Zeitschrift: Schweizer Schule
Herausgeber: Christlicher Lehrer- und Erzieherverein der Schweiz
Band: 3 (1917)

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: 13.04.2026

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

Mittelschule

Mathematisch-naturwissenschaftliche Ausgabe

Beilage zur „Schweizer-Schule“

1917
III. Jahrgang

Einsiedeln
Eberle & Rickenbach
1917

Inhaltsverzeichnis.

I. Abhandlungen.

Spinnkünste der Rosenwickler-Raupe. Von Dr. Rob. Stäger, Bern . . 1
Das Unterseeboot. Von Dr. J. R. Brunner, Luzern 7
Wann ist die Wanderratte nach Europa gekommen? Von Dr. P. Emmanuel Scherer O. S. B., Sarnen 11
Addition und Subtraktion gemeiner Brüche. Von J. Troxler, Luzern . . 12
Eine Lektion bei den denkenden Tieren. Von Dr. P. Sigisbert Cavelti O. S. B., Engelberg 17, 24
Praktischer Physikunterricht. Von Dr. Baum, Baden 20
Der nordische Streifenfarn (Asplenium septentrionale Hoffm.) in Obwalden. Von Dr. P. Emmanuel Scherer, Sarnen 25
„— — — nach Adam Riese!" Von Dr. Martin Schips, Schwyz . . . 28
Variabilität in Größe und Färbung bei den Insekten. Von Prof. Dr. Kathariner, Freiburg 33
Vom Regen und der Elektrizität der Niederschläge. Von Prof. Dr. Gockel, Freiburg 49, 66
Studien über die Blütenbiologie von Polygala chamaebuxus L. Von Dr. P. E. Scherer, Sarnen 53
Das Werden der Organismen. Von Dr. Baum, Baden 57, 75, 89
Ein Zuchtversuch für die Zoologiestunde. Von Dr. R. Stäger, Bern . . 71
Neue Beziehungen zwischen Luftdichte und Höhe. Von Fritz Fischli, Estavayer 81, 101
Blütenbestäubung durch Schnecken. Von Dr. M. Schips, Schwyz . . . 94
Von der Regel abweichende Arten der Bewegung und ihnen entsprechende Bildungen bei Wirbeltieren. Von Prof. Dr. Kathariner, Freiburg . 97
Über das Konservieren von Pflanzen. Von Dr. P. E. Scherer, Sarnen . 105
Ein Besuch bei J. H. Fabre. Von Dr. R. Stäger, Bern 113
Vom Physikunterricht in der Sekundarschule. Von J. Holdener, Arth . . 117
Weitere Erfahrungen auf Ferienwanderungen. Von Dr. A. Theiler, Luzern 123

II. Varia.

Literatur 15, 62, 95, 109, 128
Erprobte Winke 32

3. Jahrgang. Nr. 1. 11. Jan. 1917.

Mittelschule

Beilage zur „Schweizer-Schule“

Mathematisch-naturwissenschaftliche Ausgabe

Schriftleitung: Dr. A. Theiler, Luzern

Inhalt: Spinnkünste der Rosenwickler-Raupe. — Das Unterseeboot. — Wann ist die Wanderratte nach Europa gekommen? — Literatur.

Spinnkünste der Rosenwickler-Raupe.

Mit 6 Figuren.

Von Dr. Rob. Stäger, Bern.

Das bekannteste Beispiel einer spinnenden Raupe ist das der Seidenraupe. Aber außerdem ist noch eine ganze Reihe von nackten, ungeschützten Larven mit dem Vermögen ausgestattet, Gespinste herzustellen. Vor nicht zu langer Zeit entdeckte Doflein*) auf Ceylon sogar spinnende Ameisen-Larven.

Die spinnenden Larven, gleich welcher Familie sie angehören, besitzen an den Seiten des Darmes zwei große, oftmals hin- und hergebogene röhrenförmige Drüsen, die vom hintern Körperende bis zum Munde reichen und nicht selten fast den größten Teil der Bauchhöhle ausfüllen. Außerhalb der Unterlippe öffnen sie sich hart nebeneinander in einer kleinen Warze und sondern in der Tätigkeit ein klebriges, dickflüssiges Sekret ab, das an der Luft sofort zu einem winzig-dünnen Faden, eben dem Spinnfaden, sich verhärtet, der dann von dem spinnenden Tier auf verschiedene Weise verwendet wird.

Ich möchte hier aber nicht einen Auszug von dem geben, was darüber in den Büchern geschrieben steht und alle die bekannten Fälle aufzählen, sondern meine eigenen Beobachtungen mitteilen, die ich hinsichtlich der Spinnkünste letzten Mai und Juni an der Larve des Rosenwicklers (Tortrix bergmanniana L.) gemacht habe.

Welcher Rosenbesitzer hätte die fahlgrünen, ein Zentimeter langen Räupchen mit dem rabenschwarzen Kopf und dem schwarzen Fleckchen auf dem Analsegment, aus dem später die zierlichen goldgelben Kleinschmetterlinge hervorgehen, nicht schon mit tiefgefühlten Ausdrücken des Zornes bedacht, wenn er ihre Zerstörungen an seinen Lieblingen mitansehen mußte! Kaum haben sich die Laubblätter der Rosen im Frühjahr in ihrer herrlichen Zartheit und Frische entfaltet und lassen die ersten Blütenknospen zwischen sich sehen, gewahrt man da und dort an den Bäumchen oder Büschen die Trieb-

*) Doflein, Ostasienfahrt. Verlag Teubner, Leipzig. 1906.

spitzen unschön und büschelweise zusammengezogen, wie verklebt oder verwachsen. Ich zupfe einen solchen Büschel auseinander und dringe ins Innere desselben vor. Welcher Anblick! Zwei, drei, vier der schönsten Blattspreiten durchlocht und zerfressen, die miteinbezogenen Blütenknospen zur Hälfte angenagt, der Stiel entzweigebissen; alle Hoffnung auf die heurige Rosenpracht dahin! Zu innerst in dem Blattgewirr aber der Bösewicht, die Tortrix-Raupe, die vor meinem Zugreifen eiligst die Flucht ergreift und sich behend an einem Spinnfaden zur Erde gleiten läßt, wo sie zwischen den Unebenheiten des Beetes meinem Blick entschwindet. Der Unhold hatte die Blätter eines frischen Triebs mit Hilfe seines Spinnvermögens zusammengezogen, sozusagen verlötet und dann von seinem sichern Versteck aus seine Raubzüge in das zarte Gewebe der Blätter und Knospen unternommen. Eigentlich frißt er sein eigen hergerichtetes Heim auf; aber er kommt dabei nicht zu Schaden, der ausgerechnete Schuft. Noch bevor er am Ende seines Vorrates an Nahrung angelangt ist, verfällt er der Puppenruhe.

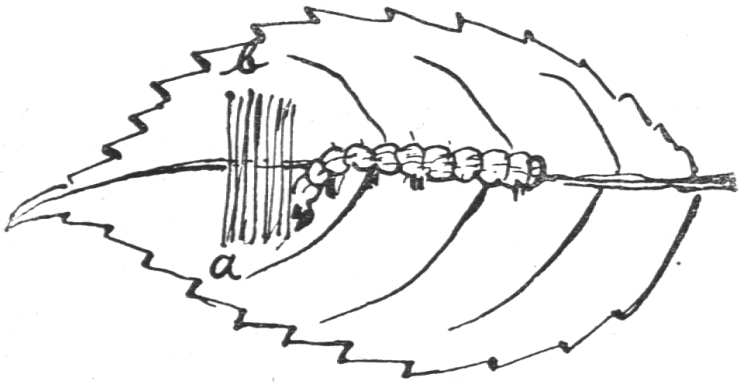


Fig. 1. Die Raupe spinnt die ersten Fäden von a nach b auf der Unterseite des Rosenblattes. Schematisch.

Um nun zu erfahren, wie die Raupe bei ihrer unheimlichen Arbeit zu Werke geht, verbrachte ich mehrere Exemplare, je einzeln in Glasdosen, die für solche Beobachtungen so ungemein praktisch sind und legte einzelne Fiederchen von Rosenblattspreiten mit hinein.

Zu meinem Erstaunen ließen die Larven nicht lange auf sich warten und begannen schon nach wenigen Minuten mit dem „Zusammenlöten" der Blätter. Man sieht, der Raupe ist es am hellen Tageslicht „wind und weh", und daher sucht sie so schnell als möglich sich ein Blattversteck herzurichten. Im Freien würde sie sich einfach davon machen, um in einem unbewachten Augenblick den Rosenstrauch wieder zu erklettern.

In dem engen und hellen Raum unserer Versuchsdose bleibt ihr nichts anderes übrig, als vor unsern beobachtenden Augen ihr dunkles Handwerk zu betreiben. Sie beginnt nun damit, daß sie auf der Unterseite des Blattes, die wir aber, um alles besser beobachten zu können, nach oben gekehrt haben, von links nach rechts, von rechts nach links, ungefähr gleich weit von der Mittelrippe und die Blatträndern nicht erreichend, Fadenstränge spinnt. (Fig. 1.) Da die Stränge beim Erhärten an der Luft sich zusammenziehen, resp. verkürzen, sind sie imstande, auch die beiden Blatthälften unter einem stumpfen Winkel einander etwas zu nähern.

Die Raupe schleudert bei dieser Arbeit den Kopf und die vordern

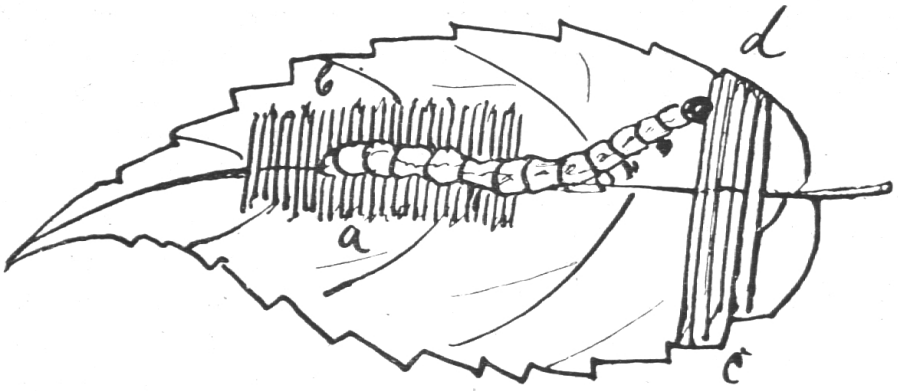


Fig. 2. Die Raupe steigt auf die ersten Fäden a b, die die beiden Blatthälften schon etwas genähert haben und spinnt von diesem erhöhten Standpunkt aus mit den Fäden c d die Ränder vollends zusammen. Schematisch.

Segmente ihres Körpers mit der Behendigkeit und Regelmäßigkeit eines Weberschiffleins von der einen Seite zur andern. Hat sie nun das Blatt an verschiedenen Stellen mit diesen ersten Fixationssträngen, die immer unter einem rechten Winkel zur Mittelrippe stehen, bedacht, so klettert sie entweder auf dieselben hinauf (Fig. 2) und beginnt von diesem erhöhten Sitz aus die gleiche Prozedur eine Etage weiter oben am Blatt bei c, d, wodurch die Ränder sich dann rasch einander nähern, oder sie kriecht in den Hohlraum unter die sich zusammenziehenden ersten Stränge a, b, legt sich dort auf den Rücken, den Bauch dem Beschauer zugekehrt und zieht, mit den Beinen an der Unterseite der Stränge, wie an einer wagrecht postierten Leiter sich haltend, die obern Fäden c, d der Figur 3.

Diese obern Fäden werden sehr oft nicht bloß unter sich parallel, sondern vielfach gekreuzt angelegt, wodurch die Annäherung der Blattränder noch rascher von statten geht.

Dieses Prinzip des Arbeitens wird auch vielfach je nach Bedarf abgeändert.

Manchmal werden nicht nur zwei, sondern drei oder vier Fadenschichten über einander angelegt, bis das starre Blatt gefügig wird. Dann steigt die Raupe immer auf die nächste höhere „Leiter", bis die oberste, die Blätträndер verbindende Schicht gesponnen ist.

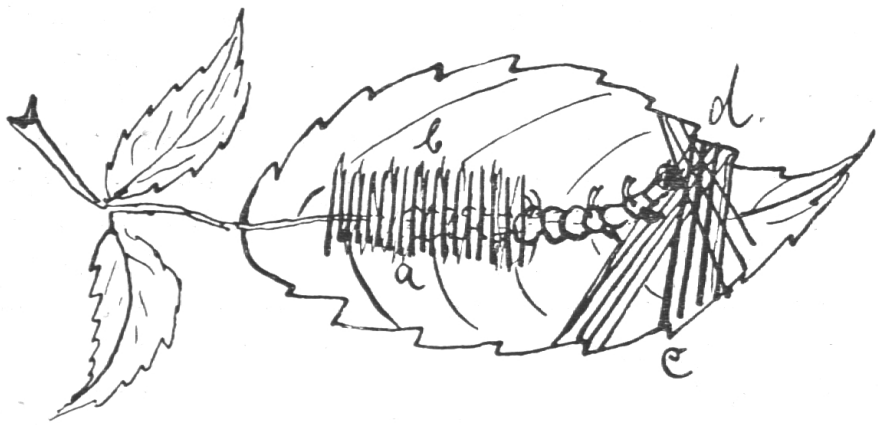


Fig. 3. Die Raupe kriecht unter die ersten Fäden a, b und spinnt, auf dem Rücken liegend, die Fäden c, d, die die Annäherung der beiden Blatträndер vollends herbeiführen. Schematisch.

Ist ein Blatt zu breit und keine Aus-

sicht vorhanden, daß man seine Ränder durch die ersten Fäden a, b auch nur ein Deut nähern könnte, so legt das Tier diese ersten Fäden auf der einen, linken oder rechten Blatthälfte an, ohne die Mittelrippe zu überschreiten. Dadurch (durch die verkürzende Wirkung des an der Luft sofort sich zusammenziehenden Sekretes) wird diese eine Blatthälfte in sich selbst etwas nach innen gebogen. Die zweite Fadenschicht, die darüber angelegt wird, kontrahiert die Blatthälfte noch mehr uud so wird es der Larve bald möglich gemacht von Rand zu Rand eine oberste Schicht von Strängen zu spinnen, die das gewünschte Ziel erreichen.

Diese, jedem Fall angepaßte Variation des Handelns gehört wiederum zum Interessantesten, das der tierische Instinkt hervorzubringen vermag, und zwar umso interessanter, als es sich hier nicht einmal um ein ausgebildetes Insekt (Imago), sondern nur um einen Larvenzustand eines solchen handelt.

Werfe ich meiner Tortrix-Raupe mehrere Blätter in die Dose, so spinnt sie schließlich alle in einen Büschel zusammen, wie wir das in der freien Natur auch sehen. Das Prinzip des Arbeitens bleibt aber immer dasselbe. Wie schon eingangs erwähnt, wird dann von dem sichern Versteck der „Spinnstube" aus alles in der Nachbarschaft und wären es die Blätterwände dieser „Spinnstube" selber, durch Fraß verheert, bis das nahende Gefühl der Verwandlung zur Puppe dem Vandalismus Einhalt gebietet.

Wir haben jetzt durch eigene Anschauung die Arbeitsweise der Rosenwickler-Larve kennen gelernt und gehen über zu ihrer mehr gelegentlichen Tätigkeit als Akrobat und Seiltänzer.

Wir sind ganz zufällig auf diese ihre Liebhaberkünste gestoßen. Daß sie die Flucht ergreift, indem sie sich an einem Spinnfaden rasch herunterläßt, ist bekannt. Damit hat sie schon manche etwas sensitive Dame erschreckt, die sich im Garten eine Rose brechen wollte. Sie haspelt sich aber an ihrem Faden, insofern er oben angeheftet bleibt, auch wieder empor.

In der Gefangenschaft gilt es, noch ganz andere Probleme zu lösen. Eine meiner Glasdosen beherbergte eine Tortrix-Raupe, der ich kein Rosenblatt beigegeben hatte. Ich beachtete sie vorerst nicht, bis mir ihre sonderbare Art des Fortbewegens auffiel. Sie begnügte sich nämlich nicht, am Boden der Dose herumzugehen, sondern kletterte auch an den senkrechten, glatten Glaswänden in die Höhe, als handelte es sich um eine rauhe Baumborke. Ja, nicht genug damit. Selbst vor dem Plafond ihres Gefängnisses, dem Glasdeckel machte sie nicht einmal Halt, sondern ging von den Wänden auf diesen über, aber nicht in der Art der Stubenfliegen, die den Rücken abwärts gekehrt, an der Zimmerdecke herumspazieren; vielmehr schien sie nur mit dem Kopf oder dem vordersten Fußpaare dem Glasdeckel entlang zu rutschen, während der ganze übrige Leib frei im Luftraum des Behälters baumelte. Nicht anders sah es aus, als würde sie von einem Magneten außerhalb der Dose am Deckel festgehalten. Eine solche Erscheinung bedurfte doch der nähern Untersuchung. Mir fiel zwar sofort ihr Spinnvermögen ein, das unter Umständen auch hier eine Rolle spielte, aber lange war es mir nicht

möglich, den sichern Beweis dafür zu erhalten. Freilich führte sie im Weiterschreiten sowohl an den Steilwänden als am Deckel der Dose mit dem Kopf die nämlichen Bewegungen nach rechts und links aus, wie beim Zusammenspinnen der Rosenblätter, aber ich konnte auf dem durchsichtigen Glas keine Fäden erkennen. Dann versuchte ich deren Nachweis durch schwarze Unterlage zu erlangen. Wieder nichts. Diese einzelnen Fäden (und nicht ganze Fadenbüschel), um die es sich handeln mußte, waren zu fein, viel feiner als ein gewöhnlicher Faden eines Spinnen-Netzes.

Endlich half das einseitig auftreffende Sonnenlicht aus der Not. Wenn seine Strahlen unter einen gewissen Winkel auf den Dosendeckel oder die Seitenwände auffielen, leuchteten die Fäden in irisierendem Glanz und Farbenspiel auf, und ich konnte direkt das „Spinnen" der Raupe mit der gleichzeitig angewandten Lupe verfolgen. Es war nun einmal sicher festgestellt, das Tier machte seine außerordentlichen Wanderungen mit Hilfe seines Spinn-Sekretes.

Das Wie ließ nun nicht lange mehr auf sich warten. Kommt die Turnerin an die Steilwand des Gefässes, verfertigt sie sofort eine Strickleiter, die sie an die Glaswand anbringt und klettert somit gar nicht nach Art des Felskletterers empor am Glas selber, sondern auf den Fadensprossen ihrer selbstgefertigten Strickleiter. Wie merkwürdig das ist! Sie richtet sich an der Wand empor, betupft links von ihr am Glas eine Stelle mit dem Mund, d. h. mit der Warze des Spinnapparates, der dort seinen Ausführungsgang hat, zieht den sofort erhärtenden Faden nach rechts hinüber, betupft dort das Glas, um ihn festzumachen, und die erste Sprosse der Leiter ist fertig. Die Künstlerin betritt sie mit ihrem Fuß, zieht die zweite Sprosse von rechts nach links hinüber, befestigt sie daselbst etwas höher, zieht die dritte wieder nach rechts, sie wieder etwas höher fixierend und so geht das weiter, bis sie oben an der Decke angelangt ist, indem sie immer wieder um eine Stufe höher steigt.

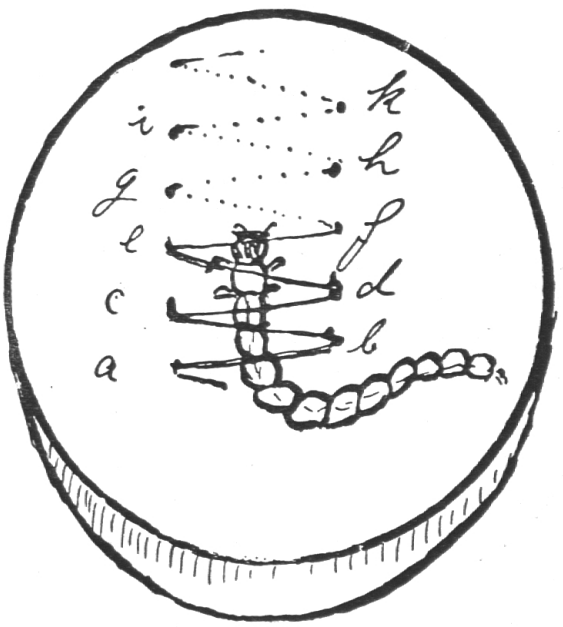


Fig. 4. Dosendeckel mit der die „Horizontalleiter" spinnenden Larve. Schematisch.

Was nun an der glatten Decke? Wird sie den Rückzug antreten? Einen Moment scheint es ihr nicht recht behaglich zu sein. Doch bald entschlossen und ihrem Instinkt vertrauend, legt sie eine horizontale Fadenleiter nach gewohnten Spinnregeln an. Zum Teil noch auf der senkrechten Leiter der Wand fußend, geht ihr Kopf nach Art des Weberschiffleins an der Glasdecke hin und her und nun kommt ein

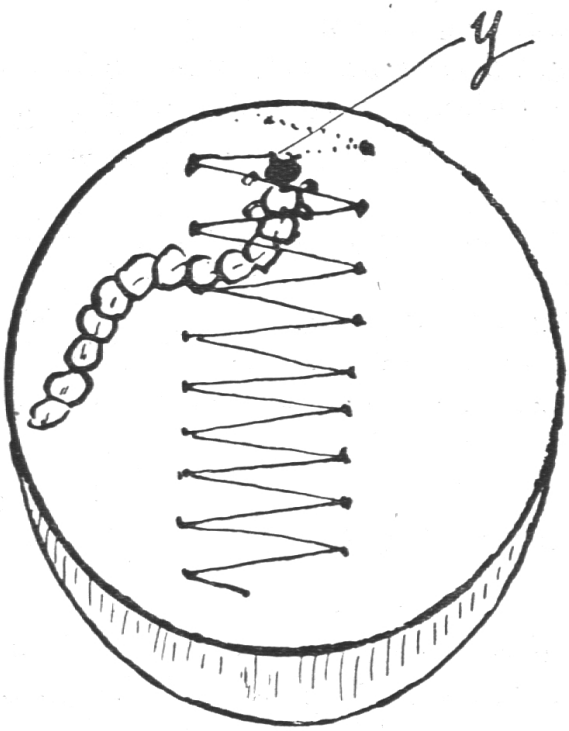


Fig. 5. Dosendeckel mit der spinnenden Larve. Sie ist am hintern Ende des Deckels angelangt, hat den größten Teil der „Leiter" hinter sich und ist im Begriff bei y eine weitere Sprosse anzufügen. Schematisch.

wegung selber, wie dies die Tortrix-Raupe tatsächlich vollbringt. Letztere verfertigt das nötige Gerät, das sie zu ihren Kunststücken braucht, während der Vorstellung selbst. So weit haben es unsere Akrobaten noch nicht gebracht. Figur 4 gibt uns eine Veranschaulichung, wie die Raupe am Dosendeckel die Sprossen der Leiter spinnt. A, b, c, d, e, f bedeuten die bereits angehefteten Sprossen; f, g, h, i, k usf. die Richtung und Fortsetzung der gleich in Angriff zu nehmenden Arbeit. In Figur 5 hat die Larve schon eine bedeutende Strecke am Dosendeckel mit Hilfe ihrer Leiter zurückgelegt und bei y ist sie im Begriff eine weitere Sprosse anzufügen, die sie nächstens dem obern Ende der Steilwand

kritischer Moment — der „Sprung ins Leere". Die Raupe läßt nämlich bei der fortschreitenden Bewegung am Dosendeckel ihren ganzen Hinterleib von der senkrechten Leiter der Wand plötzlich losschnellen, so daß das ganze Tier in eine senkrechte Stellung zum Deckel gerät, während nur das vorderste Beinpaar sich an den Sprossen der Horizontalleiter weiter fortbewegt, die die Mundteile (Spinnwarze) des Kopfes im Tempo des Fortschreitens herstellen. Man stelle sich an der Zimmerdecke eine mit dieser parallel laufende Leiter vor, an der sich ein Turner nur mit den Händen bei hängendem Körper fortbewegt und man hat eine richtige Vorstellung von der geschilderten Situation. Nur verfertigt der Turner nicht Sprosse um Sprosse seiner Leiter während der Fortbe-

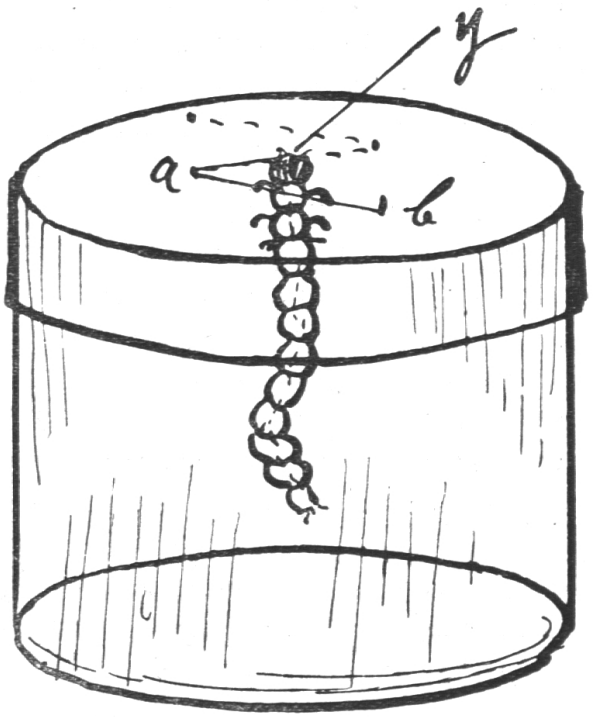


Fig. 6. Diese Figur veranschaulicht die hängende Stellung der Larve am Dosendeckel, während der Ausführung der „Leiter" und Fortturnen an derselben. Bei y Ziehen eines neuen Fadens. Schematisch.

entgegenführen wird, an dem sie die früher schon angelegte senkrechte Leiter ohne weiteres benützen kann, um wieder auf den Boden zu gelangen.

Figur 6 vervollständigt den Begriff von der hängenden Stellung der Raupe am Dosendeckel während des Verfertigens der Leiter. Bei y ist sie eben dran, eine neue Sprosse herzustellen. Mit den Vorderbeinen hängt sie an dem schon fertigen Faden a, b.

So viel habe ich aus dem Leben des kleinen Rosen-Verderbers durch genaue Beobachtung erfahren können. Seine interessanten Eigenschaften als Spinner und Bajazzo haben mich ein bischen mit ihm versöhnt, obwohl er meinen schönen Rosenbäumchen schon oft hart zugesetzt hat. Kein Schuft ist so schlecht, er birgt doch noch einen Edelstein in seinem Busen, man muß ihn nur herauszuholen verstehen.

Das Unterseeboot.

Von Dr. J. R. Brunner, Luzern.

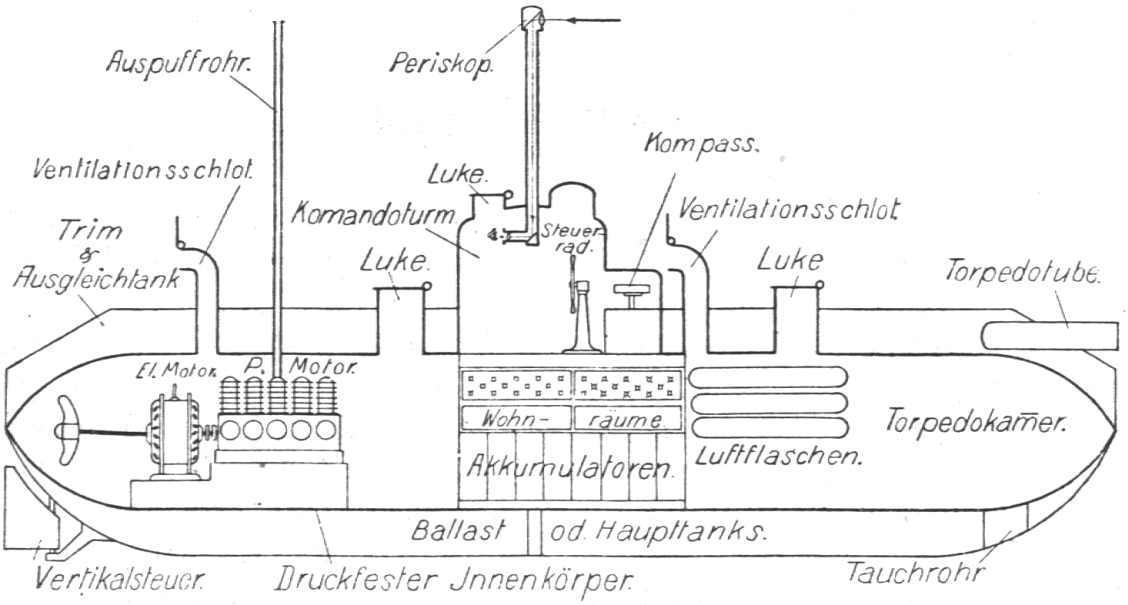
Für die Seekriegsführung haben sich folgende Schiffsarten als Bestandteile einer modernen Flotte ausgebildet: Linienschiffe, große und kleine Kreuzer, Kanonenboote, Torpedo- und Unterseeboote.

Kriegsschiffe im Allgemeinen. — Die Linienschiffe sollen den Kern der Hochseeflotte bilden. Sie müssen an Gefechtskraft d. h. an Angriffs- und Verteidigungsmitteln (Geschützen, Torpedos und Panzern) und deshalb auch an Größe allen andern überlegen sein. Sie sind 150—200 Meter lang und wiegen zwischen 20'000—30'000 Tonnen, während die Torpedo- und Unterseeboote bei 50—80 Meter Länge nur 200—1000 Tonnen Schiffsgewicht besitzen. — Die Kreuzer sollen nicht eigentlich für den Kampf auf hoher See, sondern mehr zur Aufklärung der feindlichen Stellungen und zur Sicherung der eigenen Streitkräfte dienen, wie im Landheer der Vortrupp und die Seiten- und Rückendeckung. Das schließt nicht aus, daß wenigstens ein Teil von ihnen imstande sein muß, eine Zeit lang auch einem überlegenen Feinde stand zu halten, wenn er überraschend auftritt, bis die Hauptmacht herangerückt ist. Es gibt große, stark gepanzerte und mit schweren Geschützen bewaffnete sog. Panzerkreuzer und kleine (geschützte Kreuzer), die nur leichte Geschütze führen, und deren Panzerung sich auf ein Panzerdeck zum Schutze der untern Schiffsteile beschränkt. Beide Arten aber müssen, um ihrer Hauptaufgabe gerecht zu werden, die Linienschiffe an Geschwindigkeit übertreffen. — Die Kanonenboote sind kleine, ungepanzerte Schiffe mit einigen leichten Geschützen. Sie werden hauptsächlich in den Kolonien gebraucht. Flußkanonenboote oder Monitoren wurden in jüngster Zeit von den Österreichern im Feldzug gegen Serbien und Rumänien auf der Donau verwendet. Sie besitzen einen geringen Tiefgang und dienen zur Zerstörung von Pontonbrücken. — Die Torpedoboote sind kleine, besonders schnell laufende Fahrzeuge, welche die Hauptaufgabe haben, die großen Schiffe durch Torpedoschuß*) kampfunfähig zu machen. Sie sind ungepanzert, dagegen mit

*) Der Torpedo, Mittelschule, Jahrgang 1916, No. 2.

leichten Geschützen versehen, um sich wenigstens gegen ihresgleichen wehren zu können. Sie treten meistens nachts in Aktion. — Außerdem gehören zu einer Kriegsflotte noch zahlreiche andere Schiffe zu besondern Zwecken, so Schulschiffe, Schiffe zum Bergen gesunkener Fahrzeuge namentlich von Unterseebooten, Werkstattschiffe, Lazarettschiffe 2c. Sie bilden den Troß einer ausfahrenden Flotte.

Das Unterseeboot im Allgemeinen. Man teilt heute die Unterseeboote in reine Unterwasserboote und in Tauchboote ein. Die erstern strebten das schwierige Ziel einer allgemeinen Unterwasserfahrt an. Sie haben nur eine Hülle, einen kleinen Aktionsradius und werden heute nur noch als Defensivwaffe für Wasserstraßen und Meerbuchten verwendet (Dänemark). Das



Tauchboot ist meistens walfischähnlich. Es hat eine doppelte Hülle, so daß in den Zwischenraum Kammern eingebaut werden können, in die man für die Tauchfahrt Wasserballast einpumpt, während andere Behälter den flüssigen Brennstoff einnehmen. Ein Nachteil gegenüber dem Unterwasserboot besteht darin, daß das Tauchboot aus dem Wasserspiegel herausragt und dem Feind ein Ziel bietet, sobald es, um Umschau zu halten, auftaucht. Auch braucht es einige Zeit, um sich in Fahrt zu setzen und wieder unterzutauchen. Die Außenwandung ist verhältnismäßig wenig dick, dafür besitzt der Innenkörper eine bedeutende Widerstandskraft, so daß er den Wasserdruck bis zu 50 Meter Tiefe aushalten kann. Er stellt einen länglichen Zylinder dar und hat meistens kreisförmigen, selten ovalen Querschnitt. Die äußere Oberfläche des Bootes ist möglichst glatt, so daß sie dem Wasser wenig Widerstandsflächen bietet. Der Hauptaufbau ist der druckfeste Kommandoturm mit einer Zwergkuppel, die druckfichere Glasscheiben besitzt. Aus dem Turm heraus ragt das Sehrohr oder Periskop. Ferner bemerken wir an der Außenwand des übrigen Schiffskörpers Ventilationsschlote und Luken und einen Auspuffstutzen. Beim Tauchen werden die Öffnungen wasserdicht verschraubt. Das Geländer, welches sich über das ganze Schiff hinzieht, wird weggenommen, ebenso die

Flagge und der Turmaufsatz aus Segeltuch, und alles wird im Oberdeck des Schiffes verstaut. Das Auspuffrohr wird umgelegt und verschlossen.

Die Tanks. Die Haupt- oder Tauchtanks dienen zur Aufnahme von Wasserballast beim Tauchen. Sie sind stets durch Bodenventile mit dem äußern Wasser verbunden, so daß in ihnen immer derselbe Druck herrscht wie in der Umgebung. Sie nehmen, auch wenn sie vollgelaufen sind, dem Schiff nicht den ganzen Auftrieb weg. Das Horizontalruder unterdrückt den Restauftrieb, wie das Höhensteuer beim Luftschiff den Rest vom Mehrgewicht. Ein Tauchboot würde ohne tätige Motoren und Tiefenruder nicht untersinken, sondern an der Meeresoberfläche bleiben. — Die Trimtanks sind zwei Behälter, die an den Enden des Bootes liegen und miteinander verbunden sind. Sie sind bloß bis zur Hälfte mit Wasser gefüllt. Sie haben den Zweck, das Schiff auf wagrechtem Kiel zu halten. Steigt das Boot vorn, so kann Wasser in den vordern Tank befördert werden. — Süßwasser ist leichter als Meerwasser. Muß das Boot die Gewässer der Flußmündungen passieren, so dienen die Reglertanks zum Ausgleich dieses Unterschiedes. — Hat das Boot einen Torpedo abgeschossen, so muß es, um das gestörte Gleichgewicht wieder herzustellen, eine entsprechende Menge Wasser in den Ausgleichtank aufnehmen.

Die Maschinerie. Die Schrauben des Schiffes werden bei der Überwasserfahrt mit Schweröl-maschinen (P- oder Dieselmotoren) getrieben. Der Auspuffstutzen gibt die unsichtbaren, verbrannten Gase in kurzen Schlägen ab. Der Brennstoff ist in besondern Tanks untergebracht und schwimmt auf dem Wasser. Beim Tauchen werden die P-Motoren abgestellt und die Elektromotoren eingeschaltet, die von einer Akkumulatorenbatterie gespiesen werden, nachdem diese selbst durch einen Dynamo geladen worden ist. Weitere Maschinen (Luftkompressoren) dienen zum Ausblasen des Wassers aus den Tanks beim Auftauchen. Die komprimierte Luft wird in Stahlflaschen mitgeführt. Es gibt aber auch Unterseeboote, besonders kleinere Typen, die bei der Fahrt auf dem Wasser Elektromotoren benutzen; andere größere Boote wenden sogar Dampfmaschinen an. Dagegen sind die Benzinmotoren ungeeignet, weil die Benzingase sich im Innern zu explosiven Gasgemischen ansammeln und überdies auch sehr giftig sind.

Das Periskop ist äußerlich ein Stahlrohr, das einige Meter aus dem Kommandoturm herausragt. Es muß eine gewisse Wanddicke besitzen, damit leichtere Geschosse (Schrapnellkugeln) das Instrument nicht zu zerstören vermögen. Das Innere des Rohres birgt ein System von Prismen und Linsen, welche die oben horizontal einfallenden Lichtstrahlen nach unten werfen und ähnlich wie bei einem gewöhnlichen Fernrohr zu einem Bild vereinigen. Dieses Bild kann durch das Okular betrachtet werden oder auf einer Mattscheibe erscheinen. Gegenstände, die man durch eine Röhre betrachtet, erscheinen verkleinert. Die eingeschalteten Linsen sorgen dafür, daß der Beobachter die Objekte in natürlicher Größe sieht, so daß er ihre Entfernungen genau abschätzen kann. Durch Vorschalten von stärkern Okularen können die

Gegenstände auch vergrößert gesehen werden. Das einfache Sehrohr beherrscht nur einen Teil des Horizonts. Will man ihn ganz überblicken, so wird der obere Teil des Rohrs um 360° gedreht, so daß Okular und Beobachter stets an Ort und Stelle bleiben. Dieses Instrument heißt Panoramaperiskop. Das sog. Ringbildfernrohr läßt den Horizont in seiner ganzen Ausdehnung im Innern eines Kreisringes erscheinen und denjenigen Teil, gegen den das Boot gesteuert wird, noch extra im Mittelfeld.

Andere Instrumente. Zur Orientierung über die Himmelsrichtungen dient der Kreiselkompaß. Er beruht auf dem schon längst bekannten Prinzip, daß ein frei pendelnd aufgehängter, rotierender Kreisel seine Drehachse parallel zur Erdachse einstellt. Er wird durch Druckluft in große Umdrehungsgeschwindigkeit versetzt, muß aber selber in einem luftverdünnten Raum laufen, weil er sonst die erforderliche Tourenzahl nicht erreichen und sich infolge Luftreibung erhitzen würde. — Der Tiefendruckmesser zeigt den Wasserdruck und damit die Tiefe unter dem Meeresspiegel an. — Die Wasserwage läßt die Lage des Bootes in der Längsrichtung erkennen. — Mit Horchapparaten können vorüberfahrende Schiffe auf weite Distanzen gehört werden.

Angriff und Abwehr. Das U-Boot kann sich einem feindlichen Schiffe nur im untergetauchten Zustande nähern. Wird das Boot durch „Fluten" seiner Ballastbehälter so weit unter Wasser gebracht, daß es nur noch mit dem obern Teile seines Turmes aus dem Meeresspiegel herausragt, so wird es durch seine eigene Fahrt und die Wirkung der Horizontalruder auf Tiefe gesteuert. Der Kommandant nimmt seinen Platz am Periskop. Er hat das Boot an den Feind zum Torpedoschuß heranzuführen, die Entfernung richtig zu schätzen und das feindliche Objekt zu treffen. Die übrige Mannschaft ist blind für alles, was sich außerhalb des Schiffes abspielt. Kurz vor dem Ausbruch des Weltkrieges hat man bei einem französischen Seemanöver größere Verbände mit einem Gürtel von Torpedobooten und Kreuzern umgeben; aber den Unterseebooten ist es gelungen, diesen Sicherungsgürtel unbemerkt zu durchbrechen. Feindliche Tauchboote werden namentlich mit der Schiffsartillerie bekämpft, indem das Sehrohr, das allein aus dem Wasser herausragt, mit Geschossen überschüttet wird. Zu ihrer Aufsuchung werden auch Luftfahrzeuge verwendet, da man bei klarem Wetter aus der Höhe selbst in beträchtlicher Meerestiefe befindliche Gegenstände genau erkennen kann. Das Boot, von einem feindlichen Schiffe aus einmal entdeckt, kann dem Verfolger kaum entrinnen, da seine Geschwindigkeit über Wasser im Maximum 16 Knoten, unter Wasser aber nur 12 Knoten beträgt, während Linienschiffe und Panzerkreuzer mit 20—28 Knoten und kleine Kreuzer und Torpedoboote sogar mit 35 Knoten im Maximum fahren können. (1 Knoten = 1 Äquatorminute = $^1/_{60}$ Äquatorgrad = $^1/_{60}$. 111 km = 1 englische Seemeile = 1852 m.)

Literatur. Max v. Schreibershofen: Tauch- und Unterseeboote, Verlag Curt Stuck, Leipzig. — Unterseeboote und Torpedoboote, Verlag Albert Paul, Leipzig.
Otto Friedrich: Das Unterseeboot im Kampfe, Amelangs Verlag, Leipzig.
E. Krieger: Kriegsschiffe, Verlag Teubner, Leipzig.

Wann ist die Wanderratte nach Europa gekommen?

Von Dr. P. Emmanuel Scherer O. S. B.

In No. 8 des letzten Jahrganges der Mittelschule macht Herr Professor Dr. M. Schips einige sehr interessante Mitteilungen über die Beziehungen zwischen Haus- und Wanderrate. In seinen Ausführungen bringt er auch die Angabe, daß erst Pallas die Wanderratte in Europa nachgewiesen habe. Zu dieser Frage hat vor einigen Jahren Professor Dahl in der Naturwissenschaftlichen Wochenschrift (Neue Folge, Bd. VIII, S. 701) das Wort ergriffen, und ich glaube im Interesse eines weiteren Leserkreises den Inhalt jener Ausführungen hier wiedergeben zu sollen.

Man nimmt, sagt Dahl, gewöhnlich an, daß die Wanderratten Europas alle oder zum größten Teil von Individuen abstammen, die 1727 über die Wolga geschwommen sein sollen. Die einzige Quelle für eine Einwanderung der Wanderratte von Osten, auf die sich alle spätern Autoren stützen, scheint eine kurze Notiz zu sein, die Pallas in seiner Zoographia Rosso-Asiatica (Petersburg, 1831, p. 165) verzeichnet. Sie lautet im lateinischen Urtext: „Astrachiam post terræ motum Caspiæ regionis e Cuniano deserto advenerunt autumno 1727 ante biennalem pestem, Volgam magnis turmis tranantes.“ (Die Wanderratten) kamen nach einem Erdbeben in der kaspischen Gegend aus der cunianischen Steppe im Herbst 1727 nach Astrachan, vor der zweijährigen Pest, indem sie in großen Scharen über die Wolga schwammen. Von manchen Zoologen wird die Sache so dargestellt, als ob Pallas die Wanderung selbst beobachtet hätte. Aber 1727 war Pallas noch gar nicht geboren. Erst 41 Jahre später, 1768, kam er 27 Jahre alt, in jene Gegend und die zitierte Notiz dürfte erst ungefähr 100 Jahre nach dem erzählten Ereignis niedergeschrieben worden sein. Die dürftige Nachricht bei Pallas ist somit weit davon entfernt einen zuverlässigen Beweis darzustellen.

Auch jene, die annehmen, daß die Wanderratte vor 1727 Europa nicht bewohnte, stützen sich auf Pallas und vorzüglich auf die Tatsache, daß die zoologischen Werke, die Pallas kannte, die beiden Rattenarten, Haus- und Wanderratte noch nicht unterscheiden. Mit Recht sagt aber Dahl, man müsse doch bedenken, daß auch andere Wirbeltiere, die wir heute scharf und leicht unterscheiden könnten, früher noch nicht unterschieden wurden. Wir hätten also dasselbe Recht von allen diesen Tierarten anzunehmen, daß sie inzwischen eingewandert seien.

Dahl stellt es als sicher hin, daß die Wanderratte schon vor 1727 in Europa heimisch war und zitiert zum Beweise dafür eine Stelle aus Burkhard Stickel's Tagebuch seiner Kriegs- und anderer Verrichtungen von 1566 bis 1598. Es ist die Rede von einem Winterlager bei Neapel im Jahre 1573. „Als wir nun ein Tag, zween im Port gelegen, und es gar kalt uff den Galeren gewest, seindt die Knecht abgestiegen, Stroh und Holtz geholt und anheben zu bawen, auch zum Theil zu graben, ... hat sich das Un-

ziefer von Ratzen, die größer denn die unſerigen und braun, haufenweis vom Feld und alle Groten in dieſe Löcher, die wir ußgraben und darinnen gewohnt haben, gethan uſw.“ Dieſe Beſchreibung läßt kaum einen Zweifel übrig, daß die Wanderratte gemeint iſt.

Als weitern Beleg für ſeine Behauptung führt Dahl die 1657 zu Amſterdam erſchienenen **Historiæ naturalis de quadrupedibus libri**, von J. Jonſton an, die auf Taf. LXVI neben der Hausratte die Wanderratte abbilde. Mir liegt ein ſpäterer Abdruck, Heilbronn 1755, vor und auf Taf. LXVI auch dieſer Ausgabe ſind zwei Ratten abgebildet, in denen man ohne Mühe Haus- und Wanderratte erkennen kann. Der Text gibt leider gar keinen Anhaltspunkt; er enthält über die Mäuſe die allgemeine Verſicherung: **Descriptione externarum partium non opus est aliqua**, eine Beſchreibung der äußern Teile iſt unnötig!

Dahl ſpricht ſchließlich die Vermutung aus, daß die Wanderratte vielleicht von jeher neben der Hausratte in Europa exiſtiert habe. In dieſem Falle möchte es fraglich ſein, ob die Wanderratte ihren Namen verdient. Vom Lemming iſt es freilich ſicher, daß er manchmal in ungeheuren Scharen Wanderungen unternimmt. Aber auch die Ratten ſcheinen zuweilen in größern Scharen zu wandern. Ein Bekannter, mit dem ich über dieſe Dinge ſprach, erzählte mir, daß vor ungefähr dreißig Jahren einmal in der Nähe der Stadt Luzern ein ſolcher Wanderzug von einigen Tauſend Ratten, die von der Triebſchen gegen die Birregg marſchierten, beobachtet worden ſei. Ob es Wander- oder Hausratten waren iſt nicht bekannt.

Aus dieſen Darlegungen ergibt ſich, daß man doch kaum mehr, geſtützt auf jene Mitteilung von Pallas, das Eindringen der Wanderratte in Europa in das Jahr 1727 verlegen darf. Wenn man an einer Einwanderung feſthalten will, ſo dürfte ſie eher auf dem Seeweg, mit Schiffen aus dem Orient erfolgt ſein; Neapel und Amſterdam ſind ja beides Seehäfen.

Addition und Subtraktion gemeiner Brüche.

(Von J. Troxler, Luzern.)

Beide Operationen ſind im Verlaufe des Unterrichtes behandelt und geübt worden. Zur Vertiefung des Gelernten laſſe ich nun einige **Kombinationen** folgen. Dabei tauchen ſofort neue Schwierigkeiten auf, die auch gute Schüler ſtutzig machen können. Es wird Aufgabe des Lehrers ſein, durch eine richtige Einführung darüber wegzuhelfen. Doch kann es ſich dabei nicht um Einprägung und Anwendung einer ſtarren Regel handeln, weil je nach der Rechnung mit Vorteil wieder ein anderes Verfahren angewendet wird. Das Richtige in jedem einzelnen Falle ſofort zu erkennen und auch die Schüler anzuleiten, den leichteſten und ſicherſten Weg einzuſchlagen, iſt ebenfalls Sache des Lehrers, und manchmal keine ganz leichte. Zeigen wir an drei Beiſpielen, wie man etwa vorgehen kann.

I. $56 - 17\frac{5}{8} + 29\frac{1}{2} - 43\frac{3}{4} = ?$

II. $\frac{5}{12} + \frac{7}{8} - \frac{2}{7} - \frac{4}{15} + \frac{1}{3} - \frac{8}{21} = ?$

III. $183\frac{2}{3} - 47\frac{4}{5} + 18\frac{5}{8} + 6\frac{7}{15} - 59\frac{7}{24} = ?$

Das **erste Beispiel** löst sich am vorteilhaftesten als Kopfrechnung und zwar jede Operation, wie sie gerade folgt, also:

$$56 - 17\frac{5}{8} = 38\frac{3}{8} + 29\frac{1}{2} = 67\frac{7}{8} - 43\frac{3}{4} = \mathbf{24\frac{1}{8}}$$

Für den Anfänger gestaltet sich die Lösung etwas schwieriger, wenn ich zuerst die Plusposten und dann die Minusposten zusammenziehen lasse; denn die Begriffe Plusposten, Minusposten sind ihm neu und geben Anlaß zu Verwirrungen; der Schüler „kommt nicht mehr draus". Vergleiche ich sie aber mit Guthaben und Schulden, dann wird ihm die Sache sofort klar. Zum Überfluß kann ich, wenn ich überhaupt dieses Verfahren anwenden will, die Minusposten mit farbiger Kreide an die Tafel schreiben, also:

$$56 - \mathbf{17\frac{5}{8}} + 29\frac{1}{2} - \mathbf{43\frac{3}{4}} =$$

Die meiste Schwierigkeit bietet ihm der erste Posten, der gar kein Zeichen vorgesetzt hat. Der Schüler muß sich merken, daß dieser erste Posten dann immer ein Plusposten ist. Sind so die Vorbegriffe vermittelt und eingeprägt, dann ist die Lösung des ersten Beispiels sehr erleichtert, also:

$$\begin{cases} 56 + 29\frac{1}{2} = & 85\frac{1}{2} \\ -(\mathbf{17\frac{5}{8}} + \mathbf{43\frac{3}{4}}) & -\mathbf{61\frac{3}{8}} \end{cases}$$

$$\text{Rest } 24\frac{1}{8}$$

Mit Vorteil wird dieses Verfahren beim **zweiten Beispiel** angewendet:

$$\frac{5}{12} + \frac{7}{8} - \frac{2}{7} - \frac{4}{15} + \frac{1}{3} - \frac{8}{21} =$$

$$\begin{cases} \frac{5}{12} + \frac{7}{8} + \frac{1}{3} = \frac{10 + 21 + 8}{24} = & \frac{39}{24} \\ -\left(\frac{2}{7} + \frac{4}{15} + \frac{8}{21}\right) = -\frac{(30 + 28 + 40)}{105} = -\frac{98}{105} = & -\frac{14}{15} \end{cases}$$

$$\text{Rest} = \frac{195 - 112}{120} = \frac{83}{120}$$

Der Vorteil besteht hier darin, daß die Plusposten unter sich einen relativ kleinen Generalnenner haben, ebenso die Minusposten, während beim fortlaufenden Addieren und Subtrahieren viel Zeit und mühsame Arbeit aufs Gleichnamigmachen verwendet werden müßte; denn:

$$\frac{5}{12} + \frac{7}{8} = \frac{31}{24} = 1\frac{7}{24}; \quad -\frac{2}{7} = 1\frac{1}{168}; \quad -\frac{4}{15} = \frac{845 - 224}{840} = \frac{621}{840};$$

$$+\frac{1}{3} = \frac{621 + 280}{840} = \frac{901}{840}; \quad -\frac{8}{21} = \frac{901 - 320}{840} = \frac{581}{840} = \frac{83}{120}$$

Der Schüler ist für jeden Wink, der auf einen leichtern und kürzern Weg zum Resultate hinweist, dankbar. Die gründliche Übung im Suchen des Generalnenners belehrt ihn übrigens rasch, ob ein fortlaufendes Addieren und Subtrahieren angezeigt sei oder nicht. Die Nenner 12,

8, 7, 15 im zweiten Beispiel enthalten so viele relative Primzahlen, daß ein großer Generalnenner sofort ersichtlich ist.

Beim **dritten Beispiel** wende ich neuerdings farbige Kreide an.

$$183\tfrac{2}{3} - \mathbf{47\tfrac{4}{5}} + 18\tfrac{5}{8} + 6\tfrac{7}{15} - \mathbf{59\tfrac{7}{24}} =$$

Hier ist es vorteilhaft, zunächst die Ganzen auszugleichen (Kopfrechnung!), also:

$$183 - \mathbf{47} + 18 + 6 - \mathbf{59} = \quad 101;$$

dann folgt die Bruchrechnung und zwar einmal nach folgendem Verfahren:

$$\tfrac{2}{3} - \tfrac{4}{5} + \tfrac{5}{8} + \tfrac{7}{15} - \tfrac{7}{24} = \frac{80 - 96 + 75 + 56 - 35}{120} = \frac{211 - 131}{120} = \frac{80}{120} = \frac{2}{3}$$

$$\text{Gesamtergebnis } 101 + \tfrac{2}{3} = 101\tfrac{2}{3}$$

Würde ein negatives Ergebnis der Bruchrechnung entstehen, so wäre es selbstverständlich zu subtrahieren, so im **ersten** Beispiel:

$$56 - \mathbf{17} + 29 - \mathbf{43} = \qquad 25$$

$$-\tfrac{5}{8} + \tfrac{1}{2} - \tfrac{3}{4} = \frac{-5+4-6}{8} = \frac{4-11}{8} = \qquad -\tfrac{7}{8}$$

$$\text{Rest} \qquad 24\tfrac{1}{8}$$

Hier taucht für den Anfänger eine neue Schwierigkeit auf, die auch gute Schüler verwirren kann: der Minusposten ($-\frac{5}{8}$) zu Anfang des Bruchstriches. Es braucht ziemlich viel Übung, bis hier völlige Sicherheit herrscht. Auch der Ausgleich der Plus- und Minusposten über dem gemeinsamen Bruchstrich macht stutzig, sobald die Minussumme größer ist als die andere. Der Schüler weiß dann nicht mehr recht, ob ein positives oder negatives Schlußergebnis vorhanden ist, und wenn er es auch weiß, so begeht er gerne den Fehler, daß er auch das negative Ergebnis addiert, also im ersten Beispiel rechnet: $25 + \frac{7}{8}$, statt $25 - \frac{7}{8}$. Man wird daher gut tun, auf diesen Punkt ein besonderes Augenmerk zu halten.

Für Klassen mit guten Kopfrechnern läßt sich oft mit Vorteil eine Verschiebung der Posten vornehmen, so im **dritten** Beispiel:

$183\frac{2}{3} + 18\frac{5}{8} = 202\frac{7}{24}$; $- 59\frac{7}{24} = 143$; $- 47\frac{4}{5} = 95\frac{1}{5}$; $+ 6\frac{7}{15} =$

$$\mathbf{101\tfrac{2}{3}}$$

Was will nun diese Exkursion ins Gebiet des Bruchrechnens sagen? Es führen **viele Wege** nach Rom! Man kann und darf sich nicht auf eine stereotype Regel versteifen, wenn man wirklich den Verstand des Schülers bilden will. Es ließen sich noch andere, vielleicht ebenso richtige und praktische Wege zur Lösung solcher Aufgaben finden. Die Hauptsache ist, daß der Schüler seine Denkkraft übt und Fertigkeit und Sicherheit im Bruchrechnen erwirbt. Wiederholte Versuche bei Prüfungsarbeiten haben bewiesen, daß nicht jedem Schüler jede Lösungsart gleich nahe liegt. Bei freier Wahl wendet der eine dieses, der andere ein anderes Verfahren an. Beide gelangen sicher zum Ziele und wissen, was sie gearbeit haben. Damit ist also auch das Lehrziel erreicht.

Literatur.

Riebesell, P. Die mathematischen Grundlagen der Variations- und Vererbungslehre. 45 S., kl. 8°. 1916. Kart. Mk. —.80.

Meißner, Otto. Wahrscheinlichkeitsrechnung. 64 S., kl. 8°. 1912. Kart. Mk. —.80.

Es ist nicht das erste Mal, daß wir in diesen Blättern die „mathem. Bibliothek", herausgegeben von Litzmann u. Witting, im bekannten Verlag B. G. Teubner in Leipzig erscheinend, empfehlen. Allen, die ihre mathem. Kenntnisse vertiefen und besonders mathem. Probleme von allgemeiner kultureller Bedeutung studieren möchten, können wir diese Sammlung nicht genug empfehlen.

Die moderne Vererbungslehre ist eine stattliche Wissenschaft geworden, deren Ergebnisse nicht nur den Naturforscher allein, sondern ebensosehr den Arzt, den Volkswirtschaftler, auch den Lehrer interessieren müssen, die letztern Berufe wenigstens so weit, als es sich um die Vererbung beim Menschen handelt. Wir erinnern noch daran, daß Variationslehre und Mendelsche Regeln heute Hauptgebiete der Vererbungslehre ausmachen, und daß es dabei nicht ohne eine mathem. Behandlung des Stoffes abgeht. Im vorliegenden Bändchen sind nun die mathem. Grundlagen in klarer Weise dargestellt und Hand in Hand damit die biologischen Folgerungen gezogen. Wer die fast unübersehbare Literatur der Vererbungswissenschaft nur von ferne überblickt, muß sich wundern, daß es dem Verfasser gelungen ist, in den wenigen Seiten (45) etwas Brauchbares zu schaffen. Wer zum ersten Mal an die Vererbungslehre herantritt, wird etwas Mühe haben, sich durch die mathem. Formeln hindurchzuarbeiten. Es liest sich nicht wie ein Roman; denn alle Vererbungswissenschaft gehört mit zum Schwersten. Für den darin Bewanderten ist es ein angenehmes Repertorium. Sympathisch berührt uns die vorzügliche Wiedergabe eines Porträts von P. Gregor Mendel, dem großen Brünner Gelehrten und Abte.

Da die Wahrscheinlichkeitsrechnung in hervorragender Weise für die Probleme der Vererbung herangezogen werden muß, soll in diesem Zusammenhang auf das Bändchen von Meißner aufmerksam gemacht werden. Dr. A. Th.

Christen, Th., Dr. med. u. phil., Dozent der Universität Bern. **Unsere großen Ernährungstorheiten.** kl. 8°. 88 S. Brosch. 4. Aufl. 1914. Preis Mk. 1.25. Verlag von Holze u. Pahl, Dresden.

Im Grunde genommen sind erst recht wenig Leute über die modernen Forschungsergebnisse auf dem Gebiete der Ernährungslehre unterrichtet. Die große Menge glaubt immer noch, der Mensch müsse möglichst viel eiweißhaltige Nahrung zu sich nehmen; jedenfalls richte sich der Wert der Nahrungsmittel in erster Linie nach ihrem Eiweißgehalt. Christen setzt bündig und klar die Ergebnisse der Forschungen Hindhedes, Chittendens, Fletschers und anderer auseinander. Daß die alte Voitsche Ansicht, ein Mensch von mittlerer Statur bedürfe durchschnittlich 120 gr Eiweiß pro Tag, mindestens

doppelt übersetzt, und daß darum ein täglicher Fleischgenuß nicht nur Luxus ist, sondern direkt schädlich wirken kann, diese Ergebnisse ernster Forschung sollten endlich Gemeingut werden. Nebenbei fallen beherzigenswerte Worte über den Alkoholaberglauben. Allen Lehrern, die für die eigene Gesundheit und die ihrer Schüler ernstlich sorgen wollen, kann das wirklich populärwissenschaftlich geschriebene Büchlein bestens empfohlen werden. Dr. Th.

Pahl, Geschichte des naturwissenschaftlichen und mathematischen Unterrichts. Quelle u. Meyer, Leipzig. Gr. 8°, IX, 368 S. Preis Mk. 10.60.

Das vorliegende treffliche Werk bildet den 1. Band des verdienstvollen Unternehmens, das Norremberg unter dem Titel „Handbuch des naturwissenschaftlichen und mathematischen Unterrichtes" herausgibt. Je mehr sich die Erkenntnis Bahn bricht, daß der Unterricht nicht nur wertvoller und anregender wird durch eine historisch orientierte Behandlung, sondern das Verständnis der Entwicklung eines Wissenszweiges auch eine gerechtere Beurteilung ihrer Bahnbrecher und eine für den Lehrer ersprießlichere Einsicht ihres Wertes und ihrer Methoden ermöglicht, umso stärker und nachhaltiger macht sich das Bedürfnis nach Darstellungen, wie die hier angezeigte geltend. Das Werk ist jedoch nicht nur eine Geschichte der Mathematik und der Naturwissenschaft, sondern zugleich des Unterrichtes in diesen Wissenschaften, wodurch es ihre Entwicklung in den Gesichtspunkt der damaligen Kultur rückt und diese Wissenschaften in der Bewertung dieser Kultur kennzeichnet, worin für den Lehrer gerade ein besonders interessantes Moment liegt. Um es gleich zu betonen, erscheint gerade in der Herausarbeitung dieses Punktes der Hauptvorzug und die Hauptstärke des Buches gelegen. Durch den Umstand, daß den Ausführungen über den Unterricht in den verschiedenen Zeitabschnitten je eine Darstellung über den Stand des Wissens vorangeht, wird die Grundlage für einen tieferen Einblick in den Betrieb des Unterrichtes in sachlicher und methodischer Hinsicht vermittelt und eine klare Übersicht über neue Fortschritts- und Entwicklungsantriebe und -Möglichkeiten geboten. Der Name des Verfassers dürfte im Allgemeinen für die Zuverlässigkeit der angegebenen Daten bürgen, auch wenn verschiedene von den meist gegebenen abweichen, obgleich Referent doch zu einigen sich ein Fragezeichen erlauben möchte. Auf einige subjektive Werturteile würde meines Erachtens der Leser gerne verzichten, auch die Überschriften wie Zeitalter des Humanismus, der Reformation 2c. gehören hierher, denn namentlich letztere hat der Schule direkt keine andere Richtung gegeben, es sei denn zum Untergang, und so ist denn auch gerade in diesem Abschnitte verschiedentlich ein Widerspruch in der Darstellung selbst zu finden. Andere Werturteile wieder sagen dem Leser gar nichts. Oder was soll man denken, wenn z. B. der Verfasser sagt, Al Hazen habe bereits die scheinbare Vergrößerung der Gestirne am Horizont „richtig" erklärt, da man über die richtige Erklärung dieser bekannten Täuschung heute noch streitet. Doch dies und einige ähnliche Punkte sind schließlich nebensächlich und können und sollen dem großen Wert des gehaltvollen Werkes keinen Eintrag tun, das in jeder Schulbibliothek einen ersten Platz einnehmen sollte.

Dr. Paum.

3. Jahrgang. Nr. 2. 1. März 1917.

Mittelschule

Beilage zur „Schweizer-Schule“

Mathematisch-naturwissenschaftliche Ausgabe

Schriftleitung: Dr. A. Theiler, Luzern

Inhalt: Eine Lektion bei den denkenden Tieren. — Praktischer Physikunterricht. — Der nordische Streifenfarn (Asplenium septentrionale Hoffm.) in Obwalden. — „— — nach Adam Riese!“ — Erprobte Winke.

Eine Lektion bei den denkenden Tieren.

Von Dr. P. Sigisbert Cavelti O. S. B., Engelberg.

Auch von Verirrungen kann man lernen. Diese tröstliche Wahrheit rechtfertigt eine kurze Beschäftigung mit der Affäre der „denkenden Tiere“.

Was geschehen ist, weiß der verehrte Leser. Dem alten Brauch zuliebe sei aber der Diskussion doch eine kleine Darlegung des Sachverhaltes vorausgeschickt. Dies kann um so leichter geschehen, als wir es allem Anscheine nach nun doch mit einer abgeschlossenen Erscheinung zu tun haben, einer fertig gespielten Szene. Was heute von den Beteiligten noch etwa hin- und hergestritten wird, vermag am Endurteil kaum mehr etwas zu ändern. Und sollte sich der Streit nochmals beleben, nochmals einer größeren Zuschauermenge sich interessant machen, so müßte dies jedenfalls auf neuer Grundlage geschehen.

Im Jahre 1904 führte Herr von Osten in Berlin seinen „klugen Hans“ der Öffentlichkeit vor. Das Pferd konnte dem Anscheine nach zählen, rechnen, lesen, kannte die Spielkarten, den Wert sämtlicher deutscher Münzen usw. Die Antworten gab das Tier hauptsächlich durch Klopfen mit dem Huf. Den beiden Psychologen Pfungst und Hornbostel gelang es, das scheinbare Denken des Pferdes einfacher zu erklären. Nicht das Pferd dachte, sondern der Fragesteller. Wußte dieser die Antwort auf die Frage, so traf das Tier fast immer das Richtige; kannte er sie nicht, so fiel die Antwort nur in seltenen, durch Zufall erklärlichen Malen gut aus. Ohne sich dessen bewußt zu sein, machte der mit gespannter Aufmerksamkeit das Resultat erwartende Fragesteller nach der genügenden Zahl von Klopfschlägen einen fast unmerklichen Ruck mit dem Kopf. Das Pferd hatte gelernt, darauf zu achten und stellte gehorsamst das Klopfen ein, um den verdienten Lohn zu empfangen. Dazu brauchte es weder rechnen zu können, noch sonst Vernunft anzuwenden. Andernfalls hätten wir bei jeder Art von Dressur Vernunft des Tieres vorauszusetzen, ja bei allen Äußerungen und Verhaltungsweisen, wo es sich von früheren Erfahrungen und Eindrücken beeinflußen läßt.

Damit war die Sache keineswegs abgetan. War der „kluge Hans“ nicht so gelehrt, wie er sich den Anschein gegeben, so konnten vielleicht andere Stammesgenossen ihn an „Intelligenz“ übertreffen. Und waren denn wirklich die Feststellungen der kritischen Herren Psychologen so einwandfrei? Professor H. E. Ziegler, Stuttgart, einer der besorgtesten Anwälte der „vernünftigen“ Tiere, glaubt es bis auf den heutigen Tag nicht annehmen zu sollen. Man hat, so beklagt er sich, den „klugen Hans“ verzogen. Einst rechnete er wirklich. Als aber die Herren Kritiker kamen und allerlei Zeichen gaben, um zu untersuchen, ob er am Ende nur auf dergleichen reagiere, da merkte es der Pfiffikus von einem Gaul gleich und fand es bequemer, in Zukunft jeweilen auf ein Zeichen zu warten, statt sein armes Gehirn abzuquälen. Und von dem Tage an war er aus seiner Denkfaulheit nicht mehr aufzurütteln.

Sei dem wie ihm wolle. Nach ein paar Jahren erheben sich neue geistige Größen am Horizont der gelehrten Tierwelt. Herr Krall in Elberfeld hat einigen Pferden nicht bloß die Kenntnis der Zahlen beigebracht, sondern sie sogar ziemlich tief in die Geheimnisse der Mathematik eingeführt. Verstanden sich doch besonders die Hengste Zarif und Muhamed ausgezeichnet aufs Radizieren, d. h. auf das Angeben der Grundzahlen zu den Potenzzahlen der zweiten und dritten Potenz. Auch hier versuchten kritische Geister eine geheime Zeichengebung zu entdecken. Allein diesmal ging es nicht so leicht. Einmal beklagten sich die Forscher, die bei Herr Krall nicht „im Büchlein standen“ darüber, daß ihnen nicht freier Zutritt oder wenigstens nicht freie Beobachtungsmöglichkeit eingeräumt wurde. Dazu kam die „Empfindlichkeit“ und der „Eigensinn“ — am Ende gar richtiger: Gelehrtenstolz — der Pferde. Waren lauter Freunde der Tiervernunft da, so rechneten und dachten sie tadellos. Ein einziger Gegner aber machte sie so störrisch und verwirrt, daß heute nichts anzufangen war. Leidenschaftliche Kontroversen, die den Verlautbarungen der Skeptiker folgten, mögen die Untersuchung erst recht zum Ekel gemacht haben. Vergeblich taten sich eine Reihe hervorragender Tierkundiger zusammen, um im Namen der Wissenschaft gegen die neue „Psychologie“ zu protestieren. Die an der Entdeckung Interessierten ließen sich in ihren Behauptungen nicht beirren.

Und doch muß heute für unbefangene Beurteiler die Sache der Elberfelder Pferde als endgültig ausgespielt betrachtet werden. Der hervorragende Psycholog G. E. Müller veröffentlichte in der Zeitschrift für Psychologie[1]) einen Brief des Herrn Faustinus von Kopenhagen, der die Krallschen Pferde sorgfältig beobachtet hatte. Das Ergebnis war, daß der Stallknecht Albert bei den Antworten der Pferde eine bedeutende Rolle spielte, so bedeutend, daß bei seiner offenen oder versteckten Anwesenheit alle, bei seiner wirklichen Abwesenheit keine, auch nicht die allereinfachsten Versuche gelangen. Der Beobachter konnte nicht alle, wie es scheint ganz raffiniert

[1]) B. 73 S. 258 ff. Vgl. Philos. Jahrbuch der Görresgesellschaft B. 29, S. 110 ff

bewerkstelligten, Mittel der Zeichengebung herausbringen. Nachdem Krall dessen Skeptizismus kennen gelernt, gestattete er weitere Versuchsabende nicht mehr.

Übrigens gestehen die Freunde der Elberfelder Pferde selber, daß diese ihre frühere Leistungsfähigkeit verloren, da sie im Laufe der Jahre „infolge der vielen Vorführungen immer unaufmerksamer und eigensinniger" wurden[1]). Der Behauptung, daß die Pferde früher einmal gedacht haben, ist nun freilich noch schwerer beizukommen, als der andern, daß sie gegenwärtig denken!

Aber, um von der rechnenden Schimpansin Basso im zoologischen Garten zu Frankfurt a. M.[2]) und anderem zu schweigen, hat ja der „kluge Rolf", der Hund (Bedlington Terrier) der 1915 verstorbenen Frau Paula Moekel von Mannheim die Sache der Elberfelder Pferde über alle Massen glänzend weitergeführt. Der rechnet nicht bloß, sondern drückt mit Hilfe seines selbst erfundenen Klopfalphabetes die verschiedensten Ideen aus. Er schreibt Briefe, liest die Zeitung, verfaßte eine Selbstbiographie, interessiert sich um ethische, politische, religiöse Fragen. Ein Beispiel: „Rolf hatte mit seiner Hündin Jela einen Wurf von zehn Jungen gezeugt. Eines der jungen Tiere, Roland oder auch Guckerle genannt, wurde im Alter von einem Jahre von einem Automobil überfahren und starb trotz der Pflege von Frau Moekel (von Rolf Mutter genannt) und deren Mutter, Frau von Moers, die der Hund Großmutter nannte. Nachdem das Tier vergraben war, klopfte Rolf folgende lange Gefühlsäußerung: Lol (so nennt sich Rolf) hat arg weh, weil arm Roland ist tot. Wüstes Auto und wüster Mann im Auto. Lol nicht wissen, was machen mit denen, will suchen bis findet und dann beißen Mann. Lol immer meint, Guckerle muß kommen, ist furchtbar lieb gewesen. Lol war oft wüßt zu ihm, von wegen Mutter hat immer angesehen, kann nicht dafür. Lieb Mutter nicht traurig sein, arm Roland hat sein froh, ist bei Urseele, hat nicht Hunger wie arm Lol, wird nicht geschimpft von wegen machen naß von Herr und Barbara, Tinel und Marie. Lol hat gewußt, daß arm Guckerle nicht gesund wird, nicht gesagt, weil Mutter immer hat gehofft und Großmutter auch. Waren so lieb mit mein krank Roland, Lol nicht vergißt. Lol immer macht sein Wasser an den Platz, wo er liegt . . . usw. usw." [3])

Es ist verständlich, daß nach solchen Äußerungen Rolfs „unter den Menschen, die an die Wahrheit der Mannheimer Tatsachen glaubten, eine große Aufregung entstand, daß man von Umwälzungen in der Weltanschauung und in den Rechtsbegriffen sprach und daß in Hunderten und aber Hunderten von Veröffentlichungen Gelehrte und Umgekehrte zu dem Problem der Tierpsychologie Stellung nahmen".[4]) Unter den Gläubigen befand sich auch Dr. med. Wilhelm Neumann, Baden-Baden. Um einen Beweis für das selbständige Denken des Tieres zu erlangen, stellte er persönliche Ver-

[1]) So H. E. Ziegler. Naturwissenschaftliche Wochenschrift B. 14, S. 241.
[2]) Ueber deren Rechenkünste und die Art, wie sie zustande kamen vgl. Naturwissen-Wochenschrift B. 15, S. 565.
[3]) Naturwissenschaftliche Wochenschrift B. 15, S. 522.
[4]) Neumann, in seinem Artikel: „Ueber Pseudo-Tierpsychologie". A. a. O.

ſuche mit ihm an. Und das Ergebnis? Nie vermochte Dr. Neumann durch eigenes Abnehmen der Klopfſchläge einen Sinn zu erhalten. Der Hund klopfte entweder ununterbrochen oder doch abſolut ohne Sinn drauf los, bis eine Bewegung des hingehaltenen Pappdeckels Einhalt gebot. So überließ der Beobachter das Geſchäft den Mitgliedern der Familie Moekel. Kannten dieſe die Antwort auf die Frage, ſo klopfte ſie der Hund richtig, wenn nicht, ſo konnte es ſtundenlang Verlegenheitsphraſen abſetzen, wie: „Buckel ſteigen!“ „Mag nit!“ „Gehn laſſen!“ „Zu freſſen geben!“ Selbſt grob konnte der Köter gegen den unbequemen Frageſteller werden: „Iſt Profeſſor!“ „Iſt Jud!“ Lehrreich waren vor allem jene Vexierfragen, bei denen die Moekel eine andere Antwort vermuten mußten, als der Hund wiſſen konnte. Hier fiel die Antwort gemäß der Vermutung jener aus, nicht nach dem, was dieſer geſehen oder gehört. So kaufte Dr. Neumann einen Lebkuchen, den er wohl den Mitgliedern der Familie Moekel, nicht aber dem Hnnd zeigte. Dieſem hielt er in Abweſenheit der Moekel einen ganz andern Gegenſtand vor Augen. Auf die ſpäter an Rolf gerichtete Frage, was er geſehen, klopft er prompt: „Zu eſſen geben Kuchen“. Solche und ähnliche Enthüllungen müſſen nun freilich auch bei Leichtgläubigen ernüchternd wirken. Doch H. E. Ziegler iſt um die Antwort nicht verlegen: Jetzt iſt Rolf auch verdorben, wie einſt der „kluge Hans“ des Herrn von Oſten, weil Fräulein Moekel wirklich Zeichen gibt uud ſo den Hund denkfaul gemacht hat. Früher aber, unter Frau Moekel, war es anders geweſen. Dieſe Ausflucht zu verlegen berichtet Curt Herbſt, Heidelberg, ſeine Beobachtungen über eine Sitzung vom 11. Mai 1915, in der Frau Moekel ſelbſt noch ihren Rolf vorgeführt. Darnach waren die Bewegungen des Klopfdeckels, mit denen die Beſitzerin die Schläge des Hundes regulierte, deutlich ſichtbar und eine Beeinfluſſung des Hundes durch die Verſuchsleiterin überhaupt in verſchiedener Weiſe möglich. Auch hier waren nur Reſultate zu erhalten, deren Mitwiſſerin Frau Moekel war.

Genug! Geſtritten wird ja immer noch. Aber für Vernünftige hat der Streit kein Intereſſe mehr.

Nun die Moral aus der Geſchichte. (Schluß folgt).

Praktiſcher Phyſikunterricht.

Von Dr. Baum.

Man hat in den letzten Jahren immer ſtärker nach der ſog. „Praktiſchen Phyſik“ gerufen, und darunter mehr oder minder das phyſikaliſche Laboratorium verſtanden. Gegen dieſes letztere habe ich prinzipiell nichts einzuwenden — die praktiſche Durchführung erinnert verſchiedentlich daran, als wolle der Leiter ſich ein wenig als Hochſchulprofeſſor fühlen, — aber vielerorts iſt m. E. eine andere Seite praktiſcher Phyſik notwendiger. Man iſt ja wohl viel-

fach aus dem Stadium der Kreide- und Schwamm-Physik heraus, man „huldigt“ dem Anschauungsprinzip und macht Experimente, wenn man auch über die methodische Frage noch nicht ganz im Klaren ist, ob das Experiment an den Anfang oder an das Ende gehört, mit andern Worten, ob man von der durch das Experiment gewonnenen Erfahrungstatsache ausgehen, oder ob man das Experiment als den die Theorie krönenden Schlußstein betrachten soll. Ich halte diese Frage hier übrigens für nebensächlich, ja wenn man will, die Fragestellung für verkehrt. Darüber vielleicht ein andermal. Hier möchte ich mich mit der Tatsache beschäftigen, daß die Schulphysik, wie sie häufig betrieben wird, trotz der etwaigen Experimente im Grunde genommen meist nur „graue“ Theorie ist, die sich von der Wirklichkeit des täglichen Lebens zum großen Teil fernhält und abschließt, und drum auch vielfach so wenig lebendig wird im Leben, ja selbst im Studium der Schüler.

Im Physikunterricht haben sich immer mehr zwei Richtungen herausgebildet, eine experimentelle und eine mathematische. Die erstere sah und sieht vielfach heute noch das Experiment als die Hauptsache des ganzen Unterrichtes an, dermaßen, daß man meinen könnte, die Physik sei im Grunde genommen mit ihm und seiner Erklärung abgeschlossen, auf die Vorgänge in der Natur, vielleicht der Regenbogen und der Blitz ausgenommen, einzugehen, oder gar auf Umstände und Verhältnisse bei Naturvorgängen hinzuweisen, die man beim Versuche eigens möglichst klein gemacht oder gar praktisch ausgeschaltet hat, hält man für überflüssig, die Natur ist Nebensache. — Die andere Richtung kümmert sich um die Natur, die „eigentlich“ doch erklärt werden soll, wenn möglich noch weniger, das Experiment steht, namentlich wo sich keine zahlenmäßigen Resultate daraus ergeben oder vielleicht auch kein besonderer „Effekt“ erreicht werden kann, nicht in großem Ansehen, so daß hier tatsächlich Kreide und Schwamm noch Haupt-„Apparate“ sind. Das Ziel sucht man hier in der „mathematischen Erfassung“ der Natur, die Formel gilt als treffendste und prägnanteste „Erklärung“ der Naturvorgänge. Beide Richtungen haben ohne Zweifel einen richtigen Grundgedanken, aber das Verkehrte liegt darin, daß man dieses Körnchen Wahrheit bei einer Vergrößerung betrachtet, daß es fast ganz allein das Gesichtsfeld ausfüllt.

Sicher fest dürfte wohl stehen, daß die Physik unserer Mittelschulen, auch der technischen, im Grunde „Experimentalphysik“ sein soll, als deren Ziel die Erfassung der wichtigsten Tatsachen und Gesetze der Naturvorgänge, sowie die Vermittlung der Methoden, durch die sie erlangt wurden, wenigstens in ihren Hauptzügen, bezeichnet werden kann.

Mit dieser Feststellung ist nun ohne Zweifel dem Versuch ein wichtiger Platz im physikalischen Unterrichte angewiesen, aber wie viel hängt hier von der Art seiner Ausführung und der Art und Weise seiner Ver- und Anwendung ab!

Wie oft werden wichtige Grundbegriffe einfach dogmatisch gegeben, anstatt an Hand einfacher Versuche oder schon sonst bekannter Tatsachen und Erscheinungen; wie manche Experimente sind für den Schüler eben nur „Ex-

perimente", Kunststücke, weil sie an unrichtiger Stelle geboten werden, oder weil der Lehrer aus dem einen Versuch auf einmal zuviel ableiten und herausholen will. Wie oft verfehlt ein Versuch heuristisch verwendet seinen Zweck, die daran angeknüpften Fragen können nicht beantwortet werden, weil dem Schüler die Grundidee des Versuches nicht klar ist, weil der Lehrer, oder der Apparat, Nebensächliches in den Vordergrund rückt und so das Verständnis und die Erfassung der einfachen Zusammenhänge erschwert. Dasselbe gilt für manche Fälle, in denen der Versuch die praktische Anwendung eines erkannten Gesetzes zeigen soll.

Wie der Grundgedanke des Versuches dem Schüler klar und durchsichtig sein soll, so muß es nicht weniger auch seine Durchführung sein. Es ist ja wohl hie und da unvermeidlich, daß in der Versuchsanordnung oder dem Apparat ein Teil vorkommt, der in seiner Funktion erst später erklärt werden kann, aber dann muß seine Tätigkeit bei dem Versuche selbst eben nebensächlich sein, denn im Wesentlichen soll nicht nur der Versuch, sondern auch der Apparat verstanden sein. Es ist deshalb auch unbedingt zu verlangen, daß alle Teile des letzteren deutlich sichtbar und möglichst übersichtlich angeordnet seien; denn es kommt doch nicht auf den „Effekt" als solchen an, — daß der Lehrer sich aller „Kunstgriffe und Kniffe" enthalte, ist selbstverständlich — sondern der Versuch soll eben zeigen, wie unter diesen und jenen Voraussetzungen, nach diesen und jenen Gesetzen dieses oder jenes Resultat zustande kommt. Diese Forderung ist durchaus nicht neu, und doch, wenn man manche Apparate daraufhin prüft, muß man staunen, wie wenig sich dieser Grundsatz auf dem Gebiete des Apparatenbaues noch durchgesetzt hat. Hieran tragen allerdings die Lehrer z. T. selbst die Schuld; würden sie jeden Apparat, der diesen Anforderungen nicht entspricht, mag er noch so „elegant", „kompakt gebaut", „bequem zu handhaben" und wie die Vorzüge alle heißen, sein, mag es sich um eine noch so berühmte „Lieferantin hoher Schulen und Universitäten" handeln, als ungenügend zurückweisen, all diese „Taschenspielerapparate" wären längst verschwunden.

Die Forderung der Einfachheit, Durch- und Übersichtlichkeit der Versuche hat bekanntlich einer vermehrten Anwendung der sog. Freihandversuche gerufen, und sicher sind diese überaus geeignet größtes Interesse bei den Schülern und innigere Anteilnahme am Unterricht herbeizuführen. Der Umstand, daß die Versuchsanordnung sich vor seinen Augen vollzieht, daß er event. beim Aufbau mittut, läßt den Schüler den Versuch mehr „miterleben", bringt jeden Umstand desselben ihm näher und macht sein Gelingen zum eigenen Interesse. Anderseits fordert der Freihandversuch vielfach vom Lehrer eine gewisse praktische Geschicklichkeit und Anlage, nimmt bisweilen auch mehr Zeit in Anspruch.

Manche Lehrer versuchen sich diesen oder jenen Apparat selbst herzustellen und es ist dies in mancher Beziehung empfehlenswert. Oft wird dabei aber m. E. zu wenig beachtet der methodisch praktischen Ausführung auch ein gefälliges, sauberes Äußeres zu verleihen. Das letztere Moment

sollte man indes nicht vernachlässigen oder gering anschlagen, denn abgesehen davon, daß nun einmal der Apparat eine gewisse „Atmosphäre" schafft, hat die gewisse gefällige Form und saubere Ausführung auch ihre pädagogische Seite, sie gibt ein „gutes Beispiel", während die Nachlässigkeit in diesem Punkte weder für das ästhetische Gefühl des Lehrers Zeugnis ablegt noch eine entsprechende Wirkung auf den Schüler ausüben kann, im Gegenteil hier leicht in ungünstigem Sinne zurückwirkt.

Es gibt auch Fälle, in denen man statt der hergebrachten Apparate mit Vorteil andere, selbst der Natur entsprechendere Versuchsanordnungen anzuwenden in der Lage ist. So habe ich die Fallversuche oft in einem Treppenhause angestellt, das eine Beobachtung des Falles während 2 Sek. gestattete. Die einfachste Anordnung bestand darin, daß Stahlkugeln (Lagerkugeln eines Velos), die oben von je einem Elektromagneten festgehalten wurden, zu gleicher Zeit durch Stromunterbrechung losgelassen in Kästchen fielen, die in 1,23 m, 4,92 m, 11,07 m und 19,68 m Entfernung von der Aufhängestelle sich befanden. Daß die Aufschläge in gleichen Intervallen erfolgten — beim Unterbrechen des Stromes 1 gezählt — konnte von den Schülern mit genügender Genauigkeit direkt festgestellt werden, ebenso daß die ganze Fallzeit 2 Sek. betrug. (Beide Resultate konnten außerdem genau festgelegt werden.) *) Nachdem so die Gesetze des freien Falles stets mit größtem Interesse festgestellt waren, bot die Fallmaschine nun für den verzögerten Fall ein anderes Aussehen und einen andern Sinn, denn als Bestätigung des freien Falles. Man muß doch immer im Auge behalten, daß es für das Verständnis des Schülers immer eine gewisse Schwierigkeit bleibt, den erzwungen verzögerten mit dem freien Fall als gleichwertig anzusehen, die übliche mathematische Begründung ist überhaupt ein unphysikalischer Abweg, denn man setzt dabei eine ganze Begriffsentwicklung voraus, die eigentlich erst an diese Versuche anknüpfen sollte.

Ähnlich liegen die Verhältnisse bei andern Fragen.

Das Heranziehen der Natur ist mit ein Hauptgrund, warum ich s. Z. im „Lehrerzimmer" der „Schweizer-Schule" für die naturwissenschaftlichen Unterrichtsräume die Möglichkeit der Projektion mittels Sonnenlicht befürwortete. Namentlich für Spektral- und Beugungsversuche halte ich es für wichtig. Bei dieser Gelegenheit möchte ich mir übrigens die Frage erlauben, warum für Spektralversuche viele Lehrer so krampfhaft am Prisma festhalten, ja das Beugungsgitter für diesen Zweck gar nicht zu kennen scheinen? Es ist das doch wohl nur ein Festhalten am Althergebrachten. Oder zeigt das Prisma etwa ein besseres Spektrum, oder ist nicht im Gegenteil mit dem Gitter ein deutlicheres, leicht eine Reihe Frauenhofer'schen Linien aufweisendes Spektrum zu erhalten? Oder ist etwa die Brechung leichter zu verstehen als die Beugung? Auch die finanzielle Seite kann heute nicht mehr entscheidend sein. Warum also ausschließlich das Prisma heranziehen, wo doch

*) Daß die Fallräume sich wie die Quadrate der Zeiten verhalten, wurde durch verschiedene Abänderungen der Fallhöhen allgemein erhärtet.

in der Natur die Beugung (und Polarisation, ein weiteres Stiefkind vieler Physiklehrer), so gut wie allein, beim Regenbogen nicht ausgenommen, in Frage kommt; oder hat die Physik nur die chromatische Aberration der Linsen zu erklären?

Ist nun auch die Schulphysik im Grunde Experimentalphysik, so soll das doch nicht heißen, daß aus ihr die Mathematik verbannt sein soll; denn die Gesetzlichkeit eines Vorganges erhält einen kurzen und präzisen Ausdruck in der mathematischen Formel, durch sie ist sein Resultat in bestimmter Weise mit gewissen gegebenen Größen in Beziehung gesetzt und dadurch im voraus feststellbar. In der Formel ist daher gewissermaßen unser Wissen konzentriert und es kann deshalb nur wünschenswert sein, daß Schüler gewisser Schulstufen auch diese Formeln kennen, aber als physikalische Resultate d. h. auf Grund physikalischer Versuche und Überlegungen, nicht rein mathematischer Ableitung erreicht. Soll indes die Formel nicht eben toter und geisttötender Formelballast sein, so muß sie praktisch angewandt werden.

Dabei denke ich nun aber nicht so sehr an die fast stereotypen Beispiele, wie sie hie und da als Aufgaben beim schriftlichen Examen gegeben werden, und die meist mehr vom mathematischen als physikalischen Interesse des Lehrers diktiert sind. Ich möchte unter den praktischen Anwendungen vielmehr einfachste Fälle verstanden wissen, die aber dem wirklichen täglichen Leben und dem Erfahrungsschatze des Schülers entnommen sind oder ihm doch nahe liegen und so sein wirkliches Interesse erwecken. Ferner sollten dann selbstredend nicht fiktive „mathematische“ Fälle, sondern die tatsächlichen Verhältnisse berücksichtigt werden. Um nur ein par Beispiele zu nennen: Wie viele Schüler haben eine Ahnung davon, welche Kraft z. B. ein Pferd anwenden muß, um einem bestimmt belasteten Wagen auf ebener oder bestimmt ansteigender Bahn zu ziehen, welche Kraft eine Lokomotive, um einen so und so schweren Zug fortzubewegen; welche Energie ein fahrender Zug, ein fliegendes Geschoß repräsentiert? Wie selten hören sie etwas Näheres von der Reibung beim Gleiten, von der Größe der Seilsteifheit, ja wie selten werden selbst die einfachsten Größen bei elektrischen Leitungen, Glühlampen, Tram ꝛc. rechnerisch etwas dem Verständnis nahe gebracht. Das sind freilich alles Dinge, die keine „eleganten“ Formeln verlangen, aber nur durch solche praktische Anwendung wird ein wirkliches Vertrautsein mit den grundlegenden Gesetzen und Größen vermittelt. Man wende nicht ein, daß der Schüler, der seine Physik ordentlich studiere, solch leichte Sachen eben selbst ohne besondere Anleitung ausrechnen könne. Bei einzelnen ist das ja allerdings nicht ausgeschlossen, ebenso wie es solche gibt, die ihr ganzes physikalisches Wissen ohne Lehrer — oder trotz desselben — sich aneignen, aber im allgemeinen ist es durchaus nicht so. Es gab und gibt übergenug Abiturienten, die ihre Matura in Physik mit guter und sehr guter Note bestanden, und doch nicht imstande waren sich Rechenschaft zu geben über die Arbeit des elektrischen Stromes in einer Glüh- oder Bogenlampe, über die Arbeitsfähigkeit eines Akkumulators, von etwas schwierigeren Aufgaben gar nicht zu reden. Welche

Ansichten kann man oft hören von „studierten" Leuten über den Wirkungsgrad einer Dampfmaschine, die Tragfestigkeit verschiedener Materialien, wie Backsteinen, Eisen ꝛc. Es gibt Schüler, die theoretisch ihre Sachen können, bei der einfachsten Aufgabe aber ratlos dastehen, weil sie nie gelernt haben, wie die Geschichte angepackt werden muß. Klare und dauernde Kenntnisse, vor allem aber Interesse und verstehendes Können ist nur zu erreichen, wenn der Schüler sich befähigt fühlt, an eine sich ihm im Leben aufdrängende Beobachtung und Erfahrung selbständig heranzutreten, um sich über einfacher liegende Verhältnisse genauere, namentlich rechnerisch Aufklärung zu geben. Es regt dies auch unwillkürlich an, auf die Größenverhältnisse event. durch eigene Messungen besonders zu achten, Vergleiche anzustellen usf., kurz die Beobachtungsfähigkeit zu schärfen.

Ich halte dafür, daß der Mehrzahl der Studierenden diese praktische Seite der Physik nützlicher und fürs Leben wichtiger wäre, als die jetzt so allgemein verlangte „Praktische Physik", die ich, in richtiger Weise geübt, für sehr wertvoll ansehe, die aber auch leicht das Gegenteil einer „praktischen" Physik werden kann. Das Wort „praktisch" hat eben sehr ungleiche Bedeutungen, was man oft zu übersehen scheint.

Der nordische Streifenfarn (Asplenium septentrionale Hoffm.) in Obwalden.

Von Dr. P. Emmanuel Scherer O. S. B.

Der nordische Streifenfarn, Asplenium septentrionale Hoffm., gilt als eine der ausgesprochensten Kieselpflanzen unserer Flora. Christ[1]) charakterisiert ihn als Felsen- und Mauerpflanze des quarzhaltigen und kalkfreien Urgebirges, als Leitpflanze erratischer Gneisblöcke im Molasse- und Juragebiet, sowie des Urgebirges auf Granit, Gneis und Glimmerschiefer durch die ganze Alpenkette vom Montblanc bis Graubünden, namentlich in der feuchten Bergregion aber auch in der Tiefe. Außerhalb des Gneisgebietes kommt der Streifenfarn nur vereinzelt, aber an zahlreichen Stellen, auf erratischen Blöcken des Urgebirges vor. Christ stellt am angegebenen Orte diese Fundplätze zusammen. Vom nördlichen Alpenrande werden solche angegeben aus den Kantonen Aargau, Zürich, Schwyz, von Seelisberg, Hasliberg ob Meiringen usw. Aus Obwalden wird kein Fundort namhaft gemacht.

Im Sommer 1912 glückte es Professor Dr. Weber aus Winterthur, den Farn auch nördlich von der Brüniglücke, am Gehänge der Alp Emmetli, westlich von Kaiserstuhl aufzufinden.[2]) In etwa 830 Meter Höhe liegt dort ein großer Gneiserratiker mit etwa einem Dutzend Kolonien von Asplenium septentrionale. — Ein Jahr später, 1913 wurde die seltene Pflanze auch

[1]) H. Christ, Die Farnkräuter der Schweiz, S. 103 ff.
[2]) J. Weber, Neue Standorte von Asplenium septentrionale, in Mitt. der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft in Winterthur, 1912.

in Engelberg entdeckt, auf Fürren. Dr. P. Konrad Lötscher fand sie dort zwischen Blöcken von Eozänsandstein zugleich mit einer andern kalkfliehenden Farnspezies, dem Allosurus crispus Bernh.[1])

Im Frühsommer 1915 endlich gelang es mir Asplenium septentrionale auch auf der Frutt ob Melchthal aufzufinden, unter interessanten Verhältnissen. Der Standort liegt am Westrande des großen Schrattengebietes, das sich vom Hutstock bis zum Tannenband und Melchsee hinzieht, zwischen dem Kurhaus Egger und dem rechten Ufer des Melchsees, in etwa 1910 Meter Höhe. An dem zum See abfallenden Hange zieht sich ein Blockstreifen hin, aus Eisensandstein des untern Dogger (Murchisonaeschichten). Die Blöcke stammen vom Rothorn oder Glockhaus und gehören zu einer Endmoräne des Daunstadiums. Auf einigen dieser Felsstücke finden sich kleine Kolonien von Asplenium septentrionale in guter Entwicklung.



Asplenium septentrionale. Standort oberhalb Kaiserstuhl. 2/3 der natürl. Größe.

Die Art und Weise des Vorkommens ist sehr geeignet, Betrachtungen über die Kalk- und Kieselflora anzustellen. Denn am gleichen Orte liegt in allernächster Nähe der anstehende Schrattenkalk zu Tage, ja es lagern Blöcke von Eisensandstein auf dem verkarrten nackten Schrattenfels, beide mit den ihnen eigentümlichen pflanzlichen Besiedlern. Die Eisensandsteine[2]) sind ziemlich kieselreich; sie setzen sich aus feinem Quarzsand und einem eisenschüssigen, meist eisensilikat- und nur wenig kalkhaltigen Bindemittel zusammen und zeigen eine typische Rostfarbe, die von dem verwitterten, hydratisierten Bindemittel herrührt. Auf diesen Eisensandsteinblöcken breitet die Geographieflechte, Rizocarpon geographicum reichlich ihre Lager aus. Eine Kolonie von Primula viscosa, der klebrigen Fluhblume, gedeiht vorzüglich und entfaltet jeweilen schon Anfangs Juni ihre dunkelroten Blüten. Früher fand sich, in der Nähe des Seeausflusses, auch ein Block mit der Edelraute, Artemisia mutellina, der aber leider vor einigen Jahren zerstört wurde. Auf einigen dieser Doggerblöcke wachsen ohne Humuszwischenlage unmittelbar aus Gesteinsspalten Calluna vulgaris und Vaccinium myrtillus, die Besenheide und die Heidelbeere, zwei Sträuchlein, die zu den verbreitetsten Komponenten der Zwergstrauchheide gehören, und auch auf dem Malmkalk des Schratten-

[1]) Dr. P. Konrad Lötscher, Die Erforschung der Flora von Engelberg, Festschrift Angelomontana, 1914, S. 500, und gef. briefliche Mitteilung.

[2]) Die geologischen und petrographischen Angaben verdanke ich der liebenswürdigen Güte des Herrn Prof. Dr. P. Arbenz in Bern. Bei dieser Gelegenheit sei auf die ausgezeichnete geologische Karte des Gebietes zwischen Engelberg und Meiringen, die auch das Melchthal und Fruttgebiet enthält, aufmerksam gemacht, welche vor kurzem Prof. Arbenz herausgab.

gebietes überhaus häufig sind, hier aber immer auf einer vom Kalk isolierenden Humusunterlage. Beide Vorkommnisse kann man am angegebenen Orte dicht nebeneinander studieren.

Bemerkenswert dürfte die bedeutende Höhe sein, die die neuen Fundorte des Streifenfarns, Fürren-Engelberg mit 1900 Meter und Frutt-Melchsee mit 1910 Meter erreichen, scheint doch Christ in den Angaben über die Verbreitung dieses Farnes durch seine Ausdrucksweise: „Noch im Oberengadin bei 1800 Meter" sagen zu wollen, daß es sich dort um einen unerwartet hohen Standort handle; Aschersons in seiner Synopsis der mitteleuropäischen Flora gibt allerdings an, daß die Pflanze bis 2000 Meter steige.

Das zerstreute Vorkommen von **Asplenium septentrionale** auf Findlingen war früher eines der beliebtesten Schulbeispiele für die sog. Reliktentheorie, die Lehre, daß gewisse Pflanzen zur Zeit der ausgedehntesten Vergletscherungen mit Moränengeschieben aus den Alpen ins Vorland gewandert und seit dem Rückzuge der Gletscher sich erhalten hätten. Es ist wohl unbestreitbar, daß solche Verfrachtungen vorkamen und noch vorkommen; jede Exkursion auf die Mittelmoränen eines Gletschers belehrt uns darüber. Eine andere Frage ist aber die, ob sich so verfrachtete Pflanzen wirklich bis heute halten konnten und ob eine solche Verfrachtung auf weitere Strecken möglich war. Die Beobachtungen von Nathorst auf dem Inlandeis von Grönland sprechen dagegen. Er betont ganz besonders, daß es auf jenen Gletschern keine Mittelmoränen gebe, weil die von den spärlichen das Eis überragenden Gipfelfelsen abstürzenden Blöcke bald in den Eisspalten verschwinden und in den Bereich der Grundmoräne gelangen.

Heute ist man eher geneigt, das Vorkommen von **Asplenium septentrionale** im Voralpengebiet und Mittelland auf die Windverbreitung der Sporen zurückzuführen. Die Sporen des Streifenfarns sind sehr leicht und können zweifelsohne vom Wind über weite Gebiete verweht werden. Da es sich aber um eine kalkfliehende Art handelt, können ihre Sporen in dem gneisfreien Gelände der Voralpen, des schweizerischen Hügellandes und im Jura nur dann keimen und eine dauernde Besiedlung herbeiführen, wenn sie durch den Wind auf einen kieselhaltigen Untergrund, auf einen Erratiker von Urgestein vertragen werden. Auf diese Verhältnisse hat Ammann[1]) in einer lehrreichen Arbeit über die Herkunft der Laubmoose auf den erratischen Blöcken der schweizerischen Hochebene und des Jura nachdrücklich aufmerksam gemacht.

Die vorstehenden Zeilen wurden niedergeschrieben in der Hoffnung, daß sie den einen oder andern Leser veranlassen, in seiner Umgebung nach dem nordischen Streifenfarn zu fahnden. Ich bin überzeugt, daß bei systematischem Nachsuchen die Zahl der Standorte dieses interessanten Kieselfreundes in der Nordschweiz sich noch bedeutend vermehren wird. Ich selbst bin durch die Mitteilung des Herrn Professor Weber zum Suchen veranlaßt worden. Herr

[1]) Berichte der Schweiz. Bot. Gesellschaft 1891. Vergleiche dazu Solms-Laubach, Die leitenden Gesichtspunkte einer allgemeinen Pflanzengeographie, S. 131, 132.

Professor Dr. Weber war auch so freundlich, mir das Klischee für die Abbildung zur Verfügung zu stellen, wofür ich ihm den verbindlichsten Dank ausspreche. Das Bild dürfte manchem Leser willkommen sein und das Auffinden der Pflanze erleichtern.

„— — — nach Adam Riese!"

Ein Ausschnitt aus der Geschichte des mathematischen Unterrichts.

Von Dr. Martin Schips, Schwyz.

Die Formel: „nach Adam Riese" ist, wie wir alle wissen, zum Gemeingut geworden, das wir häufig benützen, wenn wir das Ergebnis einer Berechnung als unanfechtbar hinstellen oder einen mathematischen Sünder beschämen wollen. Nicht alle aber wissen, daß wir damit den Geist eines Mannes zitieren, dem unsere ganze heutige Kultur zu größtem Danke verpflichtet ist und der es wohl verdient, daß wir seine Bedeutung zu erfassen und zu würdigen suchen.

Adam Riese (auch „Ryse") geb. 1492 zu Staffelstein bei Lichtenfels im Bambergischen, lebte zu Erfurt und später zu St. Annaberg im Sächsischen Erzgebirge als Bergbeamter und Rechenmeister; er starb 1559. Um uns von dem Wert der Lebensarbeit dieses Mannes eine auch nur schwache Vorstellung zu machen, müssen wir uns, so gut es etwa geht, um vier Jahrhunderte zurückversetzen. Das ist leichter gesagt, als getan; denn wir sind heute an die elementaren Rechenmethoden von früher Kindheit an so gewöhnt, daß es uns unglaublich scheint, wenn wir vernehmen, wie diese „Grundoperationen" im Altertum den größten Geistern Schwierigkeiten bereiteten und weit über das Mittelalter hinaus erst auf der Hochschule mit Aussicht auf Erfolg gelehrt werden konnten. Da uns dies heute leicht unglaublich scheinen möchte, wird es gut sein, wenigstens einen Zeugen zu hören, zugleich einen der bedeutendsten Mathematiker jener Zeit: Georg Joachim Rhätikus.*) In seiner Antrittsrede an der Wittenberger Hochschule (1537) über das Wesen der Arithmetik sagt er: „Scio deterreri adolescentes ab his artibus opinione difficultatis. Sed quod attinet ad initia Arithmetices — —, vehementer errant — —." Ars oritur ex natura ipsa mentis humanae — —. Quare initia nec obscura nec difficilia

*) Sein eigentlicher Name ist G. J. von Lauchen; den Zunamen „Rhäticus" nahm er an, weil er aus dem alten Rhätien stammte, wo er 1514 zu Feldkirch geboren wurde. Er studierte in Zürich Mathematik, wurde 1537 Professor zu Wittenberg, welche Stelle er aber schon 1539 aufgab, um seine Studien bei Kopernikus in Frauenburg fortzusetzen. Er führte dann ein ziemlich bewegtes Wanderleben, das ihn über Wittenberg, Nürnberg, Leipzig, nach Polen, Ungarn und Rußland führte; er starb 1576 zu Kasan. — Sein ganzes Leben ein begeisterter Schüler des Kopernikus, ist er besonders berühmt außer durch die Einführung der Funktion der Sekante durch seine zwei großen trigonometrischen Tabellenwerke, in denen Sinus, Tangente und Sekante der um 10" zunehmenden Winkel auf 10 Dezimalen berechnet waren. Sie wurden erst lange nach seinem Tode, 1596 und 1613 herausgegeben, das erste als „Opus Palatinum de triangulis", das zweite als „Thesaurus mathematicus".

esse possunt — —. Deinde multiplicationis et divisionis præcepta aliquanto plus requirunt diligentiæ, sed tamen causæ cito perspici possunt ab attentis.“ Der junge akademische Lehrer mußte also seine ganze Beredsamkeit aufbieten, damit die Hörer sich nur an die ersten Anfänge: Addition und Subtraktion heranwagten; für die „schwierigeren“ Operationen: Multiplikation und Division macht er weder sich noch den Schülern Illusionen; er ist zufrieden, wenn die besonders Aufmerksamen in diese Geheimnisse einzudringen vermögen.

Der Grund, weshalb es damals so außerordentlich schwierig war, auch nur die vier Spezies zu beherrschen, liegt darin, daß man noch nicht gelernt hatte, mit Ziffern zu rechnen, wie wir dies heute gewöhnt sind, und dies hatte man deshalb noch nicht lernen können, weil das damals noch gebräuchliche römische Ziffernsystem zur Ausführung größerer Operationen durchaus ungeeignet ist, wie sich jeder durch die Vornahme eines Exempels überzeugen kann. So rechneten denn die Alten mit Steinchen; daher z. B. das lateinische Wort für Rechnen: calculare von calculus = Steinchen; später gewöhnte man sich an das Rechenbrett oder die Rechenbank, und der Ort, wo diese Instrumente am häufigsten gebraucht wurden, sind eben die heute noch so genannten „Banken“. Erst unsere „arabischen“ Ziffern ermöglichten es, nicht bloß Zahlen aufzuschreiben, sondern auch mit diesen Zahlen zu rechnen. Der Name „arabisch“ ist freilich nur mit Vorbehalt richtig; denn diese Ziffern stammen eigentlich aus Indien; von dort erhielten sie die Araber durch Vermittlung der von ihnen unterworfenen christlichen Syrer. Von den Arabern bekamen dann wir etwa zu Beginn des 12. Jahrhunderts diese Zahlzeichen, die natürlich im Laufe der Jahrhunderte mannigfache Wandlungen durchgemacht hatten. Um jene Zeit traten ja, besonders auf den spanischen Hochschulen die christlichen Gelehrten in Berührung mit den mohammedanischen, in erster Linie angezogen durch die Schätze altgriechischer Literatur (Aristoteles!), die ihnen dort mitgeteilt wurden, während gleichzeitig auch die arabische Mathematik in höchster Blüte stand. Das Volk aber zog sich vor diesen fremden Zahlenzeichen, mit denen seit dem 12. Jahrhundert die Gelehrten in den Klöstern sich abgaben, scheu zurück: die erste Münze mit arabischer Jahrzahl stammt erst aus dem Jahre 1458, das erste Buch, in dem die Seitenzahlen arabisch angegeben sind, wurde 1471 gedruckt. Ja in Florenz wurde die Anwendung der neuen Ziffern 1299 verboten, offenbar, weil die Vertreter der hohen Obrigkeit sie nicht lesen konnten. Noch im 16. Jahrhundert wehrte man sich nicht ohne Erfolg gegen die Verdrängung der römischen Zahlzeichen, welche als „die gewenlich teutsch Zal“ galten und die sich ja bis in unsere Tage z. B. auf den Zifferblättern der Uhren erhalten haben.

Hier setzte nun die Arbeit der Rechenmeister ein. Sie sammelten Schüler um sich, in der Regel erwachsene Leute, besonders aus dem Kaufmannsstande, und lehrten sie zuerst das Rechnen auf der Rechenbank, das sog. „Rechnen auf den Linien“, um sie dann später in die Geheimnisse des

schriftlichen Rechnens mit den neuen Ziffern, in das „Rechnen auf der Feder“ einzuführen. Keiner dieser wackeren Männer aber, die mit der ehrlichen Begeisterung und Arbeitsfreude eines zünftigen Handwerkers der guten alten Zeit die Wege bahnten, auf denen die mathematische Kunst in alle Volksgeschichten dringen sollte, hat auch nur annähernd eine so hohe Bedeutung erlangt, wie eben Adam Riese. Seine drei Rechenbücher (1518, 1522 und 1550) in denen er bemüht war, „die Practica mit allem Fleiß herauszustreichen“, und allen „Fortheil und Behendigkeit“ den Lernenden mitzuteilen, wurden überall verbreitet, wo die deutsche Zunge verstanden wurde und zeigen heute noch auf jeder Seite den erfahrenen Lehrer, der nicht müde wird, die graue Theorie durch „holdselige“ Exempel in lebenswarme Praxis überzuführen. Über 200 Jahre waren diese Bücher in Gebrauch.

Wenn nun aber jemand denken wollte, daß diese Rechenbücher sehr leicht verständlich gewesen seien, so würde er sich in einem großen Irrtum befinden; zu einer Zeit, wo das Zifferrechnen erst erfunden werden mußte, waren auch die Methoden noch verwickelt und schwerfällig genug, so daß sie die ganze Aufmerksamkeit eines gereiften Verstandes beanspruchten, wie dies ja auch Rhäticus von seinen Studenten fordert. Ein kleines Beispiel wird uns dies zeigen. Beim Multiplizieren gibt Riese für die Berechnung des Einmaleins unter anderm folgende Regel an:

Addir zusammen die zwo figuren,*) die kleineſt schreib. Als denn multiplicir mit einander, wie viel von jeder bis auf 10 gebricht, vnd schreib dasselbig für die gesatzte figur. Kömpt oben auß dem multiplicirn eyn zal mit zweyen figuren, so addir die ander figur zur gesatzten, als hie in folgenden Exempeln:

8 . 2 . 7 . 3 . 6 . 4 . 6 . 4 .
9 . 1 . 8 . 2 . 8 . 2 . 7 . 3 .
7 . 2 . 5 . 6 . 4 . 8 . 4 . 2 .

Es wird dem Leser wohl ebenso gehen, wie es den Schülern Rieses auch gegangen sein mag; er wird diese Regel nicht ohne weiteres verstehen. Die Regel, welche besonders für Faktoren zwischen 10 und 5 Verwendung finden soll, würden wir heute etwa folgendermaßen angeben: Aus der Summe der beiden Faktoren setze man die Einer als Zehner des zu suchenden Produktes; bei dem Beispiel 8 . 9 ist die Summe der Faktoren 17 und tatsächlich enthält auch das Produkt 72 7 Zehner. Die Einer werden geliefert durch das Produkt der Einheiten, um welche jeder Faktor kleiner als 10 ist; bei dem Beispiel 8 . 9 also durch $(10 - 8)\ (10 - 9) = 2 . 1 = 2$. Bei dem Produkt 6 . 7 erhält man zuerst aus $6 . 7 = 13$ im Produkt drei Zehner; zu diesen 30 Einheiten ist aber das Produkt $(10 - 6)\ (10 - 7) = 4 . 3 = 12$ hinzuzuzählen, so daß man als Resultat $30 + 12 = 42$ erhält. Der Beweis für die Richtigkeit dieser Methode liegt auf der Hand; ich füge ihn hier nur

*) „Figur“ bedeutet bei den Alten das, was wir „Ziffer“ nennen; die „Ziffer“ ist bei ihnen unsere „Null“ (vgl. „zéro“).

bei, weil er deutlich die Umwege zeigt, die man zu gehen hatte. Es seien a und b die beiden Faktoren, die zwischen 5 und 10 liegen sollen; ihre Summe ist also a + b. Die Einer dieser Summe sind dann auszudrücken durch a + b — 10, welcher Ausdruck mit 10 zu multiplizieren ist, da ja diese Einer als Zehner genommen werden. Der erste Teil des Produktes ist also 10 (a + b — 10); dazu ist (10 — a) (10 — b) zu addieren, und man erhält dann, wie man sofort sieht, das gesuchte Produkt:

$$ab = 10\,(a + b - 10) + (10 - a)\,(10 - b).$$

Aus den Beispielen wird heute erst recht niemand klug werden, der nicht darauf kommt, daß es deren vier sind; nämlich 8 . 9; 7 . 8; 6 . 8 und 6 . 7; also:

8 (2)	7 (3)	6 (4)	6 (4) *)
9 (1)	8 (2)	8 (2)	7 (3)
72	56	48	42

Die Art, wie Riese sein Beispiel schreibt, macht es uns unmöglich, dasselbe ohne weiteres zu verstehen; die Punkte kommen uns heute ganz unsinnig vor. Aber es ist zu bedenken, daß man unsere mathematischen Zeichen damals noch nicht zu benützen verstand, ja zum Teil noch nicht einmal kannte; unser Gleichheitszeichen (=), welches der englische Mathematiker und Arzt Robert Recorde 1556 in die Wissenschaft einführte, wurde erst im 17. Jahrhundert in Gebrauch genommen. Seine Proportionen z. B. schreibt Riese wie folgt:

4 8 12 24.

Wir erkennen also, daß die Arbeit, welche diese Rechenmeister leisteten, durchaus nicht so einfach war, wie uns dies heute scheinen möchte, und wir sehen es noch als einen Fortschritt an, wenn gegen das Ende des 17. Jahrhunderts die jungen Leute, die vom Gymnasium an die Hochschule übertraten, die vier Grundoperationen wenigstens einigermaßen beherrschten. Wie glücklich waren nicht diese Leute in den Augen vieler unserer Abiturienten, die unter der ihnen so „grausam" aufgebürdeten Last mathematischen Wissens manchmal fast zusammenbrechen und so auf schreckliche Weise das tiefsinnige Wort an sich erfahren müssen: „Weh dir, daß du ein Enkel bist!" Doch mögen sie sich damit trösten, daß alles nur relativ ist; den armen Jungen machten vor zweihundert Jahren Multiplikation und Division ebensoviel Kopfzerbrechen, wie heute Logarithmen und analytische Geometrie.

Es wäre aber nicht recht, wenn wir von unserm Rechenmeister Abschied nehmen wollten, ohne uns noch zum Bewußtsein zu bringen, daß er und seine Zunftgenossen nicht etwa poesielose Lehrer einer höchst prosaisch scheinenden Kunst waren, sondern daß bei ihnen jene Begeisterung für ihren Beruf lebendig war, die zu ihrer Zeit bei keinem „Meister" fehlen durfte und die in unserer Zeit der Maschinen leider unwiederbringlich verloren scheint. Nicht

*) Die in Klammern gesetzten Zahlen sind Hilfszahlen für die Berechnung; sie geben an, „wi viel von jeder figur bis auff 10 gebricht".

zuletzt ist es für diese Rechenmeister charakteristisch, daß sie nicht bloß im Privatleben sich bemühten, rechtgläubig und fromm zu sein, sondern daß sie gerne religiöse Erwägungen mit mathematischen Begriffen und Überlegungen verbanden, was uns heute natürlich ganz ungewohnt vorkommt. Ja es wurden sogar eigentliche „Rechnens-Andachten" gereimt und dabei Regeldetri mit der Dreifaltigkeit oder mit den drei göttlichen Tugenden, Regula falsi mit Sünde und Falschheit usw. in naivster Weise in Verbindung gebracht. Vor allem aber suchte man den Wert mathematischer Kenntnisse auf theologischem Wege aus dem Zeugnis der hl. Schrift und der Kirchenlehrer zu beweisen. So bestieg denn auch Riese gelegentlich den Pegasus und ließ Pitagoras, Salomon und St. Augustin in wohlgesetzten Reimen die Mathematik preisen. Einige aus diesen Versen dürfte man auch heute noch den Jungen zur Beherzigung geben; so z. B. die folgenden:

In Zal, in Maß vnd in Gewicht,
All ding von Gott sind zugericht.
Sich sol kein Mensch nichs unterstehn,
Kein Göttlich, weltlich kunst begehn
Ohn rechens art durch ware zal;
Bewert ist das in manchem fall.
Ein Mensch, dem zal verborgen ist,
Leichtlich der verfürt wird mit list.
Dis nim zu hertzen, bit ich sehr,
Vnd jeder sein Kind rechnen lehr,
Wie sichs gen Gott und Welt verhalt,
So werden wir mit Ehren alt.

Erprobte Winke.

Über das Zeichnen mit Tusche und Tinte auf den Blättern des Topographischen Atlas. — Das Papier der Siegfriedkarten ist sehr verschieden; auf die Blätter der neuern Ausgaben kann man ohne weiteres mit Tusche und farbigen Tinten Eintragungen ausführen. Dagegen haben die ältern Blätter ein Papier, auf dem Tusche und Tinten fließen, was jeder, der etwa geologische oder pflanzengeographische Eintragungen machen will, unangenehm empfindet. Man kann sich ja mit Pastellstiften behelfen, doch lassen sich so die Eintragungen oft nicht in der wünschenswerten Feinheit und Genauigkeit bewerkstelligen. Es gibt aber ein einfaches Mittel, um das Fließen der Tusche auf dem Papier zu beseitigen. Man nimmt einige Schnitzel Hausenblase (die innere Haut der Schwimmblase des Stör's), läßt sie in kaltem Wasser quellen, löst sie dann durch leichtes Kochen in heißem Wasser auf. Diese Flüssigkeit trägt man mit einem Pinsel auf das Kartenblatt auf und läßt es einen Tag trocknen. Dann kann man auf diese Schicht beliebig mit farbigen Tuschen und Tinten zeichnen. Hausenblase erhält man in jeder Apotheke. E. S.

3. Jahrgang. Nr. 3. 12. April 1917.

Mittelschule

Beilage zur „Schweizer-Schule“

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

Inhalt: Variabilität in Größe und Färbung bei den Insekten (mit 2 Bildern). — Eine Lektion bei denkenden Tieren.

Variabilität in Größe und Färbung bei den Insekten.

Von Universitäts-Professor Dr. phil. et med. L. Katharíner, Freiburg (Schweiz).

Es ist eine allgemeine Eigenschaft aller Lebewesen, daß kein Individuum dem anderen völlig gleicht; es gilt dies vom Menschen, dem Tier und der Pflanze. Beim Menschen ist die Verschiedenheit deshalb noch besonders groß, weil sie hier auch für das zweite Seinsprinzip, die Seele, zutrifft. Aber die Zahl der möglichen Verschiedenheiten ist auch für den Körper allein schon groß genug. Wird doch von den meisten Forschern die Zahl der möglichen Kombinationen, in welchen die zur Bildung der Lebenssubstanz, des Protoplasmas, nötigen Elemente quantitativ und qualitativ von einander verschieden zusammentreten können, als so groß angegeben, daß die Mannigfaltigkeit schon des Körperbaues allein praktisch unendlich groß ist. Sehen wir uns doch einmal in unserer nächsten Umgebung um. Obschon alle Menschen zu derselben Art gehören, ist einer dem anderen doch nicht völlig gleich; der eine könnte das Modell für die Büste eines Falstaffs abgeben, während der andere Mensch wieder zu jenen gehört, die der Dichter im Auge hatte, als er sang:

„Neunundneunzig Schneider, die wiegen nur ein Pfund
Und wenn sie das nicht wiegen, so sind sie nicht gesund.“

Dazu käme beim Menschen noch die Verschiedenheit in geistiger Beziehung; heißt es doch in einem bekannten Couplet:

„Verschieden sind die Menschen sehr, sie gleichen sich doch nie;
der eine ist ein Rindvieh blos, der andere ein Genie.“

In Körpergröße, Haut- und Haarfarbe etc. unterscheiden sich zwei Menschen stets von einander, ganz zu geschweigen von den kleinen Merkmalen, welche die Individualität eines jeden Individuums unabänderlich bestimmen, wie solche z. B. im Verlauf der Hautfurchen an den Fingerbeeren vorliegen; der Handabdruck zweier verschiedenen Individuen ist ein anderer, so daß diese Verschiedenheit ein untrügliches Merkmal des Einzelnen abgibt. Gilt doch der Fahndungspolizei der Fingerabdruck als die vom Verbrecher auf dem Tatort zurückgelassene „Visitenkarte“.

Beim Tier liegen die Verhältnisse insofern einfacher, als hier nur die körperliche Verschiedenheit in Frage kommt; gewöhnlich liegt bei den Haustieren, Hund, Pferd, usw. oft auch eine verschiedene seelische Veranlagung vor, welche sich mit den geistigen Fähigkeiten des Menschen vergleichen ließe. Sagt man doch: dieser Hund ist „treu und anhänglich", jenes Pferd „störrisch", usw.

Je niederer ein Tier organisiert ist, um so mehr treten auch hier Verschiedenheiten seiner seelischen Veranlagung zurück. Und doch bleiben auch im Körper allein Verschiedenheiten genug zurück, um die ausnahmslose Gültigkeit des eingangs ausgesprochenen Satzes zu erweisen. Von allen Tieren sind es gerade die Insekten, welche zur Führung eines Beweises dieses Satzes sich deshalb besonders gut eignen, weil die Unterschiede zwischen den verschiedenen Stücken einer Art oft stark hervortreten und wegen der großen Vermehrung auch deren Ursachen leichter zu erforschen sind. Zwei Stücke einer Tierart können im Zusammenhang mit uns bekannten Eigenschaften, wohl gemerkt „Eigenschaften", nicht Ursachen, welch' letztere uns oft genug dunkel bleiben, in Körpergröße und -färbung etc. von einander abweichen.

Die eine Art der Verschiedenheit zweier Individuen der gleichen Art wird als Geschlechtsdimorphismus (Sexualdimorphismus) bezeichnet. Die männlichen Tiere der Hirschfamilie (Edelhirsch, Reh usw.) tragen auf dem Kopf ein verästeltes Geweih, das dem weiblichen Tier fehlt. Bei den Vögeln ist der Geschlechtsdimorphismus besonders stark ausgesprochen in der Familie der Hühner, wo der Hahn sich durch Größe, Gefieder usw. vor der kleineren und bescheidener gefärbten Henne auszeichnet. Auch bei den Finken bildet ein entsprechender Dimorphismus die Regel. Doch wir wollen hier alle Wirbeltiere außer Acht lassen und von den Wirbellosen auch nur die Insekten berücksichtigen, aber nicht bezüglich des Sexualdimorphismus, für den die Klasse der Insekten zahlreiche und prächtige Beispiele enthält. Die beiden Geschlechter der gleichen Art werden beide gleichzeitig betroffen von dem Lokal- und dem Saisondimorphismus; letzterer spricht sich darin aus, daß das Tier je nach seiner Heimat besondere Eigenschaften hat; erfahrene Insektensammler z. B. sehen es bei gewissen Schmetterlingsarten schon an der Färbung, woher die betreffenden Stücke stammen, ob aus kälteren oder wärmeren Gegenden, ob aus dem Gebirge oder aus dem Flachland, ob aus Bergeshöhen oder aus der Tiefebene. So sehen wir in Abbildung II 5 d einen kleinen Fuchs (Vanessa urticae L. ab. polaris Stgr., aus Lappland in Norwegen und in e und f ab. ichnusa aus Kleinasien (Angora) und Sardinien. Während bei der nördlichen Form eine mehr gelbbraune Grundfarbe mit großen schwarzbraunen Flecken das Farbenkleid dunkler erscheinen läßt, herrscht bei den südlichen Schmetterlingen in der Grundfarbe der rote Ton vor und die dunkeln Zeichnungsfleckchen der Hinterflügel sind stark verkleinert (e) oder fehlen ganz (f).

Es entspricht dies der allgemein verbreiteten Tatsache, daß bei einer Art, welche, wie, diese durch Formen vom Polarkreis bis nach den Mittelmeerländern im Süden vertreten ist, die Färbung immer lebhafter ist, je süd-

licher die Heimat des betreffenden Stücks lag. Auch bei dem über die ganze Erde verbreiteten Distelfalter (Vanessa cardui L.) ist die lebhaftere Färbung der Stücke südlicher Provenienz recht auffallend. Überhaupt kann man ganz allgemein sagen, daß die Farbenpracht der Insekten nach dem Äquator hin sich mehr und mehr steigert. Die prächtigste Schmetterlingsgruppe, die Gattung Ornithoptera, kommt ja überhaupt nur in der Gegend des Äquators vor.

Der sog. Saisondimorphismus, die lebhaftere Färbung der Sommerform bei den Faltern, welche mit einer ersten Generation im Frühjahr erscheinen, hat ja auch in der Steigerung der Sonnenwärme und des Lichts seinen Grund. Das bekannteste Beispiel ist das Landkärtchen, dessen Frühjahrsform (Vanessa levana L.) mit ihrer rotgelben und dessen Sommerform (V. prorsa L.) mit ihrer schwarzbraunen Grundfarbe sich so stark von einander unterscheiden, daß man sie früher für zwei verschiedene Arten hielt.

Doch soll hier weder vom Lokal- noch vom Saisondimorphismus die Rede sein. Unter der hier in Betracht kommenden individuellen Variation verstehen wir vielmehr die Verschiedenheit zwischen zwei Stücken der gleichen Art und desselben Geschlechtes und aus derselben Heimat in Größe und Färbung. Bei vielen Arten der Insekten bildet sie eine so auffallende und regelmäßige Erscheinung, daß die betreffende Art häufig den Speziesnamen „variabilis“ trägt.

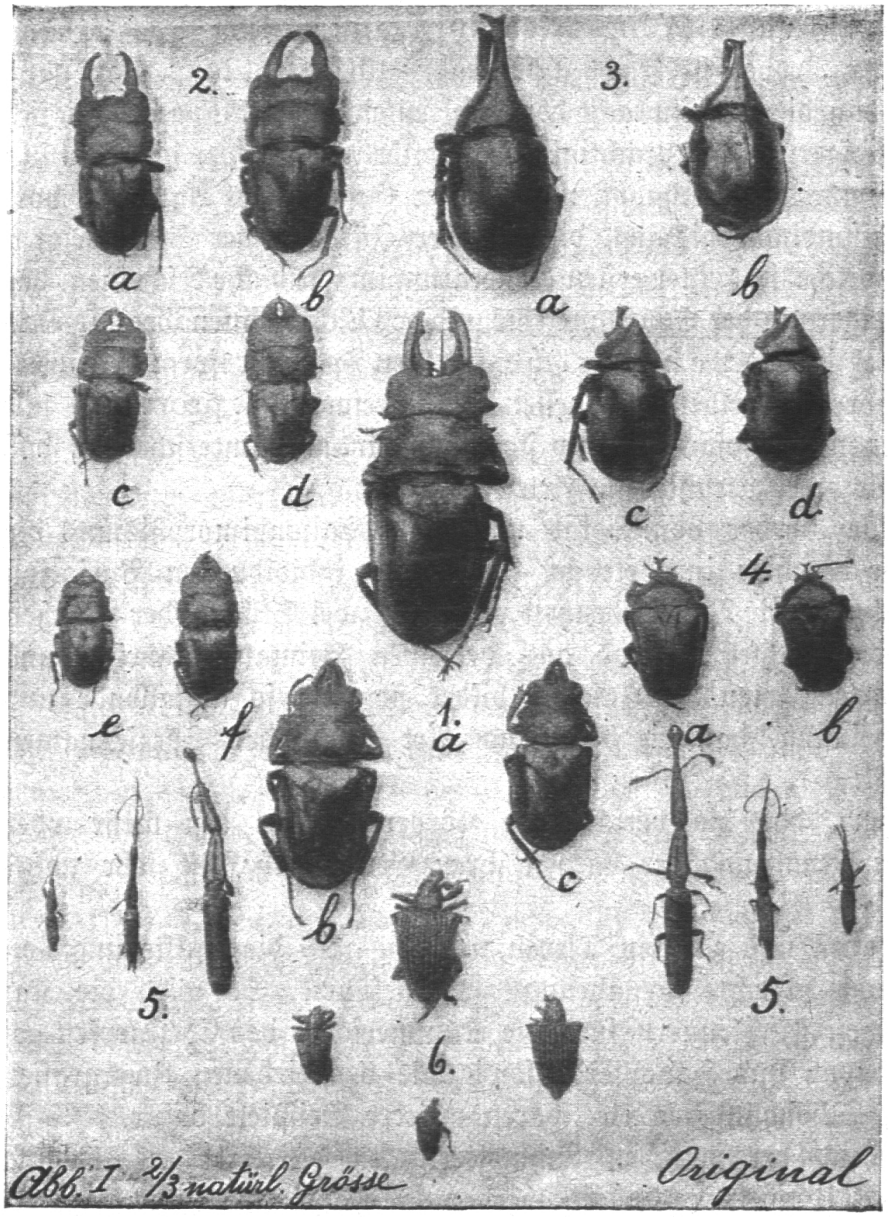
Die Annahme, daß die verschiedene Körpergröße in der mehr oder minder reichlichen Ernährung der Larven ihren Grund habe, ist sehr naheliegend.

Bei freilebenden und zahmen Tieren wird ja auch die Entstehung von Kümmerformen auf schlechte Ernährung zurückgeführt. So wird die Karausche von manchen Fischkennern für eine Kümmerform des Edelkarpfen gehalten. Shetlandpony und Hauspferd, sowie die verschiedenen Zwergrassen des Haushundes, Schoßhündchen etc. wären weitere Beispiele dafür.

Wie weitgehend bei manchen Schmetterlingen die Art der Färbung durch Einflüsse der Umwelt verändert werden kann, zeigt uns die Abb. II.

Durch die Einwirkung abnorm hoher oder abnorm tiefer Temperaturen auf die Puppen der Schmetterlinge in der Zeit, kurz nach dem Abstreifen der Raupenhaut, wird die Bildung der Farbstoffe verändert oder ganz unterdrückt. Die Schmetterlingsschuppe ist ein plattgedrücktes mikroskopisch kleines Säckchen aus Chitin, welches durch einen hohlen Stiel in einer Ader der Flügelanlage steckt und so die flüssigen Farbstoffe aus dem Körper der Puppe zugeführt bekommt. Abnorme Temperatureinflüsse können nun direkt auf den in der Schuppe enthaltenen Farbstoff oder indirekt auf dessen Quelle, den in der Puppe enthaltenen Körper des Schmetterlings, verändernd einwirken. Eine gesteigerte Oxydation, wie sie durch Wärme oder Kälte veranlaßt wird, bewirkt eine intensivere bezw. schwarzbraune Verfärbung (Abbildung II Figur 1 b, 3 c und 5 b.)

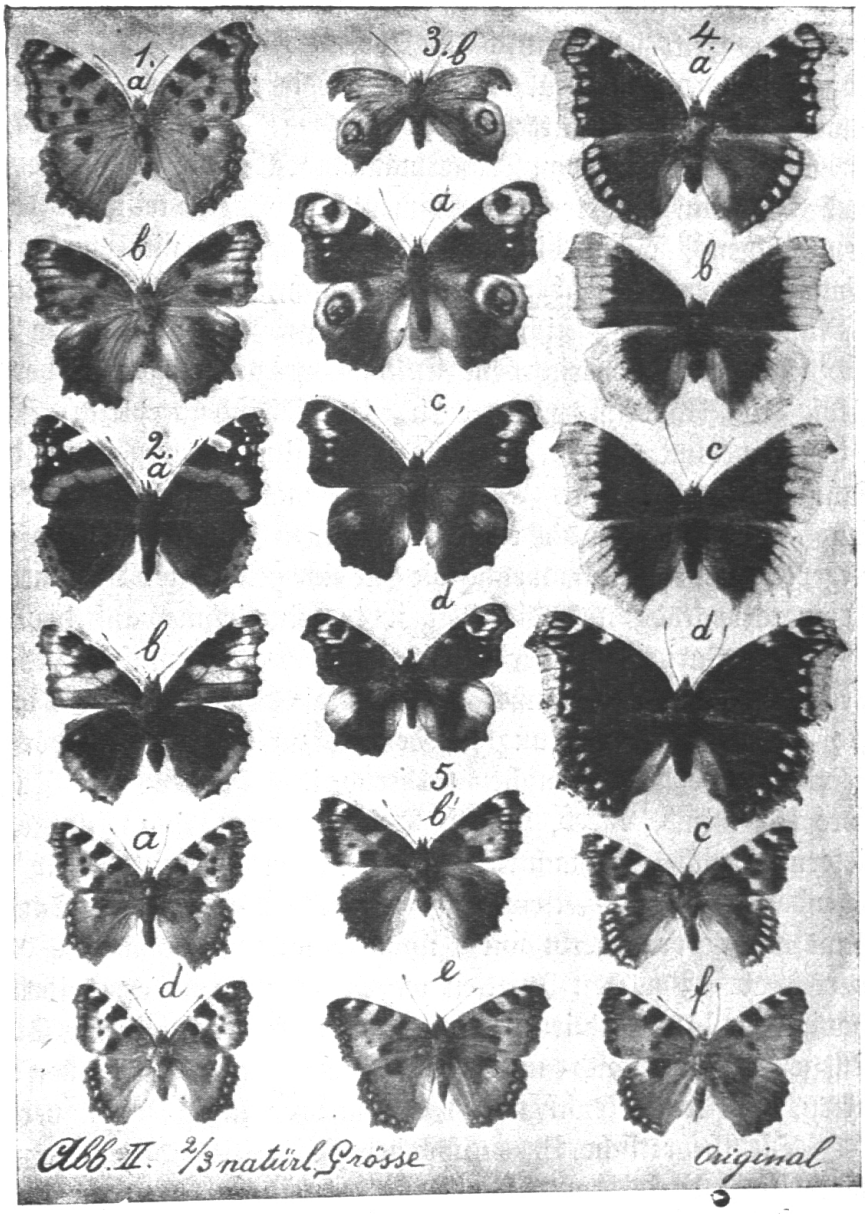
Die schöne blaue Färbung in den Augenflecken auf den Flügeln des Tagpfauenauges und der Flecken vor dem hellen Saum auf den Flügeln des



Variabilität in der Körpergröße bei Käfern.
(Aus der Sammlung des zoologischen Instituts Freiburg, Schweiz).
1. a—c Eurytrachelus gypætus (Java). 3 Männchen. — 2. a—f Odontolabis bellicosus Cast. (Java). 6 M. — 3. a—d Xylotrupes gideon L. (Sumatra.) 4 M. — 4. a, b Neptunides polychromus Tomrs. (Ostafrika). 2 M. — 5. Brenthus spec. (Brasilien). 6 M. — 6. Entimus nobilis Oliv. (Brasilien). 4 Männchen.

Trauermantels und des kleinen Fuchses ist lediglich eine Interferenzerscheinung, verursacht durch die Struktur der Lamellen des leeren Schuppentäschchens; sie verschwindet daher, wenn dieses mit Farbstoff gefüllt wird. Die weißgelbe Randbinde beim Trauermantel erscheint dann breiter und der Augenfleck des Tagpfauenauges braungrau. (Abbild. II Fig. 3 c, d, 4 b und c und 5 b). Wird dagegen infolge der gesteigerten Oxydation der betreffende Farbstoff ganz aufgebraucht, so bleiben mehr Schuppentäschchen leer als normal, wie dies die vergrößerten blauen Randflecken auf den Hinterflügeln des Trauermantels und den Hinterflügeln des kleinen Fuchses bei extremen Temperaturen zeigen (Abb. II Figur 4 d und 5 c). Daß die Wirkung extrem abnormer Temperaturen eine ganz unerwartete sein kann, bewiesen mir die Falter des Tagpfauenauges aus einer ganzen Reihe von Puppen, welche abnormer Wärme ausgesetzt worden waren. Der sich sonst am ersten verändernde Hinterflügel war ganz normal gefärbt und gezeichnet, während sich die Einwirkung der abnormalen Temperatur um

so stärker an den Vorderflügeln aussprach (Abbildung II Figur 3 b). Daß abnorme Temperaturen, sowohl Kälte- als Wärmeeinwirkungen, ihren Ausdruck in einem erhöhten Stoffumsatz finden, kommt auch darin zum Ausdruck, daß die betreffenden Falter kleiner sind als gewöhnliche (Abbild. II 1 b, 2 b, 3 b, c, d und 4 b, c). Daß eine durch Temperatursteigerung und eine durch starke Herabsetzung der Wärme bewirkte erhöhte Oxydation trotz der gegenteiligen Mittel das gleiche Resultat hat, zeigen besonders schön die beiden Falter in Abbild. II Fig. 4 b und c, von denen sich b unter Kälte- (— 6° C) und c unter Hitzeeinwirkung (+ 41° C) entwickelten. Die zwei weißgelben Vorderrandflecken der typischen Form (Abbild. II Figur 4 a) sind hier gänzlich durch die dunkele Grundfarbe verdrängt; in Fig. 3 c sind die Augenflecken der Hinterflügel fast ausgelöscht.



Variabilität der Färbung bei Schmetterlingen der Gattung Vanessa F.

(Aus der Privatsammlung des Verfassers.)

1. Vanessa polychlorus L., großer Fuchs a. typische Form, b. ab. testudo — 7° C. — 2. V. atalanda L., Admiral a. typische Form, b. ab. klymene — 6° C. — 3. V. jo, Tagpfauenauge a. typische Form, b. Hitzeaberration + 31° C, c. Frostform, d. Hitzeform. — 4. V. antiopa L., Trauermantel a. typische Form, b. Kälteaberration — 6° C., c. und d. Hitzeformen + 41° C. — 5. V. urticæ L., kleiner Fuchs a. typische Form. Geißküppel bei Fulda (Hessen-Nassau), b. Frostform — 7° C., c. Hitzeform, d. ab. polaris Stgr. Lappland (Norwegen), e. und f. ab. ichnusa. Kleinasien (Angora) und Sardinien.

Das Vorwiegen des durch die gesteigerte Oxydation gebildeten dunkeln Pigments tritt sehr deutlich in Abb. II Fig. 1 b, 2 b und 5 b in Erscheinung; bei dem Admiral (Fig. 2 b) ist die rote Binde auf den Vorderflügeln sowohl schmäler als kürzer geworden.

Bei einer Serie von Trauermänteln waren die Randflecken statt schön blau mehr blaugrau; eingetretenes Pigment bewirkte eine teilweise Füllung des Schuppentäschchens, so daß die blaue Interferenzfarbe nicht mehr voll zur Geltung kommt, andererseits aber genügte sie nicht, das Schuppentäschchen vollständig zu füllen, so daß es nicht zu einer Vergrößerung der gelben Randbinden kam.

Der kürzlich verstorbene Entomologe am eidgenössischen Polytechnikum, Prof. Dr. Standfuß, und der Arzt Dr. E. Fischer (Zürich), haben durch zahlreiche Experimente die merkwürdigsten Umänderungen in der Färbung der Schmetterlinge erzielt. Besonders geeignete Falter sind die Arten der Gattung Vanessa. Für die oben besprochenen Umfärbungen lassen sich geradezu Rezepte ausprobieren, welche die für eine gewünschte Aberration erforderlichen Temperaturgrade und die Zeit ihrer Einwirkung auf die Puppe angeben.

Die Variabilität der Insekten und ihre Beeinflußbarkeit durch die Außenwelt stehen jedenfalls außer Frage. Die Variabilität der Tiere hat nun eine große praktische Bedeutung für den Tierzüchter bezüglich der Arten von Nutztieren, welche dem Menschen während ihres Lebens als Zug-, Last-, Reittiere etc. (Rind, Pferd, Kamel, Elefant) dienen, ihm wichtige Nahrungsmittel liefern, (Fische, Schlachttiere etc., die milchgebende Kuh und das eierlegende Huhn), ihm Kleidungsstoffe liefern, (Pelztiere, Schaf, Rind, dessen Haut als Leder gegerbt wird) usw.; hängt doch davon die Größe ihres Nutzwertes ab. Von den Insekten wären zu nennen der Seidenspinner und die Honigbiene als Nutztiere. Viel größer ist die Zahl der Schädlinge für die Nutzgewächse in Land- und Forstwirtschaft, ganz abgesehen von jenen Insekten, die dem Menschen als Schmarotzer lästig bezw. verderblich werden.

Die theoretische Bedeutung der Variabilität der Lebewesen, speziell der Tiere, liegt darin, daß sich auf ihr Vorkommen die von Ch. Darwin (1859) aufgestellte Theorie von der Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl (Abstammungslehre, Darwinismus) stützt.

Eine Auslese ist natürlich nur dort möglich, wo eine Vielheit von qualitativ oder quantitativ verschiedengradig ausgestatteten Einheiten vorliegt. Die Varietäten müssen nun zwei Eigenschaften haben, wenn sie für jene Theorie der Abstammungslehre in Frage kommen sollen; die Neuerwerbung muß erstens selektionswertig sein, d. h. jene Tiere, welche sie besitzen, müssen im Kampfe ums Dasein ihren Artgenossen gegenüber im Vorteil sein; nur dann werden sie deren Existenzfähigkeit gegenüber ihren Konkurrenten begünstigen. Zweitens muß die neue Eigenschaft im Keimplasma erblich fixiert sein, d. h. sie muß auf die Nachkommen übertragen werden. Was nun den ersten Punkt anbelangt, so ist es zweifellos, daß auch uns ganz gleichgültig scheinende Verschiedenheiten eine für die betreffende Organismenart ausschlaggebende Bedeutung haben können.

So waren in den Bienen-Zeitungen in den letzten Jahren häufig Anzeigen zu finden, in welchen Bienenköniginnen besonders langrüsseliger Stämme angepriesen wurden. Die von denselben abstammenden Arbeitsbienen seien imstande die Honigbehälter auch solcher Blüten auszubeuten, welche für Bienen mit kürzerem Rüssel nicht erreichbar wären; sie sollten dem Imker einen besseren Honigertrag liefern. Es scheint indessen, als ob die Anpreisung von Bienenrassen mit einem angeblich längeren Rüssel keinen rechten Anklang gefunden hat. Denn die mit viel Reklame betriebene Anpreisung langrüsseliger amerikanischer Bienenköniginnen ist in den letzten Jahren wieder verstummt. Sei dem aber auch wie ihm wolle, jedenfalls ist nicht zu bestreiten, daß schon eine Längendifferenz des Rüssels der Honigbiene von nur Bruchteilen eines Millimeters ausschlaggebend für die Existenz eines Volkes sein kann; es könnte sich mit Wintervorrat versorgen aus Blüten, welche anderen Bienen mit kürzerem Rüssel unzugänglich wären.

Abbildung I Fig. 5 zeigt uns 6 Exemplare eines brasilianischen Rüsselkäfers, welche sich durch erhebliche Längendifferenzen ihres Halses von einander unterscheiden. Figur 6 stellt 4 Exemplare der gleichen Art eines anderen brasilianischen Käfers dar, welche in der Körpergröße erheblich von einander abweichen; dasselbe ist der Fall bei den in Figur 1, 2 und 3 abgebildeten Käfern. Daß neben der Größe und Form des Körpers auch Färbung und Zeichnung weitgehenden Schwankungen unterliegen können, dafür gibt es in der Insektenwelt zahlreiche Beispiele.

Besonders ausgezeichnet durch ihre Variabilität in Färbung und Zeichnung sind manche Gattungen der Blattwanzen, von den Käfern die Gattungen der Metall- und Blumenkäfer (Cetonia Fabr.), Marienkäferchen (Coccinella L.) u. a.: sie bilden eine wahre Crux für den Systematiker und eine unerschöpfliche Fundgrube für jene, welche sich darin gefallen, Namen für jede neue Aberration zu schaffen, eine Spielerei mit der der ernsthafte Systematiker nichts zu tun haben will; ihm genügt der Artname „variabilis". Über die Ursachen des Entstehens einer Spielart sind wir sehr häufig im Unklaren bezw. auf bloße Vermutungen angewiesen. Ebenso ist es oft schwierig oder ganz unmöglich Sicheres über den Selektionswert eines Neuerwerbs auszusagen. Dazu gehörte eine uns oft fehlende intime Kenntnis der biologischen Verhältnisse des betreffenden Tieres. Der zweiten Forderung, welche die neue Form erfüllen muß, soll eine neue Art entstehen, nämlich die Erblichkeit, genügen Lokalrassen durchaus nicht. Als Produkt der Umwelt schlägt ja die neue Form auf die Stammform zurück, wenn die äußeren Verhältnisse wieder die ursprünglichen werden. Die Ende des vorigen Jahrhunderts von Professor Eimer (Tübingen) aufgestellte „Orthogenesistheorie" gibt keine kausale Erklärung für die Entstehung der verschiedenen Formen der Schmetterlingsgattung Papilio; sie bietet uns nichts anderes als eine Bezeichnung für die Tatsache, daß man die verschiedenen Arten der Segelfalter nach der Zahl der dunkeln Querbinden auf den hellgelben Flügeln in einer Stufenleiter ordnen kann.

Auch die Mutation, durch den holländiſchen Botaniker de Vries an der Nachtkerze (Oenothera lamarkiana) zuerſt beobachtet, d. h. die Tatſache, daß neue Eigenſchaften häufig erblich ſind — ſie wurde auch für viele Tierarten nachgewieſen —, kann uns zwar in vielen Fällen erklären, daß eine ſelektionswertige Neuerwerbung zur Entſtehung einer neuen Art führte, wie ſie aber zuſtande kam, darüber wiſſen wir nichts.*) Der Zuchtwahllehre direkt widerſprechend ſind ſolche Tierformen, bei welchen eine Entwicklungsrichtung ſich ſo lange fortſetzte bis das Lebeweſen von der extremen Bildung keinen Vorteil mehr haben konnte, ja vielleicht daran zugrunde ging. Ein Beiſpiel für eine derartige Weiterentwicklung bildet die Säbelkatze (Machairodus) aus dem Tertiär von Europa und Südamerika. Bei ihr waren die dolchförmigen Eckzähne ſo lang, daß ſie im geſchloſſenen Maul keinen Platz mehr finden und nicht mehr zum Beißen dienen konnten. Ein anderes Beiſpiel ſtellt der Rieſenhirſch (Cervus eurycerus Aldr.) dar, welcher im Diluvium Europas lebte. Sein 3—3,5 Meter klafterndes Geweih war ſowohl für das Ausſchaufeln der Nahrung aus dem Schnee als auch im Kampf mit Nebenbuhlern infolge ſeiner Größe untauglich. Während alle Variationen, welche das Material für die Entſtehung einer neuen Art ermöglichen ſollen, erblich fixiert (blaſtogen A. Weismann) ſein müſſen, was im Einzelfall oft ſchwer, ja unmöglich zu konſtatieren iſt, iſt die individuelle Variabilität doch eine allgemeine Eigenſchaft der Organismen; auf ihre Verbreitung in der Inſektenwelt beziehen ſich die in vorliegendem Aufſatz behandelten Beiſpiele.

Berichtigung: Im Aufſatz: „Form und Färbung der Tiere in biologiſcher Hinſicht“ muß es heißen: ſog. „gelte“ Ricken, d. h. unfruchtbar gewordene weibliche Rehe.

Eine Lektion bei den denkenden Tieren.

Von Dr. P. Sigisbert Cavelti O. S. B., Engelberg.

(Schluß.)

I.

Daß die Tiere keine Vernunft haben, hatte man eigentlich ſchon lange vor dieſen jüngſten „Tatſachen“ und Enthüllungen gewußt. Mochten auch Poeſie und eine gewiſſe Sympathie und Vertraulichkeit mit den Tieren häufig allzu anthropomorphiſtiſche Äußerungen, oft faſt ernſt gemeinte, im Volke veranlaſſen, es wußte halt ſchließlich doch jedermann, daß die Tiere keinen Verſtand haben. Und hätte es einer nicht gewußt oder ſich gar benommen, wie wenn er es nicht gewußt hätte, man hätte an ſeinem Verſtande gezweifelt. Und die Philoſophen, wenigſtens die chriſtlichen, pflegten es ſogar mit ihrem herkömmlichen, mittelalterlichen Rüſtzeug zu beweiſen.

*) Es läge hier eine ähnliche petitio principii vor, wie in dem Rezept für den Fang eines wilden Elefanten auf Ceylon in der „Historia humoristica“ von Wilhelm Buſch: „Man nimmt einen Elefanten und bindet ihn mit unzerreißbaren Stricken an einem dicken Baum feſt; ſo hat man einen Elefanten gefangen.“ Denn eine Individuengruppe mit neuen erblichen Eigenſchaften wäre doch nichts anderes als eine neue Art.

Eben das ist es! Das Volk lebt kritiklos in hergebrachten Anschauungen, und die Philosophen liefern jeweilen die nötigen Beweise dazu — a priori natürlich! Wissen sie doch, wie sich die Sache verhält, noch lange bevor alle die einschlägigen Tatsachen naturwissenschaftlich untersucht oder überhaupt nur bekannt und von ferne geahnt sind.

Und doch haben diesmal, wie oft, nicht immer zwar, aber regelmäßig in den für das Menschenleben wirklich bedeutungsvollen Fragen, der hausbackene Verstand und die altmodische Philosophie Recht bekommen. Auch der Apriorismus, der naive des Volkes und der methodisch bewußte des Philosophen, hat eben seine gute Seite, selbst für die Beurteilung der Naturgeschehnisse. Diese Feststellung soll keineswegs eine Spitze gegen die Naturwissenschaft enthalten, deren Stärke in der Empirie und Induktion liegt. Welcher Naturwissenschafter wäre sich nicht bewußt, daß er ohne Mathematik fast keinen Schrittt vorwärts kommt. Die Mathematik ist aber die am reinsten apriorische und deduktive Wissenschaft. Und ebenso ist die Anwendung der durch Induktion gefundenen allgemeinen Naturgesetze auf Spezialfälle und Einzelerscheinungen Sache der Deduktion. Aber das ist freilich wahr, daß manche Naturwissenschafter ob des vielen Beobachtens und Induzierens das klare Bewußtsein von der Berechtigung und Tragweite der Deduktion ein wenig einbüßen und allem Apriorismus, den mathematischen etwa ausgenommen, mit mehr oder weniger Mißtrauen gegenüberstehen. Jeder Stand hat nicht nur seine besondere Gnade, sondern auch seine Schwächen.

Für den einseitigen Empiriker konnte allerdings vor dem Aufkommen der neuen Tierpsychologie die Frage nach der Tierintelligenz nicht als erledigt betrachtet werden. Vielleicht hatte man früher eben nie genau beobachtet. Aber auch nach den Erfahrungen mit den „klugen" Pferden und Hunden und Affen usw. sind für ihn die Akten keineswegs abgeschlossen. Waren diese Tiere nicht vernünftig, so sind es am Ende andere. Und sind sie es heute nicht, so können sie in hundert oder tausend oder zehntausend Jahren ihre Instinkte zu eigentlichem Geistesleben entwickelt haben. Wer weiß, ob sich schließlich nicht doch ein Fall von noch so bescheidener aber wirklicher Tiervernunft zeigen wird, und ein einziger Fall würde die ganze Position der Gegner ein für allemal erschüttern. Für diesen Empiriker lautet die Parole: Warten, warten und immer wieder warten!

Anders der mehr rationalistische oder apriorische Denker. Er legt sich vor allem klare, scharfe Begriffe zurecht, entwickelt diese in notwendigen Axiomen und abgeleiteten Sätzen, die, auf die Natur angewendet, für eine Ewigkeit vorausbestimmen, was sich ereignen muß. Nehmen wir ein Beispiel aus dem neutralen Lande der Mathematik. Haarscharf wird der, erst aus der Beobachtung abstrahierte, Begriff des Dreiecks definiert, sodaß es keine Verschwommenheit, keine undeutliche, vom Dreieck zu andern Figuren allmählich hinüberleitende Grenze mehr geben kann. Die Sätze, die sich aus diesem Begriff ergeben, z. B. über den Inhalt, das Verhältnis der Winkel, das Verhältnis zum Kreis, sind so allgemein und notwendig, daß mit ab-

soluter Sicherheit ihre Geltung für alle Zukunft und in allen Einzelfällen vorausgesagt wird. Freilich erschöpft kein mathematischer Allgemeinbegriff je das in der Natur wirklich gegebene Objekt. Es handelt sich immer nur um Annäherungen. So wird auch keine Rechnung mit der Wirklichkeit absolut genau übereinstimmen. Trotzdem aber ist die Rechnung zuverlässig: wir sehen, daß ihre Voraussetzungen in der Natur erfüllt sind und daß die neben den angenommenen Voraussetzungen noch vorhandenen komplizierteren Bedingungen das Resultat nicht wesentlich beeinflussen können.

Wenden wir nun dasselbe Verfahren auf das Problem der Tiervernunft an. Den Begriff der Vernunfttätigkeit schöpfen wir aus der Selbstbeobachtung: wir sind uns bewußt, Handlungen zu setzen, weil wir einsehen, daß sie zu einem gewollten Ziel führen. Wir erfreuen uns der Erkenntnis, daß gewisse Dinge sich ereignen, weil ihnen eine bestimmte Ursache vorherging. Diese Erkenntnisse haben den Charakter der Allgemeinheit, Notwendigkeit, Unveränderlichkeit, Ewigkeit, denn sie sind völlig unabhängig vom Einzelnen, von Raum und Zeit; in allen Fällen, wo das Mittel gebraucht, die Ursache gesetzt wird und an jedem Ort und zu jeder Zeit, muß auch das Ziel erreicht, die Wirkung herbeigeführt werden (vorausgesetzt selbstverständlich, daß die Bedingungen oder Folgen durch die Umstände nicht andere geworden sind). Denn was wir erkennen, ergibt sich nicht aus diesen und jenen individuellen, zeitlichen, räumlichen Umständen, sondern aus der Natur, dem Wesen der Dinge an sich, abstrakt betrachtet. Diese Erkenntnis des allgemeinen Wesens nennt man Vernunfterkenntnis. Mit diesem Begriff hängen nun mit axiomatischer Notwendigkeit und strikte beweisbar andere zusammen. Es kann hier nur einiges angedeutet werden. Die Ausführung wäre nichts mehr und nichts weniger, als die ganze Psychologie des vernünftigen Geistes. Die Vernnnft ist eine geistige, d. h. eine innerlich und wesentlich von jedem körperlichen Organ unabhängige Kraft; denn unmöglich kann ein räumlich ausgedehntes und stetig-zeitlich sich betätigendes Organ unräumlich und unzeitlich, abstrakt und allgemein darstellen. Deshalb ist auch die Seele des vernünftig Denkenden ein Geist, wesentlich unabhängig vom Körper, unerzeugbar aus Stofflichem, sondern nur erschaffbar durch Gott; unzerstörbar durch Auflösung des Leibes, somit unsterblich und ewig lebend. Die Vernunft hat als Erkenntnisgegenstand das Wesen der Dinge, alles, was ein Wesen hat, somit alles Seiende. Es kann keine Vernunft geben, die nur auf Mathematik eingerichtet wäre oder nur auf den Erwerb von Nahrung oder das Ausüben gewisser Kunstfertigkeiten oder nur auf das sinnlich Erkennbare, viel weniger, als daß es ein Auge geben kann, das nur Dreiecke wahrnimmt, nicht aber andere Figuren. Wo Vernunft ist, muß sie sich deshalb mehr oder weniger vollkommen im ganzen Leben äußern. Wo Vernunft ist, ist Sprache, d. h. Äußerung allgemeiner Erkenntnisse durch willkürlich gewählte Zeichen. Wo Vernunft ist, da ist freier Wille, ist Recht und Rechtsbewußtsein, ist

sittliche Pflicht und sittliches Handeln, ist Religion, weil Gotteserkenntnis. Ist Vernunft gegeben, so sind alle diese Voraussetzungen und Folgerungen gegeben; fehlt eine, so fehlt die Vernunft samt dem übrigen Komplex der mit ihr verknüpften Merkmale. Es gibt keinen allmählichen Übergang von Sinnestätigkeit zu Vernunfttätigkeit, von Sinn zu Geist. Der Unterschied ist unvergleichlich radikaler als etwa zwischen Dreieck und Viereck. Keine Entwicklung führt von einem zum andern. Was organisch, was ein Körper ist, kann nicht zum Geiste werden, denn der einfache und immaterielle Geist hat nichts mit dem Körper gemein. Der Geist kann auch nicht degenerieren zu einem organischen Wesen, eben weil er einfach ist und nichts Körperliches an sich hat. Die Erkenntnis kann nicht eine Mittelstufe einnehmen zwischen abstrakter, allgemeiner Wahrnehmung des Wesens und konkreter, durchaus räumlich und zeitlich beschränkter Erfassung des sinnlich gegebenen Einzelnen. Entweder ist die Darstellung selber des Objektes ausgedehnt, wie das Gesichtsbild im Raum, die Gehörwahrnehmung in der Zeit, und dann konkret, oder sie besitzt keine Ausdehnung und ist somit als geistiger Begriff über das Individuelle erhaben, allgemein und wesentlich.

Möglich ist, daß sinnliche und vernünftige Erkenntnis in manchen Fällen äußerlich das gleiche Resultat erreichen. Sogar eine Rechenmaschine fördert das nämliche Ergebnis zutage, wie der denkende Geist. Aber innerlich ist ein himmelweiter Unterschied. Der Verstand erkennt aus allgemeinen Grundsätzen, warum es so ist; in der Maschine sind konkrete Bestandteile derart konkret verbunden, daß auf gewisse Manipulationen das Ergebnis sichtbar wird, nicht das Warum des Ergebnisses, sondern das bloße Daß. So könnten, theoretisch betrachtet, im sinnlichen Assoziationsvermögen eines Tieres durch Dressur die Vorstellung einer gehörten oder selbst gesehenen Zahl verknüpft werden mit der Vorstellung, es sei eine bestimmte Anzahl von Schlägen zu klopfen, ähnlich, wie die Gesichtsvorstellung von Zucker im Pferd die Vorstellung des Süßen und der zu dessen Ergreifung notwendigen Bewegungen wachruft. Praktisch scheint allerdings eine Dressur auf Zahlen wenigstens in irgend größerem Umfang sich nicht durchführen zu lassen, weil die Aufmerksamkeit der Tiere für dergleichen Dinge nicht zu fesseln ist. Trotz des äußerlich übereinstimmenden Erfolges wäre aber eine solche Dressurleistung durchaus keine Denkleistung noch etwas wie ein Übergang zum Denken: das Denken sieht aus dem Wesen der Zahl und Operation das Ergebnis ein; die Dressur verbände konkrete Vorstellung mit konkreter Vorstellung ohne Einsicht des inneren Zusammenhangs.

Mögen nun unsere Begriffe das wirkliche Vernunft- und Sinnesleben nicht in seiner Tiefe und Fülle ausschöpfen, ähnlich wie die kurze Dreieckformel keinen wirklichen Gegenstand mit völliger Genauigkeit trifft, mag in manchem Falle von diesen Begriffen aus schwer oder gar nicht auszumachen sein, was die Vernunft, was der Sinn vermag oder nicht vermag: das, was die Begriffe sagen, findet sich in der Natur und daraus

ergeben sich mit Sicherheit die gezogenen Konsequenzen; keine Umstände und keine übersehenen Merkmale können daran etwas Wesentliches ändern.

So spekuliert der Philosoph und so denkt, mehr oder weniger bewußt, die gesunde Vernunft des Volkes. Und mit Hilfe solcher Überlegungen gelangen sie über das Problem der Tiervernunft zu einem so zuverlässigen Urteil, daß sie jede Behauptung über gegenteilige Beobachtungen von vorneherein als unmöglich und lächerlich von der Hand weisen. A priori! sagt man. Gewiß, es ist viel Nachdenken dabei, das sich im Kopfe allein abspielt und die Tatsachen meistert, bevor sie geschehen und beobachtet sind. Aber rein a priori ist es doch nicht. Der Begriff des vernünftigen Denkens stammt aus der Erfahrung. Und die Behauptung, daß am Tier nicht bloß das eine oder andere Merkmal der Vernünftigkeit fehle, sondern alle zusammen, trotz scheinbarer Gegeninstanzen und beinahe rätselhafter Erfahrungstatsachen, diese Behauptung stützt sich auf eine solche Fülle vulgärer und exakter Beobachtung und das Gegenteil würde so absurde, mit allgemeinsten Menschengewohnheiten und eigentlichen Notwendigkeiten des Lebens in so unmöglichem Wiederspruch stehende Folgerungen nach sich ziehen, daß sie besser begründet erscheint, als die meisten exakten Naturgesetze des Physikers. So wenig wie dieser — aus aprioriſchen Gründen — die Meldung ernst nehmen würde, es sei irgendwo ein **perpetuum mobile** konstruiert worden, aus dem fortwährend Energie genommen werde, ebensowenig können sich die denkenden Gegner der Tiervernunft durch gewisse „Entdeckungen" vernünftigerweise erschüttern lassen.

Der einseitige Empirismus hat übrigens nicht bloß seine unbefriedigende sondern geradezu seine gefährliche Seite. Dürften wir wirklich, selbst in wichtigsten Lebensfragen, nichts a priori ausmachen, hätten wir immer zuzuwarten bis alle künftigen Tatsachen beobachtet sind, dann wäre uns die Grundlage für ein vernünftiges Leben entzogen. Wir hätten uns schließlich zum Ignoramus et ignorabimus zu bekennen und dessen trostlose Konsequenzen restlos in Kauf zu nehmen.

Und eine wichtige Lebensfrage ist allerdings das Verhältnis von Mensch und Tier. Nicht nur, weil die Menschheit die entsetzlichste Verbrecherin am Tiere wäre, falls dieses vernünftig ist und so dem Menschen wesentlich gleichberechtigt; nicht nur, weil sofort alle Metzgereien als Mordgruben zu schließen und anstatt der früheren Sklaverei alle Freiheiten für das Tier einzuführen, die Bildung und Erziehung — auch die staatsbürgerliche — der tierischen Jugend energisch an die Hand zu nehmen und durch charitative Institute aller Art der Not unserer Brüder abzuhelfen wäre; viel bedeutsamer noch wäre der Nachweis, daß zwischen Vernunft und Unvernunft nur ein gradueller, nicht ein absoluter Unterschied bestehe, daß der Mensch sich aus einem unvernünftigen Wesen entwickeln konnte. Ist die Geistigkeit der Menschenseele geleugnet, dann ist alle Menschenwürde, alle Sittlichkei und Religion dahin.

Gott sei Dank, daß er uns nicht nur Sinne zum Beobachten, sondern auch einen königlichen Verstand zum Denken, zum Vorausdenken gegeben. Wir müssen nicht alles wissen, nicht alles beobachtet, nicht alles gelesen haben, uns nicht ins Unendliche zersplittern und zerstreuen, um die für das Menschendasein wichtigen Fragen zu lösen, um ganze und echte Menschen zu sein.

Dies eine Lehre der denkenden Tiere.

II.

Eine zweite bezieht sich auf das Tendenziöse der besprochenen tierpsychologischen Forschungen. Daß nicht nüchterne, uninteressierte, leidenschaftslose, rein sachliche Untersuchung die überraschenden Resultate ans Licht gefördert, ist mit Händen zu greifen. Es mochten bei verschiedenen Beteiligten verschiedene Interessen im Spiele sein, es mochten persönliche Motive für die Annahme der Tiervernunft im Verlauf der Untersuchung und Kontroverse hinzutreten. Wurzel der ganzen Bewegung ist jedenfalls das Bestreben, den Unterschied zwischen Mensch und Tier zu verwischen und so durch einen neuen Baustein das Material der Deszendenzlehre zu vervollständigen.

An sich darf aus der Tendenz dem Forscher kein Vorwurf gemacht werden. Mit dem Schlagwort „Tendenz" wird manchem Unrecht getan. Welcher vernünftige Mensch tut denn etwas ohne Absicht und Ziel, d. h. ohne Tendenz? Tendenz ist eigentlich Sache des Willens, nicht des Verstandes. Und der Wille ist oberster Gebieter im Beherrscher der Erde. Auch der Vernunft gebietet er, auch das Erkennen beeinflußt er in entscheidender Weise. Weil wir sie wollen, nehmen wir viele Sätze an, weil wir sie wollen, suchen wir sie zu beweisen. Nicht wegen der Wahrheit suchen und forschen wir in letzter Linie, sondern wegen der Güte des zu Erkennenden und zu Beweisenden. Die Tendenz war für die Entwicklung der Wissenschaft von höchstem Werte. Guter und schlechter Tendenz und deren gegenseitigem Kampf verdankt die Wissenschaft alles.

Dies bewahrheitet sich in gewissem Sinne selbst innerhalb des rein Theoretischen einer Untersuchung. Die Forschung hat, sobald sie tiefer in ein Gebiet einzudringen beginnt, immer ihre bestimmte Absicht und Tendenz. Das Gebäude der Wissenschaft entsteht nicht so, daß einfach beobachtet würde mit dem unbestimmten und allgemeinen Zweck, die Wahrheit zu finden und daß die Einzelbeobachtungen zum System zusammengefügt würden, wie es sich aus ihnen von selber ergibt. Es ist wie in der Baukunst. Man nimmt nicht die Steine, wie sie sind, schichtet sie nach den passenden Flächen auf einander und schaut, was herauskommt. Der Plan ist als Ziel vor dem Bau und man wählt und haut die Steine mit der Tendenz, den Plan zu verwirklichen. So hat die Forschung von vorneherein ihre Aufgabe, ihr gestecktes Ziel, das vom Geiste vorweggenommene Resultat. Man untersucht weniger ob etwas ist, als daß man zu beweisen sucht, daß etwas ist. Ich weiß nicht, ob das paradox klingt. Jedenfalls dürfte gerade der Naturwissenschafter kaum ernsten Einspruch erheben. Sein Universalwerkzeug ist die Hy-

pothese. Diese aber ist vorzugsweise das Werk der erfinderischen Einbildungskraft, eine noch nicht bewiesene Erklärung der Erscheinungen, eine Vorausnahme des künftigen Ergebnisses, ein Ideal, das den Forscher begeistert, seiner Arbeit Richtung, Ziel, Schwung verleiht. Dies Ziel zu erreichen, wählt und ordnet er den Beobachtungsstoff, in seinem Lichte sieht und verwertet er die Dinge. In diesem Sinne ist jeder selbständige Forscher ein Künstler, der die Mannigfaltigkeit der Dinge nach seiner, Einheit und Klarheit schaffenden, Idee ordnet und meistert und darstellt. Der starke subjektive Einschlag läßt sich um so weniger verkennen, je größer eine wissenschaftliche Leistung und Persönlichkeit ist. Wir Menschen sind nun einmal so, Künstler und Idealisten von Haus aus. Das Einzelne, Kleine, Zersplitterte, Stückweise ist uns nichts wert. Immer schauen wir es an im Ganzen, Fertigen, Großen, in der Einheit, die wir vorerst selbst zu schaffen haben: in der Idee. Nur die Idee begeistert uns, rüttelt uns auf zur Arbeit, läßt die Kräfte ins Ungemessene wachsen.

Und weiter hat uns alles Theoretische die Tendenz zum Praktischen. Das Wollen und Handeln geht uns, wie gesagt, über das Erkennen, die Güte über die Wahrheit. Gestattete es der Raum, es ließe sich an Hand der Geschichte der Wissenschaft zur Evidenz nachweisen, daß in allen großen wissenschaftlichen Erscheinungen praktische (im weitesten Sinne) Gesichtspunkte von entscheidender Bedeutung gewesen sind. Aber gerade hier spielt das Unbewußte der Motive eine gewaltige Rolle. Wir wandeln im Sonnenlichte, ohne die Sonne anzublicken und wir handeln noch öfter im Licht von Motiven, deren wir uns nicht klar bewußt sind. Wir wollen absehen vom Einfluß, den persönliche Neigungen des Forschers zu gewissen Anschauungen auf seine Wissenschaft ausüben, von Menschenrücksichten, von Gelehrtenstolz, vom Willen, am einmal eingeschlagenen Weg festzuhalten, von Geld- und Lebensfragen und anderem, ohne welches die Wissenschaftsgeschichte freilich ein anderes Gesicht machen würde. Von ganz überragender Tragweite aber für die Wissenschaft war von jeher und ist in steigendem Maße geworden die Frage der Weltanschauung. Die letzten treibenden Kräfte in allem Menschenleben sind in der doppelten Parole ausgesprochen: Hie Gott! Hie Welt! Und sie bildet die innerste Seele, die oft tyrannisch herrschende Tendenz aller Wissenschaft. Nicht immer klar und bewußt, nicht immer schon bei Inangriffnahme eines Gebietes, nicht in jeder Phase der Forschung, vielleicht nicht einmal in jedem Mitarbeiter, der der Wissenschaft irgendwelche Dienste leistet. Aber je weiter ausgreifend die Untersuchung, je zahlreicher der Stab emsiger Arbeiter, je titanenhafter die Anstrengung, je selbständiger, überragender, beherrschender die Stellung des einzelnen Forschers auf einem Gebiet, je leidenschaftlicher die Verkündigung der Ergebnisse, desto handgreiflicher die aufs höchste gespannte innere Triebfeder, die letzte praktische Tendenz, jene, die allein die Menschheit in Glut zu setzen vermag.

Im allgemeinen Herrschen der Tendenz liegt ein Beweis ihrer Berechtigung; in der psychologischen Anlage des Menschen als eines Wesens, in

dem der Wille oberste Macht ist, liegt der Grund jener Berechtigung. Freilich droht aller Tendenz in der Wissenschaft eine Klippe. Nicht eigentlich die, daß man zu leidenschaftlich seine Absicht durchsetzen möchte — nur Leidenschaft führt zu großem Ziel — sondern die, daß der Wille in der Wahl des Zieles und der Mittel sich nicht von der Vernunft raten und erleuchten läßt, sich nicht unter Umständen korrigieren läßt. Hat der Wille auch zu befehlen, steht ihm eiserne, unerbittliche Energie wohl an, so darf er sich doch über Karte und Kompas und die Erfahrung des Kundigen nicht hinwegsetzen. Aller Voluntarismus, der in der Steckung der Wissenschaftsziele sich nicht von der Vernunft leiten läßt, der, um jene Ziele zu erreichen, die Wahrheiten, die zum Beweise dienen sollen, umdeutet, verbiegt, vergewaltigt, läßt das kühne Schiff der Wissenschaft früher oder später zerschellen. Nur aufrichtiger, klarer, geduldiger Intellektualismus, peinlich gewissenhafte Achtung vor der Wahrheit, auch der geringfügigsten, führt zum rechten Ziel.

Da wird nun allerdings viel gefehlt. Fangen wir bei uns selber an! Wie oft versündigt sich eine oberflächliche, nervöse, kleinliche, mit wissenschaftlichen Fetzen prunken wollende, den Gegner mit Verachtung bekämpfende Apologetik an der königlichen, unbesieglichen Wahrheit. Bloßes Mißtrauen, Engherzigkeit, Feindseligkeit gegen alle überraschenden, ungewohnten Forschungsresultate, selbst wenn sie gegen uns zu drehen versucht werden, zeitigt schlechte Früchte, ist weder eines vernünftigen Menschen noch eines wahrheitslieben Christen würdig. So denkt die Kirche nicht. Die heiligen Väter, die gleich uns einer antichristlichen Wissenschaft gegenüberstanden, befolgten eine andere Taktik. Damals war der Grundsatz gang und gäbe, wie einst die Israeliten beim Auszug aus Ägypten ihren Feinden ihr Gold und Silber abnahmen, so müßten wir unsern Gegnern die schönen Wahrheiten abnehmen. Uns gehören sie; für uns wird gearbeitet.

Unvergleichlich allgemeiner und schwerer sündigen aber die Gegner. Was wurden und werden nicht für „Wahrheiten“ als „Forschungsresultate“ „einwandfrei festgestellt“ im Interesse einer atheistischen, monistischen, liberalen Weltanschauung! Welchen Wust von Unsinn hat — neben viel echtem Gold — die Sturmflut der Entwicklungslehre nicht hergeschwemmt infolge der offenbaren Tendenz, einer gewissen Weltanschauung die wissenschaftliche Grundlage zu schaffen! Nur im Lichte der Entwicklungslehre und der monistischen Weltanschauung sind die Berliner und Elberfelder und Mannheimer Tatsachen ganz begreiflich. Da wird wirklich die vermeintliche Tierpsychologie zur — Gelehrtenpsychologie. Was nicht alles möglich ist, wenn man mit Gewalt etwas beweisen will! Wird jeweilen aus den wunderbaren Instinkten ein Beweis für die Tiervernunft zu konstatieren gesucht, so liegt in der Verirrung doch noch etwas Geist und Feinheit und, ich möchte sagen — Anstand. Daß nun aber Pferde gleich mathematische Wurzeln ausziehen, daß Hunde sich ein Alphabet aussinnen, Briefe schreiben, Gedanken und Empfindungen kundgeben, die ihrer Art nach etwa einem verwöhnten, altklugen

Oberprimarſchüler anſtänden, und das in der Sprache etwa eines Vierjährigen, daß ſie gar moniſtiſche Äußerungen fallen laſſen uſw., uſw., das mutet auf den erſten und letzten Blick ſo unſäglich naiv anthropomorphiſtiſch, ſo grob, ſo rückſichtslos erfunden an, daß man wirklich frappiert iſt. Und daß Gelehrte von Rang und Namen ſich mit dieſen Dingen abgeben, ernſtlich abgeben, ſie glauben und verteidigen und ihren Namen dafür hergeben, das läßt einem vollends allen Ernſtes fragen: Wohin iſt es mit der modernen Wiſſenſchaft, dieſem Ruhmestitel der heutigen Menſchheit — einem unter andern! — gekommen? Ärger noch wird die Sache, nachdem ein Blick hinter die Kuliſſen ermöglicht wurde. Manch einer wird geneigt ſein, abſichtlichen Betrug anzunehmen. Vielleicht kann man auch anders auskommen. Die Autoſuggeſtion leiſtet in Zuſtänden lebhafter Wünſche, des Verbohrtſeins in eine Idee, der Angſt und Verlegenheit Unglaubliches. Das Bedenkliche und Beſchämende iſt nur, daß Wiſſenſchaftern ſo etwas paſſieren kann — und daß ſie ſich nach alledem nicht bekehren wollen — und daß ähnliche Stücklein ab und zu paſſieren — und daß ſie genügen, ein kritikloſes Publikum für ſo lange um die gute Vernunft und damit das wirklich vernünftige Leben zu bringen, bis wieder ein anderer Rummel losgeht! Von Traum zu Traum, von Rauſch zu Rauſch! So wird mit der Wahrheit, ſo mit dem koſtbaren Menſchenleben umgegangen!

Somit wäre die Lektion der denkenden Tiere in dieſem Punkte:

Laſſen wir in der Wiſſenſchaft Tendenz herrſchen, hellodernde Begeiſterung für unſere höchſten Güter und Ideale, für Gott! Nur Leidenſchaft wirkt Großes.

Suchen und anerkennen wir die Wahrheit überall, wo ſie iſt; verachten und verletzen wir ſie nirgends!

Verlieren wir nie die Faſſung, nie eine Viertelſtunde Zeit wegen ſinnloſen Senſationen, mögen ſie noch ſo „wiſſenſchaftlich“ auftreten; denn unter der ſuggeſtiven Kraft verkehrter Tendenz wird Unglaubliches geleiſtet! Wir brauchen nach einem Platzregen nicht jeden trüben Tümpel ſelber auszuſchöpfen. Gehen wir unſeres Weges. Die Sonne und die Zeit beſorgen das Geſchäft beſſer und billiger.

3. Jahrgang. Nr. 4. 31. Mai 1917.

Mittelschule

Beilage zur „Schweizer-Schule“

Mathematisch-naturwissenschaftliche Ausgabe

Schriftleitung: Dr. A. Theiler, Luzern

Inhalt: Vom Regen und der Elektrizität der Niederschläge. — Studien über die Blütenbiologie von Polygala chamaebuxus L., zugleich ein Beitrag zur Psychologie der Honigbiene. — Das Werden der Organismen. — Literatur.

Vom Regen und der Elektrizität der Niederschläge.

Von Prof. Dr. A. Gockel, Universität Freiburg.

In der Geschichte der Wissenschaft stößt man nicht selten auf die befremdende Tatsache, daß gerade diejenigen Dinge, welche der wissenschaftlichen Betrachtung anscheinend zunächst liegen, zu allerletzt einer solchen unterzogen werden. So wurde, um nur einige Beispiele aus der Geschichte der Physik der Atmosphäre anzuführen, als im Jahre 1883 infolge des Ausbruches des Krakatau-Vulkanes die glänzenden Dämmerungserscheinungen einsetzten, zwar die Abnormität dieser Erscheinungen allseitig bemerkt, aber auch die wenigsten Meteorologen waren im Stande anzugeben, wie denn eigentlich eine normale Dämmerung verlaufe, und man fand, daß nur eine einzige wissenschaftliche Beschreibung der Dämmerungserscheinungen vorlag, nämlich die von Bezold 1864 gegebene.

Zwei Jahrhunderte lang erhielt sich widerspruchslos eine von Descartes gegebene unvollständige Erklärung des Regenbogens, und als 1836 Airy eine richtige Erklärung gab, schenkte man ihr keine Beachtung, obwohl die einfachste Beobachtung zeigen mußte, daß die erste Folgerung aus der Descarteschen Theorie: daß der Regenbogen nämlich die sogenannten sieben Regenbogenfarben aufweisen sollte, in der Regel nicht erfüllt war. Erst die in den Jahren 1897 und 1898 veröffentlichten Arbeiten von Pernter verschafften der richtigen Theorie des Regenbogens Eingang in die Lehrbücher.

Ähnlich ist es auch mit der Erforschung der Niederschläge gegangen. Von der schwierigen Erklärung der Entstehung der Schneekristalle soll hier nicht gesprochen werden. Aber wie lange hielt sich die Theorie von den Nebelbläschen, obwohl niemand angeben konnte, wie denn solche Bläschen zustande kommen konnten und die optischen Erscheinungen in der Atmosphäre auch direkt gegen ihr Dasein sprachen. Und selbst so einfache Dinge, wie Temperatur des Regens und die Größe der Regentropfen sind erst in den letzten Jahrzehnten und auch noch nicht gerade allzu häufig gemessen worden. Die allerdings schwieriger zu bestimmende Fallgeschwindigkeit der Regentropfen

ist auch jetzt noch nicht genau bekannt; auch die Entstehung des Regens birgt noch manche dunkle Seiten, und wenn ich für diesen Aufsatz das sonst etwas verpönte Thema vom Regen gewählt habe, so geschah das auch aus dem Grunde, weil gerade in unserem Lande auch die Jugend, besonders allerdings die bergsteigende, durch einfache Beobachtungen noch manches zur Erforschung dieses so wichtigen Gebietes beitragen kann.

So sind z. B. erwünscht Mitteilungen über den Regen aus heiterem Himmel. Wir sind ja gewohnt den Regen aus den Wolken fallen zu sehen, und trotzdem sind einige Fälle bekannt, und gewiß schon mehr beobachtet als in der Literatur mitgeteilt worden, daß bei heiterem Himmel plötzlich, in der Regel allerdings nur für einige Minuten, ein mehr oder minder starker Regen einsetzte, die Kondensation des Wasserdampfes also vielleicht in der Nähe des Erdbodens und nicht zuerst in Form von Nebelteilchen sondern sofort in der von größeren Tropfen vor sich ging. In der Provence sollen solche Regen sogar nicht einmal sehr selten sein, trotzdem fehlen noch eingehende Beschreibungen insbesondere der Temperaturschwankungen, die wahrscheinlich mit dem Eintreten der Erscheinung verknüpft sind. Häufiger als das Fallen von Regen aus heiterem Himmel kann im Hochgebirge eine damit wahrscheinlich wesensgleiche Erscheinung beobachtet werden. Der Wanderer sieht sich plötzlich von Schneeflocken und Graupelkörnern umwirbelt, ohne daß er vorher das Herannahen einer Wolke beobachten konnte.

Im allgemeinen geht die Kondensation des Wasserdampfes, wenigstens bei Temperaturen über 0° in der Weise vor sich, daß sich zuerst Nebel bildet. Was dem Beobachter auf einer Bergspitze als ein Nebel erscheint, erklärt derjenige, der die Erscheinung von unten beobachtet als eine Wolke. Die Nebelteilchen sind so klein und damit ihre Fallgeschwindigkeit so gering, daß sie zu schweben scheinen, oder sogar schon von einem schwachen aufsteigenden Luftstrom aufwärts getragen werden. Teils durch weiteren Niederschlag auf den ersten Nebelteilchen, teils durch Vereinigung solcher werden die Teilchen schwerer und beginnen rascher zu fallen. Davon, daß die Vergrößerung erst während des Fallens erfolgt, kann man sich auf Bergtouren leicht überzeugen. Der Nebel, der oben beobachtet wurde, geht in um so großtropfigeren Regen über, je weiter man herabkommt.

Aber schon dieser einfache und so häufig zu beobachtende Vorgang gibt uns eine Reihe Rätsel auf. Warum entstehen Nebel unter meteorologischen Bedingungen, an denen an anderen Tagen keine entstehen? Wer im Besitz eines Haarhygrometers ist, kann sich leicht überzeugen, daß eine relative Feuchtigkeit von 100% noch lange nicht zur Entstehung eines Nebels genügt. Notwendig ist für ihre Bildung das Vorhandensein von Kondensationskernen. Die Stadtnebel, durch die London so berüchtigt ist, verdanken ihre Entstehung der Anwesenheit von hygroskopischen Rauchteilchen. Für die ausgedehnten Nebel, die im Herbst und Winter tagelang die Ebene zwischen Jura und Alpen bedecken, muß man eine andere Entstehungsweise annehmen; denn die übliche Erklärung, daß sie sich bei der Abkühlung der Luft infolge der nächt-

lichen Ausstrahlung bilden, gibt uns keine Auskunft darüber, warum diese Nebel am häufigsten im Herbst auftreten und mit dem Vorschreiten des Winters in der Regel seltener werden.

Vor einigen Jahren habe ich die Ansicht ausgesprochen, daß bei dieser Nebelbildung die radioaktiven Induktionen, die aus der in der Atmosphäre enthaltenen Emanation entstehen, mitwirken. Frau Curie hatte nämlich die Beobachtung gemacht, daß solche Induktionen ähnlich wie hygroskopische Substanzen die Eigenschaft haben, schon bei unvollständiger Sättigung der Luft mit Wasserdampf als Kondensationskerne zu dienen. Da mit dem Gefrieren des Bodens der Austritt der Emanation in die Atmosphäre und also auch der Gehalt derselben an Induktionen abnimmt, so würde sich auch die Möglichkeit der Entstehung von Nebeln mit der Bildung der Schneedecke und dem Eindringen des Frostes in den Boden vermindern. Eine experimentelle Nachprüfung der Richtigkeit dieser Ansicht war bis jetzt noch nicht möglich. Dagegen haben Untersuchungen, die im aeronautischen Observatorium Lindenberg in der Mark Brandenburg vorgenommen wurden, in der Tat gezeigt, daß dort die Häufigkeit der Nebel mit dem Gehalte der Luft an radioaktiven Zerfallsprodukten zunimmt. Strahlungsnebel, d. h. Nebel, die sich infolge der Abkühlung durch die nächtliche Ausstrahlung bilden, treten in der Mark Brandenburg besonders häufig dann auf, wenn Luftströmungen vorherrschen, die nicht vom Meere herkommen, sondern weite Strecken über dem Festlande zurückgelegt haben. Es wäre von Interesse auch in der Schweiz an der Hand des reichen Materials, das die Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt bieten, eingehendere Untersuchungen über die Wetterlage anzustellen, bei der sich vorwiegend das Nebelmeer zwischen Jura und Alpen bildet.

Wer im Gebirge durch den Nebel an anderweitiger Betätigung verhindert, dem reizvollen Spiel der Nebelschwaden zuschaut, dem mag auch der Gedanke kommen, daß es eng begrenzte Stellen gibt, welche die Kondensation des Wasserdampfes ganz besonders begünstigen, und es würde sich einmal verlohnen zu untersuchen, ob nicht auch solche dadurch ausgezeichnet sind, daß an ihnen Radiumemanation in reichlicherer Menge dem Boden entströmt.

Wer mit einem Mikroskop ausgestattet im Gebirge weilt, der mag sich auch einmal der Mühe unterziehen, die auch noch nicht häufig gemessene Größe der Nebelteilchen selbst zu bestimmen. Selbstverständlich können diese Beobachtungen nicht im warmen Zimmer vorgenommen werden, wo die auf dem Objektträger niedergeschlagenen Tröpfchen sofort verdampfen würden, der Forscher muß wohl oder übel das Mikroskop in der nebelreichen Luft selbst aufstellen. Die vorliegenden Beobachtungen ergeben für diese Tröpfchen einen Durchmesser von 0,004 bis 0,08 mm. Diese letztere Zahl scheint aber schon nicht mehr schwebenden Tröpfchen, sondern bereits fallenden kleinen Regentropfen, wie sie sich beim Nebelrieseln finden, anzugehören. Aber mindestens 5 mal größer als die letzte der hier angeführten Zahlen ist der Durchmesser der kleinsten raschen fallenden Regentropfen. Hier bietet sich uns ein neues Rätsel. Was bewirkt, daß der uns umgebende nässende Nebel plötzlich in

einen kräftigen Regen übergeht, oder daß die Wolkenteilchen, die wir lange am Himmel schwebend gesehen haben, mit einemmal sich zu größeren Tropfen vereinigen und als Regen herabströmen? Man hat an elektrische Kräfte gedacht und in einem bekannten Experiment, das z. B. Boys in seinem schönen Büchlein über die Seifenblasen anführt, eine Analogie für den Vorgang der Auflösung der Nebel in eine Regenwolke sehen wollen. Wenn man nämlich einem Springbrunnen, wie er aus dem Heronsball der physikalischen Kabinette tritt, eine geriebene Siegellackstange nähert, so vereinigen sich die zahlreichen feinen Wasserstrahlen, in die sich der ursprüngliche Strahl an seinem Scheitelpunkt auflöst, zu einigen kräftigen Strahlen, deren große Tropfen mit ansehnlichem Geräusch auf einem den Springbrunnen umgebenden Papierblatt aufprallen. Auch ein Dampfstrahl wird dunkler und großtropfiger, wenn ihm ein elektrisch geladener Körper genähert wird. Aber es ist doch schwer einzusehen, wie sich dieses Experiment in der Natur verwirklichen kann, insbesondere auch woher die elektrische Ladung stammen soll, die plötzlich die Auflösung einer Wolke von vielleicht mehreren Kubikkilometern Rauminhalt in Regen herbeiführt. Andere Forscher haben an die Abkühlung der Wolke durch Ausstrahlung an ihrer Oberfläche und die Bildung größerer Tropfen zunächst an dieser Stelle gedacht. Ist aus irgend einem Grunde die Bildung größerer Tropfen einmal eingeleitet, dann kann durch das Zusammenprallen der rascher sinkenden größeren Tropfen mit den schwebenden oder langsam sinkenden kleinen bald der Zeitpunkt erreicht sein, in dem der weitaus größere Teil der in der Wolke enthaltenen Wassermenge eine merkbare Fallgeschwindigkeit angenommen hat. Der Physiker bemerkt leicht, daß das Gewicht des Tropfens mit der dritten Potenz des Radius, die Oberfläche und damit der Luftwiderstand aber nur mit der zweiten, die Fallgeschwindigkeit also mit dem Radius zunimmt.

Die Vergrößerung von Tropfen erfolgt fast ausschließlich durch das Zusammenfließen von kleineren. Obwohl die Temperatur der Regentropfen, die übrigens zuerst von den Gebrüdern Schlagintweit in den Schweizeralpen festgestellt wurde; in der Regel etwas niedriger ist als die der Luftschichten, in welche die Regentropfen hereinfallen, ist die Wassermenge, die sich auf den Tropfen während des Fallens aus dem Wasserdampf der durchfallenen Luftschicht kondensiert, ganz unbedeutend.

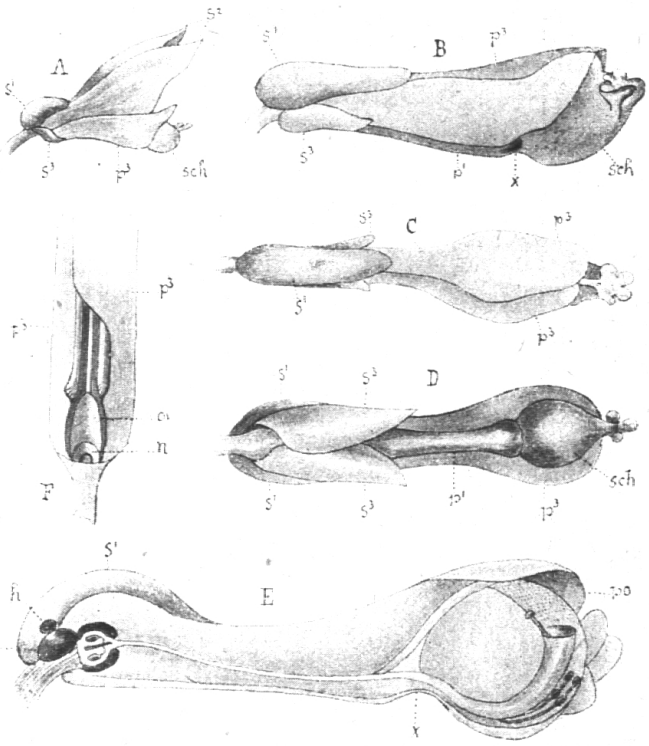
Dagegen wäscht der Regen die Luft aus, namentlich nimmt er Staub und Rußteilchen auf, wie man leicht bemerken kann, wenn man Regenwasser auf einem reinen Porzellanteller verdampfen läßt. In noch höherem Grade tut dies der Schnee, der selbst, wenn er in waldigen Gegenden oder hoch im Gebirge fern von menschlichen Niederlassungen fällt, niemals rein ist. Durch die Aufnahme von Ammoniak und Nitraten aus der Luft führt der Regen dem Boden beträchtliche Stickstoffmengen zu, nach Messungen in Frankreich dem Hektar jährlich im Mittel bis zu 15 Kilogramm. (Fortsetzung folgt).

Studien über die Blütenbiologie von Polygala chamaebuxus L., zugleich ein Beitrag zur Psychologie der Honigbiene.

Von Dr. P. Emmanuel Scherer O. S. B.

Wem ist nicht schon in milden Wintertagen oder in den Wochen des Vorfrühlings an sonniger Halde ein kleines gelbblühendes Sträuchlein, das mit Vorliebe die schmuckere Schneeheide begleitet, aufgefallen? Das ist die buchsblättrige Kreuzblume, Polygala chamaebuxus L., ein Gruß aus der immergrünen Zone des Mittelmeeres und ein erster Frühlingsbote, der von den Ufern der tessinischen Seen bei 200 Mt. bis über die letzten Vorposten des Holzwuchses hinaus, im Wallis noch bei 2400 Mt., die derben, der Sonne und dem Winde trotzenden Lederblätter ausbreitet.[1])

In der Urschweiz ist die immergrüne Kreuzblume verbreitet und steigt bis ins Tal hinab; an den Felsen und Hängen des Lopper, an den Lehnen um Sarnen bis zum Brünig ist sie gemein, sehr oft mit Erika vergesellschaftet und erschließt im März, oft aber schon viel früher ihre gelblich weißen Blüten, die sich bei günstiger Witterung eines regen Besuches durch die Insektenwelt erfreuen. Auch die Varietät mit purpurfarbenen seitlichen Kelchblättern, v. rhodoptera Bennet, die sonst dem Süden angehört, findet sich, wenn auch nicht völlig ausgeprägt, in der Umgebung von Sarnen.



Polygala chamaebuxus L. A. Blüte von der Seite gesehen, nat. Größe. B. Blüte nach Entfernung der beiden als Fahne wirkenden Kelchblätter s^2 von der Seite. C. Dieselbe von oben. D. Dieselbe von unten. E. Fertige Blüte im Längsschnitt. F. Blüte nach Entfernung der obern Kelchblätter s^1 u. s^2. s^1 oberes, s^2 seitliche, s^3 untere Kelchblätter; p^1 unteres, p^3 obere Blumenblätter; sch Schiffchen, drehbar beim Scharnier x; po Blütenstaub; ov Fruchtknoten; n Nektardrüse; h Nektartröpfchen. A-E nach Hermann Müller, Alpenblumen; F Original.

Die Bestäubungseinrichtungen der Polygala sind längst bekannt und beschrieben, zuerst von Hildebrand, die besuchenden Insekten, meist Hummeln und Bienen, verzeichnet.[2]) Beobachtungen, die ich im Frühjahr 1916 längere Zeit hindurch anstellte, haben

[1]) Über die geographische Verbreitung von Polygala chamaebuxus L. vergl. Schroeter, Pflanzenleben der Alpen, S. 245. Christ rechnet die Pflanze zum afrikanischen Element der Alpenflora.

[2]) Hermann Müller, Alpenblumen, ihre Befruchtung durch Insekten, S 165—168; P. Knuth, Handbuch der Blütenbiologie, II. 1. S. 152. — Die beigegebenen Abbildungen verdanke ich der liebenswürdigen Güte meines Freundes E. Rüfenacht in Melchthal, der sie nach meinen Angaben ausführte.

aber neue interessante Aufschlüsse ergeben, insbesondere über die Beziehungen der Honigbiene zu den Blüten der immergrünen Kreuzblume. Diese Beobachtungen sollen hier mitgeteilt werden. Um sie zu verstehen ist jedoch eine genaue Kenntnis des Blütenbaues und der Bestäubungseinrichtungen unerläßlich.

Wie die Blüte der immergrünen Kreuzblume äußerlich in ihrem Aufbau an die Schmetterlingsblütler erinnert, so zeigt auch der Bestäubungsmechanismus eine gewisse Ähnlichkeit, wie auch die Bestäuber in beiden Fällen hauptsächlich der Klasse der Apiden angehören.

Die Polygalablüte hat fünf Kelchblätter. Die zwei seitlichen s^2 dienen als Schauapparat, ähnlich der Fahne der Papilionacun. Die drei übrigen Kelchblätter, zwei untere und ein oberes, umschließen die Wurzelstücke der übrigen Blütenteile mit dem Nektar. Das obere Kelchblatt s^1 ist besonders dick und bis zur Berührung mit den beiden untern herabgebogen. Die fünf Blumenblätter, p^1—p^5, bilden eine Art Röhre. Die beiden seitlichen Petala sind mit den obern verwachsen; das unterste Blumenblatt ist auf zwei Drittel seiner Länge ebenfalls mit den seitlichen zu dieser Röhre verschmolzen. Der letzte freie Teil, sch, bildet das Schiffchen.

Im untern Teil dieser wagrecht vorgestreckten röhrigen Krone verlaufen Staubgefäße und Griffel; gegen das Ende der Röhre hin biegen sich beide in die Höhe. Die Einrichtung der Blüte ist also jener der Schmetterlingsblütler sehr ähnlich: Sobald das in einem Scharnier, x, bewegliche Schiffchen niedergedrückt wird, treten Staubbeutel und Griffel hervor oder es wird durch diese Bewegung Blütenstaub emporgehoben und die Narbe kommt zum Vorschein. Herunter gedrückt aber wird das Schiffchen durch jedes Insekt, das auf legitime Weise den Nektar saugen will. Dieser ist im Grunde der Blüte angesammelt, h, und wird normaler Weise durch Hindurchstecken des Rüssels zwischen Schiffchen und obern Blumenblättern ausgebeutet. Wenn das Insekt anfliegt und in der bezeichneten Weise den Rüssel einführt, drückt es durch sein Gewicht das Schiffchen herab, bepudert sich auf der Bauchseite mit Blütenstaub und kann beim Besuch einer andern Blüte Fremdbestäubung bewirken.

Das ist in den Hauptzügen die Bestäubungseinrichtung der Blüten von Polygala chamaebuxus. Als Bestäuber gibt Hermann Müller mehrere Hummelarten, den Distelfalter, die Gammaeule und einen Bläuling an. Hoffer (bei Knuth a. a. O.), zählt noch einige andere Apiden auf, darunter auch die Honigbiene. Von den Hummeln bohren aber manche ein Loch durch die Kelch- oder Blütenblätter und rauben auf diese Weise den Nektar ohne eine Bestäubung der Blüten herbeizuführen. Geht dagegen die Gewinnnng des Nektars in richtiger Weise vor sich, so faßt die Hummel, in dem sie ihren Rüssel unter die obern Blumenblätter einführt, mit den Vorderfüßen die harten rundlichen Auswüchse an der Stirnseite des Schiffchens und drückt es herunter.

In der Umgebung von Sarnen findet sich wie schon bemerkt Polygala chamaebuxus reichlich; die Blüten werden von Hummeln besucht, hauptsächlich aber von der Honigbiene. Diese geht aber nie eine Blüte von vorn

an; sie beißt auch nicht etwa ein Loch am Grunde der Blüte, sondern steckt den Rüssel unter das obere Kelchblatt s^1 und gelangt so mit leichter Mühe direkt zum Nektar. Untersucht man nämlich die Blüte genauer, so ergibt sich, daß die beiden obern Blumenblätter, Fp^3, am Grunde nicht zusammenschließen, sondern zwischen sich eine ziemlich große Öffnung lassen, in deren Bereich der Fruchtknoten mit der Nektardrüse liegt. Man sieht das sehr gut, wenn das obere Kelchblatt sorgfältig entfernt wird. Der Nektar ist besonders bei jungen Blüten reichlich vorhanden, oft erfüllt er den ganzen Blütengrund, meist bildet er ein Tröpfchen, das oben auf der Nektardrüse liegt. Die Biene gelangt also in der beschriebenen Art auf dem kürzesten Wege zum Nektar.

Als ich zum ersten Male diese Beobachtung machte, glaubte ich, es handle sich um einen vereinzelten Fall. Aber es zeigte sich in der Folge, daß soweit meine Wahrnehmung reichte, alle Bienen ähnlich vorgehen. Ich habe in der Umgebung von Sarnen an verschiedenen Plätzen zahlreiche Bienen genau beobachtet und niemals eine Biene die Polygalablüten von vorn angehen gesehen. Öfters, besonders gegen das Ende der Blütezeit fand sich der Blütengrund durchbissen; entweder führte das Loch von oben durch das oberste Kelchblatt, oder von der Seite her in das Innere des Blütengrundes. Besuchte die Biene eine solche Blüte, so führte sie ihren Rüssel durch das vorhandene Einbruchstor. Nie jedoch sah ich eine Biene ein Loch beißen, sondern stets zwängte das Tierchen, wenn die Blüte unverletzt war, den Rüssel unter das obere Kelchblatt hinein.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß diese Art und Weise der Nektargewinnung durch die Biene verblüffend einfach ist. Ein ganzer Komplex von Fragen erhebt sich angesichts dieses, wie ich glaube recht interessanten Vorkommnisses. Einige davon möchte ich hier kurz berühren.

Fürs erste wäre es wünschenswert festzustellen, ob die Honigbiene auch anderswo so verfährt, oder ob die raffinierte Methode nur eine lokale Verbreitung besitzt. In der Literatur konnte ich nichts finden. Hoffer nennt für die Voralpen von Steiermark die Biene als Besucherin von **Polygala chamaebuxus**; es scheint aber, da er keine weitere Angabe macht, daß sie dort die Blüten von vorn angeht und den Nektar in legitimer Weise entnimmt. Ich glaube, daß das das ursprüngliche Verhalten aller Honigbienen war und daß die Raubwirtschaft erst sekundär auftrat. Ich werde die Gründe für diese Annahme unten andeuten.

Ein mir befreundeter Biologe, dem ich meine Beobachtung mitteilte, meinte, man könnte wohl sagen, hier liege ein Beispiel von ausgesprochener Dysteleologie vor; die Blüte der immergrünen Kreuzblume sei offenkundig direkt unzweckmäßig gebaut; wären die Blumenblätter am Grunde mit einander verwachsen oder übereinander gefalzt, so vermöchte die Honigbiene kaum oder nur sehr schwer den Nektar sich in der beschriebenen Weise anzueignen. Hermann Müller macht noch besonders darauf aufmerksam, daß das obere Kelchblatt rechts und links weit hinabreiche und auffallend derb sei, um das Durchbeißen vonseiten der Besucher zu erschweren. Die Honigbiene beißt

keine Löcher. Und doch ist der ganze kunstvolle Aufbau des Bestäubungsmechanismus umsonst; umsonst die Panzerung des Kelchblattes. Mit einem überraschenden „Kniff" gelingt es der Honigbiene auf mühelose Weise sich des Nektars zu bemächtigen. Die Blüte scheint also wirklich unzweckmäßig, unteleologisch gebaut zu sein.

Und dennoch wäre eine solche Annahme verfehlt und unrichtig. Der ganze Fall läßt sich doch wohl auf die einfache Formel zurückführen, daß die Biene eine an und für sich zweckmäßige Einrichtung in ihrer überlegenen „Schlauheit" zu umgehen imstande ist. — Man ist versucht zu fragen, wie denn die Biene überhaupt zu dieser vereinfachten Nektargewinnung gelangt ist. Eine Beobachtung Hermann Müllers an einer andern Blüte zeigt uns vielleicht den Weg.

Bei den Akeleiarten (Aquilegia) ist der Nektar in der Tiefe der langen Sporne geborgen; nur langrüsselige Hummeln vermögen ihn auf gesetzliche Weise herauszuholen. Kurzrüsselige Hummeln und Bienen können nur durch Einbruch sich seiner bemächtigen. Nun beobachtete Müller Folgendes: Er sah eine kurzrüsselige Erdhummel auf der Oberseite einer Akeleiblüte anfliegen und mit der Zungenspitze am Grunde der Kelchblätter lecken; als sie hier nichts fand, an die Unterseite der Blüte kriechen und den Kopf in einen Sporn stecken; da sie hier wieder nichts fand, nochmals auf die Oberseite kriechen, nochmals vergeblich mit der Zungenspitze am Grunde der Kelchblätter lecken, endlich aber die Wand des Sporns durchbeißen, den Rüssel in das Loch stecken und auf diese Art den Nektar stehlen. Sofort setzte die Erdhummel an den übrigen Spornen derselben Blüte und an jeder folgenden Blüte ohne weiteres Besinnen die Nektargewinnung durch Einbruch fort. Es ist sehr wahrscheinlich, daß jede Erdhummel erst durch Probieren lernt, wie sie den Nektar erlangen kann. Und nachdem sie es gelernt hat, beißt sie sogar an noch nicht geöffneten Akeleiblüten die Sporne an und kommt auf diese Weise allen normalen Besuchern zuvor. [1])

Auf ähnliche Weise dürfte wohl auch die Honigbiene zu der räuberischen Nektarausbeutung der Polygalablüten gelangt sein. Ob die Honigbiene überhaupt von vorne, in legitimer Weise zum Nektar gelangen kann, oder ob ihre Zunge dazu zu kurz ist, weiß ich nicht. Durch genaue Messungen ließe sich das aber leicht feststellen. Wenn Hoffer die Honigbiene als Besucherin aufführt, könnte es sich auch um Pollensammelnde Individuen gehandelt haben. Nicht zu vergessen ist ferner, daß die Größe der Polygalablüten schwankt.

Auffallend bleibt, daß alle von mir beobachteten Bienen stets in gleicher Weise vorgingen. Es wäre unter Umständen möglich, daß hier eine bereits erblich fixierte Gewohnheit vorliegt, so daß die jungen Bienen nicht erst wieder durch Probieren die Einbruchspforte zur bequemsten Nektargewinnung herausfinden müßten.

Was nun speziell die Leistung der Biene in diesem Falle betrifft, so wird es zweifellos manche Forscher geben, die darin eine Auswirkung der

[1]) P. Knuth, a. a. O. S. 44.

Bienenintelligenz erkennen wollen. Eine solche Annahme ist nicht nur unstatthaft, sondern auch unnötig. Trotz der „rechnenden" Pferde und Hunde liegt auch heute nicht die mindeste Veranlassung vor, den Tieren Intelligenz zuzuschreiben. So lange eine in ihrem Sein von der Materie abhängige Seele genügt, die Seelentätigkeiten der Tiere zu erklären, ist die Annahme einer geistigen Seelensubstanz für das Tier als unwissenschaftlich zu verwerfen. Damit ist auch Intelligenz im strengen Sinne ausgeschlossen. Tatsächlich lassen sich aber alle Tätigkeiten und Fähigkeiten der Tiere schon aus dem sinnlichen Seelenleben des Tieres erklären.

Zur Erklärung der von der Honigbiene in unserem konkreten Falle ausgeübten Tätigkeit genügt die Annahme einer sinnlichen Urteilskraft und der Kombinationsfähigkeit vollständig. Durch sinnliche Erfahrung können sich beim Tiere auch neue Verstellungsverbindungen bilden, die ohne die Dazwischenkunft einer intelligenten Überlegung zu einer Handlungsweise leiten können. Solche Handlungen bezeichnet dann eine oberflächliche Vulgärpsychologie als intelligent. Ein Tier ist keine Maschine, gewiß! Das Tier hat auch ein seelisches Leben, aber kein geistiges. Zwischen dem Seelenleben des Menschen und des Tieres ist eine unüberbrückbare Kluft: das Seelenleben des Tieres ist kein Geistesleben, ob zwar es von der Vulgärpsychologie fälschlich so genannt wird. Das Seelenleben des Tieres reicht über die Sphäre des sinnlichen Erkenntnis- und Strebevermögens nicht hinaus. Dem Menschen dagegen kommt das Vermögen der geistigen Abstraktion zu; er kann allgemeine Begriffe bilden und solche zu Schlüssen verknüpfen. Er allein besitzt Intelligenz d. h. Verständnis der Beziehungen, die die einzelnen Elemente seiner Seelentätigkeit mit einander verbinden. [1])

Das Werden der Organismen.

Von Dr. Baum.

Unter obigem Titel erschien vor einiger Zeit ein Werk [2]) aus der Feder des bekannten Berliner Forschers O. Hertwig, das es wohl verdient in seinem Hauptinhalt weitesten Kreisen bekannt zu werden, denn es dürfte in mehr als einer Beziehung epochemachend und mit größerem Rechte als viele andere eine „Tat" genannt zu werden berechtigen. Es handelt sich um die Frucht eines langen Forscherlebens und gewissermaßen um den Schlußstein eines solchen, und daß es gerade ein Schüler Häckels sein mußte, der uns diese Widerlegung der Darwin'schen Zufallstheorie schenkte, macht es doppelt wertvoll.

Der Wert des Buches liegt nun nicht etwa in neuen großen Entdeckungen, dem, der die neuere biologische Literatur etwas verfolgte, wird nicht

[1]) Vergl. E. Wasmann, Instinkt und Intelligenz im Tierreich, Freiburg 1905 und Menschen- und Tierseele, Köln 1910.

[2]) Das Werden der Organismen. Eine Widerlegung von Darwins Zufallstheorie von Oskar Hertwig, Direktor des anatom.-biolog. Instituts der Universität Berlin. Verlag von Gust. Fischer, Jena 1916. Gr. 8°, XII u. 710 S. mit 115 Abbild. im Text. Preis Mk. 18.50, geb. 20.—.

viel Neues entgegentreten, sondern in der auch erkenntnistheoretisch orientierten großzügigen Zusammenfassung der Resultate aller hier in Betracht kommenden wissenschaftlichen Gebiete, an denen der Verfasser selbst einen hervorragenden Anteil genommen hat. Ein solches Werk von so autoritativer Seite fehlte bisher und auch derjenige, der verschiedenen Anschauungen des Verfassers nicht beistimmen kann, wird seine hohe Bedeutung nicht verkennen, wenn er bedenkt, daß gerade der Darwinismus von den weitesten Kreisen der monistischen Apostel maßlos propagiert, den größten Einfluß ausübte. Da das Werk bei aller Wissenschaftlichkeit durchaus in einer klaren für jeden Gebildeten verständlichen Darstellung gehalten ist und die Ausführungen durchwegs anregend und interessant gestaltet sind, so darf man wohl erwarten, daß es namentlich auch unter den Lehrern und den Universitätsstudenten eine größere Gemeinde finden und damit den Einfluß erlangen werde, den man ihm nur wünschen kann.

Schauen wir uns den Inhalt im Einzelnen an, so bietet das 1. Kapitel eine kurze, aber gut orientierende Darstellung der älteren Zeugungstheorien: der Präformations- oder Evolutionslehre, der Panspermie und der Epigenesis. Hierbei findet der Verfasser, daß zwar keine von ihnen gegenüber der neueren Forschung sich als berechtigt erwiesen habe, wenngleich in jeder ein Wahrheitskern enthalten sei, und die Entwicklungslehre des letzten Jahrhunderts z. B. der Anregung der Wolff'schen Epigenesis zum großen Teil ihren Aufschwung verdanke. „Mit den Evolutionisten", sagt der Verfasser, „stimmen wir überein in der Anerkennung der Organisation, die von den Vorfahren ererbt, in der Generationsreihe keine Unterbrechung erfährt, den Vertretern der Epigenesis dagegen nähern wir uns wieder mehr in der Einsicht, daß der Keim, obwohl schon selbst ein Organismus, doch kein Miniaturbild des aus ihm entstehenden Geschöpfes ist, sondern erst durch tiefeingreifende Umgestaltungen seiner Form sich zu ihm entwickelt. Von der Panspermie aber leitet sich der fruchtbare, später durch die Zellentheorie in das Bereich exakter Forschung eingeführte, spekulative Gedanke her, daß die Lebewesen aus elementaren kleineren Lebenseinheiten aufgebaut sind."

Gleich im 2. Kapitel tritt der Verfasser dann auf ein Thema ein, das besonders in den letzten Jahren wieder lebhaft erörtert worden ist, nämlich: „Die Stellung der Biologie zur vitalistischen und mechanistischen Lehre vom Leben."

Hier wird nun, um es gleich zu sagen, der Leser etwas überrascht durch einen gerade in dieser Frage oft zutage tretenden Frontwechsel der kritischen Erkenntnislehre, der hier um so mehr auffällt, als Hertwig sich einer sonst bei Naturwissenschaftlern vielfach leider vermißten philosophischen Durchdringung seiner Ausführungen befleißigt. Die Untersuchung steht nämlich hier nicht unter der Hauptfrage, ob die Erscheinungen bei den Lebewesen berechtigte Grundlage für die eine oder andere Auffassung des Lebens bieten, sondern unter den beiden *Voraussetzungen*: Es gibt keine Kräfte, denn „Kräfte zeigt keine Erfahrung" und der andern: Nur eine *naturwissen-*

schaftliche Erklärung ist eine wirkliche Erklärung und drum ist nur das anzunehmen, was einem praktischen d. h. für die naturwissenschaftliche Forschung dienenden Grunde entspringt. Durch die Verwendung des Kraftbegriffs wird an wissenschaftlichen (lies: naturwissenschaftl.) Verständnis nichts gewonnen, sie „bietet keinen Vorteil und nichts zur wirklichen (!?) Aufklärung."

Ist so Hertwig ein Gegner der vitalistischen Auffassung, so weist er andererseits auch die sog. chemisch-physikalische, die er auch einfach mechanistische nennt, zurück, wenigstens in der Formulierung eines Jacques Loeb, der die Struktur der lebenden Substanz zum größten Teil als Gelation oder Fällung von gelösten Kolloiden erklärt, die Befruchtung der Eier als rein chemischen Prozeß betrachtet, wobei dem Spermatozoon die Rolle des Motors zukomme, der die Stoffe ins Ei hereinträgt, und der schließlich in den chem. Vorgängen in den Organismen „Nichts, dessen Beherrschung der chem. Technik unmöglich wäre" erblickt. Ebenso wenig kann Hertwig Verworn zustimmen, der die ganze Formbildung des Organismus mehr und mehr in physikalische und chemische Prozesse auflöst und nach dem die Morphologie wie die Physiologie nichts anderes ist als spezielle Physik und Chemie der Organismen. Besonders wendet sich der Verfasser noch gegen die Behauptung Verworns, die Annahme, die Organisation, die Struktur sei etwas, wodurch die Organismen sich von der unorganischen Welt ganz wesentlich unterschieden, wäre nur „ein Dogma der mystischen Organisation, das den vitalistischen Neigungen immer wieder von neuem Vorschub leiste."

Vom Standpunkte des Verfassers aus, ist es nun ja wohl zu verstehen, wenn er diese Theorien bekämpft, während mir dies vom prinzipiell logischen Standpunkt aus nicht angänglich scheint. Hertwig hält nämlich an der Ansicht fest und sucht sie des längeren zu erhärten, daß die Maschinentheorie, die er die „biologische" nennt, etwas prinzipiell anderes besage als die mechanistische. Ich sage „Maschinentheorie", denn Hertwig verlegt den Grund des Lebens in die komplizierte Struktur, die Organisation, und sucht auch selbst durch Vergleiche mit der Maschine seine Ansicht klarzulegen. Die Bestandteile einer Maschine, so meint er, könne man zwar in chemischer wie in physikalischer Hinsicht untersuchen und erklären, aber eine Erklärung der Maschine, bei der eben jene Bestandteile zur Hervorbringung eines bestimmten Effektes in bestimmter Weise angeordnet sind, sei darum durchaus noch nicht gegeben; die könne eben nur durch die Maschinenlehre des Ingenieurs geboten werden.

Hier liegt entweder eine Verschiebung der Fragestellung oder ein Mißverständnis vor. Soll der Nachdruck darauf liegen, daß bestimmte Bestandteile in ihrer Verbindung einen bestimmten Effekt hervorbringen sollen, so bietet allerdings nur die Maschinenkunde die Erklärung, aber dann ist die Fragestellung eben auch eine teleologische geworden, nicht mehr eine solche nach dem Seinsgrunde, wie es doch die vitalistische ist, wie auch die des Verfassers doch sein will und soll. In diesem Sinne aber ist die Maschinenkunde angewandte Physik resp. Chemie, ihre Erklärungen chemisch-

physikalische, wie die Wirkungsweise der Maschine prinzipiell eine ebensolche ist. Wenn, wie die ganze Tätigkeit des Ingenieurs in Anwendung chemischer und physikalischer Gesetze besteht, so die Biologie in ebenderselben Tätigkeit des Biologen in Bezug auf die Organismen aufgehen soll, so ist doch nicht einzusehen, daß Chemie und Physik nicht eine völlige Erklärung des eigentlichen Lebensgrundes geben könnten. Der Biologie als „Organo-Maschinenkunde" blieb nur die Ergründung, wie durch die Verbindung rein chemisch-physikalischer Elemente die eigenartige teleologisch gerichtete Tätigkeit zustande komme. Meines Erachtens hat darum der Verfasser von seinem Standpunkt aus kein Recht obige Sätze Loebs zu verwerfen, sagte er doch (S. 30) selbst, in den „übermolekularen" Verbindungsstufen (der Organismen) liege ein unerforschtes „Zwischengebiet zwischen chemischer und morphologischer Wissenschaft vor". „In der hier bestehenden Unkenntnis ist auch der Hauptgrund zu suchen, daß die leblose und die lebende Körperwelt durch eine tiefe Kluft getrennt zu sein scheinen." Diese Worte, sowie die immer wiederkehrende Versicherung des Verfassers (vergl. S. 32, 36, 44 ꝛc.), daß der Organismus nur eine hochkomplizierte chemische Verbindung sei, wie sein Vergleich des Organismus mit der Maschine (S. 45/46) zeigen doch klar, daß seine „biologische" Theorie tatsächlich eine chemisch-physikalische ist. Daß man diese Anschauung von verschiedener Seite als vitalistisch angesehen hat (z. B. von Verworn, Hauser) ist, wie auch Hertwig selbst sagt, etwas unverständlich, aber der Verfasser ist zum Teil selbst schuld an dieser Meinung. Unter dem Druck der Tatsachen schreibt er nämlich oft so, als wolle er den für nur quantitativ erklärten Unterschied zwischen Organismus und lebloser Natur wieder zu einem qualitativen, prinzipiellen stempeln. So wenn er fragt: „Was hat chemische Wissenschaft, wie sie jetzt ist, mit dieser neuen Welt von Organisation des Stoffes zu tun?" oder: „Der Forscher hat mit dem Auftreten der Pflanzen und Tiere mit einer ganz neuen Welt ungemein mannigfaltiger Wirkungen zu tun, wie sie in dieser Weise in der unbelebten Natur nicht vorkommen und nicht vorkommen können, weil hier die hierfür erforderliche Organisation vollkommen fehlt," oder wenn er Pfeffer zustimmt in dem Ausspruche: „Die beste chemische Kenntnis der im Protoplasma vorkommenden Körper kann für sich allein zum Verständnis der vitalen Vorgänge nicht ausreichen."

Hertwig beruft sich, wie auch der erstere der obigen Aussprüche einschließt, für seine Trennung der Chemie und Physik von Morphologie und Physiologie auf das historische Werden der Wissenschaften, die schon früh, was auch heute noch seine Geltung habe, zwischen leblosen und lebenden Körpern unterschieden habe, und meint dann „wie die Objekte der Forschung, so seien auch die Mittel und Wege in vieler Beziehung verschieden" und „d a h e r läßt sich ebenso wenig die Morphologie auf Chemie, wie die Physiologie auf Physik zurückführen oder aus ihnen erklären".

Dazu ist doch zu bemerken: Entweder ist diese historische Trennung im Wesen der lebenden und leblosen Natur begründet, und dann hat der Vita-

lismus recht, und drum müssen dann auch Mittel und Wege der Forschung hier verschieden sein, oder aber die historische Trennung ist in der Natur nicht begründet, dann muß sie eben beseitigt werden, wie es der Mechanismus will. Jedenfalls kann die historisch gewordene Trennung doch kein Grund sein, daß sich diese genannten Wissenschaften nicht aufeinander zurückführen lassen könnten.

Merkwürdigerweise kehrt diese Argumentation an anderer Stelle nochmals wieder. Der Verfasser sagt (S. 43): „Dagegen gibt es andere Wirkungsweisen, die in der spezifischen Organisation der lebenden Substanz ... begründet sind, wie sie in der leblosen Natur nicht vorkommen und nur in den Zellen ... gegeben sind. Sie sind daher auch, so lange es Physik gibt, überhaupt nie Gegenstand ihrer Untersuchungsweise geworden und lassen sich infolgedessen selbstverständlicherweise(!) auch nicht physikalisch erklären, wie Fortpflanzung, Vererbung, Bewußtsein, Sinnes- und Denkvermögen." Ja, aber wird uns denn von Seiten der Mechanisten nicht immer wieder großspurig verkündet, wie zahlreiche „Lebensvorgänge", die man früher einer Lebenskraft zuschrieb, jetzt schon chemisch-physikalisch erklärt seien, und haben sich nicht schon manche angestrengt, die von Hertwig aufgezählten Wirkungsweisen, selbst Sinnes- und Denkvermögen nicht ausgeschlossen, chemisch-physikalisch zu erklären! Aber selbst wenn dies nicht der Fall, wo bliebe die Logik, daß sich dann „infolgedessen selbstverständlicherweise" diese Wirkungsweisen nicht physikalisch erklären ließen? Wenn der Verfasser fortfährt: „Auch hier bedingt die verschiedene Natur der zu erforschenden Gegenstände andere Untersuchungsmethoden und Betrachtungsweisen, als sie in der Physik ... ausgebildet sind, so ist doch der Ausdruck „verschiedene Natur" für den Verfasser nur eine Bezeichnung unwesentlicher, graduellen Verschiedenheit, die Naturen, d. h. Wesenheiten sind nach ihm gar nicht verschieden; denn wenn sich a. a. O. der Verfasser darauf beruft, daß die „Konfiguration des materiellen Systems für die von ihm ausgehenden Wirkungsweisen mitbestimmend" sei, so ist das nur insofern richtig, als es sich um Modifikationen, äußere Verschiedenheit der Wirkungen handelt, nicht aber um wesentlich prinzipielle Änderungen. Die Wirkungsweise chemisch-physikalischer Elemente kann auch durch die größte Komplikation der Stuktur allein keine überphysikalische werden, mag man sie wegen ihrer graduellen Verschiedenheit von einfacheren Wirkungsweisen event. auch mit besonderen Bezeichnungen belegen; sie „vital" zu nennen schließt aber einstweilen, um wenig zu sagen, eine Umwertung der Begriffe, auf alle Fälle eine petitio principii ein.

Wenn drum auch Hertwig die Fortpflanzung, Vererbung, Bewußtsein ꝛc. von einer chemisch-physikalischen Erklärung ausschließt, weil sie „in der spezifischen Organisation der lebenden Substanz begründet seien, wie sie in der leblosen Natur nicht vorkommen", so liegt hier in mehrfacher Hinsicht eine unberechtigte Schlußfolgerung vor; denn wenn auch bei den Organisationen, bei denen sich eben Fortpflanzung ꝛc. zeigt, zugleich eine besondere

Struktur vorfindet, so kann man nicht ohne weiteres behaupten, daß letztere der tiefere und alleinige Grund für erstere sei. Für den, der dies aber bejaht, liegt meines Erachtungs kein Grund vor, Fortpflanzung, Vererbung ꝛc. drum von einer chemisch-physikalischen Erklärung auszuschließen, weil die spezifische Organisation der Lebewesen in der leblosen Natur nicht vorkommt!

Es ist doch gewissermaßen merkwürdig, daß so viele den wirklich logischen Gedankengang nicht scheinen finden zu können: Da die Fortpflanzung, Bewußtsein ꝛc. physikalisch nicht erklärt werden können, oder sagen wir wenigstens bisher selbst jedem Anlauf sie chemisch-physikalisch zu erfassen vollständig widerstanden, so liegt die Vermutung sehr nahe, daß diesen Erscheinungen ein nicht-physikalisches Element zugrunde liegt. (Vom Naturwissenschaftler verlangen wir ja nicht mehr, die positiven Beweisführungen aus der Natur des Bewußtseins, Denkens ꝛc. liegen ja auf philosophem Gebiet.) Da nun aber alle „komplizierten Struckturen“ nichts Nichtphysikalisches machen können, so kann der tiefere Grund des Lebens nicht die Organisation sein.

Ob man dieses nicht- oder über-physikalische Element nun „Lebenskraft“ oder sonstwie nenne, darauf kommt es in erster Linie gar nicht an, und auch darauf nicht, ob der Naturforscher sich unter Kraft „etwas vorstellen kann“ oder nicht; dieser möge sich einstweilen bemühen, dann auf seinem eigenen Wissensgebiet die verschiedenen „Kräfte“ loszuwerden. Ziehen wir das Resultat, so darf man wohl sagen, obgleich auch Hertwigs Versuch, das Leben auf die Organisation als solche zurückzuführen mißlungen ist, so kommt doch seinen Ausführungen auch in dieser Frage meines Erachtens das unbestreitbare Verdienst zu, um so dringender die Notwendigkeit der Annahme eines überphysikalischen Lebensgrundes dargetan zu haben. Das wird jedem aufmerksamen Leser um so klarer gerade hier in diesem Werke vor Augen geführt, je mehr er sich in die wirklich treffenden Ausführungen des Verfassers über die Organisation besonders in dem dann folgenden 3. Kapitel vertieft, sie dürften eigentlich jeden Mechanisten überzeugen, daß auch die Organisation kein Produkt des Zufalls ist. Diesen Gedankengang führt das 3. Kapitel, das die Lehre von der „Artzelle“ als Grundlage für das Werden der Organismen behandelt, in vortrefflicher Weise durch. (Forts. folgt.)

Literatur.

Geologische Wanderungen durch die Schweiz. (Klubführer des Schweizer Alpen-Klub). Von Dr. Jul. Weber, Prof. am Technikum Winterthur. 3 Teile. Kommissionsverlag Rascher u. Co., Zürich. Kl. 8°, I. Band: VIII, 256 Seiten mit 60 Fig. II Bd.: VI, 377 S. mit 84 Fig. III. Bd.: VIII, 356 S. mit 105 Fig. Mitglieder-Preis 1. Bd. Fr. 1.80; 2. Bd. Fr. 2.20; 3. Bd. Fr. 2.50.

Im letzten Jahre ist ein Werk vollendet worden, das zwar in erster

Linie für die Mitglieder des Schweizerischen Alpen-Klubs bestimmt, doch nicht minder die Beachtung aller Lehrer und aller Naturfreunde beanspruchen darf. Vorab sind diese „Geologischen Wanderungen" eine vortreffliche Ergänzung der geologischen Lehrbücher, da sie, wenn auch nicht in systematischer Darstellung, eine prächtige, mit vielen Kärtchen, Skizzen und Profilen ausgestattete Geologie der Schweiz bieten, die ein für den Unterricht überaus wertvolles und zu seiner Belebung und Vertiefung ausgezeichnet geeignetes Material aufweisen. Die handlichen Bändchen sind für den Lehrer, der sich auf seinen Spaziergängen über die geologischen Verhältnisse seines Wohngebietes näher orientieren will, ein zuverlässiger Ratgeber und Wegweiser, wie er ihn sonstwo nicht leicht finden dürfte. Ferner sind sie für alle, die etwa Führer von Schülerausflügen sind, oder auf ihren Ferienreisen ꝛc. sich mit der Natur beschäftigen und so sich selbst und andern edlen Genuß bereiten wollen, von unschätzbarem Wert, um so mehr, als sie in leichtfaßlicher anregender Form doch eine gründliche Belehrung gewähren. Der Verfasser hat es nämlich verstanden, anziehende und bei aller Sachlichkeit fesselnde Charakterbilder zu entwerfen, wie ich seine Einzelschilderungen charakteristischer Landschaften und Gebirgskomplexe nennen möchte, deren ganze Behandlung zeigt, daß derselbe sich neben ausgedehnten Fach- und Literaturkenntnissen auf eingehende umfassende Beobachtungen der behandelten Gebiete stützt.

Da eine Inhaltsangabe aller drei Bändchen zu weit führen würde, seien wenigstens die Haupttitel des 3. Bandes angeführt: Von Altdorf zum Kontakt der Kalkalpenzone mit dem Aarmassiv; die Zone der Erstfeldgneise; das Aarmassiv; das Maderanertal und der Hüfigletscher; die beiden Windgellen; der Bergsturz von Kandersteg; der Bergsturz vom Oeschinensee; im Gasterntal; über den Lötschenpaß; der Lötschbergtunnel; Leukerbad; das Urserntal und die Furka; die Airolozone; das Gotthardmassiv; das Rhonetal; der Bergsturz von Siders; die insubrische Vergletscherung und Seenbildung; die Parphyre von Lugano; der San Salvatore und die Arbostora; der San Giorgio; der Karbonaufschluß bei Manno; die Tonlager im Scairolotal. — Nicht minder reichhaltig sind die beiden andern Bändchen, deren 1. „das Mittelland und Jura", das 2. „Kalk- und Schieferalpen" zum Gegenstande hat.

Mögen sie sich viele Freunde erwerben und zur Kenntnis und zur Freude an dem Reichtum und der Vielgestaltigkeit des geologischen Aufbaues des Schweiz beitragen. Dr. B.

Lehrbuch der Physik von Dr. **H. Kayser**, Prof. der Universität Bonn. 5. verbesserte Auflage. Ferd. Enke, Stuttgart 1916. Gr. 8°, XII, 554 Seit. mit 349 Textfig. Geheftet Mk. 13.40, gebd. Mk. 15.—.

Gewiß, wir haben der Leitfäden der Physik vielleicht übergenug; aber jeder, der sich in dieser Literatur etwas umgesehen, weiß auch, daß sich darunter viel Minderwertiges und vieles, was namentlich für die höheren Klassen unserer Lehranstalten denn doch etwas gar zu „populär" abgefaßt ist. In vielen dieser Bücher fehlt vor allem eine etwas tiefer gehende Begründung

wichtiger Gesetze; man bringt vielleicht ein paar mathematische Formeln, aber scheut schon vor einer weiteren Ableitung zurück, wo doch die mathematische Vorbildung dies sehr wohl gestattete. Besonders vermißt auch der mit den Grundzügen bereits Vertraute, der durch Selbststudium tiefer in die Physik eindringen möchte, meist schmerzlich das Fehlen jeglicher mathematischen Behandlung. In dieser Hinsicht hat nun gerade das vorliegende Lehrbuch, das in fünf rasch aufeinander folgenden Auflagen seine Brauchbarkeit glänzend dargetan hat, eine glückliche Auswahl getroffen und bei namentlich für unsere heutige Physik besonders wichtigen Problemen, wie z. B. mechanische Wärmetheorie, wie Wärmelehre überhaupt, ferner Optik, (spez. Beugung und Polarisation) Elektrizitätslehre auch eine weitergehende elementar-mathematische Bearbeitung durchgeführt. Das Werk scheint mir drum besonders für ein vertiefendes Selbststudium sowohl, wie speziell für Realanstalten sehr geeignet, daß auch der Student der Hochschule es noch gerne beibehalten wird, zumal der Verfasser auch sonst vielfach seine eigenen Wege in der Darstellung wandelt. Namentlich sei es auch der Beachtung aller Lehrer, die eine mehr mathematisch orientierte Behandlung physikalischer Fragen lieben, bestens empfohlen.

Dr. **Baum.**

Dr. H. Baumhauer, Prof. an der Universität zu Freiburg in der Schweiz. **Leitfaden der Chemie** zum Gebrauch an mittleren Lehranstalten, insbesondere an landwirtschaftlichen Schulen. Erster Teil. Anorganische Chemie. Siebte Auflage. Freiburg im Breisgau. 1916.

In einfacher, klarer und anschaulicher Weise werden hier in dem engen Raume von 180 Seiten die Grundlehren der anorganischen Chemie dargestellt. Das Büchlein hält die richtige Mitte ein zwischen einer zu ausführlichen Beschreibung der Stoffe und ihres Verhaltens einerseits und der zu vorwiegenden Berücksichtigung der chemischen Gesetze und Theorien anderererseits. Die Bedeutung des Stickstoffs, der Phosphorsäure, der Kieselsäure ꝛc. für die Landwirtschaft wird kurz, doch in völlig hinreichender Ausführlichkeit behandelt, so daß der Leitfaden, der den Bedürfnissen der Mittelschulen vollständig genügt, sich besonders für landwirtschaftliche Lehranstalten eignet. Daß das Tatsachenmaterial korrekt und dem Stande der Wissenschaft entsprechend bearbeitet ist, braucht wohl kaum erwähnt zu werden. Doch will mir die Deutung des Ozons als Sauerstoffoxyd (pag. 21) um es mit dem Schwefeldioxyd zusammenzustellen, als eine bloße Formelnspielerei scheinen; die beiden Körper zeigen ja ein ganz abweichendes chemisches Verhalten. Bei den Zinnsäuren wird die durch Fällung von Zinnchloridlösung mit Ammoniak entstehende Verbindung als Metazinnsäure bezeichnet; gewöhnlich versteht man unter diesem Namen die durch Oxydation des Metalls mittels Salpetersäure erhaltene. Die Illustrationen sind weder zahlreich noch neu; sie sind dem Lehrbuch der anorganischen Chemie von Lorscheid entlehnt. Als willkommene Zugabe zu der neuen Auflage ist ein vorzüglich bearbeitetes Schlußkapitel über Kolloidchemie besonders hervorzuheben, in welchem die hohe Wichtigkeit der Kolloide für den Bau des Pflanzen- und Tierkörpers, sowie auch ihre Rolle bei der Bildung des Ackerbodens behandelt wird.

Prof. E. Ribeaud, Luzern.

3. Jahrgang. Nr. 5. 12. Juli 1917.

Mittelschule

Beilage zur „Schweizer-Schule“

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

Inhalt: Vom Regen und der Elektrizität der Niederschläge. — Ein Zuchtversuch für die Zoologiestunde. — Das Werden der Organismen.

Vom Regen und der Elektrizität der Niederschläge.

Von Prof. Dr. A. Gockel, Universität Freiburg.

(Schluß statt Fortsetzung.)

Die Größe der Regentropfen läßt sich direkt durch Wägung einzelner aufgefangener Tropfen bestimmen. Rascher führt eine von dem Wiener Botaniker Wiesner angegebene Methode zum Ziel. Filtrierpapier von einer bestimmten Qualität (Barytfilterpapier I No. 311) [1]) wird mit Eosin eingestäubt. Jeder darauf fallende Regentropfen erzeugt einen runden Fleck, aus dessen Durchmesser sich das Gewicht des Tropfens bestimmen läßt. Die Einzelheiten der sehr einfachen Technik dieser, zu interessanten Resultaten führenden Methode findet man in einem Aufsatz von Becker im Jahrgang 1907 der Meteorologischen Zeitschrift, und in einer in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie 1905 erschienenen Abhandlung von Defant. [2])

Die Größe der Regentröpfchen schwankt zwischen 0,2 und 5 mm Durchmesser. Ausnahmsweise können in tropischen Gewitterregen auch Regentropfen von etwas über 6 mm Durchmesser oder 0,13 g Gewicht vorkommen.

Kleine Körper fallen bekanntlich nicht, wie das nur für den luftleeren Raum streng gültige Newtonsche Fallgesetz es vorschreibt, mit immer zunehmender Geschwindigkeit, sondern erreichen infolge des mit dem Quadrate der Geschwindigkeit zunehmenden Luftwiderstandes sehr bald eine Geschwindigkeit, bei der die Verzögerung durch den Luftwiderstand gleich ist der Beschleunigung durch die Erdschwere, d. h. sie fallen von da an mit gleichbleibender Geschwindigkeit. Diese ist für Tröpfchen, deren Durchmesser unter 0,2 mm liegt, so gering, nämlich unter 1,3 m in der Sekunde, daß sie zur Durchmessung der mindestens 2000 m, welche die unterste Wolkenfläche in der Regel von der Erdoberfläche trennen, etwa $2^1/_2$ Stunden brauchten, vorausgesetzt, daß sie nicht durch aufsteigende Luftströme noch zurückgehalten oder gar in die Höhe getragen werden. Solche kleine Regentropfen können also höchstens innerhalb

[1]) Bezugsquelle Max Dreverhoff, Dresden.

[2]) Auch separat zu beziehen durch den Kommissionsverlag von Alfred Hölder, Wien.

Preis 1 Kr. 20 h.

der Wolke und, was auf dasselbe herauskommt, bei Nebelrieseln beobachtet werden. Für die kleinsten beobachteten Wolkenteilchen von 0,005 mm Durchmesser beträgt die Fallgeschwindigkeit gar nur 3 mm in der Sekunde. Man sieht, daß man sie selbst bei Abwesenheit einer aufsteigenden Luftbewegung ruhig als schwebend ansehen kann. Auf der anderen Seite hat Lenard, indem er Tropfen gegen den von einem Ventilator erzeugten, aufwärts gerichteten Luftstrom fallen ließ, gezeigt, daß Tropfen von mehr als 5 mm Durchmesser durch den Luftstrom, der natürlich niemals genau symmetrisch zu ihnen fließen kann, in wirbelnde Bewegung versetzt und nach wenigen Sekunden in einen Kranz kreisförmig angeordneter und gleich weit von einander entfernter Tropfen zerrissen werden. In der folgenden Tabelle sind die Fallgeschwindigkeiten für einige Tropfendurchmesser zusammengestellt.

Tropfendurchmesser	Fallgeschwindigkeit
0,01 mm	0,0032 m/Sek.
0,05 „	0,08 „
0,10 „	0,32 „
1,0 „	4,4 „
2,0 „	5,9 „
3,0 „	6,9 „
4,0 „	7,7 „
5,0 „	8,0 „
5,5 „	8,0 „

Man sieht, daß mit zunehmendem Tropfendurchmesser die Fallgeschwindigkeit nur langsam, schließlich bei den größten Tropfen gar nicht mehr zunimmt.

Hat der aufsteigende Luftstrom, wie es im Sommer häufig der Fall ist, eine größere Geschwindigkeit als 6 m/Sek., so können Tropfen von weniger als 2,0 mm Durchmesser überhaupt nicht mehr zur Erde gelangen, sondern werden im Gegenteil durch den aufsteigenden Luftstrom in die Höhe getragen. Während Gewittern, bei denen die stärkste aufsteigende Luftbewegung stattfindet, können also nur große Tropfen zur Erde fallen. Man sieht, wie die Luftbewegung die Tropfen gleichsam sortiert, so daß das Studium der Tropfengrößen uns gleichzeitig Aufschluß über die Stärke der aufsteigenden Luftbewegung gibt.

Die umfangreichsten Beobachtungen über die Größe der Regentropfen, die auch Aufschluß über den Vorgang der Regenbildung geben sollen, hat der Wiener Meteorologe Defant nach der oben erwähnten Wiesnerschen Methode angestellt. Von seinen Resultaten mögen die folgenden hervorgehoben werden:

1. Bei allen Regen, die nicht von gewitterhaftem oder böigem Charakter sind, überwiegen die kleinen Tropfen, von weniger als 2 mg Gewicht (1,5 mm Durchmesser), Tropfen von 5 mg Gewicht (2,1 mm Durchmesser) sind selten und solche von über 7,5 mg (2,5 mm Durchmesser) wurden überhaupt nur in 2 Regenfällen beobachtet, die weitaus überwiegende Zahl der Tropfen hat ein Gewicht von 0,025—0,175 mg.

2. Es gibt gewisse Tropfengrößen, die bei allen Regen besonders häufig auftreten, und zwar sind dieses die Größenklassen

0,215—0,274, 0,425—0,524, 0,825—0,960 mg

3. Das Gewicht der größeren Tropfen ist in der Regel ein Vielfaches des Gewichtes der kleineren und zwar verhalten sich die Gewichte der am häufigsten vorkommenden Tropfen wie 1 : 2 : 4 : 8, auch das 16- und 32-fache kommt noch vor.

Das Überraschende in diesen Gesetzmäßigkeiten ist die unter 2. aufgeführte, daß bei allen Regen gewisse Tropfengrößen bevorzugt sind, dagegen läßt sich die unter 3. aufgeführte Gesetzmäßigkeit leicht durch die Annahme erklären, daß die größeren Tropfen durch die Vereinigung von gleich großen kleineren entstehen, eine Annahme, die physikalisch gut begründet ist. Ein größerer Tropfen kann wie die Hydrodynamik lehrt, mit einem kleineren, den er einholt, nur in den seltenen Fällen sich vereinigen, in denen der Stoß genau zentral erfolgt. In allen anderen Fällen wird die von dem rascher fallenden größeren Tropfen zur Seite gedrückte Luft den kleineren Tropfen auf die Seite schleudern. Umgekehrt führt, wenn zwei gleich große Tropfen eine Zeit lang mit gleicher Geschwindigkeit neben einander her fallen, die seitlich ausweichende Luft zu einer Annäherung und schließlich Vereinigung der beiden Tropfen.

Gesetz 3. gilt auch für Guß- und Gewitterregen. Solange kein Hagel fällt, steigen die Tropfengewichte hier nicht über 140 mg, größere Tropfen kommen von geschmolzenen Hagelkörnern her.

Zwischen Land- und Gewitterregen besteht bezüglich des Verlaufes ein wesentlicher Unterschied, der auf verschiedene Entstehungsweise hindeutet, und die elektrischen Erscheinungen, die mit letzteren verbunden sind, erklärt. Landregen beginnen mit dem Fallen von Tropfen unmerklicher Größe. Nach dem allgemeinen Beginn treten aber dann sofort jene Tropfen auf, welche während der ganzen Dauer mit kleinen Schwankungen vorkommen. Der Landregen zeichnet sich nicht nur durch die Gleichartigkeit in allen Teilen seiner Dauer aus, sondern hauptsächlich durch die Gleichartigkeit der Tropfengröße in allen seinen Phasen. Im Gegensatz zu dem von vereinzelt fallenden sehr kleinen Tropfen eingeleiteten Landregen beginnen die Gewitterregen ganz plötzlich, und zwar fallen die größten Tropfen im Anfang, und die Tropfengröße nimmt nach Beginn des Regens rasch, später langsamer ab. Natürlich erklärt sich das Auftreten großer Tropfen bei Beginn des Regens dadurch, daß diese eben rascher fallen als die kleineren, es zeigt aber auch, daß diese Tropfen nicht erst durch Vereinigung kleiner während des Fallens entstanden sind, sondern sich, wenigstens nach der Ansicht des Verfassers, aus schmelzenden Hagelkörnern gebildet haben. Ich lege auf diese Bemerkung deshalb Wert, weil nach meiner Ansicht das Auftreten von Hagelkörnern die notwendige Bedingung für die Entstehung der großen elektrischen Spannung ist, die zu den Blitzentladungen führt. Kurze Zeit nach Beginn des Regens nimmt die Größe der Tropfen derart ab, daß die mittlere Größe die vorwiegende wird, am Schluß treten die kleineren Tropfen in größerer Zahl auf, und es kann der Gußregen in Landregen übergehen.

Wie oben bemerkt wurde, ist die Ursache der Entstehung der ersten mit merkbarer Geschwindigkeit fallenden Tropfen noch nicht bekannt. Untersuchungen nach Art der Defantschen in der Wolkenregion, in der man sich ja im Gebirge häufig befindet, könnten darüber Aufschluß geben. Aber auch im Tieflande wäre eine Bestätigung der von Defant erhaltenen Resultate durch weitere Untersuchungen erwünscht. Vielleicht findet ein oder der andere Leser dieser Zeilen, daß er mit solchen Untersuchungen manche Regenstunde in der Sommerfrische in nutzbringender Weise ausfüllen kann. Im Gegensatz zu anderen physikalischen Untersuchungen erfordern die besprochenen kein schweres Gepäck. Ein Buch Filtrierpapier, ein Kartonrahmen für die Exposition der Blätter oder besser eine kleine photographische Kasette von der üblichen Größe 9×12 cm und ein Fläschchen mit 20—50 g Eosinpulver genügt. Das Ausmessen der Flecken auf den mit den nötigen Zeitangaben versehenen Blättern kann in Ruhe in den Abendstunden erfolgen. Hinzuzufügen wären natürlich Notizen über etwaigen Hagel- oder Graupelfall, elektrische Entladungen, das Aussehen der heranziehenden und abziehenden Regenwolken, und soweit man über die nötigen Instrumente verfügt, die üblichen Angaben über die meteorologischen Faktoren, wie Temperatur, Luftdruck, Windrichtung und -Stärke.

Die Temperatur des Regens selbst ist, wie bereits erwähnt, zuerst und zwar um die Mitte des vorigen Jahrhunderts, von den Gebrüdern Schlagintweit in unseren Alpen gemessen worden. Sie fanden dieselbe in der Regel niedriger als die Luftemperatur und zwar noch in Höhen von 3000 m, was beweist, daß diese Regen aus höheren, kälteren Luftschichten stammen müssen.

Ausnahmsweise konnte die Temperatur des Regens aber auch höher sein als die der Luft. Neuere Messungen während Gewitterregen scheinen darauf hinzuweisen, daß die Differenz zwischen Luft- und Regenwassertemperatur von der Richtung, aus welcher die Gewitter kommen, abhängig ist. Auch eine Erweiterung dieser Untersuchungen, welche Aufschluß über den Mechanismus der Gewitterbildung geben könnten, wäre erwünscht. Selbstverständlich ist der Unterschied zwischen Luft- und Regentemperatur am größten bei Regen, die mit Hagel gemischt sind. In Potsdam sind während solcher Temperatur-Unterschiede von 9° gemessen worden.

Diese Bemerkungen leiten uns nun über auf die Betrachtung der Entstehung der Gewitter- oder besser gesagt Niederschlagselektrizität; denn die elektrischen Erscheinungen bei Gewittern sind nur graduell von denen bei Böen ohne Blitz und Donner verschieden, und eine elektrische Ladung führen nicht nur die während Gewittern fallenden, sondern fast alle Niederschläge mit, ausgenommen vielleicht die der allerschwächsten Landregen. Wir stehen hier Erscheinungen gegenüber, die zwar zu allen Zeiten das Interesse der Menschen erregt haben, deren wissenschaftliche Erforschung aber erst in den letzten Jahrzehnten in Angriff genommen werden konnte.

Davon, daß besonders die während eines Gewitters fallenden Niederschläge, dann aber auch die Schneeflocken elektrische Ladungen mit sich führen,

kann man sich leicht überzeugen, wenn man solche auf einer isolierten mit einem genügend empfindlichen Elektrometer in Verbindung stehenden Metallplatte auffängt. Bei der Deutung der Ausschläge dieses Instrumentes muß man sich aber vor gewissen Fehlerquellen hüten, deren wesentlichste folgende ist: Auch bei schönem Wetter ist die Atmosphäre der Sitz eines elektrischen Feldes. Zwischen einem Punkte der Erdoberfläche und einem im Abstand von 1 m senkrecht darüber gelegenen Punkte der Atmosphäre besteht im Mittel eine Spannungsdifferenz von 100 Volt und ferner eine in den unteren Schichten der Atmosphäre etwa ebenso große zwischen 2 in demselben Abstand senkrecht über einander gelegenen Punkten der Atmosphäre selbst. [1]) Eine in der oben beschriebenen Weise exponierte Metallplatte wird also schon infolge der Influenzladung dieses Feldes eine elektrische Ladung annehmen. Da nun gerade während des Fallens von Niederschlägen das elektrische Feld der Erde außerordentlich starken Schwankungen unterworfen ist, so sind Täuschungen über die Ladung der auf die Metallplatte fallenden Niederschläge unvermeidlich, wenn man nicht den ganzen Apparat gegen die Influenzwirkung des Feldes schützt, etwa durch Umgeben mit einem Kasten aus Blech oder Drahtgeflecht, der nur eine kleine Öffnung für das Eintreten der Niederschläge enthält. Ferner werden sich schon durch das Zusammen treffen mit geladenen Molekülen oder Molekülkomplexen, Ionen, Regentropfen und noch in etwas reichlicherer Menge Schneeflocken aufladen. Die so erlangten Ladungen reichen wohl aus, um die stets vorhandene Wolkenladung, nicht im entferntesten aber, um die elektrischen Vorgänge während eines Gewitters oder auch nur einer heftigen Böe zu erklären. Eine Erklärung schien dagegen eine Beobachtung von Wilson zu bieten, wonach bei einer durch rasche Abkühlung entstandenen 1,25-fachen Übersättigung negative, bei einer 1,35-fachen positive Ionen als Kondensationskerne dienen. Diese von Gerdien weiter ausgebaute Theorie, die sich noch in manchen der in den letzten Jahren entstandenen Lehrbüchern findet, mußte verlassen werden, nach dem sich herausgestellt hat, daß der Regen nicht, wie es nach ihr der Fall sein sollte, in der Regel negativ, sondern überwiegend positiv geladen ist. Einwendungen anderer Art, die sich darauf beziehen, daß die geforderte Übersättigung vor der Bildung der Niederschläge in der Atmosphäre nicht vorhanden ist, hatte schon früher der Verfasser dieses vorgebracht (Meteorologische Zeitschrift und Physikalische Zeitschrift 1909).

Eine andere Erklärung, die der englische Physiker Simpson gegeben hat, geht von der Beobachtung Lenards aus, daß Tropfen von einem Durchmesser von über 5 mm durch den Luftwiderstand in einen Kranz kleiner Tropfen zerrissen werden. Nun hat ebenfalls Lenard gezeigt, daß mit dem Zerspritzen von Wasser immer eine Elektrizitätsentwicklung verbunden ist. Die Masse des Wassertropfens ladet sich positiv, die mit Wasserstaub erfüllte Luft negativ auf. In der Nähe von Wasserfällen ist deshalb die Luft negativ stark geladen.

Simpson geht nun von der Tatsache aus, daß die Verflüssigung des

[1]) Siehe das Lehrbuch der Physik von Dressel oder für eingehenderes Studium: A. Gockel, Die Luftelektrizität, Leipzig 1908.

Wasserdampfes bei Gewittern vorzugsweise in dem aufsteigenden bei der Entspannung sich abkühlenden Luftstrom vor sich geht. Die feinen Nebeltröpfchen werden von dem Luftstrom mit in die Höhe gerissen. In dem Maße aber, in dem sie sich durch Zusammenfließen zu größeren Tropfen vereinigen, verlangsamt sich ihre Bewegung gegenüber der des Luftstromes, und Tropfen von 5 oder mehr Millimeter Durchmesser haben nach dem oben Gesagten gegenüber der umgebenden Luft eine abwärts gerichtete Bewegung von 8 m/Sek. Solche Tropfen sind nicht mehr beständig, sie zerreißen in einen Kranz kleiner, die nun ihrerseits wieder in die Höhe gerissen werden und dabei sich vergrößern, bis sie von neuem zerrissen werden. So kann der Prozeß nach Simpsons Ansicht unter stetiger Elektrizitätsentwicklung lange fortgehen, ohne daß das aus dem Wasserdampf der Atmosphäre sich niederschlagende Wasser den Erdboden erreicht, vorausgesetzt, daß die Geschwindigkeit des aufsteigenden Luftstromes wirklich 8 m/Sek. oder mehr beträgt.

Ob solche tumultuarische Bewegungen in der Gewitterwolke wirklich immer vorhanden sind, kann dahin gestellt bleiben, da sich gegen die Simpsonsche Erklärung eine Reihe anderer Einwände ergeben haben. Die Ladung der Platz- und Gewitterregen ist zwar überwiegend, aber durchaus nicht immer positiv. An manchen Stationen wurde sogar ebenso häufig negative als positive Ladung beobachtet. Ferner kann die Simpsonsche Theorie die Ladung der kleintropfigen von keiner starken Luftbewegung begleiteten Landregen nicht erklären, und ebensowenig — und das ist nach meiner Ansicht der ausschlaggebende Punkt — die sehr starke der Schnee- und Hagelfälle. Hagel- oder wenigstens Graupelfall scheint aber nach meiner Beobachtung für Entstehung der Blitzentladungen wesentlich zu sein. Man bemerkt bei Wanderungen im Gebirge, daß schon über 2500 m ein Gewitter immer mit Graupelfall verbunden ist. In der Höhe, in der sich die Blitze bilden, etwa 4000 m, fällt überhaupt in unseren Breiten kein Regen mehr, und die großen Tropfen, die immer am Anfang eines Gewitters fallen, scheinen durchweg geschmolzene Graupel- oder Hagelkörner zu sein. Schon vor 30 Jahren hat Sohncke durch Laboratoriumsversuche nachgewiesen, daß bei der Reibung von Wasserstaub an Eis sich dieses letztere positiv, das Wasser negativ ladet und hat von der Beobachtung ausgehend, daß über der Gewitterwolke immer eine Cirrus (Eis) Wolke schwebt, die Reibung zwischen den in die Wasserwolke hineinfallenden Eiskristallen und den Wassertröpfchen für die Ursache der Gewitterelektrizität erklärt. Mir scheint die Sohnckesche Theorie, wenn sie auch im einzelnen noch durch Versuche im Laboratorium und durch Beobachtungen im Niveau der Gewitterwolken (Bergobservatorien) ausgebaut werden muß, auch heute noch die richtige zu sein.

Wie Eiskörner müssen natürlich auch Schneeflocken durch Reibung an flüssigem Wasser positiv elektrisch werden, und so erklärt sich leicht die in der Regel positive Ladung der Schneeflocken, die besonders bei böigem Wetter so hoch werden kann, daß schon das Blättchen eines gewöhnlichen Schulelektroskopes merkbar aufzuckt, wenn der Knopf des Instrumentes von einer

größeren Schneeflocke getroffen wird. Nicht selten bemerkt man sogar bei nächtlichem Schneegestöber ein schwaches Leuchten einzelner Schneeflocken.

Es bleibt noch die Erklärung der elektrischen Ladung der schwachen Niederschläge der Landregen übrig, doch würde uns diese hier zu weit führen. Es möge nur bemerkt werden, daß sie sich nach den von den Wolfenbütteler Gymnasiallehrern Elster und Geitel gemachten Beobachtungen, denen wir überhaupt die größten Fortschritte auf dem Gebiete der Elektrizität der Atmosphäre verdanken, ungezwungen durch die Influenzwirkung erklären, die das nach dem oben Gesagten stets vorhandene elektrische Feld der Atmosphäre auf zwei nach einem Zusammenstoß von einander abprallenden Regentropfen ausüben muß. Freilich bedarf auch diese Theorie zu ihrer Stütze noch des Nachweises, daß elektrisch wirksame Berührung zweier Wassertropfen ohne gleichzeitiges Zusammenfließen derselben stattfinden kann. Es wäre wohl möglich, die Lösung dieser Frage auch mit den einfachen Hilfsmitteln eines physikalischen Schulkabinettes in Angriff zu nehmen, wie ja auch den Begründern der Theorie bei den ersten vor 25 Jahren unternommenen Versuchen keine anderen Mittel zu Verfügung standen.

Ein Zuchtversuch für die Zoologiestunde.

Von Dr. Rob. Stäger, Bern.

Es ist ganz selbstverständlich, daß man in der Physik- und Chemiestunde nicht nur Apparate und Substanzen vorweist, sondern daß man zahlreiche Experimente und Reaktionen einleitet. Darum werden gerade diese zwei Fächer am Gymnasium mit Freuden von den jungen Leuten besucht. Anders in der Botanik und Zoologie. Da begnügt man sich meistens mit toten Vokabeln und leeren Bälgen oder wenn's hoch kommt, mit einigen Andeutungen über die Biologie und den Lebenshaushalt der betreffenden Organismen. Darum sind auch Botanik und Zoologie in der Regel die bestgehaßten Fächer am Gymnasium.

Ich weiß wohl, das chemische und das physikalische Experiment läuft rasch ab, es fügt sich in den Rahmen der Vorlesung; das Hantieren mit Pflanze und Tier setzt eine viel längere Zeitdauer voraus.

Und doch würde es den botanischen und zoologischen Unterricht wunderbar beleben und er würde den Schülern doppelt so lieb, wenn es gelänge, auch auf diesen Gebieten gewissermaßen zu experimentieren. Dann und wann ein solcher Versuch brächte den Schüler weiter, als noch so viel theoretischer Gedächtnis-Ballast, den er trotz robuster Magenverhältnisse nie und nimmer „verdauen" wird. Es gibt eine Menge, ja eine unzählige Menge von Lebenserscheinungen und Vorrichtungen bei Pflanze und Tier, die sich in der Unterrichtsstunde mühelos demonstrieren lassen. Bleiben wir heute bei der Zoologie! Vielerorts hat sich schon erfreulicherweise das Aquarium in das Lehrzimmer eingebürgert; da und dort auch das Terrarium. Ich möchte nebstdem auch dem Insektarium das Wort reden. Darunter verstehe ich frei-

lich nicht einen Gaze-Kasten mit allerlei fliegendem und kriechendem Zeug darinnen zur Belustigung des jungen Publikums. Das Wort Insektarium bedeutet mir hier bloß die Versuchsanstellung mit Insekten in der Schule. Die Behausung der Versuchstiere richtet sich dann jeweils ganz nach der Eigenart derselben. Es kann ein Zuchtkasten, ein Gazezylinder, ein künstliches Ameisennest, eine Glasschale oder ein anderer Behälter sein. Die Wahl desselben bleibt dem Lehrer vorbehalten. Aber auf jeden Fall eignen sich Versuchsanstellungen mit Vertretern aus dem Insektenreich ganz vorzüglich zur Belebung und Vertiefung des Zoologie-Unterrichtes. Man muß nur Dinge wählen, deren Verlauf sich nicht zu weit hinausziehen. Die nordamerikanische Zikade Tibicina septemdecin L., die zu ihrer Entwicklung volle 17 Jahre bedarf, wäre beispielsweise wenig für unsere Zwecke geeignet. Glücklicherweise gibt es aber Objekte genug in unserer nächsten Nähe, die sehr zweckdienlich sind.

Ich erlaube mir im Folgenden einen Zuchtversuch zu schildern, den ich vor zwei Jahren einmal eingeleitet habe und der zeigen kann, wie ungeheuer wenig es braucht an Zeit und Gerät, um gewisse Vorgänge des Lebens sich und andern anschaulich zu machen.

Ich brauche ein Reagenz-Glas; auf den Grund desselben bringe ich ein Stückchen Schinken. Am Fenster meines Studierzimmers brummt schon lange eine feiste Speckfliege mit stahlblauem, dickem Hinterleib. Musca oder Calliphora vomitoria ist ihr gelehrter Name. Schmeißfliege heißt sie auch und ist berüchtigt durch ihr unsauberes Handwerk. Wer schon einmal Maden in Fleischwaren fand und sie mit Ekel beiseite schob, der mag wissen, daß sie von dieser Musca vomitoria herrührten.

Der Kalender sagt mir, daß es heute der 16. November ist. Es ist schon kalt. Die Stubenfliegen, die uns über den Sommer belästigten, sind längst dem großen Sterben anheimgefallen. Die Schmeißfliege aber überwintert oft in milden Wintern in unsern Wohnungen und macht sich durch ihr Brummen und Anschießen an die Fensterscheiben bemerkbar. Meistens sind es Weibchen.

Ich erhasche eines und stecke es in das bereitgemachte Reagenzglas, welches ich vermittelst eines Wattebäuschchens abschließe und in die Nähe des warmen Ofens bringe. Das ist die ganze Versuchsanstellung. Alles Weitere überlasse ich dem Lauf der Dinge.

Der Fliege gefällt es in ihrer Haft ganz gut. Sie hat mit ihrem offenbar feinen Geruchsinn den Schinkenduft wahrgenommen und spaziert nun auf dem Stückchen Fleisch selbst herum.

Am folgenden Tag bemerke ich auf der Oberfläche des Schinkenstückes ein Häuflein länglicher, weißer Eier, eines neben dem andern, vielleicht 30 an der Zahl und in der Nähe die Schmeißfliege — tot. Die Ablage hat das Tier erschöpft. In einer günstigern Zeit des Jahres würde die Fliege vor ihrem Zugrundegehen mindestens 300 Eier deponiert haben.

Ich entferne die tote Fliege und verschließe das Röhrchen wieder mit dem Wattepfropf. Wir haben jetzt Muße, die Eier mit der Lupe uns näher

anzusehen. Sie sind gestreckt, ein wenig seitlich abgeplattet, schwach gebogen, ähnlich wie die Bananen und an der konkaven Seite mit einer Leiste versehen, an welcher sie zur Zeit der Reife auseinander gehen, um nach zirka 24 Stunden die Maden zu entlassen.

Am 18. November war in meinem Gläschen noch nichts von Maden zu sehen. Die Ofenwärme kann offenbar die Sonne nicht ganz ersetzen. Am 19. November, also nach 2 mal 24 Stunden war aber das erwartete Ereignis doch eingetreten. Ein winziges Mädlein hatte die Eihülle verlassen und machte sich am Schinken zu schaffen. In den nächsten paar Stunden hatten sich auch alle andern freigemacht und krochen an dem Stückchen Fleisch herum. Als ich am folgenden Tag mein Versuchsröhrchen wieder vornehme, getraue ich meinen Augen kaum. Aus den winzigen, kaum 2 mm langen „Würmchen" sind bereits ansehnliche Maden geworden, die das Fleisch nach allen Richtungen durchdringen und vermittelst einer pepsinartigen Ausscheidung ihres Körpers verflüssigen. Nach Fabre's Beobachtungen sind ihre Mundwerkzeuge nicht geeignet, die Fleischfasern selbst anzugreifen. Sie genießen schluckweise das verflüssigte und eigentlich schon vorverdaute Eiweiß. Deshalb die ungeheuer schnelle Wachstumszunahme. Denn am 21. November sind meine Maden schon 13 mm lang und am 22. November, also nach bloß 4 Tagen sind aus ihnen anderthalb Centimenter lange, feiste Schläuche geworden. Der Schinken ist völlig verschwunden. Nur auf dem Boden der Röhre hat sich noch etwas Flüssigkeit angesammelt. Wäre mehr Nahrung vorhanden gewesen, hätten wir vielleicht noch ansehnlichere Schlemmer erziehen können. Normalerweise beträgt ihr Längenmaß 11 Millimeter. Bei karger Nahrung bleiben sie weit unter der normalen Größe und auch die daraus hervorgehenden fertigen Fliegen richten sich danach. Man hat es also ganz in der Hand, große Schmeißfliegen, kleine Schmeißfliegen zu züchten, wie's verlangt wird. Hält man die Zuchten kühl, geht es länger, hält man sie warm, schneller, bis die fertige Fliege erscheint. Welche Anpassungsfähigkeit! Welche Leichtigkeit, die Versuche nach jeder Hinsicht zu variieren! So eine Fliegenmade. — nichts wie ein augenloser Sack, ein Stück darin, hinten abgestutzt, vorn spitz mit zwei gegeneinander verschiebbaren Kahlhacken, die mehr zur Fortbewegung beim Eindringen in das Fleisch als zum „Fressen" dienen! So ein primitiver Wanst und doch mit so eigentümlichen Eigenschaften ausgestattet! Meine Schmeißfliegenlarve, und ist sie auch erst 2 mm groß, hat eine so feine Witterung, daß sie den „Braten" auf 60 Centimeter und weiter „riecht". Man hat solche Experimente angestellt. Meine Schmeißfliegenlarve ist blind und nimmt die Helligkeit wahr. Wenn ich mein Reagenzglas mit den Maden ans Fenster bringe, humpeln sie wie besessen von dannen, kriechen durch das durchlöcherte Fleischstück hindurch auf die hintern, dem Fenster abgewandte Seite des Glases und bilden da einen engen Knäuel, wie wenn ihnen das Licht (auch das zerstreute Tageslicht) wehe täte. Drehe ich das Röhrchen um seine Längsaxe, so daß die beschattete Seite jetzt dem Licht ausgesetzt ist, so zögern die Versuchstiere auch keinen Augenblick, das gleiche Manöver aus-

zuführen und wieder die dunkle Seite des Glaſes aufzuſuchen. Das kann man ſo oft wiederholen, als es einem beliebt. Immer dieſelbe Reaktion. Für die Fliegenmade iſt der Trieb nach der Dunkelheit offenbar von der größten Bedeutung. Sie muß ihr Handwerk im Dunkeln, im Innern toter Organismen, im Innern des Fleiſches betreiben. Wieder eine wunderbare Anpaſſungserſcheinung! Wie ſoll ich aber dieſe Fähigkeit ohne Augen zu ſehen, benennen? Inſtinkt, Reflex, Tropismus, Taxis? Auch die Pflanzen haben nicht Augen und ſcheinen doch zu ſehen. Alle Zimmergewächſe wachſen einſeitig, dem Fenſter, dem Lichte zu. Die Wurzel meidet das Licht, ſie ſucht das Dunkel auf. Die gleichen Geſetze walten in der organiſchen Natur, ſo weit ein Klümpchen Protoplasma exiſtiert. An den Namen, die wir den Erſcheinungen beilegen, liegt nicht viel.

Am 23. November öffne ich den Kerker und laſſe die Maden in eine Papierſchachtel ſpazieren. Sie machen beim „Wandern“ auf dem Schachtelboden mit ihren eispickelähnlichen Kehlhacken ein deutlich hörbares, kratzendes Geräuſch. Noch einige Tage lang humpeln ſie ihr neues Gefängnis auf und ab, dann werden ſie ſtill, verkürzen ſich und erhärten zu einem rotbraunen tonnenförmigen Gebilde, der ſog. Tönnchenpuppe. Nach weitern drei Wochen brechen aus den Tonnen die „nigelnagelneuen“ Schmeißfliegen hervor.

Der ganze Entwicklungsgang hat nun dieſe kalte Jahreszeit bei den wechſelnden Temperaturverhältniſſen meines Studierzimmers zirka 5 Wochen gedauert. Im Sommer würde der Verſuch in kurzen 4 Wochen beendet ſein. Verfügen wir aber über einen Thermoſtaten, ſo können wir auch zur Winterszeit den ganzen Vorgang ſtark beſchleunigen und z. B. herausbringen, bei welcher Temperatur ſich das Tier am beſten entwickelt. Aber ſchon der einfache Zuchtverſuch ohne alle weitere Apparate, wie er hier geſchildert wurde, bietet des Intereſſanten genug, um in der Zoologieſtunde einmal eingeleitet zu werden. Wie viel Gelegenheit bietet ſich dabei, um Fragen der Anpaſſung, der Zweckmäßigkeit ꝛc. zu erörtern! Der Schüler wird in Zukunft die belebte Natur mit ganz andern Augen anſehen. Aha, auch auf dieſem Gebiet läßt ſich experimentieren, nicht nur mit Elektriſiermaſchinen und chemiſchen Reagentien. Der eine Verſuch hat ihm das Verlangen geweckt, mehr zu erfahren. Er wiederholt ihn zu Hauſe, er beginnt auch mit andern Objekten: der Drang zur Beobachtung iſt erwacht, das Intereſſe iſt erwacht.

Würde es nicht jedermann wundern, einmal mit eigenen Augen zu verfolgen, wie Fliegen entſtehen, die Fliegen, die unſere Wohnräume mit uns teilen, die überall dabei ſind, wo es etwas zu naſchen gibt und ihre Mäuler zuerſt hineinſtecken, die Fliegen, die in der Übertragung anſteckender und gefährlicher Krankheiten eine ſo große, erſt vor kurzem erkannte Rolle ſpielen!

Hat man einmal angefangen, ernſtlich zu beobachten, entdeckt man immer mehr, und was in den Büchern ſteht, iſt oft grundfalſch. Wer mit eigenen Augen zu ſehen gelernt hat, ſieht am beſten. Glückauf zum Sehen!

Das Werden der Organismen.

Von Dr. Baum.

(Fortsetzung.)

II.

Die „Artzelle“ ist ein von Hertwig zuerst aufgestellter Terminus, durch den er eine reinliche Scheidung für viele Fragen eingeleitet hat. Entgegen allen neueren Versuchen, die sich z. T. an einzelne mehr philosophische Überlegungen wie z. B. von Nägeli, Wiener ꝛc., z. T. auch an Hoffnungen übereifriger Ultramikroskopiker anschlossen, die Zelle zu einem Komplex selbständiger lebender Elementareinheiten zu stempeln, stellt der Verfasser den Satz auf: „Die Zelle steht im Mittelpunkt der Zeugungslehre“; denn sie bildet das Band, welches in der Reihe der einander folgenden Generationen die einzelnen Glieder miteinander verbindet. Der naturgemäße Ausgangspunkt für eine Untersuchung über das Werden der Organismen, so schließt der Verfasser weiter, müssen daher die Fragen bilden, die sich auf das Wesen der Keimzelle beziehen. Demgemäß bespricht er die Forschungsresultate über die Organisation der Keimzellen auf Grund mikroskopischer Untersuchung, auf Grund des ontogenetischen Kausalgesetzes und auf Grund der Mendelforschung und endlich auf Grund der bei Erforschung des Befruchtungsprozesses der Ei- und Samenreife gewonnenen Vorstellungen.

In Bezug auf erstere haben wir vor allem zwei Fundamentalsätze: das Gesetz der Zellgenerationen oder der durch den Zellteilungsprozeß vermittelten Kontinuität der lebenden Substanz und das der Kontinuität der Kerngenerationen. Diesen gesellt sich der weitere wichtige Satz des Zahlengesetzes der Chromosomen zu, nach dem bei den Teilungen der Kerne stets die für die betr. Art typische Zahl der Chromosomen erhalten bleibt und zwar derart, daß die beiden aus dem Furchungsprozeß hervorgehenden Hälften äquivalent sind.

Im zweiten Teile legt der Verfasser seinen Untersuchungen das von ihm formulierte sog. ontogenetische Kausalgesetz zu Grunde, welches der Erfahrungstatsache Ausdruck gibt, daß aus einer bestimmten Keimzelle sich immer nur eine bestimmte Organismenart entwickelt. Allerdings müssen dazu eine Reihe von Bedingungen erfüllt sein, aber zwischen den Bedingungen und der „Anlage“ der Keimzelle besteht der fundamentale Unterschied, daß die Entwicklung eines Organismus in ihrer spezifischen Art einzig und allein durch die spezifische Organisation der Keimzelle bedingt ist. Die Keimzelle repräsentiert die Art. Die Entwicklung offenbart nur die für uns in der Zelle nicht erkennbare Anlage. „Hätten wir eine entsprechende Kenntnis der Keimzelle, so könnten wir auf dieser Grundlage wahrscheinlich sogar eine bessere Klassifikation der Organismen aufbauen, als es uns die Kenntnis der ausgebildeten Formen erlaubt.“ Wenn Hertwig dann bemerkt, daß man gleichwohl nicht selten „geleitet von der tendenziösen (!) Absicht, zu zeigen, wie sich die Entwicklung der Lebewesen aus einfachsten Anfängen

wiſſenſchaftlich begründen läßt" von der Zelle als einem „Klümpchen einfachen Plasmas" geſprochen habe (S. 74), es iſt das für uns nichts Neues, weder der Begriff (nicht der Name) der Artzelle [1]) noch die Zurückweiſung des „einfachen Plasmaklümpchens", aber wir wollen uns doch freuen, daß endlich auch von dieſer Seite her die „tendenziöſe Abſicht" der jahrelangen Irreführung gebrandmarkt wird.

Die Reſultate der beiden vorhergehenden Abſchnitte werden erhärtet und ergänzt durch die von Mendel begründete experimentelle Vererbungsforſchung, der der Verfaſſer einen verhältnismäßig breiten Raum widmet. Mit anerkennungswerter Objektivität, zu der man ſich in andern Werken oft nicht ſcheint aufſchwingen zu können, werden von Hertwig die Verdienſte des Brünner Auguſtiner-Chorherrn [2]) anerkannt! Das hier wichtige Reſultat dieſer Forſchung iſt, die Gleichwertigkeit der männlichen und weiblichen Keimzellen „als Erbträger" bei aller oft großen Verſchiedenheit. Nach überſichtlicher Darſtellung der Mendel-Regeln, denen der Verfaſſer noch eine Erörterung des Befruchtungsprozeſſes ſowie der Ovo- und Spermiogeneſe anfügt, zieht er den Schluß, daß in der Artzelle ein Organismus zu erblicken, der in ſo kleinem Raum wie in der Subſtanzmaſſe des winzigen Samenfadens eine ſolche Fülle von ſtofflichen Verſchiedenheiten und Leiſtungsmöglichkeiten oder Potenzen birgt, daß ſein Studium für die Biologie ein unerſchöpfliches, aber auch für unſere Forſchungsmittel ein kaum angreifbares zu nennen iſt." Wenn der Verfaſſer dann betont, daß im Entwicklungsprozeß die biologiſchen Verbindungen in der Hervorbringung der allerverſchiedenartigſten und kompliziertеſten Geſtaltungen Potenzen betätigen, denen der Chemiker in den Eigenſchaften ſeiner chemiſchen Verbindungen „auch nicht im Entfernteſten etwas Ähnliches an die Seite ſtellen" könne, und er drum mit Recht dieſe Verbindungen als „biologiſche" von den chemiſchen getrennt habe, ſo dürften ſeine Erörterungen aber auch das Ungenügende dartun, jene „biologiſche" Verbindung doch ſchließlich rein chemiſch-phyſikaliſch oder mechaniſch zu erklären.

Auf dem ſo feſtgelegten Begriff der Artzelle entwickelt Hertwig dann im 4. Kapitel die Prinzipien, nach denen aus der Artzelle die vielzelligen Organismen hervorgehen. Zuerſt tritt er mit Erfolg den Beweis an, daß die Zellteilung ſtets eine e r b g l e i c h e ſei, d. h. daß nicht nur die zur Fortpflanzung der Art aus der Keimzelle hervorgehenden, ſondern auch die ſogen. ſomatiſchen Zellen, die durch ihre Verbindung und Entwicklung die verſchiedenſten Organe bilden, die volle „Erbmaſſe der Art", alſo die ganze Arteigentümlichkeit erben. Zunächſt verweiſt er darauf, Beiſpiele aus der Reihe der Einzelligen, z. B. Schwärmſporen, die verſchiedenen Formen beim Generationswechſel der Hydromeduſen, Trematoden ꝛc. darlegend, daß die Zellen, obgleich ſie nachgewieſenermaßen aus derſelben Artzelle durch erbgleiche Teilung hervorgehen, doch in ihren äußeren Formen ein ſehr verſchiedenes Aus-

[1]) Man vergleiche z. B. nur Schill, Prinzipienlehre, S. 193 unt. 4. Paderborn 1895.

[2]) Von Hertwig irrtümlich als Dominikaner bezeichnet.

sehen bieten können. Die Tatsache, daß aus ihnen ja schließlich wieder die Form entsteht, aus der sie selbst als Keime abstammen, hat immer wieder bewiesen, daß „Art nur gleiche Art erzeugt". Gestützt auf diesen Erfahrungssatz ist von vorneherein auch die erbgleiche Teilung bei den Vielzelligen anzunehmen, für die aber der Verfasser noch eine Reihe Beweise beibringt, so die Tatsachen der vegetativen Vermehrung, der Regeneration, die Möglichkeit aus den ersten Furchungszellen durch Trennung je vollständig normale Embryonen heranzuzüchten ꝛc. Wenn somit „alle Zellen des Körpers durch erbgleiche Teilung aus dem befruchteten Ei entstehen", sagt der Verfasser, „und trotz später hervortretender äußerlicher Unterschiede mit dem Idioplasma der Art ausgestattet sind, dann kann man die vielzelligen Pflanzen und Tiere auch als die potenzierten Artzellen bezeichnen." Damit führt Hertwig neben dem Begriff der Anlage noch den der Potenzierung in die ursächliche Erklärung des Entwicklungsprozesses ein. Dadurch glaubt er einer Schwierigkeit zu entgehen, nämlich in die Organisation der Keimzelle alle Eigenschaften des fertigen Organismus hineinlegen zu müssen, während so viele z. B. die meisten morphologischen einfach die Folge der Potenzierung sind. Dem gegenüber betont dann der Verfasser, „daß durch die Potenzierung der Artzelle wirklich ganz neue Verhältnisse geschaffen werden", die sich eben als notwendige Folge der Zellteilung und der gegenseitigen Beeinflussung der im Verbande bleibenden Zellen ergeben.

Wir haben hier eine gewisse Verbindung von Präformation: „Die Anlage der Substanz der Artzelle, die nie im Leben der Art neugebildet wird, sondern durch erbgleiche Teilung von Generation zu Generation im wesentlichen unverändert weiter vererbt wird", mit der Epigenesis: Entwicklung durch Potenzierung.

Der Grund, oder besser gesagt das leitende Prinzip, das bei der Potenzierung aus den ursprünglich gleichartigen Embryonalzellen allmählich so verschiedene Gebilde hervorgehen läßt, ist das der Arbeitsteilung und Differenzierung. Unter bestimmten, z. T. äußeren, z. T. der Zellverbindung selbst eigentümlichen Bedingungen bilden sich infolge des Wachstums durch Zellteilung, das der Verfasser auch „formatives" Wachstum, im Gegensatz zum „Massenwachstum" nennt, gewisse Zellkomplexe zu bestimmten Funktionen aus, teilweise selbst unter Aufgabe anderer zum Leben notwendiger Funktionen, für die dann eben andere Zellkomplexe eintreten. Dabei geht die Arbeitsteilung so erstaunlich weit, daß gewisse Zellen nur ganz bestimmte Stoffe, z. B. zur Verdauung der Kohlehydrate, des Eiweiß ꝛc. abscheiden. Da dieser Arbeitsteilung im allgemeinen besondere Struckturen entsprechen, so ergibt sich eine weitgehende Differenzierung der Zellen resp. Gewebe.

Niemand wird verkennen wollen, daß die hier berührten, höchst interessanten Darlegungen des Verfassers wirklich beachtenswert und zu einem tieferen Eindringen in den Gegenstand ohne Zweifel geeignet sind, aber andererseits wird man das Gefühl nicht los, daß ihnen eigentlich der Schluß-

ſtein fehlt. Gewiß, die Keimzelle teilt ſich erbgleich in 2, 4, 8 uſw. Zellen, von denen jede losgelöſt einen vollſtändigen Organismus bilden kann. Sollte man nun nicht meinen, daß die Teilung einfach ſo weitergehe, die „Morula“ ſchließlich eine ungeheure Größe erreiche oder event. in eine Reihe Zellkomplexe zerfalle und die Teilung wieder weitergehe, oder aber, wenn nun einmal dieſen Zellen die Potenz zur Bildung beſtimmter Organe innewohnt, daß hier eine Zelle ein Ohr, dort eine ein Auge, jene ein Bein, dieſe eine Lunge ꝛc. anlege? Was hindert die doch erbgleichen Zellen dieſes zu tun, was treibt dazu, daß all dieſe verſchiedenen Organe nur an beſtimmten Stellen von beſtimmten Zellen des doch urſprünglich ſo homogenen Zellkomplexes anzulegen, was iſt der tiefſte Grund, daß die beſagte Arbeitsteilung und Differenzierung überhaupt entſteht. Was iſt übrigens früher, die Arbeitsteilung oder die Differenzierung? — Weder äußere Bedingungen, wenigſtens im allgemeinen, noch ſolche, die aus dem Zellverband entſpringen, können hier direkt maßgebend ſein, noch kann es endlich an der einzelnen Zelle liegen; das ganze Gebilde muß ſich doch, wenn man ſagen will, in jedem Stadium der Entwicklung als „*ein Ganzes fühlen*“, ſonſt bleibt doch nicht recht verſtändlich, warum nicht jede Zelle „auf eigene Fauſt“ Organe bildet, ſo weit es überhaupt der Platz geſtattet; der ganze Zellverband muß demnach unter einem Einheits- und Direktionsprinzip ſtehen, es muß ihm ein „Bauplan“ innerlich eingeprägt ſein, er muß, wenn ich ſo ſagen darf, von einer „Idee“ beherrſcht ſein, die in ihm wirkt und ſich verwirklicht. Eine noch ſo komplizierte Struktur leiſtet dies aber nicht, auch die Verſuche der Pſycho-Lamarkianer und Panpſychiſten nicht, noch die Mneme Semons oder andere derartige Hypotheſen, abgeſehen davon, daß die Tatſachen ihnen nicht nur nicht entſprechen, ſondern direkt widerſprechen.

Daß die hier aufgerollte und ſich jedem den Entwicklungsprozeß nur etwas verfolgenden Beobachter geradezu aufdrängende Frage nach dieſer Richtung hinausläuft, zeigt auch die weitere Auseinanderſetzung des Verfaſſers, indem er als weiteres Prinzip der Entwicklung das von Spencer aufgeſtellte der „phyſiologiſchen Integration“ heranzieht, das er wie folgt umſchreibt: „Als zugehörige Teile von einem höheren Ganzen werden die einzelnen Zellen außer von ihren eigenen Geſetzen, auch noch von den Geſetzen der ihnen übergeordneten, durch ihre Gemeinſchaft neugebildeten Lebenseinheit beherrſcht, oder in der mechaniſchen Ausdruckweiſe, ſie hangen ab von den neuen Syſtembedingungen, für die Reinke die Bezeichnung „Dominanten“ eingeführt hat.“ Hierzu iſt zu bemerken, daß die bloße Gemeinſchaft oder der Zuſammenhang der Zellen noch keine ſolche *Lebenseinheit*, wie ſie für die Entwicklung der Vielzelligen gefordert werden muß, zuſtande bringt. „Syſtemsbedingungen“, wie es die Dominanten Reinkes ſind, die ja im Grunde genommen ſich auch chemiſch-phyſikaliſch auflöſen laſſen (trotzdem gilt Reinke vielen als Vitaliſt!) geben eine ſolche Einheit, in der die Zellen nur jene Potenzen verwirklichen, die das künftige *Ganze* verlangt, nicht. Es iſt nach dem oben Geſagten drum wohl verſtändlich, daß Hertwig, obwohl er

gegen eine übertriebene Betonung der Zellen als „Bausteine“ polemisiert, doch Aussprüchen wie: „Ebenso wie das Wachstum der ganzen Pflanze und eines Organs derselben, ist auch das ihrer einzelnen Zellen das Resultat allgemeiner Gestaltungsgesetze“ (Sachs) oder: „Die Pflanze bildet die Zellen, nicht die Zellen die Pflanze“ (De Bary) oder: „Vergleichende Entwicklungsgeschichte belehrt uns auf Schritt und Tritt, daß der Organismus die Zellbildung beherrscht . . . . das Zellenmaterial zusammenhäuft und seine Bewegungen leitet und seine Organe formt, als ob die Zellen nicht existierten, oder als ob sie nur sozusagen in völliger Subordination unter seinem Willen existierten“ (Whitman) u. a. nicht beipflichtet und zur Betonung der Zelle die These aufstellt: „Die Artzellen haben für den Biologen dieselbe Bedeutung, wie für den Chemiker die Atome der chemischen Elemente,“ ein Satz, der mir durch die ganzen Ausführungen des Verfassers als nicht zutreffend erwiesen erscheint.

Als viertes Prinzip der Entwicklung schließlich stellt sich das der Korrelation oder Adaptation dar, das sich in den Ausdruck fassen läßt: „Die Entwicklung aus dem befruchteten Ei ist von ihren ersten Stadien an keine Mosaikarbeit, wie von einigen Forschern aus falschen Grundlagen in irrtümlicher Weise geschlossen worden ist, sondern beruht zu allen Zeiten auf der innigsten Zusammenwirkung der Zellen und der von ihnen gebildeten Zellkomplexe und Organanlagen.“ Wenn der Verfasser hinzufügt: „Die wunderbare Harmonie, die zwischen allen Organen und Geweben im ausgebildeten Zustande unter normalen Verhältnissen besteht, läßt sich in keiner andern Weise als durch korrelative Entwicklung begreifen,“ so ist dies mit andern Worten eine Bestätigung unserer obigen Forderung, daß sich in jedem Stadium der Entwicklung der Zellverband gewissermaßen als eine Einheit fühlt; die Korrelation ist der äußere Ausdruck und die Folge dieses „Erfaßtsein von einer Idee“, wie ich es nennen möchte.

Einem höchst aktuellen Thema ist sodann das fünfte Kapitel: „Die Umwertung des biogenetischen Grundgesetzes“ gewidmet. Mit dem über die Artzelle Gesagten ist eigentlich dem biogenetischen Grundgesetz, wenigstens in der Form der Häckel'schen „Rekapitulationstheorie“ der Boden entzogen. Von dieser sagt der Verfasser, daß „die biologische Literatur während 50 Jahren unter dem Banne dieser Vorstellungsweise gestanden“ und daß sie eine „noch größere Wirkung auf das lernbegierige Laienpublikum ausgeübt“ habe, ja daß ein „wissenschaftlich-religiöser (!) Glaube“ wachgerufen worden sei, der Naturforscher könnte daraus die wirklichen Abstammungsverhältnisse und Verwandtschaften der Organismen feststellen.

Selbstredend fällt es dem Verfasser nicht ein, die Tatsache bestreiten zu wollen, daß „vorübergehende Formzustände, welche die höheren Wirbeltiere während ihrer Entwicklung durchlaufen, eine gewisse, zuweilen recht auffällige Ähnlichkeit mit Gestaltungen haben, welche Vertreter von systematisch tiefer stehenden Tierklassen uns dauernd darbieten“, und er ist auch von der beschränkten Anwendbarkeit des biogenetischen Gesetzes überzeugt, aber die na-

mentlich durch Haeckel begonnene allgemeine Anwendung und darauf gegründeten Stammbäume lehnt er ab, „da von einer wirklichen Übereinstimmung zwischen den in Vergleich gestellten Objekten keine Rede sein kann“ (S. 216). So ist z. B. der beliebte Vergleich der Keimzelle als Rekapitulation der Einzelligen als Ausgangspunkt der Organismen überhaupt unhaltbar, denn sagt der Verfasser, „die beiden in Parallele gestellten Objekte sind ihrem Wesen nach ebenso verschieden, wie die ausgebildeten Organismen der Gegenwart von ihrem einzelligen Vorfahren“ und „die Keimzellen der gegenwärtigen Lebewesen und ihre einzelligen Vorfahren am Beginn der Stammesgeschichte . . . und nur, insofern sie unter den gemeinsamen Begriff der Zelle fallen, miteinander vergleichbar, im übrigen aber in ihrem eigentlichen Wesen als organisierte Naturobjekte so verschieden voneinander, daß man von einer Wiederholung der einzelligen Ahnenform durch die Entwicklung eines jetzt lebenden Organismus in keiner Weise sprechen kann.“

Die genauere Auffassung des Verfassers, inwieweit er dem Gesetze Geltung zuerkennt, wird man auch seinen folgenden Worten entnehmen: „Ebensowenig wie durch das Gastrulastadium eines Amphioxus ein Hydropolyp aus dem Stamme der Coelenteraten, wird durch den Säugetierembryo mit Schlundspalten eine kiemenatmende Dauerform aus der Klasse der Fische oder Amphibien rekapituliert. In dieser Feststellung liegt kein Widerspruch zu unserer Äußerung, daß man aus dem Auftreten von Kiemenspalten bei den Säugetierembryonen auf eine Kiemenatmung und ein Wasserleben der Vorfahren der Säugetierklasse schließen könne. Denn nicht dagegen wenden wir uns, daß die jetzt lebenden Tierarten von niedrigen organisierten Vorfahren unbekannter Art abstammen, sondern gegen das unbegründete Beweisverfahren, nach welchem diese hypothetischen Vorfahren in Stämme und Klassen des gegenwärtigen Tiersystems eingeordnet werden. (S. 220/21.) Diesen Sätzen wollen wir gleich noch einen aus dem 7. Kapitel, das im Übrigen dem Speziesbegriff gewidmet ist und viel des Interessanten enthält, anfügen: „Auf Grund des ontogenetischen Kausalgesetzes verliert der Streit, der über die größere oder geringere Ähnlichkeit einzelner Embryonalstadien von verschiedenen Wirbeltieren im Hinblick auf ihre Phylogenie geführt worden ist, von vorneherein seine prinzipielle Bedeutung, welche ihm beigelegt worden ist. Dann mögen gewisse embryonale Stadien des Menschen, eines Affen, eines tiefer stehenden Säugetiers oder gar eines Reptils sich äußerlich noch so ähnlich sehen, . . . so sind sie in ihren Artmerkmalen, . . . doch schon ebensosehr verschieden, wie im entwickelten Zustand. Die systematische Verwandtschaft ist hier wie dort genau dieselbe. Der menschliche Embryo steht dem Affenembryo nicht näher als der ausgewachsene Mensch irgend einer Affenspezies (S. 279/80).

(Schluß folgt.)

3. Jahrgang. Nr. 6. 30. August 1917.

Mittelschule

Beilage zur „Schweizer-Schule“

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

Inhalt: Neue Beziehung zwischen Luftdichte und Höhe. — Das Werden der Organismen. — Blütenbestäubung durch Schnecken. — Literatur.

Neue Beziehung zwischen Luftdichte und Höhe.

Von Fritz Fischli.

Die außergewöhnliche Entwicklung der praktischen Luftschiffahrt im Dienste der modernen Kriegsführung, des praktischen Lebens und des Sportes beweisen in glänzender Weise die Zweckmäßigkeit der im Laufe der letzten Jahrzehnte unternommenen wissenschaftlichen Untersuchungen der freien Atmosphäre. Wie einerseits die ausübende Luftschiffahrt der theoretischen Erforschung der obern Luftschichten, d. h. der Aerologie oder Physik der freien Atmosphäre, zur Durchführung ihrer Experimente mechanische Hilfsmittel verschaffen muß, so tragen anderseits die erhaltenen Beobachtungsergebnisse und an sich selbst schon wissenswerten Resultate über das physikalische Verhalten des Luftmeeres mächtig zur mathematischen Lösung der schwierigen Probleme der Luftschiffahrt bei.

Oft, besonders bei Hochdruck und Ostwinden im Winter, treten sofort über dem Boden, durch Nebel und gewisse Wolkenformen hindurch oder über denselben, Temperaturumkehrungen auf. Von diesen haben in wissenschaftlicher Beziehung besonders die sogenannten „obern“ Inversionen in zirka 10 km Höhe überrascht. Obwohl bei der ersten Ankündigung derselben durch den französischen Gelehrten Léon Teisserenc de Bort fast alle Fachleute an der Existenz dieser regelmäßig festgestellten Inversion zu zweifeln schienen, hat es nachträglich doch Beweise für die Notwendigkeit des Eintreffens derselben — und dies auch von seiten der anfänglichen Zweifler — „geregnet“. Für die ausübende Luftschiffahrt ist besonders die Kenntnis der Luftbewegungen in der freien Vertikalen, nämlich der oft sehr gefährlichen Vertikalströmungen, der häufig stürmischen Winde in der Höhe oder einzelnen Höhenschichten oder im Bereiche der Gewitterwolken von größter Bedeutung. Bei Windstille am Boden — in der Tiefe — herrschen in gewissen Höhenschichten oft stürmische Winde, während anderseits bei stürmischen Winden in der Tiefe — besonders bei Ostwinden und Hochdruck im Osten und Nordosten Europas — in einiger Erhebung fast gänzliche Windstille eintritt. Für die Winde der obern Luftschichten sind 40 bis 60 m Sekundengeschwindigkeit noch gar nicht

so selten — ich habe aus photogrammetrischen Experimenten vom 18. März (6^h, pm) 1897 für eine Ci-Cu-Wolke in 9500 m Höhe eine horizontale Fortpflanzungsgeschwindigkeit von über 80 Sekundenmetern berechnet. Die Temperaturumkehrungen scheinen dem Umstande zu widersprechen, daß zur Ausdehnung der Luft mit der Höhe Wärmeverbrauch stattfindet und daher die Temperatur mit zunehmender Erhebung fortgesetzt abnehmen müsse. So führen die Formel

$$\frac{h}{J} \cdot \frac{1}{Cp} = \frac{h}{424} \cdot \frac{1}{0{,}2375} = 273$$

und die von „W. Von Bezold" zur Berechnung der Endtemperatur in der freien Atmosphäre aufgestellte Beziehung

$$\frac{273 + t}{273 + t_0} = \left\{\frac{p}{p_0}\right\}^{\frac{Cp - Cv}{Cp}} = \left\{\frac{p}{p_0}\right\}^{\frac{0{,}2375 - 0{,}1696}{0{,}2375}}$$

auf fortgesetzt adiabatische vertikale Temperaturabnahme und bei einer Bodentemperatur $t_0 = 0^0$ auf eine vertikale Mächtigkeit des Luftmeeres von nur 27300 m. Dieses Ergebnis widerspricht der Erfahrung: abgesehen von andern untrüglichen Beweisen sollen unbemannte Sondierballone schon ca. 35000 m erreicht haben. Sicher ist auch, daß in ca. 50 km Höhe der Luftdruck kaum noch $^1/_4$ bis $^1/_2$ mm beträgt und sich die weitere Druckabnahme mit zunehmender Erhebung sich sehr langsam vollzieht. Daraus geht hervor, daß die vertikale Temperaturabnahme nicht in der bis ca. 8 bis 10 km Höhe festgesetzten Größe fortschreiten kann und, was hieraus empirisch bewiesen wird, verminderte Abnahme oder gar Umkehr der Temperatur in gewisser Höhe eintreten muß. Die Ausdehnung der Luft mit der Höhe vollzieht sich unter Verbrauch vorhandener oder dem Einfluß direkt oder indirekt zugeführten Wärme. Die thermalen Störungen können durch andere physikalische Vorgänge, wie Kondensation des Wasserdampfes zu Wolken und Niederschlag, Bodenstrahlung, unregelmäßige Reflexion und Refraktion der Sonnenstrahlen usw. bewirkt werden. Die physikalischen Bedingungen für eingeschlossene und freie Gase sind auch nicht absolut dieselben. Die Luft will sich infolge der Expansivkraft von der Erde, an die sie durch die Anziehungskraft gebunden ist, entfernen. Tiefe Temperatur vermehrt die Luftdichte, die Anziehungskraft der Erde vermehrt ebenfalls die Luftdichte am Boden und in den untern Luftschichten, folglich muß sie auch auf die Luft einen erkältenden Einfluß ausüben.

Bei meinen Untersuchungen über Gewicht und Volumen der Ballone im Zusammenhang mit der dabei möglichen Steighöhe bin ich auf eine Beziehung zwischen Luftdichte und Höhe gestoßen, die vorläufig hier entwickelt und bewiesen werden soll.

Bekanntlich nimmt, von der Erde aufsteigend, die Dichte der Luft ab; mit dieser Abnahme der Dichte geht dabei parallel Abnahme des Druckes und — gewöhnlich und bis zu einer gewissen Grenze — Sinken der Temperatur. Die Luftdichte ist in erster Linie durch diese Hauptfaktoren — Druck und Temperatur — bedingt.

In der Gleichung

(1) $$\frac{p_0}{p} = \frac{D_0\,(1+\alpha t_0)}{D\,(1+\alpha t)} = \frac{D_0\,(273+t_0)}{D\,(273+t)}$$

die das Gay-Luſſac-Bayle-Mariotte'ſche Gasgeſetz darſtellt, ſeien p_0 t_0 D_0 die Beobachtungen für Luftdruck, Temperatur und Dichte am Boden, p t D dieſelben in vorläufig beliebiger Höhe. Setzen wir $t_0 = 0^0$ und laſſen t mit zunehmender Erhebung bis zum abſoluten Nullpunkt $t = -273^0$ fortgeſetzt abnehmen, ſo erhalten wir:

$$D = \frac{p\,D_0}{p_0\,(1+\alpha t)} = \frac{0}{0} = \begin{cases} \text{abſolut } 0 \\ \text{oder unbeſtimmt.} \end{cases}$$

Um ſich für $D = 0$ zu entſcheiden, bedenke man nur, daß ein Stoff von abſoluter Gewichtsloſigkeit oder gar negativem Gewicht undenkbar iſt: hier müßte alſo notwendigerweiſe die obere Grenze der Atmoſphäre erreicht ſein. Dabei iſt zu beachten, daß mit zunehmender Höhe die ſchwerern Gaſe ſich aus dem die Luft bildenden Gasgemiſch immer mehr ausſcheiden und daß nach neuern Unterſuchungen in den obern Luftſchichten Gaſe vorkommen, von denen in den geringern Höhen keine Spuren zu treffen ſind.

Nähme die Temperatur mit der Höhe fortwährend zu, wobei doch die Luftdichte in der Vertikalen abnimmt, würde durch die Temperaturerhöhung die Luft ausgedehnt und daher die Dichte bis zu einer gewiſſen Höhe und einem gewiſſen Grade noch kleiner, aber gerade wegen des Einfluſſes der Temperatur niemals 0, alſo würde auch p niemals 0 werden. Bei ſtarker vertikaler Temperaturabnahme wird in den untern und mittelhohen Luftſchichten die Luftdichte an ſich vergrößert, aber gleichzeitig die Abnahme der überlagernden Luftmaſſe beſchleunigt; durch hohe Temperatur am Boden und geringe vertikale Temperaturabnahme wird die Luft ausgedehnt und daher deren Dichte bis in gewiſſe Höhen verringert, die Abnahme der überlagernden Luftmenge mit zunehmender Höhe aber verzögert. In jenen Höhen, in denen bei vorausgeſetzt fortlaufender vertikaler Temperaturabnahme die obere abſolute Grenze der Atmoſphäre erreicht ſein würde, wäre bei mit der Höhe gleichbleibender oder zunehmender Temperatur weder p noch D gleich 0 geworden. Tiefe Temperatur am Boden und ſchnell abnehmende Temperatur in der Vertikalen konzentrieren die Luft in den untern Luftſchichten und vermindern die Luftdichte in bedeutender Höhe durch die mit zunehmender Erhebung beſchleunigte Abnahme der überlagernden Luftmenge und der Verdichtung der Luft nach unten. Verminderte vertikale Temperaturabnahme — und noch mehr gleichbleibende oder zunehmende Temperatur — ſtößt die Luft infolge ihrer wegen der Ausdehnung aufwärtsſtrebenden Kompenente nach oben und verurſacht ſo größere Luftdichte in den obern Luftſchichten.

Bei homogener Dichte der Luft mit der Höhe, wobei die Temperatur für je 29,3 m um 1° fallen muß, iſt die vertikale Mächtigkeit der Atmoſphäre bei $t_0 = 0^0$ gleich $29{,}3 \times 27 = 8000$ m (abgerundet), was aus der bekannten Höhenformel von Laplace

(2) $$h = 33{,}7\,(546 + t_0 + t)\,\log^*\frac{p_0}{p} = 14{,}65\,(546 + t_0 + t)\,\mathrm{Log}^*\frac{p_0}{p}$$

* „log" bedeutet den künſtlichen Logarithmus inbezug auf die Baſis 10, „Log" aber den natürlichen Logarithmus inbezug auf die Baſis e = 2.71828.

und der daraus abgeleiteten Formel

(2a) $$h_1 = R\ (273 + t_0)$$

hervorgeht, wobei h_1 die vertikale Mächtigkeit der Luft bei homogener Dichte bedeutet. Setzt man hierin $t_0 = -273^0$, so wird $h_1 = 0$, d. h. die die Erde umgebende Luftschicht wäre von unendlich großer Dichte, aber unendlich kleiner Dicke. Würde über der ganzen Erde die Bodentemperatur überall gleichzeitig und gleichwertig ändern, so müßte die Luftdichte bei zunehmendem t_0 und daher zunehmender vertikaler Dicke der Luft kleiner, bei sinkender Bodentemperatur und daher abnehmender Mächtigkeit aber größer werden. Am Boden würde die gesamte Luftmenge gleichmäßig verteilt, jedem höher gelegenen Niveau aber im ersten Falle wegen der Ausdehnung der Luft durch Wärme eine größere, im zweiten Falle aber wegen der Zusammenziehung bei Abkühlung eine kleinere Luftmasse überlagern. Daraus folgt, daß in der Höhe in warmen Luftschichten der Luftdruck relativ steigen, in kalten jedoch relativ fallen muß. Setzen wir weiter voraus, daß, wie es ja in der freien Natur immer vorkommt, die Temperatur am Boden unregelmäßig ändere, dann muß über der tiefern Temperatur eine Abnahme, über der höhern aber eine Zunahme der vertikalen Mächtigkeit der Atmosphäre und ein Abfließen der Luft an der obern Grenze von der höhern zur tiefern Temperatur eintreten. Dem Boden mit tieferer Temperatur muß dann eine größere Luftmenge überlagern, als dem Boden mit höherer Temperatur. Hieraus ist der Schluß zu ziehen, daß unter der warmen Luftsäule der Luftdruck fallen, unter der kalten aber steigen muß. Dies erklärt, warum z. B. in Petrograd im Winter bei sehr großer Kälte in den untersten Luftschichten Temperaturumkehrungen von 20 bis 30°, in gewissen Landstrichen Sibiriens und andern polaren Gegenden wahrscheinlich noch viel umfangreichere Inversionen — vielleicht bis 50° und mehr — vorkommen. Diese dort vorkommenden Perioden großer Kälte müssen von außergewöhnlich hohem Luftdruck begleitet sein, Sibirien und das nördliche und kontinentale Rußland Centren maximaler Druckgebiete bilden. Anderseits verschafft der Golfstrom den norwegischen Küsten zahlreiche Wintergewitter und verhältnismäßig milde Winter. Die Diskussion der Gleichung $h_1 = R\ (273 + t_0)$ führt daher zu dem aerologischen Gesetz, daß einer warmen Luftsäule Druckfall und einer kalten Druckanstieg am Boden folgt oder daß der Übergang von Hoch- zu Tiefdruck gewöhnlich durch eine warme Luftsäule, von Tief- zu Hochdruck durch eine kalte Luftsäule geht. Dabei ist jedoch zu unterscheiden, ob die warme Luftsäule in einer ausgedehnten Temperaturinversion oder in einer allgemeinen weit hinaufreichenden starken Durchwärmung der Luftsäule besteht.

Setzen wir nun in Gleichung (1) $t_0 = 0^0$, D_0 = dem Gewichte der von einem gefüllten Ballon gegebenen Volumens am Meeresniveau verdrängten Luftmasse, D gleich dem Gewicht G des Ballons und der angehängten Instrumente: der Ballon muß dann, wenn die Füllung als gewichtslos betrachtet wird, so hoch steigen, bis das Gewicht des Ballons gleich dem Gewicht der verdrängten Luftmasse geworden ist. Jeder Änderung von t folgt

Gewicht d. Ballons D = G	Erreichte Höhen bei einer Temperatur t in der Höhe von: t = 20°	0°	−10°	−20°	−30°	−40°	−50°	−60°	−70°	−80°	−90°	−100°	$\frac{D_0}{D}$	$\frac{V_0}{D}$	$\frac{h}{h_1}$ approx.
40 kg	3176 m	3629	3856	4083	4310	4540	4767	4997	5231	5467	5708	5948	1,575	1,22	—
20 „	8915	9166	9291	9417	9543	9671	9798	9927	10059	10093	10321	10471	3,15	2,435	—
10 „	14656 <	14703 <	14727 <	14751 <	14776 <	14808 <	14828 <	14856 <	14886 <	14919 <	14956 <	14994	6,3	4,87	—
8,4 „	16099	16094	16094	16093	16092	16093	16093	16096	16100	16107	16119	16131	7,5	5,8	2,01
8,3 „	16198	16191	16188	16185	16182	16180	16180	16181	16183	16189	16200	16210	7,59	4,87	2,025
7 „	17610 >	17552 >	17525 >	17497 >	17469 >	17444 >	17416 >	17393 >	17370 >	17351 >	17336 >	17322	9,0	6,96	—
5 „	20395	20240	20162	20086	20009	19934	19858	19785	19713	19599	19558	19517	12,6	9,74	—

Hiebei sei bemerkt, daß bei der Höhenrechnung 10 mm Luftdruck durch 3,6° Temperatur kompensiert werden.

bei derselben Dichte eine Änderung von p. Betrachtet man die so berechneten zusammengehörigen Wertepaare als gleichzeitige Beobachtungen aus der freien Atmosphäre, so erhält man durch Anwendung von Gleichung (2) die zugehörigen Höhen. Diese Formel (2) ist nur streng gültig, wenn im betrachteten Höhenintervall die Temperatur als konstant angenommen wird, d. h. man führt eine mittlere Temperatur $t_m = \frac{t_0 + t}{2}$ ein: der so begangene Fehler ist in ziemlich weiten Grenzen verhältnismäßig klein, so daß praktisch zur Durchführung der barometrischen Höhenrechnung fast ausschließlich die angegebene Laplace'sche Formel angewendet wird. Die übrigen Größen der genauen Formel können in Anbetracht des geringen Einflusses derselben gut vernachlässigt werden.

Nebenstehende Tabelle gibt die berechneten möglichen Höhen, erreicht von einem Ballon unveränderlichen Volumens aber vorausgesetztem veränderlichen Gewicht, wenn $p_0 = 760$ mm und $t_0 = 0°$ gesetzt wird. Durchmesser des Ballons = 4 m; Volumen = 48,7 m^3; verdrängte Luftmasse am Boden = D_0 = 63 kg.

Die Zahlen dieser kleinen Tabelle beweisen, daß in den untern Luftschichten die Linien gleicher Dichte von der warmen zur kalten, über einer gewissen Erhebung aber von der kalten zur warmen Temperatur ansteigen. Bei dem Verhältnis $\frac{D_0}{D} = 7{,}5$ nähert sich diese Linie gleicher Dichte für die in der Natur vorkommenden Fälle der horizontalen Lage; ihre Höhe, die wir nun endgültig mit H bezeichnen wollen, ist approximativ doppelt so groß, als die vertikale Mächtigkeit der Luft bei homogener Dichte. Die Höhe H der Umkehrschicht, in der die Linien gleicher Dichte bei ihrer Drehung um die horizontale Lage die Richtung ändern, ist also annähernd durch folgende Gleichung bestimmt:

$$H = 2h_1 = 2 \cdot 29{,}3\ (273 + t_0) = 2RT_0$$

Ersetzt man in der Gleichung (1) $\frac{D_0}{D}$ durch bestimmte Verhältnisse (z. B. $\frac{D_0}{D} = 2; 4; 6; 8; \ldots$ usw.), so ergibt sich dasselbe Resultat. Vorstehende Beziehung für H zeigt übrigens, daß sich diese Höhe mit der Temperatur am Boden verschiebt und zwar pro 1° um 2 R = 58,6 m.

Setzen wir nun in den Gleichungen (1) und (2)

$$273 + t_0 = T_0;\ 273 + t = T;\ \frac{D_0}{D} = \delta,$$

dann erhalten dieselben folgende Form:

(1a) $$\frac{p_0}{p} = \frac{\delta T}{T}$$

(2a) $$h = 33{,}7\ (T_0 + T) \log \frac{\delta T_0}{T} = 14{,}65\ (T_0 + T)\ \mathrm{Log} \frac{\delta T_0}{T}$$

Ist dabei δ klein, d. h. zuerst wenig größer als 1 und δ_1 ziemlich groß, z. B. zuerst größer als 10, so bestehen ohne weiteres folgende Beziehungen:

$$\left\{\begin{array}{l} (3)\quad (T_0 + T + a) \log \frac{\delta T_0}{T+a} < (T_0 + T) \log \frac{\delta T_0}{T} < (T_0 + T - a) \log \frac{\delta T_0}{T-a} \\ (3a)\quad (T_0 + T + a) \log \frac{\delta_1 T_0}{T+a} > (T_0 + T) \log \frac{\delta_1 T_0}{T} > (T_0 + T - a) \log \frac{\delta_1 T_0}{T-a} \end{array}\right.$$

Die Art des Logarithmus bleibt hier gleichgültig. Übrigens ist:

$$\log X = 0{,}43429448\ \mathrm{Log}\ X \qquad \mathrm{Log}\ X = 2{,}30259\ \log X$$

Hiebei soll a eine kleine Zunahme respektive Abnahme der Temperatur t in der Höhe bedeuten.

Beziehung (3) gibt für δ eine von der hohen zur tiefen, (3a) für δ_1 eine von der tiefen zur hohen Temperatur ansteigende Linie. Wird δ größer, muß die zugehörigen Curve für δ steigen, horizontaler werden und dann entgegengesetzte Neigung annehmen; wird δ_1 kleiner, fällt die zugehörige Curve, wird auch horizontaler werden und dann entgegengesetzte Richtung annehmen. Bei der entgegengesetzten Verschiebung mit der Höhe und Drehung um die horizontale Lage müssen sich die beiden Curven einmal kreuzen oder decken, wobei $\delta = \delta_1$ wird. (3) und (3a) liefern dann für diesen Wert δ^* von δ folgende Gleichungen:

$$(4)\quad \left\{\begin{array}{ll} (\alpha) & \log \delta_1^* = \frac{1}{a}\left[(T_0 + T) \log \frac{T}{T-a} + a \log \frac{T-a}{T_0}\right] \\ (\beta) & \log \delta_2^* = \frac{1}{a}\left[(T_0 + T) \log \frac{T+a}{T} + a \log \frac{T+a}{T_0}\right] \\ (\gamma) & \log \delta_m^* = \frac{1}{2a}\left[(T_0 + T) \log \frac{T+a}{T-a} + a \log \frac{T^2-a^2}{T_0^2}\right] \end{array}\right.$$

Wird endlich a sehr klein — kleiner als 1 — angenommen, kann a^2 als verhältnismäßig kleine Größe vernachlässigt werden; (γ) wird dann:

$$(\gamma_1)\quad \log \delta_m^* = \frac{1}{2a}\left[(T_0 + T) \log \frac{T+a}{T-a} + a \log \left\{\frac{T}{T_0}\right\}^2\right]$$

Aus den 3 Gleichungen (4) ergibt sich für δ^* ein kleiner Unterschied, der teilweise von der ungenügenden Genauigkeit der fünfstelligen Logarithmen

herrührt und andernteils beweist, daß die Umkehrschicht nicht durch eine absolute Gerade dargestellt werden kann. Von gewissen phantastischen, teilweise auch veröffentlichten Temperaturangaben abgesehen, gehen keine von allen bis jetzt gefundenen diesbezüglichen zuverlässigen Beobachtungen aus den obern Schichten der freien Atmosphäre unter — 75° hinab und für die wirklich in Betracht fallende Temperaturamplitude könnte die Curve für δ^* doch fast als Gerade aufgefaßt werden. Eigentlich sollte sich auch T berechnen lassen, man stößt aber auf eine transszendente Gleichung, die nur durch die Regula-falsi, d. h. durch Probieren lösbar ist. Führt man Gleichung (4,γ) in (2) ein, so erhält man für $h^* = H$ und $\frac{H}{h}$:

$$(5)\quad \begin{cases} H = \dfrac{33{,}7\ (T_0 + T)}{2a} \left[(T_0 + T) \log \dfrac{T+a}{T-a} + a \log \dfrac{T^2 - a^2}{T^2} \right] \\ \dfrac{H}{h_1} = \dfrac{33{,}7\ (T_0 + T)}{2a\ .\ R\,T_0} \left[(T_0 + T) \log \dfrac{T+a}{T-a} + a \log \dfrac{T^2 - a^2}{T^2} \right] \end{cases}$$

Und a kleiner als 1, — **am besten = 0,5°** —, eingeführt, kann das zweite Glied in der Klammer als sehr klein vernachlässigt werden und man erhält:

$$(5a)\quad \begin{cases} \log \delta^* = (T_0 + T) \log \dfrac{T+a}{T-a} + \dfrac{1}{2} \log \left(\dfrac{T}{T_0} \right)^2 \\ H = 33{,}7\ (T_0 + T)^2 \log \dfrac{T+a}{T-a} \\ \dfrac{H}{h_1} = \dfrac{33{,}7\ (T_0 + T)^2}{29{,}3\ T_0} \log \dfrac{T+a}{T-a} \end{cases}$$

Ist $t_0 = t = 0$, so ist $\delta^* = 7{,}389$; $h_1 = 8000$ m; $H = 2h_1 = 16000$ m; $\frac{H}{h} = 2$; ist $T_0 = T$, so ist

$$(5b)\quad \begin{cases} H = 33{,}7\ .\ 4\,T_0^2 \log \dfrac{T_0 + a}{T_0 - a} = 134{,}8\ T_0^2 \log \dfrac{T_0 + a}{T_0 - a} \\ \dfrac{H}{h_1} = 1{,}151295\ .\ 4\,T_0 \log \dfrac{T_0 + a}{T_0 - a} = 4{,}60518\ T_0 \log \dfrac{T_0 + a}{T_0 - a} \\ \log \delta^* = 2\,T_0 \log \dfrac{T_0 + a}{T_0 - a} \end{cases}$$

Allgemeines Beispiel: $t_0 = 20°$; $t = -60°$; $a = \mp 0{,}5°$; $T_0 = 293$; $T = 213$, $T_0 + T = 506$

$\left.\begin{matrix} \delta_1^* = 7{,}8482 \\ \delta_2^* = 7{,}8114 \end{matrix}\right\}$ $\delta_m^* = 7{,}8298$; $h_1 = 8585$ m; $H = 17602$ m; $\frac{H}{h_1} = 2{,}05$

Diese Resultate stimmen mit den empirisch erhaltenen Ergebnissen recht gut überein.

Setzen wir nun unter Beibehaltung der früheren Bedingungen:

$$T_0 + T = T_2;\ \log \frac{\delta T_0}{T} = l;\ \log \frac{\delta T_0}{T-a} = l + dl;\ \log \frac{\delta T_0}{T+a} = l - dl_1$$

$$\log \frac{\delta_1 T_0}{T} = l_1;\ \log \frac{\delta_1 T_0}{T-a} = l_1 + dl;\ \log \frac{\delta_1 T_0}{T+a} = l_1 - dl_1$$

Führt man dies in (3) in (3a) ein, erhält man folgende Ungleichungen:

$T_0 l < (T_0 - a)(l + dl)$ $\qquad$ $T_0 l > (T_0 + a)(l - dl_1)$

$T_0 l_1 > (T_0 - a)(l_1 + dl)$ $\qquad$ $T_0 l_1 < (T_0 + a)(l_1 - dl_1)$

und daraus:

$$al \begin{cases} (T_0 - a)\, dl \\ (T_0 + a)\, dl_1 \end{cases} \qquad al_1 \begin{cases} (T_0 - a)\, dl \\ (T_0 + a)\, dl_1 \end{cases}$$

Wird δ größer und δ_1 kleiner, bis $\delta = \delta_1 = \delta^*$ ist, so erhalten wir wieder als Beweis das Endresultat:

$$al = al_1 = \begin{cases} (T_0 - a)\, dl \\ (T_0 + a)\, dl_1 \end{cases} \qquad (T_0 - a)\, dl = (T_0 + a)\, dl_1$$

Wir können daher schon jetzt den Satz formulieren:

„Die Temperatur als lineare Funktion der Höhe vorausgesetzt, gibt es zu jeder Temperatur t_0 am Boden eine andere, bei allen in der Natur wirklich vorkommenden Fällen (von theoretisch möglichen extremen Fällen, die vielleicht in der freien Atmosphäre und nur für kurze Zeit höchstens in polaren oder equatorialen Gegenden vorkommen, sei vorläufig hier abgesehen) sich einer konstanten nähernde Höhe von approximativ doppelter Mächtigkeit der Luftschicht bei vorausgesetzt fortgesetzt gleichbleibender Dichte, in welcher Höhe die Luftdichte zu der am Boden ein Verhältnis bildet, das sich in den in der Natur vorkommenden Temperaturgrenzen zwischen den Grenzen $\frac{D_0}{D} = 7{,}3$ bis $7{,}9$ bewegt. Unter dieser mit H bezeichneten Höhe, die als Umkehrschicht eine besondere Rolle spielt, ist in jeweilen gleicher Erhebung die Luftdichte in der tiefern Temperatur — oder bei größerer vertikaler Temperaturabnahme — größer als in der höhern Temperatur — oder bei geringerer vertikaler Abnahme oder gar Zunahme der Temperatur mit der Höhe —, während über der fraglichen Höhe H das Gegenteil eintrifft. In der Höhe H nehmen also die Linien gleicher Luftdichte, Isodoten genannt, indem sie sich um die horizontale Lage drehen, entgegengesetzte Neigung an." (Schluß folgt.)

Das Werden der Organismen.

Von Dr. Baum.

III.

Das 8. und 9. Kapitel ist der Frage nach der Konstanz der Arten gewidmet. Da die Entwicklung der Individuen durch zwei Faktoren bestimmt wird, nämlich die innere Anlage und die äußeren Bedingungen, so ist eine Änderung des Organismus auf zwei Wegen möglich. Wird bei der Entwicklung das Wesen der Artzelle nicht verändert, wobei die äußere Form der Lebewesen immerhin eine andere sein kann, so wird die Änderung offenbar nach allem Gesagten nicht erblich sein, im andern Falle dagegen ist sie erblich. Man hat für alle diese Änderungen unterschiedslos das Wort „Variabilität", „Variation" angewandt und damit die Bedeutung dieses Wortes selbst durchaus variabel gemacht. Der Verfasser schlägt nun vor, die Änderungen erster Art, die auf dem Vermögen der Artzelle beruhen, beim Wechsel der Entwicklungsbedingungen in verschiedener nur ihr eigentümlicher Weise durch veränderte Gestaltsbildungen zu reagieren, als „Variabilität" zu bezeichnen, die Endproduckte sind „Varianten" oder „Modifikationen", während alle Veränderungen der Artzelle, die also erblich sind, „Mutationen", die Endprodukte „Mutanten" heißen sollen.

Eine Fortentwicklung der Arten ist demnach nur durch Mutabilität der Artzelle möglich. Nach diesen begrifflichen Festlegungen, deren strikte Durchführbarkeit dahingestellt sein mag, bespricht der Verfasser eingehend die verschiedenen Arten der Variabilität, wie Geschlechts- und Saison-, Standorts- und Kultur-Variationen, fluktuierende und monströse Varianten, auf welche höchst interessanten Ausführungen hier nicht näher eingegangen werden kann. Die Mutation behandelt dann das 9. Kapitel. H. unterscheidet hier die Mutation durch Bastardierung, also auf geschlechtlichem Wege, und Mutation durch Neuerwerb, Latentwerden oder Verlust von Erbeinheiten (Genen).

Die letztere Gruppe umfaßt also die Fälle, die de Vries bei Aufstellung seiner Mutationstheorie im Auge hatte. Es werden dann ausführlich eine Reihe von Mutationen im Pflanzenreich z. B. bei Chrysanthemum segetum (gefüllte Blüten), Linaria (Pelorie) und der bekannten Oenothera, sowie im Tierreich (Coloradokäfer, Bärenspinner ꝛc.) besprochen. Etwas auffallend ist es, daß der Verfasser all diese Fälle ohne Kritik als Tatsachen hinzunehmen scheint, wo schon rein theoretisch betrachtet eine solche Kritik sich doch aufdrängt und auch schon Zweifel laut geworden sind. So ist es z. B. noch gar nicht festgestellt, daß die Versuchspflanze von de Vries nicht ein Bastard gewesen, so daß seine „Mutanten" tatsächlich als Bastardvariationen zu bezeichnen wären.

Im Übrigen haben sich auch monströse „Variationen" als erblich erwiesen. Wenn zudem das „Erblich sein" einer Veränderung gleich einer Änderung im Wesen der Artzelle zu setzen, so muß man doch erwarten, daß alle Nachkommen dieser Artzelle unter normalen Verhältnissen die Veränderung

zeigen, was wiederum nicht immer der Fall ist. Es ist jedenfalls bemerkenswert, daß die Veränderungen meistens durch günstigere Ernährungsbedingungen hervorgerufen werden, und da scheint für solche Fälle mir eine andere Erklärung naheliegend. Nach H. selbst, ist die Entwicklung eine Art Epigenesis, es muß nicht alles, was der fertige Organismus zeigt, in der Keimzelle als Anlage vorhanden sein, ja die meisten morphologischen Eigenheiten ergeben sich aus dem Zusammenhang der Zellen. Je nach dem Grad dieses Zusammenhanges, der ja wohl gerade durch verschiedene Ernährung beeinflußt werden kann, könnten sich die „Potenzen" der von Hause aus artgleichen Zellen, verschieden geltend machen. Ähnlich könnten die Verhältnisse bei den „Mutationen" der Coloradokäfer und Schmetterlingen liegen, bloßer Albinismus oder Farbenänderung ist doch wohl noch nicht ohne Weiteres als Änderung der Keimzelle zu deuten, ebensowenig wie Chlorose bei Pflanzen. Bei den von Darwin berichteten Fällen hätte die Kritik erst recht ihre Zuverlässigkeit dartun müssen.

Der Gegenstand des 4. Kapitels, Abhängigkeit der Entwicklung der Keimzelle von äußeren Bedingungen wird gewissermaßen weitergeführt im 10. und 11. Kapitel: Stellung der Organismen im Mechanismus der Natur; indem das erstere die Anpassung der Organismen an die leblose Natur, das zweite die der Organismen an einander (Symbiose, Tierstöcke und -Staaten, Mimikry) behandelt. Aus dem Zusammenhang zu schließen, steht der Verfasser in der Mimikry-Frage nicht auf dem Standpunkte so mancher Neuerer, die von allem, was man früher hierhin zählte, keine Spur mehr gelten lassen wollen. Daß man in diesem Punkte übertrieben hat und eine reine Mimikry-Epidemie herrschte, die hie und da noch nicht erloschen scheint, ist ja zuzugeben, aber man muß doch nicht aus einem Extrem ins andere fallen. H. glaubt die Mimikry auf einen psychischen Faktor zurückführen zu sollen; die Ähnlichkeit ist indes nach ihm ohne Zusammenhang mit der Nützlichkeit entstanden und wird nachträglich erst durch den Instinkt der Tiere ausgenützt.

Jeder, der zum Entwicklungsproblem der Arten Stellung nehmen will, muß sich aber noch mit einer seit langem heiß umstrittenen Frage abfinden, der nach der Vererbbarkeit erworbener Eigenschaften. Der Verfasser hat sich durch Aufstellung der Artzelle in Verbindung mit dem ontogenetischen Kausalgesetz im Grunde schon in dieser Frage entschieden; denn alle Veränderungen würden ja für die Nachkommen zu nichts weiter führen, wenn nicht gewisse Änderungen auch auf die vom Organismus gebildeten Ei- bezw. Keimzellen sich geltend machen könnten und würden. Der Wichtigkeit der Frage entsprechend, sind ihr zwei Kapitel, (12 u. 13) gewidmet. Der Verfasser sagt mit Recht, daß der Streit in vieler Beziehung recht unfruchtbar geworden ist, wofür er namentlich Weismann verantwortlich macht, der durch seine Keimplasma- und Germinabselektionshypothese „Die Vererbungslehre während mehrerer Jahrzehnte in ein Netzwerk verstrickt" habe.

Um möglichst vorsichtig vorzugehen, legt er zuerst die Fragestellung fest, was mit folgender Begriffsbestimmung geschieht: „Wenn irgendein . . .

Organismus eine neue Eigenschaft als bleibenden Bestandteil der Art erwirbt, so kann es nur durch Veränderung der Artzelle und zwar durch eine Veränderung der ihr besonders disponierten Substanz (Idioplasma, Erbmasse) geschehen. Von der . . . eingetretenen Veränderung des Idioplasma durch Entstehung neuer Anlagen in ihm kann man dann in bildlicher Sprechweise sagen, daß sie zu dem unverändert gebliebenen Bestand des Erbes als ein neuerworbener Teil hinzugekommen und den folgenden Generationen überliefert oder vererbt worden sei. In welcher Weise die Veränderung entstanden, bleibt hierbei zunächst ganz gleichgültig". Nach dieser Antwort, die ja nur die notwendige Konsequenz des früher Gesagten ist, erklärt denn auch H., da er auf dem Boden der Entwicklungslehre steht, einfach: Die Vererbung erworbener Eigenschaften betrachte ich in dem von mir näher definierten Sinne als eine unanfechtbare Tatsache. Sie leugnen, hieße nichts weniger, als die Konstanz der Arten proklamieren"!

Die Frage bleibt nur: Auf welchem Wege können neue Arteigenschaften erworben werden?

Zunächst setzt sich der Verfasser mit den beiden Hypothesen auseinander, die seit langer Zeit das Feld behauptet haben, die der Pangenesis von Darwin und des Keimplasma von Weismann. Der Grundgedanke beider ist derselbe, Weismann hat eigentlich nur die etwas komisch anmutende Wanderung der Keimchen beseitigt. Auch Weismann nimmt bekanntlich solche Keimchen als Repräsentanten der Zellen an und läßt sie in verschiedenen komplizierten Zusammenhängen unter einander stehen. Indem er aber zwischen dem Körper (Soma) und ihnen eine solche Kluft statuiert, daß ersterer nur zur „Pflegestätte der unsterblichen Keimzellen" degradiert wird, so daß eine Änderung des Körpers ohne Einfluß auf dieser bleiben muß, so verwirft er entschieden jede Vererbung erworbener Eigenschaften und stellt dafür seine Germinalselektion mit der Allmacht der Naturzüchtung auf. Die Anschauung einer allmählichen Umbildung durch funktionelle und direkte Anpassung wie die ganze an Lamark anschließenden Entwicklungstheorien erklärt Weismann für einen einzigen großen Irrtum. Gegen die Hypothesen Weismanns erhebt Hertwig eine Reihe Einwände, die er ausführlich zu bekräftigen sucht und die auf folgende Gesichtspunkte hinauslaufen: Weismanns Erklärungen sind Scheinerklärungen, weil er alle am fertigen Organismus beobachteten Änderungen in die Sprache des Keimplasmas übersetzt hat. Die Hypothese verlangt eine übergroße Zahl von Keimchen und Determinanten, daß sie zu physikalisch unmöglichen Vorstellungen führt. Der Begriff der erblichen Anlage bei Weismann ist logisch nicht haltbar, man konstruiert eine „präformierte Entwicklungsmaschine", die man dann allerdings für alle Erklärungen benützen kann. Endlich ist der von Weismann statuierte Gegensatz von Soma und Keimzellen nicht haltbar.

Zum positiven Teile über das Vererbungsproblem übergehend, stellt der Verfasser zunächst eine gewisse Kluft zwischen der anatomischen und physiologischen Forschungsrichtung fest. Gegenüber Johannsen hebt er hervor,

daß die von diesem bekämpfte Organoidlehre aufrechtzuhalten sei, da die Substanz, die alles enthält, was an erblichen Anlagen von den Eltern dem Kinde überliefert wird, schon selbst ein Elementarorganismus, die Artzelle, ist. An dem von Johannsen eingeführten Terminus „Gen" für Erbeinheit, wofür der Verfasser das Wort „Anlage" vorzieht, tadelt er die Unbestimmtheit, indem die ihn benützenden Autoren, auch Johannsen selbst, ihn nicht klar umschreiben und ihn nur negativ bestimmen. Ein Verdienst der physiologischen Richtung hinwieder ist, daß sie ein Moment wieder mehr betont hat, nämlich die Bedeutung der äußeren Bedingungen für die Entwicklung. Sicher gehören die beiden Faktoren: innere Anlage und äußere Umstände im Entwicklungsprozeß zusammen, ob aber die Betonung der letzteren nicht auf Kosten der ersteren geschieht, wenn Baur mit Johannsen erklärt: „Das, was eine Spezies charakterisiert und was vererbt wird, ist stets nur eine bestimmte spezifische Art und Weise der Reaktion auf Außerfaktoren?" Und wenn man noch darin einen Wahrheitskern anerkennen will, so geht doch Johannsen zweifelsohne zu weit, wenn er „sämtliche Lebensmanifestationen als Reaktion und eben nur als Reaktion auffaßt", d. h. genauer „als Reaktionen gegebener molekülarer Konstitutionen mit gewissen Außenbedingungen", und der Verfasser bemerkt dazu mit Recht: Nach unserer Ansicht (fordert) der Begriff der spezifischen Reaktion als unbedingt notwendige Ergänzung den Begriff einer spezifisch reagierenden Substanz." Man kommt also so wieder zur Artzelle mit ihrer Anlage, und H. macht die Bemerkung, er wollte nicht von vererblichen „Eigenschaften", sondern „Anlagen der Eigenschaften" sprechen.

Die Frage lautet demnach: Auf welche Weise können neue Anlagen in der Artzelle entstehen? Die Antwort des Verfassers lautet: Durch Bastardierung und durch Mutation. Auf die Bastardierung brauchen wir hier nicht näher einzugehen; da sie nur zwischen nahen Verwandten Erfolg hat, so kann sie zu weitgehenden Umgestaltungen der Arten nicht beigetragen haben.

Auf Grund von Experimenten (z. B. Degeneration beim entstehenden Organismus nach vorhergehender radioaktiver Bestrahlung der Samenfäden) und Erfahrungstatsachen aus dem täglichen Leben (z. B. patholog. Erscheinungen bei Kindern von Alkoholikern) entscheidet sich der Verfasser für die Veränderung der idioplasmatischen (genotypischen) Grundlage der Artzelle durch d i r e k t e E i n w i r k u n g äußerer Faktoren.

Das „Wie" ist uns freilich noch unbekannt, doch legt H. Gewicht darauf, daß mit einer solchen Änderung eben das Wesen der Artzelle geändert ist, und darum auch nicht nur eine einzige Abänderung dieses oder jenes Organs eintritt, sondern die erworbene Anlage ist der Ausdruck für eine erbliche Veränderung des ganzen Organismus, der den Einflüssen der Außenwelt als eine geschlossene Lebenseinheit entgegentritt. Daß die Vererbung eine gewisse Analogie zu den Erscheinungen des Gedächtnisses hat, wie namentlich Hering und Semon (in seinem Buche „Die Mneme als erhaltendes Prinzip") betont haben, gibt H. zu, erklärt aber, daß es sich dabei keineswegs um eine Identität handeln könne.

Nach einer kurzen Darlegung der prinzipiellen Verschiedenheit des Lamarkismus und Darwinismus (Kap. 14) bei der auch auf die Rolle Haeckels und Weismanns hingewiesen wird und es von ersterem heißt: „Fragen der Wissenschaft machte er zu solchen der Überzeugung und des Glaubens. In der auf biologischem Boden erwachsenen Erkenntnis vom Wesen der Organismen fand er ein geignetes Rüstzeug zum Kampfe gegen eine auf kirchlicher Überlieferung gegründete dualistische Weltanschauung. Ihre Bekämpfung wurde für ihn bald . . . die wichtigste Lebensaufgabe", geht der Verfasser im 15. Kap. zur Kritik der Selektionstheorie über. Es seien nur einige Hauptpunkte angedeutet. Betreffs der künstlichen Zuchtwahl lautet sein Urteil: „Der Züchter kann durch Selektion nichts Neues produzieren. Die erste Bedingung eine Neuheit hervorzubringen ist, sie bereits zu besitzen." Und von der Selektionstheorie heißt es: „*Während sie den Schein erweckt, alles zu erklären, vermag sie doch in keinem Fall uns über den Verlauf und die wirklichen Ursachen eines Vorganges zu belehren.*" Eingehend werden sodann die hauptsächlichsten Einwände gegen die natürliche Zuchtwahltheorie behandelt, die in 5 Gruppen zusammengefaßt sind: 1) Kleine Organisationsunterschiede besitzen, auch wenn nützlich sind, keinen Selektionswert. 2) Viele morphologische . . . Verhältnisse sind ohne Selektionswert, da sie keinen entsprechenden Vorteil bieten. 3) Es gibt viele Organisationsverhältnisse, die durch das Selektionsprinzip nicht zu erklären sind. 4) Einwände, welche der Genealogie entnommen sind. 5) Die Stellung der Selektionstheorie zum Zweckbegriff.

In den Ausführungen zu Nr. 4 ist mir aufgefallen, daß der Verfasser die monophyletische Abstammung aprioristisch glaubt widerlegen zu können. Er verweist darauf, daß hier nicht der Stammbaum, sondern die Ahnentafel in Betracht komme und führt den Ausspruch des Historikers Lorenz an: „Die Vorstellung einer Abstammung des Menschen durch Zeugung eines Paares (muß) an der unzweifelhaft feststehenden Tatsache scheitern, daß jedes einzelne Dasein vielmehr eine unendliche Zahl von Adams und Evas zur Bedingung hat." Es ist schwer verständlich, wie den Verfasser sein logischer Genius so verlassen konnte, daß er diese jeder Überlegung mangelnden Sätze auch noch wiederholt hat; abgesehen davon, daß er seine frühern Ausführungen über Ahnenverlust ganz vergessen zu haben scheint.

Trefflich wird in den Ausführungen der 5. Gruppe von Einwänden die Tendenz namentlich bei Haeckel klargelegt, die Selektionen gegen die dualistische Weltanschauung auszunutzen und auch die Widersprüche der Darwinisten in der Zweckmäßigkeitsfrage hingewiesen, wie auch auf die Teleophobie, die E. v. Hartmann eine Kinderkrankheit der modernen Naturwissenschaft nennt.

Das Schlußurteil über die Selektionstheorie will ich dem Nachwort des Verfassers entnehmen: „Bei kritischer Prüfung beruht die Erklärung, die man durch die Selektionstheorie gewonnen zu haben glaubte, auf einer einzigartigen Selbsttäuschung, in welche sich ihre Begründer versetzt, und welche sie

auch in dem weiten Kreiſe ihrer Anhänger durch ihre Darſteller hervorgerufen haben." . . . Es wurde durch einen Kunſtgriff das eigentlich naturwiſſenſchaftliche Problem, das Werden der Organismen aus ſeinen Urſachen zu begreifen, in den Hintergrund gedrängt und herabgeſetzt, dagegen die Macht der Selektion ins Wunderbare geſteigert."

Faſſen wir noch kurz unſer Urteil über das Werk zuſammen, ſo iſt neben der für den Verfaſſer ſelbſtverſtändlichen ſouveränen Beherrſchung des überaus reichhaltigen Stoffes, im allgemeinen eine gründliche philoſophiſche Durchdringung anzuerkennen, und wir können uns nur freuen, daß der Verfaſſer den Mut gehabt hat mit einem alten und doch noch vielfach in Anſehen ſtehenden Schlagwortunfug ſo gründlich abzurechnen, wofür ihm alle Anerkennung gebührt.

Blütenbeſtäubung durch Schnecken.

Von Dr. Martin Schips, Schwyz.

Wie in meiner früheren [1]) Notiz: „Haus- und Wanderratte" verfolge ich auch in der vorliegenden den Zweck, eine in unſeren Lehr- und Handbüchern regelmäßig wiederkehrende Angabe in neue Beleuchtung zu rücken. Ich glaube dabei des Intereſſes meiner Fachgenoſſen ſicher zu ſein, umſo mehr, als Prof. Dr. P. E. Scherer eine wertvolle Ergänzung [2]) zu den „Wanderratten" lieferte. Es ſei hier nur noch kurz nachgetragen, daß nach B. Galli-Valerio (Lauſanne) gerade Wanderratten im Gegenſatz zu den gegen den Menſchen immer ſehr angriffsluſtigen Hausratten ſich gut zähmen laſſen, ſo daß ſie ſogar aus der Hand freſſen. Die Erzählung von einem Vernichtungskampf der Wanderratte gegen die Hausratte kann höchſtens den Wert einer vereinzelten Beobachtung haben.

Ähnlich ſcheint es ſich mit der Behauptung zu verhalten, daß manche Pflanzen durch Schnecken beſtäubt werden, die zuerſt durch den berühmten italieniſchen Blütenbiologen F. Delpino (1833—1905) aufgeſtellt wurde. Als ſolche „malakophile" Pflanzen werden gewöhnlich angeführt einzelne Araceen (Calla palustris, Drachenwurz), Phyteuma-Arten, Kompoſiten uſw., nach Hegi [3]) ſind die Lemnaceen „vielleicht überhaupt reine Schneckenblütler". An Angaben, wie dieſe Blüten dem Schneckenbeſuch beſonders angepaßt ſeien, fehlt es nicht. Trotz allem ſind Zweifel an der Richtigkeit obiger Behauptungen ſehr naheliegend für jeden, der ſich von der Zähigkeit und Klebkraft des Schneckenſchleimes überzeugt; denn da dieſer als Übertragungsmittel dient, kann er nur für ſolche Narben in Betracht kommen, welche einen noch klebrigeren Saft ausſcheiden. Da die bisherigen Beobachtungen faſt ausſchließlich von Blütenbiologen ſtammen, ſind die Ergebniſſe, welche der Malakologe Ehrmann [4]) erhielt, von beſonderer Bedeutung. Die wichtigſten ſind folgende:

[1]) Dieſe Zeitſchrift II. S. 124. — [2]) Ebenda III. S. 11. — [3]) Illuſtr. Flora von Mitteleuropa. Bd. I, S. CXLIV. — [4]) Nachrichtenblatt der Deutſchen Malakozoologiſchen Geſellſchaft, 1917, S. 49.

Wenn die Schnecke vorwärts gleitet, ergießt sich von vornher ein Sekretstrom unter die Kriechsohle, den das Tier an die Unterlage andrückt und als ein Schleimband hinter sich liegen läßt. Eine Weiterbeförderung von Pollen an der Sohlenfläche ist somit ausgeschlossen, da die Körner verklebt und liegen gelassen werden, wodurch sie natürlich ihrer Bestimmung entzogen werden. Ähnlich verhält es sich auch mit dem Pollen, der gelegentlich an den Seitenflächen des Schneckenkörpers haften bleibt; sie werden mit den sie tragenden Schleimteilchen in das Sohlenschleimband eingezogen. Die Schnecke hinterläßt nämlich beim Kriechen nicht eine bloße Sohlenschleimspur; sondern da alle Hautdrüsen dauernd Schleim ausscheiden, schlüpft die Schnecke sozusagen ständig aus einem „Schleimhemd" heraus, das sie als zusammenfallenden Schlauch hinter sich liegen läßt. Auf diese Weise scheint die Bestäubung durch Schnecken wenigstens als Norm ausgeschlossen, wenn sie auch gelegentlich in besonders günstigen Fällen hin und wieder vorkommen mag. Schneckenbesuch ist vielmehr für die Blüten, abgesehen von der Freßgier dieser Tiere, auch deshalb als schädlich zu betrachten, weil Antheren und Narben durch die Kriechspur völlig verklebt und dadurch ihrer Bestimmung entzogen werden.

Man wird also gut daran tun, sich gegen die „Malakophilie" im Sinne einer regelmäßigen Bestäubung durch Schnecken skeptisch zu verhalten.

Literatur.

Methodik und Technik des naturgeschichtlichen Unterrichtes von Prof. Dr. **W. Schönichen.** Quelle u. Meyer, Leipzig. Gr. 8°, XIV u. 611 Seiten mit 2 farbigen und 30 schwarzen Tafeln sowie 115 Abbildungen im Text und 4 Tabellen. Preis Mk. 14.—.

Unter den Männern, die sich um die Methodik des naturgeschichtlichen Unterrichtes in den letzten Jahrzehnten besondere Verdienste erworben, gebührt Prof. Schoenichen ohne Zweifel einer der ersten Plätze, und so war er wie wenige berufen in dem „Handbuch des naturwissenschaftlichen und mathematischen Unterrichts" von Norremberg den vorliegenden Band zu bearbeiten. Allerdings ist auf diesem Gebiete noch vieles, wie auch der Verfasser selbst sagt, noch vieles in vollem Fluß, aber doch sind die allgemeinen Richtlinien so weit festgelegt, daß man eine zusammenfassende Darstellung nur begrüßen kann. Bei der Verschiedenheit der in mancher Hinsicht noch stark auseinandergehenden Ansichten war es neben der Erörterung der allgemeinen Prinzipien geboten, möglichst auch die praktische Seite zu betonen und dabei direkte Vorschläge und Lehrproben zu bieten, dem denn auch der Verfasser breiten Raum zugeteilt hat. Bei besagter Lage der Dinge wird der einzelne in der Praxis stehende Lehrer nicht allem und jedem zustimmen und noch weniger blindlings folgen wollen, aber ebenso verfehlt wäre es doch auch aus Vorurteil sich ablehnend zu verhalten, reiche Anregung und Anlaß zu ernster Prüfung der eigenen Methode wird das Werk eines Jahrzehnte

lang in der Praxis stehenden und an der Vervollkommnung der Methodik so regen Anteil habenden Lehrers ohne Zweifel jedem bieten, und damit ist sicher ein reicher Gewinn für den Unterricht verbunden.

Dem Titel gemäß gliedert sich das Buch in zwei Hauptteile. Um einen kleinen Einblick in den reichhaltigen Inhalt zu geben, seien die wichtigsten Kapitelüberschriften angeführt.

1. Teil: I. Aufgaben und Ziele des naturgeschichtlichen Unterrichts. 1. Ausbildung des Verstandes:

a) Naturgeschichtliche Kenntnisse als unentbehrliches Element der Bildung,
b) die formal bildende Kraft des Unterrichts.

2. Naturgeschichte und ästhetische Erziehung:

a) Das ästhetisierende Lehrverfahren, b) das Leben als Vorbedingung des künstlerischen Genießens, c) die biologische Betrachtungsweise als Vorschule künstlerischen Verständnisses, d) der Naturschutzgedanke, e) das Erhaben — Schöne.

3. Naturgeschichte und ethische Erziehung.

II. Die Ausgestaltung des Unterrichts. 1. Umgrenzung des Lehrstofs, 2. Auffassung des Lehrstoffs.

(„Biolog." Naturauffassung, Systematik, Morphologie, Lebensgemeinschaften, Abstammungslehre.)

3. Lehrprobe für die Unterklassen. 4. Lehrprobe für die Mittelklassen. 5. Die Konzentration im naturgeschichtlichen Unterricht.

(Biologie und Chemie, Naturgeschichte und Physik, Naturgeschichte und Mathematik, Naturgeschichte und Erdkunde, Geschichte der Biologie.)

6. Lehrmittel.

(Das Lehrbuch, Anschauungsbilder und Modelle, Zeichnen des Lehrers, das Experiment auf Unter- und Mittelstufe, das Naturobjekt im Unterricht, Schulsammlung, das lebende Objekt, Unterrichtsgarten, Exkursion.)

7. Die Selbstbetätigung der Schüler: a) auf der Unter- und Mittelstufe.

(Zeichnen, Modellieren, Photographieren, Beobachtung und Sammeltätigkeit, Modelle, Übungen.)

b) Biologische Übungen der Oberstufe.

II. Teil: 1. Einrichtung der Unterrichtsräume, 2. Verwaltung der nat. Sammlungen, 3. Einrichtung der Vivarien.

(Zucht von Gliedertieren und Schnecken, Aquarium, Terrarium.)

4. Einrichtung des Unterrichtsgartens, 5. Technik des Sammelns.

Wie man sieht, findet so ziemlich jede hier auftauchende Frage Erörterung und, wie man hinzufügen kann, meist auch eine ernst erwogene mit maßvollem Urteil. An einigen Stellen allerdings vermissen wir dies, so z. B. bei solchen über „biologischen" Unterricht, Zweckmäßigkeit u. a., wo das Urteil des Verfassers einseitig ist und seine Behauptungen ganz unbegründet entschieden zu weit gehen, ja hie und da „Schlagwort"-artig werden.

Indessen können uns solche Ausstellungen nicht abhalten, das Buch allen Naturgeschichtslehrern bestens zu empfehlen, in die Lehrerbibliothek aller Mittelschulen wenigstens gehört es unbedingt hinein! Dr. Baum.

3. Jahrgang. Nr. 7. 11. Okt. 1917.

Mittelschule

Beilage zur „Schweizer-Schule“

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

Inhalt: Von der Regel abweichende Arten der Bewegung und ihnen entsprechende Bildungen bei Wirbeltieren. — Neue Beziehung zwischen Luftdichte und Höhe — Ueber das Konservieren von Pflanzen. — Literatur.

Von der Regel abweichende Arten der Bewegung und ihnen entsprechende Bildungen bei Wirbeltieren.

Von Univ.-Prof. Dr. phil. et med. L. Katharíner, Freiburg (Schweiz).

Der Fisch gehört ins Wasser, der Vogel in die Luft und das Säugetier auf die Erde. Schon in der Schöpfungsgeschichte finden wir die Tiere nach diesen Gesichtspunkten in Wasser-, Luft- und Erdbewohner eingeteilt.

Jedoch gibt es zahlreiche Ausnahmen von der Regel, Tiere, welche in Lebensweise und Organisation von ihren Verwandten in einem solchen Maße abweichen, daß sie nicht nur für den Kinder- und den Volksglauben zu einer anderen Gruppe des Tierreichs gehören, sondern daß auch die wissenschaftliche Zoologie manche von ihnen bis in den Anfang des vorigen Jahrhunderts falsch klassifiziert hat. Jetzt freilich sind wir über die Zugehörigkeit eines jeden Wirbeltieres zu der einen oder der anderen Klasse nicht mehr im Zweifel. Daß es aber nicht immer so gewesen ist, wird uns nicht nur klar, wenn wir alte Tierbücher daraufhin ansehen, z. B. die Historia animalium von Konrad Gesner, sondern es erinnern uns daran manche auch heute noch gebräuchliche Bezeichnungen wie „Walfisch“. Sehen wir zu, welche hierher gehörende Tiere uns im Wasser als schwimmende, in der Luft als fliegende Formen begegnen, und wie sie durch ihren Körperbau befähigt sind, ihrer Lebensweise bestens zu entsprechen. Fangen wir gleich mit dem gewöhnlichsten derartigen Wesen, dem Walfisch, an. Sein Körper ist wie der eines Fisches gestaltet und frei von dem der raschen Bewegung hinderlichen Haarkleid. Die demselben bei den Landsäugetieren zufallende Aufgabe des Wärmeschutzes könnte es hier nicht erfüllen. Zweckmäßig muß es erscheinen, daß eine dicke Fettschicht (Thran) bei allen Waltieren an seine Stelle tritt. Abgesehen davon, daß sie unter Vermeidung des Reibungswiderstandes einen trefflichen Schutz gegen Wärmeverlust durch Strahlung bildet, verringert sie auch durch die Erhöhung des Auftriebs das Eigengewicht des Körpers. Die schwammigen und relativ leichten Knochen enthalten gleichfalls sehr viel fettiges Mark. Der Auftrieb wächst bekanntlich mit dem Gewicht der verdrängten

Wassermenge; hier also in demselben Maß als die Größe des Körpers infolge der Fettablagerung zunimmt; mit anderen Worten, der Körper des Walfisches ist im Wasser um so viel leichter als die Masse des Hautfettes an Gewicht von dem verdrängten Wasservolumen übertroffen wird. Die paarigen Gliedmassen — nur die vorderen sind äußerlich vorhanden — bilden wie die Brustflossen der Fische breite Ruder, und der Körper läuft in eine dem Fischschwanz ähnliche, aber horizontal gestellte Schwanzflosse aus; das Skelett der Vordergliedmassen entspricht der Forderung, das feste Gerüst für eine Ruderplatte zu bilden. Das Ellbogengelenk fehlt, da der Oberarm und der Vorderarm fest miteinander verbunden sind; an Stelle der gegliederten Finger treffen wir lange Knochenspangen. Die Nasenlöcher liegen auf der Stirn. Der Kehlkopf steigt turmförmig auf und liegt dem Dach der Mundhöhle an. Die äußeren Nasenlöcher können durch eine Klappe geschlossen werden; wie der Strahl eines Springbrunnens wird aus ihnen das Wasser ausgestoßen, nachdem es die am Rande aufgefaserten Barten passiert hat. Es sind dies mehrere Hundert quer hintereinander gestellte hornige Platten am Mundhöhlendach. Beim Ausstoßen des Wassers aus der Mundhöhle durch Heben der Zunge bleiben die mit im Wasser aufgenommenen Planktonwesen in den Hornfasern hängen, um als Nahrung verschluckt zu werden. Einen großen Teil derselben machen gewisse Weichtiere aus, namentlich das Walfischaas (Clio borealis Brug.) und kleine gefärbte Krebstierchen, deren ungeheure Menge (Walfischbänke) streckenweise das Wasser der Eismeere rot gefärbt erscheinen läßt.

Auch die Sinnesorgane sind der Lebensweise im Wasser trefflich angepaßt. So fehlt das äußere Ohr gänzlich, und das Auge entbehrt der hier überflüssigen Tränendrüse, weil der austrocknende Einfluß der Luft auf die Hornhaut hier nicht in Frage kommt. Die Augenlinse ist kugelig, wie bei den Fischen, entsprechend dem deutlichen Sehen eines nahen Objektes, wie es ja für die Wassertiere hauptsächlich erfordert wird. Aber nicht nur die Bartenwale und die Zahnwale; der Pottwal, der Delphin und der Narwal sind fischähnlich gebaut; sondern noch zahlreiche andere Wassersäugetiere, wie die Robben und die Seekühe weichen mehr oder minder infolge der Anpassung an das Wasserleben von den Landsäugetieren ab; bei allen spricht sich in der Lebensweise und in der Organisation dieselbe in verschieden hohem Grad aus. Das Haarkleid fehlt ganz oder ist eng anliegend, die Haare sind glatt und kurz, und der Hautspeck bildet eine dicke Schicht.

In der Klasse der Vögel erreicht die Anpassung an das Wasserleben ihren Höhepunkt bei den Pinguinen des südlichen Eismeeres. Das Federkleid liegt dicht an, die Federn sind mehr schuppenförmig und die Flügel sind kurz; sie dienen nur zum Rudern beim Schwimmen im Wasser. Der Schnabel ist von der Seite her zusammengedrückt, so daß die scharfe Firste des Oberschnabels beim Schwimmen das Wasser durchschneidet. Man ist überrascht, wenn man den breiten Schnabel eines Papageitauchers von oben betrachtet. Die messerscharfe Firste hätte man nicht erwartet, wenn man den in seitlicher

Ansicht so breiten (in Wirklichkeit hohen) Schnabel des Vogels nur nach der Abbildung kennt.

Trefflich angepaßt an das Leben im Wasser sind auch die Wasserschlangen der Gattungen Pelamis, Hydrophis ꝛc. der warmen Meere. Der sonst bei Schlangen im Querschnitt drehrunde Körper ist im Schwanzteil zu einer Ruderplatte seitlich stark zusammengedrückt. Die schwimmende Bewegung geschieht durch seitliches Schlängeln, während bei den Landschlangen die Vorwärtsbewegung durch abwechselndes Aufrichten und Niederlegen der breiten ringförmigen Schilder der Unterseite des Bauches erfolgt. Letztere fehlen, als hier überflüssig, den am ganzen Körper mit kleinen Schuppen bedeckten Wasserschlangen. Als Anpassungserscheinung an das Leben im Wasser ist auch eine vom Verfasser bei den verschiedensten Arten entdeckte Einrichtung zu verstehen: aus Schwellgewebe gebildete Wülste schließen nämlich die Nasenlöcher völlig zu, so daß beim Untertauchen kein Wasser eindringen kann. Erst beim Luftschöpfen an der Oberfläche des Wasserspiegels werden sie durch besondere Muskelzüge so niedergedrückt, daß die Atemluft frei passieren kann.

Bei gewissen Meerschildkröten, z. B. bei der Lederschildkröte, bilden die Vorderextremitäten breite einheitliche Ruder. Verfasser hatte kürzlich Gelegenheit, ein junges Exemplar der überaus seltenen — jetzt wahrscheinlich ausgestorbenen — Lederschildkröte röntgenologisch zu untersuchen. Man kann sich dem Erstaunen nicht verschließen, alle Fingerknochen wohl gegliedert anzutreffen, obschon die Finger ja nur als einheitliche Spangen für die breite Ruderplatte dienen sollen.

Die Fortbewegung durch Schwimmen und die durch Fliegen sind nur scheinbar von einander verschieden; es gibt mehrere Tierarten, denen beide Bewegungen zukommen. Die sog. fliegenden Fische der warmen Meere benutzen ihre außerordentlich großen Brustflossen, indem sie dieselben wie Fallschirme ausbreiten, um gegen den Wind in sanftgeneigter bis 30 m langer Bahn in das Wasser zurückzukehren, aus dem sie sich durch einen kräftigen Schlag mit der Schwanzflosse erhoben hatten. Der fliegende Frosch und der fliegende Drache der Sundainseln brauchen gleichfalls die breite Schwimmhaut zwischen den Zehen bezw. die durch Rippenverlängerungen auseinander gespreizte Hautfalte an der Seite des Körpers als Fallschirm.

Eine ganz ähnliche Beschuppung wie die Wasserschlangen des gesamten Körpers haben auch die in der Erde lebenden Wurmschlangen (Typhlopidæ). Eine Vorwärtsbewegung durch Auf- und Niederlegen der Bauchschilder wäre hier unzweckmäßig, da dabei das Aufrichten der Schilder in dem den Körper allseitig umschließenden Erdreich eine nutzlose Kraftverschwendung bedeuten würde. Die auch sonst eigentümlich gebauten Wurmschlangen — der Kopf ist vom Körper gar nicht abgesetzt, ebenso wenig ein Schwanzabschnitt — bohren sich unter Stein ꝛc. oder in der lockeren Erde weiter, wie die Regenwürmer. Oft schon habe ich mich an die Überraschung erinnert, die ein armenischer Bauer in Kleinasien zeigte, als er einige Stück der europäischen Wurmschlange (Typhlops vermicularis L.) vor mir ausschüttete und erfuhr,

es seien kleine Schlangen. Er hatte sie bei der Bestellung seines Ackers als Würmer eingesammelt und brachte sie mir mit, weil er wußte, daß mich derartiges interessierte.

Eine ganz ähnliche Lebensweise wie die Wurmschlangen führen die Blindwühlen der subtropischen und tropischen Länder. Sie sind gleichfalls wurmähnlich und haben gar keine oder verkümmerte Gliedmassen.

Noch befremdender wirkt es, daß wir auch in der Klasse der Lurche extremitätenlose Formen antreffen. (Es sind die eigentümlichen Ringelwühlen).

Es sind die eigentümlichen, den Doppelschleichen sehr ähnlichen Blindwühlen. Sie leben nach Art unserer Regenwürmer in der Erde, in der sie mit verhältnismäßig bedeutender Kraft und Schnelligkeit wühlen. Der Boden über ihren Gängen ist etwas aufgeworfen, wie bei den Feldmäusen. An feuchten Stellen in den Tropen von Brasilien werden sie von den Erdarbeitern bei Straßenanlagen 30—60 cm unter der Oberfläche im Boden gefunden und sind trotz ihrer Harmlosigkeit ebenso gefürchtet, wie die gleichfalls gänzlich harmlosen Doppelschleichen. Ihre großen Eier, welche durch eine Schnur zusammenhängen, sind 1 cm lang und enthalten den schon völlig entwickelten Embryo, welcher, trotzdem die Tiere in der Erde leben, doch völlig entwickelte Kiemenbäumchen hat, wie die Larven der im Wasser lebenden Lurche. Manchen Arten fehlen die Kiemen völlig, aber ein Kiemenloch verrät die Stelle, wo sie bei den jungen Larven saßen. Bei dem ausgebildeten Tier fehlen die äußeren Gliedmassen, ebenso wie ein Brustbein gänzlich. Das weibliche Tier liegt auf dem Eierklumpen bis zum Ausschlüpfen der Jungen, die bis zur völligen Verwandlung im Ei bleiben. Nach kurzem Aufenthalt im Wasser oder sofort verkriechen sie sich in feuchter Erde oder in morschen Baumstrünken. Die Heimat der Blindwühlen sind die Äquatorialländer von Afrika und Südamerika; in Australien und Madagsakar fehlen sie.

Eine ganz eigentümliche Gruppe bilden die von Prof. Dr. O. Fuhrmann (Neuenburg) im Rio Magdalena in Kolumbien erbeuteten 3 Arten der Gattung Typhlonectes. Sie leben ausschließlich im Wasser, haben einen ihrer Lebensweise entsprechenden Körperbau und werden von den Indianern mit der Angel gefischt. Der linke Lungenflügel ist ganz verkümmert und nur einige Millimeter lang, der rechte Lungenflügel dagegen ist lang gestreckt, wie bei den Schlangen.

Wenn schon im Kreis der Wirbeltiere eine Reihe von allen Verwandten abweichender Tierformen vorkommt, so sind die Unterschiede zwischen ihnen doch lange nicht so erheblich als bei den verschiedenen Gruppen der Wirbellosen. Zeigen sie doch ausnahmslos, ganz abgesehen von der allen Wirbeltieren gemeinsamen Anordnung der wichtigsten Organe, auch die für jede Klasse charakterisierenden Bildungen, wenn auch die Lebensweise oft eine ganz eigentümliche ist. Die schon wiederholt genannten Waltiere bleiben doch Lungenatmer, trotzdem sie ständig im Wasser leben, und der Pinguin besitzt Federn und Flügel, obschon er nie fliegen kann, wie die Luftvögel.

Neue Beziehung zwischen Luftdichte und Höhe.

Von Fritz Fischli.

(Schluß.)

Herrn Professor M. Plancherel in Freiburg verdanke ich eine Mitteilung über die Zweckmäßigkeit der Beweisführung durch Anwendung der Differenzialrechnung auf die Laplace'sche Gleichung. Schreiben wir Gleichungen (1) und (2) vereinigt in folgender Form:

$$(1\text{ u. }2)\quad h = \frac{R}{2}\,(T_0 + T)\,[\mathrm{Log}\,\delta + \mathrm{Log}\,T_0 - \mathrm{Log}\,T]$$

dann besteht die Aufgabe darin, einen Wert δ^* von δ im Zusammenhang mit einem Wert T^* von T so zu bestimmen, daß die Funktion $h\,(\delta^*\,T)$ von T Minimum wird für $T = T^*$. Es ist dann:

$$h\,(\delta^*,\,T^*) < h\,(\delta^*\,T) \text{ für } T \gtrless T^*.$$

Obige Gleichung umgeformt gibt:

$$(2a)\qquad \mathrm{Log}\,\delta = \frac{2h}{R}\cdot\frac{1}{T_0 + T} - \mathrm{Log}\,\frac{T_0}{T}$$

Durch Differenzieren erhalten wir:

$$\frac{\partial}{\partial T}\,\mathrm{Log}\,\delta = \frac{-2h}{K\,(T_0 + T)^2} + \frac{1}{T} = 0 \qquad \text{woraus man erhält:}$$

$$H = h^* = \frac{R\,(T_0 + T)^2}{2\,T}$$

Dies in (2a) eingeführt gibt Log δ:

$$\mathrm{Log}\,\delta = \frac{T_0}{T} + 1 - \mathrm{Log}\,\frac{T_0}{T}\quad ;\quad \mathrm{Log}\,\frac{\delta T_0}{T} = \frac{T_0}{T} + 1$$

$$\delta = \frac{T}{T_0}\,e^{\frac{T_0}{T}} + 1$$

Um zu erkennen, ob wir in bezug auf δ ein Minimum oder Maximum haben, bilden wir das erste und zweite Differenziale von h in bezug auf T:

$$\frac{\partial h}{\partial T} = \frac{R}{2}\left[\mathrm{Log}\,\frac{\delta T_0}{T} - \left\{\frac{T_0}{T} + 1\right\}\right] = 0$$

$$\frac{\partial^2 h}{\partial T^2} = \frac{R}{2T}\left\{\frac{T_0}{T} - 1\right) \begin{cases} < 0 \text{ für } T_0 < T, \text{ also ein Maximum} \\ > 0 \text{ für } T_0 > T, \text{ also ein Minimum} \end{cases}$$

Es ist also, sobald sich T dem Werte T^* nähert:

$h\,(\delta^* T) > h\,(\delta^* T^*)$, wenn $T^* < T_0$ ist

$h\,(\delta^* T) < h\,(\delta^* T^*)$, wenn $T^* > T_0$ ist

Setzt man in Formel (1 u. 2) $T_0 = T$, dann wird dieselbe

$$h = R\,T_0\,\mathrm{Log}\,\delta = 67{,}4\,T_0\,\log\,\delta$$

Diese Formel entgeht der vorausgehenden Überlegung, aber man erkennt, daß dann $h\,(\delta^* T)$ eine fortwährend abnehmende Funktion von T ist. Man hat also:

$$h\,(\delta^* T') < h\,(\delta^* T^*) < h\,(\delta^* T''), \text{ wenn } T'' < T^* = T_0 < T' \text{ ist.}$$

Zusammengefaßt erhalten wir hier für den Fall $h^* = H$ folgende Formeln:

$$(6)\quad \begin{cases} \operatorname{Log}\,\delta^* = \dfrac{T_0}{T^*} + 1 - \operatorname{Log}\dfrac{T_0}{T^*} \\ \delta^* = \dfrac{T^*}{T_0}\, e^{1+\frac{T_0}{T^*}} \\ H = h^* = \dfrac{R\,(T_0 + T^*)^2}{2\,T^*} \\ \dfrac{H}{h_1} = \dfrac{(T_0 + T^*)^2}{2\,T_0\,T^*} \\ T^* = \dfrac{1}{R}\,[(h^* - h_1) \pm \sqrt{(h^* - h_1)^2 + h_1^2}] \end{cases}$$

Ist $T_0 = T^*$, so vereinfachen sich diese Formeln:

$$(6a)\quad \begin{cases} \delta^* = e^2 = 2{,}71828^2 = 7{,}34 \\ H = 58{,}6\ T_0 \\ \dfrac{H}{h_1} = \dfrac{4\,T_0^2}{2\,T_0^2} = 2 \end{cases}$$

Beispiel: Es sei (wie früher) $t_0 = 20$; $t = -60$; $T_0 = 293$; $T = 213$, $T_0 + T = 506$, dann wird $\delta^* = 7{,}815$; $H = 17610$ m; $\frac{H}{h} = 2{,}05$.

Wir schreiben noch $e^{1+\frac{T_0}{T}} = e^2\, e^{\frac{T_0}{T}-1}$ und entwickeln $e^{\frac{T_0}{T}-1}$ in eine Reihe:

$$\delta = \frac{T}{T_0}\, e^2\, e^{\frac{T_0}{T}-1} = \frac{T}{T_0}\, e^2 \left[1 + \left\{\frac{T_0}{T} - 1\right\} + \frac{1}{2}\left\{\frac{T_0}{T} - 1\right\}^2 + \frac{1}{6}\left\{\frac{T_0}{T} - 1\right\}^3 + \frac{1}{24}\left\{\frac{T_0}{T} - 1\right\}^4 + \ldots\right]$$

Daraus erhalten wir:

$$(6b)\quad \begin{cases} \delta^* = \dfrac{e^2}{6}\left[3 + 2\dfrac{T^*}{T_0} + \left\{\dfrac{T_0}{T^*}\right\}^2\right] \text{ mit einem Fehler } < \dfrac{e^2}{18}\left\{1 - \dfrac{T^*}{T_0}\right\}^3 < \dfrac{1}{2}\left\{1 - \dfrac{T^*}{T_0}\right\}^3 \\ \text{oder} \\ \delta^* = \dfrac{e^2}{24}\left[8 + 9\dfrac{T^*}{T_0} + \dfrac{T_0}{T^*}\left\{6 + \left\{\dfrac{T_0}{T^*}\right\}^2\right\}\right] \text{ mit einem Fehler } < \dfrac{e^2}{96}\left\{1 - \dfrac{T^*}{T_0}\right\}^4 < \dfrac{1}{13}\left\{1 - \dfrac{T^*}{T_0}\right\}^4 \end{cases}$$

Professor Angot in Paris hat nun in seiner Veröffentlichung: „Sur la formule barométrique", annales du bureau central météorologique, Paris 1896, den sich der Wirklichkeit, d. h. der Natur, besser anpassenden Spezialfall behandelt, worin die Temperatur als lineare Funktion der Höhe eingeführt wird. Durch Entwicklungen und Umformungen, deren Angabe hier zu weit führen würde, kommt man zu folgender Formel der barometrischen Höhenrechnung:

$$(7)\quad R\ \operatorname{Log}\frac{p_0}{p} = \frac{-h}{T_0 - T}\ \operatorname{Log}\frac{T}{T_0} = \frac{h}{T - T_0}\ \operatorname{Log}\frac{T}{T_0}$$

$\frac{p_0}{p}$ ersetzen wir wieder durch den entsprechenden Wert aus (1), $\frac{T}{T_0}$ durch $\left\{1 - \frac{T_0 - T}{T_0}\right\}$ und lösen nach h und Log δ auf:

$$(7a)\quad \begin{cases} \operatorname{Log}\delta = \left\{\dfrac{RT_0 - RT - h}{R(T_0 - T)}\right\} \operatorname{Log}\left\{1 - \dfrac{T_0 - T}{T_0}\right\} \\ h = R(T_0 - T)\left[\operatorname{Log}\left\{1 - \dfrac{T_0 - T}{T_0}\right\} - \operatorname{Log}\delta\right] \dfrac{1}{\operatorname{Log}\left\{1 - \dfrac{T_0 - T}{T_0}\right\}} \end{cases}$$

$$\operatorname{Log}\left\{1 - \frac{T_0 - T}{T_0}\right\} = -\left\{\frac{T_0 - T}{T_0}\right\} - \frac{1}{2}\left\{\frac{T_0 - T}{T_0}\right\}^2 - \frac{1}{3}\left\{\frac{T_0 - T}{T_0}\right\}^3 - \dots$$

Dies in (7a) eingeführt und umgeformt gibt:

$$(7b)\quad \begin{cases} \operatorname{Log}\delta = \dfrac{1}{h_1}\left[h + \left(1 - \dfrac{T}{T_0}\right)\left\{\dfrac{h}{2} - h_1\right\} + \dfrac{1}{2}\left(1 - \dfrac{T}{T_0}\right)^2\left\{\dfrac{2h}{3} - h_1\right\} + \dfrac{1}{3}\left(1 - \dfrac{T}{T_0}\right)^3\left\{\dfrac{3h}{4} - h_1\right\} + \dots\right] \\ h = R\left[\dfrac{\left\{\dfrac{T_0 - T}{T_0}\right\} + \dfrac{1}{2}\left\{\dfrac{T_0 - T}{T_0}\right\}^2 + \dfrac{1}{3}\left\{\dfrac{T_0 - T}{T_0}\right\}^3 + \dots + \operatorname{Log}\delta}{\dfrac{1}{T_0} + \dfrac{1}{2T_0}\left\{\dfrac{T_0 - T}{T_0}\right\} + \dfrac{1}{3T_0}\left\{\dfrac{T_0 - T}{T_0}\right\}^2 + \dfrac{1}{4T_0}\left\{\dfrac{T_0 - T}{T_0}\right\}^3 + \dots}\right] \end{cases}$$

Diese beiden Gleichungen gestatten jetzt schon die Formulierung des aufgestellten Satzes. Es handelt sich also nur noch um Ableitung der genauen Formeln für H und δ in bezug auf die Höhe H. Zu diesem Zwecke differenzieren wir beide Gleichungen (7b) nach T.

$$\frac{\partial}{\partial T}\operatorname{Log}\delta = \frac{1}{h_1}\left\{\frac{-1}{T_0}\right\}\left[\frac{h}{2} - h_1 + \left\{1 - \frac{T}{T_0}\right\}\left\{\frac{2h}{3} - h_1\right\} + \left\{1 - \frac{T}{T_0}\right\}\left\{\frac{3h}{4} - h_1\right\} + \dots\right] = 0$$

$$\frac{\partial h}{\partial T} = T_0 R\left[\frac{\left\{\dfrac{-1}{T_0}\right\}\left(1 + \left\{\dfrac{T_0 - T}{T_0}\right\} + \left\{\dfrac{T_0 - T}{T_0}\right\}^2 + \left\{\dfrac{T_0 - T}{T_0}\right\}^3 + \dots\right)}{\left(1 + \dfrac{1}{2}\left\{\dfrac{T_0 - T}{T_0}\right\} + \dfrac{1}{3}\left\{\dfrac{T_0 - T}{T_0}\right\}^2 + \dfrac{1}{4}\left\{\dfrac{T_0 - T}{T_0}\right\}^3 + \dots\right)} + \right.$$

$$\left. \frac{\left(\left\{\dfrac{T_0 - T}{T_0}\right\} + \dfrac{1}{2}\left\{\dfrac{T_0 - T}{T_0}\right\}^2 + \dfrac{1}{3}\left\{\dfrac{T_0 - T}{T_0}\right\}^3 + \dots + \log\delta\right)\left(\dfrac{1}{2T_0} + \dfrac{2}{3T_0}\left\{\dfrac{T_0 - T}{T_0}\right\} + \dfrac{3}{4T_0}\left\{\dfrac{T_0 - T}{T_0}\right\}^2 + \dots\right)}{\left(1 + \dfrac{1}{2}\left\{\dfrac{T_0 - T}{T_0}\right\} + \dfrac{1}{3}\left\{\dfrac{T_0 - T}{T_0}\right\}^2 + \dfrac{1}{4}\left\{\dfrac{T_0 - T}{T_0}\right\}^3 + \dots\right)}\right] = 0$$

Daraus erhält man folgende allgemein anwendbare Hauptformeln:

$$(8)\quad \begin{cases} H = h_1\left[\dfrac{1 + \left(1 - \dfrac{T}{T_0}\right) + \left(1 - \dfrac{T}{T_0}\right)^2 + \left(1 - \dfrac{T}{T_0}\right)^3 + \dots}{\dfrac{1}{2} + \dfrac{2}{3}\left(1 - \dfrac{T}{T_0}\right) + \dfrac{3}{4}\left(1 - \dfrac{T}{T_0}\right)^2 + \dots}\right] = \\ \qquad 2h_1\left[1 - \dfrac{1}{3}\left(1 - \dfrac{T}{T_0}\right) - \dfrac{1}{18}\left(1 - \dfrac{T}{T_0}\right)^2 - \dfrac{7}{270}\left(1 - \dfrac{T}{T_0}\right)^3 - \dots\right] \\ \operatorname{Log}\delta^* = \dfrac{\left[1 + \dfrac{1}{2}\left(1 - \dfrac{T}{T_0}\right) + \dfrac{1}{3}\left(1 - \dfrac{T}{T_0}\right)^2 + \dfrac{1}{4}\left(1 - \dfrac{T}{T_0}\right)^3 + \dots\right]^2}{\dfrac{1}{2} + \dfrac{2}{3}\left(1 - \dfrac{T}{T_0}\right) + \dfrac{3}{4}\left(1 - \dfrac{T}{T_0}\right)^2 + \dfrac{4}{5}\left(1 - \dfrac{T}{T_0}\right)^3 + \dots} = \\ \qquad 2\left[1 - \dfrac{1}{3}\left(1 - \dfrac{T}{T_0}\right) - \dfrac{5}{36}\left(1 - \dfrac{T}{T_0}\right)^2 - \dfrac{11}{135}\left(1 - \dfrac{T}{T_0}\right)^3 - \dots\right] \end{cases}$$

Setzt man nun $T_0 = T$, dann wird:

$H = 2h_1$, $\delta^* = 7{,}389$

Zur Vereinfachung führen wir $a = (1 - \frac{T}{T_0})$ ein und erhalten:

$$(8a)\quad \begin{cases} H = h_1 \left[\dfrac{1 + a + a^2 + a^3 + a^4 + \dots}{\frac{1}{2} + \frac{2a}{3} + \frac{3a^2}{4} + \frac{4a^3}{5} + \dots} \right] \\ \text{Log } \delta^* = \dfrac{\left(1 + \frac{a}{2} + \frac{a^2}{3} + \frac{a^3}{4} + \dots\right)^2}{\frac{1}{2} + \frac{2a}{3} + \frac{3a^2}{4} + \frac{4a^3}{5} + \dots} \end{cases}$$

Nun ist hier:

$$1 + a + a^2 + a^3 + a^4 + \dots = \frac{1 - a^{n+1}}{1 - a} = \frac{1}{1-a} \text{ für } n = \infty \text{ und } a < 1.$$

$$\left\{1 + \frac{a}{2} + \frac{a^2}{3} + \frac{a^3}{4} + \dots\right\}^2 = \left[\frac{1}{a} \text{Log } (1-a)\right]^2 = \left[\frac{1}{a} \text{Log } \frac{1}{1-a}\right]^2$$

$$\frac{1}{2} + \frac{2a}{3} + \frac{3a^2}{4} + \frac{4a^3}{5} + \dots = \frac{a + (1-a) \text{ Log } (1-a)}{a^2 (1-a)}$$

Dies eingeführt gibt folgende mehr theoretische als praktische Gleichungen:

$$(8b)\quad \begin{cases} H = \dfrac{h_1\ a^2}{a + (1-a) \text{ Log } (1-a)} = \dfrac{R\ (T_0 - T)^2}{T_0 - T - T \text{ Log } \frac{T_0}{T}} = \dfrac{R\ (T_0 - T)^2}{T_0 - T - 2{,}30259\ T \log \frac{T_0}{T}} \\ \text{Log } \delta^* = \dfrac{(1-a)\ [\text{Log } (1-a)]^2}{a + (1-a) \text{ Log } (1-a)} = \dfrac{T\ [\text{Log } \frac{T_0}{T}]^2}{T_0 - T - T \text{ Log } \frac{T_0}{T}} \\ \log \delta^* = \dfrac{2{,}30259\ T\ (\log T_0 - \log T)^2}{T_0 - T - 2{,}30259\ T\ (\log T_0 - \log T)} \end{cases}$$

Ist T_0 oder fast T, werden die Formeln (8b) unbrauchbar. Gleichungen (8) zeigen, daß bei sinkender Temperatur in der Höhe sowohl H als $\delta^* = \frac{D_0}{D}$ bezogen auf die Höhe H abnehmen, während sie bei Anwendung der Laplace'schen Gleichung etwas zunehmen. Die bewiesene Tatsache in bezug auf die Existenz der Umkehrschicht bleibt bestehen, wird aber bei Anwendung der beiden Methoden etwas modifiziert, weshalb eine gewisse Unsicherheit in den Resultaten bestehen bleibt.

Hauptaufgabe dieser Arbeit war, zuerst empirisch, dann mathematisch nachzuweisen, daß es im Luftmeere eine Höhenschicht gibt, die in Verbindung mit der Dichte der Luft eine besondere Rolle spielt, indem in dieser Schicht die Linien gleicher Dichte ihre Richtung ändern, ferner diese Höhenschicht und das Dichtigkeitsverhältnis δ^* in bezug auf diese Höhe H rechnerisch zu bestimmen.

In rein physikalischer wie praktischer Beziehung, besonders für Meteorologie, Aerologie oder Physik der freien Atmosphäre und Luftschiffahrt dürften die gefundenen Resultate nicht ohne Interesse sein. Es ist auch wünschenswert, daß der Mensch das für seine Existenz unentbehrliche Luftmeer besser kennen lerne, als es vielfach der Fall ist. Warum sollte man in Schulen, besonders in

landwirtschaftlichen Gegenden, nicht etwas Meteorologie mit Wetterkunde treiben, da dies so nützlich sein kann! Die Vorgänge und Zustände in den obern Luftschichten sind mit jenen in der Nähe des Bodens in gewisser Beziehung; sie bedürfen der praktischen und wissenschaftlich-physikalischen Erklärung. Bei der Betrachtung der hervorragenden Gesetzmäßigkeit in der Natur, im Weltall überhaupt, lernt der Mensch den Schöpfer bewundern, weshalb die Behandlung solcher Materien in der Schule nicht nur die Kenntnisse vermehrt, sondern auch Geist, Herz und Gemüt zu bilden vermag.

Korrektur zum ersten Teile dieses Artikels in Nr. 6:

Seite 83: drittunterste Zeile: „29,3 × 27" ist zu ersetzen durch „273×29,3 m".

Seite 85: fünfundzwanzigste Zeile: „4 m" ist zu ersetzen durch „4,5 m".

Seite 86: Formel (1a): „$\frac{\delta T}{T}$" ist zu ersetzen durch „$\frac{\delta T_0}{T}$".

Über das Konservieren von Pflanzen.

Von Dr. P. Emmanuel Scherer, Sarnen.

Im Folgenden sind einige Angaben zusammengestellt über das Konservieren von Pflanzen und ihren Teilen in Flüssigkeiten, nebst einigen andern Hinweisen. Der Lehrer wird ja den Schülern am liebsten frische Pflanzen in die Hand geben; aber das ist eben nicht zu jeder Jahreszeit möglich; manche Objekte sind überhaupt selten und sollen geschont werden, oder erfordern zur Beschaffung und Herrichtung Zeit und Arbeit. Man möchte sie gerne aufbewahren, um sie rasch wieder bei der Hand zu haben. Welches Verfahren soll man dabei einschlagen?

Über die Einrichtung eines Herbariums will ich mich hier nicht einläßlich verbreiten; wer sich darum interessiert, findet ausführliche Angaben im ersten Jahrgang dieser Zeitschrift. Nur auf die Grundbedingung schöner Herbarpflanzen sei nochmals hingewiesen: es müssen die Pflanzen frisch eingelegt werden und nicht verwelkt und halbverdorrt, ferner muß daß Preßpapier, besonders in den ersten Tagen, möglichst oft gewechselt und durch trockenes ersetzt werden, sonst werden nicht nur alle Blütenfarben, sondern auch das Grün der Blätter zerstört.

Es gibt auch eine Methode Pflanzen und Pflanzenteile mit heißem Sand zu trocknen; so werden etwa Stengel, Blätter und ganze Zweige behandelt, die zur Zusammenstellung von Insektenbiologien nnd dergleichen bestimmt sind. Man nimmt einen genügend großen Holzkasten oder eine Blechkiste, bohrt in den Boden mehrere Löcher von 1—2 cm Weite und verschließt sie von unten mit Korkpfropfen. Dann wird eine Schichte Sand auf den Boden des Kastens geschüttet, die Pflanze in frischem Zustande aufrecht

hinein gestellt, ihre Teile natürlich ausgebreitet und hernach sorgfältig stark erhitzter Sand (von etwa 100° C) nachgefüllt. Die Kiste wird auf einem Ofen oder sonst an einem warmen Orte aufgestellt. Nach Verlauf von etwa 10 Tagen ist die Pflanze getrocknet und man kann den Sand durch die Bodenlöcher abrinnen lassen. Es versteht sich, daß der Sand möglichst fein und trocken sein muß. Statt Sand kann man auch Bärlappmehl (die Sporen von Lycopodium) verwenden.

Sehr oft möchte man bestimmte Pflanzenteile z. B. Zwiebeln, Rhizome, ganze Blütenstände u. s. f. aufbewahren. Pressen lassen sich solche oft schlecht oder gar nicht, oder werden durch Schrumpfen unansehnlich. Derlei Objekte bewahrt man am einfachsten und besten in Gläsern mit einer konservierenden Flüssigkeit auf. Dazu eignen sich in erster Linie 90—96 proz. Alkohol und Formalin. In Alkohol eingelegt verlieren die Pflanzen meist ihre Farben ziemlich schnell, während sie in Formalin sich besser halten. Formol, Formalin ist die 40 proz. Lösung des Aldehyds der Ameisensäure (Formaldehyd=CHO), eines stechend riechenden farblosen Gases, in Wasser. Das Gas greift bei gewöhnlicher Temperatur die Schleimhäute heftig an; man muß sich auch vor dem Formalin in acht nehmen und sich hüten beim Eingießen in die Gläser die Dämpfe einzuatmen, ein heftiger Schnupfen könnte sonst leicht die Folge sein. Zur Herstellung einer 1 proz. Lösung mischt man 40 Teile Wasser mit einem Teil Formalin; um eine 4 proz. Lösung zu erhalten, verdünnt man einen Teil Formalin mit 10 Teilen Wasser.

Zur Konservierung von pflanzlichen Objekten verwendet man mit Vorteil eine 40 proz. Formollösung. Sollen die grünen Teile in ihrer Farbe erhalten werden, so bringt man sie vorher in eine Lösung von Kupfervitriol. Eine gute Konservierungsflüssigkeit gibt die folgende Mischung: 90 Teile 4 proz. Formol, 10 Teile reines Glyzerin, auf einen halben Liter je eine Messerspitze Natriumacetat. — Gewisse Pflanzen werden in Alkohol schwarz, so z. B. die biologisch so interessante Schuppenwurz (Lathraea squamaria); hier kann diese unliebsame Schwärzung verhindert werden, indem man die Pflanzen vorher etwa zwei Minuten in siedendes Wasser taucht.

Manche Objekte, besonders kleinere, müssen auf einer Glasplatte befestigt werden und dürfen erst so in das Glas mit der Konservierungsflüssigkeit gebracht werden. Es ist jeweilen wohl zu überlegen, ob man für einen solchen Hintergrund schwarzes, weißes oder durchsichtiges Glas nehmen soll, denn der Gegenstand soll sich von der Glasplatte gut abheben, oder aber von beiden Seiten sichtbar sein. Die Glasplatte soll genau in die Zylinder passen. Man kann sich einen Streifen Karton als Modell zuschneiden und darnach mit dem Diamant die Glasplatte. Größere Gegenstände werden am besten mit schwarzem oder weißem Faden an der Glasplatte befestigt; kleinere klebt man auf. Klebemittel gibt es verschiedene. Ich benütze stets Hausenblase, die in jeder Apotheke erhältlich ist. Man läßt sie mit etwas Wasser aufquellen und löst sie darauf mit ein wenig heißem Wasser. Sie stellt eine vorzügliche Klebemasse dar, die auch einen Hauptbestandteil vieler käuflicher

Kittmittel bildet. Ich befestigte damit z. B. schon vor vielen Jahren einmal eine große Serie von Keimungsstadien von Phaseolus (Gartenbohne) auf einer Glasplatte, die dann in ein Glas mit Alkohol gestellt wurde, und es ist bis heute auch nicht ein Stück abgeschwommen. Ein anderes gebräuchliches Klebemittel für Alkoholpräparate ist eine Lösung von Photoxylin in Schwefeläther. Man erhält es in gebrauchsfertigem Zustand von der bekannten Firma Dr. Grübler u. Co. in Leipzig.

Zum Aufkleben von Gegenständen, die in Formalin kommen, wird eine heiß filtrierte Gelatinelösung verwendet.

Objekte, die im Gefäß schweben oder hängen sollen, kann man mit Seidenfaden an kleine mit Hacken versehene Glaskugeln, Schwimmer befestigen (zu beziehen von der Firma E. A. Böttcher, Berlin).

Soll verhütet werden, daß die Glasplatte im Zylindergefäß sich bewegen kann, so bringt man mit einem Holzstäbchen an die Stelle, wo die Platte den Boden und die Wand des Zylinders berührt, einen großen Tropfen Photoxylin oder Gelatinelösung. Darauf stellt man die Platte mit den angebundenen oder aufgeklebten Gegenständen in das Glas und füllt sorgfältig mit Alkohol oder Formalinlösung. Als Verschluß kann man bei Formalinpräparaten Korkpfropfen verwenden, für Alkoholfüllungen sind solche nicht zu empfehlen. Vorzuziehen ist jedoch in allen Fällen ein Verschluß mit gläsernen Deckscheiben, deren untere Randfläche geschliffen ist und auf den geschliffenen Rand des Glases paßt. Es empfiehlt sich übrigens sehr, die Objekte nicht sofort in die Gläser zu bringen, sondern sie einige Monate in sogenannten Vorbereitungsgläsern in 1 proz. Formalinlösung, beziehungsweise in verdünntem Alkohol aufzubewahren. Es ist überhaupt nicht ratsam, die zu konservierenden Pflanzenteile sofort in die konzentrierte Alkohollösung zu bringen, da sich sonst meist starke Schrumpfungserscheinungen zeigen, die auf dem raschen Entzug des Wassers aus den Geweben beruhen. Noch weit schlechtere Resultate zeitigt ein solches, unvorsichtiges Blitzverfahren bei tierischen Objekten! In käuflich erworbenen Alkoholpräparaten, z. B. gerade zoologischen von der Firma Haferlandt in Berlin, kommt es mitunter vor, daß der Spiritus trübe oder flockig wird. Dem kann abgeholfen werden dadurch, daß der Spiritus erneuert oder filtriert wird.

Wird das Gefäß nicht endgültig verschlossen, so kann man den Glasrand mit einer Stange erwärmten Hirschtalges (in den Apotheken um wenig Geld zu bekommen) bestreichen und dann die Deckscheibe aufdrücken. Letztere sollte nicht über den Rand des Gefäßes hinausragen. Zum endgültigen Verschluß der Gläser mit Formalinfüllung empfiehlt sich Wisein, das von der Handlung Theodor Schröter, Leipzig-Cannewitz, in den Handel gebracht wird. Nachdem der Rand des Glases und der Deckscheibe sorgfältig gereinigt und abgetrocknet worden sind, bestreicht man beide mit Wisein, bringt die Deckplatte vorsichtig auf das Glas und beschwert mit einem Gewichte. Nach einigen Tagen überbindet man Deckglas und Zylinder mit feuchter Tierblase. Tritt die Notwendigkeit ein, mit Wisein gekittete Verschlüsse zu öffnen, so legt man in

Sodawasser getränkte Lappen um Glas- und Plattenrand; die Deckplatten können alsdann nach einigen Stunden abgehoben werden. — Um Gefäße mit Alkoholpräparaten zu verschließen, wird von de Groot folgender Kitt empfohlen: 8 Gramm Zinkweiß mit etwas Wasser verrührt, werden 30 cm^3 Wasser und 4 Gramm zerschnittene Gelatine zugesetzt. Das Ganze wird über kleiner Flamme erhitzt, aber nicht gekocht, der Kitt heiß aufgetragen. Die Deckscheibe ist vor dem Auflegen zu erwärmen. Gebräuchlicher ist als Verschlußmittel eine Mischung von Guttapercha mit Talg. Man schmelzt Guttapercha in einer Schale im Wasserbade, setzt die gleiche Gewichtsmenge Talg zu und verrührt gut. Der Kitt soll nie über der offenen Flamme, sondern stets im Wasserbad erwärmt werden. Der Gefäßdeckel wird angewärmt, mit der Kittmasse bestrichen, nochmals erwärmt und dann mit festem Druck dem Glas angepaßt. Nach einigen Tagen überbindet man auch hier mit Tierblase. So verschlossene Gläser kann man auch umlegen, nur darf der Spiritus nicht zu früh mit dem Kitt in Berührung gelangen.

Sehr kleine pflanzliche Objekte lassen sich in großen Zylindergläsern nicht gut unterbringen. Die Betrachtung ist erschwert; bei der Durchsicht erhält man wegen der dicken Glaswand verzerrte Bilder und mit einer Lupe läßt sich ebenfalls nicht hantieren. Für kleine Einzelpräparate eignen sich besser flachgedrückte Glasröhren, deren Enden zugeschmolzen werden. Solche Flachröhren können von der Firma K. Treffurth in Ilmenau, Thüringen bezogen werden, das Kilo zu 4 Mk. (vor dem Krieg!), mit 5 Pfennig Zuschlag für das Zuschmelzen des einen Röhrenendes. Bei der Fertigstellung der Präparate wird der einzuschließende Gegenstand aus der Konservierungsflüssigkeit in die Röhre gebracht, entweder frei, oder auf ein Glimmerblättchen, auf schwarze oder weiße Glasstreifen geklebt. Dann wird die Röhre über einem Brenner erhitzt und ausgezogen. Um das Präparat zu schonen, schlägt man den untern Teil der Röhre in einen mit kaltem Wasser getränkten Lappen. Ist die Röhre erkaltet, so wird der Alkohol oder das Formalin vorsichtig in die schräg gehaltene Röhre gefüllt, sodann erwärmt man den Hals der Röhre rasch, zieht sie noch weiter aus und schmelzt sie zusammen. Die einzelnen Präparatenröhrchen kann man auf kleinen schwarzgestrichenen Holzfüßen montieren. Ausführlichere Angaben zur Herstellung solcher Flachröhrenpräparate finden sich in dem Werke: Die Praxis des naturwissenschaftlichen Unterrichtes von Max Voigt, Leipzig, Theodor Weicher.

Noch ein Wort über die Konservierung von Pilzen und Algen. Zahlreiche Pilze, z. B. alle Rostpilze, können mit ihren Wirtspflanzen gepreßt und gleich andern Pflanzen in Herbarien vereinigt werden. Von Schimmelpilzen werden am besten mikroskopische Präparate und eventuell Zeichnungen angefertigt. Kleine Hutpilze lassen sich ebenfalls ähnlich wie Gefäßpflanzen zwischen Fließpapier trocknen und bewahren in vielen Fällen Form und Farbe recht gut. Die großen Löcherpilze mit ihren holzigen oder lederartigen Fruchtkörpern, Boviste, Erdsterne und manche andere läßt man austrocknen und legt sie in Schachteln. Am schwierigsten aufzubewahren sind die großen,

fleischigen Hutpilze. Zahlreiche Verfahren sind dafür vorgeschlagen worden, doch gibt es kaum eines, das sich für alle Fälle bewährt. Die müheloseste Art, solche Schwämme aufzubewahren, besteht darin, daß man sie in Gläser mit einer Konservierungsflüssigkeit bringt. Als solche wird vielfach verdünnter Alkohol verwendet; die Form bleibt meist vorzüglich erhalten, aber die Farben verblassen schon nach kurzer Zeit. Als weitere Konservierungsmittel werden empfohlen, Formalin, Glyzerin, ein Gemenge von Glyzerin und Weingeist, verdünnte Vaseline, verdünnte weingeistige Sublimatlösung. Ein anderes Verfahren läuft daraus hinaus, die Schwämme mit Talg, Paraffin oder Wachs zu inprägnieren und sie dann im erhärteten Zustand trocken aufzubewahren, doch erfordert eine solche Präparation bedeutendes Geschick. Man kann auch durch die Schwämme Längs- und Querschnitte herstellen, sie zwischen Fließpapier trocknen und auf Blätter aufkleben. Dazu gehört dann auch noch eine Sporenprobe.

Um von unseren größeren Süßwasseralgen oder den ungleich prachtvoller gefärbten Meeresalgen recht schöne Dauerpräparate herzustellen, gibt es ein einfaches Verfahren. Man bringt den Algenrasen in eine große Schüssel mit Wasser, breitet ihn gut aus und fängt ihn dann mit einem Blatt weißen geleimten Papiers, das man auf einer Glasplatte unter die schwebende Alge taucht, auf, breitet sie auf dem Blatte gut aus und nimmt dieses dann behutsam aus dem Wasser. Darauf läßt man die Alge auf dem Blatte einfach antrocknen, oder legt es zwischen zwei Fließblätter. Manche Algen haften infolge ihrer Gallertausscheidungen sehr leicht auf Papier und sehen in getrocknetem Zustand aus wie ein auf das Papier gemaltes Bild. Von mikroskopischen Algen, z. B. Kieselalgen, Desmidiazeen usw. fertigt man zur Aufbewahrung sorgfältige Dauerpräparate auf Objektträgern an.

Zum Schlusse mag die Bemerkung beigefügt werden, daß wie in fast allen Dingen, auch bei der Herstellung von Präparaten, Übung und Erfahrung eine große Rolle spielen. Manches gelingt beim ersten Versuch schlecht oder gar nicht, während die Wiederholung bessere Resultate zeitigt.

Literatur.

Methoden zur Lösung geometrischer Aufgaben von **B. Kerst.** (Bd. 26 der „Mathematischen Bibliothek".) Teubner, Leipzig. Kl. 8°., 47 Seiten mit 136 Aufgaben, 46 Fig. im Text. Preis Mk. —.80.

Die hier schon mehrfach empfohlene Mathematische Bibliothek bringt mit diesem Bändchen eine in mancher Hinsicht anregende Anleitung zu den so verschieden beurteilten Konstruktionsaufgaben. Zur Auffindung der geometrischen Örter macht der Verfasser namentlich von der Vorstellung der Beweglichkeit der zu konstruierenden Figur Gebrauch, gewiß ein in manchen Büchern viel zu wenig beachtetes Moment. Referent glaubt allerdings, daß man auch hierin des Guten zu viel tun kann, jedenfalls bleibt zu wünschen, daß auch z. B. bei manchen hier gebrachten Aufgaben die andern Methoden

nicht vernachläſſigt werden mögen, da ſie in manchen Fällen der Forderung nach ſelbſtändiger mathematiſcher Tätigkeit auf Grundlage vorhandenen Wiſſens ſicher ebenſogut entſprechen, wie dieſe Methode. Dr. Baum.

Die Zahlenlehre, Grundlagen und Erkenntniſſe für den geſamten Rechenunterricht. Von Dr. **H. Walſemann.** Emil Roth, Gießen. 8°, VII u. 111 S. Preis broſch. Mk. 1.80.

Ein aus der Praxis hervorgegangenes und auch wirklich praktiſches Werkchen, das vor allem auf Erkenntnis der Zahl und der Zahlenverhältniſſe dringt. Die durch zahlreiche Figuren unterſtützte Darſtellung dürfte auch wohl durchgehend dieſe Forderungen erfüllen, und da das Buch mit den primitivſten Zahlenkenntniſſen beginnt, und doch ſyſtematiſch raſch weiterſchreitend, raſch zu weitgehenden Reſultaten führt, ſei es allen, die die erſten Grundlagen des Rechenunterrichtes zu legen haben, warm empfohlen. Dr. B.

W. Wick und E. Mugglin, Aufgabenſammlung für den Buchhaltungsunterricht.*)

Die Verfaſſer haben ihre Aufgabenſammlung auf drei Hefte verteilt.

I. Heft: Einführung in die Grundbegriffe der Buchhaltung und deren Anwendung in der Rechnungsführung des Haushalts und in der Buchführung des gewerblichen und kaufmänniſchen Kleinbetriebs. Dabei verfolgen die Verfaſſer einen ſtreng methodiſchen Aufbau und bieten eine ſolche Mannigfaltigkeit der Geſchäftsfälle, daß auch kaufmänniſche Lehranſtalten nicht in Verlegenheit kommen, wenn ſie in der Wahl des Stoffes Abwechslung haben wollen. Dabei wird fortwährend auf die Beziehungen zwiſchen Buchführung und Recht Rückſicht genommen und hingewieſen. Jeder Aufgabe folgt eine ſogenannte „Beſprechung"; darin wird der Lehrer angeleitet, ſprachliche und ſachliche Erklärungen über buchhalteriſche und verwandte Begriffe einzuſchalten. Dieſe Beſprechung iſt mit Recht ganz knapp gehalten, es ſind mehr nur Merkwörter, damit der Lehrer die betreffenden Erklärungen nicht vergeſſe; ſie ſetzen voraus, daß er mit dem ganzen Wiſſensgebiete durchaus vertraut ſei. Ungemein wertvoll ſind die beigegebenen Schemata, die dem Schüler ſofort einen klaren Überblick über den Zuſammenhang zwiſchen den in den typiſchen Aufgaben notwendigen Büchern gewähren. — Im erſten Teil dieſes Heftes baut der Unterricht auf die Erfahrung eines Lehrlings auf und ſchreitet lückenlos vorwärts. Ein zweiter Teil ſtellt die gewonnenen Ergebniſſe im Unterricht nach Aufgabengruppen zuſammen und dient weſentlich zur Vertiefung des Gelernten.

II. Heft. Die ſyſtematiſche Entwicklung der doppelten Buchführung mit beſonderer Berückſichtigung der Kontenlehre und des Abſchluſſes. Mehr als im 1. Heft tritt hier nun auch die Belehrung auf. Sie iſt kurz gehalten und darf als Zuſammenfaſſung der mündlichen Erläuterungen des

*) Methodiſch geordnete Aufgabenſammlung für den Buchhaltungsunterricht an kaufmänniſchen und gewerblichen Lehranſtalten aller Stufen, Fortbildungsſchulen und Buchhaltungskurſen, von W. Wick, Vorſteher der kantonalen Handelsſchule Baſel, und E. Mugglin, Profeſſor an der kantonalen Handelsſchule Luzern. 3 Hefte. Zürich, Schultheß & Co. 1914—1917.

Lehrers betrachtet werden. Dabei gehen die Verfasser streng systematisch vor. Sie trennen das Materielle vom Formellen, d. h. die Kontenlehre von der äußern Form. (Um die Schüler aber auch mit der Aufstellung der Schemata vertraut zu machen, wurde ein besonderer Abschnitt über Buchhaltungsformen beigefügt.) Von der Entwicklung des Kontensystems gehen die Verfasser zur Darstellung des Verkehrs nach einzelnen Gruppen von Vermögensbestandteilen über. Weiter ist reiche Gelegenheit zu Abschlüssen gegeben; verschiedene sogenannte Kurzaufgaben regen zur Selbständigkeit an und dienen als Einführung ins Buchhaltungslesen. Auch dieses Heft gestattet bei aller Systematik eine mannigfache Auswahl.

III. Heft. Zweimonatlicher Geschäftsgang einer Brennmaterialienhandlung in Anlehnung an Geschäftsdokumente, die der Praxis entnommen sind. Dieses dritte und letzte Heft will die bisher erworbenen Kenntnisse praktisch verwerten. Gleichzeitig führt es auch in zusammenhängende Kontorarbeiten ein. Ein zweiter Teil des Heftes bringt Anmerkungen über die Anlage der zur Verwendung kommenden Bücher und über den Gang der Buchungen. Diese wegweisenden Bemerkungen sind genau zu studieren, bevor man an die Lösung der Aufgabe schreitet. Desgleichen mögen sich die Schüler vor Beginn dieser abschließenden Arbeit auch mit den Anmerkungen zu den einzelnen Inventurposten und Geschäftsfällen vertraut machen. Dann werden sie zur Überzeugung kommen, daß der perfekte Buchhalter nicht nur die doppelte Buchhaltung beherrschen, sondern auch eine Reihe von rechtlichen, volkswirtschaftlichen, transport- und zolltechnischen Kenntnissen besitzen muß.

Zum Schlusse sei bemerkt, daß das ganze Werk auf spezifisch schweizerische Verhältnisse aufbaut, und zwar, wie sie vor dem Kriege sich vorfanden. Die beiden Verfasser haben in dieser Aufgabensammlung bewiesen, daß sie nicht nur gründliche Kenner der Buchhaltung, sondern auch treffliche Methodiker in diesem Unterrichtszweige sind. J. Troxler.

Hahn Hermann, Physikalische Freihandversuche. II. Teil. Eigenschaften der Flüssigkeiten und Gase. 2. verbesserte und vermehrte Auflage. 431 Seiten mit 786 Bildern im Text. Berlin, Otto Salle 1916. Geheftet Mk. 8.—.

Es liegt hier der 2. Band des aus dem Nachlaß von Prof. Schwalbe durch Hermann Hahn, den bekannten Vorkämpfer für einen modernen Physikunterricht, zusammengestellten und bearbeiteten Werkes über physikalische Freihandversuche in II. Auflage vor. In dem stattlichen Bande von 431 Seiten ist alles zusammengetragen, was an einfachen Versuchen zur Veranschaulichung der Eigenschaften der Flüssigkeiten und Gase bekannt ist. Der Begriff des Freihandversuchs ist ja wohl von Schwalbe geschaffen worden. Wir verstehen darunter bekanntlich Experimente, die ohne Aufwand einer teueren Apparatur mit den einfachsten Mitteln, auch von den Schülern angestellt werden können. Dazu eignet sich nun die Physik der Flüssigkeiten und Gase vortrefflich. Zumal die Molekularphysik der Flüssigkeiten und Gase

gibt zu vielen und einfachen Versuchen Veranlassung. Der Inhalt zerfällt in den beiden Abschnitten „Die Flüssigkeiten" und „Die Gase" gleicherweise in die 3 Unterabschnitte: „Gleichgewicht, Bau, Bewegung der Flüssigkeiten bezw. der Gase". Abgesehen von den Nachträgen, die auch noch 14 Seiten einnehmen, sind es 707 kleine Abschnitte mit noch weit mehr Versuchen, die mit aller wünschenswerten Genauigkeit beschrieben sind. Aus dem reichen Inhalt will ich nur wenig hervorheben. Wer im Physikunterricht nicht nur auf systematische Vollständigkeit in der Behandlung des gesamten Wissens Gewicht legt, sondern vor allem auch mit Nachbardisziplinen wie Chemie und Biologie Fühlung sucht und demgemäß auch auf diese Bedacht nimmt, wird z. B. die Unmenge einfacher und zweckmäßiger Versuche begrüßen, die zur Erklärung der Lösung, Mischung, Schichtung, Diffusion, Osmose, und der Kolloide angegeben sind. Wer aber der modernen Flugzeugtechnik sein besonderes Augenmerk widmet, wird erstaunt sein, mit welch simpeln Anordnungen unter den Titeln Gleitflieger, Flugschrauben und Schraubenflieger diese wichtigen Luftvehikel dem Verständnis nahe gebracht werden können. Recht einfache, aber das Wesentliche gut treffende Abbildungen sind in genügender Zahl beigegeben. Hie und da wird auch das angehängte Verzeichnis gleichbedeutender Namen von Chemikalien, Drogen usw. aus der Verlegenheit helfen. Im Ganzen ein treffliches Werk, das man nicht etwa nur dem Physiklehrer an den obern Klassen der Mittelschulen in die Hand gelegt wünscht, das vielmehr auch den Sekundarlehrern mannigfachste Anregung zur Auswahl geeigneter Versuche für ihren grundlegenden physikalischen Unterricht bieten würde, und darum vor allem für Lehrerbibliotheken zum gemeinsamen Gebrauch angeschafft werden sollte. Th.

Grüningen, J. v., Das praktische Heidi. Einfache Schülerübungen in der Chemie. Mit 45 Textfiguren, 48 Seiten. 8°. Verlag A. Francke, Bern. Preis Fr. 1.25, bei Bezug von 12 und mehr Exemplaren Fr. 1.—.

Ich möchte dieses Büchlein den Chemielehrern und -Lehrerinnen an unsern Mädchen-Sekundarschulen und Instituten wärmstens empfehlen. Es ist vom Verfasser des „A-B-C der Chemie" im Anschluß an diesen Leitfaden, der früher einmal in der „Mittelschule" besprochen wurde, herausgegeben worden. „Das praktische Heidi" verwendet sich am besten gemeinsam mit dem „A-B-C der Chemie". Es enthält eine Zusammenstellung ganz einfacher Schulversuche, die in Ergänzung zum Demonstrationsunterricht des Lehrers von den Schülern ohne jede Gefahr mit den bescheidensten Mitteln angestellt werden können. Daß neben ganz wenigen, besonders wichtigen Elementen, die Beleuchtungsmittel, ferner die organischen Stoffe mit Rücksicht auf die Ernährung des Menschen, endlich auch der Alkohol zu den Versuchen herangezogen werden, ist für die zukünftige Haushälterin von besonderem Werte. Möge das praktische Büchlein dazu helfen, daß die Chemie an unsern Sekundarschulen mehr und mehr aus ihrem demütigen Aschenbrödeldasein erlöst und ihr eine ihrer wirtschaftlichen Bedeutung besser entsprechende Stellung eingeräumt werde. Th.

3. Jahrgang Nr. 8. 29. Nov. 1917.

Mittelschule

Beilage zur „Schweizer-Schule“

Mathematisch-naturwissenschaftliche Ausgabe

Schriftleitung: Dr. A. Theiler, Luzern

Inhalt: Ein Besuch bei J. H. Fabre. — Vom Physikunterricht in der Sekundarschule. — Weitere Erfahrungen auf Ferienwanderungen mit Schülern. — Literatur.

Ein Besuch bei J. H. Fabre.

Von Dr. Rob. Stäger, Bern.

Der Mann, um den es sich hier handelt, starb im hohen Alter von 92 Jahren kurz vor Weihnachten 1915 auf seiner ländlichen Besitzung in Sérignan, einem kleinen Bauerndörfchen der sonnigen Provence. Mit ihm schied ein Forscher und ein Beobachtungs-Genie, das seinesgleichen sucht. Er war aber auch ein Stilkünstler ersten Ranges und nicht leicht dürfte ein Mann der Wissenschaft gefunden werden, der seine exakten Forschungsresultate in ein so schönes, allgemein bewundertes Gewand zu kleiden vermöchte, wie gerade er. Forscher und Schöngeist zugleich war ein Alexander von Humboldt, war ein Friedrich Ratzel, ist Jean Henri Fabre. Naturforscher, die einen schönen Stil schreiben, werden alle hundert Jahre einmal geboren. Die Wissenschaft hatte die Kombination ihrer Talente nie zu beklagen. Und doch soll es heute noch Gelehrte geben, bei denen die Wissenschaft erst mit der Unverständlichkeit und Verworrenheit der Sprache anfängt.

J. H. Fabre war der bekannte und doch noch viel zu wenig von uns gekannte Erforscher und Darsteller des Insektenlebens, dem er mehr als vier Jahrzehnte widmete. Als einer der ersten führte er die experimentelle Methode in die Insektenkunde ein, was ihm nicht hoch genug angerechnet werden kann. In vielen Zweigen der Biologie beginnt man erst in unsern Tagen nach dem experimentellen Beweis zu fragen und gab sich allzulange subjektiver Deuterei und Spekulation hin. Die Verheerungen, die damit angerichtet wurden, sind bekannt. Fabre hatte schon längst ausgeführt, nach dem wir heute erst suchen. Aber er arbeitete auf keinem Modegebiete, er zerlegte keine Ringelwürmer mit dem Mikrotom und gab sich nicht mit der Entwicklung von Seeigeleiern ab, noch erwärmte er sich sonderlich für die mikroskopische Anilinfärberei, — darum blieb er lange unbekannt.

„Ihr (gemeint sind die zünftigen Gelehrten) zerstückelt das Tier und ich studiere es,“ schreibt er selber in seinem Aufsatz: „Ein Laboratorium auf freiem Felde“,*) „während es lebt; ihr macht einen Gegenstand des Schreckens

*) Nach der deutschen Übersetzung des Kosmos-Verlag, Stuttgart.

und des Mitleids aus ihm, und ich mache, daß man es lieb gewinnt; ihr arbeitet in einer Folterkammer, ich beobachte unter dem blauen Himmel beim Gesang der Zikaden; ihr unterwerft die Zelle und das Protoplasma den Reagentien, ich studiere den Instinkt in seinen höchsten Kundgebungen; ihr erforscht den Tod, ich erforsche das Leben." —

Damit hat Fabre am besten selber seine Arbeitsmethode charakterisiert. Es ist aber nicht zu vergessen, daß er nicht ohne geistreiche Versuchsanordnung seine Lieblinge, die Insekten, die an sie gestellten Fragen beantworten ließ. Darin liegt, wie schon angedeutet, nebst der anschaulichen Darstellung, hauptsächlich seine Größe.

Jean Henri Fabre wurde am 23. Dezember 1823 in dem kleinen Dorfe Saint-Léons im Departement Aveyron als Sohn eines armen Kleinbauers geboren, der nicht die Mittel besaß, den talentvollen, schon in frühester Jugend für die Schönheiten der Natur begeisterten Knaben studieren zu lassen. Doch eröffnete sich dem jungen Fabre die Gelegenheit auf eine Freistelle an der Schule zu Avignon. Hier und durch tüchtiges Selbststudium brachte er es soweit, daß er mit 18 Jahren das Diplom für den Unterricht an höhern Lehranstalten erhielt. So war er denn in der Folge in Carpentras, Ajaccio und Avignon als Lehrer der Chemie und Physik tätig, ruhte aber nie, durch unabläßiges Studium seine Kenntnisse zu vertiefen. Unter andern las er auch ein Werk des Entomologen Léon Dufour und dies gab den Ausschlag für seine ganze zukünftige wissenschaftliche Tätigkeit. Nach einem kurzen Aufenthalt in Orange zog er sich in die bukolische Stille von Sérignan zurück, wo er nun ganz und ausschließlich der Erforschung des Insektenlebens sich hingab.

Im Frühjahr 1913 unternahm ich mit meinem Freunde Hänny, einem bekannten Bildhauer in Bern, eine Reise nach der Provence. Ihn zogen die prachtvollen Baudenkmäler an, die dieses Land in Fülle birgt und mich die eigenartige Natur. Nicht zum wenigsten hatte es mir das einzig schöne Buch „Hohe Sonnentage" von Nikolaus Welter*) angetan, das eine dichterische Verklärung der Provence darstellt. Auch die pflanzengeographischen Arbeiten von Flahault, Professor an der Universität Montpellier, dessen persönliche Bekanntschaft ich auf einer botanischen Exkursion in Graubünden machen durfte, taten das Ihrige, um mich gerade dieses Reiseziel wählen zu lassen.

War ich aber einmal dort unten an der Rhone, so durfte ich keineswegs die Gelegenheit verpassen, den Mann aufzusuchen, dessen lebensvollen Schilderungen des Insektenlebens ich so viel Anregung verdanke und den ich aus seinen Werken seit Jahren kannte. Freilich sollte ich nur noch eine Körperruine antreffen! Aber in den seltsam dunklen Augen glühte noch ein Funken von Geisteskraft und über die ruhigen Züge dieses Antlitzes war wie ein milder Abendschein das Glück der Zufriedenheit ausgegossen.

---

*) Verlag: Jos. Kösel'sche Buchhandlung Kempten und München, 1912.



J. H. Fabre.
Nach einer Radierung von Karl Hänny, Bern.
(Mit gütiger Erlaubnis des Künstlers reproduziert.)

An einem kühlen, regnerischen 17. Mai waren wir in Orange, der Stadt eines altrömischen Theaters und Triumphbogens abgestiegen. So düster war's in dem Sonnenland, wo die Zikade von den Ulmen geigt, daß im Hotel während des Mittagessens der Gasleuchter brannte. Draußen plätscherte der Regen von den großen Platanen in den Hof.

In den Schaufenstern der Magazine zogen immer wieder zwei Portraite die Aufmerksamkeit des Fremden auf sich: Fabre's und Mistral's. Zwei provenzalische Sterne ersten Ranges: Naturforscher und Dichter. Beide lebten noch, beide starben bald nachher. Ein Mietwagen holperte uns am Nachmittag in gemächlichem Gang nach dem anderthalb Stunden entfernten Sérignan. Wir passierten auf einer stattlichen Brücke den Eygues-Fluß, der gelbe Fluten dahertreibt. Auf seinen Kiesbänken glüht gelber Ginster, seine Ufer säumt Röhricht. Die Ebene ist reich bebaut, weite Ölpflanzungen ziehen sich rechts und links der Straße weit ins Land hinein. Am Fuß der Stämme ist die rote Erde gehäufelt. Gerade Reihen von schwarzen Zypressen schützen da und dort die Kulturen vor dem gefürchteten Mistral-Wind. Hier und dort zwischen dem gepflegten Boden eine Strecke Ödland mit Thymian und andern duftenden Labiaten überzogen. Ein trübes Violett bezeichnet ihr Vorhandensein in der Landschaft. Ein indigo-blaues Band ferner Berge im Hintergrund. Über das Ganze bleigraue Wolken und ein feiner Sprühregen und kühl, so daß wir die Decken hochziehen. Und doch etwas Südliches und Erwartungs-

volles! Am Fuß einer kleinen Hügelkette tauchen die roten Hohlziegeldächer eines Dorfes auf. Das wird Sérignan sein? Der Kutscher bejaht. Rechts an der Straße, bevor wir das Dorf erreichen, lenkt ein großes Viereck von hohen Zypressen die Aufmerksamkeit auf sich. Von Gebäulichkeiten gewahrt man nichts. Sie werden sozusagen ertränkt von gewaltigen Baumwipfeln. Böcklin's Toteninsel, wenn das Land ringsum Meer wäre! Lou Mas nennt der Provenzale ein solches Gehöft und dies hier ist das Eigentum Fabre's. Unser Schimmel macht rechtsum, biegt in ein Seitensträßchen, trabt einer hohen Mauer entlang und macht vor einem in die hohe Mauer eingelassenen Gartentor Halt. Üppige Lorbeerbüsche wipfeln über dem Eingang. Eine Duftfülle südlicher Gewächse umfängt uns. Auf unser Klingeln erscheint ein dienstbarer Geist. Wir geben unsere Karten ab und tragen den Wunsch vor, den Mann sehen zu dürfen, den wir schon lange hoch verehrten. Mit großer Zuvorkommenheit werden die Fremden eingelassen. Das Haus ist niedrig, aber breit und behaglich. Eine rechte Provenzalenburg! Hoch überragt von edlen südlichen Bäumen. Wie diese fremde Vegetation das an und für sich einfache Gehöft vornehm macht! So ist's immer im Süden: eine Zypresse, eine Pinie, ein Eukalyptus, eine silberblättrige Olive verleihen oft einem noch so primitiven Gebäude Stil. Alles hat da Profil und Linie und wirkt bildmäßig auf den Beschauer. Man führt uns in ein geräumiges Zimmer zur ebenen Erde, mitten in die Häuslichkeit Fabre's hinein. Der greise Forscher sitzt im Lehnstuhl an dem großen eichenen Tisch in der Mitte des Raumes. Sein Blick fällt durch zwei Fenster auf die grüne Wildnis des Gartens. Hinter ihm lodert im Kamin ein mächtiger Holzstoß; denn der Tag ist kühl und das Alter hat keine Wärme mehr. Anverwandte sind keine da. Eine barmherzige Schwester waltet im Hause und sorgt für die Bedürfnisse des Greises. Fabre war immer ein großer Raucher gewesen. Auch jetzt noch hat er seinen Tabaksbeutel und die Pfeife vor sich auf dem Tisch. Daneben liegt ein Fidibus, den ihm die Schwester zum Anzünden herstellt. Am Nachmittag trinkt er ein kleines Gläschen Wein, das ihm den Lebensfaden verlängern soll. Zum Lesen reicht das Augenlicht nicht mehr. Das Gehör ist schwach geworden. Die Schwester vermittelt meistens die Konversation. Fabre freut sich, Besuch aus Bern zu erhalten. Wir sind nicht die ersten Schweizer. Auch Genfer Herren sind schon nach Sérignan gekommen. Er interessiert sich um das Ziel unserer Reise. Das Rhone-Delta? „Ah, nach der Camargue?" „Da gehen nur Maler und Naturforscher hin. Ein seltsames Land, eine riesige Ebene mit unbegrenzten Horizonten, mit Salztümpeln und Kanälen, durchrast von Horden wilder Stiere und manchmal gepeitscht von der Wut der Orkane." — Ob wir viel reisen? Wir besuchten vor zwei Jahren Korsika, das uns unvergeßliche Eindrücke hinterlassen. Der ehemalige Festungskommandant Ferton in Bonifacio, der sich jetzt archäologischen und entomologischen Studien hingibt und dessen Sammlungen wir besichtigen durften, ist ein Freund Fabre's. — Ajaccio ruft ihm alte Erinnerungen aus der Jugendzeit wach. Dort war er an

einem Kollegium als Lehrer tätig. Aber das Lehrfach war nicht ganz sein Fach. Sein Geist sehnte sich beständig aus der drückenden Enge der Schulstube hinaus auf das Feld der selbsttätigen Forschung. Verhältnismäßig erst spät gelang es ihm „die Ketten des Frohndienstes abzuschütteln". — Jetzt ist seine Zeit vorbei. Seine Sinnesorgane erlauben ihm nicht mehr, das Treiben seiner geliebten Insekten zu verfolgen. Der Sohn hat keine Lust, das geistige Erbe des Vaters anzutreten. Die Volièren und Zuchtkästen des Forschers sind nicht mehr belebt von lebenden Insektengestalten. Nur in der Wildnis des Gartens summt es noch an Sonnentagen um die duftenden Büsche und Bäume wie ehemals.

Auf die Frage meines Freundes, ob er Herrn Fabre rasch in sein Skizzenbuch aufnehmen dürfe, willigte er gern ein. Während ich mich mit ihm und der Schwester unterhalte, entsteht das hier beigegebene Portrait des Forschers in wenigen charakteristischen Bleistiftstrichen. Es hat eine Viertelstunde gedauert. Fabre ist sehr überrascht von der großen Treffsicherheit des Künstlers. Noch nie hat man ihn so gut wiedergegeben. Ein Jugendbildnis, das an der Wand hängt, ist „nichts dagegen". Auf allen Bildern, die ich von Fabre sah, fehlte nie der große schwarze Schlapphut. Auch bei Anlaß unseres Besuches deckte er sein Haupt im Zimmer drinnen. Viele Stellen in Fabre's zahlreichen Werken lassen vermuten, daß er gottesgläubig war. Die Anwesenheit einer barmherzigen Schwester in seinem Haus hat in mir diese Vermutung bestärkt. Es wäre eine schöne Aufgabe eines zukünftigen christlichen Biographen, diese Verhältnisse näher zu studieren und hervorzuheben, bevor uns ein Atheist sein Zerrbild bietet. Es gibt ja leider so wenige gläubige Naturforscher! Lassen wir uns die wenigen nicht literarisch verloren gehen! —

Wir durften den alten gebrechlichen Herrn nicht länger in Anspruch nehmen. Wir erhoben uns zum Abschied und drückten nicht ohne Rührung dem Manne die Hand, der über ein halbes Jahrhundert lang unter vielen Entsagungen seinem Ideal nachgegangen ist.

Die Schwester begleitete uns durch den Garten zum Tor. Der Kutscher öffnete den Schlag und zurück ging's in munterm Trab nach Orange, von wo wir noch an demselben Abend nach Avignon weiter reisten.

Vom Physikunterricht in der Sekundarschule.

Von J. Holdener, Sekundarlehrer, Arth.

Es gibt heute nicht wenig Leute, welche die Sekundarschule nur als Vorbereitungsanstalt für höhere Schulen auffassen. Ihr Hauptzweck ist sicherlich ein anderer. Wenn wir in jedem Frühjahr erfahren, daß 90 Prozent aller austretenden Sekundarschüler sich unverzüglich ins Getöse des praktischen Lebens werfen, so begreifen wir, daß die Sekundarschule eine gewisse abgeschlossene Bildung und ein sicheres praktisches Wissen zu geben imstande sein muß. Nicht wenige Handwerker und Hausfrauen haben mir versichert, daß

ſie heute noch von der Bildung und Wiſſenſchaft zehren, die ihnen eine gute Sekundarſchule vermittelt habe.

Soll der Phyſikunterricht auf dieſer Schulſtufe wirklich erſprießlich ſein, ſo muß auch er das oben genannte Ziel erreichen helfen. Soll man aber haarſcharf zeigen, daß jenes Ziel erreichbar iſt, kann kaum ein anderes Fach einen ſo klaren Beweis hiefür erbringen wie gerade die Phyſik, jener herrliche Unterrichtszweig, den mein unvergeßlicher Phyſikprofeſſor an der Induſtrieſchule in Begeiſterung ſo gerne die „Physica sacra“ nannte. Wo iſt das Fach, für welches der Lerneifer der Schüler ſich ſofort entzündet? Wo iſt das Fach, das den Verſtand, die Denkfähigkeit ſo raſch bildet? Wo iſt das Fach endlich, das zu alledem ſo viele praktiſch wichtige Kenntniſſe vermittelt? Es iſt die Phyſik. — Daß aber die Phyſik in der Sekundarſchule jene drei Forderungen erfüllt, hängt in erſter Linie nicht vom großen Apparatenſchrank, wohl aber vom guten Lehrbuch und vom tüchtigen Lehrer ab. Den Beweis hiefür will ich im Folgenden erbringen.

A. Die Buchfrage.

Gute Phyſiklehrbücher für die Sekundarſchule beſitzen wir ſehr wenige. Ein Schulbuch erſter Güte in dieſer Richtung iſt die „Gewerbliche Phyſik von P. Gunzinger“, Verlag des Fortbildungsſchülers in Solothurn, Preis 50 Rp. Gunzinger hat es verſtanden, unter zielbewußter Durchführung der drei ariſtoteliſchen Formalſtufen (Anſchauung, Verſtändnis und Anwendung), in vorbildlicher Klarheit und Einfachheit phyſikaliſche Hauptlehren dem Anfänger verſtändlich zu machen. Die Anforderungen an ein brauchbares Phyſikbüchlein in die Hand des Schülers ſind eben nicht geringe:

1. Größte Klarheit der Sprache. Hierin iſt auch das bekannte Lehrbuch von Wettſtein nicht makellos. Die Herren Verfaſſer überlaſſen nur allzu gern das Zerzauſen ihrer verworrenen Sätze und Abhandlungen dem Lehrer, der ſonſt ſchon mit Aufgaben überhäuft iſt. Es kommt dann oft ſo heraus: In der Schule hat der Schüler die Sache verſtanden; zu Hauſe bei der Wiederholung zerrinnt das mühſam erworbene Verſtändnis zwiſchen den Zeilen des unklaren Lehrmittels. Und das Reſultat? Verdroſſenheit und Unluſt des Schülers am fernern Unterricht! Wer ein gutes Schulbuch verfaſſen will, muß ſich eben das Wort Leſſings zum oberſten Leitſpruch machen: „Die größte Deutlichkeit war mir immer die größte Schönheit.“

2. Beſchränkung aufs Notwendigſte. Das Schülerbüchlein ſoll in gedrängter Kürze die Hauptlehren in ſcharf abgegrenzter Form darbieten. Jeder Schüler hat eben nur Freude an einem feſt gefügten Ganzen, das er vollkommen beherrſchen und bei Wiederholungen raſch in Hauptzügen ergreifen kann. Wie viele Verfaſſer können ſich bei der Stoffſonderung gar nicht mäßigen! Da das Schreckgeſpenſt der Unvollſtändigkeit ſie immerfort umgaukelt, werden ſie kleinlich; ihr Scharfſinn trübt ſich, ſie können Wichtiges von Nebenſächlichem nicht mehr ſcheiden. So bieten ſie allen ein nebelhaftes Etwas, aber keinem was Ganzes.

3. Mehr Zielbewußtsein! Daß noch häufig solch nebelhafte Sammelsurien von Physiklehrmitteln auf den Markt kommen, daran trägt der Mangel an einem deutlichen, stets voranleuchtenden Unterrichtsziel die Schuld. Vergessen wir doch nie, daß wir selbst Schülern, die später auf der Hochschule Physik studieren, in der Sekundarschule nichts Besseres geben können als ein grundfestes Fundament! Dieses aber ist die Weckung der Freude an der planmäßigen Naturbeobachtung. Alle Achtung vor dem kunstvollen Experiment, aber die Fertigkeit des Schülers in der Handhabung der komplizierteren, kostspieligen Apparate geht zweifellos über das Ziel des Fundamentalunterrichtes hinaus. Gewiß wird und muß jeder naturfreudige Sekundarschüler nach Anleitung des Lehrers einfache Versuche anstellen, allein das kunstvolle Experimentieren ist Ziel der Industrieschulen, der Realgymnasien und besonders der Hochschule. Das Experiment ist gewissermaßen ein Folterwerkzeug, mit dem wir der Natur ein Geständnis ihrer Geheimnisse abzwingen. Wie viele herrliche Geheimnisse aber will Mutter Natur schon freiwillig jedem ihrer treuen Freunde anvertrauen! Und wie viele Tausende von sog. Gebildeten, die sogar Physik studiert haben wollen, gehen draußen im Leben mit tauben Ohren achtlos an der milden, anspruchslosen Sprache der Natur vorbei! Allen diesen Leuten fehlt's an einem richtigen physikalischen Fundamentalunterricht. Sie glauben im Stillen, daß die physikalischen Vorgänge sanft schlummern im schönen Apparatenschrank, oder noch höchstens zu finden seien in der elektrischen Zentrale und in der mechanischen Werkstätte. Die Menschen scheinen keine Ahnung zu haben, daß die Natur ihre Gesetze gerne mitten im rauschenden Leben offenbart: Zu Land und zu Wasser, im Eisenbahnzug und auf jedem Schifflein, im Haus und im Freien, in Küche und Keller, zu jeder Jahres- und Tageszeit. Wie mancher Abiturient könnte eine glänzende Abhandlung über den Foucault'schen Pendelversuch oder über die kinetische Gastheorie niederschreiben, wüßte aber keine richtige Antwort zu geben auf die Fragen: „Warum bestreicht man die Eier mit Fett oder Lehm, um sie haltbarer zu machen? Warum steigt die Tinte im Löschpapier, das Brennöl im Lampendocht empor? Warum sinkt ein in schiefer Richtung auf den glatten Wasserspiegel geworfener platter Stein nicht unter, sondern hüpft einigemale lustig darüber hinweg?"

Hierin liegt ein Übelstand des bisherigen Physikunterrichtes: Es fehlt häufig an den richtigen Grundlagen. Ist das Fundament des physikalischen Wissens unsolid, so wankt das ganze, hernach so stolz aufgerichtete Gebäude. Wohl genießt heute der Student an den meisten Industrie- und Hochschulen einen ausgezeichneten Physikunterricht. Frägt aber zu Hause die Mutter wissensdurstig den jungen Physiker: „Warum sinkt eine etwas fettige Nähnadel, behutsam auf eine ruhende Wasserfläche gelegt, nicht unter?" so erleidet seine exakte Wissenschaft und seine Experimentierkunst einen bedenklichen Ruck, da der Junge gerade eine solch einfache Frage nicht, oder erst nach längerem Forschen richtig beantworten kann. Damit sei durchaus nicht der eigentliche wissenschaftliche Betrieb des Physikstudiums in schiefes Licht ge-

ſtellt. Ich betone aber: Soll die eigentlich exakte Phyſik den Praktikern, den Ärzten, Juriſten und Lehrern, draußen im Leben Nutzen und Freude bringen, ſo muß jenes exakt gefügte Haus auf dem ſoliden Fundament einer guten phyſikaliſchen Vorbildung ruhen. Dieſe und nur dieſe Vorbildung hat die Sekundarſchule zu verſchaffen. Die wichtigſte Grundlage der Phyſik aber bildet die methodiſche Naturbeobachtung. Das Experiment an den eigentlich phyſikaliſchen Apparaten bietet dem Sekundarſchüler für den Anfang etwas zu Fernliegendes. Zudem ſchreckt den nachahmungseifrigen Schüler ſofort die Einſicht ab: Ich kann das großartige Experiment zu Hauſe doch nicht wiederholen. Naturbeobachtungen und Verſuche mit einfachſten Werkzeugen kann er in Haus und Feld ſelber anſtellen. Dieſe bilden für ihn das Natürliche, den Anſchluß an Bekanntes und erwecken in ihm ſofort Freude und Eifer zur Selbſtbetätigung. Nach und nach gewinnt er ſodann Verſtändnis für kompliziertere Apparate, wie ſie beſonders in der Elektrizitätslehre verwendet werden. Daher gehört dieſer Fachzweig an den Schluß des Lehrbuches. Eine Fülle herrlicher Naturbeobachtungen und einfachſter Verſuche bieten Mechanik, Optik, Magnetismus, beſonders aber die Wärmelehre. Beherzigen wir es wohl: Eine einzige ſelbſtändige Naturbeobachtung, der einfachſte häusliche Verſuch des Schülers hat mehr bildenden Wert als das glänzendſte Schulexperiment. Gewiß iſt das Letztere unumgänglich wichtig, aber es iſt nicht das Ziel, ſondern nur ein Schritt zum Ziel, ein Anſporn zur Selbſtbetätigung des Schülers. Man wird vielleicht entgegnen: „Geeignete Fragen über Naturbeobachtung ſtellte ſchon bisher jeder gute Lehrer an ſeine Schüler.“ Gewiß, aber man betrachtet Naturbeobachtung und den einfachen Schülerverſuch häufig, beſonders in einſchlägigen Lehrmitteln, als Dinge zweiter Wichtigkeit, behandelt ſie ſehr ſtiefmütterlich und ſetzt ſie in kleinſten Druck.

B. Von der Methode des Lehrers.

Die allgemeine Aufgabe der Phyſik vor allem gibt uns Fingerzeige, wie wir beim Unterricht vorgehen ſollen. Die Phyſik hat die Aufgabe, die phyſikaliſchen Erſcheinungen genau zu beſchreiben und zu erklären, alſo Antwort zu geben auf die Fragen:

1. Was geſchieht unter beſtimmten Bedingungen?
2. Warum geſchieht es?

Ich erziele im Phhſikunterricht in der Sekundarſchule ſtets gute Erfolge, indem ich bei jedem Kapitel folgenden methodiſchen Weg einſchlage:

1. Ausführung eines einfachen Verſuches, den der Schüler wenn immer möglich daheim zu wiederholen imſtande iſt.
2. Genaue Beſchreibung des phyſikaliſchen Vorganges durch die Schüler.
3. Begründung der Erſcheinung, allmähliches Herausſchälen des zu Grunde liegenden Naturgeſetzes.

4. Anwendung des gewonnenen Gesetzes im Leben, d. h. Durchnahme einer Reihe einschlägiger Naturbeobachtungen.

Bei jeder Naturbeobachtung hat der Schüler in einem kleinen zusammenhängenden Referat über folgende Punkte Aufschluß zu geben:

a) Angabe der Vorbedingungen.

b) Was geschieht?

c) Auf welchem Gesetze beruht die Erscheinung?

Der erste Punkt ist gewöhnlich in der Fragestellung enthalten. Ein Beispiel! „Wie verhalten sich Wassertropfen und Quecksilbertropfen auf der Glasplatte?" Schüler: „Ich lasse sorgfältig einen Wassertropfen und einen Quecksilbertropfen auf eine sehr saubere Glasplatte nieder. Ich sehe, daß der Wassertropfen sofort zerfließt, sich verflacht; der Quecksilbertropfen hingegen bleibt ein Kügelchen, das leicht auf der Glasplatte hin- und herrollt. Warum das? Der Wassertropfen verflacht, da die Adhäsion zwischen Wasser und Glas größer ist als die Kohäsion der einzelnen Wasserteilchen. Beim Quecksilber aber ist die Kohäsion größer als seine Adhäsion zu Glas."

Selbstredend dürfen solche Naturbeobachtungen im Lehrbuche nicht ausgeführt, sondern nur in Fragen angedeutet sein. Da nämlich der Physikunterricht nur bei heuristischer Darbietung vom größtmöglichen Erfolg begleitet ist, so könnte ein Streberjunge, der aber achtlos in der Natur umherläuft, leicht auf den Schleichweg kommen, irgend ein Kapitel zum voraus einzudrillen, um bei der Erklärung in der Schule auf jede der vielen Fragen des Lehrers gleich seine schlagfertige Antwort bereit zu halten.

Als vor einigen Jahren auf einer Universität der Ordinarius N. seine Vorlesung in Experimentalphysik begann, saß ich als Student in einer Bank und spitzte die Ohren. Herr N. befaßte sich mit der Aufgabe der Physik und erklärte: „Die Physik hat den Zweck, die physikalischen Vorgänge möglichst genau zu beschreiben, d. h. präzise Antwort zu geben auf die Frage: wie? nicht aber auf die Frage: warum? Von Kausalität in der Physik ist gar nicht zu reden." (!!) Ich hätte mir vor den Kopf schlagen mögen, daß ein Ordinarius so was über seine Lippen brachte. Das heißt doch den Horizont einschränken, das heißt die Physik aus ihrer hohen Stellung in den gewöhnlichen Rang einer beschreibenden Naturwissenschaft herabwürdigen. Kann man überhaupt einen Naturforscher ernst nehmen, der die Naturkausalität, d. h. zu leugnen wagt, daß jede Naturerscheinung ihre notwendigen Vorbedingungen, also ihre Ursache haben muß? Zu jeder Wirkung in der Natur die notwendige Ursache kennen zu lernen, ist und bleibt die interessanteste Aufgabe der Physik. Nichts kann verstandesbildender sein, als im Physikunterricht die tausend „Warum" mit einem treffsicheren „Weil" beantworten zu können. Aber sonderbar berührt es doch, wenn so mancher Physiker die Naturkausalität nicht anerkennen will. Woher rührt dies? Gesteht man eben in der Physik das harmloseste „Warum" zu, so ist dies das erste Glied einer Kette von Folgerungen, vor deren Endglied jene „voraussetzungslosen" Herren eine Höllenangst haben. Solche Ketten von Naturkausalitäten eignen sich

vorzüglich zu Stoffwiederholungen. Der Lehrer ſpielt dabei den unwiſſenden Frager. Ein Beiſpiel:

1. Warum hebt der Waſſerdampf den Deckel auf der Pfanne?

Schüler: Weil der Dampf mehr Raum einnimmt als das Waſſer.

2. Wieſo kann ſich der Dampf nicht mit dem gleichen Raum befriedigen?

Weil das Naturgeſetz lautet: Bei Erwärmung dehnen ſich alle Körper, ſo auch das Waſſer, aus.

3. Iſt auch die Umkehrung des Geſetzes gültig?

Ja, bis zur Grenze von 4 Grad Celſius zieht ſich das Waſſer bei jeder Abkühlung zuſammen.

4. Was geſchieht denn bei einer Abkühlung unter 4 Grad Celſius?

Dann dehnt ſich das Waſſer wieder aus.

5. Das iſt wohl eine Geſetzloſigkeit?

Nein, aber eine „gute“ Ausnahme vom Geſetz.

6. Wieſo iſt dieſe Ausnahme gut?

Würde ſich das Waſſer auch bei einer Abkühlung unter Null immer mehr zuſammenziehen, ſo würde das Eis ſchwerer als das flüſſige Waſſer. Die Seen müßten ſo im Winter bis auf den Grund erſtarren, und die Sonne vermöchte ſie im heißeſten Sommer nicht mehr aufzutauen.

7. Hat denn jemand dieſe ſo weiſe Einrichtung in der Natur ausgeſonnen?

Bloßer Zufall kann es wohl nicht ſein.

8. Was bildet alſo die Urſache der großartigen Naturzweckmäßigkeit?

Wir verlaſſen ſchon bei der Frage 7 den Boden der reinen Phyſik und bewegen uns im Reiche der letzten Gründe, in der Philoſophie. Allein, kommt einmal im Unterricht der Augenblick, da der Schüler keck nach dem Urgrund frägt, da er „getroſten Mutes hinaufgreift in den Himmel“, dann wiſſe jeder Lehrer, daß ein weihevoller Augenblick eingetreten iſt, den er nicht unbenützt ablaufen laſſe. Denn da tritt die höchſte Erzieherpflicht an jeden chriſtlichen Lehrer heran. In ſolch hehren Momenten liegen die Kinderſeelen offen vor ihm, lechzend nach Aufklärung. Dann kommen Augenblicke eines ſtillen, erhabenen Gottesdienſtes in der Schulſtube. Der Lehrer redet ſchlicht, doch warm: „Kinder, wer all dieſe herrlichen Geſetze der Natur gegeben, das iſt der Schöpfer des Weltalls, das iſt Gott!“ — —

Weitere Erfahrungen auf Ferienwanderungen mit Schülern.

Von Dr. A. Theiler, Luzern.

Vor zwei Jahren habe ich unter dem Titel „Ferienwanderungen“ [1]) in der Mittelſchule eine Lanze gebrochen für die Veranſtaltung von mehrtägigen Wanderungen mit Schülern während der Ferienzeit. Später hat dann Herr Kollege Dr. Matter, jetzt in Aarau, unter dem Titel „Jugendwanderungen

[1]) Erſter Jahrgang der „Mittelſchule“ (Mathem.-Naturw. Ausgabe) Nr. 6.

und nationale Erziehung“ [1]) es unternommen, den erzieherischen Wert solcher Wanderungen ins hellste Licht zu rücken.

Die lange Dauer des unheimlichen Weltkrieges und die mit ihm auch in unserem Lande aufgetretene Teuerung haben es nicht vermocht, mich von der Durchführung weiterer Wanderungen abzuhalten. Gegen Ende des Schuljahres war in mir selber der Wandertrieb wieder so mächtig erwacht, daß ich vor keiner Schwierigkeit zurückschreckte. So habe ich auch in den letzten zwei Jahren, gemeinsam mit meinem Freunde, Herrn Sekundarlehrer A. Siegfried in Luzern, wiederum 8—10-tägige Fahrten durchgeführt, die aufs beste verliefen und den Teilnehmern mannigfache Anregung boten. Im Folgenden möchte ich einige Erfahrungen wiedergeben, die ich dabei gemacht habe, in der Meinung, sie könnten dem einen oder andern Kollegen von etlichem Werte sein.

Vorab sei daran erinnert, daß unsere Teilnehmerzahl 12—18 betragen darf, weil die Unterkunft sonst erschwert ist. Ferner, daß wir uns vollständig selbst verpflegen, indem wir 2—3 leichte Aluminium-Kessel, von 6—12 Liter Inhalt, als Kochgeschirre mit uns tragen und tagsüber unterwegs, sowie abends und morgens im Quartier, unsere Mahlzeiten selbst bereiten. Auch soll erwähnt werden, daß jeder Teilnehmer außer der nötigen Wäsche eine leichte Wolldecke mit sich hat, die das Heu oder Strohlager wesentlich wärmer gestaltet.

Die Knappheit der Nahrungsmittel brachte es mit sich, daß wir nicht mehr unterwegs unsern Bedarf decken konnten. Der Küchenchef mußte vielmehr schon zu Hause seinen detaillierten Plan für unsere Mahlzeiten ausarbeiten, und wir mußten die nötigen Eßwaren, mit Ausnahme etwa von Milch, Brot und Käse mit uns tragen. Damit die Last nicht zu groß wurde, — man darf 13—15jährigen Burschen doch nicht mehr als 8 Kilogramm im Mittel zumuten, damit sie leistungsfähig bleiben — sandten wir die Lebensmittel für je 2—3 Tage voraus an eine Poststelle, die wir sicher passieren mußten. Infolge Einführung der Zuckerkarte war es notwendig, daß jeder Teilnehmer ein gewisses Quantum dieses, für unsere Ernährung sehr notwendigen Süßstoffes, beibrachte. Die Zucker- und andere Lebensmittelkarten sind bekanntlich im Gegensatz zur Brotkarte kantonal, was solche Wanderungen keineswegs erleichtert. Auch konnten wir zur Vervollständigung unserer Nahrungsmittel, durch die Liebenswürdigkeit eines Freundes unserer Bestrebungen, kondensierte Milch in größeren Quantitäten mitführen, was uns meist sehr zu statten kam. Im Hochsommer ist das Vieh in den obersten Lägern der Alpen auf 2000 und mehr Meter Höhe. Da wird nur die notwendigste Menge Milch jeden Tag ins Tal gebracht, und dann ist eine mehr als dutzendköpfige Familie oft übel dran; übrigens eignet sich kondensierte Milch vortrefflich zur Bereitung von Cacao und verschiedenen Milchspeisen.

Immer noch bin ich der Meinung, daß auf diesen Wanderungeu die Ernährung denkbar einfach sein soll. Hingegen sind wir dazu übergegangen, in die Zusammensetzung der Mahlzeiten möglichste Abwechslung zu bringen.

[1]) Zweiter Jahrgang der „Mittelschule“ (Mathem.-Naturw. Ausgabe) Nr. 1.

Während auf früheren Fahrten Maggisuppe, Käse, Brot und Tee den eisernen Bestand unserer Hauptmahlzeiten bildeten, haben wir jetzt mehr Teigwaren, Reis, Mais, Gries und Hafer verwendet, und als Beigabe immer für Früchtekompotte verschiedenster Art gesorgt. Wir sind damit gut gefahren und haben gesehen, daß Ernährung und Leistungsfähigkeit vorzüglich waren.

Und die Kosten? Man wird denken, daß die allgemeine Teuerung eine auch wesentliche Verteuerung unserer Fahrten mit sich gebracht habe. Das ist bis Sommer 1917 nur in unbedeutendem Maße der Fall gewesen. Immer noch staunt man, wenn ich sage, daß wir für Essen, Schlafen und kürzere Fahrten pro Teilnehmer und Tag nicht mehr als Fr. 2.25 verausgabten. Freilich muß man schon sehr sparsam umgehen und zu rechnen wissen.

Wenn uns dann gelegentlich die Gastfreundschaft soweit entgegenkommt, daß wir das Lager auf Heu oder auf Stroh nicht bezahlen müssen, so kommt das der Kasse sehr zu gut, so daß wir uns bei schlechtem Wetter ausnahmsweise ein Übernachten in bescheidenen Gasthöfen gestatten durften.

Seit 2 Jahren besteht an der Kantonsschule Luzern eine Unfallversicherung für Lehrer und Schüler. Dem großen Interesse, das der verehrte Rektor des Gymnasiums, Herr Prof. J. Rüegger, unsern Wanderungen entgegenbringt, ist es zu verdanken, daß diese Versicherung auch für diese Fahrten gilt. Es ist das eine wesentliche Beruhigung für die Leiter, deren Verantwortung immer noch groß genug ist. Früher mußte eine besondere Versicherung abgeschlossen werden, die aber verhältnismäßig zu teuer war. Von der Beibringung eines ärztlichen Zeugnisses hatten wir früher die Teilnahme abhängig gemacht. Wir sind davon abgekommen; denn auch das ärztliche Zeugnis gibt uns nicht immer Sicherheit, daß der Schüler den Strapazen einer 8—10tägigen Wanderung mit durchschnittlich 6—8 Marschstunden pro Tag standhält. Das kann nur die Erfahrung sagen. Schüler, die uns nicht genügend in ihrer physischen Leistungsfähigkeit bekannt sind, werden daher zum voraus ausgeschlossen. Im übrigen spielt das Alter keine Rolle. Zwölfjährige Knaben, die sich in ihrem ganzen Gehaben noch recht kindlich äußern, leisten oft mehr als 15—16jährige Burschen, die sich bereits recht männlich gebärden möchten. Auch eine gemischte Gesellschaft von kleineren und größern Jungen macht sich recht gut, indem die ältern, die vielleicht schon ein- oder zweimal mit dabei gewesen sind, uns die schwere Arbeit der Führung erleichtern.

Die Auswahl der Teilnehmer geschieht unter der Hand, allen Wünschen kann man nicht gerecht werden. Es scheint mir immerhin wichtig, daß man nur solche Leute mitnimmt, die durch Fleiß und Betragen die Bevorzugung verdient haben. Denn eine Bevorzugung ist es ja, wenn wesentlich mehr Petenten da sind, als berücksichtigt werden können. Und gewissermaßen als Belohnung für die während des langen Schuljahres geleistete Arbeit möchte ich diese Ferienwanderungen aufgefaßt wissen. Darum sollen sie auch in erster Linie der Erholung und Stärkung von Leib und Seele dienen. Daß man ganz zwanglos da und dort Belehrungen über Land und Leute fallen läßt,

auf diese oder jene Naturerscheinung aufmerksam macht, ist selbstverständlich.

Die Wanderung des Jahres 1916 war dem Oberland und dem Oberwallis gewidmet. Aus dem hintersten Entlebuch marschierten wir über den Grünenberg und längs dem Sigriswylergrat nach Sigriswyl. Der andere Tag brachte uns ein kühles Bad im Thunersee bei Spiez. Hernach ging's durch das ganze Kandertal bis nach Kandersteg. Der nächste Tag führte uns über die Gemmi, die immer wieder als einer unserer schönsten und abwechslungsreichsten Alpenpässe überschritten zu werden verdient, ins Wallis nach Leuk. Dort fanden wir in einer Burgerstube des Rathauses ein ebenso vortreffliches als ungemein interessantes Quartier. Der nächste Tag galt teilweise der Ruhe, dann aber auch der Auskundschaftung des Städtchens Leuk und seiner Umgebung durch unsere Buben. Mit Interesse fiel unser Blick auf den gewaltigen Schuttkegel, den der Illbach auf der gegenüberliegenden Talseite im Laufe der Jahrtausende aufgeschüttet hat. Es ist der mächtigste Schuttkegel des ganzen Wallis, mit einer ostwestlichen Ausdehnung von $4^1/_2$ km; er überdeckt das 2 km breite Rohnetal ganz und hat die Rohne vollständig auf die rechte Talseite hinüber gedrängt. Er ist auch deshalb bemerkenswert, weil sein westlicher Teil mit einem der größten Kiefernbestände der Schweiz bedeckt ist, der der ganzen Gegend ein etwas südliches Gepräge verleiht.

Am 5. Tag unserer Reise durchmaßen wir das Oberwallis auf seinen langen, schnurgeraden, mit mächtigen Pappeln gekennzeichneten Straßen. Einen Glanzpunkt der Wanderung brachte der folgende Tag. Den Aufstieg auf das Eggishorn von Mörel aus über die Riederalp und das Hotel Jungfrau, mit nachfolgendem Abstieg nach Fiesch. Es erfordert diese Tour eine gehörige Tagesleistung von zirka 10 Stunden, ist aber so lohnend, daß wir uns alle immer mit Begeisterung daran erinnern werden. Das Eggishorn (2934 m) bietet eine großartige Aussicht auf den gewaltigen Eisstrom des Aletschgletschers, der wie ein erstarrtes Meer zu unsern Füßen liegt und auf den Märjelensee, den schönsten Gletscherstausee der Alpen. Dann steigt der Gletscher auf zum Concordiaplatz, wo sich die Zungen des großen Aletschfirns, des Jungfraufirns und des Ewigschneefeldes treffen. Darüber weg steigen die Riesen des Berneroberlandes empor, unter denen als nächste das Aletschhorn und die Walliser Viescherhörner imponieren, während Jungfrau, Mönch und Eiger, von der Ferne gesehen, eher zurücktreten. Recht müde kamen wir abends in Fiesch an; der Sonntag war der Ruhe gewidmet.

Am Montag durchwanderten wir das ganze Goms. Ein weites Wiesental, im wesentlichen ohne Bäume, liegt es in behaglicher Breite da, nördlich und südlich flankiert von Bergketten, in die kurze, einförmige Seitentäler eingegraben sind. Uns interessieren wiederum die vielen Schuttkegel, die meist von der Nordseite her ins Tal vorgeschoben sind, und deren Boden die Fruchtbarkeit der Gegend bedingt. Weit hinauf an der nördlichen Tallehne wächst noch das Getreide, während seltsamer Weise der Talboden weniger fruchtbar zu sein scheint. Freilich ist er zu oberst im Tal sumpfig und müßte

der Kultur durch Entwässerung noch erschlossen werden. Meist sind die Häuser der Dörfchen, von der Sonne schwarz gebrannt, um die weiße Kirche geschart.

Wieder steht ein glanzvoller Tag am Horizonte auf. Wir haben für den 1. August eine Extra-Leistung vor. Von Obergesteln, das mit seinen in Reih und Glied gestellten Steinbauten von den übrigen Walliserdörfern seltsam und zwar wenig vorteilhaft absticht, geht's den alten Grimselweg hinan auf die Paßhöhe. Dort vertrauen wir uns einem Führer an, der die ganze Gesellschaft mit seinem gemächlichen Bergschritt ohne Hasten über das Naegelisgrätli und den Rhonegletscher zum Hotel Belvedere an der Furkastraße hinüber führt. Gleichen Tages geht's noch bis Realp hinunter, wo uns der gastliche Pfarrherr im braunen Habit zu einem vortrefflichen Nachtlager verhilft und seine Küche liebenswürdig zur Verfügung stellt.

Noch haben wir am 10. Tag eine schöne Strecke zu Fuß zurückzulegen, bis wir im Urnerlande, teilweise die Bahn benützend, nach Flüelen gelangen.

Die diesjährige Tour führten wir erst Ende August aus. Es hat auch gewisse Vorteile, sich selber und die Buben einige Wochen von den Strapazen der Schule ausruhen zu lassen und dann erst die Wanderung zu unternehmen. Freilich sind gegen den September hin die Tage schon kürzer, die Nächte also länger und kühler. Aber es gibt dann Tage von wundervoller Klarheit, wie sie der Hochsommer nicht kennt. „Rund um den Gotthard" lautete das Reiseprogramm für die 8-tägige Wanderung. Nach einer Fahrt bis Amsteg gings am ersten Tag über Bristen durch das Etzlital zur Etzlihütte hinauf. Das Übernachten in einer gut eingerichteten Klubhütte des S. A. C. bietet manche Vorteile und wird von den Teilnehmern als etwas Besonderes empfunden. Am anderen Morgen geht es über den herzlich wenig lohnenden Krüzlipaß ins Val Strim hinüber und über Sedrun nach Disentis hinunter. Da das Wetter nicht besonders einladend war zur Fortsetzung der Reise, erbaten wir uns die Gastfreundschaft des Klosters, die uns auch in weitgehendem Maße vom verehrten Herrn Pater Statthalter gewährt wurde. Dem Herrn Präfekten der Stiftsschule und dem nimmermüden Erforscher des Vorderrheintales H. H. P. Karl Hager, verdanken wir es, daß wir trotz Regen und Schnee — es hatte wirklich auf die umliegenden Berge herabgeschneit — zwei gemütliche Tage in Muster verlebten. Dazu konnten wir interessante Einzelheiten über Land und Leute aus dem Munde ihres kompetenten Erforschers erfahren. Habt Dank ihr liebenswürdigen Herren vom Orden Sancti Benedikti; die Luzerner-Studenten werden sich stets mit Freuden Eurer erinnern.

Der kundige Wetterbeobachter im Kloster versprach uns einen prächtigen Tag. Als wir in der Morgenfrühe, da noch Dunkel über dem Tal lag, durch die Lukmanierschlucht zogen, wollten wir an dieser Prophezeihung fast zweifeln. Kalte Regentropfen kamen aus dem tiefliegenden Nebel hernieder. Aber wie wir gegen Curaglia hinaufkamen, blaute im Süden der Himmel. So hatten wir für die Wanderung durch's Pioratal, die immer wieder als besonders schön und interessant geschildert wird und es wirklich ist, einen glanz-

vollen Tag voll Sonnenschein. Während des Abstieges vom Hotel Piora auf dem steinigen Pfade, der über Altanca nach Piotta führt, gab es Gelegenheit, auf die Verwendung des Ritomsees als Stausee für die Elektrifikation der Gotthardbahn aufmerksam zu machen.

In Piotta fanden wir angenehmes Quartier durch Vetmittlung von braven Walliserlandwehr-Soldaten. Andern Tages durchwanderten wir das hochgelegene Bedrettotal, das auch zur gegenwärtigen Zeit noch lohnend ist, obwohl man gelegentlich durch Schildwachen aufgehalten und etwas auf Herz und Nieren geprüft wird. Wir befinden uns eben in der Befestigungszone des St. Gotthard, und nur Schweizerbürger dürfen dieses Gebiet durchwandern. Es ist recht weit von Airolo weg bis in den Hintergrund des Tales, und es bedurfte am spätern Nachmittag eines gehörigen Willensaktes, daß wir, da Wind und Regen uns von Westen entgegenkamen, in energischem Aufstieg die Paßhöhe rechtzeitig erreichten. Leider war der Ausblick auf den Griesgletscher und die umliegenden Berge ziemlich verhüllt. So stiegen wir eilends ins Eginental hinunter und erreichten gegen Abend das uns vom letzten Jahre her wohlbekannte Ulrichen. Dort schliefen wir nach diesen 2 strengen Tagen — ausnahmsweise in den weichen Betten des einfachen Gasthauses — den wohlverdienten Schlaf des Gerechten. Der nächste Tag war Rasttag.

Wiederum wanderten wir über Obergestelen, den alten Grimselweg hinan, dann aber den Rohnegletscher rechts lassend, gegen das Grimselhospiz hinunter und durch das Haslital hinaus. Auf der Paßhöhe nahmen wir die Gelegenheit wahr, die Schüler auf die typischen Roches moutonnées jener Gegend aufmerksam zu machen. Es ist eine lange Strecke von dort bis nach Innertkirchen, die aber des Interessanten genug bot. So fanden wir am Wege ungeheure Bestände von Heidelbeeren, weiter unten in der Nähe des Handeckfalles auch von Himbeeren, was unsere Jungen veranlaßte, während des Kochens so viel von diesen Früchten zu sammeln, daß wir abends ein köstliches Gericht daraus bereiten konnten. Ein letztes Mal wird auf Heu in Innertkirchen genächtigt. Dann marschieren wir durch die Aareschlucht, die dem Schüler in unübertrefflicher Weise die gigantische Erosionswirkung des Wassers klar macht, nach Meiringen und über den Brünig und trafen abends wohlbehalten mit dem Schiff zu Hause ein.

So sind auch diese beiden Fahrten aufs beste verlaufen. Es lag mir nicht daran, ihren Verlauf bis ins Einzelne genau zu schildern. Meine Absicht war, da und dort besondere Momente hervorzukehren, die eine oder andere von uns gemachte Beobachtung zu beleuchten.

Jedenfalls gehören diese Wanderungen zu meinen angenehmsten Erinnerungen während der trüben Kriegszeit, die auf die Gebildeten doppelt schwer drückt. Daß sie gut durchgeführt werden konnten, dazu trug wesentlich die volle Harmonie bei, die die Führerschaft unter sich und mit den Teilnehmern verband. Denn nur, wo „Alle für Einen und Einer für Alle“ eintritt, da ist die gute Basis für solche Wanderungen gegeben, die infolge ihrer Einfachheit und Verzichten auf jede Bequemlichkeit in erzieherischer Hinsicht sicherlich nicht ohne Wert sind.

Literatur.

Dr. P. Ulrich Wildhaber O. S. B. und **P. Aloys Gyr O. S. B. Lehrbuch der Arithmetik und Algebra.** Benziger u. Co. A.-G. 152 S. gr. 8°. 1917.

In der neuen Bearbeitung ist das ursprünglich von P. Raymund Netzhammer verfaßte, von P. Anselm Senn umgearbeitete und erweiterte Büchlein zu einem vollständigen und modernen Lehrbuch der Arithmetik und Algebra geworden, das in knapper Darstellung alle vom eidgenössischen Maturitätsprogramme geforderten Gebiete eingehend behandelt. Dabei in genügend homogener Form, so daß Referent, dem das Buch in seiner ursprünglichen Gestalt unbekannt ist, nur vermuten kann, welche Kapitel neu hinzugefügt, resp. umgearbeitet worden sind. Ganz neu ist wohl der überall auftretende Funktionsbegriff, der, einem der wichtigsten modernen Reformvorschlägen entsprechend, den Stoff in allen seinen Teilen — er tritt schon S. 12 auf — durchdringt. Es ist das gewiß vollkommen logisch und erfreulich; nur drängt sich die Frage auf, ob dann schon gleich beim allerersten Unterricht die Einführung der Begriffe: Funktion, Veränderliche, Funktionsgleichung usw. für alle Schüler wirklich ausführbar ist. Ich bezweifle es und glaube deshalb, daß die ersten Kapitel des vorliegenden Buches erst durchgenommen werden sollen, wenn die Schüler schon mit den Elementen der Algebra einigermaßen vertraut sind, und vor dem weiteren Ausbau dieser Kenntnisse eine Vertiefung der Grundlagen wünschenswert erscheint. Es würde mich freuen, wenn dies auch die nicht ausgesprochene Auffassung der Autoren wäre.

Neu hinzugekommen ist ferner jedenfalls die graphische Darstellung in ihrer Anwendung auf lineare Funktionen, Bewegungsaufgaben, auf Exponential- und logarithmische Funktionen, auf Gleichungen zweiten Grades mit einer oder zwei Unbekannten, auf Konvergenzverhältnisse unendlicher geometrischer Reihen usw. Es bietet dieser vorzüglich behandelte Teil des Werkes, der so viel zum richtigen Verständnis der algebraischen Wahrheiten beiträgt, zugleich eine für das Gymnasialstadium ausreichende Einführung in die analytisch-geometrischen Methoden. — Spröde Stoffe wie irrationale Zahlen, Logarithmen, imaginäre und komplexe Größen finden im Buche die einzige Behandlung, die man ihnen auf dieser Unterrichtsstufe angedeihen lassen kann. Die Reihen, sowohl die arithmetischen erster und höherer Ordnung wie die geometrischen, werden in sehr empfehlenswerter Weise eingeführt durch ihr allgemeines Glied, und in Anschluß daran werden dann die Fragen der Zinseszinsberechnung, der Amortisations- und Annuitätsgleichungen, der Tilgungsquote, der Rentengleichungen, der Umwandlung von Renten, der Ablösung von Dienstbarkeiten und Grundlasten usw. in eingehender und klarer Weise besprochen.

Bei der fundamentalen Bedeutung, die in den letzten Jahrzehnten die statistischen Methoden in der Mechanik und in der theoretischen Physik erlangt haben, ist es ferner nur zu begrüßen, daß die Autoren der sonst etwas vernachlässigten Kombinatorik ein eingehendes Kapitel widmen und in Verbindung damit in einem vorzüglich gelungenen Abschnitt die wichtigsten Prinzipien der heutzutage im Vordergrund des Interesses stehenden Wahrscheinlichkeitsrechnung behandeln.

Es bestehen gleich gute Werke über elementare Algebra; ein besseres ist mir kaum bekannt, und deshalb möchte ich das Lehrbuch der Einsiedler Patres, das der bekannten Stiftsschule in der Tat alle Ehre macht, aufs wärmste empfehlen.

Prof. M. Fr. Daniels, Freiburg.