: Zum Geleit. — Die Geschichte eines Verkannten. — Das Schülerherbarium. — Der biologische, speziell zoologische Unterricht auf der Unterstufe. — Literatur. — Briefkasten.

Zum Geleit!

Die mathematisch-naturwissenschaftliche Ausgabe der „Mittelschule" möchte Eingang finden bei allen Lehrkräften, die an einer Mittelschule in irgend einem Zweig der realistischen Fächer unterrichten. Dabei soll der Begriff Mittelschule möglichst weit gefaßt werden. Der Sekundarlehrer, der oft in allen möglichen Fächern zu Hause sein sollte, und der Fachlehrer an unseren Gymnasien und technischen Abteilungen, der auf ein eingehendes Spezialstudium sein Wissen gründet, beide sind als Leser und auch als Mitarbeiter herzlich willkommen.

Ein frischer Zug geht heute durch die Methodik unserer Fächer. „Arbeitsschule" ist das Losungswort. Wenn wir auch der praktisch-heuristischen Methode nicht alle Vorzüge zuerkennen können, die ihr von manchem Vorkämpfer angedichtet werden, so glauben wir doch, daß die Schülerübungen auf ein sicheres Erfassen des Wissensstoffes einen wesentlichen Einfluß haben. Und gewiß wird der Tag kommen, wo an der letzten Sekundarschule wie auf der höhern Stufe der Mittelschule der Schüler unter Leitung des Lehrers anhand einfacher Experimente die chemischen und physikalischen Gesetze selbst ableitet oder mit Lupe und Mikroskop in die Geheimnisse des Lebens einzudringen versucht. Gründliches Erfassen der Elemente des Wissens, aber auch praktisches Können wird die Frucht dieser Selbstbetätigung sein. Für alle Bestrebungen dieser Art, für Erfolg wie für schlechte Erfahrungen, die man mit Schülerübungen da und dort gemacht hat und noch machen wird, gedenken wir ein williges Ohr zu haben.

Möge also unser Blättchen zu Nutz und Frommen unserer lieben Jugend eine segensreiche Wirksamkeit entfalten.

Dr. Alfred Theiler.

Die Geschichte eines Verkannten.

Von Dr. J. Brun, Seminarlehrer in Hitzkirch.

τὰ πάντα ῥεῖ

Die Menschen haben oft sonderbare Träume. Besonders die Gelehrten, und solche, die es gerne sein möchten. So trat in einer der letzten Nächte, nachdem ich am Abend zuvor mit einigen Freunden ein sehr lebhaftes chemisches Colloquium geführt hatte, eine seltsame, tief verhüllte Gestalt an mein Bett und redete mich also an: „Du bist gestern so wacker für meine Ehre und meines Daseins Bedeutung in der Natur eingestanden, daß ich mich verpflichtet fühle, dir einen Dankbesuch abzustatten." „Wer bist du? Mit wem habe ich die Ehre?" frug ich zögernd, während ich aus meinen Augen die lästigen Schuppen rieb, die mich hinderten, den nächtlichen Besuch schärfer zu beobachten. „Wer ich bin? — Nun, jener Verkannte, mit schimpflichem Namen Behaftete, zu dessen Ehrenrettung du dich gestern so sehr ins Zeug legtest. Willst du meine Geschichte schreiben, die Geschichte eines Wesens, das man als lebensfeindlich, apathisch und träge verschrieen hat und das doch den zartesten Geheimnissen des Lebens so nahe steht und die gewaltigsten Kräfte aufspeichern hilft, welche ihr, traurige Menschengeschöpfe, allerdings am liebsten zu euerer gegenseitigen Vernichtung anwendet." — „Aha, jetzt verstehe ich!" rief ich, „Du wärest also jenes berühmte N, das Nitrogenium, das uns Chemikern schon so viel zu tun gegeben. Deine Geschichte will ich schreiben, jawohl; aber komm näher, laß mich ein wenig hinter deine Schleier blicken; nur einen Zug, irgend eine neue Seite deines proteusartigen Wesens verrate mir, und du wirst mich zum glücklichsten aller Menschen machen." Die Gestalt schien zu nicken, schien wirklich näher zu kommen, schon faßte ich einen Zipfel ihres undurchdringlichen Schleiers, da kam es wieder wie Schuppen über meine Augen, ich strengte mich an, sie wegzuwischen, ich richtete mich auf und — erwachte. Dieses unzeitige Erwachen hat mich damals leider um jenen heißbegehrten Ruhm eines wissenschaftlichen Kolumbus betrogen, aber mich von meinem Entschlusse, die Geschichte des Stickstoffs für die „Mittelschule" zu schreiben, doch nicht abgebracht. Aber ausdrücklich sei's gesagt, nur für den Horizont und den engen Rahmen der Mittelschule. Denn wollte ich alles in extenso und mit wissenschaftlicher Gründlichkeit niederschreiben, was die Gelehrten vom Nitrogenium erzählen, so würde der dickleibigste Band entstehen, der je aus einer Druckerwerkstatt hervorgegangen ist.

Die gütige Natur hat unserm Erdball in der Atmosphäre einen

unermeßlichen Vorrat an Stickstoff verliehen. Etwa 70 km hoch [1]) besteht diese Lufthülle nur zu einem Fünftel aus unserer eigentlichen Atmungsluft, dem Sauerstoff, dagegen zu fast vier Fünfteln aus dem zur Atmung untauglichen Stickstoff. Aber diese indifferente Gashülle gehört zu den physikalischen Grundbedingungen des organischen Lebens. Sie bildet als schlechter Wärmeleiter einen vorzüglichen Wärmeschutzmantel des Erdkörpers, zugleich aber auch eine Art Wärmekondensator, indem sie die Lichtstrahlen der Sonne ungehindert bis zum Erdboden durchdringen läßt, dagegen die dunklen Wärmestrahlen, welche die Erde aussendet, fast ganz verschluckt. Was würde geschehen, wenn der Druck der Atmosphäre verschwände oder auf den Partialdruck des Sauerstoffs herabgemindert würde? Die Erde würde austrocknen, die Gewässer verdampfen oder gefrieren, unter einem furchtbaren Hochgebirgsklima alle Regungen des Lebens erstarren.

Eine große Passivität zeichnet den elementaren Stickstoff vor allen andern Metalloiden aus. Den chemischen Prozessen der Organismen steht er scheinbar teilnahmslos gegenüber, was ihm eben die wenig schmeichelhaften Namen Stickstoff, Azote, eingetragen hat. Die chemischen Kräfte dieses Elementes schlummern für gewöhnlich in einem tiefen Schlafe. Sie zu wecken, bedarf es aber nur genügend hoher Temperaturen, z. B. des elektrischen Funkens. Im Lichtbogen eines starken Wechselstromes verbrennt ein Gemisch von Stickstoff und Sauerstoff zu Stickstoffoxyd resp. Stickstoffdioxyd [2]). Unter geeigneten Vorsichtsmaßregeln kann man sogar den Stickstoff mit Wasserstoff zu dem durch seinen stechenden Geruch charakterisierten Ammoniak zusammenschweißen. Glühende Leichtmetalle, z. B. Magnesium, binden Stickstoff in Mengen zu sog. Nitriden. Es sind das chemische Vorgänge von großer wissenschaftlicher und praktischer Bedeutung, wie ich später noch zeigen möchte, falls der Raum es gestattet.

Es entsteht nämlich die Frage, ob denn der Stickstoff wirklich, wie es den Anschein hat, beim organischen Leben nur eine passive Rolle spiele. Diese Frage ist leicht zu entscheiden. Man braucht nur Tier- oder Pflanzenteile in einem Probierglase vorsichtig zu erhitzen und man findet in dem entweichenden Gas- und Dampfgemisch stets die oben erwähnte Stickstoffwasserstoffverbindung, das Ammoniak. Es ist also der Stickstoff ein nie fehlender, manchmal bis zu 20 Prozent vertretener Bestandteil der organisierten Gebilde. Geht man den Spuren des Stick-

[1]) In den noch höheren Schichten der Atmosphäre überwiegt mehr und mehr der leichtere Wasserstoff.

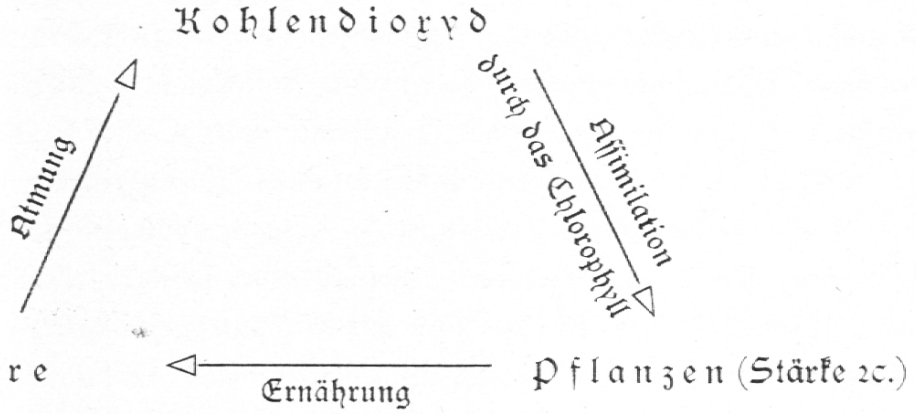
[2]) Aehnlich wirkt die Knallgasflamme, d. h. das aus 2 Raumteilen Wasserstoff und einem Raumteil Sauerstoff bestehende Gasgemisch.

stoffs besonders in den Pflanzen genauer nach, so führen uns diese gerade in die intimsten und wesentlichsten Bestandteile derselben hinein, in jene winzigen Schleimklümpchen von Eiweiß oder Protoplasma, welche der Biologe als die geheimnisvolle Werkstätte des Lebens anerkennt. Ohne Stickstoff kein Eiweiß, ohne Eiweiß kein Protoplasma, ohne Protoplasma kein Leben; das ist eine Kette von Tatsachen, welche uns die Stellung des Stickstoffs zum organischen Leben in einem ganz andern Lichte zeigt. Sie zwingen uns, das Nitrogenium als ebenbürtiges Glied in die Reihe der sog. organogenen Elemente Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Sauerstoff zu setzen.

Woher nehmen nun aber die Pflanzen ihren Stickstoff? Eine teilweise Antwort auf diese Frage könnten meine Leser bereits selbst sich geben, wenn sie sich daran erinnern, daß bei elektrischen Entladungen in der Luft Stickstoffoxyd entsteht. Dieses Gas oxydiert sich sofort spontan zu Stickstoffdioxyd, letzteres ebenso unter Mitwirkung des Wasserdampfes zu Salpetersäure. Diese gelangt mit den atmosphärischen Niederschlägen in den Erdboden, geht hier in salpetersaure Salze über, welche von den Pflanzenwurzeln als willkommene Nährsalze aufgesogen werden. Solche salpetersaure Salze bilden sich auch in Menge bei Fäulnis- und Verwesungsprozessen der Organismen,[1]) wodurch eine Art innerer Kreislauf des Stickstoffs hergestellt wird, der eine weitere Zufuhr von elementarem Stickstoff scheinbar unnötig macht. Dem ist aber in Wirklichkeit nicht so. Bei den soeben erwähnten Verwesungs- und Fäulnisprozessen, noch mehr bei Verbrennungen, wird ein Teil des chemisch gebundenen Stickstoffs im Elementarzustand an die Atmosphäre abgegeben. Das Organismenreich erleidet dadurch fortwährend bedeutende Verluste an assimilierbarer Stickstoffnahrung, welche durch die Stickoxydbildung bei Gewittern jedenfalls nicht genügend gedeckt wird. Müssen wir uns bei dieser Lage der Dinge nicht verwundern, daß die Lebewesen nicht schon längst an Stickstoffmangel zugrunde gegangen, gleichsam verhungert sind? Oder fließt ihnen vielleicht irgendwo noch eine verborgene Stickstoffquelle, auf die wir bei unsern bisherigen Betrachtungen noch gar nicht aufmerksam wurden? Gewiß; eine solche ist seit beiläufig 30 Jahren bekannt und führt uns in das Reich jener winzigen Lebewesen, die im Kreislauf der Stoffe überhaupt eine so wichtige Rolle spielen, in die Welt der Bakterien. Eine Gruppe derselben, die sog. Stickstoffbakterien hat es sich zur „Spezialität" gemacht, elementaren Stickstoff zu assimilieren und in ihr Körpereiweiß überzuführen, also buchstäblich aus der „Luft" zu leben. Aus ihren abgestorbenen Zelleibern

[1]) Genaueres darüber siehe weiter unten.

vermögen dann andere Pflanzen — sei es direkt, sei es durch den Verwesungsprozeß — einen Teil ihres Stickstoffbedarfes zu decken. Als direkte Schmarotzer resp. Symbionten dieser Stickstoffbakterien sind uns besonders die Papilionaceen oder Leguminosen (Erbse, Bohne, Klee 2c.) bekannt. Diese merkwürdigen Stickstoffbakterien, die auf ganz sterilem Sandboden zu leben vermögen, stellen jedenfalls die wichtigste Brücke vom Reich des Unorganischen zum Organischen dar. Ihre Entdeckung bildete zugleich das letzte Beweisglied für die längst vermutete Tatsache, daß der Stickstoff in der Natur einen ähnlichen — nur viel komplizierteren — Kreislauf beschreibt wie der Kohlenstoff und die übrigen organogenen Elemente. Für den Kohlenstoff gilt bekanntlich folgendes einfache Kreislaufschema:



Der Stickstoff hat eine — wie bereits angedeutet — viel wechselvollere und bewegtere Lebensgeschichte. Bevor wir an die Aufstellung eines alle Umwandlungen berücksichtigenden Schemas schreiten können, müssen wir noch einzelne sehr interessante Zwischenetappen ins Auge fassen, welche bisher nicht näher berührt wurden. (Fortsetzung folgt.)

Das Schülerherbarium.

Von Dr. P. Emmanuel Scherer, Sarnen.

Daß zur Erwerbung und Vertiefung floristischer Kenntnisse Herbarien unumgänglich notwendig sind, ist selbstverständlich. Die Wertschätzung solcher Kenntnisse scheint allerdings bei den Vertretern der botanischen Wissenschaft keine einheitliche zu sein. Es gibt Koriphäen dieser Wissenschaft, die von der Systematik der Pflanzenwelt sehr geringschätzig denken und aus der Lückenhaftigkeit ihres eigenen Wissens auf diesem Gebiete nicht den geringsten Hehl machen. In einem Städtchen des mittleren Deutschland vereinigte sich vor Jahren einmal die deutsche botanische Gesellschaft zu ihrer ordentlichen Generalversammlung. Ein schlichter Landlehrer, mit lebhaften floristischen Interessen, glaubte die anscheinend günstige Gelegenheit benutzen zu sollen und fragte einen berühmten Ge-

lehrten, es soll der noch lebende Begründer der physiologisch-anatomischen Forschungsrichtung in der Botanik gewesen sein, um den Namen einer Pflanze, die ihm Schwierigkeiten bereitete. Der Gelehrte antwortete: Ja mein Lieber, das kann ich Ihnen nicht sagen, da müssen Sie meinen Kollegen, den Herrn Ascherson fragen. Nun eine solche Vernachlässigung der Systematik kann sich ja ein berühmter Anatom und Physiologe gestatten; etwas anders liegt jedoch die Sache bei einem Mittelschullehrer. Es ist doch zum mindesten bemühend, wenn dieser einem wißbegierigen Schüler, der nach dem Namen und der verwandtschaftlichen Zugehörigkeit einer Pflanze frägt, antworten muß: „Das ist halt eine Pflanze", oder lange nachzusuchen gezwungen ist, was es etwa sein könnte. Niemand kann zwar vom Mittelschullehrer verlangen, daß er ein raffinierter Florist und durchtriebener Systematiker sei, heute im Zeitalter des biologischen Gedankens schon gar nicht. Aber die häufigsten Pflanzen, die Flora der nächsten Umgebung in ihren Hauptkomponenten, die sogenannten großen Arten, sollte er doch so ziemlich kennen, schon seiner Schüler wegen. Sind die systematischen Kenntnisse gar zu lückenhaft, so leidet auch der biologische Unterricht darunter; das ist ohne weiteres klar. Für den Lehrer der Botanik also scheint mir eine Pflanzensammlung eine notwendige Vorbedingung und ein wichtiges Hilfsmittel zur Erreichung systematischer Kenntnisse auch innerhalb der oben angedeuteten Grenzen und damit auch eine Vorbedingung für die Erteilung eines gediegenen biologischen Unterrichtes.

Wie aber verhält es sich mit dem Schüler? Soll auch dieser sammeln und ein Herbarium anlegen? Früher, in den jetzt glücklicherweise schon ordentlich weit zurück liegenden Zeiten, wo der botanische, wie überhaupt der ganze naturwissenschaftliche Unterricht nahezu ausschließlich aus Systematik bestand, war das eine selbstverständliche Sache. Wer am meisten Pflanzen kannte und die dickste Sammlung zusammenbrachte, der bekam die beste Note.

Heute, im Zeitalter der biologischen Betrachtungsweise, ist dies anders geworden. Nicht darauf kommt es mehr an, möglichst viele Pflanzen kennen zu lernen, sondern möglichst viel von der Pflanze, die als ein Glied der gesamten organischen Natur betrachtet wird. Oder, noch besser würde ich wohl sagen: der Schüler soll sich in erster Linie eine gewisse Summe von Kenntnissen über den Bau und die Verrichtungen der Pflanze aneignen. Um diesen Zweck in praktischer Weise zu erreichen, führt der Lehrer den Schülern bestimmte Pflanzen vor und studiert und untersucht und beobachtet sie mit ihnen gemeinsam. Es ist klar, daß die Systematik sehr zurücktritt; gleichwohl wird man sie nicht

ganz entbehren können, und besonders in den obern Klassen, wo die weitere Aufgabe hinzutritt, dem Schüler ein historisches Bild von der Pflanzenwelt in ihrer Zusammensetzung, ihrer räumlichen Verteilung und ihrem Werdegang zu entwerfen, wird das nur mit ihrer Hilfe geschehen können. In jedem Falle ist es aber vorteilhaft, wenn der Lernende die Pflanzen, die ihm bildlich vorgeführt werden in seinem Buch, oder die er lebend in die Hand bekommt, gut kennen lernt und die Möglichkeit hat sie aufzubewahren und wieder anzusehen und sich einzuprägen: das geschieht am zweckmäßigsten durch die Erstellung einer eigenen Sammlung, die nicht umfangreich zu sein braucht.

Es kommt aber noch etwas dazu; die neue Zeit hat nicht nur mit vollem Recht die Systematik aus dem Unterricht zurückgedrängt, sondern die ganze Lehrmethode umgestaltet. Bedeutendes und Wertvolles ist bereits erreicht und fortwährend geschehen neue Versuche in dieser Richtung. Nicht bloß das Objekt ist in gewissem Sinne ein anderes geworden, sondern, und das ist nach meinem Dafürhalten weit wichtiger, die Methode ist eine ganz andere, eine neue. Heutzutage geht der Lehrer der Naturgeschichte vor allem darauf aus, das Beobachtungsvermögen seiner Schüler planmäßig auszubilden und zu üben. Darin liegt auch erzieherische Tätigkeit. Der Schüler wird vom Sehen und Lernen zum Verstehen und Nachschaffen geleitet. So ist, um ein Wort Friedrich Ratzels zu gebrauchen, dem Winter der rein verstandesmäßigen, naturwissenschaftlichen Aufklärung, jetzt ein sonniger Frühling der Naturfreude und Naturbefreundung gefolgt, in dem der blütenreiche Kranz von körperlichem und gemütlichem Erleben und von Gedanken, die wir Naturgenuß nennen, von immer mehr Menschen und immer kundiger gewunden wird.

Auf der eben angedeuteten Bahn fortschreitend, hat man versucht, den physikalisch-chemischen und den gesamten biologischen Unterricht auf eine praktisch heuristische Grundlage zu stellen. Diese Versuche sind, obwohl noch nicht abgeschlossen, von hoher Bedeutung. In praktisch heuristischer Weise den Schülern die Kenntnis und das Verständnis der Natur zu vermitteln, scheint mir ein erstrebenswertes Ideal, das allerdings mit Schwierigkeiten verbunden ist, die aber nicht unüberwindlich sind. Gerade beim botanischen Unterricht liegt es doch sehr nahe, den Schülern die pflanzlichen Objekte selbst in die Hände zu geben, z. B. eine Winterknospe, eine Blüte, eine Frucht, eine Mooskapsel usw. oder mit den Schülern in Wald und Feld die natürlichen Standorte der Pflanzen aufzusuchen, da ein Rhizom auszugraben, dort die Keimung einer jungen Buche zu beobachten und zur Untersuchung Anleitung zu geben. Und in den Kreis solcher Betätigung scheint mir auch die Anlage eines

Schülerherbariums zu gehören, das in erster Linie alle jene Pflanzen enthalten müßte, mit denen sich der Schüler beschäftigt hat. Wenn es schon eine gültige Erfahrung ist, daß Selbsterarbeitetes und wiederholt Beobachtetes dauernder als Eigentum bleibt, als nur verstandesmäßig Erfaßtes, so ist auch der Nutzen eines selbst angelegten Herbariums, das eine Art Repetitorium zahlreicher Botanikstunden, Ausflüge und die Erinnerung an die eigene Tätigkeit darstellt, ohne weiteres einleuchtend. Nur muß eine solche Sammlung von Anfang an unter gewissen vom Lehrer zu überwachenden Gesichtspunkten aus angelegt werden und die Pflanzen müssen ordentlich präpariert werden, daß die Sammlung wirklich etwas bietet und nicht bloß schlecht getrocknetes Heu. Im Folgenden möchte ich über Sammeln und Präparieren ganz im allgemeinen, vorzüglich nach der technischen Seite hin, einige Winke geben, die sich auf lange Erfahrung stützen. Ich glaube, daß diese Angaben dem einen oder andern Kollegen willkommen sein werden.

Wir rüsten uns also zu einem Gange durch Feld und Wald. An Stelle der früher für unentbehrlich gehaltenen Botanisierbüchse machen wir uns eine einfache Mappe zurecht, bestehend aus zwei mittelstarken Pappdeckeln, mit je vier durchgeschlagenen Löchern, in die Schnüre gezogen werden. In diese Mappe legen wir einige Bogen des bekannten grauen Preßpapiers. Notwendig brauchen wir ein starkes Taschenmesser und dienlich ist ein Pflanzenstecher, und zwar sollten Griff und Schaufel aus einem Stück geschmiedet und sehr stark sein, sonst krümmt sich das Instrument und taugt nichts. Wollen wir nun Pflanzen sammeln, so muß das mit Ueberlegung geschehen. Eine Hauptregel für den Anfänger ist, daß er zuerst diejenigen Gewächse sammle und kennen lerne, die in seiner nächsten Nähe, um Haus und Hof wachsen. Der Schüler wird selbstverständlich die Pflanzen zunächst sammeln und pressen, die in der Schule besprochen worden sind. Sodann wählen wir stets nur schöne, ordentlich entwickelte Pflanzen aus. Sind sie glücklich dem Boden enthoben, so sollen sie von der etwa anhaftenden Erde gereinigt werden und kommen sofort in die Mappe zwischen die Blätter des Preßpapieres.

Das Hauptaugenmerk muß darauf gerichtet sein, daß die Pflanzen möglichst frisch und in natürlichem Zustande nach Hause gelangen, nicht verwelkt oder gar halb dürr. Darum bespritzt man das Preßpapier der Mappe ziemlich reichlich mit Wasser. Fürchtet man auf dem Sammelgang selbst kein Wasser zu finden, so feuchtet man bereits zu Hause vor dem Abmarsch das Preßpapier durch gleichmäßiges Bespritzen ziemlich reichlich an. Zwischen diesen nassen Bogen bleiben selbst die zartesten und feinsten Pflänzchen längere Zeit frisch.

Die feuchte Mappe bewährt sich besonders auf Tagesausflügen, Gebirgswanderungen, sodann zum Verschicken. Ich habe öfters umfangreiche Mappenpakete drei und vier Tage mitgeschleppt, und wenn ich zu Hause anlangte, fand sich unter Hunderten kaum das eine oder andere Pflänzchen unbrauchbar. Wenn dabei auch ein Teil des Löschpapiers zu Grunde geht, so wird dieser geringe Verlust durch die übrigen Vorteile reichlich aufgewogen.

Weitere Vorzüge der Mappe gegenüber der Blechbüchse sind die Leichtigkeit, die Unauffälligkeit und vor allem das viel größere Fassungsvermögen. Derartige Mappen lassen sich auch leicht in einen Rucksack verstauen oder als Paket der Post übergeben.

Wenn es immer angeht, nimmt man die ganze Pflanze mit, von kleinen Pflänzchen mehrere Stücke. Von größern Gewächsen mag man sich mit einem nicht zu kleinen Gipfelteil oder Ast begnügen; dabei darf man nicht vergessen, das Wurzelstück mit etwa vorhandenen Ausläufern, sowie Grundblätter, auch die untern Teile des Stengels mit den aufsitzenden Stengelblättern mitzunehmen. Von Riedgräsern, Kreuzblütlern und Doldenpflanzen sind die Früchte noch wichtiger als die Blüten. Hier gilt wörtlich der evangelische Spruch: „An ihren Früchten werdet ihr sie erkennen." Von Weiden sammle man beide Geschlechter, von Rosen und Brombeeren nicht bloß die Gipfelstücke mit Blüten und jungen Früchten, sondern auch ein Stück eines stärkeren Astes, wegen der verschiedenen Ausbildung der Stacheln auf Haupt und Nebenachsen. Von manchen Pflanzen, die zur Blütezeit noch keine Blätter besitzen, müssen später Blatt- und Fruchtexemplare nachgesammelt werden. Glaubt man die Fundstelle nicht leicht wiederfinden zu können, so wird sie irgendwie kenntlich gemacht.

Es ist selbstverständlich, daß man bei seltenen, vereinzelt vorkommenden Pflanzen nur einzelne Stücke mitnimmt und höchstens eines mit den Wurzeln, damit man nicht, anstatt eines Erforschers der Flora, deren Zerstörer werde. Der Lehrer hat es übrigens ganz in der Hand, gerade auf Exkursionen seine Schüler auch mit den Zielen der Naturschutzbestrebungen bekannt zu machen und sie für dieses ideale Ziel zu begeistern.

Beim Einpacken in die Sammelmappe wird man in der Regel Pflanzen derselben Art in einen Bogen legen. Längere Pflanzen knickt man ein, so daß die einzelnen Stücke ungefähr die Länge des Herbars haben.

Zu Hause angekommen darf man die Pflanzen nicht längere Zeit herumliegen lassen; je schneller man sie einlegt, desto besser. Wie geht nun dieses Einlegen vor sich? Höchst einfach. Notwendig ist dazu eine

größere Menge des schon erwähnten grauen Preßpapiers und ein Haufen alter Zeitungen, die auf das Format des Preßpapierbogens zuzuschneiden sind. Man nimmt nun eine Lage Preßpapier, zwei bis drei Bogen; auf diese legt man einen Zeitungsbogen gleicher Größe, schlägt ihn auf und breitet darauf die Pflanzen aus, in natürlicher Lage, ohne viel Künstelei, nur sehe man darauf, daß nicht etwa saftige Teile übereinander zu liegen kommen. Man breitet so viele Pflanzen nebeneinander aus, als Platz vorhanden ist. Alsdann deckt man die linke Hälfte des Zeitungsbogens darüber; darauf legt man wieder drei bis sechs Bogen trockenen Preßpapiers, sodann wieder einen Zeitungsbogen, zwischen dessen Blättern die nächste Pflanzenlage ausgebreitet wird. Hat man so eine Anzahl Pflanzen eingelegt, so kommen sie unter Druck. Die einfachste Vorrichtung zum Pressen besteht aus zwei Brettern, die mit Steinen beschwert werden. Die Bretter müssen dick und die Steine schwer sein. Schraubenpressen haben den Nachteil, daß die Schrauben immer wieder angezogen werden müssen. In neuester Zeit sind vielfach Gitterpressen aus Draht, der durch einen Eisenrahmen gezogen ist, in Gebrauch. Sie sind für Reisen bequem, gestatten jedoch nicht, einen starken Druck auszuüben. Bei schwachem Druck werden aber die Pflanzen mehr gedörrt als gepreßt und sehen mit ihren Runzeln wenig schön aus, abgesehen davon, daß sie in diesem runzeligen Zustand einen bequemen Nistboden für alle Arten von Ungeziefer abgeben.

Hauptbedingung einer schönen Präparation ist, daß die Pflanzen frisch eingelegt werden, nnd daß sie nicht auf das Löschpapier selbst, sondern zwischen Zeitungspapier zu liegen kommen. Diese beiden Umschlagblätter bleiben bis zur völligen Trocknung der Pflanzen geschlossen und nur das Preßpapier, das den Saft der Pflanzen durch die beiden Deckblätter hindurch aufsaugt, muß alle 24 Stunden gegen trockenes umgetauscht werden. Legt man die Pflanzen unmittelbar auf das rauhe Löschpapier, so verlieren sie allen natürlichen Glanz. Noch mißlicher ist der Umstand, daß bei einer solchen Art des Einlegens alle Pflanzen täglich auf das frische Preßpapier übertragen werden müssen, wobei, abgesehen von der unnötigen Arbeitslast, die erst im Anfange des Trocknens befindlichen Pflanzen, besonders die zarten Blumenblätter in unheilbarer Weise umrollen oder gar zerreißen.

Das Trocknen der ausgewechselten Zwischenlagen des Preßpapiers erfolgt am besten in der Sonne, bei schlechtem Wetter auch am Herd oder Ofen. Je vollständiger getrocknet das zum Wechseln benutzte Papier ist, desto rascher wird der Trocknungsprozeß der Pflanzen verlaufen. Im allgemeinen genügt ein fünf- bis siebenmaliges Auswechseln des

Papiers. Im Hochsommer und bei zarten grasartigen Pflanzen kann auch ein dreimaliger Wechsel schon völlig hinreichen. In den ersten Tagen muß man mit dem Umlegen besonders pünktlich sein, damit die eingelegten Pflanzen nicht jene tabakbraune Färbung annehmen, die so mancher Pflanze keineswegs zur Zierde gereicht. Darum muß man sich rechtzeitig genügende Mengen von Preßpapier verschaffen. Inbezug auf das Einlegen der Pflanzen sei noch hinzugefügt, daß manche Pflanzen sehr zähleblig sind und deshalb am besten vor dem Einlegen in siedendes Wasser getaucht werden. So verfährt man mit allen Liliengewächsen, sämtlichen Orchideen und Sedumarten. Man taucht die Pflanzen bis zur Blüte ein, etwa so lange, bis die Blätter beim Herausziehen schlaff herunterhängen. In siedendheißem Wasser ist das nach wenigen Sekunden der Fall. Nach diesem Verfahren erhält man in kurzer Zeit prächtig dunkelgrüne, von frischem Glanz überhauchte Trockenexemplare, während sonst die vollige Trocknung Monate in Anspruch nimmt und das Endergebnis braunes Heu ist. Sehr dicke Pflanzen, wie Sommerwurzarten, große reichblütige Enziane, Disteln mit dichtstehenden Stengelblättern kann man der ganzen Länge nach halbieren. So trocknen die Pflanzen leichter und man hat zwei Exemplare. Knollen und Zwiebeln sind stets zu halbieren.

Die fertig gepreßten Pflanzen werden, nachdem sie gehörig ausgetrocknet sind, der Sammlung einverleibt. Es ist ratsam gleich von Anfang an für das Herbarium ein ordentliches Format, keinesfalls unter 45 : 30 Zentimeter zu wählen. Weißes Papier wäre wohl am schönsten, doch kann man des geringern Preises wegen auch ganz gut eine graue Sorte wählen. Entweder klebt man jede Pflanze mit gummierten Papierstreifen auf einen halben Bogen und legt eine Anzahl solcher Blätter in einen gemeinsamen Gattungsbogen, oder aber man birgt die einzelnen Pflanzen in ganzen Bogen; in diesem Falle kann man sich das mühsame Aufkleben ersparen.

Zu jeder Pflanze gehört ein Begleitzettel, auf dem der Name der Pflanze, Fundort, Datum und Finder vermerkt sind. Wissenschaftliche Bedeutung besitzt nur der lateinische Name mit beigesetztem Auktor. Am wichtigsten ist die Angabe des Fundortes. Eine Pflanzensammlung ohne Standortsangaben hat beinahe keinen Wert. Bei solchen Angaben soll womöglich auch die geologische Unterlage, z. B. ob Kalk oder Gneiß, und die pflanzengeographische Formation, ob Wald, Wiese, Moor usw. vermerkt werden, ferner die Höhenlage. Dagegen hüte man sich diese Zettel mit unnötigen Bemerkungen zu beladen.

Pflanzensammlungen besitzen leider auch ihre Feinde, in Gestalt von

allerlei kleinen Insekten. Einigermaßen schützen vor ihnen Naphthalin und Kampfer; das beste Gegenmittel jedoch ist öfteres Nachsehen und fleißiges Benützen der Sammlung.

Schließlich sei noch etwas über das sog. „Bestimmen" der Pflanzen beigefügt. Das geschieht wohl am einfachsten nach der analytischen Methode. Doch verläuft es meist nicht so glatt wie die Tabellen in den Büchern aussehen. Am angenehmsten und sichersten ist es, einen Pflanzenkenner zu fragen, bis man selbst die Zugehörigkeit einer Pflanze aus der äußeren Tracht zu erkennen vermag. Weitaus am meisten lernt der Anfänger, wenn ein Kundiger ihn zu dem einen oder andern Ausflug mitnimmt. Sonst benütze er gute Abbildungen, um sich einen Grundstock systematischer Kenntnisse zu verschaffen. Besonders farbige Abbildungen sind mehr wert, als lange Beschreibungen. Bei gemeinsamen Schülerausflügen ist es natürlich Sache des Lehrers, jeden einzelnen Schüler zu beraten und zu kontrollieren. Geschieht das nicht, so wird das Schülerherbarium kaum den Nutzen, den es haben könnte, stiften. Wird es aber mit Sorgfalt und Verständnis den nächsten Zwecken des botanischen Unterrichtes entsprechend, unter der Leitung eines umsichtigen Führers angelegt, so kann es zu einer Quelle der Belehrung und was noch höher anzuschlagen ist, ein Wegweiser zu edelstem Naturgenuß werden.

Der biologische, speziell zoologische Unterricht auf der Unterstufe.

Von Dr. Karl Fuchs, Bezirkslehrer, Rheinfelden.

Die Schriftleitung wünscht von mir eine kurze Darstellung dessen, was ich Ende letzten Juli am Ferienkurs in Freiburg in meiner Lehrübung über die Würmer geboten habe.

Die Grundsätze, die ich hier aufstelle und in Freiburg an einem Beispiel praktisch vorführte, gelten im speziellen für Bezirks- und Sekundarschulen, Progymnasien und wohl auch für die Primar- und Fortbildungsschule, insoweit auf diesen letztern Schulgattungen biolog. Unterricht getrieben wird, im allgemeinen für das 12.—16. Jahr.

Der biolog. Unterricht ist nicht Selbstzweck auf dieser Stufe, sondern bloß Mittel zu pädagogischen Zwecken. Ich möchte diesen Grundsatz als wichtigsten und praktisch fruchtbarsten an die Spitze stellen. Der biolog. Unterricht ist nichts anderes als Anschauungsunterricht, um die Schüler beobachten, denken und sprechen zu lehren. Prof. Dr. Mühlberg in Aarau hat diesen

Satz seiner Lebtag vertreten und bei uns so eigentlich glaubwürdig und populär gemacht auch für seine Oberstufe. Bei der Stoffauswahl sind also diejenigen Naturkörper im Unterricht zu bevorzugen, an denen man am besten kann beobachten lernen, an denen es viel zu suchen und zu sehen gibt, an denen man sich anstrengen muß, alles zu finden. Daß man für einen guten Unterricht die Naturkörper, die man beschreibt, wirklich vor sich haben muß, entweder lebend oder frisch getötet oder präpariert aus der Sammlung, zum allermindesten in guten Abbildungen, ist selbstverständlich heute, und daß man im Unterricht selber kein Buch braucht, ebenso. Im Botanikunterricht läßt sich das Material, frische Pflanzen, im allgemeinen leicht beschaffen; man kann leicht jedem Schüler ein Exemplar in die Hand geben und vielleicht noch eine Lupe, sicher aber einen Stift und ein Zeichnungs- und Notierheft, und das ist alles; ein Buch würde bloß stören. Im Zoologieunterricht ist die Sache schwieriger. Von kleineren Objekten, Regenwürmern, Schnecken, kann man auch noch bei genügender und rechtzeitiger Vorbereitung, mit Hilfe der Schüler selber, genügend Material beschaffen; größere und seltenere Tiere müssen klassen- oder gruppenweise untersucht werden. Hauptsache aber bleibt, daß die Schüler, allerdings unter Anleitung des Lehrers, selber suchen, selber beobachten, selber nachdenken, selber das Gefundene in Worte kleiden. Der biolog. Unterricht ist nur eine besondere Art Deutschunterricht mit andern Worten. Anschauung ist alles, Auswendiglernen nichts. Man kann die Biologie nicht eigentlich „lernen". Die Anschauung wird noch wesentlich geklärt durch den Stift.

Zweitens, es kommt gar nicht darauf an, wie viel man durchnimmt, sondern nur darauf, wie gründlich man arbeitet, wie sorgfältig man ein ausgewähltes Objekt ausnutzt. Keine Quantitäts-, nur Qualitätsarbeit! Man muß sich liebevoll in einen Gegenstand versenken können. Was man dann richtig gesehen und verstanden hat, braucht man nicht mehr eigentlich zu lernen, das kann man sozusagen gar nie mehr vergessen. Ein Biologieexamen ist jederzeit leicht, ja eine Freude, wenn man gründlich und ehrlich gearbeitet hat. Bilder müssen eben im Gedächtnis haften, nicht Worte, Bilder, die so klar sind, daß man jederzeit darüber reden kann. Die Biologie ist also auch das Gebiet, wo man abrüsten kann, weniger an den Schulstunden — 2 Wochenstunden sollte man durch alle Klassen haben — aber am Stoff und an den Hausaufgaben und namentlich am Gedächtnismaterial. Hausaufgaben kann man hier im allgemeinen ganz entbehren. Aber der Lehrer hat enorme Arbeit mit der Beschaffung des Materials und mit der gründlichen Vorbereitung der Stunden.

Wir treiben überhaupt viel zu vielerlei in unsern Schulen auf Kosten der Gründlichkeit und der Uebung. Und doch lernen wir fürs Leben, also für später. Im Leben aber nützt nur das, was wir seinerzeit völlig assimiliert und durch Uebung zum unverlierbaren Besitz gemacht haben. Alles Halbgelernte fällt ab und stört das klare, natürliche Denken, ist also ein Impediment auf den Lebensweg. Auch dürfen wir nie vergessen, auch punkto Schulfächer scharf zu unterscheiden zwischen Hauptsache und Nebensache. Hauptsache und Grundstock alles untern profanen Schulunterrichtes ist die Muttersprache, also für uns das Deutsche und daneben meinetwegen noch das Rechnen. Alles übrige, die Realien vor allem, haben sich ohne weiteres in den Dienst der Hauptsache zu stellen. Wir können gar nie wenig genug treiben, aber das Wenige gar nie gründlich genug behandeln.

Bezüglich Stoffauswahl empfiehlt es sich, aus jeder großen Tiergruppe je einen typischen und lehrreichen Vertreter herauszugreifen und da ganz eingehend zu studieren, alles übrige aber nur kursorisch und vergleichsweise zu durchgehen z. B. eine Amöbe, eine Meduse, einen Bandwurm, einen Regenwurm, eine Schnecke, einen Flußkrebs, ein Insekt (Käfer, Schmetterling, Biene), einen Fisch, einen Frosch, eine Eidechse oder Schlange, einen Vogel, ein Säugetier, und das ist im wesentlichen das ganze Pensum, das Skelett wenigstens. Ich stelle mir einen guten Zoologieunterricht vor, immer in der Art eines zootomischen Kurses auf der Hochschule und ein gutes Zoologiebuch in der Art des bekannten Rückentalschen Praktikums.

Drittens, wir müssen uns davor hüten, die spezielle Biologie zu einseitig und übertrieben zu betonen, wozu die bekannten Lehrbücher von Schmeil gar leicht verleiten. Wir dürfen nicht zu modern werden, auch in der Biologie nicht. Die alte Schule hat zu einseitig die Systematik, das „trockene" Beschreiben und Klassifikation gepflegt, Linné, Leunis! Aber die moderne Schule unter Führung Schmeils betreibt viel zu ausschließlich Biologie auf Kosten der Morphologie, Anatomie und Systematik. Beides sind Extreme, aber unter der alten Schule lernte man besser beobachten! Die moderne biologische Richtung macht dem Schüler die Arbeit zu leicht, verleitet ihn mehr zum Spekulieren als zum Beobachten. Grundlage alles naturwissenschaftlichen Unterrichts bleibt aber das Beobachten, und zum Beobachten muß sich der Schüler anstrengen. Zweifelsohne hat ja Schmeil große Verdienste um die Hebung des biologischen Unterrichts, aber wir dürfen da nicht stehen bleiben; wir müssen weiter streben, und das Ziel liegt weder ausschließlich bei Schmeil noch beim alten Leunis, sondern mehr dazwischen

in einer harmonischen Pflege aller Richtungen mit Anatomie und Morphologie, also Beobachtungsmaterial als Grundstock, als Skelett. Die Biologie bildet mehr das Blumengewinde am eisernen Stab. Wundervolle biologische Kapitel gibts ja schon in der Zoologie, geeignet zu herrlichen Anwendungen auch aufs menschliche Leben, z. B. das Lamarcksche Gesetz: Gebrauch fördert, kräftigt alle Organe, Nichtgebrauch läßt sie verkümmern; Einfluß der parasitischen (Bandwurm), festsitzenden (Würmer) Lebensweise auf die Organismen; Symbiose (Einsiedlerkrebs und Meduse); Geschlechts- (Vögel) und Saisondimorphismus (nordische Pelztiere), Mimicry (Stabheuschrecken, Schmetterlinge) — so läßt sich jedes anatomisch-morphologische Beispiel mit einem prächtigen biolog. Schmucke umgeben, aber der Schmuck darf nicht zur Hauptsache werden. Hübsche, ja notwendige Ergänzungen liefert dann besonders auch die Paläontologie, z. B. bei den Protozoen, bei den Mollusken, bei den Säugetieren.

Viertens, die Natur ist auch das Gebiet des Schönen, und die Biologie dient auch in hervorragender Weise zur ästhetischen Sammlung der Schüler. Man denke an die unerschöpfliche Formenfülle und Farbenpracht in der Natur, die das menschliche, vor allem auch das kindliche Auge entzücken: Protozoen, Medusen, Würmer, Schmetterlinge, Vögel! Und wenn man gar in besonders feierlichen Momenten das wissens- und schönheitsdurstige, naturbegeisterte Kind in all' der Pracht den Schöpfer ahnen läßt, so wird wohl Niemand mehr bestreiten wollen, daß sich aus den biolog. Naturwissenschaften vorzügliche Erziehungs- und Bildungsmittel schmieden lassen, wenn man wissenschaftlich auf der Höhe, religiös und philosophisch orientiert und pädagogisch geschult, kurz seiner Aufgabe gewachsen ist.

Und zum Schluß meiner flüchtigen Skizze erfülle ich noch eine Pflicht des Dankes, wenn ich pietätvoll dessen gedenke, bei dem ich die Hauptsache meiner naturwissenschaftlichen Kenntnisse erworben, des eben leider allzufrüh verblichenen Prof. Dr. Arnold Lang in Zürich. Segen seinem Namen!

Literatur.

Die Tierwelt der Schweiz in der Gegenwart und in der Vergangenheit, von Prof. Dr. E. A. Goeldi. 1. Bd.: Die Wirbeltiere. Bern, A. Franke. 1914. 8°, XVI, 654 S. mit 2 Karten und 5 farb. Tafeln. Preis br. Fr. 16. —, gebd. Fr. 18. —

Der Verfasser dieses unstreitig erstklassigen und für die Kenntnisse der Fauna unseres Landes ungemein wichtigen Werkes, war wie nur wenige zu dessen Abfassung berufen, da er als langjähriger ehemaliger Professor und Vorsteher erster staatlicher naturwissenschaftlicher Museen in Brasilien das geistige Rüstzeug und als Schweizer auch die rechte Lust und Liebe dazu mitbrachte. Man muß dem Verfasser denn auch das Zeugnis geben, daß er ein Werk geschaffen hat, das geeignet erscheint und dazu beitragen wird, wie s. Z. das „Tierleben der Alpen" von Tschudy, eine kulturhistorische Mission zu erfüllen. Deshalb möchten wir gerade die Kreise der Lehrer und Studierenden besonders auf diese Neuerscheinung hinweisen; denn in ihrer Hand und durch ihre Vermittlung dürfte es wohl am ehesten befähigt sein, Liebe und Verständnis für die heimische Tierwelt zu wecken und so ideellen wie praktischen Zwecken zu dienen. Der vorliegende 1. Band beschäftigt sich im 1. Hauptabschnitt, zugleich dem 1. Kapitel, mit der Tierwelt der Schweiz in der Vergangenheit und bietet einen Versuch diese in ihrer von geographisch-geologischen Faktoren abhängigen Entwicklung darzustellen, wie denn überhaupt in dem ganzen Werke die bionomisch-tiergeographischen Elemente, entsprechend der Richtung der jetzigen Lehrtätigkeit des Verfassers an der Berner Hochschule, besondere Berücksichtigung gefunden haben. Wenn dieses Kapitel hie und da einen etwas heterogenen Charakter zeigt, so ist zu bedenken, daß der Gegenstand dem Spezialgebiete des Verfassers ja ferner lag und man wird um somehr die Arbeit anerkennen, denn man möchte dieses Kapitel durchaus nicht im Werke vermissen, zumal der Verfasser sich hier der Unterstützung bewährter Kräfte, der Herren Dr. Stehlin (Basel) und Prof. Dr. Rollier (Zürich) erfreute. Der 2. Hauptabschnitt umfaßt die Kapitel 2) Säugetiere, 3) Vögel, 4) Reptilien, 5) Amphibien, 6) Fische, 7) Jagdtierbestand bearbeitet von der eidgenössischen Oberinspektion für Forstwesen, Jagd und Fischerei. Hervorzuheben sind noch eine größere Zahl von Tabellen und recht instruktiven farbigen Tafeln, sowie ein ausführliches Namen- und Sachregister, dem noch ein Autorenverzeichnis beigefügt ist. Dem leider noch immer bestehenden Mangel einer einheitlichen Namenklatur suchte der Verfasser durch Zusammenstellung solcher älteren und neueren Datums gerecht zu werden, ohne damit freilich allen fühlbaren Lücken, die man beim Gebrauch anderer Werke empfinden wird, abhelfen zu können; immerhin wird auch hier das Verfahren des Verfassers vielen entgegenkommen. Hie und da wären auch sonst einzelne Angaben zu berichtigen. Da auch der Verlag dem Werke eine entsprechende vorzügliche Ausstattung gegeben hat, so kann das treffliche Werk nur bestens empfohlen werden und sieht man der Fortsetzung desselben mit Spannung entgegegen. Dr. Baum.

Briefkasten.

An HH. Dr. P. H. in E. Ihr Manuskript wird mit Vergnügen auf Mitte Februar erwartet. Klischees, die Sie uns verschaffen könnten, wären hochwillkommen!

An HH. Dr. B. in B. Ihre „Neueren Probleme und Theorien der Physik" erscheinen in Nummer 2. Für Fortsetzung wäre ich dankbar. Zu bev. Gegendiensten gerne bereit, wenn einmal Zeit sich findet.

Redaktionsschluß für Nummer 2 am 15. Februar.

Nummer 2. 3. März 1915.

Mittelschule

Beilage zur „Schweizer-Schule“

Schriftleitung: Dr. A. Theiler, Luzern

Mathematisch-naturwissenschaftliche Ausgabe

Inhalt: Neuere Probleme und Theorien der Physik. — Schutzfärbung beim Zitronenfalter. — Die Geschichte eines Verkannten. (Schluß.) — Eine alte Regel. — Literatur. —

Neuere Probleme und Theorien der Physik.

Von Dr. H. P. Baum.

Die alte Einteilung des physikalischen Gebietes in Mechanik, Akustik, Calorik, Optik, Magnetismus und Elektrizitätslehre war eine uns zwar naheliegende, da sie sich auf die Verschiedenheit der wahrnehmenden Sinnesorgane und die subjektiv gegebenen verschiedenen Aeußerungen der Naturvorgänge aufbaute, aber sie trägt in diese Vorgänge der an sich doch wohl einheitlichen Natur eine Trennung und Scheidung hinein. Die Physik, die Lehre von der objektiven Wirklichkeit der Physis, der Natur, muß sich von dem subjektiven Beiwerk möglichst frei zu machen streben und daher versuchen, ob die genannten scheinbar so verschiedenen Gebiete sich nicht unter einheitlichen Gesichtspunkten, ja wenn möglich, unter einem einzigen Erklärungsprinzip zusammenfassen lassen. Die dahin zielenden Bestrebungen sind durchaus nicht jüngeren Datums, aber dem Stande der physikalischen Erkenntnis entsprechend sind die älteren Versuche rein naturphilosophische Spekulationen und die an solche erinnernden neueren Hypothesen und Theorien stehen in Wirklichkeit ihnen als rein physikalische Theoreme recht ferne, wenn auch der Name geblieben; es sei nur an die Atomtheorie erinnert. Diesem Streben nach Vereinheitlichung scheint aber die oft betonte Tatsache, daß ein gelöstes Problem meist zwei oder noch mehr neue aufwirft, entgegenzustehen und gerade heute, wo die letzten Jahrzehnte und Jahre uns mit einer Flutwelle neuer Entdeckungen überhäuften, wo die weitreichendsten, ja alte Grundlagen, wie es scheint, erschütternde Theorien sich überstürzen, sollte man glauben, daß wir weiter denn je von einigenden Gesichtspunkten entfernt seien. Und doch ist das Gegenteil der Fall; denn obschon das Neue auch freilich manche neue Frage stellte, so läßt sich doch nicht bestreiten, daß sich über viele früher einzeln und vereinzelt dastehende

Beobachtungen und Resultate neues Licht verbreitete und sich ein einigendes Band schlang. Wenn im folgenden auf einige neuere Tatsachen und Theorien näher eingegangen wird, so muß doch gleich bemerkt werden, daß es sich im Ramen eines kurzen Aufsatzes nur um die Skizzierung der Hauptzüge handeln kann.

Der Ausgangspunkt der ersten hier zu besprechenden Probleme liegt schon zirka 80 Jahre zurück, in den bahnbrechenden Untersuchungen nämlich, die der große englische Physiker Faraday im Jahre 1833 über die Elektrolyse begann. Hier wurde der Grund gelegt für unsere heutige Anschauung, daß die Elektrizität atomistischer Struktur sei; denn die Tatsache, daß durch denselben elektrischen Strom bei der Zersetzung verschiedener Lösungen immer chemisch äquivalente Mengen der verschiedenen Stoffe ausgeschieden werden, führte zu der Annahme, daß allen Stoffatomen eine ganz bestimmte, unveränderliche Menge Elektrizität anhafte, das sog. „Elementarquantum", wie es von Helmholtz, „Elektron", wie es Stoney nannte. Ein solches mit diesem Quantum oder einem vielfachen desselben beladenes Atom resp. Radikal nannte man Jon, und zwar trägt ein einwertiges Atom ein Elementarquantum, ein zweiwertiges Atom deren zwei 2c. Dieses Quantum $\pm \varepsilon$ wird demnach bei der Elektrolyse nicht von seinem Atom, $+\varepsilon$ zur negativen Elektrade, der Kathode, das $-\varepsilon$ zur Anode transportiert, sondern wir werden uns vorstellen müssen, daß umgekehrt in dem elektrischen Felde zwischen Anode und Kathode die elektrischen Quanten ihre Atome transportieren. Weiteren Aufschluß über die Wanderung der Jonen brachten dann namentlich die Untersuchungen von Hittorf, Kohlrausch und Nernst, von denen ersterer Forscher namentlich feststellte, daß die + und — Jonen mit verschiedener Geschwindigkeit wandern und für einzelne Elektrolyte die sog. Ueberführungszahl bestimmte, während Kohlrausch das Gesetz der unabhängigen Wanderung der Jonen entdeckte. Wenn aber z. B. in einer Kochsalzlösung das positiv geladene Na-Atom und das negative Cl-Atom vrrschieden schnell wandern, so folgt notwendig, daß in einer solchen Lösung eben freie, d. h. aus dem Molekulverbande gelöste Jonen vorhanden sein müssen. Von andern Ueberlegungen und Tatsachen aus war der bekannte Chemiker Svante Arrhenius zu gleicher Annahme gelangt, daß nämlich in gewissen Lösungen ein Teil der Moleküle in die Atome zerfallen, „dissoziiert" sein müsse, was betr. der Elektrolyse allerdings schon im Grunde von Clausius in den 50er Jahren und später von Ostwald gefordert worden war. So gibt die „Dissoziationstheorie" Aufschluß über die elektrische „Zersetzung" und über die Abweichungen, die gerade die sog. Elektrolyten in Bezug auf osmotischen Druck, Siede-

punkterniedrigung 2c. einnehmen, sie erklärt uns, warum und wie diese Lösungen den elektr. Strom „leiten", warum ihre Leitfähigkeit von der Verdünnung, der Temperatur 2c. abhängen, weil sie eben vom Grad der Dissoziation abhängt 2c.

Ein bedeutender Schritt weiter zur Kenntnis der elektrischen Zustände war dann die Entdeckung der Kathodenstrahlen durch den genannten Prof. Hittorf im Jahre 1869.

Zwar wußte man auch mit ihnen anfangs nichts Rechtes anzufangen und über ihre Natur bestand lange Zweifel. Crookes, der sie (1879) näher untersuchte, hielt sie für einen Strom negativ geladener Stoffteilchen, die aus der Kathode hinausgeschleudert würden, und seiner Ansicht schlossen sich manche, namentlich englische Physiker an. Andere dagegen, besonders deutsche Forscher dachten an eine eigene Lichtart, die als Nebenerscheinung beim Uebergang der Elektrizität im luftverdünnten Raum auftrete. Hier machten sich namentlich Hertz, Lenard und Goldstein um die Erforschung der Kathodenstrahlen verdient. Die beiden ersteren fanden, daß diese Strahlen verhältnismäßig leicht dünne Blättchen von Aluminium durchdringen und es gelang ihnen, durch eine kleine Oeffnung in der Crookes'schen Röhre, die durch ein solches Aluminiumblättchen geschlossen war, die Kathodenstrahlen im freien Luftraum zu beobachten. Goldstein verdankt man die Entdeckung der sog. Kanalstrahlen. Aus den Versuchen dieser und anderer Forscher ging klar hervor, daß es sich nicht um negativ geladene Atome oder Moleküle handeln konnte, daß aber auch die Wellennatur diesen Strahlen ebenso entschieden abgesprochen werden mußte. Ihre negative Ladung aber ging sowohl daraus hervor, daß sie direkt beim Auftreffen eine solche hervorriefen, wie auch aus ihrem Verhalten im elektrischen und magnetischen Felde. So konnten denn die Kathodenstrahlen nur aufgefaßt werden als Strom negativer Elektrizität, deren Träger aber fast verschwindend klein sind gegenüber den Atomen der Körper. Solche nicht an Körperatome gebundene, also freie negative Elektrizitätsteilchen erhielten den Namen Elektronen. Es ist bisher noch nie gelungen, ähnliche freie positive Elektronen nachzuweisen, so daß deren Existenz zweifelhaft ist, und die Frage noch offen steht, ob ein positives Jon = Atom + positiv. Elektron oder = Atom — negativ. Etektron.

Die weitere Forschung ging aus von dem erwähnten Verhalten der Strahlen im elektrischen resp. magnetischen Felde. Die bewegten Elektronen werden in einem elektrischen Felde senkrecht zu ihrer Bewegungsrichtung, ähnlich wie ein horizontalgeworfener Körper im Gravitationsfeld, in einem magnetischen Felde aber, dessen Kraftlinien senkrecht zu

ihrer Bewegung stehen nach der bekannten „linken Hand-Regel“ abgelenkt.

Bezeichnen wir die elektr. Feldstärke mit f, die Ladung eines Elektrons mit e und seine Masse mit m und sei die Geschwindigkeit mit der es während der Zeit t in diesem Felde die Strecke l zurücklegt = v, so erhält das Teilchen durch die ablenkende Kraft fe eine Beschleunigung a, so daß wir ähnlich wie beim Wurf die Gleichungen erhalten

$$l = vt$$

$$\text{Ablenkung} = y = \tfrac{1}{2}\, at^2 \qquad \text{und daraus}$$

$$1) \qquad y = \tfrac{1}{2}\, f\, \tfrac{e}{m}\, \frac{l^2}{v^2}$$

In Bezug auf diese Elektronen im homogenen magnetischen Felde von der Stärke H, wissen wir, daß eine elektrisch geladene Masse m deren Ladung = e eine kreisförmige Bahn, deren Radius ϱ, beschreibt. Die Ladung untersteht nämlich in jedem Punkte, der nach dem Kreiszentrum gerichteten magnetischen Anziehung = H e v, der die Zentrifugalkraft $\frac{v^2}{\varrho}$ das Gleichgewicht hält, sodaß demnach $H\,e\,v = \frac{mv^2}{\varrho}$ oder

$$2) \qquad \varrho = \tfrac{m}{e}\, \tfrac{v}{H}$$

Da die Größen f, und l in Gleichung 1) und ϱ in Gleichung 2) direkt gemessen werden können, so lassen sich aus diesen Gleichungen der Quotient $\frac{e}{m}$ die sog. spezifische Ladung und v, die Geschwindigkeit des Elektrons, berechnen. Um die Resultate für letztere gleich zuerst zu erwähnen, sei bemerkt, daß die Geschwindigkeit der Elektronen in den Kathodenstrahlen je nach den Versuchsbedingungen, besonders der Spannung, verschieden ist und zwischen den Extremen von zirka 22 000 bis 150 000 $km/_{sec}$ variiert.

Die spezifische Ladung $\frac{e}{m}$ hat nach den besten neueren Messungen einen mittleren Wert von $1{,}767 \times 10^7$ E. M. E. Nach den Resultaten der Elektrolyse wissen wir aber, daß die elektrische Ladung eines gr Wasserstoff, also $\frac{e}{m} = 9640$ E. M. E. beträgt. Unter Voraussetzung der Unveränderlichkeit des elektrischen Elementarquantums ergibt sich daraus, daß das m des Elektrons zirka 1800mal kleiner ist als die Masse des Wasserstoffatoms. Zu welchen Größenordnungen man da hinabsteigen muß, mag man daraus ersehen, daß ein cm^3 Wasserstoff ja nur $89{,}6 \times 10^{-6}$ g wiegt und nach den neueren auf den verschiedensten Wegen abgeleiteten Resultaten die sog. Loschmidtsche Zahl, d. h. die Zahl N der Moleküle ein cm^3 eines Gases bei 0^0 C und Normaldruck $= 27{,}4 - 27{,}9 \times 10^{18}$ (also Trillionen!) beträgt, so daß also das Molekul Wasserstoff zirka $3{,}20 \times 10^{-24}$ oder 3,20 Quadrillionstel gr wiegt.

Mit dem aus der kinetischen Gastheorie z. B. von Sirk (für Argon) und von Ghose (für Helium) erlangten $N = 27{,}9 \times 10^{18}$ oder dem von Plank aus der Strahlungstheorie gewonnenen $N = 27{,}6 \times 10^{18}$ können wir auch die Ladung bestimmen, die ein Atom Wasserstoff trägt. Da nämlich ein gr Wasserstoff 11161 cm^3 ausfüllt, so findet man als Ladung e für das Atom (= $^1/_2$ Molekül)

$$\frac{9654}{11161 \times 555 \times 10^{17}} = 1{,}55 \times 10^{-20} \text{ E. M. E. oder } 4{,}65 \times 10^{-10} \text{ E. S.E.}$$

Von dieser Loschmidtschen Zahl N ist wohl zu unterscheiden die sog. Avogadro'sche Konstante N' d. h. die Anzahl der Jonen im einwertigen Grammion z. B. in 1,008 gr Wasserstoff. Die Ladung eines Atoms multipliziert mit der Anzahl der Atome im Grammion muß offenbar gleich der aus der Elektrolyse gefundenen Ladung des Grammions sein, also $N' e = 9730$ E. M. E. woraus folgt $N' = 6{,}27 \times 10^{+23}$, oder ein Gramm Wasserstoff enthält $6{,}23 \times 10^{23}$ Atome!

Mit dem Ausdruck $\frac{e}{m}$ müssen wir uns noch einwenig näher befassen und zwar in zweifacher Hinsicht. Wir haben mit m die Masse des Elektrons bezeichnet, nach dem Begriff der Mechanik also den Widerstand, den das Elektron einer bewegenden Kraft entgegenstellt, kurz das Maß seiner Trägheit. Nach dem mechanischen Massebegriff betrachtet sollte also wohl der Quotient eine konstante Größe sein, was aber, wie wir weiter unten sehen werden, nicht der Fall ist. Tatsächlich liegt indessen in diesem m noch eine Größe versteckt, da es sich eben um ein in Bewegung befindliches elektrisch geladenes m handelt. Wie wir nämlich sahen, bilden die Kathodenstrahlen, überhaupt jede bewegte elektrische Ladung, einen elektrischen Strom, d. h. die Elektronen erzeugen also auch in ihrer Umgebung bei dieser Bewegung ein magnetisches Feld, also eine Energie, was eben nur auf Kosten ihrer Bewegungsenergie geschehen kann. Mit andern Worten, bei einer elektrisch geladenen Masse, die mit m_0 bezeichnet sei, macht sich bei der Bewegung noch ein anderer Trägheitswiderstand geltend, eben die elektromagnetische Energie, so daß das m aus zwei Teilen, m_0 und etwa m_e zusammengesetzt ist. Da die elektromagnetische, vom elektrischen Strom erzeugte Energie, von der Stromstärke abhängt, so muß sie in unserem Falle von der Geschwindigkeit der Elektronen abhängen, da ja die Stromstärke eben durch die in der Zeit durch einen bestimmten Querschnitt hindurchgehende Elektrizitätsmenge bestimmt ist. Die durch die Größe m_e vorgetäuschte „scheinbare Masse" ist also an sich keine Konstante, und es war nun zu untersuchen, in welchem Verhältnis die m_0 und die scheinbare Masse m_e an dem obigen m beteiligt sind. So lange man indessen dabei auf die

Kathodenstrahlen, in denen die Geschwindigkeit der Elektronen unter gewöhnlichen Verhältnissen nur zirka $^1/_3$ Lichtgeschwindigkeit erreicht, angewiesen war, fand man, wie z. B. Thomson u. a. die Größe $\frac{e}{m}$ konstant, und erst bei den β-Strahlen des Radium gelang der Nachweis der Abhängigkeit derselben von der Geschwindigkeit. Verschiedene radioaktive Stoffe senden bekanntlich sog. α- und β-Strahlen aus, von denen bald nachgewiesen wurde, daß die positiv geladenen α-Strahlen mit den sog. Kanalstrahlen übereinstimmen und Ströme elektrisch positiver Stoffatome, speziell Heliumatome, sind. Die β-Strahlen zeigten sich identisch mit den Kathodenstrahlen, nur erreichen in ihnen die Elektronen Geschwindigkeiten bis $^9/_{10}$ ja $^{13}/_{14}$ der Lichtgeschwindigkeit. Bei diesen hat nun namentlich Kaufmann (1900 und 1901) das Verhältnis $\frac{e}{m}$ und die Geschwindigkeit v der Elektronen sowie ihre Abhängigkeit von einander untersucht. Die folgende Tabelle zeigt die Resultate Kaufmanns:

Geschwindigkeit v	$\frac{e}{m}$
$2{,}36 \cdot 10^{10}$ km/sec	$1{,}31 \quad 10^7$
$2{,}48 \cdot 10^{10}$ „	$1{,}17 \quad 10^7$
$2{,}59 \cdot 10^{10}$ „	$1{,}97 \quad 10^7$
$2{,}72 \cdot 10^{10}$ „	$0{,}77 \quad 10^7$
$2{,}85 \cdot 10^{10}$ „	$0{,}63 \quad 10^7$

Die Abhängigkeit, speziell die Zunahme der Masse bei wachsender Geschwindigkeit, unter Voraussetzung daß e von der Geschwindigkeit unabhängig ist, geht hieraus klar hervor.

Ueberraschend war aber das Resultat der Untersuchungen Kaufmanns noch mehr inbezug auf das Verhältnis m_e/m. Abraham hatte unter gewissen Voraussetzungen theoretisch die elektromagnetische Masse zu bestimmen gesucht und gefunden, daß man unterscheiden muß zwischen sog. „langitudinaler" und „transversaler Masse", d. h. diese Masse ist verschieden groß, je nach der Richtung der Beschleunigung, ob nämlich die Beschleunigung in Richtung der Bewegung der Elektronen erfolgt, oder senkrecht dazu. Die Rechnungen von Abraham gestatten nun das Verhältnis der scheinbaren Masse für eine beliebig große Geschwindigkeit m^1 zu der bei kleiner Geschwindigkeit, m^{11} zu bestimmen, und es ist interessant die Resulsate betr. $\frac{m_e}{m}$ mit den rein theoretisch berechneten Zahlen Abrahams zu vergleichen, wie sie in folgender Tabelle zusammengestellt sind.

$\frac{v}{V}$	$\frac{me}{m}$ nach Kaufmann beobachtet	$\frac{m^1}{m^{11}}$ berechnet
klein	1	1
0,752	1,34	1,36
0,752	1,37	1,38
0,777	1,42	1,43
0,801	1,47	1,46
0,830	1,545	1,537
0,860	1,65	1,65
0,883	1,73	1,664
0,933	2,05	2,04
0,949	2,145	2,17
0,963	2,24	2,23

v = Geschwindigkeit der Elektronen

V = Lichtgeschwindigk. (3.10^{10} km/sec

Wie man sieht, stimmen die beiden Zahlenreihen dergestalt überein, daß man die Beobachtungen Kaufmanns nur als eine glänzende Bestätigung der Theorie von Abraham auffassen kann. Daraus folgt aber, falls die Voraussetzungen von Abraham richtig sind, daß die ganze Masse des Elektrons überhaupt nur „elektromagnetische Masse", also scheinbare Masse, mit andern Worten, daß das Elektron freie elektrische Ladung ohne stofflichen Träger ist. Der hier sich eröffnenden Schwierigkeit hat man zu begegnen gesucht, indem man diese elektrische Ladung als Singularität, als Spannung im Aether betrachtet, wobei dann der mit Eigenschaften schon so reichlich bedachte Aether sich noch einige neue beilegen lassen mußte; andere finden in einer rein dynamischen Anschauung von Kraftpunkten ihre Befriedigung und verzichten ganz auf den recht problematischen Aether, der für die neuere Physik überhaupt immer mehr zum Schmerzenskind wurde. Hat die Elektronentheorie als junge Hypothese nun auch noch verschiedene unbefriedigende und dunkle Punkte, so hat sie doch vereinheitlichende starke Seiten. Abgesehen davon, daß sie für das elektrische Gebiet das einigende Band wurde, Leitung der Elektrizität in Gasen, Flüssigkeiten und Metallen, Elektromagnetismus und magnetische Induktion 2c., erscheinen bei dieser Theorie namentlich die Beziehungen des Lichtes zur Elektrizität und der Ursprung der Lichtwellen selbst mit einem Male ganz verständlich. Wohl war ja der Zusammenhang von Licht und Elektrizität längst vermutet, Maxwell baute die sog. elektromagnetische Theorie des Lichtes in genialer Weise auf und Herz wies die elektrischen Wellen als Bestätigung der Maxwell'schen Theorie zuerst nach, Bartoli und Lebedew den von der Theorie geforderten Lichtdruck, aber der Grund blieb verborgen, das Agens, von dem

die Erscheinungen, die Störungen, die sich als Licht fortpflanzen, ausgehen. Wenn wir aber die in den Atomen enthaltenen (es aufbauenden?) Elektronen als die Verursacher ansehen, scheint die Erklärung sehr einfach. Infolge ihrer Beweglichkeit werden die Elektronen sich periodisch um eine gewisse Gleichgewichtslage bewegen und da die sie beherrschenden Kräfte je nach Verschiedenheit der Atome verschieden sein werden, wird die Periode eine andere sein können. Die räumliche Bewegung des Elektrons ergibt als Komponenten drei im allgemeinen von einander verschiedene einzelne Perioden, d. h. ein Elektron kann drei Linien im Spektrum geben, wobei freilich nicht ausgeschlossen ist, daß andere Elektronen desselben Atoms andere Triples liefern. Anderseits können aber auch ähnlich gebaute Atome ähnliche Spektren geben, was die von Balmer entdeckten und von Kayser, Runge und Rydberg ꝛc. näher untersuchten Beziehungen zwischen Linien verschiedener Stoffe erklärlich macht. Ebenso findet in der Elektronentheorie der sog. Zeemann-Effekt, die Zerlegung einer Spektralienie in mehrere, wenn der leuchtende Körper dem Einflusse eines Magnetfeldes ausgesetzt wird, seine einfache Erklärung. Ueberhaupt ist auf Grund dieser Theorie eine allgemeine Theorie der Strahlungen möglich gewesen, die rein theoretische Ableitungen erlaubte, die mit anderwärtig gefundenen Werten so gute Uebereinstimmung zeigen, daß man begründete Aussicht hat, auf dem beschrittenen Wege weitere wertvolle Resultate zu erlangen; es sei nur an die Bestimmung der oben genannten Größen N und e durch Plank erinnert, die mit den auf Grund von Beobachtungen resp. direkten Messungen (betr. e) an radioaktiven Stoffen gefundenen vorzüglich übereinstimmen.

(Fortsetzung folgt.)

Schutzfärbung beim Zitronenfalter.

Eines der interessantesten Kapitel der Biologie bilden die Schutzmittel der Tiere, sowohl die zur eigenen Verteidigung wie auch die Einrichtungen und Anpassungen, die den Nahrungserwerb z. B. den Ueberfall von Beutetieren begünstigen. Unter diesen Schutzmitteln sind Mimikry und sympathische Färbung besonders genau studiert worden. Es ist jedoch nicht zu leugnen, daß manche Zoologen in der Ausdeutung derartiger Einrichtungen wohl zu weit gegangen sind und beinahe alles und jedes als Schutzfärbung, dann wieder als Schreckfarbe usw. angesehen wissen wollten. Gegen diese Bestrebungen hat sich schon seit geraumer Zeit eine starke Gegenströmung bemerkbar gemacht. Der Hauptfehler der übertriebenen Anhänger der Mimikrylehre dürfte wohl darin

zu ſuchen ſein, daß immer vorausgeſetzt wird, das mit den fraglichen Schutz- oder Schreckfarben ausgerüſtete Tier werde von ſeinen Feinden oder Nahrungstieren ſo angeſehen wie von unſerem menſchlichen Auge. Das wird aber in ſehr vielen Fällen ſchon deshalb nicht zutreffen, weil doch nicht bloß das Auge, ſondern auch andere Sinnesorgane als Wächter tätig ſind. Gleichwohl ſind Mimikry und ſympathiſche Färbung weitverbreitete Schutzmittel in der Tierwelt und zuweilen drängt ſich der eine oder andere Fall dem Beobachter geradezu auf. Ein ſolches Beiſpiel gelangte gelegentlich eines Frühlingsſpazierganges zu meiner Kenntnis; es betrifft den Zitronenfalter, Gonepteryx rhamni.

Der Zitronenvogel iſt einer der erſten Frühlingsfalter, ein rechter Herold der erwachenden Natur. Das Männchen iſt, wie der Name ſchon andeutet, lebhaft zitronengelb gefärbt, das Weibchen grünlich weiß. Zur Zeit, da der Schmetterling ſeinen Flug beginnt, ebenfalls ſchon im Vorfrühling entfaltet in den milden Tälern der ſchweizeriſchen Seenzone, z. B. am Becken des Sarnerſees bis 900 Meter hinauf, die ſtengelloſe Schlüſſelblume, Primula acaulis, ihre prachtvollen großen Blütenſcheiben. Sie wächſt auf Wieſen, aber am ſchönſten an lichten Waldrändern, in Buchenhainen, die zu dieſer Zeit noch unbelaubt ſind. An ſolchen Stellen fallen ihre Blätter im Sommer der Senſe nicht zum Opfer und da gedeihen rieſige Stöcke, die eine Unmenge oft talergroßer Blüten entfalten, die weithin ſchimmern und leuchten und dem Frühling dieſer Gegenden etwas Südliches verleihen. Nun beobachtete ich einmal gelegentlich eines Sammelganges, wie ſich ein Zitronenfalter auf einen ſolchen Schlüſſelblumenſtock niederließ. Ich ſtund ziemlich nahe dabei, konnte aber den Schmetterling abſolut nicht mehr erkennen und glaubte ſchon, ich hätte mich getäuſcht; nach einiger Zeit flog er auf, ſetzte ſich aber gleich wieder, und indem ich mich jetzt ganz nahe hinzuſchlich, konnte ich auch den Schmetterling ſehen und beobachten, wie er emſig Nektar aus den Blüten ſog. Seither habe ich im Frühling öfter den Zitronenvogel auf der ſtengelloſen Schlüſſelblume beobachtet. Trotzdem möchte ich die gelbe Färbung des Gonepteryx nicht als eine ſpezielle Anpaſſung an die ebenfalls gelb gefärbten Primulablüten anſprechen; denn im großen und ganzen wird ein ſolcher Beſuch doch nicht allzuhäufig ſtattfinden. Aber es iſt ein Fall, der zeigt, wie außerordentlich ſchützend die Wirkung einer zutreffenden Farbe ſein kann. Der Zitronenfalter mit ſeiner beim Fluge ſo auffallenden gelben Färbung, wird auf Primula nicht wahrgenommen, bis er verſcheucht wird oder ſonſt abfliegt. Im übrigen zeigt er das charakteriſtiſche Verhalten der Tagfalter. Dieſe ſind auf der Oberſeite der Flügel in der Regel weit lebhafter gefärbt als

auf der Unterſeite und ſchlagen in der Ruheſtellung ihre Flügel nach oben zuſammen, ſo daß die unſcheinbar gefärbte Unterſeite ſichtbar wird. Auch beim Zitronenfalter iſt die Unterſeite weniger auffallend in der Farbe, mehr grün als gelb, und in der Ruheſtellung fällt der Schmetterling, auf einem Aeſtchen ſitzend, oder zwiſchen Gras geborgen nicht auf; man glaubt etwa ein Laubblatt vor ſich zu haben. Das trifft allerdings im Vorfrühling weniger zu, ſolange Bäume und Sträucher noch kein Laub haben, doch wird es einigermaßen ausgeglichen, dadurch, daß die im Frühjahr fliegenden Zitronenvögel meiſt verwaſchen und gebleicht ſind, infolge der Ueberwinterung. Die neue, lebhafter gefärbte Generation erſcheint erſt im Juli und überwintert wieder. Dr. P. E. Scherer.

Die Geſchichte eines Verkannten.

Von Dr. J. Brun, Seminarlehrer in Hitzkirch.

(Schluß.)

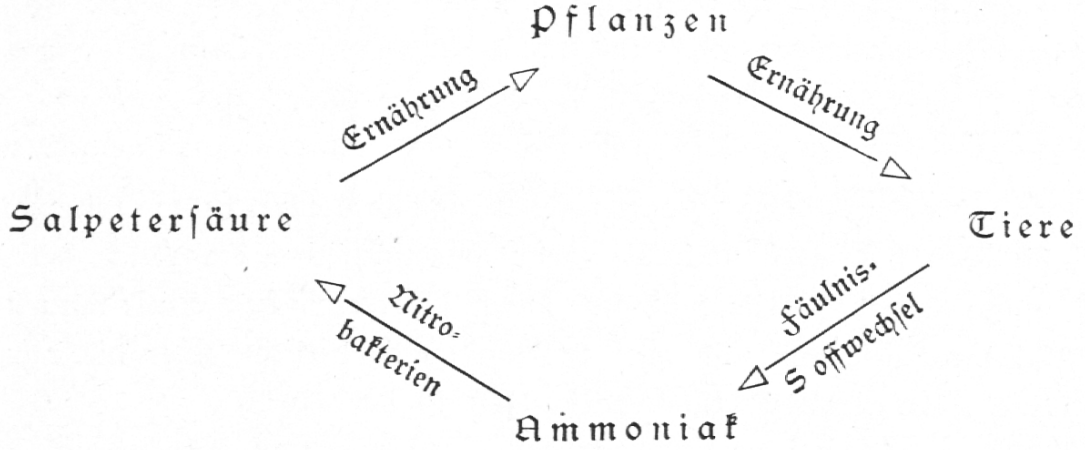
Es betrifft dies zunächſt den Abbau des pflanzlichen und tieriſchen Eiweißes durch den Verweſungs- und Fäulnisprozeß. Die Bakteriologen lehren uns und jedermann kann ſich durch einen einfachen Verſuch ſelbſt davon überzeugen,[1]) daß dieſes für den Kreislauf der Stoffe ſo notwendige Zerſtörungswerk in erſter Linie nicht etwa vom Sauerſtoff oder andern chemiſchen Agentien der Luft, ſondern von gewiſſen Mikroorganismen, den Fäulnisbakterien durchgeführt wird. Und zwar haben ſich in dieſe löbliche Arbeit verſchiedene Bakteriengruppen derart geteilt, daß einige Arten (trypſinogene) dem Eiweißmolekel ſelbſt zu Leibe rücken, indem ſie es nach Art des Bauchſpeichels (Trypſin) verdauen, andere (ſaprogene) die verflüſſigten Eiweißſtoffe weiter zerlegen in Ammoniak, Kohlenſäure und Waſſer. Im Ammoniak tritt uns hauptſächlich der in den Organismen gebunden geweſene Stickſtoff entgegen.

Mit dieſer „Mineraliſierung" des organiſchen Stickſtoffes iſt aber die Tätigkeit der Bakterien noch nicht erſchöpft. Eine neue Arbeitergruppe, die merkwürdigſte vielleicht von allen, bemächtigt ſich des durch die Verweſung freigewordenen Ammoniakes und oxydiert es ſchrittweiſe zu ſalpetriger Säure und Salpeterſäure. Das ſind die nitrifizierenden oder Nitrobakterien, welche wie gewöhnliche grüne Pflanzen auch

[1]) Man bringt ein wenig Fleiſch in einen Glaskolben, übergießt mit Waſſer, kocht einige Minuten, ſchiebt ſofort nach dem Aufhören des Siedens in den Kolbenhals einen friſch abgeſengten Wattepfropfen und läßt nun das Gefäß erkalten. Das Fleiſch hält ſich ſolange friſch, als der Pfropfen nicht entfernt wird, weil keine Bakterienkeime hineingelangen können.

Kohlensäure — aber ohne Mithilfe des Lichtes — assimilieren und somit ganz mit unorganischen Nährstoffen sich begnügen. Sie sind daher keine eigentliche Fäulnisbewohner, sondern leben vorzugsweise in alkalireicher Ackererde, und die Nitrifizierung des Ammoniakes kann auch nur bei Gegenwart genügender Mengen von Basen, welche die Salpetersäure binden, vollständig von statten gehen. Daß diese salpetersauren Salze oder Nitrate für alle Pflanzen, ausgenommen die eigentlichen Stickstoffsammler, die wichtigsten mineralischen Nährstoffe sind, aus denen sie wieder den Stickstoff zur Bildung von Eiweiß resp. Protoplasma beziehen, wurde schon in einem früheren Abschnitte erwähnt.

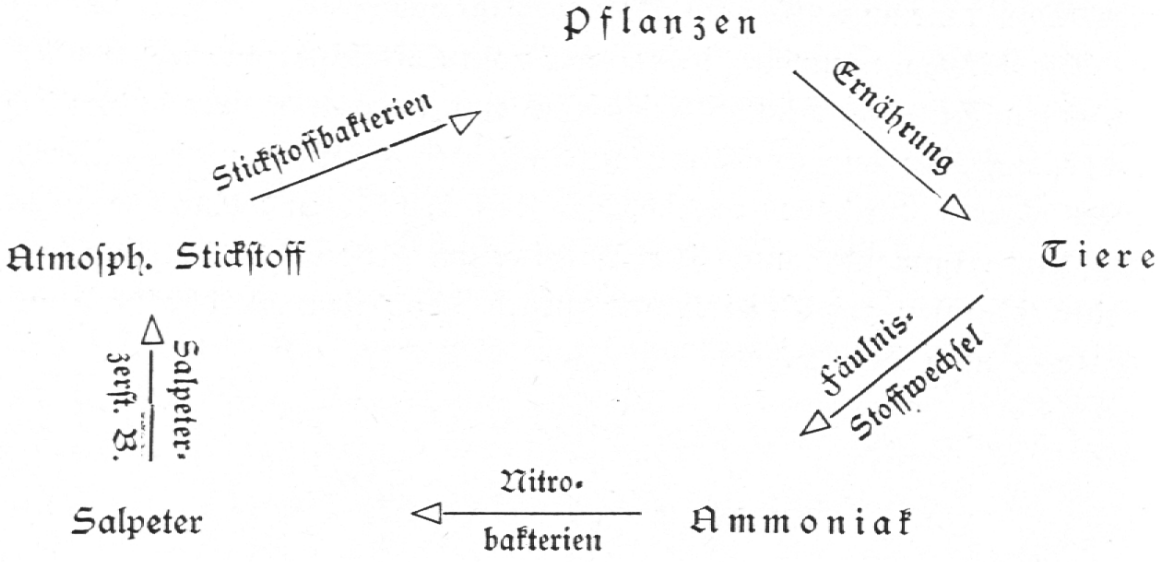
Wir können nunmehr, indem wir vom Luftstickstoff vorderhand absehen, einen Teil des Stickstoffkreislaufes klar übersehen. Es ist dies der sog. kleine oder innere Kreislauf, von den Pflanzen zu den Tieren, von den Tieren durch den Stoffwechsel, den Fäulnis- und Nitrifizierungsprozeß zum Ammoniak und der Salpetersäure, von der Salpetersäure resp. den Nitraten zur Pflanzenwelt zurück. Der kleine Stickstoffkreislauf erfolgt also nach dem Schema:



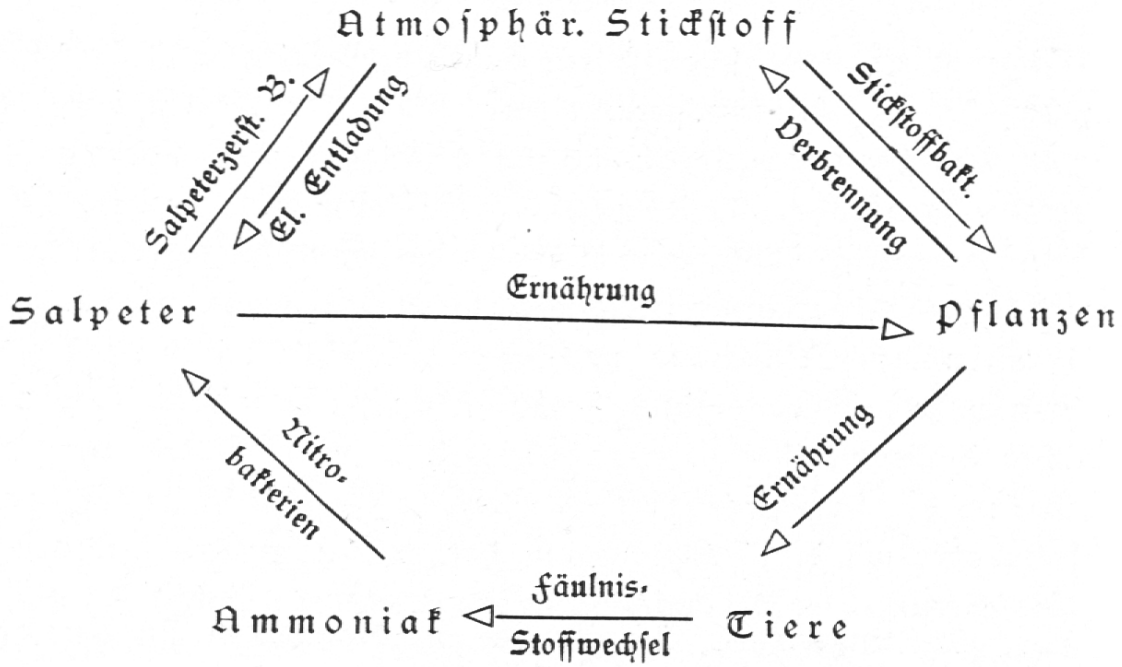
Nun ist aber die schon früher angeführte Tatsache zu berücksichtigen, daß bei der „Mineralisierung" der tierischen und pflanzlichen Abfälle ein Teil des chemisch gebundenen Stickstoffs in Gasform an die Atmosphäre zurückkehrt, also dem kleinen Kreislaufe entzogen wird. Die Gelehrten haben sich natürlich nicht mit der einfachen Konstatierung dieses Faktums begnügt, sondern sind den Ursachen dieser für den Landwirt wenig erfreulichen Erscheinung nachgegangen. Und wie bei fast allen Stoffumsetzungen in der Natur, so haben auch hier wieder die unvermeidlichen Bakterien ihre „Hand im Spiele". Gewisse Arten der Bodenbakterien, die salpeterzerstörenden, versetzen den im Erdboden gebildeten oder mit der Düngung auf das Feld gebrachten Salpeter in eine Art Gärung, wobei derselbe zu salpetrigsauren Salzen (Nitriten), zu elementarem Stickstoff oder gar zu Ammoniak reduziert wird. Als

richtige Antagonisten der Nitrobakterien verlangen sie organische Nahrung, können also nicht gleichzeitig neben den Nitrobakterien gedeihen. Als Korrektiv für die Tätigkeit dieser salpeterzerstörenden Bakterien haben wir in einem frühern Abschnitte die stickstoffassimilierenden oder Stickstoffbakterien kennen gelernt.

Durch diese beiden letztgenannten Umsetzungen tritt auch der atmosphärische Stickstoff zu den Organismen in eine innige Wechselbeziehung. Neben dem kleinen oder innern Kreislaufe geht ein großer oder äußerer einher nach dem Schema:



Indem wir das große und kleine Kreislaufschema miteinander kombinieren und auch noch die mehr nebensächlichen Vorgänge der Verbrennung und der Nitratbildung durch die elektrischen Entladungen berücksichtigen, erhalten wir eine vollständige Uebersicht über die uns bekannten wichtigeren Stickstoffumsetzungen in der Natur:



Ueber das quantitative Verhältnis des großen und kleinen Stickstoffkreislaufes läßt sich bis heute keine bestimmte Angabe machen. Immerhin kann als ziemlich sicher gelten, daß der kleine oder innere Kreislauf über den großen ganz bedeutend überwiegt. Das „groß" darf also nicht im Sinne der größern Masse, sondern nur im Sinne des größern Weges aufgefaßt werden.

Es läge nun sehr nahe, den bisherigen, mehr theoretischen Darlegungen noch ein Kapitel über deren praktische Nutzanwendungen folgen zu lassen, insbesondere das Problem der Nutzbarmachung des Luftstickstoffes, die Bedeutung des Salpeters in der chemischen Technik, speziell der Sprengstofftechnik, deren wesentliche Grundlage er bildet, auseinander zu setzen. Ich möchte aber für dermalen dieser Versuchung widerstehen, um auch andere Leute in der „Mittelschule" zu Worte kommen zu lassen, und um erst ein wenig zu horchen, ob solche chemische Aufsätzchen, die sich natürlich nicht mit den Abhandlungen der Wissenschaftspioniere messen können, bei unserer Leserschaft Anklang finden. Also, mit gütiger Erlaubnis der verehrten Redaktion, ein ander Mal davon! (Mit Vergnügen! Die Red.)

Eine alte Regel,

die bei uns im Altertum und Mittelalter, als noch das Fingerrechnen ein nicht zu unterschätzendes Hilfsmittel bildete, wegen ihrer Einfachheit weit verbreitet und geübt wurde, möchte ich mit diesen Zeilen der Vergessenheit entreißen, der sie anheimzufallen scheint. Denn sie bietet meines Erachtens auch heute noch einiges Interesse, da sie einen kleinen Einblick gestattet in die Psyche des Volkes. Sie läßt in ihr einen gewissen mathematischen Instinkt erkennen, mit dem sich der Praktiker Rechnungsvorteile verschafft, die er auf dem einzig legitimen, weil einzig zuverlässigen Wege des Beweises sich wohl kaum hätte erwerben können. Es dürfte denn auch in der Tat der Beweis für die eben mitzuteilende Regel, so einfach er an sich auch ist, doch nicht jedem bewußt geworden sein, der diese Regel praktisch verwendete.

Es handelt sich um das Produkt der Zahlen zwischen 5 und 10. Dieser Teil des Einmaleins ist bekanntlich eine der ersten Belastungsproben für den erwachenden Verstand und es gibt Völkerstämme, wie die Kurden in Persien oder die Bewohner der Wallachei, welche im Kopf überhaupt nur Zahlen kleiner als 5 miteinander multiplizieren können. Liegen die Zahlen zwischen 5 und 10, so benützen sie jetzt noch folgende alte Fingerregel: Man strecke an den beiden Händen soviel

Finger aus, als der eine und der andere Faktor mehr Einheiten als 5 enthält. Zur 10fachen Summe der ausgestreckten Finger addiere man das Produkt der liegengebliebenen; die so erhaltene Summe ist das gesuchte Produkt. Es sei z. B. zu suchen 6×8. Ausgestreckt werden also links $6 - 5 = 1$ und rechts $8 - 5 = 3$ Finger. Dann ist $6 \times 8 = 10\ (1 + 3) + 4 \cdot 2 = 40 + 8$.

Die Regel dürfte in ihrer Einfachheit kaum zu übertreffen und trotzdem, oder vielleicht gerade deshalb überraschend genug sein. — Und nun der Beweis? Es seien m und n die zu multiplizierenden Zahlen. Links werden also $m - 5$ Finger ausgestreckt (rechts $n - 5$) und es bleiben liegen $5 - (m - 5) = 10 - m$ Finger; rechts entsprechend $10 - n$. Die 10fache Summe der ausgestreckten Finger ist:

I. $10\ (m - 5 + n - 5) = 10\ (m + n - 10) = 10\,m + 10\,n - 100$,

das Produkt der liegengebliebenen:

II. $(10 - m)\ (10 - n) = 100 - 10\,m - 10\,n + m\,n$.

Die Summe von I und II ist, wie man sich sofort überzeugt, in der Tat das gesuchte Produkt $m\,n$.

Ob nun diese Regel geeignet sei, beim Unterricht unserer Novizen der mathematischen Kunst auch heute noch einige Dienste zu leisten, — das zu beurteilen, muß ich den Praktikern überlassen. Es soll sich übrigens dieses Verfahren auch bis heute im Volk in Spanien, Südfrankreich und Italien erhalten haben, und wer wüßte nicht, daß in jenen Ländern eine Finger- und Geberdensprache entwickelt ist, mit der die unsere kaum je wird konkurrieren können? Dr. M. Schips, Schwyz.

Literatur.

Geographie der Schweiz für Mittelschulen und Lehrerseminarien, von Dr. phil. Jos. Brun, Seminarlehrer in Hitzkirch. Mit sechs Profilen und drei Volkszählungstabellen. 190 Seiten Oktav, Leinwandband, Preis Fr. 2.65. Luzern, 1914, Räber u. Cie.

Die Zahl der Lehrbücher für den Unterricht in der Schweizergeographie hat durch vorliegendes Werk eine wertvolle Bereicherung erfahren. Der Verfasser gibt uns hier ein Buch in die Hand, das sich durch sorgfältige Auswahl des Stoffes auszeichnet und darauf ausgeht, den Geographieunterricht von jeder Schablone freizumachen. Dr. Brun hat sein neues Werk aus einem Diktat herauswachsen lassen, an Hand dessen er mehrere Jahre lang den Unterricht am luzernischen Lehrerseminar erteilte. Es ist also in erster Linie für Zöglinge von Lehrerseminarien, gleichzeitig aber auch für Realschulen und Gymnasien berechnet. Bei Weglassung einiger schwieriger Kapitel ließe es sich auch in der Sekundarschule verwenden, sofern ein methodisch gewandter Lehrer es versteht, durch geschickte Einführung den Reichtum dieses Werkes den Schülern zugänglich zu machen.

Den Schwerpunkt verlegt der Verfasser mit Fug und Recht auf den allgemeinen Teil. Der Unterricht auf der Mittelstufe setzt voraus, daß die Schüler die einzelnen Kantone schon einigermaßen kennen. Dr. Brun bespricht einleitend Namen, Lage, Grenzen, Fläche und Gestalt der Schweiz, geht dann zur Orographi

über und zwar nach den drei natürlichen Gebieten: Alpen, Jura und Mittelland. Als tüchtiger Geologe gibt er seinen Ausführungen überall ein gutes geologisches Fundament und leitet daraus die herrschenden Bodenformen ab. In einem weiteren Abschnitt Geologie gibt er eine wissenschaftliche, aber leichtfaßliche Erklärung der Bodenformen und des Aufbaues der Schweiz.

Der Bewässerung der Schweiz ist eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Die Abschnitte Gletscher, Quellen, Seen der Schweiz sind geradezu Muster methodisch feindurchdachter Darbietungen. Das gleiche gilt auch vom Klima, speziell von der anschaulichen Erklärung über den Ursprung des Föhns. Bei der Behandlung der Pflanzen- und Tierwelt begegnen wir wieder dem routinierten Naturforscher. Auch das Kapitel Mineralien ist originell behandelt.

In der Demographie gelingt dem Verfasser, in prägnanter Kürze und durch typische Beispiele auf die große Verschiedenheit in unserm Volksganzen hinsichtlich Herkunft, Bestand, Volksdichte, Ein- und Auswanderung, Sprache und Konfession aufmerksam zu machen. Auch die Volkskunde erhält ein Plätzchen. Die politische und Kulturgeschichte unseres Volkes wird nicht speziell erwähnt, weil der Verfasser mit Recht voraussetzt, daß im Geschichtsunterricht hiefür Zeit und Gelegenheit geboten werde.

Sehr instruktiv sind die wirtschaftlichen Verhältnisse behandelt. Sie bieten eine willkommene Einführung in die eigentliche Wirtschaftsgeographie. Ebenso kommen Verfassung und Verwaltung zu ihrem Rechte. Vielleicht dürfte bei einer Neuauflage hier noch eine kleine Erweiterung eintreten, indem auch das Zollwesen und das Militärwesen kurz besprochen würden.

Es haben sich in diesem Abschnitte einige Unrichtigkeiten eingeschlichen. Die Zahl der Stimmberechtigten der Schweiz beträgt heute rund 820,000 (nicht 650,000), das Bundesgericht besteht aus 24 (nicht aus 19) Mitgliedern. Der Vertreter der Eidgenossenschaft gegenüber dem Auslande ist (lt. Beschluß vom März 1914) nicht mehr der jeweilige Bundespräsident, sondern der Vorsteher des politischen Departements. Beim Ständerat ist auch die Wahlart (nicht bloß die Amtsdauer) Sache der Kantone. Beim Schulwesen ist zu bemerken, daß Appenzell J.-Rh. auch eine höhere Lehranstalt besitzt (Kollegium St. Antonius). Dem beruflichen Bildungswesen dürften speziell noch einige Sätze gewidmet werden.

Sehr zu begrüßen wäre bei einer Neuauflage die Einfügung von tabellarischen Zusammenstellungen der wichtigsten Gipfel- und Paßhöhen, Gletscher und Flüsse 2c., an geeigneter Stelle, wie solche für die Seen gemacht wurden. Desgleichen würde ein tabellarischer Vergleich der Außenhandelsziffern, ebenso des Eisenbahnnetzes der verschiedenen Staaten (nach dem Muster von Geering und Hotz, Wirtschaftskunde der Schweiz, pag. 88 und 119) den Abschnitt wirtschaftliche Verhältnisse wertvoll ergänzen. In jeder Tabelle ist eine gewisse Rangordnung zu beobachten. Solche Tabellen bieten dem Lernenden Stoff zu anregenden Gegenüberstellungen und einen willkommenen Halt bei der Repetition.

Eine ungefähre Abgrenzung der Voralpen im Süden und Norden wäre trotz den erhobenen Bedenken zu wünschen, desgleichen eine Grenzlinie zwischen Innengürtel und Kalkalpen im allgemeinen; denn sie geben dem Lernenden ebenfalls einen gewissen Rückhalt.

An zwei oder drei Orten ist im Texte auf Tabellen im Anhang verwiesen, die sich nirgends vorfinden. Es betrifft eine Zusammenstellnng der Volkszählungen von 1850—1910 und eine Berufsstatistik.

Die im Anhang beigefügten Profile sind ungemein instruktiv, würden aber an Wert noch gewinnen, wenn die wichtigsten Höhenangaben beigesetzt wären. Das gleiche gilt auch von der textlichen Bearbeitung der Alpen (soweit dies nicht schon geschehen ist), wo z. B. der Aufstieg der Berneralpen von Westen nach Osten durch einige Zahlen gut veranschaulicht werden kann.

Allerdings würde eine zweckmäßige Illustration den Buchpreis steigern, aber seinen Wert auch wesentlich erhöhen, nicht durch Landschafts- oder Städtebilder, die man sich leicht verschaffen kann, wohl aber durch typische Pläne und Skizzen, in den Text eingestreut. So wäre wünschenswert ein Schema der Schweizeralpen (nach Geogr. Lex. Bd. I, pag. 38) nebst Ergänzung des Paßnetzes, oder der Faltung des Jura (z. B. nach Walser, „Die Schweiz", Begleitwort zur Schulwandkarte, pag. 29), Schema eines typischen Gletschers, verschiedener Quellen-

arten, eines Wildbaches (nach Walser pag. 75), Skizzen bedeutsamer Flußkorrektionen, z. B. des obern Rheindurchstiches, der Rhonekorrektion, der Juragewässerkorrektion, des Tessin zwischen Bellenz und dem Langensee (nach dem Geogr. Lex.), ferner eine Sprachenkarte von Graubünden. Durch solche und ähnliche illustrative Erläuterungen im Text wird der Lernprozeß wirksam unterstützt und die Arbeit des Lehrers sehr erleichtert.

Der spezielle Teil der Schweizergeographie von Dr. Brun unterzieht die einzelnen Kantone einer originellen Besprechung. Dabei ist wiederum jede Schablone vermieden und betr. Angaben über Größe und Einwohnerzahl auf die Tabellen im Anhang verwiesen. Die eingeschlagene Reihenfolge der Kantone kann der Lehrer nach Belieben ändern. Die Ortsangaben sind vielleicht etwas knapp gehalten, doch lassen sie sich auf einer guten Handkarte nach Bedürfnis ergänzen, speziell im Unterricht an Handels- und Verkehrsschulen.

In formeller Hinsicht sollen hier für eine Neuauflage auch einige Wünsche geäußert werden. Um die praktische Verwendbarkeit zu fördern, wäre eine übersichtlichere Ordnung des Stoffes da und dort zu begrüßen. Stichwörter und Untertitel, auch Ordnungszahlen 2c. sprechen in Halbfett- oder Fettdruck ganz anders zum Lernenden als in matter Kursivschrift. Einige Titel, z. B. der Alpen, der Gletscher, Flüsse, der Landwirtschaft 2c. verdienen entschieden eine stärkere Betonung als z. B. der des Rambachs im Münstertal. Eine auffällige, aber gefällige Titelschrift erleichtert das Studium sehr. Auch in den einzelnen Abschnitten kann dem Schüler durch eine reichere Gliederung des Stoffes und Unterstreichung bedeutsamer Namen oder Ausdrücke ein Dienst erwiesen werden. Dagegen würde das Orts- und Sachregister an Wert nichts einbüßen, wenn ihm weniger Raum eingeräumt worden wäre

Verschiedene Druckfehler wird der Leser von selber korrigieren. Bei einigen Namen sollte eine gewisse Konsequenz beobachtet werden. Schreibt man Appenzell-Außer Rhoden oder Appenzell-Außerrhoden (pag. 132), Gislikon (pag. 61) (amtliche Schreibweise: Gisikon), Kanon (pag. 58) oder Cannon (pag. 169)? (Herder, Lexikon, schreibt Canon).

Die äußere Ausstattung des Buches läßt nichts zu wünschen übrig: schöner, solider Einband, starkes, gutes Papier, leserliche Schrift (Antiqua).

Alles in allem darf die emsige Arbeit des Verfassers, der eine treffliche Darstellungsgabe besitzt und Unwesentliches und konfessionelle Taktlosigkeiten (in wohltuendem Gegensatz zu andern Autoren) fernzuhalten weiß, zur Einführung bestens empfohlen werden.

J. Troxler.

Nummer 3. 14. April 1915.

Mittelschule

Beilage zur „Schweizer-Schule“

Schriftleitung:
Dr. A. Theiler, Luzern

Mathematisch-naturwissenschaftliche Ausgabe

Inhalt: Neuere Probleme und Theorien der Physik, II. — Zur Biologie des Scharbockskrautes. — Farbenübereinstimmung zwischen Blumen und Schmetterlingen. — Eine andere Multiplikationsregel. — Literatur. —

Neuere Probleme und Theorien der Physik.

Von Dr. H. P. Baum.

II.

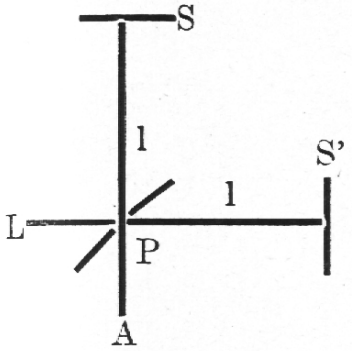
Die Elektronentheorie hat dann ferner die Klärung zweier alter Fragen der kosmischen Physik gebracht, der Gewitterbildung, oder allgemeiner gesagt der Frage nach dem elektrischen Felde der Erde und der Natur des Nordlichtes. Während beim elektrischen Felde der Erde die Radioaktivität dieser selbst jedenfalls die Hauptrolle spielt, verdanken die Polarlichter ihren Ursprung den Elektronen der Sonne. Bemerkenswert ist dann, wieviele Brücken durch die neuen Resultate und Theorien zwischen den früher so getrennten Gebieten der Physik und Chemie geschlagen wurden, so daß es nicht ausgeschlossen erscheint, daß die Physik des Elektrons der Chemie einmal die theoretische Erklärung ihrer Grundlagen, der Affinität, Wertigkeit usw. der Elemente, die „Formel“ des periodischen Systems 2c. bietet. Vielleicht gelingt es dieser Theorie einmal die Lichtemissions- und überhaupt Strahlungserscheinungen so zu erklären, daß sie uns sagen kann, warum ein Stoff, der diese oder jene bestimmte Spektrallinie aussendet, oder die entsprechende Wellenlänge absorbiert, gerade diese bestimmten chemischen Eigenschaften, jene Volenz, Dichte, Atomgewicht 2c. haben muß. Das hieße freilich recht tief in den Aufbau des Atoms eindringen, im physikalischen Sinne sogar sein Wesen darlegen. Das ist alles freilich noch Zukunftsmusik, zu der jedoch von verschiedenen Forschern schon die Instrumente gestimmt und gewisse Akkorde intoniert wurden. Einstweilen steht die Elektronentheorie allerdings selbst noch im Jugendstadium und man kann noch nicht sicher sagen, ob sie in ihrer heutigen Gestalt dauernd sich lebensfähig erweisen wird oder doch neuen Entdeckungen und Forschungen gegenüber anpassungsfähig bleibt, um wenigstens in ihren Hauptzügen erhalten bleiben zu können

Mit der Theorie der Elektronen als bewegter Elektrizität haben wir nämlich ein Gebiet betreten, das in seinen Grundlagen noch eine Reihe Schwierigkeiten und zweifelhafter Stellen aufweist. Hier seien nur einige derselben erwähnt, die mit der oben dargelegten Abhängigkeit der Masse von der Geschwindigkeit zusammenhängen. Aus den Versuchen Rowlands wissen wir zwar, daß eine statische Ladung einen Strom erzeugt, wenn sich ihr Träger in Bewegung befindet, aber damit ist doch im Grunde noch nicht bewiesen, daß auch ein bewegtes Elektron einen elektrischen Strom darstelt. Ferner hängt es durchaus noch von der Anschauung über das eigentliche Wesen der Elektrizität ab, ob man die Hauptvoraussetzung, daß nämlich die Größe des sog. elektrischen Elementarquantums e von der Bewegung unabhängig sei, anerkennen will; denn durchaus selbstverständlich ist sie nicht. Endlich ist zu beachten, daß nach der Theorie die scheinbare Masse unendlich groß wird, wenn das Elektron sich mit Lichtgeschwindigkeit bewegt, und doch bei den Versuchen Kaufmanns eine Geschwindigkeit bis 0,97 derselben als durchschnittliche Geschwindigkeit erzielt wurde, wobei die Masse doch nur auf das 7,16-fache anstieg.

Die Theorie bewegter elektrischer Ladung, wie sie von Lorentz aufgestellt wurde, hatte übrigens zur Erklärung dieser und anderer Schwierigkeiten zugleich eine Abhängigkeit der Gestalt des Elektrons von der Geschwindigkeit angenommen, die kurz gesagt in einer Abplattung in Richtung der Bewegung bestehe, so zwar, daß bei Lichtgeschwindigkeit das Elektron zu einer flachen Scheibe deformiert werden müßte. Nach der Theorie von Abraham bezieht sich diese Deformation auf das vom Elektron erzeugte Kraftfeld. Sehen wir von diesem zweifelhaften Punkte ab, so bot die Theorie von Lorentz den großen Vorteil, daß sie, im Gegensatz zu den Theorien von Maxwell und Hertz, die sich auf ruhende Systeme bezogen, allen hierher gehörigen Erscheinungen, zu denen nach dem Gesagten natürlich nicht nur die elektrischen, sondern auch die des Lichtes gehören, bestens gerecht wurde. Die Teilung der Spektrallinie im magnetischen Felde, Zeemaneffekt, war ja von Lorentz auf Grund dieser Theorie sogar vorausgesagt worden. Merkwürdigerweise war es wieder eine Frage, bei der der fatale Aether zur Sprache kommt, wo auch diese Theorie versagte, nämlich bei der alten Frage, ob der Aether an den Bewegungen der Himmelskörper, hier speziell der Erde teilnimmt, oder ob er ruht relativ zu ihr. Die allgemeine Anschauung, für die sich eine Reihe Gründe anführen lassen, ist die, daß der Aether als das bei allen Bewegungen der Körper in Ruhe verharrende Mittel zu betrach-

ten ist, ohne selbst diesen Bewegungen irgend ein Hindernis zu bieten.*) Versuche nun, die Morly und Michelson zur Entscheidung dieser Frage anstellten, hatten ein negatives Resultat, d. h. sie würden dafür sprechen, daß sich der Aether mit der Erde bewegt. Den genannten Versuchen liegt folgende Ueberlegung zu Grunde.

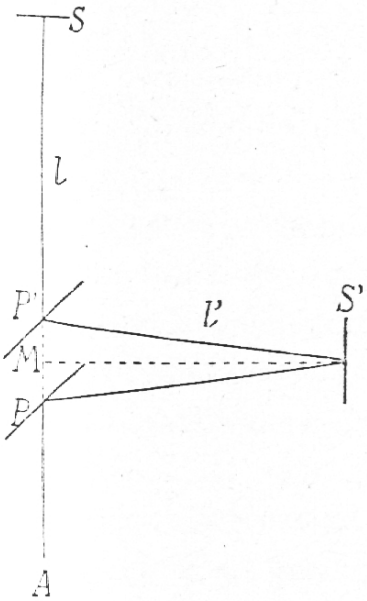
Fig. 1



Sei in Fig. 1 P eine durchsichtige Glasplatte, auf die von L her ein Lichtstrahl fällt, so wird ein Teil desselben nach dem Spiegel S reflektiert und wird, von diesem wieder zurückgeworfen, dem Auge in A sichtbar. Ein anderer Teil des Lichtstrahles geht durch P hindurch zum Spiegel S' und gelangt, dort wie von P zurückgeworfen ebenfalls zum Auge A. Sind die Strecken P S und P S' = l gleich groß, so gebraucht das Licht für beide Teile des Strahles die gleiche Zeit $t = \frac{2l}{c}$ wenn mit c die Lichtgeschwindigkeit bezeichnet wird. Bewegt sich aber nun der Apparat mit der gleichförmigen Geschwindigkeit v in Richtung P S so ist die Geschwindigkeit (falls der Aether ruht) in der Richtung P S = c + v und in entgegengesetzter Richtung = c — v, die Zeit demnach die der Lichtstrahl gebraucht

$$t' = \frac{l}{c+v} + \frac{l}{c-v} = \frac{2lc}{c^2-v^2} = \frac{2l}{c\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)}$$

Fig. 2



Für den Teil des Lichtstrahles auf der Strecke P S' liegen die Verhältnisse, die durch die Bewegung hervorgerufen werden, anders. (Fig. 2) Die Geschwindigkeit ist zwar in dieser Richtung, senkrecht zu der Bewegungsrichtung, nicht verändert, aber während der Strahl von P nach S' geht, schreitet ja auch das ganze System weiter, so daß der Lichtstrahl den Weg P S' P' A macht. Es sind die beiden Wege P S' und S' P', da die Verhältnisse für den Hin- und Hergang gleich liegen, einander gleich, aber ihre Länge l' ist von l verschieden und zwar, da M P = M P' $= \frac{l' v}{c}$ oder da M S' = l, so folgt $l'^2 = l^2 + \frac{l'^2 v^2}{c^2}$ oder $l' = \frac{l}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ und daher

*) Einige Astronomen wollten allerdings die an der Merkurbahn beoachteten Veränderungen dem Widerstand des Aethers zuschreiben, andere suchten sie durch die Anziehung (Störung) eines intramerkuriellen Planeten zurückzuführen.

die benötigte Zeit $t' = \frac{2l}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$. Sind also die beiden Spiegel S u. S' von P gleichweit entfernt, so gebraucht das Licht doch zur Zurücklegung dieser Strecken ungleiche Zeit, falls der Apparat sich wie oben angegeben bewegt, d. h. die beiden Teile des Lichtstrahles müssen Interferenz zeigen. Um eine etwaige Ungleichheit von PS und PS' für den Versuch zu eliminieren, stellt man den Apparat einmal so, daß etwa PS und das andere Mal PS' mit der Bewegungsrichtung zusammenfallen, wobei sich eine Verschiebung der Interferenzstreifen geltend machen muß. Nun wissen wir aber, daß sich unsere Erde mit einer Geschwindigkeit von rund 30 km um die Sonne bewegt, welche Geschwindigkeit zwar im Vergleich zu der des Lichtes klein ist, aber doch genügte, um bei diesem Versuche deutlich in die Erscheinung zu treten. Wenn das Resultat dennoch negativ ausfiel, so muß der Grund wo anders zu suchen sein.

Hier setzte nun die Relativitätstheorie Einsteins ein, indem sie sagt, daß der Versuch ein negatives Resultat ergeben muß; denn ein positives Resultat würde ja dem fundamentalen Grundsatz der Mechanik widersprechen, daß der Ablauf einer Erscheinung im ruhenden oder gleichförmig bewegten System absolut gleich sei und die Erscheinung sich nur durch Beschleunigung bemerkbar mache. Mit andern Worten, es ist unmöglich, durch eine Messung im System selbst die Geschwindigkeit seiner etwaigen Bewegung zu bestimmen. Da nun aber in obiger Formel das v enthalten ist, so wäre bei positivem Resultat die Erdgeschwindigkeit durch den Versuch im System der bewegten Erde (ohne Rücksicht auf andere Himmelskörper) gemessen. Damit diese Möglichkeit nicht eintrete, muß man annehmen, daß sich allein durch die Bewegung jede Strecke, also in unserm Falle PS im Verhältnis von $1 : \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$ verkürze. Wie man sieht, wäre darnach die von Lorentz für das bewegte Elektron angenommene Verkürzung nur ein Spezialfall eines ganz allgemeinen Gesetzes, der auch wegen der großen Geschwindigkeit, die das Elektron erreichen kann, bei der Beobachtung sich geltend machen könnte, während z. B. die Verkürzung der Erde infolge der Umlaufsgeschwindigkeit nur den Betrag von rund 6 cm hätte.

Man kann indessen die Formulierung des Relativitätsgesetzes auch noch auf andere Weise, nämlich durch Beziehung auf die Lichtgeschwindigkeit, geben. Wir können das negative Resultat des Michelson'schen Versuches auch so deuten, daß wir mit Einstein sagen, der Wert der Lichtgeschwindigkeit, der durch die Messung in einem System erhalten wird, soll unter allen Umständen gleich bleiben, ob es sich um ein ruhen-

des oder ein gleichförmig bewegtes System dabei handelt. Wir betrachten also die Lichtgeschwindigkeit als eine absolute, unter diesen Umständen konstante, die in der Zeiteinheit den gleichen Wert hat, sei es in der einen oder anderen Richtung. Wie aus den obigen Formeln sogleich ersichtlich, ist mit dieser Aufstellung aber auch eine Folgerung betr. der Zeit notwendig gegeben, denn wir sehen, daß bei ruhendem System die benötigte Zeit $t = \frac{2l}{c}$, bei bewegtem System aber $t' = \frac{2l}{c\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ ist. Soll also das Prinzip gewahrt bleiben, daß die Messung im System eine Bestimmung von v ausschließt, so muß die Zeit t' mit $\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$ multipliziert werden, d. h. um $1 : \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$ vergrößert sein infolge der Bewegung, sonst könnte ja durch hin- und hergeschickte Lichtsignale eine absolute Bewegung gemessen werden. Es läßt sich nicht leugnen, daß namentlich inbezug auf die Zeit manche Folgerungen der neuen Theorie uns ungewohnt ja komisch anmuten, so z. B. die oft zitierte, daß eine Uhr anders (langsamer) gehe, wenn sie ruht als wenn sie bewegt wird, oder daß eine Uhr, die mit Lichtgeschwindigkeit auf Reise ginge und wieder zurückkehre, nach ihrer eigenen Angabe zu dieser Reise gar keine Zeit gebraucht hätte, usf. — Ferner ergibt sich aus der Theorie, daß Länge und Zeit nur relativ sind und daß sie einzeln genommen nicht angewandt werden können, und jedes System eine von seiner Bewegung abhängige „lokale" Zeit hat. Dieser Zusammenhang hat durch Minkowski seinen mathematischen Ausdruck erhalten, indem er die Zeit mit dem Raume zu einem vierdimensionalen Ereignisraum zusammenfaßt. Jeder „Ereignispunkt" wird darin durch die drei Raum- und eine vierte, die Zeitkoordinate bestimmt, wobei nach Minkowski die Zeitordinate imaginär gemessen wird.

Die Abhängigkeit von der Geschwindigkeit betrifft aber auch die Masse, und damit die Energie, sowie selbst die Zerlegung eines elektromagnetischen Feldes in ein elektrisches und magnetisches, so zwar, daß ein Feld, das für einen Beobachter ein rein elektrisches ist, für einen anders bewegten Beobachter ein zugleich magnetisches sein kann.

Doch es mag genügen nur einige Folgerungen der Theorie aufgezählt zu haben, die schon zur Genüge zeigen, wie tief dieselbe in unsere bisherigen Vorstellungen eingreift, und so wird man es begreiflich finden, daß sie neben mancher oft begeisterter Zustimmung auch vielfachen Widerspruch erfahren hat. Es fehlt auch nicht an Stimmen, die der Theorie nur eine rein formale, mathematische Bedeutung zumessen, wie etwa der sog. Meta-Geometrie oder „Nicht-Euklidischen" Geometrie, und

den mathematischen Theorien über den n-dimensionalen oder gekrümmten Raum, ihr aber jede physikalische Bedeutung absprechen. Ein bedenklicher Punkt ist jedenfalls, um nur eines herauszugreifen, die Rolle, die der Lichtgeschwindkgkeit in der Theorie zugewiesen ist, wie auch die Folgerung, daß es eine größere Geschwindigkeit nicht in der Natur geben könne. Hier steht zudem das noch immer ungelöste Schwerkraftproblem als Mahnung da, das bis jetzt allen Versuchen die endliche, event. Lichtgeschwindigkeit, dieser Kraft darzutun, widerstand. Aber auch die scheinbaren experimentellen Bestätigungen einzelner Folgerungen, wie die Abhängigkeit der Masse von der Geschwindigkeit sind noch durchaus nicht so eindeutig festgelegt, daß sie einstweilen nur als Bestätigung gerade dieser Theorie gelten müssen. (Schluß folgt.)

Zur Biologie des Scharbockskrautes (Ficaria ranunculoides).

Gerade jetzt leuchten auf Wiesen und an Wegen, auf feuchten Ackergründen und unter Gebüsch die großen sattgelben Blüten des Scharbockskrautes als Frühlingsverkünder. In dem bekannten, in so vielen unserer Schulen eingeführten Grundriß von Schmeil wird uns dieses Gewächs als ein Vertreter der Flora des Vorfrühlings geschildert. Weil es eine so bekannte, jedem Lehrer der Naturkunde vertraute Pflanze ist, möchte ich in den folgenden Zeilen auf die Ergebnisse einer sehr interessanten Untersuchung über Ficaria ranunculoides aufmerksam machen, die Kindler in der „Oesterreichischen botanischen Zeitschrift" 1914, No. 3/4 veröffentlichte.

Es ist bekannt und auch Schmeil geht darauf ein, daß das Scharbockskraut sich neben der Bildung von Samen, auch noch durch Brutknöllchen, die in den Blattachseln entstehen, vegetativ vermehren kann. Diese Vermehrung ist sogar weit ergiebiger. Nun war es längst verschiedenen Beobachtern aufgefallen, daß die Samenbildung bei unserer Pflanze in der Regel ziemlich spärlich ist. Diese Erscheinung im Zusammenhang mit der Bildung von Brutknöllchen, wurde sehr verschieden beurteilt. Die einen nahmen eine Korrelation zwischen Samenproduktion und Bulbillenbildung an, in dem Sinne, daß reichliche Samenbildung die Entstehung von Brutknöllchen herabdrückt, dagegen reichliche Bulbillen den Fruchtansatz vermindern, wobei Beleuchtungs- und Standortsverhältnisse mitwirkend sein sollten. Andere wollten in den Brutknöllchen

nur Reservespeicher erkennen, wieder andere stellten eine Beziehung zwischen Bulbillen- und Samenbildung vollständig in Abrede.

Da zwischen der Ausbildung von Zwiebeln, Knollen, sowie andern Organen vegetativer Vermehrung und spärlicher Samenproduktion in vielen Fällen, wie z. B. bei manchen Lilienarten tatsächlich ein Zusammenhang besteht, lag es nahe auch bei Ficaria an einen solchen zu denken. Diese Beziehung hat Kindler durch die genannte Untersuchung klargestellt und ist dabei zu überraschenden Ergebnissen gekommen.

Fürs erste ergab sich die Tatsache, daß Ficaria in allen Fällen, unter noch so verschiedenartigen Bedingungen, außerordentlich stark zur Bulbillenbildung neigt und stets wenig Samen produziert. Bei manchen Arten mit vegetativer und sexueller Vermehrung kann man die eine durch Begünstigung der andern herabsetzen oder unterdrücken. Dieser Fall wäre zum vornherein auch für Ficaria zu erwarten gewesen, ist aber durch das Experiment nicht bestätigt worden. Bei Lilium candidum kann man Samenbildung erzielen, wenn man die blühende Pflanze abschneidet und im Wassergefäß kultiviert. Ein ähnlicher Versuch mit Ficaria bewirkte wohl etwas mehr Samenansatz, doch reiften die Samen nur zum Teil. Schlechte Ernährung, die sonst die Samenbildung begünstigt, ließ keinen einzigen Samen ausreifen, während die Bulbillen sich völlig normal entwickelten.

Die Erklärung für dieses merkwürdige Verhalten lieferte die mikroskopische Untersuchung des Sexualapparates. Hier zeigten sich weitgehende Degenerationserscheinungen im Embryosacke. Normal gebaute Eiapparate sind bei Blüten von Ficaria sehr selten. Viel zahlreicher sind dagegen mehr oder weniger fortgeschrittene Reduktionsstadien, die eine normale Befruchtung und Samenbildung entweder unmöglich machen oder nicht über die ersten Anfänge hinauskommen lassen. Kindler führt als fortschreitende Degenerationsstadien an: Rückbildung einer Synergide. Rückbildung zweier Synergiden. Rückbildung des ganzen Eiapparates. In vielen Fällen wurde eine so vollständige Auflösung des Eiapparates beobachtet, daß nur noch einige Plasmafetzen seine frühere Existenz verrieten. Reduktion des sekundären Embryosackkerns. Reduktion der Antipoden. Vollkommene Desorganisation des Embryosackes und seiner Zellen. Unterdrückung der Embryosackbildung. Dazu kommt, ebenfalls nach Untersuchungen von Kindler, daß ein hoher Prozentsatz des Pollens steril ist. Wahrscheinlich treibt auch ein Teil der fertilen Pollenkörner keine oder nicht hinreichend lange Schläuche, vielleicht weil dazu ein vom Eiapparat ausgehender chemotaktischer Reiz notwendig ist, der wegen der Degeneration der Embryosackanlage ausbleibt.

Kindler versucht auch eine kausale Erklärung, für die allmälige Reduktion im Embryosack und das Auftreten von Bulbillen. Ficaria ist, wie die meisten Pflanzen, die die Erhaltung ihrer Art durch Brutknospen sichern, eine Frühlingspflanze. Ihre Blütezeit fällt somit in eine Periode starker Temperaturschwankungen. Gerade Frühlingspflanzen bilden mit Vorzug Ableger, Bulbillen oder metamorphosierte Sproße, mittels deren sie die ungünstige Jahreszeit überdauern, verzichten dagegen auf die durch schroffen Witterungswechsel in Frage gestellte Samenbildung. Daß spärlicher Insektenbesuch bei Ficaria zur Rückbildung der sexuellen Vermehrung mitgewirkt habe, wie Kindler vermutet, glaube ich nicht. Denn soweit ich beobachten konnte erhalten die Blüten dieser Pflanze nicht weniger Zuspruch von honigsuchenden Insekten als andere Pflanzen des Vorfrühlings.

Hingegen stimme ich Kindler vollständig zu, wenn er sagt, der heutige Zustand von Ficaria stelle kein fertiges Endergebnis dar. Die Art scheint sich am Anfange einer Entwicklung zu befinden, deren Endziel eine vollständige Rückbildung des weiblichen und männlichen Sexualapparates sein dürfte. Daß Ernährung und Beleuchtung auf das Verhalten von Bulbillen- und Samenbildung keinen Einfluß mehr ausüben, ist wohl darin begründet, daß der gegenwärtige Zustand bereits erblich fixiert ist.

Kindler hat die Untersuchungen an Pflanzen aus der Umgegend von Czernowitz angestellt. Es ist wohl möglich, daß Ficaria zur Zeit in verschiedenen Gebieten auf einer verschiedenen Stufe der Rückbildung sich befindet. Deshalb wären Parallelunterſuchungen unter Umständen lohnend.

Zum Schlusse noch die Bemerkung, daß ich einmal eine Ficariapflanze fand, deren Knollenkranz in zwei Stockwerken angeordnet war, die also eine untere Anhäufung von Knollen hatte, dann ein drei Zentimeter langes Stengelstück und darüber noch einmal eine Serie von Knollen. Es ist eine ähnliche Erscheinung wie sie bei manchen Zwiebelpflanzen vorkommt, z. B. bei Galanthus, Leucojum. Rimbach hat ähnliche Vorkommnisse bei Allium beschrieben und sie mit einer Selbstregulierung der Lage in der zusagenden Tiefe im Boden, in Beziehung gebracht. Ob diese Erklärung auch für die angeführten Fälle zutrifft, kann ich nicht sagen. Vielleicht ließe sich die Frage experimentell entscheiden.

Dr. P. E. Scherer.

Farbenübereinstimmung zwischen Blumen und Schmetterlingen.

Von Dr. Rob. Stäger, Bern.

Die hübsche Beobachtung von Dr. P. E. Scherer über die Schutzfärbung beim Zitronenfalter in Nummer 2 der „Mittelschule" erinnert mich an ähnliche Vorkommnisse bei den Zygänen. Ich habe zur Zeit im 47. Band von „Natur und Offenbarung" ausführlich über zwei Beobachtungen berichtet, die ich im Berner-Oberland machte. Ich möchte hier kurz auf den Gegenstand zurückkommen, da er vielleicht für den einen oder andern der verehrten Leser Wert hat.

Zum erstenmal lenkte wohl Herm. Müller die Aufmerksamkeit auf diese eigentümlichen Beziehungen zwischen Pflanzen und Schmetterlingen. „Es ist gewiß nicht blos zufällig," sagt er, „daß von den Tagfaltern, welche auf den Alpen als die häufigsten Blumenbesucher auftreten, die meisten selbst lebhaft rot gefärbt sind, und daß gerade lebhaft rot gefärbte Blumen mit ganz entschiedener Vorliebe von diesen selbst lebhaft rot gefärbten Faltern besucht werden." — Anderseits sollen nach demselben Forscher die blauen Blütenköpfe der alpinen Phyteuma-Arten von den Bläulingen (Lycaena-Arten) in ganz hervorragender Weise bevorzugt werden.

Ob es sich da um ein Versteckenspielen vor den Feinden, also um eine Art Tarnkappe oder um ein ästhetisches Moment handelt, das sicher in der modernen Naturwissenschaft zu stiefmütterlich abgetan wird, das vermag im ersten Fall nur das Experiment, im zweiten Fall eine weniger materialistisch angehauchte Naturbetrachtung zu entscheiden. Hier begnügen wir uns mit der Feststellung des Beobachteten.

Nun, ich befand mich auf einer Exkursion nach dem Obern-Steinberg, hinten im Lauterbrunnental. Dort war es, wo ich, beim Abstieg über eine blumenreiche Alpenmatte dahinschreitend, durch das anziehende Spiel Tausender von rotgefleckten und von grünblauen Widderchen (Zygaenidae) gefesselt wurde. In wenig scheuem Flug, der Eigenart dieser Geschöpfe entsprechend, erhoben sie sich vor meinem Tritt, um sich alsbald wieder auf die Blüten niederzulassen, auf denen sie mit anliegenden Flügeln eifrig nach Honig suchten. Von einer einzigen Blume konnte man leicht mit den bloßen Fingern sieben und acht Stück der wenig gewitzigten Tiere fangen. Da sie meistens im Kreis herum, eines neben dem andern, an einer Blume saßen, bildeten sie ein eigenartiges lebendiges Diadem darauf. Von weitem konnte man sie in ihrer peripheren

Stellung leicht für die Strahlenblüten einer Kompoſite, etwa einer Aſter, halten.

Bisher hatte ich das anmutige Spiel nur im Vorüberſchreiten beachtet. Die Matte war aber ſo unvergleichlich ſchön am Berghang hingezaubert, — gradaus, mir gegenüber taten ſich die Schrecken des eisgepanzerten Rottals auf, und zu meiner Rechten flatterte der Giſcht des Schmadribachfalles in die blauende Tiefe — daß ich mich kurzerhand zu einer Raſt entſchloß. Ich warf mich mitten in das Blütenmeer und ſchaute und ſchaute in die Ferne und in die Nähe, und konnte mich kaum ſattſehen an all' der Herrlichkeit dieſes Fleckens Erde! Und gerade der Kontraſt iſt in unſern Alpen ſo ſchön zwiſchen dem Unnahbaren, Urgewaltigen dieſer ſtarren Felſen und Eisſtröme und dieſem lieblichen, zarten Kleinleben rings in unſerer nächſten Nähe! Richtig, da krabeln auch unſere Zygaenen wieder auf den Blütenköpfen herum und laſſen ſich durch unſere ausgeſtreckten Glieder faſt erdrücken. Laßt näher ſehen, was ihr da eigentlich treibt! Da ſind grünblaue Zygaenen (Ino Globulariae) auf den blauen Blütentöpfen der Alpenrapunzel (Phyteuma orbiculare), den einzig blauen Blüten der Matte, ſo weit ich blicken kan. Die grünblauen Falterchen ſind nicht auffällig auf dem Blau dieſer Blüten. Ob ſie dadurch geſchützt ſein mögen? Sicher iſt eine ganz apparte Farben-Harmonie vorhanden, die mein Auge ergötzt. Vielleicht ſitzen dieſe Zygaenen auch nur zufällig an den blauen Rapunzelköpfen. Ich mache die Probe und ſcheuche ſie auf. Blüten der verſchiedenſten Farben ſind genug in der Nähe, aber unſere blauen Zygaenen kehren nach einigem unſchlüſſigen Umherirren mit der Sicherheit der Magnetnadel auf die blauen Rapunzelköpfchen zurück. An etwas ſteinigen Stellen der Alpmatte ſtehen da und dort die auffallenden Stauden der Eſelsdiſtel (Onopordon Acanthium) mit ihren prächtig leuchtendroten Köpfchen. Dieſe wimmeln von den roten Widderchen (Zygaena filipendula). Nicht eine Ino hat ſich hieher auf den verräteriſchen Boden der Eſelsdiſtel-Blüten verirrt, auf deren Komplementärfarbe das grünliche Falterchen nur zu leicht die mögliche Beute eines Feindes werden könnte. Um ſo beſſer ſcheint hier die Zygaena filipendula in ihrem roten Habit geſchützt zu ſein. Verſuche, ſie auf andere Blüten zu treiben, ſcheiterten regelmäßig. Wie oft ich ſie auch aufſcheuche, immer fliegen ſie wieder den roten Köpfen der Eſelsdiſtel zu.

Beziehungen der Ino Globulariae zu blaublühenden Pflanzen ſind mir ſeither noch aus der entomologiſchen Literatur bekannt geworden. So ſind blaublühende Globularia-Arten die Nährpflanzen der Ino-Larve. Ferner bildet Jäger den Falter auf einer blauen Scabioſenblüte ab.

Anders ſteht es mit der Ino Statices (ebenfalls blaugrüne Art),

die sich von ihren Nächstverwandten nur durch die keulenförmigen Fühler unterscheidet. Dieselbe scheut sich nicht, „offen Farbe zu bekennen". Ich fing sie häufig in der Umgebung Berns auf den weißen Blüten der Wucherblume (Chrysanthemum Leucanthemum).

Hat Ino Statices der Ebene weniger Feinde als ihre alpinen Verwandten, oder schreckt sie gerade infolge ihrer absonderlich bunten Tracht auf dem neutralen Weiß der Wucherblumen ihre Feinde ab? Wer vermag es richtig ohne eingehende Versuche zu deuten!

Sicher sind aber häufig in der Natur merkwürdige Farbenanpassungen vorhanden, die in ihrer eventuellen Schutzwirkung von Fall zu Fall untersucht, nach ihrer ästhetischen Seite aber immer bewundert werden müssen.

Eine andere Multiplikationsregel.

Durch meine Notiz „Eine alte Regel" in Nr. 2 dieses Blattes veranlaßt, teilte mir mein verehrter Kollege, HH. Prof. Hauser in Schwyz für die Produkte der zwischen 10 und 20 liegenden Zahlen (also für das „große Einmaleins") eine Regel mit, die er einmal gelesen zu haben sich erinnerte. Auch sie hat, wie man sich sofort überzeugt, den Vorzug einer bedeutenden Vereinfachung der Operation, so daß sie sich für das Kopfrechnen wohl eignet, und ist in ihrer mathematischen Grundlage womöglich noch einfacher als die bereits mitgeteilte „alte Regel". Sie lautet: das Produkt der Zahlen zwischen 10 und 20 ist gleich der zehnfachen Summe des einen Faktors und der Einer des andern plus dem Produkt der Einer der beiden Faktoren; z. B.:

$$17 \cdot 18 = 10\ (17 + 8) + 7 \cdot 8 = 10\ (18 + 7) + 7 \cdot 8 =$$
$$= 250 + 56 = 306$$

Der Beweis liegt nahe; es seien die beiden zu multiplizierenden Zahlen $(10 + m)$ und $(10 + n)$; dann ist in der Tat ihr Produkt

$$(10 + m)\ (10 + n) = 10\ (10 + m + n) + m\,n =$$
$$= 100 + 10m + 10n + m\,n.$$

Aus diesem Beweis ersieht man auch, daß diese Regel Geltung hat nicht bloß für die Zahlen zwischen 10 und 20, sondern für alle; denn der Beweis macht für m und n keine Voraussetzung weder für ihren absoluten Wert noch für ihr Vorzeichen; doch wird sich die praktische Verwendbarkeit auf das Zahlengebiet $10 - 20$ beschränken. Sind die Zahlen größer als 20, dann sind natürlich m und n nicht einstellige, sondern mehrstellige Zahlen; z. B.:

$$32 \cdot 25 = 10(32 + 15) + 22 \cdot 15 = 470 + 330 = 800;$$
$$127 \cdot 354 = 10(127 + 344) + 117 \cdot 344 =$$
$$= 4710 + 40248 = 44958.$$

Daß dieſe Regel für Zahlen größer als 20 keine eigentliche praktiſche Bedeutung haben kann, wird aus dieſen Beiſpielen zur Genüge hervorgehen. Doch kann ihr leicht eine Form gegeben werden, welche eine leichte Anwendung wenigſtens für alle zweiſtelligen Zahlen geſtattet. In dem Beweis kann nämlich die Zahl 10 durch jede beliebige erſetzt werden; denn in der Gleichung

$$(a + m)(a + n) = a(a + m + n) + mn \qquad \text{I}$$

ſind die beiden Seiten identiſch. Für zweiſtellige Faktoren ſetzt man nun zweckmäßig $a = 10r$, wobei r gleich der Zahl der Zehner beider (oder wenigſtens, wie unten bei II, eines der beiden) Faktoren ſein ſoll. Man erhält dann, um die Sache an einigen Spezialfällen zu erläutern, folgende Multiplikationsregeln:

für Zahlen zwiſchen 20 und 30:

$$(20 + m)(20 + n) = 20(20 + m + n) + mn;$$

für Zahlen zwiſchen 60 und 70:

$$(60 + m)(60 + n) = 60(60 + m + n) + mn \text{ uſw.}$$

Beiſpiele:

$$27 \cdot 25 = 20(27 + 5) + 7 \cdot 5 = 640 + 35 = 675$$
$$39 \cdot 32 = 30(39 + 2) + 9 \cdot 2 = 1230 + 18 = 1248$$

Die Vorzeichen können auch negativ gewählt werden; man hat dann:

$$(a + m)(a - n) = a(a + m - n) - mn \qquad \text{II}$$

und:

$$(a - m)(a - n) = a(a - m - n) + mn \qquad \text{III}$$

Beiſpiel für II:

$$67 \cdot 57 = 60(67 - 3) - 3 \cdot 7 = 3840 - 21 = 3819$$

Beiſpiel für III:

$$79 \cdot 78 = 80(79 - 2) + 1 \cdot 2 = 6160 + 2 = 6162.$$

Damit dürfte die Grenze der praktiſchen Verwertbarkeit (etwa beim Kopfrechnen) für dieſe Multiplikationsregel erreicht, ja wahrſcheinlich ſchon überſchritten ſein; denn ſie umfaßt wohl nur die Faktoren, deren Summe kleiner als 200 und deren Differenz kleiner als 10 (bei II kleiner als 20) iſt. Auch werden die Formen II und beſonders III ohne Kenntnis der algebraiſchen Grundbegriffe leicht zu Verwirrung Anlaß geben. Das theoretiſche Intereſſe überwiegt hier den praktiſchen Wert, der aber anderſeits durch Uebung zu einer reſpektablen Höhe wird gebracht werden können.

Dr. M. Schips, Schwyz.

Literatur.

Elementares Lehrbuch der Physik für die obern Klassen der Mittelschulen und zum Selbstgebrauch von Dr. J. R. Brunner Professor a. d. Kantonsschule Luzern. Zürich, Gebr. Leemann u. Cie. 1914.

Das erste schweizerische Physik-Lehrbuch hat die Presse verlassen. Das Werk darf sich vor allem einer großen Vielseitigkeit des behandelten Stoffes rühmen. In der methodischen Anlage lehnt sich das Buch an die neuere Methode des Physikunterrichtes an, bietet aber gegenüber andern Lehrmitteln seine besondern Vorzüge.

In der Mechanik ist es zu begrüßen, daß auf die Verwertung der Trigonometrie und besonders der goniometrischen Umwertungen mehr Gewicht gelegt wurde, so z. B. zur mathematischen Gleichgewichtsbestimmung bei der Rolle. Von den anschaulichen graphischen Darstellungen, Ableitung der Wegformel 2c. macht der Verfasser ausgiebig Gebrauch. Die Zusammenfassung der Größen der Energieformen wird dem Studierenden willkommen sein. Zur Aufnahme des Extrakapitels (18 S.) über „Aerodynamik" (Flugtechnik und Luftschiffahrt) darf dem Verfasser gratuliert werden. Der Abschnitt über Molekulareigenschaften der Gase zeichnet sich ebenso durch Klarheit wie Kürze aus. Der theoretischen Formulierung der Gesetze dürfte wohl da und dort noch mehr das vorausgehende Experiment zu Grunde gelegt werden, das sich der Verfasser etwa den physikalischen Schülerübungen zugewiesen denkt.

Ein vorzügliches Kapitel ist das von den Wärmekraftmaschinen mit den drei Unterabteilungen Kolbendampfmaschinen, Verbrennungsmotoren und Dampfturbinen. In diesem Kapitel macht uns der Verfasser mit einem guten Stück der Maschinentechnik bekannt, die noch heute die große Grundlage unserer Industrie bildet. Ein gedrungenes Kapitel „kurz aber gut" ist die „Physikalische Optik", in welchem präzis und bündig die Theorie des Lichts, Interferenz und Beugung besprochen wird. Das gleiche gilt von den Kapiteln Polarisation nnd Spektroskopie. Schade, daß die in besondern Tafeln beigegebenen reichhaltigen Spektroansichten in der Farbentönung etwas gelitten haben. Das althergebrachte Winkelspiegelgesetz

$$n = \frac{360}{\alpha} - 1$$

hätte Schreiber dies gerne ersetzt gesehen durch dasjenige von Schubert.

Der letzte Teil über Magnetismus und Elektrizität ist der Bedeutung der Elektrotechnik entsprechend etwas weitläufiger ausgeführt. Ein bemerkenswertes Kapitel ist das über „Elektrische Entladungen". Die Beispiele über technische Anwendungen der Elektrolyse hätten sich leicht vermehren lassen. Die Zusammenstellung der elektrischen Maße mögen mit den elektrotechnischen Gesetzen den Lehrer anregen, beides in praktischen Messungen an vorhandenen elektrischen Einrichtungen zu verwerten.

„Neue Versuche und Entdeckungen", Tesla, Hertz, drahtlose Telegraphie und der Anhang über Radioaktivität dürften als sehr willkommen begrüßt werden

Im allgemeinen geht ein frischer Zug durch das Buch. Mit großem Sammeleifer wurden in allen Kapiteln Hinweise auf die moderne Technik miteingestreut, wodurch sich das Brunner'sche Lehrbuch vorteilhaft vor andern gebrauchten Lehrmitteln auszeichnet. Was die Illustrationen anbelangt, so muß an denselben die fast allzusorgfältige Ausführung hervorgehoben werden; ich möchte fürchten, es bleibt für die graphische Arbeit des Unterrichtenden und des Schülers fast nichts mehr übrig. Der Preis von Fr. 7.30 Cts. bei Einzelbezug ist etwas höher als für die meisten Physikbücher dieser Stufe. Allein die reiche Illustrierung durch Skizzen und Tafeln und der gründlich gerichtete und zugleich reiche Inhalt des Buches machen es auch „nach der Matura" bleibend wertvoll. Wenn das Lehrbuch vor allem dem Unterrichte dienen will, so bietet es in seiner allgemein verständlichen Schreibart auch beim Selbstunterricht viele Anregung. Die Herren Fachkollegen aber mögen sich das Brunner'sche Werk einmal durchsehen, um sich an den Vorzügen, die es bietet zu überzeugen. Es ist dem Lehrbuch eine weite Verbreitung in unsern Schulen zu wünschen.

Dr. J. St. L.

Illustrierte Flora von Mittel-Europa. Mit besonderer Berücksichtigung von Oesterreich, Deutschland und der Schweiz. Zum Gebrauche in den Schulen und zum Selbstunterricht. Von Dr. Gustav Hegi.

Unter den neuern illustrierten Werken über die mitteleuropäische Pflanzenwelt nimmt die seit 1906 im Verlage von Lehmann in München erscheinende Flora von Gustav Hegi durch ihre vorzügliche bildliche Ausstattung und den ausgezeichneten Text die erste Stelle ein. Ursprünglich waren drei Bände geplant, doch erwies sich bald eine Verdoppelung der Bändezahl als notwendig. Bis jetzt liegen die ersten drei Bände abgeschlossen vor, vom vierten sind zwei, vom sechsten sechs Lieferungen erschienen, so daß das großartige Unternehmen in absehbarer Zeit zu Ende geführt werden dürfte. Die drei fertigen Bände enthalten 121 mustergültig ausgeführte Tafeln in Farbendruck, mit fast allen häufigen und verbreiteten Arten. Der Text enthält daneben noch über 700 Abbildungen, Habitusbilder seltener Arten, Einzeldarstellungen und Vegetationsbilder. Als Einleitung werden in einem umfangreichen Kapitel die Grundbegriffe der botanischen Morphologie und Anatomie und die in den Beschreibungen vorkommenden Fachausdrücke trefflich erklärt; nicht weniger als 300 durchweg ausgezeichnet klare Abbildungen erläutern diese Einführung, die für sich eine stattliche Leistung darstellt.

In erster Linie berücksichtigt Hegis mitteleuropäische Flora die Pflanzenwelt von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz. Als Schweizer widmet der Verfasserr der Pflanzenwelt seiner Heimat und der alpinen Flora in seiner Darstellung liebevolle Sorgfalt. In der Anordnung und Umgrenzung lehnt er sich im allgemeinen an Engoler's natürliche Pflanzenfamilien und an die Synopsis der mitteleuropäischen Flora von Aschersон und Gräbner, soweit dieses Fundamentalwerk erschieuen ist. Zur Darstellung gelangen alle im Gebiet vorkommenden Gefäßpflanzen, die häufigeren Kultur- und Nutzpflanzen, die bis heute zugewanderten Adventivpflanzen und Gartenflüchtlinge. Allen Familien und Gattungen sind Bestimmungstabellen beigegeben. Jede Art ist durch eine genaue Beschreibung gekennzeichnet, nebst weitern Angaben über Blütezeit, Standort und Verbreitung. Auch die häufigsten Varietäten, Formen, Bastarde und Mißbildungen sind verzeichnet. Mit Recht wurde auch dem volkstümlichen Namen Aufmerksamkeit geschenkt. Ferner sind Erläuterungen der lateinischen Pflanzennamen, die Lehrern und Gartenfreunden besonders wertvoll sein dürften, beigefügt.

Damit ist jedoch der Umfang dieser modernen Flora noch nicht erschöpft. Das Werk will mehr sein als eine bloße Systematik. „Es soll", wie Hegi im Vorwort betont, „den Lehrern und Studierenden der Naturwissenschaften an unsern Hoch-, Mittel- und Volksschulen, wie überhaupt allen Interessenten dieser scientia amabilis wertvolle Auskunft über die Lebensverhältnisse und den feineren Bau der Pflanzen, wie über die Betäubungs- und Befruchtungsvorgänge usw. zu geben im Stande sein. In Bild und Wort ist es bestrebt, die Biologie und vor allem auch die Entwicklungsgeschichte ins richtige Licht zu setzen."

Beim Durchblättern der drei Bände muß man sagen, der Verfasser hat sein Wort in mustergültiger Weise gehalten. Und beim Gebrauche des Werkes staunt man immer aufs Neue über die Genauigkeit und den Reichtum der Angaben. Von einem Freunde aus Oesterreich, einem ausgezeichneten Pflanzenkenner, erhielt ich unlängst eine Postkarte, worauf er sein Urteil über eine neue Lieferung von Hegi's Flora in folgende Worte zusammenfaßt: „Ausgezeichnet; Hegi bringt alles, was er überhaupt wissen kann und man von ihm vernünftigerweise verlangen darf." Hervorzuheben ist, daß alle Abbildungen des Werkes Originale sind; man trifft also hier nicht auf die beliebte Bildersammlung aus allen möglichen Autoren.

Alles in allem darf das Prachtwerk von Hegi, dem nur noch eine glückliche Vollendung zu wünschen ist, jedem der eine größere Flora mit guten Abbildungen anschaffen will, aufs wärmste empfohlen werden.

Kommt noch der Kostenpunkt! Der erste Band kostet geschmackvoll in Leinwand gebunden 22 Mk.; der zweite 20 Mk., der dritte, vierte und sechste je 23 Mk. Das ist nun allerdings eine bedeutende Summe für eine Flora; dennoch bin ich überzeugt, keiner, der Hegi's Werk anschafft, wird diesen Preis zu hoch finden. Und eine zuverlässige, mit so zahlreichen, trefflichen Abbildungen, so erschöpfenden Beschreibungen und Angaben ausgestattete Flora ist ein außerordentlich schätzbarer Besitz. Ich wüßte tatsächlich dem Liebhaber und Sammler keine bessere literarische Hilfe anzuraten.

Dr. P. E. Scherer.

Einführung in die allgemeine Biologie von Sedgwick und Wilson. Autoris. Ueberſetzung von Dr. R. Theſing. Leipzig, B. G. Teubner 8°; X, 302 S. Geheftet Mk. 6.—., gebunden Mk. 7.—.

Man kann wohl nicht behaupten, daß wir gerade an einem Mangel biologiſcher Bücher litten, aber trotzdem verdiente das vorliegende Werk wirklich auch dem deutſchen Leſerkreis zugänglich gemacht zu werden. Dasſelbe kann und wird ſicherlich von manchem Lehrer biologiſcher Fächer als treffliches Hilfsmittel begrüßt werden. Was es hierzu beſonders geeignet macht, iſt die völlig auf die Praxis gerichtete Darſtellungsweiſe, die darin gipfelt, daß je ein Repräſentant des Tier- und Pflanzenreiches (Regenwurm und Farnkraut) ausführlich behandelt ſind, um ſo den theoretiſchen Erörterungen eine feſte Grundlage zu geben und nach den verſchiedenſten Geſichtspunkten hin zu erweitern. Aehnlich ſind die einzelligen Tiere (Amöbe, Infuſorien) und Pflanzen (Protococcus, Hefe, Bakterien) behandelt, denen noch zur Ergänzung ein allgemeines Kapitel „Ein Heuaufguß" folgt. Auch der Anhang „Winke für Arbeiten im Laboratorium und für Demonſtrationen" ſowie über Reagentien und techniſche Methoden wird ohne Zweifel, gerade wegen ſeiner Kürze und praktiſchen Form, viel Anklang finden. Der erwähnten Darſtellungsart iſt es zuzuſchreiben, daß es den Verf. gelungen iſt, auf ſo beſchränktem Raume ſo viel Stoff und verhältnismäßig ausführlich zu bieten. Die deutſche Ausgabe hat durch reiche Illuſtration weſentlich gewonnen, die klaren Ausführungen erinnern nicht daran, daß man es mit einer Ueberſetzung zu tun hat. Dr. Baum.

Tierbau und Tierleben von Prof. Heße und Doflein. 2. Bd. Das Tier als Glied des Naturganzen von Prof. F. Doflein. Berlin und Leipzig 1914. B. G. Teuber. gr. 8° (Lex.-Format) XV, 960 S. Preis gebd. 20 und 22 Mk.

Hatte der 1. Band dieſes Standard-Werkes der modernen Zoo-Biologie den Bau des Tierkörpers als ſelbſtändigen Organismus zum Gegenſtande, ſo ſchildert hier der durch ſeine vortreffliche „Oſtaſienfahrt" auch weiteren Kreiſen beſtbekannte Freiburger Profeſſor Doflein das Tier im Zuſammenhang mit ſeiner Umgebung, in ſeinen verſchiedenen Anpaſſungen und Verkettungen mit der Umwelt. Es gewährt einen vollen Genuß, dem Verfaſſer als kundigem Führer auf den verſchiedeſtnen hier zur Sprache kommenden Gebieten zu folgen, ſei es, daß er uns (im erſten Buche) das Tier gegenüber den belebten Elementen ſeines Lebensraumes darſtellt (Lebensgemeinſchaften, Ernährungsbiologie, Organismen als Feinde, Geſchlechtsleben der Tiere, Tierwanderungen, Verſorgung der Nachkommenſchaft, Geſellſchaftsbildungen im Tierreich, ſtaatenbildende Inſekten) oder daß er (im 2. Buche) das Tier in ſeinem Verhältnis zur unbelebten Natur erörtert (Kosmiſche Einflüſſe, Periodizität, das Medium, Medium und Subſtrat, ſonſtige Einflüſſe des Mediums, Quantität und Qualität der Nahrung, Temperatur und Klima, das Licht). Immer hat man das Bewußtſein, daß der Verfaſſer dem Probleme durch eigene Arbeit und Forſchung näher getreten iſt und darum eben auch die ſchwierigſten Fragen mit einer Klarheit und Durchſichtigkeit darſtellt, die ſtets anregt und oft neue Geſichtspunkte eröffnet. Dabei iſt das Werk trotz ſtrengſter Wiſſenſchaftlichkeit, wenn auch, ſagen wir „glücklicherweiſe", nicht populär im gewöhnlichen Sinne, ſo doch für jeden Gebildeten durchaus verſtändlich geſchrieben. Namentlich aber ſollte das Werk in der Bibliothek jedes Lehrers biologiſcher Fächer einen oder den erſten Platz einnehmen, denn es exiſtiert tatſächlich kein zweites, das alle hierhingehörigen Fragen unter dieſem allgemein biologiſchen Geſichtspunkte behandelt, keines, das all die in zahlreichen Einzelunterſuchungen zerſtreuten Tatſachen in großer einheitlicher Darſtellung zuſammenfaßt und nur wenige, die auf relativ ſo beſchränktem Raume eine ſolche Fülle des Stoffes bieten.

Wenn der Verfaſſer in einem kurzen 5. Buche dann noch die Zweckmäßigkeit im Tierbau und Tierleben und ihre Erklärungen beſpricht, und dabei aus ſeinem mechaniſtiſchen Standpunkte keinen Hehl macht, ſo muß Ref. dieſen Standpunkt zwar entſchieden ablehnen, erkennt aber gerne an, daß der Verfaſſer nirgends den Boden ſachlicher Diskuſſion verläßt und ſich vornehmer Objektivität befleißigt hat.

Fügen wir noch bei, daß ein umfangreiches Literaturverzeichnis mit ſpezieller Angabe für die einzelnen Kapitel eine für viele jedenfalls höchſt erwünſchte Zugabe darſtellt, und die Ausführungen durch ein in jeder Hinſicht auserleſenes Illuſtrations-

material wesentlich unterstützt werden, so dürfte es vollauf gerechtfertigt sein, das Werk als eine einzigdastehende Grundlage für den biologischen Unterricht anzusprechen, die verdient kurzweg das Handbuch jedes biologisch Interessierten zu sein. Dr. Baum.

Becher S. und Demoll R. **Einführung in die mikroskopische Technik** für Naturwissenschafter und Mediziner. 1913. 183 S. Preis geb. Mk. 3.—. Verlag Quelle und Meyer in Leipzig.

An Anleitungen zur mikroskopischen Technik herrscht gerade kein Mangel. Doch haben wir es hier nicht einfach mit einer Sammlung von Rezepten zu tun, deren Brauchbarkeit manchmal zweifelhaft erscheint. Das Buch ist vielmehr aus der Praxis herausgewachsen und stellt vor allem die bewährten und unbedingt zuverlässigen Methoden in den Vordergrund. Wir möchten es besonders auch Kollegen empfehlen, die sich selbst für ihren Unterricht eine Demonstrationssammlung von mikroskopischen Präparaten anlegen wollen. Zur größern Brauchbarkeit tragen namentlich die übersichtlichen Schemata über den Gang der verschiedenen Präpariermethoden bei. Die Ausstattung ist musterhaft. Dr. A. Th.

Schneider Adolf und Wilhelm, **Praktikum der mikroskopischen Anatomie der Wirbeltiere und Grundzüge der mikroskopischen Technik.** Verlag G. Freytag, Leipzig. 1915. 111 S. Preis Mk. 2.—.

Auch dieses Buch behandelt zunächst die mikroskopische Technik, aber naturgemäß mehr nur als Einleitung in einem allgemeinen Teil. Der spezielle Teil gibt sodann eine Anleitung zur Gewinnung und Beobachtung von histologischen Präparaten in der Wirbeltierreihe. Der Text wird durch viele gute Abbildungen unterstützt. Dabei ist sehr beachtenswert, daß wir es mit trefflichen Originalbildern zu tun haben, die auch auf den Kenner besser wirken als noch so gute schematische Zeichnungen, denen man immer wieder begegnet. Das Buch ist sehr übersichtlich, aber es mangelt ihm leider ein Inhaltsverzeichnis, das auch neben einem brauchbaren Register nicht fehlen sollte. Kollegen, die an obern Klassen unserer Mittelschulen biologische Schülerübungen leiten, können sich mit Nutzen des Buches bedienen. Dr. A Th.

Schmitt Cornel, **Der biologische Schulgarten.** II. Aufl. 1914. 8°, 112 Seiten. Preis Mk. 1.20.

Schmitt Cornel, 200 leicht ausführbare botanische Schülerübungen nebst Resultaten. 1913. 8°. II. Aufl. 42 S. Mk. 0,50.

Schmitt Cornel, 200 Tierversuche. 1913. 8°, 50 S. Mk. 0,50.

Die drei Büchlein vom selben Verfasser im gleichen Verlag (Dr. F. P. Datterer und Cie., Freising) herausgegeben stehen in einem innern Zusammenhang. Sie zeigen, daß der Verfasser bestrebt ist, den biologischen Unterricht nach besten modernen Grundsätzen einzurichten. Und dazu gehört sicherlich auch die Gelegenheit zur Beobachtung am lebenden pflanzlichen und tierischen Material. Wer in der Lage ist, einen Schulgarten einrichten zu können, ob er nun der Volks- oder höhern Schule dienen soll, der wird das erste Büchlein als zuverlässigen Führer benützen. Pläne, Kostenberechnungen, eine tabellarische Uebersicht über die gärtnerische Behandlung der Schulgartenpflanzen erhöhen die Brauchbarkeit. Immer wieder zeigt der Verfasser, wie die einzelnen Pflanzen-Arten im Unterricht verwertet werden können.

Die beiden andern Büchlein sind treffliche Ergänzungen, die aber natürlich auch jedes für sich brauchbar sind. Mit den allereinfachsten Hilfsmitteln wird gearbeitet, und Voraussetzungen werden nicht gemacht. Es ist nur zu wünschen, daß in recht viel Schulen nach dieser Anleitung von den Schülern beobachtet werde. Es kann dadurch der Unterricht sicherlich nur gewinnen. Dr. A. Th.

Nummer 4. 2. Juni 1915

Mittelschule

Beilage zur „Schweizer-Schule"

Schriftleitung: Dr. A. Theiler, Luzern

Mathematisch-naturwissenschaftliche Ausgabe

Inhalt: Die Entstehung der kristallinen Schiefer I. — Neuere Probleme und Theorien der Physik (Schluß). — Zur Chemiestunde über das Schießpulver.

Die Entstehung der kristallinen Schiefer in der Anschauung der modernen Petrographie. *)

Von Dr. P. Plazidus Hartmann, Stift Engelberg.

(Mit einer Kunstdruckbeilage und 5 Textfiguren.)

Neben den beiden genetisch völlig von einander getrennten Gesteinsgruppen, den Eruptiv- und Sedimentgesteinen, haben die sogenannten kristallinen Schiefer von jeher die besondere Aufmerksamkeit des Geologen auf sich gezogen, und die besten Vertreter dieser Wissenschaft haben die ganze Kraft ihres Wissens und Schaffens daran gesetzt, die Erscheinungsform dieser eigenartigen Gebilde zu erklären. Wir Schweizer haben an dieser Frage ein besonderes Interesse, da uns in der Schieferhülle der alpinen Zentralmassive diese Gesteine überall begegnen, so daß gerade das Alpengebiet ein klassischer Boden für das geologisch-petrographische Studium der kristallinen Schiefer wurde.

Soll ich im Folgenden eine Zusammenstellung der diesbezüglichen Methoden, Ziele und Resultate der modernen Petrographie versuchen, so würde das Bild wohl unvollständig und schwer verständlich ohne eine kurze geschichtliche Orientierung über diese Frage in praktischer und theoretischer Hinsicht. Als „moderne Petrographie" möchte ich kurz jene petrographische Schule bezeichnen, die über das Gesichtsfeld des Mikroskopes und die Wände des Laboratoriums hinaus, den Blick auch für die freie Natur und ihre Phänomene weitet und deshalb bestrebt ist, der Petrographie in ihrer eminenten, grundlegenden Bedeutung für die Geologie gebührende Nachachtung zu verschaffen.

Unter der Bezeichnung „kristalline Schiefer" faßt man jene Gesteine zusammen, welche im allgemeinen mit einem kristallinischen Habitus

*) Nach einem Vortrage, gehalten am Mittelschullehrer-Ferienkurs zu Freiburg, im Juli 1914.

eine schiefrige Textur vereinigen, also typische Eigenschaften sowohl der Eruptiv- als Sedimentgesteine.

Die ersten Forschungen auf diesem Gebiete zeitigten als Resultate, daß diese Gesteine den ältesten fossilführenden Schichten untergelagert sind, daß ihnen augenscheinlich der nämliche petrographische Charakter anhaftet, daß sich von unten nach oben eine Dreigliederung in Gneise, Glimmerschiefer und Phyllite verfolgen läßt, mit abnehmender Kristallinität nach oben, mit kurzen Worten: Universalität und Homogenität der Bildung, Konstanz der Gliederung und hohes geologisches Alter. Was lag da näher, als auf eine ursprüngliche, eine primäre Bildung der kristallinen Schiefer zu schließen und sie aufzufassen als die erste Erstarrungskruste der Erde oder als erste chemische Sedimente, das heißt als Ausscheidungen aus dem heißen Meere, das einst lückenlos die ganze Erdoberfläche bedeckte, und welches, bei den herrschenden hohen Druck- und Temperaturverhältnissen, ganz mit Mineralsubstanzen gesättigt, dieselben dem Fortschreiten der Abkühlung entsprechend allmählich ausschied.

Diese Theorie der primären Bildung der kristallinen Schiefer, die notwendigerweise ein hohes geologisches Alter voraussetzen muß, kam ins Schwanken durch das Auffinden kristalliner Gesteine, denen ein junges, sogar sehr junges Alter sich auf keine Weise absprechen ließ. Man fand in Norwegen Glimmerschiefer mit paläozoischen Leitfossilien, in den Zentralalpen ebensolche mit jurassischen Belemniten, in Phylliten aus den Niedern Tauern karbonische Pflanzenreste, und Attika zeigt Gneise und kristallinische Marmore sogar als Einlagerungen in einem Kreidegebirge. Diese Tatsachen zwangen denn die Forscher, von den zu einer eigentlichen, geologischen Formation zusammengefaßten Gesteinen, der sogen. „archäischen Formation" eine Gruppe von „jüngern kristallinischen Schiefern" auszuscheiden. Der ganze Unterschied gegenüber den entsprechenden Vorkommnissen der „ältern Schiefer" bestand einzig in der zufälligen Erhaltung von Petrefakten; in petrographischer Hinsicht lag absolut kein Grund zur Trennung vor.

Wie das allgemein hohe geologische Alter der kristallinen Schiefer, kam auch die Annahme der Homogenität ihrer Bildung immer mehr ins Schwanken, je eingehendere Detailstudien die aufstrebende Petrographie, unterstützt durch immer vollkommenere Apparate, betrieb. Es ergab sich, daß abgesehen von der Paralleltextur und dem gewöhnlichen Auftreten von Feldspat, Quarz und Glimmer eine weitgehende Inkonstanz herrsche. Bezüglich innerer Struktur, Auftreten akzessorischer Gemengteile, Mengenverhältnisse der Hauptbestandteile zeigten sich markante Unterschiede.

Weitere Forschungen zeitigten Resultate, die unsere Frage immer mehr komplizierten. In Südafrika fand man mächtige klastische Schich-

tenkomplexe völlig fossilfrei und oft in mehrfacher Diskordanz den kambrischen Sedimenten untergelagert. Eigentümlicherweise fehlten dagegen solche Bildungen in den Zonen kristalliner Schiefer.

Den entstehenden Schwierigkeiten suchte Gümbel zu begegnen durch Annahme einer intensiven Diagenese in dem Sinne, daß das Wasser früherer Meere ob der höheren Temperatur eine weit größere Lösungs- und Umbildungsfähigkeit besaß, und so die Umkristallisation normaler, klastischer Sedimente zu kristallinen Schiefern bewirkte. Aber auch diese Theorie bringt keine Aufklärung bezüglich der „jüngern" kristallinen Schiefer, indem sie für die nötige hohe Temperatur nach wie vor einen bestimmten, und zwar sehr alten, geologischen Zeitabschnitt voraussetzen muß.

Die Theorien der primären Bildung und Gümbels Diagenese zeigen ihre Schwäche vorzüglich darin, daß sie allgemein etwas voraussetzen, das erst zu beweisen wäre, nämlich das hohe geologische Alter. Man führte freilich als Beweismaterial die Kristallinität auf, wurde sich aber dabei nicht bewußt, daß man damit einem petrographischen Fundamentalgesetze Hohn sprach, nämlich dem Satze: Der petrographische Habitus eines Gesteins steht in keiner direkten Beziehung zu dessen geologischem Alter. So wenig man von einem Schiefer oder Kalke behaupten kann, er sei paläozoisch, mezozoisch oder känozoisch nur deshalb, weil er ein Schiefer oder Kalk ist, ebenso wenig darf man, gestützt auf den kristallinischen Habitus allein schließen, daß einem Gestein präkambrisches resp. archäisches Alter zukomme. Andere Zeugen für ein allgemein hohes Alter der kristallinen Schiefer sind nicht vorhanden, und so muß denn konsequent der Begriff einer „archäischen Formation" verschwinden. Jedem lokalen Vorkommen dieser Gesteine kann ein ganz beliebiges Alter zukommen, welches von Fall zu Fall, wo dies möglich ist, erst bestimmt werden muß.

Inzwischen hatten eingehendere Studien für manche Vorkommen unserer Gesteine einwandfrei ergeben, daß ihr jetziger Habitus nicht ein ursprünglicher sei, sondern durch Umwandlung im Laufe der Zeiten sich entwickelt habe. Es entstanden daraufhin die Theorien des Metamorphismus, die zum Teil so reiches Belegmaterial zu ihren Gunsten erbringen konnten, daß man da und dort leider ernste Vorsicht außer Acht ließ, sich in Einseitigkeiten erging und schließlich kristalline und metamorphe Schiefer oft als identische Begriffe ansah.

Schon seit lange waren am Kontakte magmatischer Intrusivmassen im Nebengestein Wirkungen umwandelnder Agentien beobachtet worden. Dieser mehr lokalisierten Erscheinung der Kontaktmetamorphose

gegenüber bezeichnete man Vorgänge, denen man einen viel weitgehenderen Einfluß zuschrieb als Regionalmetamorphosen. Die letzteren Theorien haben das Gemeinsame, daß nach ihnen die kristallinen Schiefer nicht ursprüngliche Bildungen sind; sie müssen deshalb aus Eruptiv- oder Sedimentgesteinen hervorgegangen sein, folglich in ihrer chemischen Konstitution sich eng an diese anlehnen, da eine einfache Umkristallisation keine wesentlichen chemischen Aenderungen veranlassen kann. Im übrigen gehen diese Theorien weit auseinander in Bezug auf die umwandelnden Agentien.

Der anogene oder plutonische Metamorphismus erklärt die Umwandlung durch die im Innern der Erde herrschende Hitze, für welche die geothermischen Tiefenstufen Zeugnis geben. Er setzt notwendig voraus, daß sich die kristallinen Schiefer in sehr großer Tiefe gebildet haben, folglich, daß dort, wo sie zutage treten, erst Schichten, von der ungeheuerlichen Mächtigkeit vieler Kilometer wegerodiert werden mußten. Denn pro Kilometer beträgt die Wärmezunahme nach dem Erdinnern nur zirka 30^0, während für solche Umwandlungen Temperaturen von vielen hundert Grad erforderlich wären.

Dem gegenüber sieht der katogene oder hydrochemische Metamorphismus den Grund der Umwandlung in dem an der Erdoberfläche einsickernden Regenwasser, den sogenannten vadosen Gewässern, welche mit Mineralsubstanzen gesättigt, eine Umkristallisation veranlassen. Dieser Theorie widersprechen die Erscheinungen der Verwitterung. Sie fand denn auch nie eine eigentliche geologische Begründung.

Vermochten die beiden vorgenannten Anschauungen sich keinen nachhaltigen Einfluß auf die Frage nach der Genesis der kristallinen Schiefer zu wahren, so machte im Gegensatz hiezu der Dislokations oder Dynamometamorphismus glänzend Schule, beherrschte bald die gesamte Geologie, und verteidigt auch heute noch vielerorts seine Positionen mit größter Hartnäckigkeit und Ausdauer. Nach ihm ist das umgestaltende Agens ein gewaltiger Druck, der bedingt ist durch Dislokationsvorgänge. Die Veranlassung dieser Theorie gaben Heims geistvolle Anschauungen über latente Plastizität und bruchlose Faltung: Werden Gesteinskomplexe, die von mächtigen Schichten überlagert sind, einem gewaltigen Seitendruck ausgesetzt, so erlangen sie eine gewisse Plastizität, die eine bruchlose Faltung veranlaßt. Daraus schloß man weiter auf eine Umkristallisation. Zum Beweise wurden Versuche von Spring angeführt, dem es gelang, aus einem Gemenge von Kupferspänen und Schwefelpulver unter Anwendung hoher Drucke, kristallini-

schen Kupferglanz zu erzielen. Mit Unrecht wurden jedoch diese und ähnliche Resultate verallgemeinert, zeigten doch andere Versuche, daß beispielsweise pulverisiertes Kalkkarbonat oder Kieselsäure auch unter dem enormen Druck von 20000 Atmosphären keine Veränderungen ergaben. An Kalkspat und Marmor beobachtete man bei bloßer Anwendung von Druck lediglich eine völlige Zertrümmerung des Gesteins, nicht aber eine Umkristallisation.

Die geologische Begründung dieser Hypothese glaubt man darin zu sehen, daß die kristallinen Schiefer vorzüglich in Gebieten gewaltiger Dislokationen auftreten, wie in unsern Alpen. Vielfach zeigte sich mit Zunahme der Intensität der Dislokation auch eine Steigerung der kristallinischen Beschaffenheit. Gelegentlich geriet man freilich in einen bedauerlichen circulus vitiosus, indem man den kristallinischen Habitus einer Felsart durch riesige Dislokationen erklärte, zum Beweise für letztere jedoch nichts anderes als umgekehrt das kristallinische Aussehen heranzog.

Gegen die Theorie der Dynamometamorphose spricht vor allem die Tatsache, daß es viele Sedimente gibt, die eine geradezu beispiellose Pressung erfuhren, und trotzdem keine Spur von Kristallinität verraten. Man denke an die tertiären Glarner-Schiefer mit ihrer intensiven Transversalschieferung. Man denke an den Lochseitenkalk mit seiner charakteristischen Knetstruktur. (Fig. 1 Beilage.) Anderseits finden sich in kristallinen Schiefern, wie in den Phylliten der Niedern Tauern karbonische Pflanzenreste ausgezeichnet erhalten, ein Zeichen, daß hier sozusagen kein Druck sich geltend machte, und deshalb ein solcher auch nicht zur Erklärung der Kristallinität dieser Schichten herangezogen werden kann. In zahlreichen Gegenden der Alpen, wie am Monte Rosa trifft man zudem hochkristallinische Schiefer in ungestörter horinzontaler Lagerung.

Der Dynamometamorphismus erhielt seine vorzüglichste Entwicklung in den Gebieten der alpinen Zentralmassive, wo man die mehr oder minder schiefrigen und schlierigen Granite kurzerhand als Gneise bezeichnete und ihnen mit dem sedimentären Ursprung auch ein archäisches Alter beimaß. Hat die Petrographie von diesen, mit Unrecht als Protogine bezeichneten Vorkommen längst einwandfrei bewiesen, daß sie eruptiven Ursprungs sind, blieb doch nach wie vor die Eigenschaft des hohen Alters an ihnen haften, gleichwie die Erklärung ihrer Textur durch pressende Kräfte n a c h ihrer Erstarrung.

Dieser Theorie der Dynamometamorphose gegenüber, stellt nun die jüngere petrographische Schule die kristallinen Schiefer, mit Ausnahme der sogenannten Granitgneise, die einen ursprünglichen Habitus aufweisen, als Gebilde hin, die aus normalen Sediment- und Eruptiv-

gesteinen unter der Einwirkung einer Kontaktmetamorphose hervorgegangen sind. Es erklären sich die Erfolge von Prof. Dr. Weinschenk und seiner Schule vorzüglich dadurch, daß er es verstanden hat, die Gegner gerade in ihren scheinbar sichersten Positionen, wie in den alpinen Zentralmassiven, mit überlegenen Tatsachen und Gründen zu bedrängen. Immer reicheres und interessanteres Material lieferte die immer zuverlässigere, mikroskopische Forschung und fand seine Erhärtung auch durch die chemische Gesteinsanalyse.

Wollte der Kontaktmetamorphismus auf Erfolg rechnen, so mußte er für die Zonen der kristallinen Schiefer unbedingt die Existenz eines metamorphosierenden Eruptivgesteins nachweisen, das selbstredend jünger sein muß als die umgewandelten Sedimente. Sodann mußte man erwarten, daß die Umwandlung in der Kontaktnähe am intensivsten sei, und mit der Entfernung von demselben immer mehr abnehme. Diese Aufgaben sind nun für zahlreiche Gebiete mit solcher Klarheit und Sicherheit gelöst, daß einem begründeten Zweifel wenig Raum mehr bleibt.

Was das metamorphosierende Eruptivgestein anbelangt, so ist heute unbestrittene Tatsache, daß die Kerne unserer alpinen Zentralmassive aus Graniten bestehen, die in ihrem Innern ganz normal struiert, nach Außen allmählich die oben erwähnte schiefrige und schlierige Struktur annehmen. Daß letztere Eigentümlichkeiten einzig durch nachfolgende Dynamometamorphose sich erklären lasse, verlor an Wahrscheinlichkeit, seitdem Weinschenk mit der Theorie einer Piezokristallisation, d. h. einer Erstarrung des Magmas unter Druck vor die Oeffentlichkeit trat, einer Theorie, die nicht nur durch direkte Beobachtungen gestützt, sondern auch mineralogisch und chemisch begründet werden konnte. Die Ursachen der nötigen Druckbedingungen sucht Weinschenk in den Gebirgsbildungen und so erhalten wir nahe Beziehungen zwischen den Magma-Eruptionen und den Dislokationen, wodurch neues Licht über manche schwierige Frage verbreitet wurde, wie über die Entstehung der bekannten Fächerstruktur der alpinen Zentralmassive. (Fig. 2 u. 3.)

Nachdem so für viele Gegenden die Existenz eines Eruptivgesteins dargetan worden, ergaben die Forschungen des Ferneren mit verblüffender Uebereinstimmung, daß die Kontaktwirkung sich nicht nur auf die nächste Umgebung des Intrusivherdes beschränkte, sondern sich viele Kilometer weit in der anstoßenden Sedimenthülle verfolgen lasse, mit regelmäßiger Abnahme der Intensität, entsprechend der größern Entfernung vom Kontakt.

Welches sind nun diese Kontakterscheinungen, und auf welche Weise lassen sie sich erklären?

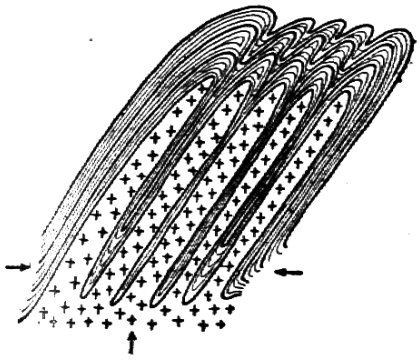


Fig. 2

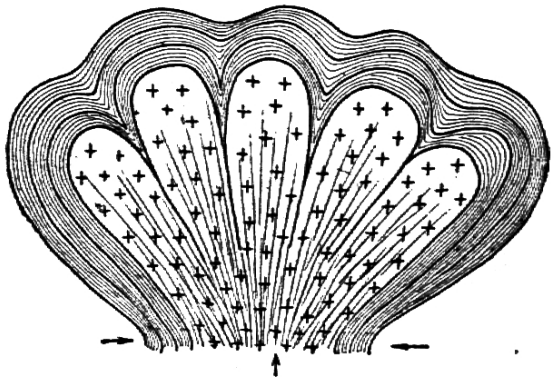


Fig. 3

Entstehung eines Fächers durch Eindringen eines Schmelzflusses während der Gebirgsfaltung. Aus Dr. E. Weinschenks: „Grundzüge der Gesteinskunde" I. S. 78.

Im Magma selbst beobachten wir eine sogenannte Resorptions- oder Assimilationszone. Kleinere und größere Stücke des anstoßenden Gesteins werden vom Magma mit fortgerissen, von ihm gleichsam verschluckt, resorbiert. Sie unterliegen selbstredend intensivster Umwandlung, die so groß werden kann, daß von den einzelnen Stücken nur noch schlierige Ueberreste verbleiben, was dem Granit das bekannte schlierige Aussehen verleiht. (Fig. 4 Beilage.)

Umgekehrt dringt das Magma, wo sich Gelegenheit bietet, sei es durch Spalten und Klüfte, sei es durch Schichtfugen des Nebengesteins häufig in die letzteren ein und bildet dort die sogenannten Apophysen. (Fig. 5.) Es handelt sich hier also um eine Injektion des Magmas ins Nebengestein (Fig. 6) und so stellt man der obgenannten Resorptionszone den Kreis dieser Wirkungen als Injektionszone gegenüber. Für beide Erscheinungen liefert jeder Intrusivherd an seinen Randzonen reichlichste Belege.

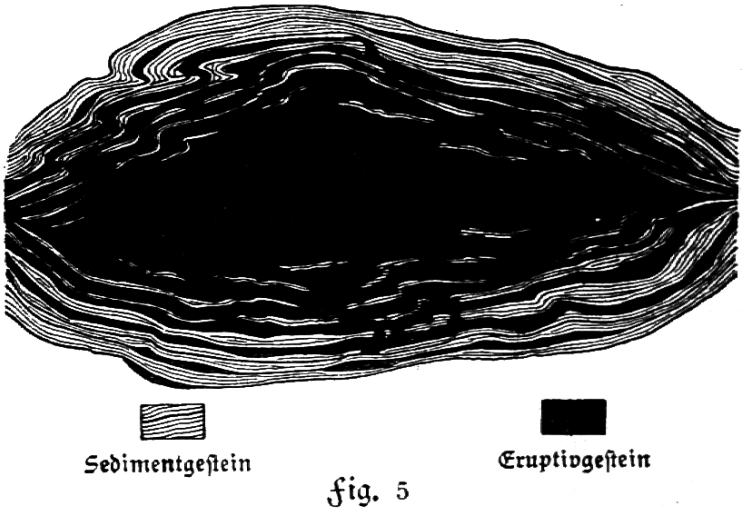


Fig. 5

Zentralalpines Granitmassiv im Querschnitt mit lagerartigen Apophysen. Aus Dr. E. Weinschenk: „Grundzüge der Gesteinskunde" I. S. 74.

Die Injektion macht sich aber nicht nur in der Form von Apophysen geltend, sondern auch in Form von Gängen, Adern und feinsten Aederchen, (Fig. 7 Beilage) welche mächtige Gesteinskomplexe vollständig durchsetzen, oft in solchem Maße, daß das Gestein sich zum größeren Teil als eruptiv erweist, während von den Sedimenten sich nur noch kümmerliche Resorptionsreste vorfinden. Zu den Gebilden dieser Art zählen die meisten

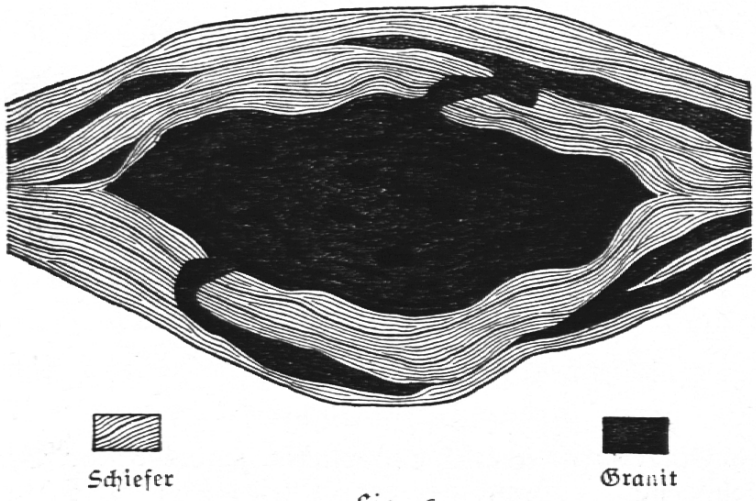


Fig. 6

Injektion des Nebengesteins. Aus Dr. E. Weinschenk: „Grundzüge der Gesteinskunde." I. S. 81.

Gneise und Glimmerschiefer unserer kristallinen Schieferhüllen. Es sind das die Adergneise der Geologie oder die injizierten Schiefer der modernen Petrographie. (Fig. 8 Beilage.)

Um ebengenannte Injektion zu verstehen, bedarf es vorerst einer Erklärung des Begriffes Spaltungsgestein. Wohl jedermann kennt die Aplite, das helle Gestein, das sowohl Eruptiv- wie Sedimentgesteine durchadert (Fig. 9 Beilage.) In ihrer Erscheinungsform stellen die Aplite saure, das heißt sehr kieselsäurereiche Granite dar; Granite die den Gehalt an Glimmer fast vollständig einbüßten. Auch der Feldspatgehalt tritt mit der Entfernung vom Eruptivherd immer mehr zurück, und schließlich gehen die Aplite in reine Quarzgänge über.

Die hellen Aplite und die als Pegmatite bezeichneten grobkörnigen Varietäten, welche uns im Alpengebiete so häufig begegnen, sind keineswegs die einzigen Spaltungsgesteine. Den hellen Schizolithen ($\sigma\chi\acute{\iota}\zeta\omega$ = ich spalte) gegenüber stehen umgekehrt dunkel gefärbte, welche basisch, das heißt kieselsäurearm sind, wie Lamprophyr (Fig. 10 Beilage) und Basalt. Das van t'Hoff'sche Prinzip macht es uns erklärlich, daß im Magma einerseits die basischen, anderseits die sauren Bestandteile das Bestreben haben, sich zusammenzuziehen. (Fig. 11.) In der Tat findet man vielerorts bänderförmig erstarrte Gesteine, wo helle Partien mit dunkeln, Aplitstreifen mit Lamprophyren abwechseln. Diese Erklärung kann aber deshalb nicht allgemein für die alpinen kristallinen Schiefer genügen, weil wir über-

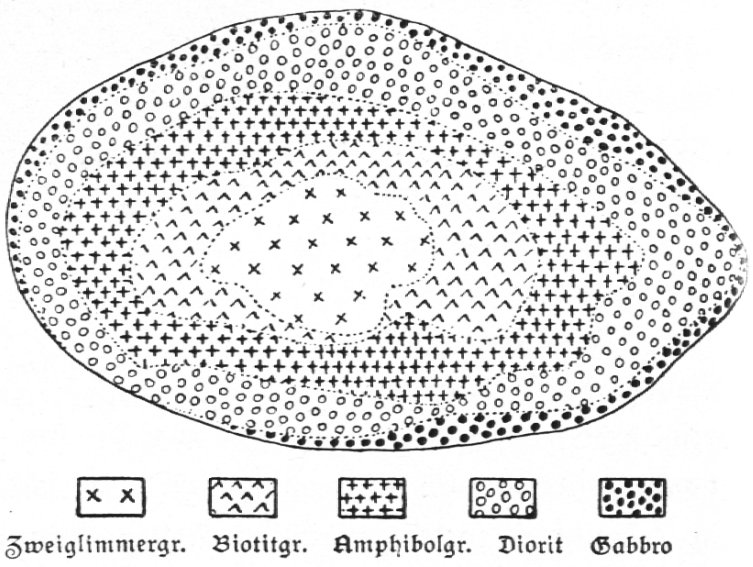
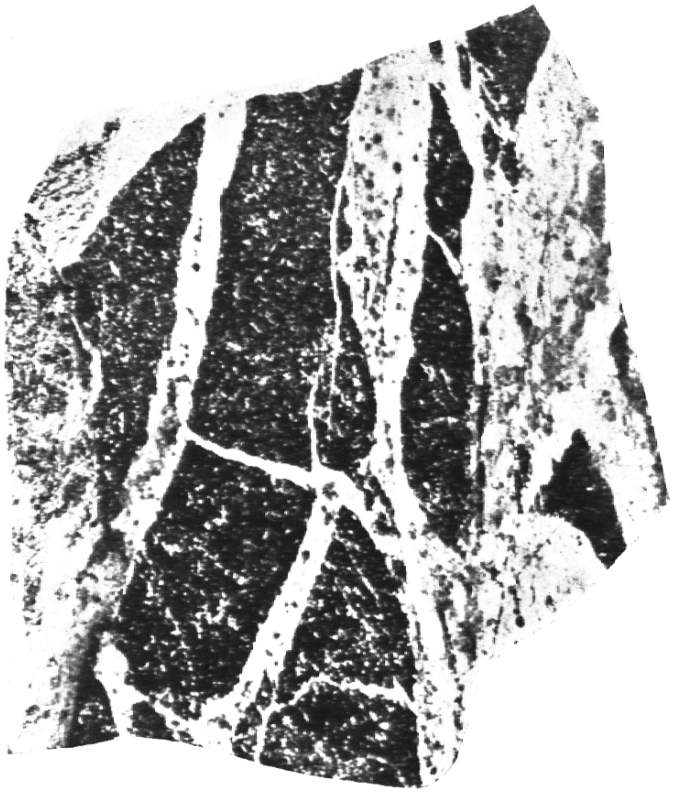


Fig. 11

Magmatische Spaltung eines Granitstocks. Aus Dr. E. Weinschenk: „Grundzüge der Gesteinskunde." I. S. 56.

Taf. I.

Fig. 9.



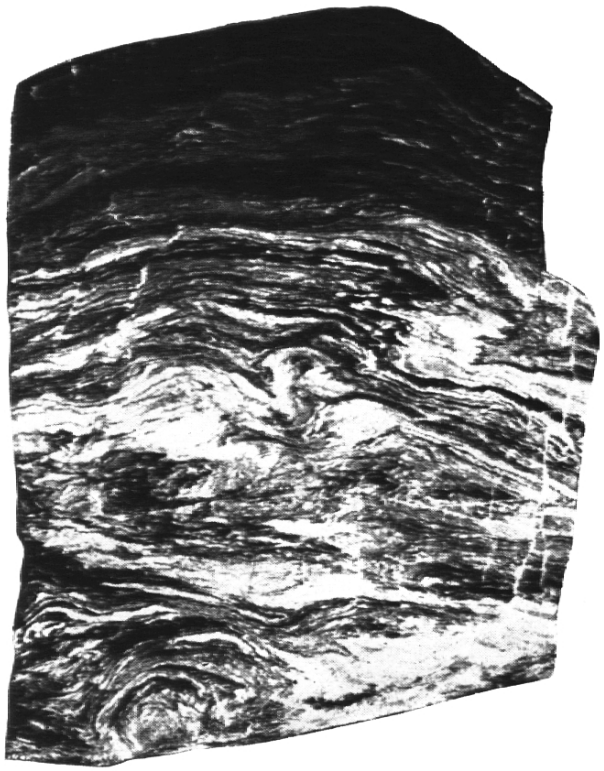
a. Aplitgänge im Amphibolit. Untersulzbachtal am Großvenediger.

Fig. 7.



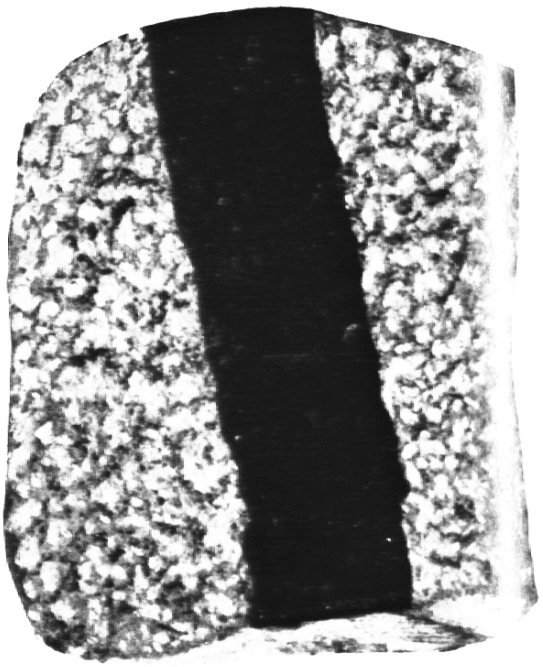
b. Gefältelter, aufs feinste injizierter Schiefer. Floß, Oberpfalz.

Fig. 1.



c. Lochseitenkalk mit Knetstruktur. Lochseite bei Schwanden, Schweiz.

Fig. 10.



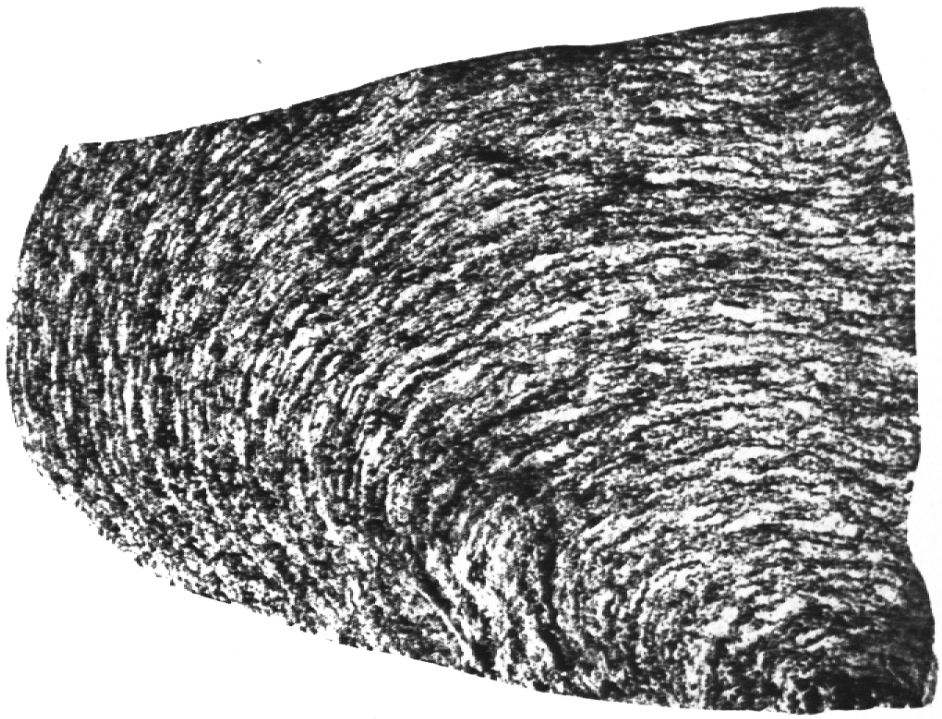
d. Lamprophyrgang im Granit Norway, Maine.

Fig. 8.



a. Injizierter Schiefer (Adergneis). Freiberg in Sachsen.

Fig. 4.



b. Durch Resorption schieferiger Granit.
Mulda bei Freiberg in Sachsen.

Aus Weinschenk, Grundzüge der Gesteinskunde I, 3. Aufl.
Freiburg i. Br. 1913. Herdersche Verlagshandlung.

wiegend saures Spaltungsgestein vorfinden, während das basische Ganggefolge oft gänzlich fehlt. Wir erhalten die gewünschte Erklärung leichter durch die Annahme einer Kristalisations-Differentiation. Da nämlich bei der bestimmten Ausscheidungsfolge der Mineralien aus dem Schmelzfluß die kieselsäureärmsten Verbindungen sich zuerst ausscheiden, ergibt sich notwendig, daß der noch übrig bleibende Magmarest mit der Zunahme der Erstarrung immer saurer, das heißt kieselsäurereicher wird.

(Schluß folgt.)

Neuere Probleme und Theorien der Physik.

Von Dr. H. P. Baum.

III. (Schluß.)

Im Vorhergehenden haben wir zu verschiedenen Malen beobachten können, daß die Theorie an den Stellen Schwierigkeiten fand, bei denen das Verhalten des Äthers in Frage kommt, ja die Relativitätstheorie verdankt eigentlich der Frage: Was macht der Äther? ihre Entstehung. Daß der arme Äther dabei schließlich auf der Strecke bleibt, da er z. B. doch unmöglich mit der Erde sich bewegen und doch relativ zu ihr ruhen kann, ist wohl nicht so tragisch zu nehmen, wenn nur nicht gleich wieder die Frage auftauchte, was man denn an seine Stelle setzen kann? Doch man ist schon so oft zu alten Ideen zurückgekommen, warum nicht auch hier? Haben wir schon einmal eine Emissionstheorie des Lichtes gehabt, deren Vater doch kein Geringerer als Newton war, so kann man es ja auch wieder mit einer solchen, allerdings in verfeinerter, dem an den bisherigen Theorien ankannten Guten Rechnung tragender Auflage versuchen. Der Äther war doch nur erfunden als der „leichtbeschwingte Bote", den man zur Übertragung von Licht, Elektrizität und Wärme zu benötigen glaubte, da die Fernwirkung ohne ein vermittelndes Medium doch gar zu mysteriös anmutet. Hat man den Schritt gewagt, die Elektrizität, die doch unter den Energien rangierte, wie einen Stoff zu atomisieren, warum sollte man dann Licht und Wärme davon ausnehmen, zumal die elektrische Natur des ersteren allgemein angenommen wird.

Diesem Gedanken kommt die sog. Quantentheorie von Max Plank entgegen, die allgemein die Energie in „Atome", Quanten, geteilt ansieht, und allgemein behauptet, daß Energie, die ein schwingendes System abgibt, nicht kontinuierlich abfließt, sondern stoßweise oder stufenweise in Energiequanten abgegeben wird. Nach der früheren auf Faraday-Maxwell'schen Ideen ruhenden Anschauung ist für die genannten Energien der Äther das Medium, in dem die vom Energiezentrum, also z. B. dem Elektron, wie wir es jetzt kennen, ausgehenden Zustände bestehen, ja der

Bereich jener Zustände, das Feld, Kraftfeld, steht im Vordergrunde, nicht das Kraftzentrum, als der Ausgangspunkt der Kraftlinien, sondern das durch die Kraftlinien durchströmte und so gebildete Feld ist die Hauptsache.

Wie man unter Beibehaltung der Grundgedanken dieser Theorie nun aber auf den Äther verzichten kann und dabei die, wie es scheint, mit dem Energiefluß notwendig verbundene Kontinuität aufgeben könne, scheint auf den ersten Blick unerklärlich. Und doch hat die neuere Entwicklung der Strahlungstheorie diese Richtung eingeschlagen.

Die Thermodynamik war bekanntlich das erste theoretisch fruchtbar bebaute Feld der Molekularphysik, es sei nur kurz an die Arbeiten von Dulong und Petit, Clausius, Kirchhoff, Stefan 2c. erinnert. Speziell das Gebiet der strahlenden Wärme hatte allerdings lange besondere Schwierigkeiten geboten und der erste Fortschritt darf wohl im Satze von Kirchhoff gesehen werden, der eine Beziehung zwischen Ausstrahlungs- und Absorptionsfähigkeit eines Körpers festlegt in der Form

$\frac{E_\lambda}{A_\lambda} = S_\lambda$, d. h. das Verhältnis der Emission zur Absorption eines beliebigen Körpers für eine bestimmte Wellenlänge ist gleich der Strahlung (Emission) des „vollkommenen schwarzen" Körpers, d. h. eines Körpers, der die ganze auf ihn fallende Strahlung absorbiert.

Da S_λ für jede Wellenlänge und Temperatur eine bestimmte Größe ist, so kann man das Gesetz auch so ausdrücken, daß das Verhältnis zwischen Wärmestrahlung und Absorption bei gleicher Temperatur für alle Körper gleich ist. Ferner folgt daraus, daß ein Körper mit großem Ausstrahlungsvermögen für eine bestimmte Wellenlänge auch eine entsprechende Absorptionsfähigkeit für gerade diese Wellenlänge haben muß. (Man denke z. B. an die Frauenhoferschen Linien.)

Zur Ausnützung dieses Gesetzes war nun vor allem die Emission des schwarzen Körpers zu erforschen bei verschiedenen Temperaturen und verschiedenen Wellenlängen. Nun gibt es freilich einen solchen Körper in der Natur nicht, wenn auch Platinschwarz, weniger schon Lampenruß, ziemlich nahe kommen. Kirchhoff selbst hatte aber schon darauf hingewiesen, daß eine Hohlkugel die Bedingung des schwarzen Körpers erfülle und der Lummer-Kurlbaum'sche Glühtopf, eine innen geschwärzte Hohlkugel mit nur kleiner Öffnung kann tatsächlich als idealer „schwarzer Körper" betrachtet werden, und Lummer und Pringsheim haben ihre fundamentalen Untersuchungen über die Strahlung des schwarzen Körpers mit diesem ausgeführt.

Noch bevor indessen diese Versuche stattfanden, hatte Stefan (1879) aus den Untersuchungen anderer Forscher sein Strahlungsgesetz abgelei-

tet, das die Gesamtstrahlung, also die Strahlungsenergie eines Körpers mit der Temperatur in Zusammenhang brachte nach der Formel $E = \sigma T^4$, wo T die absolute Temperatur bedeutet.

Zehn Jahre später gab dann Boltzmann zu dieser von Stefan rein empirisch abgeleiteten Formel, die übrigens nur für den schwarzen Körper gilt, auch die theoretische Entwicklung. Neben dem „schwarzen" unterscheidet man noch einen „grauen" Körper, für den das Gesetz wenigstens relativ gilt in der Form $E = \varkappa T^4$, so daß $\varkappa$ zu dem σ der obigen Formel für alle Wellenlängen in einem konstanten Verhältnis steht. Nach Lummers neueren Messungen ist z. B. die Kohle in der Bogen- und Glühlampe als „grauer" Körper anzusehen. Diese Feststellung hat der genannte Forscher auch bei seinen neuesten Versuchen über das Schmelzen der Kohle benützt zur Bestimmung der Temperatur in der Bogenlampe und die hier gewonnenen Resultate dürften wohl als die Hauptfrucht dieser Versuche zu betrachten sein, während über das Schmelzen oder Nichtschmelzen der Kohle die Akten noch nicht geschlossen sind.

Bedeutende Fortschritte der Strahlungstheorie knüpfen sich dann an die theoretischen Untersuchungen von Wien und die experimentellen von Lummer, Pringsheim, Paschen, Rubens 2c. Vor allem ist hier das Wien'sche Verschiebungsgesetz zu erwähnen, das besagt, daß bei steigender Temperatur die Strahlungsenergie für jede Wellenlänge ansteigt und daß sich hierbei die maximal strahlende Wellenlänge und die Temperatur reziprok verhalten, so daß demnach bei steigender Temperatur das Strahlungsmaximum sich auf die kurze Welle, also gegen das violette Ende des Spektrums hin, verschiebt, was zur Formel führt: $\lambda \max T = \text{Constans}$.

Ein anderes Gesetz Wien's, aus der Verbindung des Verschiebungsgesetzes mit dem Stefan'schen Strahlungssatze legte die Größenbeziehung der maximalen Strahlung mit der absoluten Temperatur fest nach der Formel: $S \max = C \cdot T^5$.

Die Prüfung durch die Messungen von Lummer und Pringsheim ergab die volle Bestätigung dieser beiden Gesetze. So z. B. erhielten sie folgende Werte für das Verschiebungsgesetz:

T	λ max	Tλ max	
621,2	4,53	2814	Mittel = 2940
723,0	4,08	2950	
908,5	3,28	2980	
998,5	2,96	2956	
1094,5	2,71	2966	
1259,0	2,35	2970	
1460,4	2,04	2974	
1646,0	1,78	2928	

Für die blanke Platinkugel fanden sie dagegen die Constante = 2630. Der Wert der Constanten C in obiger zweiter Gleichung wurde zu $2{,}88 \cdot 10^{-17}$ bestimmt. Die genannten Gleichungen können nun auch umgekehrt zu Temperaturbestimmungen strahlender Körper benützt werden durch Feststellung von λmax. Es dürfte interessieren, die so erhaltenen Werte z. B. für die Sonne mit den auf anderem Wege gefundenen zu vergleichen. Nach der Formel $T = \frac{2940}{\lambda \max}$ findet man, da nach Langley $\lambda \max = 0{,}5$ ist, die Temperatur der Sonne = 5880 Grad, welcher Wert allerdings etwas zu hoch ist, da die Sonne wohl nicht wie ein vollkommen schwarzer Körper strahlt. Eine Bestimmung mittelst der sog. Lichtmühle von Crookes ergab die Sonnentemperatur = 6800° und Scheiner hält 7200° für den besten Mittelwert einer Reihe von Messungen, neuere Messungen z. B. von Fery ergaben dagegen nur 5620°. Lummers Messungen bei andern Licht- resp. Wärmequellen ergaben:

für die Bogenlampe $\lambda \max = 0{,}7\ \mu$, $T = 4200°$
„ „ Nernstlampe λ „ $= 1{,}2\ \mu$, $T = 2450°$
„ „ Glühlampe λ „ $= 1{,}4\ \mu$, $T = 2100°$
„ „ Kerze λ „ $= 1{,}5\ \mu$, $T = 1960°$

Eine interessante Folgerung haben einige Astrophysiker aus dem Verschiebungsgesetz gezogen. Mit der Strahlung ist bekanntlich auch ein Druck verbunden, experimentell zuerst von Lebedew und von Bartoli nachgewiesen. Bei kleinen Körperchen, namentlich solchen, deren Durchmesser von der Wellenlänge der Strahlung nicht sehr verschieden, kann dieser Druck die Gravitaton überwinden und die Körperchen von Gestirnen weg in den Weltenraum treiben, und nach Arrhenius werden so aus dem „Weltenstaub" neue Nebel und Weltkörper gebildet.

Das Wien'sche Gesetz zeigt nun, daß z. B. bei zwei Sternen, deren Temperatur etwa 5000° und 10000° beträgt, die Gesamtstrahlung des zweiten $2^4 = 16$ mal, die maximal strahlende Wellenlänge sogar $2^5 = 32$ mal so stark wie beim ersten. Die weißen Sterne, die gegenüber den sog. gelben eine bedeutend höhere Temperatur besitzen, haben demnach nicht nur mehr Druck um ihre eigenen kleinen Staubteilchen wegzutreiben, sondern sie werden auch viel weniger Weltenstaub erhalten, als die gelben, zu denen z. B. auch unsere Sonne zählt. Soweit darüber Bestimmungen vorliegen, haben nun tatsächlich in vielen Fällen die weißen Sterne eine kleinere Masse als die gelben.

Kehren wir nach dieser Abschweifung zur weiteren Entwicklung der Strahlentheorie zurück, so hatte Wien noch eine weitere Formel

$$S_\lambda = \frac{c}{\lambda^5\, e^{c/\lambda T}}$$

angegeben, die die Energieverteilung im Spektrum des

schwarzen Körpers darstellen sollte und dies auch tatsächlich für kurze Wellen leistete, während die Abweichungen zwischen Experiment und Formel um so stärker hervortraten, je größere Wellengänge untersucht wurden. Plank gab dann eine Korrektur dieser Formel

$S_\lambda = \frac{C}{\lambda^5 e^{\frac{c}{\lambda T}} - 1}$, die durch die Untersuchungen von Paschen durchaus

bestätigt wurde. Plank selbst gab auch eine theoretische Ableitung für seine Formel, die zwar auf allgemein anerkannten Voraussetzungen beruht, aber die Kombination derselben führt hier doch insofern zu einem überraschenden Resultat, als sie eine Atomisierung der Energie der Strahlung einschließt. Plank benützt nämlich die Maxwell'schen Gleichungen für die Energie eines Resonators in Bezug auf Wellenlänge und Emissionsenergie nebst dem Wien'schen Verschiebungsgesetz, führt aber zugleich die von Boltzmann auf das Entropiegesetz angewandte Wahrscheinlichkeitsbetrachtung ein. Der Gedankengang ist dabei folgender: Die Strahlung der Resonatoren ist eine ungeordnete, wie die Bewegung der Molekule in einem Gase, so daß jedem Resonator eine gewisse mittlere Energie E′ zukommt. Da die Anzahl der Resonatoren oder ausstrahlenden Elemente eine endliche ist, so verlangt die Auffassungsweise als Wahrscheinlichkeitsproblem, daß auch nur eine endliche Verteilungsmöglichkeit der Energie bestehe, d. h., daß die Energie selbst nicht unendlich teilbar oder kontinuierlich sei, sondern aus einer endlichen Anzahl Teilen, „Quanten" bestehe. — Die Gesamtenergie E verteilt sich denn auf N Resonatoren so, daß jeder eine gewisse Zahl Q Quanten von der Größe $h\nu$ besitzt. Die Zahl der möglichen Verteilungen ist dann

$W = \frac{(Q + N - 1)!}{(Q - 1)!\ M!}$ wofür hier kürzer $\frac{(Q + M)!}{Q!\ N!}$ gesetzt werden kann,

wo $Q h\nu = E = N E'$ ist.

Die Entropie ist bestimmt durch den log der Wahrscheinlichkeit, so daß wir setzen können $S = K \log W$, daher

$S = K N \left[\left(1 + \frac{E'}{h\nu}\right) \log \left(1 + \frac{E'}{h\nu}\right) - \frac{E'}{h\nu} \log \frac{E'}{h\nu}\right]$ und da S proportional

N, so ist die mittlere Entropie eines Resonators

$$S' = K \left[\left(1 + \frac{E'}{h\nu}\right) \log \left(1 + \frac{E'}{h\nu}\right) - \frac{E'}{h\nu} \log \frac{E'}{h\nu}\right]$$

Da anderseits die Gleichung bestehen muß

$dE' = T\,dS$, oder $\frac{dS}{dE'} = \frac{1}{T} = \frac{K}{h\nu} \log \frac{1 + \frac{E}{h\nu}}{\frac{E'}{h\nu}}$ so folgt

$$e^{h\nu/KT} = \frac{1 + \frac{E'}{h\nu}}{E'/h\nu} \quad \text{oder} \quad E' = \frac{h\nu}{e^{h\nu/KT} - 1}$$

Verbindet man diese Gleichung mit der Maxwell-Hertz'schen Strahlungstheorie $E_\lambda = \frac{v E'}{\lambda^4}$ (v = Lichtgeschwindigkeit)

so folgt

$$E_\lambda = \frac{v h \nu}{\lambda^4} \cdot \frac{1}{e^{h\nu/KT} - 1}$$

Wie wir oben sahen, ist aber nach dem Verschiebungsgesetz die Emissionsenergie der Wellenlänge umgekehrt proportional, so daß wir setzen können $h\nu = \frac{v h}{\lambda}$, woraus sich ergibt

$$E_\lambda = \frac{v^2 h}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{e^{v h/\lambda K T} - 1}$$

Setzen wir $v^2 h = C$ und $v h/K = c$, so erhalten wir die oben angegebene Formel $S_\lambda = \frac{C}{\lambda^5 e^{c/\lambda T} - 1}$

Die hier auftretenden Constanten h und k haben nach den Bestimmungen von Lummer und Kurlbaum folgende Werte:

$$h = 6{,}55 \cdot 10^{-27} \text{ sec/erg.}$$
$$K = 1{,}346 \cdot 10^{-16} \text{ erg/grad.}$$

Wie schon oben (Mittelschule Nr. 2, S. 21) bemerkt, stimmen die von Plank abgeleiteten Werte für N (Anzahl der Moleküle im cm^3 bei Normaldruck und -Temperatur) und für das Elementarquantum νh, nämlich $N = 2{,}76 \cdot 10^{19}$ und $\varepsilon = h\nu = 4{,}69 \cdot 10^{-10}$ *E. S. E.* sehr gut mit den anderwärtig gefundenen überein.

Hatte Plank zuerst angenommen, daß Emission und Absorption in Quanten vor sich gehe, so haben ihn doch später verschiedene Schwierigkeiten, die dieser Anschauung entgegenstehen, veranlaßt, nur noch für die Emission einen quantenhaften Verlauf anzunehmen, während die Absorption stetig sein soll. Es würde zu weit führen auf die darauf gegründete Ableitung näher einzugehen, zumal die Änderung nicht so bedeutend, und auch mit dieser neuen Auffassung eine Reihe Schwierigkeiten bestehen bleiben.

Andererseits hat die Quantentheorie manche Aufklärung namentlich durch die Arbeiten von Nernst erfahren, von denen nur kurz diejenigen über das Gesetz von Dulong und Petit, namentlich aber über die bei

manchen Stoffen auftretenden Abweichungen von diesem Gesetz genannt seien.

Ob die Quantentheorie, oder vielleicht selbst die einstweilen noch gar zu radikal anmutende „korpuskulare" Theorie von Einstein und Stark eine größere Zukunft haben werden, muß noch dahingestellt bleiben. Aber wie auch bei den früher betrachteten Theorien ist es wohl unzweifelhaft, daß die weite Gebiete verbindenden Grundzüge in irgend einer Form dem festgefügten bleibenden Bau der Wissenschaft erhalten bleiben werden.

Zur Chemiestunde über das Schießpulver.

Von Dr. P. Aurelian Roshardt, Stans.

Eigentlich sollte ich schreiben „über Pulverarten". Denn daß das „schwarze" und das „weiße Pulver" grundverschieden sind, weiß auch der Schüler, und daß an die Stelle des einen alten Pulvers eine ganze Reihe neuer Sprengstoffe getreten sind, ist ebenfalls eine alte Neuigkeit.

In Friedenszeit dürfte die Behandlung des Schießpulvers, der Schießwolle und des Dynamits in der Chemiestunde des obern Gymnasiums kurz ausfallen. In diesen Kriegszeiten jedoch, wo der ältere Schüler selbst an der Grenze stund, wo er mit Patronen und Projektil, Zündhütchen, Bomben und Schrappnell besser Bekanntschaft gemacht hat als jemals, wo er täglich liest von Torpillen und Leuchtgranaten, von Melinit und Ekrasit, von Funkenzündung und Flatterminen, heute, wo er in Wort und Schrift eingehend von den Wirkungen der Haubitzen und Dumdumgeschosse vernahm, muß der Chemielehrer etwas mehr über Herstellung, Zusammensetzung und Wirkungsweise der Pulverarten in den Bereich des Unterrichtes ziehen. Das Kapitel bietet ihm übrigens eine willkommene Gelegenheit, den Gesichtskreis des Schülers zu erweitern, an konkreten Beispielen die wichtigsten Begriffe der Molekularchemie zu vertiefen. Nachfolgende Ausführungen möchten zur Orientierung in diesem Kapitel einen kleinen Beitrag bieten.

I. Vorerst ein paar geschichtliche Notizen über das alte Pulver. Wir wissen, daß die Chinesen im Altertum schon eine Art Schießpulver gebrauchten, nicht zum Werfen der Geschosse, wohl aber zu Feuerfackeln, die, ins feindliche Kriegslager geschleudert, dasselbe in Brand steckten. Römer und Griechen hatten es nicht in Anwendung. Denn der wichtigste Bestandteil dieser pulverähnlichen Mischung, der Salpeter, war ihnen unbekannt. Er scheint erst im fünften Jahrhundert aus dem fernen Osten nach der Hauptstadt des oströmischen Kaiserreiches

gekommen zu sein. Namen, wie „chinesisches Salz", „chinesischer Schnee", womit arabische Schriftsteller den Salpeter bezeichnen, deuten auf den Ursprung hin. Im Kriegsarsenal von Byzanz hatte man herausgefunden, daß wenn man ihm Schwefel und Harze zusetzt, sie vor dem gänzlichen Abbrennen nicht mehr zu löschen sind. Ein derartiges Gemisch „das griechische Feuer" genannt, wurde um das Jahr 673 hergestellt. Mit seiner Hilfe gelang es den Byzantinern, die Flotte der Araber, die im gleichen Jahre ihre Stadt belagerten, zu vernichten. Und es blieb mehrere hundert Jahre hindurch in den Händen der byzantinischen Krieger eine furchtbare Waffe, besonders in Seekriegen. Die Bulgaren und Venezier haben ihre Niederlagen vor Byzanz dem „griechischen Feuer" zuzuschreiben.

Als Treibmittel für Geschosse, zu ballistischen Zwecken, wurde das Schwarzpulver, das nun eine bestimmte Mischung von Kohle, Schwefel und Salpeter war, erst spät angewendet. In Deutschland gebührt diese Erfindung vermutlich dem Freiburger Franziskanermönch Berthold Schwarz. 1326 wurden in Florenz die ersten Kanonen gegossen. Die abgefeuerten Geschosse waren eiserne Kugeln. Praktische Handfeuerwaffen gab es erst später. Noch ums Jahr 1500 herum standen die Schützen im Felde 37 Glieder tief. Hatte ein Schütze Feuer gegeben, so mußte er zurücktreten und bis er wieder schußbereit war, verstrich die Zeit von 36 Schüssen. — Welch ein Abstand gegen die Maschienengewehre unserer Tage, die in der Minute über 2000 Kugeln ausspeien!

„Das griechische Feuer" bietet ein Unikum in der Geschichte. Beinahe 600 Jahre war es als Staatsgeheimnis von der Stadt Byzanz gewahrt worden. Wenn wir den Maßstab an unsere Zeit legen, so können wir uns nur schwer vorstellen, daß eine Erfindung von größter Wichtigkeit bis 100 Jahre vor die Entdeckung Amerikas zurückreichte, und daß es gelungen wäre, sie verschwiegen bis in unsere Zeit zu retten. Wieder 500 Jahre ist die Zusammensetzung des Schwarzpulvers die gleiche geblieben. Ungefähr 10 % Schwefel, 20 % Kohle und 70 % Salpeter enthielt das Schwarzpulver des 14. Jahrhunderts und die gleiche Mischung hat in den Schlachten von 1870 die Reihen der Deutschen und Franzosen gelichtet. (Schluß folgt.)

Redaktionsschluß für Nummer 5 am 30. Juni.

Nummer 3. 14. April 1915.

Mittelschule

Beilage zur „Schweizer-Schule“

Schriftleitung: Dr. A. Theiler, Luzern

Mathematisch-naturwissenschaftliche Ausgabe

Inhalt: Neuere Probleme und Theorien der Physik, II. — Zur Biologie des Scharbockskrautes. — Farbenübereinstimmung zwischen Blumen und Schmetterlingen. — Eine andere Multiplikationsregel. — Literatur. —

Neuere Probleme und Theorien der Physik.

Von Dr. H. P. Baum.

II.

Die Elektronentheorie hat dann ferner die Klärung zweier alter Fragen der kosmischen Physik gebracht, der Gewitterbildung, oder allgemeiner gesagt der Frage nach dem elektrischen Felde der Erde und der Natur des Nordlichtes. Während beim elektrischen Felde der Erde die Radioaktivität dieser selbst jedenfalls die Hauptrolle spielt, verdanken die Polarlichter ihren Ursprung den Elektronen der Sonne. Bemerkenswert ist dann, wieviele Brücken durch die neuen Resultate und Theorien zwischen den früher so getrennten Gebieten der Physik und Chemie geschlagen wurden, so daß es nicht ausgeschlossen erscheint, daß die Physik des Elektrons der Chemie einmal die theoretische Erklärung ihrer Grundlagen, der Affinität, Wertigkeit usw. der Elemente, die „Formel“ des periodischen Systems 2c. bietet. Vielleicht gelingt es dieser Theorie einmal die Lichtemissions- und überhaupt Strahlungserscheinungen so zu erklären, daß sie uns sagen kann, warum ein Stoff, der diese oder jene bestimmte Spektrallinie aussendet, oder die entsprechende Wellenlänge absorbiert, gerade diese bestimmten chemischen Eigenschaften, jene Volenz, Dichte, Atomgewicht 2c. haben muß. Das hieße freilich recht tief in den Aufbau des Atoms eindringen, im physikalischen Sinne sogar sein Wesen darlegen. Das ist alles freilich noch Zukunftsmusik, zu der jedoch von verschiedenen Forschern schon die Instrumente gestimmt und gewisse Akkorde intoniert wurden. Einstweilen steht die Elektronentheorie allerdings selbst noch im Jugendstadium und man kann noch nicht sicher sagen, ob sie in ihrer heutigen Gestalt dauernd sich lebensfähig erweisen wird oder doch neuen Entdeckungen und Forschungen gegenüber anpassungsfähig bleibt, um wenigstens in ihren Hauptzügen erhalten bleiben zu können

das bereits erstarrte Magma als auch die Gesteinshülle um dasselbe weithin durchsetzen kann. Noch viel weiter werden naturgemäß die Gase und Dämpfe ohne das Magma zu dringen vermögen, so daß außerhalb der eigentlichen Injektionszone noch eine Zone reiner Umwandlung durch die besagten Agentien allein erfolgt, bis mit der größeren Entfernung vom magmatischen Herd allmählich die Übergänge zu den normalen Sedimenten sich verfolgen lassen.

Bedenkt man nun, daß die Metamorphose wesentlich eine molekulare Umlagerung bedeutet, so ergibt sich aus dem Gesagten ohne Weiteres, welche geradezu eminente Bedeutung diesen gesättigten Mineraldämpfen zukommt. Sie bilden die eigentliche Grundlage der ganzen modernen Theorie der Kontaktmetamorphose; ihnen gegenüber treten selbst die Injektionswirkungen an Bedeutung zurück. Mit vollem Recht haben daher die französischen Gelehrten ihnen die treffliche Bezeichnung „agents minéralisateurs" beigelegt, welcher der deutsche Ausdruck „Mineralbildner" vollwertig entspricht.

Nach all dem Gesagten ergeben sich bezüglich der von der Geologie unter dem Namen „kristalline Schiefer" zusammengefaßten Formation folgende, ihrer Entstehung nach verschiedene Gruppen:

1. Eruptivgesteine, die teils während ihres Entstehens — durch Piëzokristallisation — oder nach der Erstarrung — durch Dynamometamorphose — schiefrig geworden sind, wie die Alpengranite und viele Gneise;

oder es sind:

2. Sedimentgesteine, die unter dem Einflusse der Mineralbildner metamorphosiert wurden, wie Hornfelse, Marmore und Phyllite;

oder es sind:

3. Mischungsgesteine oder Migmatite (*μίγνυμι* = ich mische), entstanden durch Verbindung beider. Dazu zählen die so wichtigen und interessanten injizierten Schiefer.

Diese Resultate der petrographisch-geologischen Schule, für die nicht nur die Beobachtungen im Freien, und die eingehendsten mikroskopischen Studien bezüglich mineralogischer Zusammensetzung und der so wichtigen Strukturverhältnisse, sondern auch die chemischen Analysen sprechen, stellen eine so natürliche und einfache Lösung der meisten Fragen dar, daß es zum mindesten unwissenschaftlich ist, dieselben zu ignorieren und sich auf vorgefaßte Meinungen zu versteifen. Freilich macht man dagegen geltend, daß die Wirkungen der Metamorphose an kristallinen Schiefern sich vielfach unterscheiden von denjenigen der gewöhnlichen Kontaktmetamorphose, indem bei der letzteren sich vorzüglich Hornfelse und die charak-

teristischen Garben- und Knotenschiefer bilden, mit typischen Kontaktmineralien, wogegen bei ersterer Gneise, Glimmerschiefer und Phyllite entstehen. Daß Unterschiede und zwar beträchtliche Unterschiede bestehen, kann keinesfalls geleugnet werden. Immerhin sind sie nicht so scharf, wie man gemeiniglich annimmt. So finden sich auch in den kristallinen Schieferzonen der Alpen des öfteren Hornfelse, und selbst von den sonst fehlenden typischen Kontaktmineralien wissen neuere Forschungen zu berichten.

Der tatsächlich vorhandene Unterschied erklärt sich sehr leicht durch die verschiedenen Umstände der Umwandlung selbst. Wir lernten ja die Piëzokristallisation kennen, das heißt die Erstarrung unter Gebirgsdruck. Ihr entspricht analog auch eine Kontaktmetamorphose unter Druck, die Piëzokontaktmetamorphose, welche es verständlich macht, daß die Wirkungen im intensiv gefalteten und gepreßten Alpengebiet anders sind und anders sein müssen, als in weniger dislozierten Gegenden. Dementsprechend unterscheidet man mit Recht zwischen einer normalen und einer alpinen Facies der kristallinen Schiefer.

Nachdem ich nun versucht habe in dem mir zur Verfügung stehenden kleinen Rahmen einen Überblick über die Genesis der kristallinen Schiefer zu bieten, ist es wohl entsprechend, die Kern-Resultate nochmals in kurzen Sätzen zu fixieren, in enger Anlehnung an Weinschenks: „Grundzüge der Gesteinskunde".

1. Die kristallinen Schiefer sind keine Formation im geologischen Sinne, da nachweisbar Gesteine von verschiedentlichstem Alter zu denselben zählen. Die petrographische Erscheinungsform, auf die man den Zusammenhang dieser sogenannten archäischen Formation gründete, steht absolut in keinem Verhältnis zum geologischen Alter.

2. Die kristallinen Schiefer bilden auch keine Formation im petrographischen Sinne, denn sie haben, wie wir gesehen, verschiedentlichste Entstehung. Sie sind ihrem Ursprung nach teils Eruptiv- teils Sedimentgesteine.

3. Die kristallinen Schiefer sind nicht ausschließlich metamorphe Gesteine; denn viele von ihnen, wie die Granitgneise, haben nach ihrer Bildung keine Umwandlung erfahren.

4. Geologische Dislokationen wirken vorzüglich zertrümmernd auf die Gesteine. Den Beweis für eine allgemeine molekulare Umlagerung vermochte die Theorie der Dynamometamorphose nie zu erbringen, und kann deshalb gegenüber der einfachen und prägnanten Erklärung der Kontaktmetamorphose ebensowenig Stand halten, wie Gümbels Diagenese, und die Theorien des plutonischen und hydrochemischen Regionalmetamorphismus.

5. Die älteſten foſſilführenden Sedimente haben ſich unter Verhältniſſen abgelagert, die ſich von den heutigen faſt kaum unterſcheiden. Dieſe Tatſache und das Vorhandenſein mächtiger, präkambriſcher Sedimentkomplexe, läßt darauf ſchließen, daß der Beginn des Kambriums der Urzeit der Erde viel ferner ſteht, als man gewöhnlich annimmt. Dem Kambrium ſind lange Perioden echt ſedimentärer Ablagerung vorangegangen. Von ihnen ſind uns aber nur kärgliche Teile zugänglich, und damit erſcheint es auch höchſt unwahrſcheinlich, wenn nicht unmöglich, daß wir irgendwo auf Erden, auf die erſte Erſtarrungskruſte oder die erſten chemiſchen Niederſchläge, dieſe kriſtallinen Schiefer im eigentlichſten Sinne des Wortes, ſtoßen können.

Ich habe nun verſucht, an Hand einer der intereſſanteſten Fragen unſerer Alpengeologie, auf die Methoden und Reſultate der modernen Petrographie hinzuweiſen. Die Ausführungen entſprechen meiner petrographiſchen Schulung und ſtützen ſich auf eigene Beobachtungen im Gebiete der Dents de Morcles. Freilich ſind es nur ſchwache Streiflichter, die unmöglich volle Klarheit über ein ſo ausgedehntes, ſchwieriges Gebiet verbreiten konnten. Manche der intereſſanteſten Kapitel, wie über magmatiſche Spaltung, Piëzokriſtalliſation, Piëzokontaktmetamorphoſe konnte ich nur ganz kurz ſtreifen. Völlig ferne liegt es mir, eingehend in einen Wettſtreit wiſſenſchaftlicher Meinungen einzugreifen. Ich wollte lediglich auf die Reſultate der neueren Petrographie hinweiſen, in der Annahme, daß dieſelben da und dort ganz oder doch zum Teil unbekannt ſein dürften. In den Lehrmitteln für unſere Mittelſchulen ſuchen wir meiſt vergeblich nach ihnen. Selbſt größere geologiſche Handbücher ſchweigen ſich heute noch, mit oder ohne Abſicht, darüber aus; andere bringen dieſe Theorien in einer Beleuchtung, welche mit dem Begriff der Objektivität kaum mehr vereinbar ſind. Nur wenige Autoren haben ſich in den neueſten Auflagen ihrer Werke zu einer wahrhaft ſachlichen Würdigung herbeigelaſſen. Freilich allzuſehr darf man es den Geologen auch nicht verargen, wenn ſie den Petrographen gegenüber ſich etwas reſerviert verhalten; haben ſich letztere doch auch Jahre und Jahrzehnte lang um geologiſche Fragen kaum intereſſiert. Haben die Geologen ferner mit den ihnen verfügbaren Mitteln in mühevoller Lebensarbeit Theorien aufgebaut, die unſtreitig zu den herrlichſten Denkmälern menſchlicher Geiſtesarbeit zählen, ſo liegt es wiederum ſo nahe, daß man ſich da und dort lieber gegen die Petrographie abſchließt, die Stein um Stein aus dem ſcheinbar feſteſten Gemäuer wegräumt, und dadurch die kühnſten Bauten zu Falle bringt.

Wenn man aber andererſeits der Geologie oft mit Recht den Vor-

wurf macht, sie sei auch gar zu sehr die Wissenschaft der kühnen Hypothesen, so läßt sich diesem Vorwurf wohl nicht leichter begegnen als dadurch, daß man zur Grundlage der Geologie das petrographische Studium mit dem unbestechlichen Argusblicke mikroskopischer und chemisch-analytischer Prüfung macht.

Diese petrographische Grundlage erschließt selbstverständlich der Geologie auch hochinteressante neue Gesichtspunkte. Daß man dieselben den Schülern unserer Lyceen, welche durch Kenntnis der physikalischen und chemischen Grundbegriffe genügend vorbereitet sind, im Geologieunterricht völlig vorenthalten sollte, erscheint mir ungerechtfertigt.

Das veranlaßt mich denn auch, zum Schlusse kurz auf die Literatur hinzuweisen, die den Resultaten der neuern Petrographie Rechnung trägt; es sind das vorzüglich die Werke von Professor Weinschenk in München, die der Herder'sche Verlag, Freiburg im Breisgau*) ganz vorzüglich ausgestattet hat. Die Weinschenk'schen Bücher lesen sich freilich nicht wie ein Roman; sie wollen vielmehr überlegt, studiert sein. Es rührt dies daher, weil der Verfasser es verstanden hat, durch Anwendung eines knappen, formellen Ausdrucks und Verzicht auf jeden unwesentlichen Ballast, in verhältnismäßig kleinem Rahmen eine riesige Gedankenfülle zu bieten, und es ist keine Übertreibung, wenn man behauptet, die Bücher Weinschenks seien so inhaltsreich, wie dickleibige Bände anderer Autoren. Dabei ist aber die Anordnung und Übersicht so systematisch und klar, daß sich jedermann in kürzester Frist über einzelne Fragen orientieren kann.

Wer mikroskopisch-petrographisch arbeitet, der findet in der „Anleitung zum Gebrauch des Polarisationsmikroskopes" treffliche Schulung, während das Werk „Die gesteinsbildenden Mineralien" bei selbständigen Arbeiten unentbehrlicher Berater und Führer ist.

Über den heutigen Stand der Petrographie orientieren in vorzüglichster Weise die „Grundzüge der Gesteinskunde", in 2 Bänden.

1. Allgemeine Gesteinskunde als Grundlage der Geologie, und 2. Spezielle Gesteinskunde mit besonderer Berücksichtigung der geologischen Verhältnisse. Beide Bände sind auch einzeln käuflich.

Wer sich des eingehenderen um die hier gestreiften Theorien interessiert, dem kann dieses Buch nicht genug empfohlen werden, das

*) Der Herder'sche Verlag, Freiburg im Breisgau, hatte die große Freundlichkeit, uns eine Reihe Klischees aus Prof. Dr. E. Weinschenks: „Grundzüge der Gesteinskunde" 1913, mit gütiger Genehmigung des Verfassers unentgeltlich zur Verfügung zu stellen, wofür der verbindlichste Dank ausgesprochen sei.

man wohl mit Fug als ein klassisches Werk der modernen Petrographie bezeichnen darf.

Wer sich weniger eingehend interessiert, der findet in Weinschenks „Petrographisches Vademecum" auf kurzen 40 Seiten knapp und klar eine allgemeine Darlegung der Verhältnisse, während der übrige Teil als petrographischer Berater auf geologischen Exkursionen vorzügliche Dienste leistet.

Zur Chemiestunde über das Schießpulver.

Von Dr. P. Aurelian Roshardt, Stans.

(Schluß.)

II. Wirkungsweise des alten Pulvers. Das Schwarzpulver ist bekanntlich auch bei feinster Mahlung doch immer ein rohes Gemenge und brennt verhältnismäßig langsam ab. Der Schwefel übernimmt dabei die Rolle des Feuerträgers, die Kohle ist der Brennstoff und der Salpeter der Sauerstofflieferant. Der Vorgang des Abbrennens läßt sich in die folgende Gleichung fassen: (Gleich. I.)

$$20\,KNO_3 + 10\,S + 30\,C = 6\,K_2CO_3 + K_2SO_4 + 3\,K_2S_3 + 14\,CO_2 + 10\,CO + 10\,N_2$$

Die Verbrennungsprodukte Schwefelkalium, kohlensaures und schwefelsaures Kalium sind feste Körper und entweichen als Rauch; das Gasgemenge von Kohlendioxyd, Kohlenmonoxyd und Stickstoff nimmt mehr als das tausendfache Volum des festen Pulvers ein. Spielt sich der Vorgang im geschlossenen Raum, etwa in einem Bohrloch oder Gewehrlauf ab, so sind solche Reaktionen wegen der Temperaturerhöhung und der dadurch beschleunigten Verbrennungsgeschwindigkeit von um so größerer Druckentfaltung begleitet.

Es ist klar, daß das Schwarzpulver erst zur Explosion veranlaßt werden muß. Dies kann geschehen durch Hitze und Stoß, mechanischen oder chemischen, wie es z. B. durch Knallquecksilber in den Zündhütchen geschieht. Die Eigenschaft der Explosivstoffe, auf die Energiezufuhr durch Schlag und Stoß zu antworten, die sogenannte Sensibilität, ist eine meßbare Größe. Sie beträgt für Schwarzpulver 85 cm Fallhöhe bei einem Fallhammer von 2 Kilo Gewicht. Daß Hitze ohne Feuer Pulver zur Explosion bringen kann, weiß man zur Genüge aus der Geschichte der Unglücksfälle mit den Vorderladerkanonen. Auch diese Temperatur, die Verpuffungstemperatur, läßt sich bestimmen, mit kleinen Pulvermengen sogar im Schulversuch. Sie liegt oberhalb

225 Grad. Die Geschwindigkeit, womit das Pulver abbrennt, ist ebenfalls gemessen worden. Sie ist nach Umständen verschieden, aber relativ gering, 10 mm bis 2,5 m in der Sekunde. Es muß sich eben die Entzündung von Korn zu Korn durch Lufträume fortpflanzen. Infolgedessen macht sich der Druck erst nach und nach geltend und erreicht nicht einen so hohen Wert, wie wenn der Vorgang momentan vor sich ginge. Dieser Höchstwert des Druckes hängt wesentlich ab von der sogenannten Ladedichte. Sie ist = 1, wenn in einem Raum von 1 cm eine Stoffmenge von 1 gr explodiert. Bei 1/10 Ladedichte erzeugt das Schwarzpulver 336 Atmosphären pro qcm.

III. Im Gegensatz zu der intermolekularen Verbrennung des alten Pulvers steht die intramolekulare aller modernen Sprengstoffe. Dies wird uns sofort verständlich, wenn wir auf die chemische Natur derselben eingehen.

Ihre ganze Reihe läßt sich auf drei bekannte, höchst unschuldige, organische Verbindungen zurückführen, wovon ihre Erfinder auch ausgegangen sind: auf das Glyzerin, die Cellulose und das Phenol oder die Karbolsäure.

a) Aus dem Glyzerin ist das Nitroglyzerin oder Sprengöl hervorgegangen. Wie nämlich mit Basen Salze, so bilden die Säuren mit organischen, Alkohole genannten Verbindungen, Ester unter Wasseraustritt. Aus dem dreiwertigen Alkohol Glyzerin $C_3 H_5 (OH)_3$ entsteht durch Behandlung mit Salpetersäure das Trinitrat des Glyzerins, fälschlich Nitroglyzerin genannt:

$$C_3 H_5 (OH)_3 + 3 H O . NO_2 = 3 H_2 O + C_3 H_5 (O . NO_2)_3$$

Das Sprengöl ist sehr explosiv, aber doch besser als sein Ruf. Man kann es sogar ohne Gefahr im Laboratorium herstellen, allerdings unter bestimmten Vorsichtsmaßregeln. Gegen Schlag und Stoß ist es empfindlich. Ein Tröpfchen auf den Ambos gelegt, explodiert mit Heftigkeit, wenn man ihn mit einem langstieligen Hammer schlägt.

Das Nitroglyzerin wurde im Jahre 1848 von Sobrero in Turin erfunden. Der durch seine großartigen Vergabungen bekannte Schwede Alfred Nobel hat das unbequeme Sprengöl durch Aufsaugen in Kieselgur in eine handliche und weniger explosive Form gebracht. So entstand 1863 das Gurdynamit, das aber so gut wie verschwunden ist. An seine Stelle trat eine andere Erfindung Nobels aus dem Jahre 1878. Bei seinen vielen Versuchen, das Dynamit zu verbessern, findet er, daß die Schießbaumwolle, der sofort zu besprechende, verwandte Sprengstoff in der Wärme vom Sprengöl gelöst wird. Die erkaltete, kautschuckartige Masse ist die Sprenggelatine.

Der wichtigste und am meisten benutzte Sprengstoff ist jedoch der Abkömmling der Sprenggelatine: das Gelatinedynamit, das bei fast allen großen Werken der Technik in den letzten Jahrzehnten, bei den Kanal-, Brücken- und Tunnelarbeiten mitgeholfen hat.

b) Analog dem Nitroglyzerin ist die Schießbaumwolle aus der Cellulose entstanden. Beim Zusammentreffen von Salpetersäure mit Baumwolle, die ja fast reine Cellulose darstellt, bilden sich nicht weniger als sechs verschiedene, durch ihren Gehalt an Salpetersäure von einander abweichende Verbindungen beider Substanzen, von denen die beiden säurereichsten, die Penta- und Hexanitrocellulose Sprengstoffe sind und gemeiniglich Schießbaumwolle heißen. Auf diese Art wurde sie zuerst im Jahre 1847 von dem Basler Chemieprofessor Schönbein entdeckt. Sie dient zum Füllen von Minen und Torpedos, und ist der wichtige Ausgangspunkt für das rauchlose Pulver, dessen Formel wahrscheinlich lautet:

$C_{12}\,H_{10}\,(OH)_4\,(O\,.\,NO_2)_3$, vielleicht auch: $C_{24}\,H_{20}\,(OH)_9\,(O\,.\,NO_2)_{11}$

c) Der dritte Typus der modernen Explosivstoffe, die Pikrinsäure, ist ein hoch nitrierter Benzolkohlenwasserstoff. Auch ihr ist die durch große Oxydationskraft ausgezeichnete Gruppe NO_2 eigen. Die Pikrinsäure ist an sich ganz ungefährlich. Sie wurde schon 1788 hergestellt und war als prächtiger, zitronengelber Farbstoff lange Zeit bekannt und geschätzt, ehe ihr gefährlicher Charakter offenbar wurde. Auch in der Mikroskopie bedient man sich ihrer häufig. Durch Schlag und Hitze ist sie aber zur Explosion zu bringen und detoniert mit äußerster Heftigkeit. In dieser Eigenschaft ist sie ausschließlich zu militärischen Zwecken in Gebrauch, als Sprengladung für Seeminen und Torpedos. Sie läßt sich schmelzen und nimmt dann eine honigartige Konsistenz an. Daher der Name Melinit, der mit Ekrasit, Lyddit, und Schimose das Gleiche bezeichnet. Mit dieser Masse werden die Hohlräume der eisernen Minenkörper ausgegossen, die nach erfolgter Zündung mit furchtbarer Gewalt explodieren. Das Molekül der Pikrinsäure ist:

$$C_6\,H_2\,(NO_2)_3\,.\,OH$$

Bei den genannten Sprengstoffen sind die zur Verbrennung geeigneten Elemente im Molekül selbst vorrätig. Das Verbrennungsmaterial ist Kohlenstoff und Wasserstoff, die von dem Sauerstoff gleichsam nur durch eine Stickstoffwand getrennt sind. Durch die sogenannte Initialzündung, meistens aus einer sehr geringen Menge Knallquecksilber bestehend, wird diese Stickstoffwand zertrümmert und unter plötzlicher Auslösung großer Wärmemengen findet eine innere Verbrennung statt, die sich rasch durch die ganze Masse fortpflanzt. — Der explosive Zerfall der Stoffe drückt sich in den Gleichungen aus:

(II.) für Nitroglyzerin:

$$2\,C_3\,H_5\,(O\,.\,NO_2)_3 = 6\,CO_2 + 5\,H_2\,O + 3\,N_2 + \tfrac{1}{2}\,O_2$$

(III.) für die erschöpfend nietrierte Schießbaumwolle (Hexanitrocellulose) von hoher Ladedichte:

$$C_{24}\,H_{29}\,(OH)_9\,(O\,.\,NO_2)_{11} = 12\,CO_2 + 12\,CO + 6\,H_2\,O + 8{,}5\,H_2 + 5{,}5\,N_2$$

(IV.) für Pikrinsäure:

$$2\,C_6\,H_2\,(NO_2)_3\,.\,OH = 12\,CO + 2\,H_2\,O + H_2 + N_2$$

IV. Fassen wir auf Grund der Verbrennungsgleichungen die für Explosivstoffe charakteristischen Volumvergrößerungen ins Auge.

a) Das Schwarzpulver erzeugt nach der Gleichung (I):

$$\underbrace{20\,KNO_3 + 10\,S + 30\,C}_{2700\text{ gr}} = \underbrace{6\,K_2\,CO_3 + K_2\,SO_4 + 3\,K_2\,S_3}_{\text{feste Körper}} + \underbrace{14\,CO_2 + 10\,CO + 10\,N_2}_{\text{gasförmige Körper}}$$

34 Mol gasförmiger Körper, jedes Mol 22,4 L, insgesamt 761 L Gas; 1 Gramm liefert also 0,28 L Verbrennungsgase und zwar von 0 Grad und 760 mm Druck. Bei der Verbrennungstemperatur, die für Schwarzpulver 2770 Grad beträgt, steigt das Volumen auf 3,12 L. Ein ccm Schwarzpulver, dessen spez. Gewicht 2,03 ist, würde demnach nach dem Verbrennen den 6000fachen Raum ausfüllen.

b) Die absolute Volumzunahme des Nitroglyzerins beträgt das 7½ fache (II.):

2 Mol $= 6 + 5 + 3 + \frac{1}{2}$ Mol, also $14{,}5 \times 22{,}4$ L $= 324{,}2$ L Verbrennungsgase. Daraus läßt sich die von 1 gr Nitroglyzerin erzeugte Gasmenge zu 0,714 L berechnen, die unter Berücksichtigung der hohen Verbrennungstemperatur (3470 Grad) des Sprengöls auf 9,85 L sich steigert. Ein ccm Sprengöl (spez. Gew. = 1,6) würde nach der Verbrennung 15760 ccm Raum beanspruchen.

c) Für Schießbaumwolle kommen wir an Hand der Gleichung (III.):

$$1\text{ Mol} = 12 + 12 + 6 + 8{,}5 + 5{,}5\text{ Mol}$$

auf 44 Mol Verbrennungsgase, die im Normalzustand den Raum von 985,6 L, bei der Verbrennungstemperatur (2710 Grad) jedoch das zehnfache einnehmen, und 1 ccm Schießbaumwolle würde nach der Explosion einen Raum von 14160 ccm ausfüllen.

d) Die Pikrinsäure erzeugt pro 1 gr Stoff 0,647 L Normalgas oder 7,06 L bei 2430 Grad Verbrennungstemperatur. An Stelle der zwei Grammole treten 16 Mol, die den Raum von 358 L einnehmen. (Gleichung IV.)

Vergleichen wir die Gasmenge pro 1 gr Sprengstoff, so steht die Schießbaumwolle an erster Stelle, die Pikrinsäure an zweitletzter, und doch wirkt sie am heftigsten von allen genannten Verbindungen. Es kommt offenbar als zweites Charakteristikum eines Sprengstoffes auch die Verbrennungsgeschwindigkeit in Betracht. Beim Schwarzpulver ist sie nach Metern in der Sekunde zu zählen; bei intramolekularen Verbrennungen aber wächst sie ins tausendfache: sie beträgt für Nitroglyzerin 1300, für Gurdynamit 4000, für Sprenggelatine 7000, und für Pikrinsäure sogar 8000 m/sek. Eine wesentliche Rolle spielt drittens sodann die Art und Weise der Initialzündung. Der Initialimpuls besteht bei den modernen Sprengkörpern ausschließlich in elektrischer Zündung oder in Zufuhr von Energie durch Sprengkapseln.

Da nun die Druckentwicklung unvergleichlich schneller vor sich geht als beim Schwarzpulver und überdies einen mehr als dreimal größeren Wert darstellt, so ist es begreiflich, daß solchen Gewalten nichts widersteht, auch der beste Tigelstahl nicht. Wenn nicht zu kleine Quantitäten Dynamit, Sprenggelatine, oder Melinit auf freier Unterlage explodieren, wird selbst diese zu Staub zertrümmert. Die Stoffe wirken, wie man sagt, „brisant". Sie sind ausgezeichnete Hilfsmittel zur Beseitigung von Fels- und Gesteinsmaterial; zum Lockern und Heben und als Treibkraft für Geschosse taugen sie nicht; hiefür wünscht man Explosivstoffe, die weniger brisant sind. Es sind denn auch seit der Erfindung des Sprengöls, der Schießbaumwolle und der Pikrinsäure Jahrzehnte verflossen, ehe es den Sprengstofftechnikern gelang, dem ungestümen Charakter für den sicheren Gebrauch zu Schußwaffen die nötigen Zügel anzulegen. Ein gutes Resultat ist bisher erst mit der Schießbaumwolle erhalten worden.

Der Wendepunkt in der Geschichte der modernen Schußwaffen ist das Jahr 1886. Erst damals gelang dem französischen Ingenieur Vieille das Problem, die Verbrennungsgeschwindigkeit zu mäßigen und den ballistischen Anforderungen der Waffentechnik genau anzupassen, indem er die Schießbaumwolle, die von der gewöhnlichen Baumwolle nach Farbe und Gestalt nicht zu unterscheiden ist, ihre faserige Struktur nahm und durch sogenannte Gelatinierung mit gewissen Lösungsmitteln wie Azeton, Pyridin, Nitrobenzol u. a. in eine plastische, beliebig formbare Masse verwandelte. Das heutige rauchlose, oder rauchschwache Pulver ist nahezu reine, gelatinierte Schießbaumwolle, an sich von weißlicher Farbe, durch Graphitstaub aber poliert und daher schwarz anzusehen. Die Form der kleinen, quadratischen, dünnen Blättchen bei der Munition der schweizerischen, französischen, deutschen und russischen Infanteriegewehre, die Schnüre, der Cordit der Engländer, das faden-

förmige Pulver, Filit, der Italiener, die Zylinder, Röhren, durchbohrte Prismen für Artilleriegeschütze erklären sich aus dem Bestreben, durch Vergrößern der Oberfläche das Abbrennen zu verlangsamen. Durch Zusatz von Nitroglyzerin kann die Verbrennung gesteigert werden; fügt man aber dem Gelatinegemisch indifferente Mittel hinzu, wie Fette, Kampfer, Vaselin, so gelingt es dieselbe zu vermindern. So hat man denn außerordentlich verschiedene Kombinationen im Gebrauch; die Grundsubstanz von allen ist aber das Celluloſenitrat oder die Schießbaumwolle.

V. Einer besonderen Erwähnung bedarf noch die Arbeitsleistung unserer Infanterie- und Artilleriegeschoße, für deren Berechnung das Studium der thermochemischen Verhältnisse die sichere Grundlage schafft. Denn die Explosion sowohl des schwarzen, als des rauchlosen Pulvers im Gewehrlauf und in der Kanone ist ihrem ganzen Wesen nach eine Oxydation, also eine exotherme Reaktion mit positivem Wärmeeffekt. Diese Wärmemenge läßt sich für einen Stoff, dessen Zerfall bekannt ist, berechnen, und zwar geschieht das der Bequemlichkeit halber mit molaren Größen. Die molekulare Wärmetönung (E) ist gleich der Bildungswärme der Reaktionsprodukte (Q_2), vermindert um die eigene Bildungswärme (Q_1). Laut Gleichung (III) für die Explosion der Schießbaumwolle zerfällt das Molekel in 12 Mol C O_2, 12 Mol C O, 6 Mol H_2 O, 8,5 Mol H_2 und 5,5 Mol N_2. Die Elemente (H und N) haben die Bildungswärme 0, kommen also nicht in Betracht. Kohlendioxyd, Kohlenmonoxyd und Wasser sind exotherme Bildungen mit der Wärmetönung:

$$C + O = CO + 28 \text{ Kal},$$
$$C + O_2 = CO_2 + 96 \text{ Kal},$$
$$H_2 + O = H_2O + 68 \text{ Kal}.$$

Die Bildungswärme der Reaktionsprodukte (Q_2) ist also $12 \cdot 96 + 12 \cdot 28 + 6 \cdot 68 = 1896$ Kal. Die Bildungswärme für Schießbaumwolle (Q_1) ist berechnet worden zu 910 Kal. Es ist also

$$E = Q_2 - Q_1 = 1896 \text{ Kal} - 910 \text{ Kal}$$
$$= 986 \text{ Kal}.$$

Diese 986 Kal des Grammols, oder 0,863 Kal der Grammeinheit sind, in mechanische Arbeit umgerechnet (1 Kal = 427 mkg) = 421 022 mkg pro Mol und 368,5 mkg pro 1 gr Schießbaumwolle. —

Und nun zu unserem „schweizerischen Infanteriegewehr 1911"! Die Pulvermenge, welche die Patronenhülse in sich schließt, beträgt 3,2 Gramm, ca. 3200 Pulverblättchen, die nach der Explosion 26 L Raum einnehmen. Die entwickelte Wärmemenge ist 2,760 Kal,

die einer Energie von 1178 mkg gleichkommen. Der Ladedichte 0,8 (3,2 gr in 4 ccm Hülsenraum) würde eigentlich der Druck von mehr als 25000 Atm. pro qcm entsprechen. Er wird natürlich nicht Wirklichkeit, weil ja das Geschoß weicht. Dieses selbst besteht aus einem Bleikern mit vernickeltem Stahlmantel, ist 2,3 gr schwer, und hat eine scharfe Spitze zur Ueberwindung des Luftwiderstandes.

Die vom Blättchenpulver entwickelte Energiemenge wird nun verschieden umgesetzt: Ungefähr ein Drittel wird dazu benutzt, dem Geschoß seine Geschwindigkeit mitzuteilen, die an der Mündung des Gewehrlaufes 805 m beträgt. Durch die vier nutenartigen Züge, welche vom Geschoßlager zur Mündung gehen, den sogenannten Drall, wird das Geschoß in rotierende Bewegung versetzt und zwar macht es in der Sekunde 2981 Umdrehungen; den Gewehrlauf selbst durcheilt es in $\frac{1}{120}$ sek. und um der Kugel diese Schnelligkeit mitzuteilen, wirken unterdessen auf sie 3000 Atm. Druck. Bei jedem Schuß wird der Gewehrlauf beträchtlich erwärmt, wofür fast ein Viertel der oben genannten Energie aufgewendet wird. Die Hauptmenge aber (ca. 42 %) geht an der Mündung des Gewehres unverbraucht verloren, teils in den heißen Pulvergasen, teils in dem Knall. Daß bei dem Umsatz in mechanische Arbeit ein so großer Teil wertlos verschwindet, ist nichts außerordentliches. In den besten Dampfmaschinen werden bekanntlich nur 10 bis 20 % der im Dampf steckenden Wärmeenergie in Arbeit umgewandelt. Man sagt dann: Der Wirkungsgrad oder Nutzeffekt sei 20 %. In unserem Falle ist er sogar 33 %, das beste Resultat in der großen Reihe der Umsetzungen von chemischer Energie.

Ueber Geschütze der schweizerischen Artillerie fehlen mir genaue Angaben. Wir können uns aber von der Arbeitsleistung der großen Geschosse eine Vorstellung machen nach folgenden Zahlen, die ich dem Werk „Die Technik im zwanzigsten Jahrhundert" von Mithe (III. 15.) entnehme:

Eines der größten Krupp'schen Geschütze ist der Typ L 40, der ein Kaliber von 30,5 cm, eine Rohrlänge von 50 Kalibern = 15 m hat und Geschosse von 440 kg abfeuert, die mit der Geschwindigkeit von 865 m/sek. die Mündung verlassen. Das Geschoß enthält demnach in diesem Moment keine kinetische Energie, die durch den Ausdruck $^1/_2 \times m \times w$ gegeben ist, worin w die Geschwindigkeit in Metern in der Sekunde, m die Masse, geteilt durch die Schwerebeschleunigung von 9,81 m pro Sekunde ist; also $\frac{440}{9{,}81} \times \frac{865^2}{2} = 17000000$ m-kg, oder 17000 m-t. Das Geschoß hätte, von der Sprengladung natürlich abgesehen, etwa die gleichen zerstörenden Wirkungen wie ein D-Zug von 430 t mit einer

Geschwindigkeit von 90 km/st., wenn er auf ein Hindernis stößt. Nur konzentrieren sich die Wirkungen beim Geschoß auf eine kleinere Fläche. Die äußeren Zerstörungen des Geschosses sind aber noch größer, weil beim D-Zug ein Teil seiner Wucht sich nach innen richtet.

Um dem Geschoß auf dem kurzen Wege durch den Lauf diese gewaltige Menge von kinetischer Energie mitzuteilen, sind auch gewaltige Kräfte erforderlich. Der Weg durch den Lauf legte das Geschoß in $^1/_{30}$ sek. zurück. In dieser kurzen Zeit wurde also die Beschleunigungsarbeit von 17 000 000 mkg geleistet. Und daher wird die Leistung der Kanone unverhältnismäßig größer sein als die der D-Zug-Maschine. Sie berechnet sich zu $\frac{17\,000\,000}{\frac{1}{30} \times 75} = 7\,000\,000$ PS. Aber auch der durchschnittliche Wert des Druckes, womit das Geschoß im Lauf vorwärts getrieben wird, berechnet sich zu 1100 000 kg, oder 1500 Atm. auf jeden qcm Durchmesser zählenden Geschosses.

Das sind wohl die größten Leistungen, die durch menschliche Kräfte, freilich nur auf kurze Zeit konzentriert, erzeugt werden können. Bedauerlich ist nur, daß diese großartigen Erfolge der modernen Chemie und Technik dem Zerstörungswerk dienen müssen.

Um eine Königin.

Von Dr. Rob. Stäger, Bern.

(Nachdruck verboten.)

Lange, lange hatte der Winter das Lächeln der Frühlingssonne nicht aufkommen lassen, und wenn sie sich einmal anschickte, den Mund doch ein wenig zu verziehen, so warf ihr der griesgrämige Alte Schneeflocken und Graupeln ins jugendfrische Antlitz. Aber endlich hielt die Verkünderin eines neuen Lebens trotz alledem den siegreichen Einzug in die Welt und von allen Hängen ertönten die Osterglocken.

Es war der erste warme Sonntag im April. Ein wunderbarer Glanz in der Luft und auf den Saaten. Zitronenfalter in auffallendem Gelb flatterten über die Gartenbeete. Den braunen Boden des Laubholzwaldes bedeckten von Zeit zu Zeit oasenähnliche große Flecken des weißblühenden Windröschens (Anemone nemorosa) und jeder Schritt in dem dürren, raschelnden Buchenlaub scheuchte Scharen flüchtender Wolfs-Spinnen auf.

An den Rand des Waldes zog es mich, dorthin, wo der Sonne ausgesetzt, Prachtsexemplare von Eichen ihre allerdings jetzt noch winterlich kahlen Aeste wie kräftige Männerarme in die blaue Luft empor-

reckten. Dort gab es auch aller Verwesung lange Zeit trotzende Stümpfe geschlagener großer Bäume, umgeben vom lichten Gesträuch und Blattfall. Und diese Stümpfe waren eigentlich das Hauptziel meiner heutigen Exkursion. Sie bildeten sozusagen die Rücklehne des Thrones meiner Königin und um der Königin willen war ich ausgezogen am ersten Sonntag des Lenzes. Ich wußte, daß auch sie die Sonne um alles liebte, und daß sie ihretwegen die winterlichen Gemächer der Tiefe verlassen würde, um sich gewissermaßen in der Veranda ihres Palastes aufzuhalten. Noch mehr! Ich wußte auch, daß sie in diesen ersten warmen Frühlingstagen noch ziemlich „verschlafen" sein würde und mit ihr alle ihre Untertanen und ihr ganzes gewaltiges Kriegsheer. Und das war für mein Vorhaben ungemein günstig. Vorhaben? Sprechen wir offen: ich war für dieses Geschöpf so sehr in heißer Zuneigung entbrannt, daß ich fest entschlossen war, sie zu rauben, mitten aus ihrem Volk heraus, möchte es kosten, was es wolle und sie mit mir fortzuführen. Daheim bei mir sollte sie allen Gefahren des Stadtlebens enthoben in einem schmucken künstlichen Haus einzig mir und ihrem Volk leben, aber mir dabei kein Geheimnis ihres Lebens vorenthalten.

Nachdem ich dem geneigten Leser so viel von meinen Plänen verraten, darf ich ihm auch den Namen meiner Angebeteten nicht mehr verheimlichen, da ihm dann Vieles klarer werden wird. Waldameise nennt sie das gemeine Volk, Formica rufa die Gelehrten. Ich muß mich indessen gegen beide Benennungen entschieden wehren.

Nicht alles, was man so schlechtweg Waldameise heißt, ist Formica rufa. Unter dem Ausdruck Waldameise gehen verschiedene Rassen, und ich beanspruche für meine Holde den Namen Formica truncicola Nyl., d. h. die Baumstrunkbewohnende, weil sie mit Vorliebe ihre unregelmäßigen, zum Teil flachen Nester in Anlehnung an einen Strunk baut. Dem Aussehen nach unterscheidet sie sich von der gewöhnlichen Formica rufa durch ihre größere Helligkeit, da der Kopf zum größten Teil, der ganze Rücken mit dem Stielchen und die vordere Hälfte des ersten Hinterleibsegmentes hellrot ist. Bei rufa ist nur der Thorax und das Stielchen rot, während der Kopf größtenteils und der ganze Hinterleib schwarz erscheint. Lange wollte es mir nicht gelingen, einen ihrer Paläste zu erspähen, obwohl alte Strünke genug vorhanden waren. Aber ein Liebhaber muß Ausdauer besitzen. Was bewegt sich denn dort auf der noch zum Teil gut erhaltenen Schnittfläche jenes Eichenstumpfs? Zwei, drei, vier kleine Spaziergänger in der truncicola = Tracht! Da kann die Ameisenstadt nicht mehr fern sein. Da wölbt sich ja am Fuß des Strunks die flache, aus Knospenschuppen, entzweigebissenen

dürren Krautſtengeln, Kiefernadeln und Laubreſten gebildete Kuppe des unregelmäßigen Neſtes. Ich beuge mich darüber. Eine Anzahl Arbeiter ſchleppen Hölzer, zwanzigmal ſo groß wie ſie, mit ihren zangenförmigen Mandibeln herbei und legen ſie zur Vergrößerung des Baues hierhin und dorthin. Ich vermiſſe das haſtige, wimmelnde Leben des Sommers. Alle Bewegungen ſind noch gemeſſen, zum Teil träge. Angriffsluſtig ſind die Tiere auch noch nicht. Kaum eines ſtellt ſich in „Fechterpoſition" und weiſt mir die Kiefer. Die Gelegenheit zum Königin-Raub wäre günſtig — aber die Geſuchte hält ſich nicht auf der Oberfläche des Neſtes auf. Es kann vorkommen, aber es iſt Zufall, und auf den verlaſſe ich mich dieſes Mal nicht. Vielleicht iſt ſie immerhin in den oberflächlichen Schichten des Neſtes, um die Wirkung der Sonnenſtrahlen zu erfahren. Aber auch in dieſem günſtigſten Fall gilt es zu handeln. Ich reiße das Neſt kurz entſchloſſen mit einem kleinen Handſpaten auseinander, wobei mir ein hunderlfacher Sprühregen von ätzender Ameiſenſäure entgegenſtäubt. Im nächſten Moment haben ſich mir auch die Kiefer von Hunderten von Arbeitern in die oberflächlichen Schichten der Haut eingehackt, — aber es gibt kein Zurück mehr. Scharf beobachte ich jeden Winkel des Neſtinnern, und das Schickſal iſt mir hold. Mit königlichen Geberden und einer Körperfülle, die einer Landesmutter gut anſtehen, bewegt ſich die Geſuchte inmitten ihres aufgeregten Volkes. Ein raſcher Griff mit den Fingern und ſie iſt mein. Zwei weitere Königinnen entwiſchen nur unter Wurzelwerk.*) Die erbeutete Königin wandert raſch auf den Grund einer kleinen Blechdoſe mit abſchraubbarem Deckel, die ich mit mir führe und in die ich mit der nächſten Handbewegung noch eine größer Anzahl Arbeiter ſamt dem Neſtmaterial hineinwiſche. Sofort wird der Deckel aufgeſchraubt, die Hände und Kleider von den anhaftenden kleinen Teufelchen geſäubert und heimwärts geht es mit dem Raub, voll Spannung auf die Ereigniſſe, die da kommen werden.

Unſern Vorſätzen wollen wir treu bleiben. Volk und Königin ſollen es bei uns ſchön und gut haben. Ihr Haus iſt ſchon gebaut. Formicarium heißt die Villa. Bald iſt ſie aus reinlichem blendendweißem Gips hergeſtellt, bald präſentiert ſie einen wahren Criſtall-Palaſt aus purem Glas. Gips-Formicarien und Glas-Formicarien ſind die beiden Hauptſyſteme, die zur Beobachtung des Ameiſenlebens angewandt werden. Jenes heißt auch Janet-, dieſes Lubbock-Neſt. Das Glas-Neſt iſt weiter nichts, als ein ſehr flaches Käſtchen mit Glasboden und Glasdeckel,

*) Es ſind in den Haufen der Farmica rufa ſchon bis 60 Königinnen gefunden worden.

das nicht über das Format 20×25 cm hinausgehen soll. Der Abstand zwischen Boden und Deckel beträgt 8—10 mm. Das Gypsnest, von gleichen Dimensionen, ist aus Gips gegossen. Nur der Deckel besteht aus Glas. Es gibt dann eine Anzahl verschiedener Kombinationen und Abänderungen, die hier nicht ausführlich besprochen werden können. Praktisch wichtig ist, daß die Nester, ob aus Glas oder Gips, durchlochte Seitenwände haben, die nach der Besiedelung mit Pfropfen geschlossen werden. (Schluß folgt.)

Literatur.

Aufgaben für den Rechenunterricht an Sekundar- und Mittelschulen, wie auch an kaufmännischen und gewerblichen Fortbildungsschulen im Anschlusse an das Lehrbuch für das praktische Rechnen von V. Kopp, Professor der Kantonsschule. II. Teil für mittlere und obere Klassen. Luzern, Verlag von E. Haag, 1915.

Mit Genugtuung werden alle Lehrer, die bereits das treffliche Lehrbuch und den I. Teil der Aufgabensammlung von Prof. Kopp benutzen, auch das Erscheinen dieses II. Teiles registrieren. Eine eingehende Würdigung des ganzen Werkes (Lehrbuch und Aufgabensammlung) vorbehaltend, seien nur einige markante Züge im Aufbau dieser Sammlung hervorgehoben. Der Verfasser erkennt als Ziel des Rechenunterrichtes auf der Stufe der Sekundar- und Mittelschule: Befähigung zur Lösung der vielfachen Aufgaben des bürgerlichen und geschäftlichen Lebens und Förderung der Denkkraft des Schülers.

Dieser Doppelaufgabe wird die Sammlung vollauf gerecht. Ein enormes Material aus dem Gebiet des kaufmännischen und bürgerlichen Rechnens ist in den einschlägigen Kapiteln zu praktischen Aufgaben zusammengestellt worden, die dem Lehrer eine solche Fülle an wohl gewählten Aufgaben bieten, daß er ganz nach Wunsch eine passende Auswahl treffen kann.

Daneben konstatieren wir, daß auch die Abschnitte über Verhältnisse und Proportionen den nötigen Raum beanspruchen. Aufgaben aus diesem Gebiete sind sehr geeignet, den Schüler im Denken zu fördern, und gerade darin versagen die Aufgabensammlungen so oft! Die 23 Seiten, welche das Kapitel Verhältnisse und Proportionen beansprucht, zeigen, daß der Verfasser sich von einer eingehenden Behandlung des Begriffes der Proportionalität für die formale Bildung des Schülers mit Recht viel verspricht. In Verbindung mit der klaren Darstellung, die der Verfasser in seinem Lehrbuch dieser Materie gibt, wird der Lehrer mit diesen Aufgaben bei seinen Schülern einen vollen Erfolg erzielen.

Eine willkommene Bereicherung bedeutet der Abschnitt „Graphische Abbildung". Und die Tabellen, Formulare und Kursblätter im Anhang vermehren ebenfalls die Brauchbarkeit. Alles in allem muß gesagt werden, daß durch vorliegendes Aufgabenheft ein gediegenes, praktisches Werk für den Rechenunterricht an unsern Mittelschulen seinen Abschluß gefunden hat. Besonders hervorheben wollen wir noch, daß der Verfasser immer wieder schweizerische Verhältnisse berücksichtigt und so auch den staatsbürgerlichen Unterricht zu fördern sucht. Hoffentlich gelingt es mit Kopp's Rechenwerk auch an den Schulen, die immer noch ausländische Bücher für notwendig halten, ein nationales Erzeugnis einzuführen. Es wird nur im Interesse dieser Schulen sein. Dr. Th.

Die nächste Nummer erscheint am 1. Sept. Redaktionsschluß am 18. August.

Nummer 6. 1. Sept. 1915

Mittelschule

Beilage zur „Schweizer-Schule“

Schriftleitung: Dr. A. Theiler, Luzern

Mathematisch-naturwissenschaftliche Ausgabe

Inhalt: Ferienwanderungen. — Um eine Königin (Schluß). — Skizzen und Modelle im pflanzenkundlichen Unterricht. — Ist die Rauschbeere wirklich giftig?

Ferienwanderungen.

Von Dr. A. Theiler.

Es hieße „Eulen nach Athen tragen“, wollte ich noch viel über den hygienischen und erzieherischen Wert von größern Wanderungen mit Schülern sagen. Eine reiche Literatur ist bereits vorhanden, die uns in allen Tönen ihre Vorteile anpreist.

Das Wandern auf Schusters Rappen durch Gottes schöne Welt ist wieder in Schwung gekommen bei Groß und Klein, bei Reich und Arm, trotz unserer modernen, großartigen Verkehrsmittel. Und gibt es überhaupt etwas Schöneres, als mit leichtem Ränzel unter Sang und Klang in Gesellschaft von Kameraden durch die Gaue unserer lieben Heimat zu wandern, am rauschenden Bergbach sein einfaches Mahl zu kochen und auf Heu oder Stroh sein müdes Haupt zum erquickenden Schlaf hinzulegen? Wer den eigenartigen Reiz solcher Wanderungen nicht nachempfinden kann, dessen Körper und Seele sind nicht mehr gesund.

Gewiß hat man schon früher Wanderungen ausgeführt. Es gibt wohl keine Schule mehr, die nicht ihren obligaten Schulspaziergang hätte, der sie an diese oder jene historische Stätte oder auf den einen oder andern aussichtsreichen Berg führte. Aber mit diesen ein- bis mehrtägigen Promenaden, die gewöhnlich mit allerlei Exzessen, vor allem im Genuß von Alkohol und Nikotin verbunden sind, haben unsere Wanderungen nichts zu tun. Wir wollen sie vielmehr so einfach und natürlich als nur möglich gestalten.

Anhand von zwei Wanderungen, die ich in den Sommern 1914 und 1915 in Gemeinschaft mit einem lieben Freunde durchgeführt habe, möchte ich meine Erfahrungen darlegen. Vielleicht stoßen diese Ausführungen bei Kollegen auf Interesse, und wenn sich gar ein kleiner Meinungs-

austausch über den Wert von Ferienwanderungen daraus ergeben würde, so könnte dies der Sache nur dienen.

Anregung zu meinen Fahrten fand ich weniger in den vom Basler Lehrer Rudin oder auch von Lehrern anderer Schulen mit ganzen Kompagnien und darum auch mit mehr oder weniger kompliziertem Apparat durchgeführten Ferienwanderungen als vielmehr in den abstinenten Jugendwanderungen des „Wandervogels". Dieser Bund, von der Jugend selbst gegründet und organisiert, führt jedes Jahr, besonders in den Frühlings- und Sommerferien, mehrtägige, ja sogar mehrwöchentliche Wanderungen durch, die vor allem das Gepräge der Einfachheit und darum auch der Billigkeit in der Durchführung zeigen. Gelegentlich wird auch ein Standquartier gewählt, von wo aus Fahrten in die Nähe unternommen werden.

Wir wandern also in kleinen Gruppen. Die Teilnehmerzahl 20 dürfte das Maximum des Zulässigen erreichen, die Zahl 15 das praktische Mittel darstellen. In diesen Zahlen ist bereits die Leitung inbegriffen.

Die relativ geringe Zahl von Teilnehmern bietet große Vorteile, was Verpflegung und Quartier anbelangt. Jeder Wanderer trägt in seinem Rucksack außer dem nötigsten Ersatz an sauberer Wäsche und wärmeren Kleidungsstücken (Mantel oder Pelerine) eine wollene Decke mit sich. Für die Ausrüstung haben wir uns mit etlichen kleinen Abänderungen an die vom „Wandervogel" aufgestellte Norm gehalten und sind dabei sehr gut gefahren. Dauert die Fahrt mehr als etwa 5 Tage, so schickt jeder Teilnehmer zu seiner Entlastung ein Paket mit sauberer Wäsche an eine Poststelle, wo er es später in Empfang nehmen kann. Die Last auf dem Rücken darf nicht zu groß werden. Je eine Gruppe von 3—4 Schülern versieht sich auch mit dem nötigen Näh- und Putzzeug. Möglichst viele elektrische Taschenlampen sind erwünscht. Die Leitung wird auch eine kleine Apotheke nicht vergessen.

Die Quartierfrage, die bei größern Gesellschaften Schwierigkeiten bietet, gibt uns nicht viel zu schaffen. Vielleicht haben wir für den ersten Abend vorsorglich ein Lager auf Stroh in einem trockenen Stall, in einer Scheune, in einem Tanzsaal oder Schulzimmer besorgt. Dann aber wandern wir weiter unbekümmert, wo wir am Abend unser müdes Haupt zur Ruhe legen mögen. Ein freundliches Wort, ein Gesang aus frischer Kehle öffnet uns das gastliche Haus eines Bauern oder die Alphütte eines Sennen, und bald sind wir im Preise einig. Mehr als 30 Rp. pro Person haben wir für das Nachtlager auf Stroh oder Heu selten bezahlt.

In der Verpflegung herrscht möglichste Einfachheit. Zwei Kochkessel aus Aluminium, eine Kelle und das nötige Putzzeug sind das einzige Küchengerät, das infolge seiner Leichte mit Vergnügen mitgetragen wird. Die Lebensmittel werden jeden Tag eingekauft und auf die verschiedenen Rucksäcke verteilt. Während Morgen- und Abendessen gewöhnlich im Quartier bereitet und eingenommen werden, wird das Mittagessen bei gutem Wetter ins Freie verlegt. Unter den schattigen Wipfeln eines Wäldchens bei einem frischen Quell wird die Feldküche aufgeschlagen. Bald prasselt ein lustiges Feuer und schon nach kurzer Zeit ruft der Koch das ersehnte Wort: „Zum Fassen!" in die Runde. Das Mittagessen besteht gewöhnlich aus einer Maggisuppe, genügend Brot und Käse sowie Tee. Zur Abwechslung werden auch Reis und Teigwaren verwendet. Oft bringt es der Koch fertig, je nach der Jahreszeit ein Früchtekompott zu spendieren, eine Aufmerksamkeit, die mit besonderem Dank quittiert wird und sicherlich für das Wohlbefinden der Wanderer von nicht geringer Bedeutung ist. Zum Morgenessen gibt man $^3/_4$ Liter Cacao oder heiße Milch mit Brot, und das Nachtessen ist ungefähr eine zweite Auflage des Mittagessens, wobei natürlich für Abwechslung am selben Tage Sorge zu tragen ist. Brauch ich in der heutigen Zeit noch zu sagen, daß Alkohol und auch Nikotin von unseren Fahrten ganz ausgeschlossen sind? Hingegen dürfte auffallen, daß wir im allgemeinen eine fleischlose Kost vorziehen. Unsere Beobachtungen zeigen, daß auf Wanderungen der Genuß von Fleisch nur das lästige Durstgefühl erzeugt, dem dann durch ständiges Wassertrinken entgegengearbeitet werden muß. Daß bei genügender Verwendung von Käse und Milch ein Eiweißmangel in der Ernährung eintrete, ist auch kaum zu fürchten. Nur bei besonders großen Leistungen, auf langen Märschen oder bei starkem Anstieg werden auch Zwischenmahlzeiten eingeschoben, die dann aus Brot und Käse oder Obst bestehen.

Die Leitung einer solchen Gruppe kann nötigenfalls von einem einzigen Lehrer besorgt werden. Es ist aber sehr wertvoll, wenn sich zwei Erwachsene in die Arbeit teilen. Der eine besorgt hauptsächlich die Geldgeschäfte und verschafft jeden Abend das Nachtquartier. Der andere ist Küchenchef. Es ist selbstverständlich, daß alle Arbeiten von den Teilnehmern auszuführen sind. Dabei halte ich jede Reglementiererei als vom Uebel. Der echte Geist, der die ganze Familie beseelen muß, sorgt dafür, daß jeder seine Pflicht tut, ohne daß ihm jedesmal befohlen wird. Allfällige Drückeberger, die es überall gibt, müssen natürlich rechtzeitig erkannt und von ihrem Egoismus geheilt werden. Ohne Zwang wird so ein sozialer Gedanke in die Tat umgesetzt. Und um es hier

gleich zu ſagen: Ich meine, dieſe Wanderungen, nach der ſtrengen Schulzeit gewöhnlich bei Beginn der Ferien durchgeführt, dienen in erſter Linie der Erholung und Stärkung von Leib und Seele. Darum ſoll der Verkehr zwiſchen Lehrer und Schüler kameradſchaftlich ſein und der lehrhafte Ton zu Hauſe gelaſſen werden. Hingegen iſt es ſelbſtverſtändlich, daß ganz zwanglos da und dort am paſſenden Orte Beobachtungen über die Natur, an Pflanzen, Tieren und Menſchen gemacht werden und daß Bemerkungen über Geſchichte und Volkskunde ſich einflechten. Nicht vergeſſen dürfen wir die Pflege des Volksliedes, das uns einen eintönigen Weg verkürzt oder die müden Glieder in einen ſichern Taktſchritt und dem erſehnten Quartier entgegen bringt.

Auf dieſer Baſis ſind die beiden Wanderungen durchgeführt worden, die ich in ihrem Verlauf noch kurz ſkizzieren möchte. Am 21. Juli 1914 brachen wir, 11 Schüler, meiſt von der II. Klaſſe des Gymnaſiums, alſo im Alter von 13—14 Jahren und 2 Lehrer, von Luzern auf, um hauptſächlich dem untern Berneroberland einen Beſuch abzuſtatten. Die Eiſenbahnfahrt ging bis Wiggen. Dann wanderten wir über Marbach, Schangnau und den Schallenberg nach Thun. Der 2. Tag führte uns nach einem erquickenden Bad im Thunerſee über Spiez nach Frutigen. Der nächſte Tag wurde wegen ganz ſchlechten Wetters zu einem unfreiwilligen Raſttage gemacht. Am 4. Tag gings der Engſtligen entlang nach Adelboden und über den Hahnenmoospaß nach der Lenk im obern Simmental. In St. Stefan fanden wir ein paſſendes Quartier. Von dort führte der Weg andern Tages das Tal hinaus nach Zweiſimmen, wo unſer ein Dutzend Päcklein mit Wäſche auf der Poſt warteten, und über den Jaunpaß ins freiburgiſche Jaun. Der kommende Sonntag war Ruhetag an dieſem idylliſchen Orte, der gerade Kirchweih feierte. Am Montag wanderten wir über den Neuſchelspaß an den Schwarzſee und nach Plaffeien. Von dort gings am 8. Tag über Guggisberg und Schwarzenburg nach Bern. Ein Tag wurde der Landesausſtellung gewidmet, und dann fuhren wir am 9. Tag mit der Bahn glücklich zu Muttern zurück.

Dies Jahr glaubte ich wegen der ſchweren Zeit auch die Wanderung etwas einſchränken zu müſſen. Immerhin leiſteten wir uns doch noch 7 Tage. Unſere Teilnehmerzahl betrug diesmal 16. Am 27. Juli gings per Schiff nach Alpnachſtaad. Am erſten Tage durchwanderten wir die Idylle des Obwaldnerländchens und gelangten bis Meiringen. Der 2. Morgen ſah uns in der Aareſchlucht. Am Nachmittag, nachdem ſich das Wetter aufgehellt hatte, gings am Reichenbachfall vorbei im Angeſicht des Roſenlauigletſchers auf die große Scheidegg hinauf. Von

dort war am kommenden Morgen mit Leichtigkeit der Gipfel des Faulhorns in rund 4 Stunden zu erreichen. Eine Fernsicht, die zwar durch den Nebel etwas behindert war, entschädigte uns immerhin sehr für die Mühe. Der Abstieg erfolgte nach Grindelwald. Ein richtiger Landregen hinderte uns tags darauf über die kleine Scheidegg zu gehen, und so wanderten wir wieder einmal das Tal hinaus nach Zweilütschinen und hinauf nach Lauterbrunnen. Noch gleichen Abends wurden die Trümmelbachfälle, die durch den Besitzer des gleichnamigen Hotels aufs bequemste zugänglich gemacht worden sind, besucht. Mehr als nur eine Entschädigung für die entgangene kleine Scheidegg bot uns am nächsten Tag der Aufstieg über Gimmelwald nach Mürren. In vollem Glanze lag das ganze Jungfraumassiv vor uns. Strahlend brach auch der erste August an und machte uns den Vaterlandstag zu einem wahren Erlebnis. Am Morgen gings das waldige Tal hinaus gen Interlaken und hierauf den Brienzersee entlang. Bei Niederried fand sich der passende Kochplatz am Ufer. Ein frisches Bad und ein kräftiges Mahl stärkten uns für weitere Strapazen. Um 5 Uhr abends erst begannen wir den Aufstieg auf den Riedergrat bei Oberried. Wie man den Wald hinauf kommt, schweift der Blick auf das Tal der Aare mit den beiden lachenden Seen. Immer weiter reicht das Auge. Jenseits des Brienzersees kommen über der Faulhornkette die Spitzen der gewaltigen Bergesriesen, vom Finsteraarhorn weg über Wetterhorn, Eiger, Mönch, Jungfrau bis zur Blüemlisalp hinunter zum Vorschein. Immer höher geht's empor auf steilem Pfade. Es beginnt zu dunkeln. Da leuchtet am Abhang des Faulhorns ein Höhenfeuer auf; ein zweites erscheint bei Brienz. Und wie wir, in all' die Schönheit unseres lieben Vaterlandes versunken, schon bei einbrechender Nacht den Grat überschreiten, da leuchtet's aufs neue von den umliegenden Alpen her. Wir steigen im Dunkel der Nacht auf die nächste Alp hinunter. Das war der 1. August, der auf meine Buben einen nachhaltigen Eindruck gemacht hat. Mit einer Rede oder passenden Vorlesung hätte ich die Stimmung nur verderben können; die Rede blieb denn auch ungehalten, und die Vorlesung kam nicht aus dem Rucksack heraus. Müde legten wir uns nieder, im Stillen nochmals das schöne Erlebnis des heutigen Tages überschauend und dem Vaterland heilige Treue gelobend. Der Tag der Heimkehr führte uns durch das Ursprungsgebiet der Emme, dann hinüber ins Entlebuch, wo wir in Schüpfheim den Anschluß an den Zug fanden.

Wir leben in einer Zeit, in der wir fühlen, wie notwendig es ist, daß unsere Jugend national denken lernt. Staatsbürgerlicher Unterricht, Erziehung auf nationaler Basis sind die Losungsworte. Möglichst vielen

jungen Leuten ihr Vaterland auf einfachen Ferienwanderungen zeigen, ihnen die Schönheit desselben vor Augen führen, heißt auch einen praktischen Beitrag zu dieser eminent wichtigen Frage liefern. Das können unsere Wanderungen vermitteln; denn sie sind außerordentlich billig. Um den erstaunlich geringen Betrag von Fr. 1.60 – 1.80 pro Tag und Teilnehmer (Essen, Schlafen und allfällige Fahrten inbegriffen) läßt sich auch in der jetzigen teuren Zeit auskommen. Und diese Kosten können auch von weniger bemittelten Schülern aufgebracht werden.

Freilich das wichtigste Erfordernis kann man mit Geld nicht erkaufen. Es gehören Leiter mit jugendlichem Idealismus zu solchen Fahrten. Diesen aber winkt ein hoher Gewinn, und ich begreife nun einen lieben Kollegen an einer ostschweizerischen Kantonsschule, wenn er mir seiner Zeit versicherte, daß solche Schülerwanderungen regelmäßig wie ein Gesund- und Jungbrunnen auf seine schulmüden Nerven wirken.

Um eine Königin.

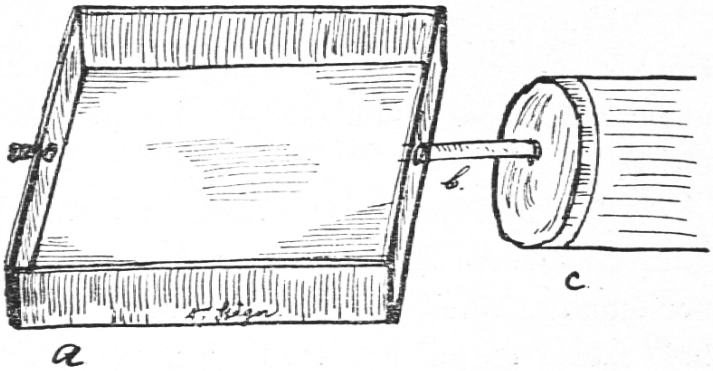
Von Dr. Rob. Stäger, Bern.

(Nachdruck verboten.)

(Schluß.)

Nun aber zu dieser Besiedelung des künstlichen Nestes selber! Wir haben unsere Büchse samt Inhalt gut von der Exkursion heimgebracht und wünschen, Ameisen samt Nestmaterial in das Formicarium versetzt zu sehen, um unsere Beobachtungen mit Gemächlichkeit vornehmen zu können. Man hat eine Menge Wege eingeschlagen, denn die Sache ist nicht so leicht, wenn man nicht riskieren will, daß die Ameisen in unserer Wohnung herumspazieren. Ich mache es so: in den Deckel der Fangbüchse (oder wenn es auch ein Korb in einem Fangglas ist) bohre ich ein rundes Loch von derselben Größe, wie das Loch in den Seitenwänden des Formicariums, und nun stelle ich die Kommunikation zwischen beiden Behältern vermittelst eines Glasröhrchens her. Die Insassen der Fangbüchse können nun durch die Röhre in das Formicarium gelangen. Ob sie wollen? Es gibt Mittel, sie dazu anzuregen. Ich befeuchte das künstliche Nest mit Wasser. Das genügt oft allein schon, da es den vielen Insassen in der Büchse bald zu trocken wird. Ich helfe noch mit etwas Zucker, den ich in das Formicarium streue. Die Ameisen lieben Süßigkeiten über alles. Wenn mein Fanggefäß aus Glas ist, kann ich auch das künstliche Nest verdunkeln und das Fangglas dem grellen Licht aussetzen; dann flüchten die Gefangenen in die Dunkelheit. Einzelne Nachzügler erfaßt man endlich mit Finger oder Pinzette und setzt sie in ihre neue Wohnung über.

Die Waldameisen, die ihre Nester aus allerlei Pflanzenresten bauen, vergessen bei dem Umzug gewöhnlich nicht, auch das Nestmaterial mitzuschleppen und es ist ein interessanter Anblick, Arbeiter hinter Arbeiter ihre Miniaturbalken mitschleppend, durch das Verbindungsröhrchen ziehen zu sehen. Nimmermüde beginnen die kleinen Baumeister gleich nach dem Umzug das mitgebrachte Material im Formicarium zu schichten und hierhin und dorthin zu transportieren, bis es den Gesetzen ihrer Baukunst entspricht. Diese Art Tätigkeit ist jedermann aus der freien Natur bekannt. Aber die Formicarien bieten uns Gelegenheit, noch weiter in die Geheimnisse des Ameisenlebens einzudringen. Interessant ist die Kampfstellung. Wenn ich auf den Glasdeckel des künstlichen Nestes klopfe, verlassen die Tiere augenblicklich ihre friedliche Beschäftigung und werden wutentbrannte Krieger. Dabei stellen sie sich auf die drei Beinpaare aufrecht. Die Kiefer werden wie Greifzangen weit geöffnet und der Hinterleib sichelförmig zwischen den Beinen nach vorn gekrümmt. Die Waldameisen haben keinen Stachel wie andere Arten, wohl aber eine leistungsfähige Giftblase in der Analöffnung, die ihren ätzenden Inhalt weit spritzen kann. Zuerst wird der Eindringling mit den scharfen Kiefern bearbeitet und dann das Gift in die Wunde gespritzt. Dem Menschen schadet diese Applikation freilich nichts, wohl aber kleinen Geschöpfen aus dem Insektenreich, die schon bei der bloßen Berührung mit dem Gift betäubt werden. Es wäre eine interessante Aufgabe für einen Chemiker, dieses Gift, das unmöglich bloße Ameisensäure sein kann, einer gründlichen Analyse zu unterwerfen. Aufgefallen ist mir bei meiner Formica truncicola die oft bis zu 2 Minuten anhaltende regungslose Kampfstellung, wobei kein Fühler bewegt wird. Ich möchte diese Position die „Fechterstellung" nennen. Man weiß, daß bei rasch eintretendem Tod, z. B. im Kampf, die Starre so urplötzlich eintreten kann, daß der Krieger noch im Tode aufrecht dasteht, als lebte er noch. Bei rasch tötlich verlaufender Cholera hat man ähnliche Erscheinungen konstatiert und die daraus resultierende Stellung die Fechterstellung genannt. Die Zorn- oder Kampfstellung der Ameisen ist sicher auch eine Art Starre, freilich nicht Totenstarre; das Tier lebt ja, sondern eine Art Katalepsie, wie das Sichtotstellen vieler anderer Insekten, die allerdings, wenn nötig, sofort in Aktivität übergehen kann.



a) Glas-Formicarium. — b) Verbindungsröhrchen. c) Fangbüchse.

Schon mehr poſſierlich ſind die Stellungen bei der „Toilette“ der Ameiſen. Ganz auf der Höhe der modernen Hygiene, haben ſie ſowohl auf die perſönliche Reinigung als auf die Reinigung des Neſtes und der Brut ein ſcharfes Auge.

Kaum ins Neſt verſetzt, beſeitigen ſie ſchon allen Unrat und alle Abfälle, die etwa Schimmelbildung veranlaſſen könnten. In eine beſtimmte Ecke des Formicariums bringen ſie auch alle toten Kameraden unter.

Die Selbſtreinigung beſteht in einem minutenlangen Belecken aller nur erreichbaren Teile des Körpers, wobei die verſchränkteſten Stellungen vorkommen. Bald ſteht das Tierchen auf 2, bald nur auf 1 Beinpaar, bald hängt es ſich wie ein Turner an die Hinterfüße, zieht das Abdomen hoch, verdreht den Kopf uſw.

Mit größter Sorgfalt werden die Fühler behandelt. Zu deren Reinigung iſt ein beſonderer, der ſog. tibiotarſale Putzapparat der Vorderbeine ausgebildet, der eine Art Doppelbürſte vorſtellt. Immer und immer wieder werden die Fühler zwiſchen dieſen „Bürſten“ hindurchgezogen, was ungefähr ſo ausſieht, wie wenn ein langer Schnurrbart durch die Finger gezogen wird.

Streue ich meiner Ameiſenkolonie etwas Zucker ins Neſt, kommen ſofort einige Inſaſſen herbei und lecken an der ſüßen Speiſe. Sind ſie geſättigt, eilen ſie davon, aber nicht in „egoiſtiſchem“ Behagen, ſondern ihren „Mitbrüdern“ davon mitzuteilen. Das geſchieht nun derart, daß die geſättigte Ameiſe den Zuckerſyrup aus dem Kropf wieder in den Mund aufſteigen läßt und die zu fütternde Genoſſin ihren Teil mit der Zunge aufleckt. Dabei ſtehen beide Ameiſen halb aufrecht und ſchlagen ſich während der ganzen Zeit der Fütterung mit ihren Fühlern ſchnell auf die Köpfe.

Es iſt immer ein hochintereſſantes Schauſpiel, Zeuge dieſer hochentwickelten ſozialen Inſtinkthandlung zu ſein.

So viel und noch weit mehr kann man ſchon an einer Schar Arbeiter in dem künſtlichen Neſt beobachten. Wollen wir aber auch ergründen, wie das kleine Staatengebilde wächſt und ſollen die Arbeiter in ihrer Beſchäftigung nicht erlahmen, ſo bedürfen wir der Königin. An der Landesmutter liegt alles. Daher unſere Bemühungen um eine ſolche, die wir glücklich ſchon bei unſerer erſten Exkurſion fanden. Sie marſchierte gravitätiſch faſt mit den erſten Vorpoſten aus der Fangbüchſe durch das Verbindungsröhrchen in das blendendweiße Gips-Formicarium und machte da den erſten Rundgang in den künſtlichen Hallen. Es ſchien ihr ſo gut zu gefallen, daß wir ſofort durch ein Ereignis überraſcht

wurden, auf das viele lange Zeit vergebens warten. Kaum war nämlich die Königin eingezogen, kam es zur Ei-Ablage. Wir konnten mit der Lupe den Vorgang genau verfolgen. Das Tier kauerte ſich in eine Ecke, den Kopf und den Thorax geſenkt, den Hinterleib zwiſchen den Beinen nach vorn gekrümmt, ſo daß deſſen Spitze faſt die Kiefer berührte. Es trat dann raſch Ei um Ei aus, während eine Anzahl Arbeiter um die Königin herum ſich zu ſchaffen machten, ihren Leib mit den Fühlern betrillerten und ſie beſtändig beleckten. Ob ſich die Mutter ſelber mit den Kiefern die Eier abnahm, wie z. B. von Eſcherich behauptet wird, vermag ich nicht zu ſagen. Mir ſchien, daß die Eier am Boden abgeſtreift wurden. Jedenfalls lag ein Häuflein von ca. 30 Eiern zu einem Paket vereinigt am Boden, als die Königin die Stelle verlies.

Später entdeckte ich einen Arbeiter mit einem einzigen Ei zwiſchen ſeinen Kiefern, das er herumſchleppte. Tags darauf war wieder ein kleines Convolut von weißen, ellipſoidiſchen Eiern vorhanden. Die Arbeiter transportieren beide Pakete bald dahin, bald dorthin, wohl um ſie den Augen des Beobachters zu entziehen. Nach einigen Tagen war nur noch ein einziges Bündel zu ſehen, aber ein viel größeres, das wohl 40—50 Eier enthielt. Die beiden Bündel mußten zu einem einzigen vereinigt worden ſein. Die Eier ſchienen ſehr gut aneinander zu kleben, was vielleicht dem häufigen Belecken ſeitens der Arbeiter zu verdanken iſt.

Wenn ich die Kolonie beunruhige, ergreift ein Arbeiter mit weit aufgeriſſenen Mandibeln das ganze verhältnismäßig große Eibündel und flüchtet mit ihm zwiſchen das Neſtmaterial, den Verbindungsgang oder zwiſchen einen dichten „Volkshaufen“ hinein. Die Königin hält ſich viel bei den Eiern auf, und anderſeits wird ſie, wohin ſie immer geht, von Arbeitern begleitet, die eine Art „Palaſt- und Ehrenwache“ bilden.

Aus den Eiern werden ſpäter Larven, reſp. bein- und augenloſe Maden hervorgehen, und dieſe ſpinnen ſich noch ſpäter zu Beginn des Puppenſtadiums einen Kokon, aus dem dann die ausgebildeten Imagines ſchlüpfen. Was das Volk „Ameiſen-Eier“ nennt, ſind die Puppen, von denen wir ſoeben ſprachen. Die Eier ſind viel viel kleiner. Vierzig bis fünfzig Eier zuſammen ſind kaum ſo groß, wie eine einzige Puppe, abgeſehen von der total verſchiedenen Beſchaffenheit derſelben.

Vorderhand bleiben wir bei den Eiern ſtehen. Wenn das Glück mir weiter hold iſt, werden wir die ganze Metamorphoſe in dem kleinen Gipsneſt weiter beobachten können und wir werden auch nicht verfehlen, den freundlichen Leſer über unſere weitern Erfahrungen zu unterrichten,

vorausgesetzt, daß ihn der bisherige Verlauf des „Ameisenromans“ angesprochen hat.

Falls ich den einen oder andern der „Mittelschul“-Leser aber gar zur Selbstbeobachtung des Ameisenlebens sollte angeregt haben, würde es mir zur großen Freude gereichen. Der Verfasser könnte sogar mit einigen gut durchzuluftenden Glas-Nestern zu Selbstkostenpreis nachhelfen. Für den Anschauungsunterricht in der Schule müßten Formicarien nebst Aquarien und Terrarien geradezu begeisternd auf die lernende Jugend wirken.

Skizzen und Modelle im pflanzenkundlichen Unterricht.

Ein Kapitel aus der Broschüre: „Pflanzenkunde in Lebensnähe“
von Dr. J. J. Herzog, Zug.

Sollen schöne Vorstellungen einen tiefen und nachhaltigen Eindruck in der Seele bewirken, dann müssen sie erfahrungsgemäß die Sinne während einer angemessenen, nicht allzu kurzen Zeit und mit gehöriger Intensität beeinflussen. Ein wirkungskräftiges und andauerndes Verweilen bei einem Gegenstande wird aber in idealer Weise erreicht durch eine einfache graphische Darstellung des Objektes, eine Skizze. Diese ist imstande, einen Gegenstand dem Vorstellungsvermögen des Kindes nahe zu rücken; sie vermittelt mit hoher Sicherheit ein scharfes und richtiges Sehen, sowie ein möglichst vollkommenes Erfassen der vorliegenden Dinge. In dem Vermögen aber, die Klarheit der Auffassung zu steigern, beruht eigentlich der Vollwert des gesamten Anschauungsunterrichtes, denn, was nützen alle die herrlichen Veranschaulichungsmittel, wo die Sinne nicht ausgebildet und fähig sind, Eindrücke in reiner Klarheit aufzunehmen und unverfälscht in die Tiefen der Seele hineinzuleiten. Daraus geht unzweideutig hervor, wie wichtig eine gute Anleitung zu einem richtigen Sehen und scharfumgrenzten Auffassen der Dinge ist, und welche Bedeutung somit dem Skizzieren im Unterrichte beigemessen werden darf.

Zum Ueberflusse möge noch auf einen einschlägigen Gedanken hingewiesen werden, den Diesterweg in folgende Worte gefaßt hat: „Man lernt eben nur durch Zeichnen sehen und es ist gewiß, daß, wer eine Stunde zeichnet, mehr für seine Anschauungskraft gewinnt, als wer 10 Stunden bloß sieht.“ Ist diese Behauptung auch etwas stark, so enthält sie doch einen goldenen Kern, und wir finden daher die Forderung neuer Methodiker begreiflich, daß man der graphischen Darstellung auch im

Botanikunterricht einen Ehrenplatz einräumen muß. Das kann und soll umso eher geschehen, als man dadurch einem natürlichen Tätigkeitstrieb des Kindes ein fruchtbares Arbeitsfeld darbietet, ein in der Seele begründetes Wollen auf ideale Pfade führt und so dem Lernenden eine neue und lautere Quelle der Freude eröffnet. Ein ernstes Skizzieren vermag nebstdem auch einen wohltuenden ethischen Einfluß auszuüben. Die zeichnerische Darstellung eines Pflanzenteils, und wäre es nur eine Skizze des einfachsten Blattes, verlangt eine genaue Beobachtung. Der Zeichner muß seine Sinne, welche so leicht von Gegenstand zu Gegenstand überspringen, unter die eiserne Herrschaft des Willens stellen. Er muß sie zwingen, so lange beim darzustellenden Objekte zu verharren, bis er ein deutliches Vorstellungsbild als treues Besitztum seines Geistes gewonnen hat. So vermag ein wohlgeleitetes Skizzieren also auch einen kleinen Beitrag zu leisten zur Willensstählung, welche in unserer weichlichen, rückgratlosen Zeit nötig genug ist.

Nach dem Gesagten dürften nun kaum mehr Zweifel bestehen an dem Nutzen und an der Notwendigkeit eines mit Ernst und Maß durchgeführten Skizzierens im botanischen Unterrichte. Legen wir uns nun die Frage vor: Was soll durch Skizzen festgehalten werden? Selbstverständlich können da nur Erscheinungen in Betracht kommen, welche würdig sind, dem Wissensinhalte der Schüler eingefügt zu werden. Bei vielen Pflanzen, welche zur Betrachtung gelangen, stoßen wir auf Verhältnisse, welche von hoher Bedeutung sind, ihrer Kleinheit wegen aber leicht übersehen werden. Diese kann man skizzieren, damit sie dadurch mehr als beim bloßen Anschauen in den Vordergrund treten. Hieher gehören z. B. unansehnliche Kelchblätter und Kronformen, interessante Gestalten und Verwachsungsverhältnisse bei Staubgefäßen, kleine Fruchtknotenfächer, Samenanlagen und Samen, merkwürdige Haarformen u. dgl. Vollständige Pflanzen wird man, soweit es sich wenigstens um höhere Gewächse handelt, selten graphisch darstellen, weil der dadurch erreichbare Wissensgewinn der angewandten Mühe kaum entsprechen dürfte. „Die Darstellung kennzeichnender Teile ist nützlicher, als der ganze Naturgegenstand; denn der Naturgegenstand birgt zumeist eine solche Fülle von Einzelheiten, daß sie als Gesamtheit kaum bemerkt, geschweige klar gesehen werden. Außerdem sind die einzelnen Teile auch häufig nicht groß genug, um im Gesamtbild deutlich hervortreten zu können. Und endlich wird gerade durch die Darstellung einzelner Teile dem Schüler am leichtesten der Zusammenhang zwischen Lebensweise und Körperbeschaffenheit ersichtlich.“ *) Hat man Erscheinungsformen klarzulegen,

*) Burger, Die Skizze im naturgeschichtlichen Unterrichte der Volksschule. Mit 108 Skizzen-Beispielen. Brixen, Preßvereins-Buchhandlung.

welche man aus dieſem oder jenem Grunde nicht vorzeigen kann, ſo iſt eine naturgetreue Skizze unbedingt notwendig. Ebenſo kann von einem Skizzieren nie und nimmer abgeſehen werden bei der Behandlung anatomiſcher Verhältniſſe. Auf den oberen Stufen unſerer Mittelſchulen muß dem Zeichnen nach mikroskopiſchen Präparaten eine gebührende Aufmerkſamkeit geſchenkt werden können. Sehr leicht und oft kann man feſtſtellen, wie oberflächlich und gedankenarm vielfach die Schüler in das Mikroskop hineinblicken, wenn ſie nicht angehalten werden, das, was ſie darin beobachten, in einer Skizze wiederzugeben.

Nachdem wir nun wiſſen, warum und was ſkizziert werden ſoll, wollen wir uns noch zu orientieren ſuchen über das ſachgemäße Vorgehen beim Anfertigen botaniſcher Zeichnungen. Maßgebende Methodiker verlangen: erſtens das korrekte Vorzeichnen durch den Lehrer, zweitens das wiederholte Nachbilden und ſelbſtändige Skizzieren von Seite der Schüler.

Das Vorzeichnen hat den Zweck, die Raumverhältniſſe des Objektes durch eine große Figur möglichſt deutlich hervortreten zu laſſen, ſo daß alle Schüler ſie leicht und klar auffaſſen und nachſkizzieren können. *)

Beim Skizzieren nach Blumen und Früchten empfiehlt ſich ein ausgiebiger Gebrauch von Farben. Dieſe kann man entweder in Uebereinſtimmung bringen mit der Naturfarbe des darzuſtellenden Gegenſtandes oder aber nach einem beſtimmten Grundſatze ſchematiſch anwenden. Die letztere Methode wird beſonders in den Vordergrund geſtellt in dem prächtig ausgeſtatteten Lehrbuch der Botanik von L. Stelz und Dr. H. Grede. **) In dieſem findet man nicht nur prächtige Geſamtbilder, ſondern auch ſehr ſchöne erklärende Farbenſkizzen von Einzelteilen. In dieſen Skizzen ſind die Blumenkronblätter bez. Perigone durchwegs rot gefärbt, die Kelchformen grün, die Staubgefäſſe gelb und die Stempel blau. Auf dieſe Weiſe wird eine hohe Ueberſichtlichkeit der mannigfaltigen Formverhältniſſe erreicht.

*) Schöne Vorlagen als Wegleitung beim Skizzieren an der Wandtafel bieten die „Zeichenſkizzen zum naturkundlichen Unterricht nach biologiſchen Grundſätzen". Bearbeitet von Franz Engleder. I. und II. Heft. Die Skizzen ſind weiß auf ſchwarzem Grund, analog der Tafelzeichnung beim Unterrichte. Kommiſſionsverlag von Max Kellerers Hof-, Buch- und Kunſthandlung, München.

**) Lehrbuch dee Pflanzenkunde für höhere Schulen. I. Teil. Text von Prof. L. Stelz und Prof Dr. H. Grede. II. Teil. Erklärende Farbenſkizzen von Prof. L. Stelz und Abbildungen, gezeichnet von Prof. L. Stelz. Leipzig und Frankfurt a. M.. Keſſelringſche Hofbuchhandlung (E. v. Mayer). — NB. Der II. Teil bietet dem Lehrer herrliche farbige Vorlagen zu Wandtafelſkizzen.

An das Vorzeichnen des Lehrers schließt sich das Nachskizzieren der Schüler an. Letztere prägen sich dabei manche Form exakter ein; ein vollklares Bild von der ganzen Figur des darzustellenden Organs oder Organteils wird aber durch das bloß einmalige Nachzeichnen nicht in allen Fällen erreicht. Daher schließt sich an das erste Nachbilden oft noch eine wiederholte Darstellung aus dem Gedächtnis. So entwickelt sich im Schüler eine sachgetreue Auffassungskraft. Um diese noch zu steigern, ermuntere man gelegentlich die jungen Botaniker, selbständige Skizzen nach einfachen Formen fertigzustellen. Eine Zeichnung, welche direkt nach der Natur angefertigt wird, verdient den Vorzug gegenüber einer bloßen Kopie. Die eine wie die andere Arbeitsform aber führt den Schüler nach und nach zu einer klaren Auffassung aller ihn umgebenden Objekte, erhöht gleichzeitig seine Fertigkeit im Zeichnen und garantiert ihm dadurch eine Tüchtigkeitssteigerung, welche ein wertvolles Kapital bedeutet für seine ganze Zukunft. Hören wir noch zwei gewichtige Stimmen über Bedenken, welche sich da und dort dem Skizzieren im Botanikunterricht entgegen setzen. Dr. Lay schreibt in seiner Methodik des naturgeschichtlichen Unterrichtes:

„Man wird wohl von verschiedenen Seiten einwenden, dieses Zeichnen sei zu schwer und nehme zu viel Zeit in Anspruch. Es ist aber zu erwidern: Die aufgewendete Zeit wird durch die schärfere Auffassung und durch die tiefere Einprägung der Vorstellungen reichlich ersetzt. — Freilich muß man die hohe Bedeutung einer gebildeten Anschauung schätzen gelernt und sich vom didaktischen Materialismus im naturgeschichtlichen Unterrichte losgesagt haben, und die Zeichnungen müssen der Zeichenfertigkeit der Schüler angepaßt und leicht, schematisch, gehalten werden, die Elemente der schematischen Figuren kommen aber schon in jedem methodischen Schreibunterricht als Grundbestandteile der Buchstaben zur Einübung. In allen untern Schuljahren muß im Anschauungsunterrichte schon auf die leichte zeichnerische Darstellung gehalten werden. Der Zeichenunterricht, welcher in besonderen Stunden erteilt wird, kommt in der Naturgeschichte zur praktischen Anwendung; wo aber noch kein Zeichenunterricht eingeführt ist, da sollte dem Zeichnen, schon weil es eine so hohe Bedeutung für das praktische Leben hat, im naturkundlichen Unterricht erst recht die Aufmerksamkeit zugewendet werden."

Weitere Worte möge uns Professor Rosenthal leihen: „Noch immer ist die Ansicht verbreitet, das Zeichnen gehöre zu den schönen Künsten und könne, wie Malen, nur von denen gelernt werden, welche besondere Anlagen dazu haben. Das ist ganz falsch. Zeichnen kann eine Kunst

sein; an und für sich ist es nur ein Mittel, Gedanken auszudrücken, dient also als Mittel zur Mitteilung wie die Sprache. Man kann gewisse Begriffe besser durch Zeichnen mitteilen als durch Worte. Zeichnen lernen heißt also das Vermögen zur Darstellung von Gedanken vermehren, heißt die Kunst des Schreibens auf ein neues Gebiet ausdehnen, wohin die letztere allein sich nicht erstreckt. Aus demselben Grunde also, aus welchem wir schreiben lernen, müssen wir auch zeichnen lernen. Es unterlassen, weil wir nicht das Talent haben, schön zu zeichnen, ist ebensowenig begründet, als wollten wir nicht schreiben lernen, weil wir keine Kalligraphen werden können."

Die Zitate dürften genügen, um wenigstens einige Bedenken und Vorurteile gegen das pflanzenkundliche Skizzieren zu zerstreuen. Wenden wir also dem vortrefflichen Unterrichtsmittel auf allen Schulstufen nach Maßgabe der dazu verfügbaren Zeit die gebührende Aufmerksamkeit und Pflege zu. Einige schematische Vorder-, Seiten-, Ober- und Unteransichten, sowie einzelne Quer- und Längsschnitte sollten in jeder Schule, wo man sich mit Pflanzenkunde befaßt, in einer einfachen, kunstlosen Skizze festgehalten werden können. Wo die Zeit es gestattet, mag auch die Heranziehung von Blütendiagrammen in Erwägung gezogen werden. „Wohl kann der Unterricht der Volksschule auch ohne Gebrauch der Skizze bestehen; allein dann muß der Lehrer größere Mühe aufwenden, um entsprechende Erfolge zu erzielen. Größere Mühe ist in diesem Falle unnütze Mühe, unnütze Mühe aber ist Vergeudung der Arbeitskraft." (Burger).

Nicht selten begegnet der Lehrer beim Versuch, gewisse biologische Erscheinungen durch Wort und Bild klarzulegen, noch Schwierigkeiten, welche sich auffallend leicht beseitigen lassen, wenn übersichtliche Modelle zur Verfügung stehen. Besonders kleine und kompliziert gebaute Blüten, gewisse Gewebe und Zellformen, sowie einzelne Vorgänge im Leben der Pflanze können durch zweckentsprechende Einrichtungen der Anschauung näher gebracht werden. Ich halte vorzüglich jene Modelle für lehrreich, welche die Nachahmung gewisser Tätigkeiten gestatten, z. B. Konstruktionen, welche das Oeffnen und Schließen der Spaltöffnungen veranschaulichen, das Strömen der Säfte im Stamme darstellen oder interessante Bestäubungsvorgänge nachahmen lassen. Solche Modelle können von den Lehrmittelhandlungen bereits in ansehnlicher Auswahl bezogen werden unter dem Namen „bewegliche Wandbilder", „biomechanische Modelle" und „Funktionsmodelle".*) Eine große Bedeutung besitzen ferner Modellierungen exotischer Kulturgewächse, weil letztere nicht überall in natura vorgezeigt werden können. In den Handel kommen besonders

*) Bezugsquelle: Louis Buchhold, Naturwissenschaftl. Institut, München.

Laubblatt-, Blüten-, Frucht- und Zweigmodelle, u. a. Darstellungen vom Kaffee-, Oel-, Feigen- Orangen- und Zitronenbaum, vom Tee- und Pfefferstrauch, von Palme, Zuckerrohr, Mais und Reis. Die Bedeutung von derartigen Veranschaulichungsmitteln erreicht meines Erachtens den Höhepunkt in den Handelsschulen und kaufmännischen Bildungsanstalten, wo die angetönten und ähnliche Pflanzen eingehender behandelt werden müssen. Der zukünftige Staatsbürger und Kaufmann soll doch erfahren und studieren, was er als Ergänzung der heimatlichen Produkte auf dem Weltmarkte beziehen muß. Nebst den Modellen von höheren Nutzpflanzen mögen Nachbildungen von eßbaren und giftigen Pilzen in empfehlende Erinnerung gebracht werden. — Von Vorteil für den Unterricht wäre es, wenn einzelne einfache Konstruktionen von den Schülern oder Lehrern selbst hergestellt werden könnten. Sind diese auch nicht so schön ausgeführt, wie die Artikel unserer Lehrmittelfabriken, so verdienen sie oft den Vorzug wegen ihrer hohen Einfachheit.

Bei aller Würdigung des Modellierens im biologischen Unterrichte muß stets Klarheit darüber herrschen, daß es sich nie in den Rang eines Unterrichtsziels setzen darf, sondern nur die Rolle eines mehr nebensächlichen Unterrichtsmittels spielen soll. Indessen vermag eine richtige, nicht übertriebene Pflege desselben dem Gesamtorganismus der Pflanzenkunde etwelche anziehende Lebensfrische und angenehmen Wechsel zu verleihen.

Ist die Rauschbeere (Vaccinium uliginosum) wirklich giftig?

Wenn auch die volkstümliche Benennung „Rauschbeere", wie es scheint, für alle mitteleuropäischen Vacciniumarten und auch für Empetrum gebraucht wird, bezieht sich dieser Name in erster Linie doch auf Vaccinium uliginosum. Von ihr gibt z. B. Steiger in seiner Flora des Kantons Luzern an: „In Menge genossen etwas betäubend," und ich erinnere mich sehr gut, daß ich als Student, gestützt auf diese Angabe, mich wohl hütete, die hellblauen Beeren zu genießen. Die „Verdächtigkeit" der Moorbeere, wie das Sträuchlein auch sonst genannt wird, hat sich durch die Literatur weitergeschleppt; freilich ist es den Chemikern und Pharmakognosten nie gelungen, irgend einen giftigen Bestandteil zu isolieren. 1908 hat Nevinny in der Zeitschrift für Hygiene diese Frage untersucht und ist zu dem Ergebnis gekommen, daß die Früchte von Vaccinium uliginosum absolut unverdächtig sind und, wie das vielerorts auch geschieht, ähnlich wie die bekannte Heidelbeere, unbedenklich als Beerenobst genossen werden können.

Woher aber stammt dann der irreführende Name „Rauschbeere", und wie ist die nächste Verwandte unserer Heidelbeere in den schlimmen Verdacht gekommen?

Zwei Möglichkeiten scheinen vorzuliegen. So wie heute noch in vielen Gegenden aus Heidelbeeren ein starker Schnaps bereitet wird, der z. B. bei heftigen Durchfällen ausgezeichnet wirkt, stellte man auch aus den Früchten von Vaccinium uliginosum alkoholische Getränke dar. In Ostsibirien und Rußland wird aus den Rauschbeeren ein starker Branntwein bereitet. In Norwegen wird durch Vergähren der Beeren eine Art Wein gewonnen. Es wäre nun möglich, daß die Wirkung dieser alkoholischen Getränke auf die Pflanze selbst übertragen wurde und in der Bezeichnung Rauschbeere ihren Ausdruck gefunden hat. Wahrscheinlicher aber scheint mir eine andere Erklärung.

Nach dem deutschen Wörterbuch von Weigand ist „Rausch" der alte Name für die Preisselbeerstaude, die nächste Verwandte der Moorbeere. Die Straßburger „Gemma" von 1505 hat „rusch" in der Bedeutung von Heide, oder was wir heute noch im Dialekt schlechtweg als „Brüsch" bezeichnen. Unter „Brüsch" versteht man in der Schweiz zunächst Calluna vulgaris, das Heidekraut, dann auch wohl die fleischfarbene Heide, Erica carnea, endlich eine genau bestimmte Pflanzengenossenschaft. „Brüsch" wird von Weigand, der das Wort als Bezeichnung für den Mäusedorn, Ruscus aculeatus angibt und die schweizerische Dialektbedeutung nicht zu kennen scheint, abgeleitet von italienisch-spanisch brusco und rusco und der lateinischen Grundform ruscum und ruscus. Die früher gebräuchliche Form „rusch" würde also genau unserm „brüsch" entsprechen und ebenfalls eine Pflanzengenossenschaft charakterisieren. Damit wäre auch erklärt, warum die Früchte mehrerer Vertreter der Zwergheide als Rauschbeeren benannt werden. Hierher gehört dann sicher auch die Bezeichnung „Almrausch" für die Alpenrose in Bayern und Nordtirol.

Rusch und Risch bedeuten auch Binse und vielleicht ist die Grundbedeutung abzuleiten von rauschen, Geräusch machen wie windbewegte Blätter, strömendes Wasser, weil gerade „Brüsch" eine Pflanzenformation darstellt, die trockene Heide, die sehr auffallend knistert und rauscht, wenn man bei einigermaßen trockenem Wetter durch sie schreitet. Ortsnamen wie Risch, Rüschlikon sind wohl so abzuleiten, wenn nicht etwa ältere Formen eine andere Etymologie verlangen. In Flühli, im Entlebuch gibt es eine Lokalität „Rischli" und von diesem Landbesitz wird eine Familie „Rischler" genannt.

Unsere Rauschbeere hat also mit einem Alkoholrausch gar nichts zu tun, ebensowenig mit Gift und ist das unschuldige Opfer einer verfehlten Etymologie geworden. Rauschbeere ist in ihrer ursprünglichen Bedeutung nicht mehr verständlich gewesen, und deshalb wurde eine Anlehnung gesucht wie z. B. beim Murmeltier, das mit „murmeln" gar nichts zu tun hat, sondern auf „murem montis" zurückgeht. Beigefügt sei noch, daß die Rausch- oder Moorbeere im Entlebuch den wenig poetischen Namen „Schnuderbeeri" oder „Munibeeri" hat.

Dr. P. E. Scherer.

Die nächste Nummer erscheint am 13. Okt. Redaktionsschluß am 30. Sept.

Nummer 7. 14. Okt. 1915

Mittelschule

Beilage zur „Schweizer-Schule“

Schriftleitung:
Dr. A. Theiler, Luzern

Mathematisch-naturwissenschaftliche Ausgabe

Inhalt: Vom Föhn. — Naturgeschichte und Mathematik. — Wie geschieht die natürliche Aussäung der Eibe. — Literatur.

Vom Föhn.

Von Dr. C. Kunz, Schlieren.

I.

Es ist nun gerade ein halbes Jahrhundert verflossen, da sich über der Frage nach dem Ursprung und Wesen des Föhns, dieser interessanten und auffälligen meteorologischen Erscheinung in den nördlichen Alpentälern eine äußerst lebhafte wissenschaftliche Fehde entspann. Nicht nur die Meteorologen, sondern auch die Geologen nahmen damals an dem Streite teil, der eine ganze Literatur von Streitschriften über diesen merkwürdigen Wind zur Folge hatte. Man darf schon sagen: kein Phänomen im Gebiete der Meteorologie ist Jahrzehnte lang Gegenstand so eingehender Untersuchungen und bezüglich seiner Entstehung so umstritten gewesen, wie der Schweizerföhn. Es mag daher nicht unangebracht sein, das fünfzigjährige Jubiläum der Föhntheorie, wie sie sich aus jenem wissenschaftlichen Streite in der Folgezeit herausbildete, durch eine kurze historische Darstellung ihrer Entwicklung zu „begehen“.

Es sei uns gestattet, Tschudis prächtige Beschreibung der Erscheinungen, unter denen der Föhn in den Alpentälern auftritt, an den Anfang unserer Betrachtungen zu setzen: „Am südlichen Horizont zeigt sich leichtes Schleiergewölk über den Bergspitzen (heute unter dem Namen der „Föhnmauer“ bekannt!), die Sonne geht am stark geröteten Himmel bleich und glanzlos unter. Noch lange glühen die Wolken in den lebhaftesten Purpurfarben. Die Nacht bleibt schwül, taulos, von einzelnen kälteren Luftströmungen strichförmig durchzogen, der Mond hat einen rötlichen, trüben Hof. Die Luft erhält den höchsten Grad von Klarheit und Durchsichtigkeit, so daß die Gebirge viel näher erscheinen; der Hintergrund nimmt eine bläulich violette Färbung an. Von ferne her tönt das Rauschen der obern Wälder, die Bergbäche tosen mit größerer Schmelzwasserfülle

weithin durch die ſtille Nacht; ein unruhiges Leben ſcheint überall rege zu werden und dem Tal ſich zu nähern. Mit einigen heftigen Stößen, die beſonders im Winter, wo er ungeheure Schneefelder beſtreicht, erſt kalt und rauh ſind, kündet ſich der angelangte Föhn an, worauf plötzlich tiefe Stille der Lüfte folgt. Um ſo heftiger brechen die folgenden heißen Föhnfluten ins Tal und ſchnellen oft zu raſenden Orkanen an, die zwei bis drei Tage mit abwechſelnder Gewalt herrſchen, die ganze Natur in unendlichen Aufruhr verſetzen, Bäume brechen, Felsſtücke losreißen, die Waldbäche auffüllen, Häuſer und Ställe abdecken — ein Schrecken des Landes. In den Talteilen, die der ſüdlichen Bergmauer zunächſt liegen, wütet der Föhn gewöhnlich am heftigſten."

Ein ſo überaus merkwürdiger Wind mußte Gegenſtand wiſſenſchaftlicher Unterſuchungen werden, ſobald auch in der Schweiz die Meteorologie anfing, ſich auf eigene Füße zu ſtellen. Den Anſtoß zu dem oben erwähnten wiſſenſchaftlichen Streite gab aber damals nicht ein Meteorologe, ſondern ein Geologe: Eſcher von der Linth in Zürich. Er ſtellte als erſter eine Föhntheorie auf. Nach dieſer ſollte der Föhn der Wüſte Sahara entſtammen; denn ein ſo außerordentlich warmer und ungemein trockener Wind, wie dieſer, mußte ſeinen Urſprungsort weit im Süden der Schweiz haben. Und als Südwind konnte er nur aus Nordafrika, aus der Wüſte Sahara ſelber, dem Inbegriffe größter Hitze und Trockenheit, kommen. Dieſer Gedanke mußte ſich Eſcher noch um ſo leichter aufdrängen, da er mit einem Male ein gewaltiges Rätſel zu löſen ſchien: die Urſache der Eiszeit! Eſcher wies auf die enormen Wirkungen dieſes Windes auf die winterlichen Schneelager in den Alpen hin — ſchmilzt doch der Föhn in zwölf Stunden 60 cm Schnee und in vierundzwanzig Stunden gerade ſo viel wie die Sonne in vierzehn Tagen! — betonend, daß, wenn dieſer Wind ausbliebe, die Schneegrenze allmälig wieder in die Tiefe ſteigen müßte, was eine neue Vergletſcherung unſeres Landes zur Folge hätte. Zur Eiszeit war nach damaliger Meinung die Wüſte Sahara ein gewaltiges Binnenmeer. Es konnte von dorther ſomit nur eine feuchte, kühlere Luftſtrömung kommen, die, weil ſie viel Feuchtigkeit mit ſich führte, in den Alpen zu ſtarken Schneefällen Veranlaſſung gab, was wiederum einem Anwachſen der Gletſcher ungemein förderlich ſein mußte. Würde anſtelle der Saharawüſte wieder ein Meer treten, ſo bliebe der Föhn, dieſer Schneeſchmelzer par excellence, abermals aus, denn es könnte von der Waſſerfläche nicht mehr, wie jetzt vom brennend heißen Wüſtenboden, ein warmer trockener Luftſtrom aufſteigen, um zeitweiſe als Föhnwind die Kämme der Alpen zu überſchreiten. In doppelter Weiſe trüge demnach die

Sahara, wenn an ihre Stelle ein Binnenmeer träte, zum Anwachsen der Schneemengen in den Alpen bei: indirekt durch das Ausbleiben des Föhnes und dann direkt durch das Auftreten einer feuchten Windströmung an deſſen Stelle.

Im Neuenburger Déſor fand Eſcher von der Linth einen eifrigen Anhänger ſeiner Theorie. Erſterer ſah nun in der Sahara direkt den großen Regulator unſeres Klimas; denn war ſie Waſſer bedeckt, ſo ward die Gletſcherbildung übermäßig ſtark, bei ihrer Trockenlegung jedoch „iſt unſer Klima ein für ſeine geographiſche Lage und Höhe des Bodens ausnahmsweiſe bevorzugtes."

Außer Déſor ſtellten ſich in der Folgezeit die bedeutendſten Geologen auf die Seite Eſchers; ſo unter anderem ganz entſchieden auch der berühmte Leyell, welcher ſogar ſeine frühere Eiszeittheorie nach den Anſichten des Zürchers änderte. Mittlerweile hatte ſich nämlich Eſcher, um die Richtigkeit ſeiner Theorie darzutun, mit Déſor und Martins aus Montpellier in den algeriſchen Teil der Sahara begeben und dort eine Menge foſſiler Muſcheln gefunden, die jetzt noch im Mittelländiſchen Meere leben. Damit war der Beweis erbracht, daß ſich die Sahara erſt in geologiſch junger Zeit vom Meeresboden zur Wüſte umgewandelt hatte.

Nun ergriffen die Meteorologen das Wort. So zuerſt der Altmeiſter der Meteorologie: Dove. Er wies nach, daß Luft, welche über Afrika aufſteige, zufolge der Rotation der Erde gar nicht nach Europa, zu den Alpenkämmen gelangen könne, ſondern nach Oſten, in die Gegend des Schwarzen Meeres abgelenkt werde und dort herabſteige. Er beſtritt auch die Trockenheit und Wärme des Föhnwindes; denn die ihn oft begleitenden ſtarken Niederſchläge bewieſen, daß es eher ein feuchter Wind ſei. Unter Berückſichtigung der ablenkenden Kraft der Erdumdrehung müſſe deshalb ſein Urſprung nicht in der Wüſte Sahara, ſondern im atlantiſchen Ozean, in Weſtindien geſucht werden. „Europa iſt daher der Kondenſator für das Karaibiſche Meer und wird nicht durch die Sahara geheizt." In einem an Déſor unterm 2. Januar 1865 gerichteten Briefe hielt er daran feſt, daß der Föhn aus Weſtindien und nicht aus Nordafrika ſtamme.

Der Behauptung Doves, es ſei der Föhn kein trockener, ſondern vielmehr ein feuchter Wind, trat in einer Rektoratsrede zu Bern der Schweizer Meteorologe Wild entgegen. Er wies darin auf eine Reihe von Erfahrungstatſachen hin, welche ſich durch die bisherigen Föhnbeobachtungen in der Schweiz ergeben hatten, ſo die überaus ſtarken Temperaturanſtiege und außerordentliche Erniedrigung der relativen Feuchtig-

tigkeit. Wiederum ließ sich Dove vernehmen, der, seine Theorie jetzt etwas modifizierend, zugab, daß unter gewissen Umständen Luft der Saharagegend die Alpenkette erreichen und sich dann als trockener Wind bemerkbar machen könne. Aber der Föhn der Schriftsprache sei und bleibe vorwiegend feucht und entstamme daher, wie er schon früher dargetan, nicht der Wüste Sahara, sondern Westindien. Auf dieser Ansicht beharrte er. Damit sei auch die Eiszeittheorie Eschers von der Linth unhaltbar geworden. Darauf erfolgte wiederum eine Entgegnung durch Wild; Dove jedoch gab auf diese keine Antwort mehr. Somit blieb der Streit vorderhand unentschieden. Der gewaltige Föhnsturm vom 23. September 1866, der sein Bereich bis an den Juraabhang ausdehnte und sich dort bemerkbar machte, bevor er in den eigentlichen nordalpinen Tälern auftratt, lenkte von neuem die Aufmerksamkeit auf diesen merkwürdigen Wind. Es war nun L. M. Dufour in Lausanne, der in einer wundervollen Monographie: „Recherches sur le Fœhn du 23 septembre 1866 en Suisse", Luftdruck, Luftbewegung, Temperaturverhältnisse, Feuchtigkeit der Luft und Niederschlagsverhältnisse vor, während und nach jenem Föhn eingehend untersuchte, ohne indessen eine neue Föhntheorie aufzustellen oder die bereits angeführten Erklärungsversuche zu kritisieren.

Die endgültige Lösung der Föhnfrage kam dann von einer dritten, der wissenschaftlichen Fehde bisher ferngebliebenen Seite: von Hann in Wien. Er wies nach, daß der Föhn nichts anderes ist als ein Luftstrom, der dann entsteht, wenn sich auf der Linie zwischen dem Golf von Biskaja und Irland eine barometrische Depression, also ein Gebiet niedrigen Luftdruckes, einstellt. Diesem strömt die Luft nördlich der Alpen zu; sie wird gleichsam aus den nordalpinen Tälern ausgepumpt. Zu deren Ersatz strömt nun Luft vom Südabhang der Alpenkette über die Pässe, gelangt beim Herabsteigen in die Tiefen der nördlichen Alpentäler unter höheren Druck und erwärmt sich dabei unter Volumenverminderung. Auf diese Weise erklären sich die spezifischen Eigenschaften des Föhnes: seine auffallende Wärme und Trockenheit. Beides ist somit die Folge seines Herabkommens von den Alpenkämmen auf der Nordseite der Alpen und nicht aus der Ferne, weit aus südlichen Gegenden, mitgebracht. Die Richtigkeit der Hann'schen Theorie wurde dann durch die Existenz des Nordföhns im Süden der Alpen aufs schönste bestätigt. Wenn nämlich das den Föhn verursachende Luftdruckminimum statt im Norden oder Nordwesten der Alpen, südwärts derselben, zum Beispiel über dem Mittelländischen Meere auftritt, so findet, statt von Süden nach Norden wie beim Südföhn, eine Ausgleichung der Druck-

differenz in der entgegengesetzten Richtung durch die Alpenpässe statt, und es muß infolgedessen eine Luftströmung mit den Eigenschaften unseres Föhnes die Folge sein. R. Billwiller, jun. hat den Nordföhn, der besonders charakteristisch in Castasegna in Bergell auftritt, zum Gegenstande einer sehr wertvollen Studie gemacht. Immerhin bleibt der Nordföhn in allen Eigenschaften hinter dem Südföhn zurück; er tritt nicht so stürmisch auf, da die barometrischen Minima lange nicht die Intensität derjenigen des atlantischen Ozeans erreichen. Auch bringt er nicht immer die abnormen Temperaturanstiege wie der Südföhn — begreiflich, denn die Luftmassen kommen ja aus nördlichen Gegenden — dagegen im allgemeinen die gleichstarke Herabminderung der relativen Feuchtigkeit.

Die Hann'sche Erklärung des Föhnes hat heute allgemeine Gültigkeit erlangt. Er stammt also nicht aus der Sahara noch steht er in Beziehung mit dem Siraco Italiens, der zudem ein feuchter, schwüler Süd- oder Südostwind ist. Und zur Föhntheorie Eschers von der Linth darf wohl noch bemerkt werden, daß damals vergessen wurde, daß gerade im Herbst und Winter, wo die Wirkungen des Föhns (Temperatursteigerungen!) sich am stärksten geltend machen, die Sahara relativ am kältesten ist, da ja die Sonne dann ganz südlich und am weitesten weg vom Aequator steht. Im Sommer dagegen, zur Zeit des nördlichen Sonnenstandes und größter Erwärmung der saharischen Wüste, tritt der Föhn nur äußerst selten auf und seine Temperatursteigerung ist dann am schwächsten.

Der Föhntheorie Hanns fehlte es zwar auch nicht an Einwendungen. Sie kamen zunächst von den Franzosen und bezogen sich vor allem auf die Frage des Herabsteigens des den Alpenkamm überwehenden Luftstromes. So erklärte Hébert in einer Arbeit „Etudes sur les grandes mouvements de l'atmosphère et sur le Fœhn et le sirocco", es als unmöglich, daß Luft, die auf einer Seite des Gebirges zum Aufstiege gezwungen werde, auf der andern Seite weiter gehen könne als in der Richtung der Tangente zu dem zuletzt beschriebenen Teilstück der Bahn. Mit dem Astronomen Faye stellte er eine Wirbeltheorie des Föhnes auf. Nach dieser bilden sich beim Anprall der großen Zyklonen am Alpenwall lokale Luftwirbel, in denen die Luft zum Absteigen gezwungen wird, um am Grunde der Täler dann als Föhn aufzutreten. Wir werden sehen, daß, wenn auch in etwas anderem Sinne wie Hébert meinte, seine Annahmen durch die späteren Untersuchungen von Erk, Billwiller und Pernter teilweise bestätigt wurden.

Neben Hébert fand auch der Schweizer Meteorologe Wild in der Erklärungsweise Hanns kein in allen Teilen befriedigendes Motiv für

das Herabsinken der Luft diesseits der Alpen. Er behauptete, die Ursache ihres Herabsinkens sei ein Luftstrom, der geraume Zeit schon vor Beginn des Föhnes den Alpenkamm als stürmischer Süd- oder Südwestwind überwehe und auf diese Weise aspirierend auf die Luft in den Föhntälern wirke. „In einem oben offenen, sonst aber abgeschlossenen Raume wird jedesmal die Luft verdünnt, wenn ein kräftiger Luftstrom über den Rand der Oeffnung hinstreicht.“ Genau dasselbe ereigne sich auch mit der in unsern innern Alpentälern stets mehr oder weniger abgeschlossenen Luft, wenn von jenseits ein heftiger Luftstrom quer über die einschließenden Gebirge dahinbrause. So werde allmählich die Luft durch Aufsaugen entfernt, die stürmische Luftströmung rücke immer tiefer in das Tal hinab, um, wenn sie schließlich dessen Boden erreiche, das Tal als Föhn zu durchwehen. Er zeigt, daß zum Beispiel Elm vom Föhn durchrast werden könne, während eine Stunde, zwei Stunden vom Orte entweder Windstille oder leichter Nordwind herrsche. Oft habe Mitlödi, das eine halbe Stunde von Glarus entfernt ist, Föhn, und in Glarus selbst sei nichts bemerkbar als die Föhnmauer im Süden. Der Sturm steige eben nach und nach auch in das Tal hinunter, erreiche somit die tiefer gelegenen Ortschaften immer später.

Nach der hier in Kürze dargestellten Theorie von Wild ist also das stürmische Ueberwehen des Alpenkammes durch einen von Süden oder Südwesten kommenden Wind die Kraft, welche schließlich die herabsteigende Luftbewegung in den Föhntälern der Nordseite veranlaßt. In seinen Untersuchungen, die sich über einen fünfunddreißigjährigen Zeitraum erstrecken, glaubte er auch noch eine neunjährige Periode in der Häufigkeit der Föhnfälle zu finden.

Der ehemalige Direktor der schweiz. meteorologischen Zentralanstalt, Dr. R. Billwiller, verlegt jedoch die Ursache des Herabsteigens der Luft vollständig auf die Leeseite des Alpenwalles und in einer Kritik der erwähnten Hébertschen Abhandlung bestritt er das Vorkommen von lokalen Luftwirbeln, die nach dem französischen Meteorologen durch das Auftreffen der großen Barometerdepressionen an den Gebirgskernen entstehen sollen. Was Hébert als geheimnisvoll wirkende Kraft bezeichnet, die den Luftstrom zum Herabsteigen veranlaßt, ist nach ihm nichts anderes als die Aspiration eines Barometerminimums, welches in größerer oder geringerer Entfernung vorüberzieht. In einem solchen strömt bekanntlich die Luft von allen Seiten her dem Zentrum in Spirallinien zu. Infolge dieser Aspiration werden zunächst die untersten Luftschichten über dem nördlichen Vorlande der Alpen in abfließende Bewegung versetzt, und gleichsam die Luft aus den Tälern herausgesaugt. Durch die so

entstehende Verdünnung derselben tritt eine Störung des Gleichgewichtes ein, derzufolge nun die Luft über dem Kamme in absteigende Bewegung gerät, was wiederum eine Strömung auf der Südseite gegen das Gebirge hin veranlaßt. Damit aber die Luft in den durch Aspiration entstandenen luftverdünnten Raum der Täler gelange, bedürfe es keiner Wirbel. In einer spätern Abhandlung, die den Föhn vom 15. Januar 1895 betraf, bei welchem sich ein deutlich ausgebildetes sekundäres Minimum in der Nordostschweiz und namentlich in der Gegend des Bodensees zeigte, kam Billwiller nochmals auf die von Hébert aufgestellte Föhntheorie zurück. Wenn bei diesem Föhnfalle durch Billwiller zum erstenmal in den innern nordalpinen Tälern (wie Aare-, Reuß-, Linthtal, oberes Rheintal und Illtal) lokal auftretende Luftdruckminima festgestellt werden konnten, so rührten dieselben von dem starken Temperaturgradienten her, der sich am Eingang der Föhntäler durch die warme Föhnluft einstellte. Während jedoch, wie an anderer Stelle bereits erwähnt, der französische Meteorologe Hébert die Ursache des Föhnes auf die Bildung lokaler Luftwirbel am Fuße der Alpen zurückführte, so waren die bei diesem Föhnfalle durch Direktor Billwiller nachgewiesenen Teilminima lediglich eine thermische *Wirkung* des Föhnes und nicht etwa die *Ursache* desselben. Ganz deutlich ging dies aus der Vergleichung der Isobaren mit dem Verlaufe der Isothermen auf den betreffenden Uebersichtskärtchen hervor: die Gebiete der maximalen Temperaturen jenes Föhntages stimmten mit denjenigen der lokal auftretenden Luftdruckminima vollkommen überein. Damit stellte sich Billwiller auch in Gegensatz zu den Meteorologen Erk und Pernter, welche umgekehrt in der Bildung von sekundären Depressionen am nördlichen Alpenfuße wie in den Föhntälern selbst die allernächste Ursache für das Auftreten des Föhnes sehen. Diese saugen nach ihrer Annahme zuerst die Luft aus den Tälern heraus; erst dann stellt sich eine Luftzirkulation über den Alpenkamm hin ein. In der Tat hat auch Erk beim Föhnsturme vom 15. und 16. Oktober 1885 im bayerischen Gebirge ein der Nordseite der Alpen entlang sich ziehendes lokales Barometerminimum nachweisen können. Nach Billwiller wäre jedoch eine solche Teildepression eine Folge des Föhnes (thermischer Effekt der warmen Föhnluft) und nicht umgekehrt. Mit Pernter und Erk glaubt auch Hann, wenigstens hält er es für wahrscheinlich, daß die meisten Föhnstürme durch solche lokale Teilwirbel hervorgerufen werden. Infolge ihrer Kleinheit können sie auf den gewöhnlichen Wetterkarten nicht dargestellt werden. Auch die Heftigkeit, mit welcher der Föhn oft auftritt, würde sich durch das Auftreten solcher Teilminima erklären lassen.

(Schluß folgt.)

Naturgeschichte und Mathematik.

Von Dr. Martin Schips, Schwyz.

Nicht ohne Absicht brauche ich in der Ueberschrift das Wort „Naturgeschichte", obwohl es vielen durchaus veraltet und dem modernen Betriebe der mit diesem Worte zusammengefaßten Disziplinen nicht mehr entsprechend scheint. Tatsächlich halten wir es ja nicht mit Unrecht für einen Vorzug unserer Forschungs- und Denkweise, daß jene Zeiten hinter uns liegen, wo die Kenntnis der „drei Reiche der Natur" sich als „Historie" oder Geschichte auszugeben hatte. Unsere heutige Mineralogie, Botanik, Zoologie usw. wollen mehr sein als bloße „Geschichte", worunter die Beschreibung des vorliegenden Materials zu verstehen ist, auch dann, wenn man damit die gewiß nicht gering anzuschlagende exakte wissenschaftliche Beschreibung im Auge hat und ganz absieht von den „Geschichten" der alten Tier- und Pflanzenbücher, die auch heute noch etwa in Jagderzählungen und ähnlichem, ja sogar in sogenannten „populären" biologischen Schriften eine unerwünschte Auferstehung feiern. Wie wichtig und notwendig auch die wissenschaftliche Beschreibung als Grundlage der Forschung ist, so wollen wir doch heute mehr; was wir suchen, ist das Verständnis der Vorgänge, die unsern Erfahrungsinhalt ausmachen, wir wollen die Kräfte kennen lernen, die den Dingen zukommen und die Gesetze, nach denen sie wirken.

Unter allen Wissenschaften, welche die Erforschung der Natur von diesem Gesichtspunkte aus, d. h. die Auffindung der Naturgesetze zum Gegenstand haben, sind wir gewohnt, Physik und Chemie, sowie die Verbindung beider, die physikalische Chemie an erste Stelle zu setzen und sie wohl auch gelegentlich als „Naturwissenschaften" im engern Sinne zu bezeichnen. Sie liefern uns die meisten und was noch mehr ist, die wichtigsten und fundamentalsten Naturgesetze und zwar in einer Form, welche uns die wissenschaftlichste und zuverlässigste scheint, weil sie zugleich die abstrakteste ist, nämlich in mathematischer Form.

Daß nun die genannten Wissenschaften am ehesten zu solchen mathematisch formulierbaren Resultaten gelangen und geschichtlich auch wirklich zuerst dazu gelangt sind, liegt in der Natur der Sache. Denn diese Disziplinen sind in der Lage, denkbar einfachste Naturvorgänge zu untersuchen oder dann die in Wirklichkeit komplizierten Vorgänge in möglichst einfache, gewissermaßen wie in ihre Komponenten zu zerlegen, oder wenn auch dieses praktisch nicht gelingt, die „störenden Nebenerscheinungen" in der Untersuchung wenigstens theoretisch außer Acht zu lassen. Nirgends in der Welt, soweit wir wenigstens wissen, bewegt sich

ein Massenpunkt im leeren Raum, wie dies die Physik annimmt, um die Fall- und Wurfgesetze abzuleiten und nirgends werden in einem Laboratorium, geschweige denn in der Natur, Reaktionen zwischen chemisch „absolut" reinen Reagentien zu beobachten sein. Auch solche, im Vergleich etwa zu biologischen, gewiß äußerst einfache Vorgänge müssen theoretisch auf noch einfachere Voraussetzungen zurückgeführt werden; dann lassen sich aus ihnen mathematisch formulierbare Naturgesetze gewinnen. Und es ist psychologisch interessant, wie leicht unser Kausalitätsbedürfnis sich befriedigt fühlt, sobald für irgend einen Prozeß seine mathematische Formel gefunden ist. Und doch braucht es nur ein kurzes Besinnen auf die Grundlagen der Physik und Chemie, um zu erkennen, daß alle unsere „Naturgesetze" im Grunde auf irgend einen unbewiesenen und vielleicht gar unbeweisbaren Satz, d. h. auf irgend eine „Theorie" oder auf ein „Prinzip" zurückzuleiten sind. Und anderseits ist die mathematische Formulierung eines Vorganges noch lange nicht gleichbedeutend mit seiner mechanischen Erklärung. Mögen z. B. die Keplerschen Gesetze ein noch so großer Triumph menschlicher Forschung sein, einen Aufschluß über das mechanische Zustandekommen der durch sie in ihrem Verlauf durchaus bestimmten Vorgänge vermögen sie in keiner Weise zu geben.

Die mathematische Formulierung eines Naturgesetzes ist also im Grunde nichts anderes, als die für unsere Begriffe genaueste und zugleich kürzeste und abstrakteste Darstellung seines Verlaufes, eine mechanisch befriedigende Erklärung vermag auch sie im Grunde nicht zu geben und alle Naturwissenschaft ist, ob nun ihre Vertreter das zugeben oder nicht, „beschreibend". Exakte Beschreibung ist das Ideal, nach dem sie zu streben hat und das sie, soweit wir jetzt wenigstens wissen, nicht wird übertreffen können. Und diesem Ideale müssen auch die sog. „naturgeschichtlichen" Fächer, sofern sie wirklich auf wahre Wissenschaftlichkeit Anspruch erheben, immer mehr sich zu nähern suchen, ohne sich in diesem Streben durch die scheinbare Unüberwindlichkeit der Hindernisse beirren zu lassen. Worin diese Schwierigkeiten bestehen, wurde schon angedeutet; sie liegen in der ungeheuren, ins Unendliche sich verlierenden Komplikation der natürlichen Vorgänge, welche ja der Gegenstand der „Naturgeschichte" sind. Schon die bloße chemische Analyse jener einfachen Naturkörper, die wir Mineralien nennen, geschweige denn diejenige der durch Organismen hervorgebrachten Stoffe stößt oft auf unüberwindliche Schwierigkeiten, besonders wenn es sich etwa um die Aufstellung einer Strukturformel handelt und diese Komplikation steigt ins Ungemessene, wenn wir in die belebte Welt eintreten und uns um die hier geltenden Natur

geſetze bemühen. Hier dürfen wir nur ſelten erwarten, es werde uns mit unſern jetzigen Kenntniſſen gelingen, irgend einen Vorgang ſo von allen gleichzeitig wirkenden Nebenfaktoren frei zu bekommen und ihn, um mich ſo auszudrücken, ſo „rein" darzuſtellen, daß wir ſein „Geſetz" zu formulieren imſtande ſein werden.

Das iſt der Grund, weshalb die ſog. „beſchreibenden" Naturwiſſenſchaften ſo lange die mathematiſche Einkleidung ihrer Ergebniſſe entbehren mußten und zum weitaus größeren Teil noch heute entbehren. Doch gibt es auch hier ſchon Probleme genug, von denen wir uns auf mathematiſchem Wege ein Verſtändnis verſchaffen können und ich will im folgenden verſuchen, einige zu beſprechen, deren mathematiſche Behandlung mir ſogar mit den elementaren mathematiſchen Kenntniſſen, wie ſie etwa die Mittelſchulen bieten, leicht möglich ſcheint. Und zwar nicht nur möglich, ſondern auch in hohem Grade wünſchenswert, und zwar vorzüglich deshalb, damit der Schüler einen kleinen Einblick bekomme in den heutigen wiſſenſchaftlichen Betrieb. Er muß lernen, daß eine exakte Frageſtellung nicht bloß auf die qualitative Seite eines Problems, ſondern vor allem auf die quantitative zu richten iſt, welche gemeſſen werden kann und muß. Darin unterſcheidet ſich ja gerade die naturwiſſenſchaftliche Methode von der philoſophiſch-ſpekulativen. Es genügt z. B. nicht, zu wiſſen, welche phyſikaliſche und chemiſche Kräfte den Zellen einer Pflanze zur Verfügung ſtehen, um den Saft aus den Wurzeln in die letzte Zelle des letzten Blättchens zu treiben, ſondern es muß auch die quantitative Frage unterſucht werden, ob die uns bekannten Kräfte genügen, um trotz der Filterationswiderſtände jene Transportleiſtungen tatſächlich hervorzubringen, die wir in der Natur verwirklicht ſehen. Erſt wenn dieſer Nachweis erbracht iſt, können wir die Frage als gelöſt betrachten.

Doch mit der quantitativen Behandlung ſolcher ſchwieriger und ſtrittiger Fragen dürfen natürlich unſere Mittelſchüler nicht „beläſtigt" werden, wenn auch freilich ein gelegentlicher kurzer Hinweis nicht ſchaden kann. Auch andere Probleme, die bereits durchaus abgeklärt ſind, können wegen der höheren Anforderungen, die ſie ſtellen, nur andeutungsweiſe behandelt werden. Ich erinnere hier nur an die von Hermann Meyer (1867) entdeckte Struktur der ſchwammigen Knochenſubſtanz, von welcher am menſchlichen Oberſchenkel ſpäter von Culmann und Wolff (1870) mathematiſch feſtgeſtellt wurde, daß ſie durchaus mit den Anforderungen der Statiſtik übereinſtimmt, während das Gleiche dann von Schwendener (1874) für das mechaniſche Syſtem der Pflanzen nachgewieſen wurde. Es wird ſich tatſächlich für einen

biegungsfesten Körper kaum eine elegantere Konstruktion denken lassen als etwa einen Roggenhalm, der bei zirka 1½ Meter Höhe an der Basis einen Durchmesser von kaum 3 Millimeter besitzt und doch am obern Ende „spielend" die Aehre trägt. Bei der Blattstellung läßt sich jedenfalls auf die bekannte Reihe des Fibonacci und möglicherweise auch auf ihre Entwicklung als Kettenbruch hinweisen. Das biologisch wichtige daran ist aber natürlich nicht die hier zutage tretende „Spiraltendenz" der Natur, wenn auch immerhin ein ästhetisch empfindendes Gemüt seine Freude daran haben mag, sondern der von Wiesner (1903) erbrachte Nachweis, daß die Hauptreihe der Blattstellungen, nämlich

$$\frac{1}{2} \quad \frac{1}{3} \quad \frac{2}{5} \quad \frac{3}{8} \quad \frac{5}{13} \quad \frac{8}{21} \quad \ldots\ldots$$

sich vor allen anderen möglichen Reihen dadurch auszeichnet, daß sie mit der kleinsten Zahl von Blättern deren möglichst gleichmäßige Verteilung an der Axe erreicht, was natürlich im Interesse der gleichmäßigen Belastung der Axe und der gleichmäßigen Ausnützung der Beleuchtung durch die Blätter von großer Bedeutung ist. Doch dürfte dieser Nachweis an die Vorbildung der Schüler zu hohe Anforderungen stellen und es sollen deshalb im folgenden einige einfachere Probleme herangezogen und die Möglichkeit ihrer Behandlung mit den einfachsten Mitteln gezeigt werden.

Die anschaulichsten sind wohl diejenigen Aufgaben, die sich geometrisch behandeln lassen, so z. B. die sechseckige Form der Zellen in den Bienenwaben. Die Tatsache ist allbekannt, und doch hat vielleicht mancher über ihre biologische Bedeutung kaum je nachgedacht. Geometrisch wäre die Frage etwa folgendermaßen zu formulieren: Es soll eine Fläche in lückenlos aneinander schließende Felder zerlegt werden, derart, daß die einzelnen Felder im Verhältnis zu ihrem Umfang eine möglichst große Fläche besitzen. Raum- und Materialersparnis gehören bekanntlich zu den grundlegenden Prinzipien der Bautechnik der Natur und es gelingt dem Menschen nur selten, sie bei seinen Bauwerken in der Anwendung dieser Prinzipien zu erreichen. Im Sinne der Raumersparnis ist die Bedingung des lückenlosen Zusammenschlusses aufzustellen, und damit kein Material verschwendet wird, muß bei gegebenem Umfang die Fläche möglichst groß werden. Nun läßt sich geometrisch leicht beweisen, daß die letzte Bedingung bei den regelmäßigen Figuren und unter diesen am besten am Kreis erfüllt ist oder allgemein, daß bei gegebenem Umfang eines regelmaßigen Vieleckes seine Fläche umso größer wird, je mehr Seiten das Vieleck besitzt, am größten also beim Kreis, der als Vieleck

mit unendlich viel Seiten aufzufassen ist. Kreisförmig darf aber die Grundfläche der Zellen nicht sein, weil sonst ein lückenloser Zusammenschluß nicht möglich ist und aus dem gleichen Grunde sind alle jene Vielecke auszuschließen, deren Winkel nicht als Faktor in 360^0 enthalten ist; denn nur Vielecke mit solchen Winkeln lassen sich lückenlos aneinanderlegen. Es kommen also nur die Vielecke in Betracht mit den Winkeln 60^0, 90^0 und 120^0, also das regelmäßige Dreieck, Viereck und Sechseck, und unter diesen dasjenige mit der größten Seitenzahl, also das Sechseck, weil bei diesem das Verhältnis Fläche zu Umfang am günstigsten ist. Um diese Ueberlegung noch mehr zu veranschaulichen, kann man etwa für Dreieck, Quadrat, Sechseck und Kreis das Verhältnis der Fläche (F) zum Umfang (U) berechnen, indem man am einfachsten $U = 1$ setzt. Man erhält so:

	Fläche	Umfang $= 1$	Fläche : Umfang
Dreieck:	$\frac{1}{4} s^2\sqrt{3}$	$3s = 1$ $s = \frac{1}{3}$	$\frac{s\cdot\sqrt{3}}{12} : 1 = \frac{\sqrt{3}}{36} : 1 = 0{,}0481 : 1$
Quadrat:	s^2	$4s = 1$ $s = \frac{1}{4}$	$\frac{s}{4} : 1 = \frac{1}{16} : 1 = 0{,}0625 : 1$
Sechseck:	$\frac{3}{2} s^2\sqrt{3}$	$6s = 1$ $s = \frac{1}{6}$	$\frac{s\sqrt{3}}{4} : 1 = \frac{\sqrt{3}}{24} : 1 = 0{,}0721 : 1$
Kreis:	$r^2\pi$	$2r\pi = 1$ $r = \frac{1}{2\pi}$	$\frac{r}{2} : 1 = \frac{1}{4\pi} : 1 = 0{,}0796 : 1$

Aus dieser Tabelle ersieht man nicht nur, daß bei gleichbleibendem Umfang die Fläche mit der Seitenzahl zunimmt, sondern auch, daß sie beim Sechseck nur wenig (Differenz erst in der dritten Dezimale!) hinter dem überhaupt möglichen Maximum (Kreis) zurückbleibt. — Auf diese Weise erhalten wir gewissermassen einen „quantitativen" Einblick in die Zweckmäßigkeit der Sechseckform der Wabenzellen — aber nicht mehr; wie die Bienen dazu kommen, nach diesem von uns mathematisch als im höchsten Grade zweckmäßig erkannten Bauplan zu arbeiten, ist uns völlig unbekannt und wird es wohl noch lange bleiben.

Ein überraschendes Analogon dieser Sechsecke findet sich übrigens auch in der anorganischen Welt, nämlich die säulenförmige Absonderung

ſich zuſammenziehender Maſſen, welche ſich z. B. an Lehmboden beobachten läßt, der durch Eintrocknen einſchrumpft oder an vulkaniſchen Geſteinen (Baſalt, Porphyr), die ſich abkühlen. Die Säulen haben immer polyponalen Querſchnitt und zwar herrſcht das Sechseck vor und müßte überhaupt die einzige Form ſein, wenn Material und Abkühlung überall völlig gleichmäßig wären. (Schluß folgt.)

Wie geſchieht die natürliche Ausſäung der Eibe (Taxus baccata)?

Von Dr. Rob. Stäger, Bern.

In der Abteilung Botanik der Schweizeriſchen Landesausſtellung konnte man unter anderem zwei ausgeſtopfte Kleiber (Sitta cæsia) in Glasſchränkchen ſehen, welche die ſcharlachroten Früchte der Eibe mit ihrem Schnabel in Felſenritzen und Rindenſpalten hineinbrachten. Der Verfaſſer dieſes kleinen Aufſatzes ließ die Gruppe in dieſer geſchilderten Weiſe herrichten, um den Vorgang der Ausſäung des Taxus in der freien Natur vor Augen zu führen.

So einfach die Ausſaat ſcheint, war ſie doch bis in die allerneueſte Zeit gänzlich unbekannt. Alle Autoren hielten die Amſeln für die gewöhnlichen und einzigen Taxuszüchter. Gewiß ſpielen die Amſeln bei der Verbreitung der Eibe eine gewiſſe Rolle, etwa in Parkanlagen, indem ſie die Früchte des ſüßſchmeckenden Samenmantels (Arillus) wegen ſamt den Samen verſchlingen und die Samen mit ihren Depots unter die Bäume fallen laſſen, auf denen ſie ihre Mahlzeit halten. So mag das Aufkeimen mancher Eibe unter Bäumen erklärbar ſein. Aber das iſt nicht die einzige und auch nicht gewöhnliche Art der Taxus-Ausſaat. Sehr oft gedeiht die Eibe in Schluchten mit ſteilen Felswänden; da wächſt ſie aus engſten Geſteinsritzen hervor. Beiſpiele ſolchen Vorkommens haben wir am Walenſee, im Teſſin, bei Interlaken uſw.

Mir lagen ſolche ähnliche Standortsverhältniſſe viel näher und zwar im Botaniſchen Garten in Bern. Hier ſind zwei, Terraſſen ſtützende Mauern, aus deren engſten Ritzen heraus verſchieden große Eiben von der einjährigen Keimpflanze an bis zu zwanzigjährigen Büſchen wachſen, die ſchon wieder Früchte tragen. Die Amſeln können hier für die Ausſaat unmöglich verantwortlich gemacht werden. Wie hätten ſie ihr Depot in die feinen Ritzen der ſenkrechten Mauern hineinbringen ſollen? Unmöglich. Der Gärtner hat's aber auch nicht getan. Wer denn? Die Frage beſchäftigte mich längere Zeit.

An der Mauer sah man häufig Eidechsen. Eidechsen fressen aber Insekten und keine nußähnlichen Samen. Mäuse und andere Nager konnten in jenen engen Mauerspalten nicht verkehren. Sie waren auch ausgeschlossen.

Ich selbst dachte eine zeitlang halb und halb an die Ameisen, deren es dort viele gibt. Vielleicht schleppten sie des süßen Fleisches (des Arillus) wegen die Früchte in die Spalten hinein und ließen dann den abgenagten Samen liegen. Es schien mir aber der Schwere der Objekte wegen auch nicht sehr wahrscheinlich. Immerhin stellte ich Versuche an, die mißlangen. Die Ameisen nagten den Arillus ab, den Samen ließen sie liegen, wo er lag. Nun war guter Rat teuer.

Aber eine gute Beobachtungsgabe ist schon oft auf dem Gebiete der Naturwissenschaft die Retterin in der Not gewesen. Und ich verließ mich ganz auf sie.

Eine zufällige Wahrnehmung brachte mich plötzlich auf die richtige Spur. Als ich wieder einmal in der Nähe jener Mauern im Botanischen Garten weilte, sah ich an benachbarten Ulmen und Kastanienbäumen (Aesculus Hippocastanum), d. h. an der Borke ihrer Stämme, Spuren von roten Beeren, die sich als zerquetschte Arilli von Eibenfrüchten erwiesen. Stellenweise war die Borke ganz rot verschmiert damit. Zweimal traf ich in die Rindenspalten eingekeilte, unbeschädigte Arilli, aus denen nur der Same entfernt war. Wieder an andern Stellen beobachtete ich einen oder mehrere Eibensamen (ohne Arillus) in die Rinde eingekeilt. Auch Haselnüsse waren in ähnlicher Weise zwischen die Borke hineingetrieben worden.

Nun ging mir ein Licht auf. Es konnte sich hier nur um gewisse spechtartige Vögel handeln. Den Kleiber (Sitta cæsia) hatte ich ganz besonders im Verdacht. Tag für Tag und zu den verschiedensten Tagzeiten verfügte ich mich nun, soviel ich freie Zeit hatte, in die Nähe jener Bäume, um die dortigen Vorgänge scharf ins Auge zu fassen.

Es dauerte nicht zu lange, so war das Geheimnis gelöst: Vom nahen Taxusbaum flog ein behender Vogel, einen rotleuchtenden Samen resp. Frucht im Schnabel, an den nicht weit von mir entfernten Stamm einer großen Ulme. Den Kopf nach unten gerichtet, den Schwanz aufwärts, hackte er mit dem Schnabel in die Rinde und machte sich zu schaffen. Das gleiche Verfahren wurde mehrmals wiederholt. Als ich nachsah, waren mehrere Taxus-Samen mit und ohne Arilli, oder mit zerfetztem Arillus in die Borkenspalten des Baumes eingekeilt. Einige Samen waren geöffnet, andere unerbrochen. Ueberall gab es solche Depots in der Rinde dieses und der andern dortigen Bäume. Aber auch

an die fraglichen Mauern flog der nämliche Vogel und legte dort seine Depots an. Und der Vogel war kein anderer als eben der vermutete Kleiber (Sitta cæsia), wie sich durch Dutzende von Beobachtungen herausstellte. Ich traf später an Mauern in der Umgebung von Bern und bei Oberhofen am Thunersee dieselbe Erscheinung. Auch im Strunk eines tropischen Farnbaumes (Alsophila), der im Sommer und auch ein Teil des Herbstes im Freien im Botanischen Garten steht, wies ich drei junge Keimpflanzen von Taxus boccata nach, welche ihr sonderbares Vorkommen einzig und allein der Gewohnheit des Kleibers verdanken, überall in Mauerritzen, Rindenspalten, Felsspalten und andern Verstecken Samenvorräte für den Winter anzulegen. Oft findet der Vogel seine Depots nicht mehr, worauf die Samen unter günstigen Bedingungen dann keimen.

So findet das Vorkommen der Eiben in den Spalten von senkrechten Felsen, aber auch im Walde unter andern Bäumen (Herabfallen eingekeilter und vergessener Samen) seine ungezwungene Erklärung in der Tätigkeit des Kleibers. Dieser Vogel geht im Gebirge bis 2000 m hoch hinauf. Möglicherweise kommt aber dort auch noch der Nußhäher in Betracht, was freilich erst nachzuweisen wäre. Vielleicht regen diese Zeilen zu ähnlichen Beobachtungen an. Man muß nicht meinen, es sei auf dem Gebiete der Samenverbreitung schon alles bekannt. Man hat gerade hier viel zu viel schematesiert, und es zeigt sich immer mehr, daß man jeden Fall für sich studieren muß. Nur frisch zugegriffen! Die Natur ist so verschwenderisch reich, aber auch oft tief verschleiert, daß man bei einigem Aufwand von Geduld immer noch neue Züge in ihrem Antlitz entdecken kann.

Literatur.

Flückiger, O. Dr. **Die Schweiz.** Natur und Wirtschaft. II. Aufl. Zürich 1914. Schultheß u. Co. Kl. Oktav. 243 S. Preis Fr. 2.40.

Ein ganz vortreffliches Büchlein, das auf den ersten Blick den modernen, naturwissenschaftlich geschulten Geographen, den es zum Verfasser hat, verrät. In diesen Tagen, da man besonders großes Interesse am Vaterland und seinen Geschicken nimmt, greife jeder zu diesem Werklein, der sich über die Natur und Wirtschaft unseres Landes richtig informieren will. Auch die Einzeldarstellungen der Kantone sind lebenswarm und frei von aller Schablone, die uns in alten Geographiebüchern die Freude am Stoff gründlich verdarb. Daß der Autor die Karten der Schweiz in einem besonderen Abschnitt würdigt und vier Ausschnitte aus dem topographischen Atlas und der Dufourkarte beigibt, ist besonders begrüßenswert. Als Schulbuch für den Unterricht in der Schweizergeographie auf der Oberstufe wird es die Schüler in ihrem warmen Interesse für unser schönes Heimatland mächtig bestärken. Dr. Th.

von Grüningen, Jakob. **A-B-C der Chemie.** 2. Auflage. Bern 1915. A. Francke. 72 S. mit 40 Fig. Kart. Fr. 1.50.

Wir haben den Eindruck, daß das ein praktisches Lehrmittel sei für den Unterricht in der Chemie auf der Sekundarschulstufe, die vor allem für das Leben vorbereiten soll. Aus der unheimlichen Menge chemischen Wissens hat der Verfasser mit Maß und viel Verständnis nur das ausgewählt, was für ein richtiges Erfassen der chemischen Grundlagen absolut notwendig ist. Daneben hat er immer an das Leben gedacht. Wo es möglich war, wurden darum Abschnitte aus der Lebensmittel- und Gesundheitslehre eingefügt. Wenn es bei den Atmungsregeln heißt: „Blattpflanzen verbessern sie", (die Zimmerluft) so ist das doch nur bedingt (am Tage) richtig. Von einer Behandlung einiger organischer Stoffe mit Rücksicht auf die Ernährung des Menschen, wie sie im 8. Abschnitt erfolgt, verspreche ich mir ein besseres Verständnis für eine zweckmäßige Volksernährung. Begrüßenswert ist auch, daß dem Alkohol ein besonderer Abschnitt gewidmet wird. Der Seitenhieb auf die Temperenz- und Abstinenzvereine wäre besser unterblieben, nachdem vorher in recht klarer Weise das Alkoholelend geschildert worden ist. Oder weiß der Verfasser etwas besseres an Stelle dieser Vereine zur wirksamen Bekämpfung des Alkoholismus zu setzen? — Der 1. Abschnitt „Vorbegriffe" ist etwas überladen. Sorgt der Lehrer noch dafür, daß die Schüler die einfachsten Versuche selbst ausführen können, dann wird das Büchlein sicherlich recht gute Dienste leisten. Th.

Smalian, Karl, Prof. Dr. **Grundzüge der Pflanzenkunde für höhere Lehranstalten.** Ausgabe A: Für Realanstalten. 4. Auflage. Mit 314 Textabbildungen und 50 Farbentafeln. 327 Seiten. Leipzig, G. Freytag, 1915. Preis geb. Mk. 4.50.

Man muß staunen, daß es möglich ist, für einen so unglaublich niedrigen Preis ein Lehrbuch mit solchen prächtigen Farbentafeln in dieser verschwenderischen Zahl in den Handel zu bringen. Welche Tafel man auch aufschlägt, immer wird man bezaubert von der Pracht der Farben und der Natürlichkeit der Darstellung. Das Buch hat mit Recht schon in vielen Schulen, auch in der Schweiz, Eingang gefunden. Dazu bewog wohl nicht nur die tadellose Ausstattung mit den genannten Bildern und den vielen ebenso tadellosen Textfiguren, sondern auch der Text selbst. Smalian bietet inhaltlich ungemein viel. Die Darstellung zeigt den exakten Fachmann wie den gewandten Methodiker. In der Hand des Schülers, dessen Lehrer ob der Reichhaltigkeit des Buches nicht vergißt, den Unterricht immer wieder auf die Anschauung im Buche der Natur selbst zu fundieren, muß ein solches Naturgeschichtsbuch reiche Früchte bringen. Ob die nun verwendete Frakturschrift zum Vorteil sei, wagen wir in der Schweiz zu bezweifeln. Dr. A. Th.

Bernau, K. **Tierkunde.** Auf Grund der Bestimmungen vom 12. Dez. 1908 für höhere Mädchenschulen bearbeitet. Leipzig 1915. G. Freytag. 2. verbesserte Auflage. Mit 321 Abbildungen und 18 Farbentafeln, 247 Seiten. Preis Mk. 3.50.

Wir haben hier eine Bearbeitung der bekannten Grundzüge des Tierreiches von Smalian in systematischer Darstellung speziell für höhere Mädchenschulen. Die Vorzüge des Smalianschen Werkes: Tadellose Ausstattung und Reichhaltigkeit des Textes verbunden mit Gründlichkeit, kommen natürlich auch dieser Bearbeitung zu. Der Stoff ist aber für die Mädchenschulen mit Recht etwas eingeschränkt worden. Dafür ist am Schluß ein Abschnitt über Bau und Hauptvorrichtungen des Menschenkörpers beigegeben worden, der auch die Pflege der Organe behandelt und da besondere Rücksicht auf das weibliche Geschlecht nimmt. Wenn der Anhang „Zur Gesundheitspflege", der ein Muster der knappen Darstellung ist, mit seinen Gesundheitsregeln von unsern höhern Töchtern gewissenhaft befolgt würde, so würden wohl die gesundheitlichen Schäden, die viele Mädchen bei ihren Studien sich zuziehen, bald verschwinden. Das Buch ist für höhere Mädchenschulen sehr zu empfehlen. Dr. Th.

Die nächste Nummer erscheint am 1. Dez. Redaktionsschluß am 17. Nov.

Nummer 8. 1. Dez. 1915

Mittelschule

Beilage zur „Schweizer-Schule“

Schriftleitung: Dr. A. Theiler, Luzern | Mathematisch-naturwissenschaftliche Ausgabe

Inhalt: Vom Föhn. — Naturgeschichte und Mathematik. — Der Kleiber als Haselnußgärtner. — Herstellung einfacher Lichtbilder und Tafelzeichnungen. — Literatur.

Vom Föhn.

Von Dr. C. Kunz, Schlieren.

(Schluß.)

Durch die Arbeiten Hanns und Billwillers waren die Natur des Föhns sowie dessen Entstehung in erschöpfender Weise dargestellt worden. Seine auffälligsten Merkmale: die hohe Temperatur und Trockenheit hatten ihre befriedigende Erklärung gefunden. Das äußere Bild des Föhnes war fertig; für längere Zeit trat daher in der Föhnforschung ein Stillstand ein. Mit fortschreitender Vervollkommnung der meteorologischen Registrierinstrumente jedoch enthüllte er auch seine innere Struktur. Und diese zeigte oftmals Ueberraschendes. Da gab es kurz- und langdauernde Temperaturschwankungen während des Föhns, jähe Temperaturstufen zu Anfang und am Ende. Es erwies sich auch, daß Föhnwinde in der Höhe wehten, während unten im Tal die Luft völlig ruhig blieb und niedrige Temperatur aufwies. Diese merkwürdigen Tatsachen erheischten neue Untersuchungen. Zudem war, wie wir bereits sahen, die Frage noch offen geblieben, ob der Föhn zu hinterst im Tal beginne, um sich dann gegen dessen Ausgang fortzupflanzen (Ansicht von Wild) oder ob er, seinen Anfang im Alpenvorlande nehmend, rückwärts durch die Täler, gegen das Gebirge schreite (Ansicht von Billwiller).

Es war nun H. von Ficker, der in neuester Zeit wiederum eingehend auf das Föhnproblem eintrat. Gegenstand seiner detaillierten und grundlegenden Untersuchungen war der Föhn des Nordtiroler Föhngebietes. Zahlreiche Registrierapparate (Thermographen, Hypographen, Barographen), aufgestellt an Orten, die an einer Föhnstraße lagen, lieferten ihm durch ihre genauen Aufzeichnungen das hiefür erforderliche Material. Mehrere Ballonfahrten, die er bei typischem Föhn unternahm, sowie Registrierballonaufstiege und Pilotballonvisierungen über München,

dienten dem gleichen Zwecke. Von den wertvollen Arbeiten Fickers sollen hier einige wichtige Resultate Erwähnung finden.

Seine Untersuchungen richteten sich zunächst auf die Frage, ob der Föhn zu hinterst im Tal oder am Taleingange resp. im Alpenvorlande beginne. Es ergab sich, daß er im Alpenvorlande und im Innern der Alpentäler in gleicher Höhe gleichzeitig beginnt. Da Wild in seinen Betrachtungen unterlassen hatte, gleiche Höhen mit einander zu vergleichen, mußte sich ein Gegensatz zu den Anschauungen Billwillers ergeben. In seinem Verlaufe steigt das Tal gegen das Gebirge hin an und da der Föhn in der Höhe tatsächlich früher ausbricht, so scheint wirklich der Talhintergrund sein Ausgangspunkt zu sein. Wie nun v. Ficker nachweisen konnte, bricht dann aber auch in gleicher Höhe über dem Alpenvorlande der Föhn aus, was mit der Billwillerschen Anschauung nicht im Widerspruche steht.

Aber unter welchen Umständen erfolgt sein allmähliges Hinabsteigen in die Täler? „Was zwingt den Südwind der Höhe," frägt v. Fricker, „als Föhn in die Täler herabzusteigen?"

Wir erinnern uns, daß gerade zufolge dieses Punktes Hébert und Wild die Hann'sche Föhntheorie angegriffen hatten und daß ersterer die Ursache des Herabsteigens in lokalen Luftwirbeln sah, letzterer jedoch Süd- oder Südwestwinde, die den Alpenkamm stürmisch überwehen sollten, dafür verantwortlich machte. Ficker suchte zur Klarlegung dieses Punktes vor allem die atmosphärischen Verhältnisse, welche dem Föhn in der Höhe sowohl als auch in den Tälern vorausgehen, aufs genaueste festzustellen. Er fand, daß diese Verhältnisse in der Ueberzahl der Fälle *anticykloral* sind, das heißt: über der Ebene und in den Alpentälern lagern kalte Luftschichten, in der Höhe jedoch herrscht heiteres, ralativ warmes und trockenes Wetter! Die Grenze zwischen kalter Luft in der Tiefe und den über ihr liegenden warmen Luftschichten ist dabei meistens sehr scharf ausgeprägt, liegt aber bei den verschiedenen Föhnfällen in verschiedener Höhe. In der Entwicklung des Föhnes findet und unterscheidet er *drei* Phasen oder *Stadien*. Im ersten Stadium, das er *Vorstadium* nennt, sind unter dem Einfluß eines herannahenden Luftdruckminimums die kalten Luftschichten der Täler in abfließender Bewegung begriffen. Es fließt also kalte Luft vom Gebirge weg. Gleichzeitig senken sich die wärmenden Luftmassen der Höhe, denn das entstandene Luftdefizit der tiefern Niveaus muß gedeckt werden. Mit dem Abfließen der kalten Luftschichten und deren Ersatz durch die warme und trockene Luft der Höhe, welche durch ihr Herabsinken wärmer wird, tritt in den Tälern der Leeseite langsame Erwärmung ein. Sobald nun über

einem Orte sämtliche kalte Luft abgeflossen ist, erfolgt rasche Zunahme der Temperatur: der Föhn bricht aus. Und zwar, da sich die kalten Luftmassen annähernd gleichmäßig senken, zu hinterst im Tal und in gleicher Höhe über dem Alpenvorlande gleichzeitig. Die Talsole steigt ja nach rückwärts an.

Nun folgt das Antizyklonalstadium des Föhnes. In dieser Phase seiner Entwicklung ist die kalte Luft in den Tälern der Föhnseite gänzlich abgeflossen und der Föhn vollständig durchgebrochen. Die Thermogramme zeigen ein gewaltiges Ansteigen der Kurven. In der Höhe dauern die anticyklonalen Verhältnisse fort, das heißt, das Wetter ist immer noch heiter und trocken. Desgleichen auch noch auf der andern Seite des Gebirges, der Leeseite; ein Beweis dafür, daß es immer noch Luft aus der Höhe ist, welche die Föhnströmung nördlich der Alpen nährt.

Während es nun Föhnfälle gibt, die nicht über dieses Stadium hinauskommen, können andere sich jedoch noch weiter entwickeln und zum stationären Stadium, der letzten Entwicklungsphase, übergehen. Es erlöschen die antizyklonalen Verhältnisse in der Höhe sowohl als auch auf der Südseite des Alpenkammes und unter Niederschlägen steigt dort die Luft auf. Dem absteigenden Luftstrom im Norden entspricht nun eine Aufstiegbewegung der Luft im Süden, welche jetzt den Föhn im Gange erhält. In der Höhe nimmt die relative Feuchtigkeit rapid zu, mitunter bis zur Sättigung, weshalb es zur Bildung der „Föhnmauer", jener dem Alpenkamme scheinbar direkt aufsitzenden Wolkenwand kommt. Nun sind die Alpen zur „Wetterscheide" geworden; denn auf der Südseite ist der Himmel bedeckt, es fallen Niederschläge; auf der Nordseite dagegen herrscht heiteres, schönes Wetter.

Dieses stationäre Föhnstadium dauert bis zum Ende des Föhnes. Nach den Untersuchungen Fickers wird es dadurch herbeigeführt, daß auf der Rückseite der abziehenden Depression, die den Föhn veranlaßt hat, kalte Luft vordringt, sich unter die Föhnströmung schiebt und keilartig allmählich in die Höhe — bis zur Kammhöhe der Gebirge — schwillt. Dieser Einbruch kalter Luftmassen und deren keilförmige Bewegung konnte von Ficker in einem Falle im Gebiete der Zugspitze bis zu 3000 Meter Höhe nachgewiesen werden. Dieses Heranfluten von solch mächtigen, kalten Luftmassen erklärt uns auch, warum mit Ende des Föhns auf der Alpennordseite Niederschläge einsetzen, also schlechtes Wetter folgt — trotz Barometeranstieg! Die kalte Luft drängt die warme Föhnluft in die Höhe; dadurch kommt es zu aufsteigender

Luftbewegung, welche bekanntlich die Hauptursache der Niederschläge ist. Und da diese kalte Luft, die in solchen Fällen immer aus Westen, Nordwesten oder Norden herkommt, in immer größere Höhen vordringt, also an Mächtigkeit zunimmt, muß ein Steigen des Barometers eintreten.

Wie schon erwähnt, verlegte Billwiller die Ursache des Herabsteigend der Luft auf die Leeseite des Gebirges; der hier nach Ficker geschilderte Föhnverlauf bestätigt aufs schönste dessen Theorie: Der Föhn sinkt deswegen in die Täler und geht nicht in der Höhe über denselben weiter, weil eben in ihnen mit Herannahen einer Depression kalte Luft wegfließt. Zu deren Ersatz sinkt Luft aus der Höhe herab, da ein seitlicher Zufluß in die Täler ausgeschlossen ist. Die hohe Temperatur und die auffallend geringe relative Feuchtigkeit erklären sich nach der Hann'schen Föhntheorie.

Die Dauer der hier in Kürze beschriebenen drei Föhnstadien wechselt von einem Föhnfall zum andern. Wir müssen uns versagen, darauf näher einzutreten.

Konnte Ficker durch seine prächtigen Untersuchungen die Frage des örtlichen Föhnbeginnes, die Umstände des allmählichen Herabsteigens der Föhnströmung in die Täler, die jähen Temperaturanstiege und -abstiege zu Anfang und zu Ende befriedigend klarlegen, so galt es noch, jene Störungen im Föhnverlaufe zu deuten, die er „Föhnpausen" nennt.

Sie zeigen sich auf den Temperaturkurven als tiefe Einkerbungen und stellen ein zeitweises, mehrere Stunden dauerndes Sinken der Temperatur dar. Wie der Name sagt, setzt der Föhn dabei aus. Nach Ficker finden sich an vielen Stationen der Talsole solche Föhnpausen. Sie treten vor allem in den Morgenstunden auf. Warme und kalte Luftstöße wechseln dabei mit einander ab, wodurch im Temperaturgang, wie bereits oben angedeutet, Unregelmäßigkeiten auftreten. Ficker zeigt, daß man es hier mit einer durchaus lokalen Erscheinung zu tun hat, indem kalte Luft aus einem kalten Nachbargebiete — hier aus dem Oberinntal — zeitweise sich gleich einem Keile unter die warme Föhnströmung in Innsbruck schiebt und dadurch dieselbe hier für kürzere oder längere Dauer unterbricht. Dieser Vorgang erinnert an die Umstände, welche, wie geschildert, das Ende des Föhnes überhaupt herbeiführen! Während er sich aber dort um mächtige, bis zur Höhe der Zentralalpen anschwellende kalte Luftmassen handelt, die den Föhn überall am Alpennordfuße zum Erlöschen bringen, spielen sich die Föhnpausen in ganz seichten Luftschichten ab. Schon dreihundert Meter oberhalb Innsbruck kann der Föhn mit unverminderter Stärke weiter wehen; von einer Föhnpause ist nichts zu merken.

Neben den Föhnpauſen zeigen die Temperaturdiagramme oftmals noch zahlreiche ſchwächer ausgeprägte Temperaturſchwankungen von kürzerer Dauer. Es handelt ſich dabei wahrſcheinlich um ſtehende Schwingungen der kalten Luftmaſſen am Grunde des Tales, ähnlich den Seiches" des Genferſees, hervorgerufen durch den Wechſel von kalten und warmen Windſtößen während der Föhnpauſe.

Ficker hat in ſpätern Arbeiten dem Föhnproblem weiterhin ſeine Aufmerkſamkeit geſchenkt. So ergänzte er durch Ballonfahrten von Innsbruck aus ſeine hier dargeſtellten Unterſuchungen, die, wie gezeigt, hauptſächlich auf Grund von Temperatur- und Feuchtigkeitsregiſtrierungen, den Mechanismus der Föhnwinde — Entſtehung, Verlauf und Ende — verfolgten. Eine eingehende Würdigung oben erwähnter Arbeiten würde den Rahmen unſerer Betrachtungen überſchreiten. Doch ſoll bemerkt werden, daß die früher gewonnenen Anſchauungen beſtätigt wurden. Ferner konnte feſtgeſtellt werden, daß die Föhnſtrömung die Kämme der Gebirge wie auch die Täler ſenkrecht zu deren Streichen überſetzt und ein *Einbiegen* der Strömungslinien in die Täler erfolgt. Das heißt: *die Luft ſteigt auf der Leeſeite hinab, auf der Südſeite wieder hinauf.* So wurde bei vier Ballonfahrten der Ballon leeſeits von der Föhnſtrömung hinabgedrückt, ſüdſeits jedoch von ihr wieder längs des Gebirgshanges gehoben. Ueber jedem der vier Täler, die damals überquert wurden, fiel und ſtieg der Ballon, trotzdem er ſich äroſtatiſch im Gleichgewichte befand. Wirbelbildung auf der Leeſeite des Gebirges im Sinne der Theorie von Wild wurde bei all dieſen Fahrten nie gefunden.

II.

Wie aus dieſem hiſtoriſchen Ueberblicke über die Entwicklung der Föhntheorie hervorgeht, befaßten ſich faſt alle dieſe Unterſuchungen über den Föhn nur mit den Erſcheinungen in den Alpentälern. Es iſt dies ganz begreiflich, denn dort kommen ja die Wirkungen dieſes merkwürdigen Windes am auffälligſten zum Ausdrucke. Nun aber zeigen ſich auch *weit draußen im Alpenvorlande* bei Föhn intereſſante Erſcheinungen, die nur der Einwirkung dieſes Windes zu verdanken ſind.

Sie beſtehen in einer ganz beſtimmten Beeinfluſſung der Bewölkungs- und Niederſchlagsverhältniſſe, wie die Unterſuchung von über ſechszehnhundert täglichen Niederſchlagskarten der Schweizeriſchen Meteorologiſchen Zentralanſtalt aus den Jahren 1902—1907 ergeben hat.*) Es treten Niederſchlagsbilder auf, die *aus-*

*) *Anmerkung d. Red.*: Die Ergebniſſe unter II. verdanken wir zum großen Teil einer Studie „Ueber typiſche Niederſchlagsverteilungen in der Schweiz, insbeſondere bei Föhn", von Dr. Karl Kunz. Zürich 1913.

schließlich dem Föhn und keiner andern Wetterlage eigentümlich sind. Sie erweisen sich als so scharf ausgeprägt, als so typisch, daß, wenn man die Regenkarten aller Niederschlagstage eines Jahres vor sich hat, es möglich ist, sofort zu entscheiden, ob bei dieser oder jener Regenverteilung Föhn herrschte oder nicht.

Auch hierüber soll nun einiges Wenige mitgeteilt werden.

Was das Niederschlagsbild bei Föhnlage in ganz auffälliger Weise charakterisiert, ist das Auftreten getrennter Niederschlagsgebiete nordwärts der Alpen. Den ersten Tag zeigt nämlich die Niederschlagskarte zunächst Niederschläge im Tessin, Bergell, mitunter auch noch im Oberengadin. Dann folgt in der Richtung gegen Westen ein vollständig niederschlagfreies Gebiet und erst im Juragebiet, von Genf bis in den Neuenburgerjura fällt wieder Regen. Das übrige Alpenvorland, ferner Wallis und Graubünden sind vorderhand noch ohne Niederschläge. Es stellt somit am ersten Tage der betrachteten Föhnperiode die Regenarea kein zusammenhängendes, einheitliches Ganzes dar; sondern sie zerfällt in zwei gesonderte Gebiete: Süd- und Südwestschweiz, getrennt durch das niederschlagsfreie Mittelland (Bodensee bis Genfersee).

Sämtliche daraufhin untersuchten Föhnfälle sind durch solche räumlich getrennte Regengebiete ausgezeichnet; keine andere Wetterlage würde jemals ein solches Niederschlagsbild hervorbringen.

Die Ursache dieser Erscheinung ist darin zu suchen, daß bei Föhn gewissermaßen ein Unterbruch im Witterungsverlaufe, wie er durch das Herannahen einer Depression sich sonst zu vollziehen pflegt, eintritt. Es bilden sich nämlich während der Dauer des Föhns eigentümliche Auflösungen in der Wolkendecke über dem nördlichen Alpenvorland. Es sind Aufklärungen, die, so lange der Föhn weht, sich weithin erstrecken können. Sie befinden sich nicht immer am gleichen Orte, sondern oszillieren von Nordosten nach Südwesten und verlaufen oft keilförmig in der gleichen Richtung. Durch diese oszillierende Bewegung werden die oben erwähnten getrennten Niederschlagszonen hervorgerufen und das Zustandekommen eines einheitlichen Regengebietes verzögert. Die Dauer dieser Verzögerung hängt mit derjenigen des Föhnes zusammen. Sobald dieser erlöscht, schließen sich die Auflösungen und die getrennten Niederschlagsgebiete rücken zu einer geschlossenen Regenarea zusammen.

Da die erwähnten Aufklarungszonen stets auch die Föhntäler in sich einschließen und ihr Auftreten wie ihre größte Ausdehnung mit dem Maximum der Föhnstärke und Föhnausdehnung zusammenfällt, so kann die Ursache ihrer Enstehung nur der Föhn sein. Nach Früherem ist dies sehr erklärlich: absteigende Luftmassen erwärmen sich, da

sie unter höhern Druck gelangen. Dabei nimmt die Feuchtigkeit der Luft ab; sie wird trockener. In den Föhntälern muß also bei Föhn Aufheiterung eintreten, da die Wolkendecke aufgelöst wird. Es ist aber unwahrscheinlich, daß der Lokalföhn allein auch für die Aufklarung wei draußen im Vorlande verantwortlich gemacht werden kann. So weit reicht sein Einfluß nicht. Man muß annehmen, wie A. de Quervain es tut, daß der Föhn im engen Sinne nur einen Teil einer absteigenden Luftströmung ausmacht, die aus größeren Höhen, als die mittlere Kammhöhe der Alpen beträgt, kommt. Dann erklärt sich das Zerfließen der Wolkendecke auch in so großer Entfernung vom Gebirge.

Die hier erwähnten Untersuchungen ergaben unter anderem, daß bei Föhn auf der Nordseite nicht immer regnerisches Wetter im Süden der Alpen eintritt. Es kann sogar vorkommen, daß während der ganzen Dauer des Föhns die Südseite ganz ohne Niederschläge bleibt. Dieser Fall ist überhaupt gar nicht selten. Aufsteigende Luftbewegung führt somit nicht immer zu Niederschlägen. In einem Föhnfall wurde weiter festgestellt, daß *mitten* in der Föhnperiode die Niederschläge im Süden, die gleich zu Föhnbeginn eingesetzt hatten, *während zwei Tagen aussetzten*. Und das trotzdem gerade an diesen zwei Tagen in den nördlichen Alpentälern der Föhn sehr stark wehte, die Aufstiegbewegung auf der Südseite demnach sehr kräftig sein mußte.

Wider Erwarten ergab sich auch, daß größerer Intensität und Ausdehnung des Föhnes nicht größte Ausdehnung des Regengebietes auf der Südseite entspricht.

Sehr verschieden verhält es sich mit der Witterung nordwärts der Alpen *nach* Aufhören des Föhnes. Während in der überwiegenden Zahl der Fälle nach dessen Erlöschen überall in der Schweiz Niederschläge einsetzen, kann es auch nur zu einer teilweisen Verbreitung derselben kommen. Mitunter bleiben sie überhaupt vollständig auf den Süden beschränkt, dringen also nicht ins nördliche Alpenland vor.

Es verdient noch erwähnt zu werden, daß während des Föhnes *Gewitterzüge* die Föhntäler zu meiden scheinen. Auffällig ist wenigstens, wie bei zwei Föhnfällen die Gewitterzüge bis direkt vor den Eingang der Föhntäler kommen, ohne jedoch in dieselben einzudringen. Gewiß wäre es von Interesse, zu untersuchen, ob der Föhn irgend welchen Einfluß auf die Entstehung der Gewitter in den Föhntälern besitzt, das heißt, ob er dieselbe begünstigt oder verhindert.

Sind wir auch in der Erkenntnis über die Ursache und das Wesen dieses merkwürdigen Windes, der nicht nur eine auf das Alpengebiet beschränkte meteorologische Erscheinung darstellt, ein tüchtiges Stück

weitergekommen, so harren dennoch verschiedene Fragen noch ihrer Lösung. In dem hier Ausgeführten mußten sie übergangen werden. Unsere „Jubiläumsübersicht" wollte lediglich die großen Gesichtspunkte in der Entwicklung und dem derzeitigen Stand der Föhnforschung hervor heben. Ebenso die große Mannigfaltigkeit des Föhnproblems, das auch heute noch, fünfzig Jahre nach jenem lebhaften Streite zwischen Geologen und Meteorologen, dem Forscher des Interessanten und Unaufgeklärten genug bietet.

Naturgeschichte und Mathematik.

Von Dr. Martin Schips, Schwyz.

(Schluß.)

Den Gegensatz zu diesen Aufgaben, bei denen die Fläche (bezw. das Volumen) im Vergleich zum Umfang (bezw. zur Oberfläche) möglichst groß werden soll, bilden jene andern, sehr häufigen Vorkommnisse, wo es sich darum handelt, dem zur Verfügung stehenden Material eine möglichst große Oberfläche zu geben. Dies ist in der Regel dann der Fall, wenn die betreffenden Flächen der Absorption, Resorption od. Diffusion dienen sollen, weil diese Vorgänge mit der Oberfläche in direkter Beziehung stehen. Am besten fällt ins Auge in dieser Hinsicht die Oberflächenvergrößerung der Licht absorbierenden Organe unserer Pflanzen, die meist flächig ausgebreitete Blätter darstellen, in deren Innern der absorbierende Farbstoff, das Blattgrün wieder auf kleinste Körner verteilt ist, wodurch eine weitere außerordentliche Oberflächenvergrößerung erreicht wird (vgl. die unten folgenden Ausführungen über die roten Blutkörperchen). Auch die Organe, welche die Nahrung aus dem Boden aufnehmen sollen, zeigen das gleiche Bauprinzip, schon in ihrer meist außerordentlich feinen und weitgehenden Verästelung. Nach Nobbe (1875) hat z. B. die Wurzel einer einjährigen Kiefer mit ihren über 3000 Seitenwurzeln eine Gesamtlänge von ca. 12 m und durchsetzt im im Boden einen Kegel von 2000 cm^2 Grundfläche nnd 80—90 cm Tiefe; die Wurzeln einjähriger Getreidepflanzen haben, ebenfalls nach Nobbe (1872) eine Gesamtlänge von 500—600 m, die eines großen Kürbisses nach Sachs (1882) 25 km. — Betrachten wir nur den ersten Fall, so sehen wir, daß die von den Wurzeln einer einjährigen Kiefer durchzogene Bodenmasse einem Volumen von 60'000 cm^3 entspricht, also einem Würfel von ca. 39 cm Seite. Die größte, innerhalb eines Würfels mögliche Gerade ist die Körperdiagonale D, welche sich aus der Seite berechnet nach der Formel $D = s \cdot \sqrt{3} = 39 \cdot 1{,}732 = 67$ cm (rund). Die im ganzen 12 m lange Wurzel vermöchte also die von ihr durch-

setzte Bodenmasse, wenn sie würfelförmig wäre, etwa 18mal in der Richtung ihrer größten Ausdehnung zu durchziehen. — Außerdem ist die eigentlich absorbierende Oberfläche der Wurzeln bei den meisten Pflanzen noch durch die Bildung von Wurzelhaaren vergrößert. Nach Schwarz (1885) finden sich solche bei der Erbse 230, beim Mais 425 auf den Quadratmillimeter; ihre Länge bewegt sich zwischen Bruchteilen eines mm bis zu 4—5 mm. Nehmen wir einmal als durchschnittliche Zahl der auf einen mm^2 entfallenden Wurzelhaare 300 an und setzen wir ihre durchschnittliche Länge = $^1/_3$ mm. Die einzelnen Haare wollen wir als Kegel von $^1/_{300}$ mm^2 Grundfläche betrachten; dann berechnet sich der Umfang (U) dieser (kreisförmigen) Grundfläche (F) leicht:

$$U = 2\,\pi \sqrt{\frac{F}{\pi}} = 2\sqrt{\pi F} = 2\sqrt{\frac{\pi}{300}} = \frac{1}{5}\sqrt{\frac{\pi}{3}} = \frac{1}{15}\sqrt{3\pi}$$

Den Mantel (M) jedes einzelnen Kegels erhält man aus dem Umfang (U) und der Seitenlinie (s) nach der Formel $M = {}^1/_2\,Us$, wobei wir s, da es sich ja doch nur um einen Näherungswert handeln kann, in Rücksicht auf die relativ große Höhe der Kegel = h = $^1/_3$ mm annehmen wollen. Dann ist der Mantel jedes Kegels:

$$M = \frac{1}{2} \cdot Us = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{15}\sqrt{3\pi} = \frac{1}{90}\sqrt{3\pi}$$

Solche Kegel sind aber 300 pro mm^2 vorhanden; also ist die gesamte, durch sie erhaltene Oberfläche O:

$$O = \frac{300}{90}\sqrt{3\pi} = \frac{10}{3}\sqrt{3\pi} = \text{(rund) } 10 \text{ mm}^2;$$

es wird also unter den angenommenen Voraussetzungen eine Vergrößerung der Oberfläche um das Zehnfache erhalten; von Schwarz wurde sie beim Mais als $5\,^1/_2$-fach, bei der Gerste als 12-fach bestimmt. — Auf ganz analoge Weise läßt sich auch die Oberflächenvergrößerung des Darmes durch die Zottenbildung berechnen oder die der Lunge durch die Bläschenbildung; Huschke zählte beim Menschen 1800'000'000 solcher Lungenbläschen mit durchschnittlich $^1/_2$ mm Größe und erhielt daraus für die menschliche Lunge eine Gesamtoberfläche von 200 m^2, was einem Kreis von etwa 16 m Durchmesser entspricht.

Eine andere Art der Oberflächenvergrößerung ist, wie schon beim Blattgrün erwähnt wurde, die Zerlegung des Materials in kleinere Teile, wie dies auch der Fall ist bei den Blutkörperchen als Trägern des Blutfarbstoffes. Auch hier führt eine kleine Berechnung, der wir die Angaben Welckers zugrunde legen wollen, zu überraschenden Ergebnissen. Die Gesamtblutmenge eines erwachsenen Mannes werde zu rund 5 kg angenommen, oder, da das spezifische Gewicht des Blutes dem des Wassers fast gleich ist (nämlich 1,055), zu rund 5 l = 5 dm^3 = 5000 cm^3 = 5'000'000 mm^3. In 1 mm^3 Blut sind rund 5'000'000

rote Blutkörperchen enthalten, im ganzen also 25'000'000'000'000. Die Oberfläche eines roten Blutkörperchens bestimmte Welcker zu 0,000 128 mm^2; daraus ergibt sich als deren Gesamtoberfläche:

$$O = 0{,}000\,128 \times 25'000'000'000'000 = 128 \times 25000\,000$$
$$= 3'200'000'000\ mm^2 = 3200\ m^2,$$

also ein Quadrat von über 56 m Seite, während die ganze Oberfläche eines Mannes zu 2 m^2 anzunehmen ist. Das Prinzip der Oberflächenvergrößerung durch Zerteilung wird sich wohl kaum deutlicher, als durch eine solche Berechnung, darlegen lassen.

Eine andere Gruppe von Beispielen bieten die Ergebnisse der Variations- und Vererbungsforschung. Ich bin geneigt, als einen der größten Erfolge „mathematischer" Biologie den Nachweis zu betrachten, daß die Abweichungen variierender Merkmale der Lebewesen überhaupt den gleichen Gesetzen gehorchen, wie die bei unsern Beobachtungen unvermeidlichen Messungsfehler und daß sie sich mit Hilfe der Fehlerfunktionen oder der von Quételet aus der Wahrscheinlichkeitsrechnung abgeleiteten sog. Galton-Kurven darstellen lassen. Die Variationen sind also nichts als „Fehler" der Natur, mathematisch ganz gleich zu bewerten, wie etwa unsere Messungsfehler. Und wie sich hier die Fehler häufen, je kleiner sie sind, so daß die Wahrscheinlichkeit einer fehlerlosen Beobachtung praktisch gleich Null wird, so muß auch die Natur daran verzweifeln, irgend eines ihrer Produkte absolut „fehlerlos" herzustellen und wir begreifen hier mathematisch das Wort des auch in Mathematik hervorragenden Albrecht Dürer, der nach jahrzehntelanger Bemühung, den Kanon eines absolut vollkommenen und deshalb durchaus schönen menschlichen Körpers aufzustellen, sein Resultat in die Worte zusammenfaßte: „Es lebt kein schöner Mensch auf Erden, er könnte immer noch schöner sein!"

Immerhin dürfte die Behandlung der Fehlerkurven in unsern Mittelschulen zu viel voraussetzen, und es läßt sich ja umso eher darauf verzichten, als das Resultat, wenigstens in der Fassung Dürer's wirklich etwas ungalant anmuten muß. Die Vererbungslehre bietet dagegen leichter zu behandelnde Probleme auf Grund der Vererbungsgesetze, wie sie zuerst von dem Augustinermönch Gregor Joh. Mendel (1865 und 1869) aufgestellt wurden, aber völlig unbeachtet blieben und der Vergessenheit anheimfielen, um dann in demselben Jahre 1900 von drei Forschern: de Vries, Correns und Tschermak wiederentdeckt zu werden. Nehmen wir als einfachstes Beispiel die sog. Spaltungsregel: Werden 2 „reine" Rassen (d. h. Rassen, die wir als „rein" betrachten), nämlich R_1 und R_2 gekreuzt, so entstehen in der ersten Generation

Mischlinge M, und zwar 2 Arten $R_1 R_2$ und $R_2 R_1$, je nachdem R_1 oder R_2 die männliche Komponente ist. Im günstigen Falle, sofern nämlich R_1 und R_2 nicht dominante und rezessive Merkmale aufweisen, halten die Merkmale von M die Mitte zwischen denen von R_1 und R_2; ich erinnere an das Schulbeispiel der rosablühenden Mischform aus einer rot und einer weiß blühenden Mirabilis Jalapa. In der II. Generation sind folgende Kombinationen möglich:

$R_1 R_1$ $R_1 R_2$ $R_2 R_1$ $R_2 R_2$

Die zwei mittleren sind Mischformen: M, die andern sind rein: R. Diese züchten weiter rein; bei den Mischformen wiederholt sich die Aufspaltung in allen folgenden Generationen nach dem gleichen Gesetze wie zwischen der ersten und zweiten Generation. Es ergeben sich dann die Zahlenverhältnisse, die in der folgenden Tabelle dargestellt sind und aus denen sich für jede folgende Generation das Verhältnis der reinen Formen zu den Mischformen R : M direkt ablesen läßt.

Gen.	I	II	III	IV	V	VI	VII	
R_1	0	1	2 1	4 2 1	8 4 2 1	16 8 4 2 1	32 16 8 4 2 1	
M	2	2	2	2	2	2	2	usw.
R_2	0	1	1 2	1 2 4	1 2 4 8	1 2 4 8 16	1 2 4 8 16 32	
R:M	0:1	1:1	3:1	7:1	15:1	31:1	63:1	

Es ergeben sich also in den einzelnen Generationen folgende Verhältniszahlen für R : M:

II 1 : 1

III $3:1 = (1+2):1$

IV $\qquad 7 : 1 = (1 + 2 + 4) : 1$

V $\qquad 15 : 1 = (1 + 2 + 4 + 8) : 1$

usw.

n. $\qquad \left(1 + 2 + 2^{2} + 3^{3} + \ldots\ldots + 2^{n-2}\right) : 1$

Die Verhältniszahlen für R bezogen auf $M = 1$ bilden also eine geometrische Reihe mit dem Anfangsgliede $a = 1$ und dem Quotienten $q = 2$, die für die n. Generation aus $(n-1)$ Gliedern besteht; also gilt die Beziehung:

$$R : M = a\,\frac{q^{n-1} - 1}{q - 1} : 1 = \left(2^{n-1} - 1\right) : 1$$

Hieraus läßt sich für jede beliebige Generation unmittelbar das zu erwartende Verhältnis der reinen Formen zu den Mischformen, mit andern Worten der Grad ihrer Aufspaltung angeben. Umgekehrt läßt sich auch die Frage beantworten, wie viele Generationen nötig seien, damit die Aufspaltung einen bestimmten Wert erreicht, z. B. etwa bis es erst auf eine Million reine Formen wieder eine Mischform trifft. Die Lösung ergibt sich von selbst:

$$2^{n-1} - 1 = 1\,000\,000$$

oder rund:

$$2^{n-1} = 1\,000\,000$$
$$(n-1)\log 2 = \log 10^{6}$$
$$n - 1 = 6 : 0{,}30103 = 20 \text{ (rund)};$$

die Antwort ist also: In der 21. Generation machen die Mischformen nur noch den millionten Teil der Gesamtzahl aus; die Mischrasse kann also praktisch schon früher als aufgespalten gelten. In Wirklichkeit freilich wird sie sich, sofern alle Individuen normal sich fortpflanzen, niemals vollständig aufspalten; denn in diesem Falle muß $2^{n-1} - 1 = \infty$ werden, was erst eintritt für $n = \infty$. Für alle Generationen, mögen sie auch noch so weit von der ersten entfernt sein, ergibt sich eine wenn auch noch so geringe, doch immer mathematisch bestimmbare Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Mischformen, und deshalb wird man auch kaum je von wirklich reinen Rassen sprechen können, da die durch eine eventuelle Bastardierung erhaltenen rezessiven, latenten Merkmale sich durch eine beliebiglange Folge von Generationen erhalten und dann infolge dieses „Mendelns" plötzlich in sehr überraschender Weise zum Vorschein kommen können.

Doch laſſen wir es nun an dieſen Beiſpielen genug ſein; ſie mögen ausreichen, um die Gedanken, die ich oben auseinanderſetzte, zu illuſtrieren. Viel wird es ja nicht ſein, was man an mathematiſchen Ueberlegungen in der „Naturgeſchichte“ in der Mittelſchule wird bieten können, da man über die Elemente nicht hinausgehen darf und auf die Faſſungskraft der Schüler immer Rückſicht nehmen muß. Ich glaube, dieſer Forderung hier genügt zu haben, indem ich mich dabei vielleicht ſogar der Gefahr ausſetzte, allzu leicht und einfach geweſen zu ſein. Doch ſteht es ja jedem frei, dieſe Gegenſtände zu komplizieren oder kompliziertere zu wählen. Ich für mich freilich bin der Anſicht, daß oft mehr Mühe, um nicht zu ſagen „Kunſt“ dazu nötig iſt, unbeſchadet der Korrektheit ſchwierigere Dinge leicht verſtändlich als umgekehrt leichte Dinge ſchwierig zu geſtalten.

Der Kleiber als Haſelnußgärtner.

Von Pfarrer Limacher, Triengen.

Der ſcharfe Beobachter des „Sämanns der Eibe“ in Nr. 7 der „Mittelſchule“ ruft mir ein kleines „Ereignis“ aus meiner Jugendzeit in Erinnerung. Es mag als Beleg für die Richtigkeit der dort behandelten Tatſache dienen.

An einem September-Sonntagnachmittag ſitzen mein gelehrter Prinzipal und ich im Luſthäuschen des Pfarrgartens und pflegen ein Stündchen gemütliche Unterhaltung. Auf einmal fliegt der mir bekannte Graurock Kleiber (Sitta Cæsia) an die alte Gartenmauer. Er trägt etwas in ſeinem langen Schnabel, drückt es in eine Ritze der morſchen Gartenmauer etwa einen Meter über dem Erdboden, verſetzt dem kleinen Gegenſtand 3—4 Schläge mit ſeinem Schnabel — wir hören die Töne ganz gut im Gartenhäuschen und zwar ſo, als ob ſie von einem kleinen Hämmerlein herrühren würden — fliegt dann raſch auf die Erde, nimmt ein kleines abgebröckeltes Stückchen Kalkmörtel von der Farbe der Mauer, bringt es vor den zu verbergenden Gegenſtand, gibt auch ihm 1—2 Schnabelſchläge und fort iſt der ſchlaue „Fink“. Alles vollzieht ſich mit einer Geſchwindigkeit von einer, höchſtens zwei Minuten.

Die Neugierde lockt uns zum Orte der Beobachtung und was ſehen wir zu unſerer Ueberraſchung? Eine mittelgroße Haſelnuß ſteckt regelrecht in der Mauerritze. Das graue Mörtelſtückchen verbirgt den „Schatz“ vor den neugierigen Augen des Vorübergehenden. Dieſe Vorſichtsmaßregel gilt wohl mehr einem diebiſchen Nachbar aus der Kleiber-Gilde als unſerem Leckermaul. Wahrſcheinlich hatte ſich der vorſichtige

Kleiber hier ein kleines Deſſert für eine künftige Wintermahlzeit aufgeſpart.

Der neugierige Prinzipal wollte die Haſelnuß herausnehmen. Ich bat ihn, ſie bleiben zu laſſen, um weiteres beobachten zu können. Im Frühjahr war die Nuß noch am gleichen Orte. Die milden Sonnenſtrahlen, welche das Gemäuer erwärmten und die in dasſelbe eingeſickerte Feuchtigkeit brachten die Schale zum Springen und im Herbſte würgte ſich ein ganz artiges Haſelſtäudchen aus der Mauerritze heraus.

Schon öfters, wenn ich an alten Mauern, Türmen, Ruinen Haſelſtauden oder andere Holzarten, deren Samen nicht vom Winde weggetragen werden kann, beobachte, denke ich an den alten Graurock Kleiber aus meiner Jugendzeit und befriedigt finde ich mich mit der Erkkärung ab, hier hat gewiß wieder ein ſolcher Sämann oder ein Verwandter von ihm für die Fortpflanzung von Strauchwerk und für Belebung und Verſchönerung öder Plätzchen geſorgt.

Herſtellung einfacher Lichtbilder und Tafelzeichnungen.

Von Dr. P. E. Scherer.

Zu den wertvollen Hilfsmitteln des modern geſtalteten Unterrichts gehört der Projektionsapparat. Das Ideal wäre wohl ein Episkop, mit dem man ohne Vermittlung von Diapoſitiven, Bilder aus jedem Buche an die Wandfläche zaubern kann. Doch ſolche Apparate ſind koſtſpielig. Anderſeits iſt die Anſchaffung guter Diapoſitive ebenfalls teuer, die Selbſtanfertigung zeitraubend. Einige Notbehelfe, die teure Bilder erſetzen und in manchen Fällen ganz gute Dienſte leiſten, ſeien nachſtehend mitgeteilt.

Diapoſitive von Umrißzeichnungen einfachſter Art kann man herſtellen, indem man Pauspapier mit den Zeichnungen auf Glasplatten klebt. Ein Verfahren um beſſere Lichtbilder zu erhalten, iſt ſeiner Zeit einmal in der Naturwiſſenſchaftl. Wochenſchrift mitgeteilt worden. Man nimmt alte photographiſche Trockenplatten, die durch langes Lagern oder ungewollte Belichtung verdorben ſind. Solche Platten werden in ein gewöhnliches Fixirbad gelegt (1 Teil unterſchwefligſaures Natron, 4 Teile Waſſer), bis ſie glasklar ſind. Darauf werden ſie in Waſſer abgeſpült, in einer Alaunlöſung gegerbt, gründlich ausgewaſchen und getrocknet. Nun werden die Platten, Schicht nach oben, auf die zu zeichnende Abbildung gelegt und dieſe wird mit einer Zeichenfeder in Tuſche

nachgezeichnet. Sollte die Feder auf der Gelatineschicht nicht gut angehen, so braucht man nur ein wenig Mattolein oder ein anderes photographisches Retouchiermittel auf der Schicht zu verreiben, worauf Tusche und Farbe leicht angenommen werden. Solche Zeichnungen kann man auch kolorieren. Z. B. in einem Blattquerschnitt erhalten die Chlorophyllkörner grüne, das Leitungsgewebe rote, die Membranen braune Farben. Zum Bemalen sind die flüssigen Keilitzschen Brillantfarben, die in jeder Photohandlung vorrätig gehalten werden, zu empfehlen.

Die eben beschriebene Methode liefert ganz brauchbare Bilder, doch wird man nicht immer solche alte Platten in größerer Zahl zur Verfügung haben. Es ist auch gar nicht notwendig. Denn man kann ebensogut gewöhnliche Glasplatten nehmen, bestreicht sie mit in Wasser gelöstem Albumin, das man sich aus Eiweiß selbst herstellen kann, und auf die so präparierten Glastafeln läßt sich mit Tinte und Farben beliebig zeichnen. Mißlingt eine Zeichnung, oder braucht man sie nicht mehr, so kann sie weggewaschen und die Glasplatte wieder verwendet werden.

Noch einfacher ist folgendes Verfahren. Man zerschneidet einen Bogen glashelle Gelatine, die man in jeder Papeterie bekommt, mit der Schere in Kärtchen, die etwas kleiner sind als das Format der für die Diapositive gebrauchten Deckgläser. Auf die Gelatineblätter kann man mit Tinte, Tusche, Farben, mit der Feder oder mit dem Pinsel zeichnen, nur darf die Farbe nicht zu dünnflüssig sein. Oder man kann die Gelatinefolie direkt auf die Zeichnung legen und sie bequem pausen. Ist die Zeichnung fertig, so legt man sie zwischen zwei Deckgläser, klebt letztere mit Papierstreifen zusammen und das Lichtbild ist fertig. Auf solche Weise können schematische Zeichnungen, Pläne, Grundrisse einfach oder mehrfarbig, in kürzester Zeit hergestellt werden. Fehlt etwas am Bild, so kann man es leicht verbessern, man braucht ja nur das Gelatineblatt mit der Zeichnung aus den Deckgläsern herauszunehmen.

Solche einfache Projektionsbilder bieten nach meinen Erfahrungen noch einen andern Vorteil. Gar oft hätte man für die Schule gerne dieses oder jenes Bild aus einem Lehrbuch, einer Zeitschrift, als große Wandtafel zur Demonstration. Man kann sich solche Tafeln ja selbst herstellen, wenn man Zeit und Geduld hat. Aber in einzelnen Fällen ist es außerordentlich schwer ein Bild aus einem Buche mit richtigen Proportionen in vergrößertem Maßstab wiederzugeben. Man muß bei der Uebertragung ein Gradnetz zu Hilfe nehmen und auch dann gerät es nicht immer nach Wunsch. In solchen Fällen behelfe ich mir damit,

daß ich von dem gewünschten Bild ein Gelatinelichtbild anfertige, dieses mit dem Projektionsapparat in der notwendigen Vergrößerung auf das Zeichenpapier projiciere und die Umrisse mit dem Bleistift oder mit Kohle nachzeichne. So erhält man das richtige Verhältnis der Bildteile und die nachfolgende Ausarbeitung hat keine Schwierigkeiten. Auf solche Weise habe ich z. B. die bekannte Doppelzeichnung Schwendener's, Spaltöffnung von Helleborus offen und geschlossen, als große Wandtafel hergestellt. Aehnlich lassen sich Schädelzeichnungen, kristallographische Figuren und dergl. unter genauer Wiedergabe der richtigen Verhältnisse vergrößern. Die Sache ist sehr einfach, man mache nur eine Probe. Selbstverständlich muß die Papierfläche, auf die das Bild gezeichnet wird, senkrecht stehen, und wenn man sie auf eine Staffelei stellt, muß man sich hüten sie zu verrutschen.

Literatur.

Mathematische Bibliothek: 15. Bd. Beispiele zur Geschichte der Mathematik, von Witting u. Gebhardt. 16. Bdchen.: Anfertigung mathemat. Modelle von Giebel. 17. Bdchen.: Dreht sich die Erde? von Brunner. Teubner, Leipzig u. Berlin. Preis à Bändchen Mk. —.80.

Die Freunde der blauen Bändchen werden es freudig begrüßen, daß wieder einige neue MM der interessanten und anregenden Sammlung vorliegen. Das erste der genannten Heftchen wird mancher Schüler gerne zur Hand nehmen, um sich einmal in die Rechenkunst alter Zeit, d. h. namentlich des 12. bis 17. Jahrhunderts zu vertiefen, von dem ihm hier in Auszügen der Werke einer Reihe Mathematiker ein gutes Bild geboten wird. Das zweite Heftchen ist wirklich eine ganz ausgezeichnete und inhaltsreiche Anleitung, die zudem den großen Vorzug hat, nicht pedantisch zu meinen, man müsse es nun gerade so machen, „wie es im Buch steht", die vielmehr anregen will. Das letzte Bändchen, das uns, weil von einem Schweizer verfaßt, noch besonders interessiert, ist eine recht brauchbare Ergänzung zu Lehrbüchern der Physik und Mathemat. Geographie, indem hier die mechan. Nachweise der Erdrotation ausführlicher resp. auch kritischer dargelegt werden. Da die Bändchen auch für die Hand der Schüler bestimmt sind, so wäre es vielleicht angebracht, auf einige „Schwierigkeiten" einzugehen, wie z. B. warum beim Pendelversuch das Pendel nicht nach je 12 Stunden in der gleichen Horizontalspur schwingt, obgleich es keine Drehung (inbezug auf die Vertikale) macht u. a. Möge die treffliche Sammlung überall die ihr gebührende Beachtung aller Freunde der Mathematik finden.

Dr. Baum.

Wettstein, Oskar, Dr. **Die Schweiz,** Land, Volk, Staat und Wissenschaft. Verlag Teubner („Natur und Geisteswelt" 482. Bd.).

In einer Zeit, wo über nationale Erziehung, Staatsbürgerunterricht, Vaterlandskunde so viel geredet und geschrieben wird, ist man für ein Werklein, wie das vorliegende, doppelt dankbar. Schon der Name des Verfassers bürgt für etwas Gutes. Wer das Büchlein durchgeht, ist erstaunt ob der Fülle des Materials auf so engem Raume. Unter den Untertiteln: das Land, das Volk, Geschichte, Staatsverfassung, wirtschaftliche Verhältnisse, materielle Kultur, geistige Kultur, werden Eigenart und Vielgestaltigkeit unseres Vaterlandes vortrefflich zur Darstellung gebracht. Nicht nur im Unterricht in Geographie der Schweiz von der Sekundarschulstufe an wird das Werkchen überaus nützliche Dienste leisten können, sondern auch allen jenen Schweizerbürgern, jungen oder alten, deren staatsbürgerliche Kenntnisse einer Ergänzung und Vertiefung bedürfen.

Dr. C. K.