Zeitschrift: Schweizer Schule

Herausgeber: Christlicher Lehrer- und Erzieherverein der Schweiz

Band: 15 (1929)

Heft: 52

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: 02.10.2025

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

Inhaltsverzeichnis der „Mittelschule" 1929

Mathematisch-naturwissenschaftliche Ausgabe

I. Abhandlungen

Unsere Alpenrosen. Von Dr. P. Emmanuel Scherer, Sarnen. S. 1.

Unsere Südfrüchte. Von A. Knobel, Erstfeld. S. 6.

Die Entstehung der Schweizer Seen. Von Prof. Dr. P. Bruno Wilhelm, Sarnen. S. 9, 17.

Gedanken zum Unterricht in der Elementarmathematik. Von Dr. M. Fellmann, Hitzkirch. S. 12.

Die Quadratzahlen. Von J. Lachenmeier, Basel. S. 22.

Mantis religiosa, die „Gottesanbeterin". Von Dr. Rob. Stäger, Bern. S. 25.

Simon Schwendener. Von Dr. P. Emmanuel Scherer, Sarnen. S. 28.

Unterricht in der Elementarmathematik. Von P. Wick in Berneck. S. 30.

Die Wunder des Blutes. Von A. Krapf, Berneck. S. 33, 44.

Schätze vom Meeresgrund. Von A. Knobel, Erstfeld. S. 37.

Beobachtungen mit dem Terragraphen. Von J. Bußmann, Hitzkirch. S. 41.

Etwas vom Chinin und der Chinarinde. Von Dr. A. Diethelm, Schwyz. S. 46.

Wilhelm Hofmeister. Von Prof. Dr. P. Emmanuel Scherer, Sarnen. S. 49, 61.

Naturwissenschaftliche Sektion am Schweiz. Katholikentag in Luzern. S. 54.

Prof. Dr. P. Emmanuel Scherer O. S. B. Von B. W. S. 57.

II. Literatur

Buchbesprechungen: S. 32, 39, 47.

15 Jahrgang. Nr. 2 28. Februar 1929

Mittelschule

Beilage zur „Schweizer-Schule“

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

Inhalt: Die Entstehung der Schweizer Seen — Gedanken zum Unterricht in der Elementarmathematik.

Die Entstehung der Schweizer Seen

Von Prof. Dr. P. Bruno Wilhelm, Sarnen.

Die Seen gehören zum köstlichsten Schmucke der Landschaft. In ihnen lebt der verborgenste Reiz der Natur. Da lächelt ein lieblicher Alpsee und spiegelt allen Zauber der Berge wider, dort entsteigen kranke Dünste, wie Leichengeruch, einem weiten Sumpfgebiet. Wie tief hat A. Stifter ins Geheimnis des Blöckensteiner Sees geschaut, wenn er sagt: „Oft entstieg mir ein und derselbe Gedanke, wenn ich an diesen Gestaden saß: als sei es ein unheimliches Naturauge, das mich hier ansehe — tief schwarz — überragt von der Stirne und Braue der Felsen, gesäumt von der Wimper dunkler Tannen — drin das Wasser regungslos, wie eine versteinerte Träne.“

Naturaugen sind die Seen. Sie spiegeln nicht bloß den Zauber der Umgebung, den sie um einen Edelstein vermehren, sondern erzählen auch dem Erdkundigen von schweren Erlebnissen. Oft ruhen sie auf Wunden der Erde; sind ein Gleichnis der großen Wahrheit, daß Leiden verklärt. Wo einst ein mächtiger Gletscher die Seewannen ausschürfte oder eine Erdschicht in die Tiefe sank, da lächeln sie nun unter Tränen. Aber wir verstehen es so selten, im Auge der Menschen zu lesen, deren Sorgen wir miterleben, daß wir es dem Geographen nicht verübeln dürfen, wenn er die Rätsel dieser Naturaugen noch nicht restlos deuten kann.

Eine Menge von Theorien über die Entstehung der Seen lösten sich seit Beginn des vorigen Jahrhunderts ab, ohne daß eine dauernde Herrschaft erlangte. Es wirkten bei der Seebildung einerseits die verschiedensten Naturkräfte, innere wie äußere, mit, anderseits waren die Voraussetzungen bei gleichwirkenden Ursachen sehr verschieden, so daß eine Klassifikation der Seen erschwert ist. Zahlreiche Seen sind lokal bedingt, so die Krater-, Karst-, Schwemmland-, Senkungs-, Gebirgsseen. Bei ihrer Entstehung wirkten teils exogene Kräfte (Karst-, Kar-, Moränenseen), teils waren tektonische Vorgänge maßgebend, oft auch beide zugleich. Bei andern Seen waren es allgemeine Ursachen, eine starke Senkung der Temperatur, also klimatische Bedingungen, die zur Entstehung von stagnierenden Teilen eines Wasserlaufes führten. Dahin gehören die Steppenseen und die Wasserbecken der Eiszeit, die man in eine nördliche Zone (Kanada, Schweden, Norddeutschland, Finnland, Rußland) und die Alpenrandzone scheidet. Finnlands Areal ist zu 13 % Seengebiet, Mecklenburg allein hat 650, Minnesota in der Union gar 10,000 Seen. Doch die Einteilung in Lokalseen oder Seengebiete und Seenregionen ist deswegen mangelhaft, da die klimatischen Ursachen nur die entfernten Bedingungen waren, die Seewannenbildung ist damit nicht erklärt. W. Ule unterscheidet primäre Seen, die zugleich mit der Bildung des umgebenden Bodens entstanden sind, und sekundäre, die erst nach dem Aufbau des Landes gebildet wurden.

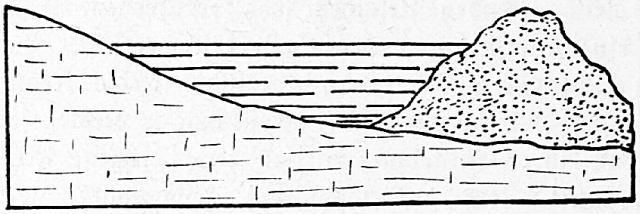
Am dienlichsten, wenn auch nicht vollständig befriedigend, ist noch A. Supans Gliederung in Aufschüttungs- und Eintiefungsbecken. Jene entstanden durch Aufschüttung eines Dammes oder Walles aus fremdem Material auf unveränderter Unterlage, so daß die Vertiefung nur scheinbar ist, diese dagegen weisen eigentliche Hohl-

formen im Boden auf. (Skizze 1.) Die Eintiefungsbecken sind entweder zurückzuführen auf Ausräumung durch Wasser (Evorsion), Gletscher oder Wind, oder sie sind durch unterirdische Vorgänge entstanden, durch Einsturz, Explosion, Senkung und Faltung. Die Scheidung in Abdämmungsbecken und tektonische Seen ist lückenhaft, da auch die Erosion Felswannen geschaffen hat.

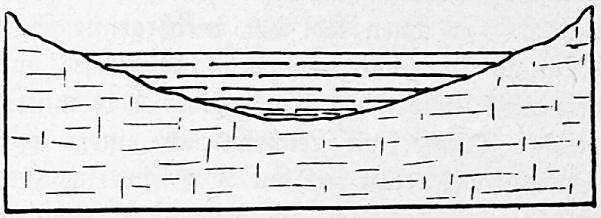
Wir halten uns daher am besten an die Einteilung Supans. Da die Entstehung der Aufschüttungsbecken geringe Schwierigkeiten bietet, wenden wir uns zunächst zu den Eintiefungsseen. Natürlich kann es sich uns nicht darum handeln, sämtliche Seen der Schweiz zu registrieren, sondern nur darum, einige Beispiele für die entsprechenden Typen heranzuziehen und die allgemeinen Probleme zu erörtern.

Rein tektonische Seen, die durch Dislokation allein zu Seebecken geworden wären, gibt es in der Schweiz nicht. Höchstens kann es sich um Einsenkung oder tektonische Verbauung einer bereits durch Erosion ausgebildeten Hohlform handeln, die durch Faltung oder Verwerfung ein rückläufiges Gefälle erhielt, so daß sich das Wasser zum See staute. Zu diesen sogenannten tektonischen Erosionsseen rechnen viele Schweizer Geologen die Randseen. Darunter versteht man die Seen am Fuß der Alpen und des Juras. Ist der Name gewählt mit Rücksicht auf den landschaftlichen Charakter und die Lage, so können diese Becken möglicherweise doch gerade ihrer Lage die Entstehung verdanken. Die Frage ist hier, ob Gletschererosion oder ein tektonischer Vorgang die Seebildung entschied. Wie schwer hierin aber die Entscheidung ist, kann man ersehen aus der Angabe Nußbaums, nach dem die Gletscher der Eiszeit imstande waren, den Felsboden der Täler um 200—700 Meter zu vertiefen — und er ist noch ein bescheidener Glazialgeologe —, während nach Heim die Gletschererosion nur wenige Meter betragen konnte. Und während Heim nicht mit Unrecht bemerkt, daß man doch überall in der Landschaft die Spuren einer so tiefgreifenden Glazialarbeit müßte verfolgen können, so sind eben die Gegner nicht verlegen mit Aufzählen. Solange eine solche Verschiedenheit herrscht in der Beurteilung der möglichen Gletscherwirkung, kann natürlich von der Feststellung ihres tatsächlichen Einflusses auf die Oberflächengestaltung keine Rede sein, denn jener theoretische Streit ist nur der Beweis dafür, wie wenig wir noch die Kräfte der Natur kennen.

Skizze 1.



Abdämmungsbecken



Eintiefungsbecken

1. Die Theorie Heims.

Die heutige Ausdehnung der Randseen gibt nur ein unvollkommenes Bild ihres einstigen Umfanges. Heim unterscheidet den Rheinsee, die Reußseen, den Aare- und Rhonesee, die Juraseen und die Tessiner Fjorde. Der Rheinsee reichte bis Domleschg hinauf, stand durch das Seeztal mit dem Linthsee in Verbindung, der bis Baden reichte und einen schmalen Fjord bis Linthtal entsandte. Die Reußseen fanden ihre Südgrenze bei Amsteg und Giswil und standen über Lowerz und Küsnacht mit dem Zugersee in Verbindung, der über Mettmenstetten bis Bremgarten sich erstreckte. Von Meiringen bis über Bern, vielleicht bis zum großen Jurasee zwischen Solothurn und Entreroches flutete der Aaresee weit in die südlichen Täler hinein. Von Brig an bildete der große Rhonesee eine gewaltige Wasserfläche, die in der Mitte durch die Enge bei St. Maurice abgeschnürt war. Die Tessiner Fjorde endlich reichten vom Pogolf Tosa aufwärts bis Crevola, Tessin aufwärts, mit langen Seitenästen, bis Biasca und Adda aufwärts bis Chiavenna und Tirano.

Auffallend ist die große Tiefe dieser Seen. Der Langenseegrund liegt 172 Mtr. unter dem Meeresniveau, beim Como-, Iseo-, Gardaseeboden sind die entsprechenden Werte 215, 161, 281. Im Norden liegt wenigstens der Genfersee, nach Abzug der Aufschüttung, 30—40 Mtr. unter dem Niveau. Vermutlich sind sämtliche Randseen im Norden Felsbecken.

Da Heim der glazialen Aushöhlung im Felsboden nur eine unbedeutende Rolle zuweist, bleibt ihm nur Dislokation als Ursache der Randseen. Es ist aber bei der weiten Verbreitung dieser Seen am ganzen Alpenrand entlang klar, daß es sich dabei um eine zusammenhängende Senkung handeln muß, zumal sich selten Spuren einer lokalen Dislokation zeigen. Da entdeckte Heim 1890 an einem der Randseen eine Erscheinung, die ihm den

Weg zur Erklärung der Entstehung aller Randseen wies. Er fand, daß die Felsterrassen am mittleren Zürichsee ein widersinniges Gefälle aufweisen. Aeppli gab 1894 eine genaue Beschreibung dieser Terrassen in ihrer Beziehung zur Entstehung des Zürichsees.

Zwischen Männedorf-Stäfa und Horgen-Wädenswil sinken die Uferterrassen talaufwärts um 100 Meter. Da diese Terrassen wohl sicher die alten Talböden darstellen, so müßten sie ursprünglich um ebensoviel gestiegen sein, sie mußten sich dem normalen, kontinuierlichen Gefälle eingefügt haben. Die diluvialen Terrassen steigen bis Horgen normal an, ebenso wieder von Wädenswil an bis Gaster und bis in den Hintergrund des Linthtales. Nur in dem erwähnten Talstück fallen sie talaufwärts. Hier muß also eine Störung der Schichten eingetreten sein, seit diese Terrassen ausgebildet wurden.

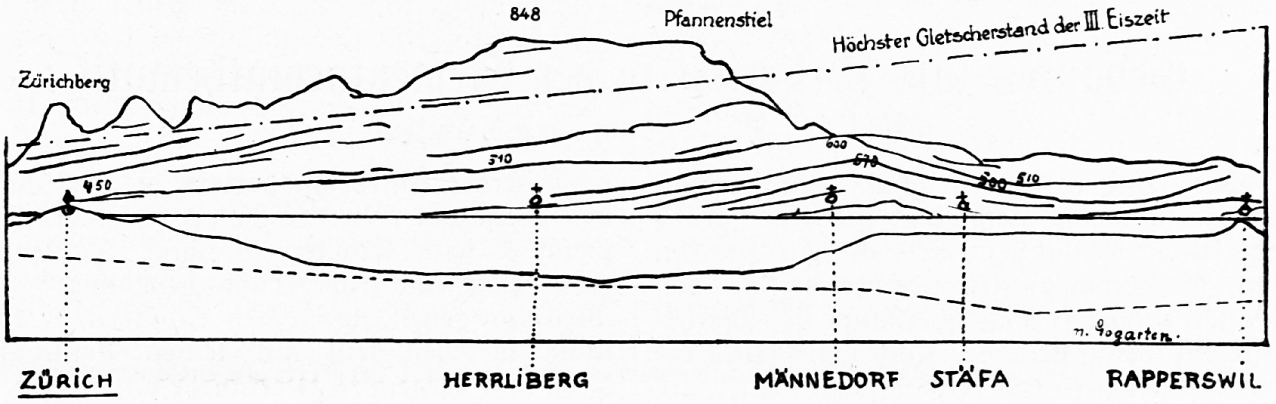
Vielleicht ist es nicht überflüssig, hier eine Zwischenbemerkung über die Einteilung des Diluviums einzuschalten. Penck unterscheidet vier Haupteiszeiten, jede mit kleinern Vorstößen und Rückzügen. Die fluvioglazialen Schotter dieser großen Eiszeiten liegen teils übereinander, teils derart ineinandergeschachtelt, daß die ältesten Schotter die Hochfläche fast geneigter Platten bilden, während die jüngeren immer niedrigere Terrassen aufbauen. Jedem der vier Schottersysteme entsprechen die zugehörigen Moränen, nur sind die älteren verwaschen und teilweise zerstört. Die Gletscherflüsse häuften während der Eiszeiten gewaltige Akkumulationen an, in die dann die Ströme der drei warmen Interglazialzeiten tief erodierten. So ergibt sich nach Penck folgendes Schema des Diluviums:

1. Günzeiszeit: älterer Deckenschotter und Günz-Altmoränen.
2. Mindeleiszeit: jüngerer Deckenschotter und Mindel-Altmoränen.
3. Rißeiszeit: Hochterrassenschotter und Riß-Altmoränen.
4. Würmeiszeit: Niederterrassen u. Jungmoränen.

Die verbogenen Terrassen am Zürichsee liegen stark unter dem Niveau der Deckenschotter, die Randmoränen der letzten Vergletscherungen weisen dagegen wieder ein regelmäßiges Gefälle auf. Daraus folgt, daß die Verbiegung nach der ersten Eiszeit und vor der letzten Vergletscherung erfolgt ist. Aeppli suchte dann zu zeigen, daß auch der Deckenschotter zwischen Albis und Baarburg gestört und rückläufig sei, d. h. nach Süden, statt nach Norden einfalle, während die Ablagerungen der Riß- und Würmeiszeit ungestört verlaufen. Dementsprechend wäre die Dislokation erfolgt zwischen Mindel- und Rißeiszeit. Heim, Geologie I/191, führt eine Reihe ähnlicher Tatsachen aus Bayern und der Schweiz für diese mittel diluviale Schichtstörung an. In der Schweiz sollen sich Spuren der Rückläufigkeit oder einer Einsenkung finden am Bodensee, bei Bischofszell, Bütschwil-Batzenheid, Wald, dann über den mittleren Zürichsee gegen Baarburg und Sihlsprung, weiters rückläufige Erosionsterrassen beiderseits des oberen Sempachersees.

J. Kaufmann konstatierte, daß die Napf- und Albisschichten zwischen Affoltern und Willisau in einem zum Streichen der Alpen parallelen Streifen öfter gegen Süden und Südosten geneigt sind. Gogarten suchte einen weiteren Beweis für das Alter dieser Dislokation aus der Rekonstruktion der präglazialen Landoberfläche abzuleiten. Endlich machten F. A. Forel und H. Schardt im Gebiete der drei Juraseen und des Genfersees, Romer in Freiburg und im Waadtland Beobachtungen im Sinne Heims, der zusammenfassend bemerkt: „Am Nordrande der subalpinen Molasse häufen sich eine Menge Beweise für eine mitteldiluviale Einsenkung gegen und mit dem Alpenkörper: rück-

Skizze 2.



Längsprofil des Zürichseetales, mit den rückläufigen Terrassen oberhalb Männedorf.

läufige Erosionsterrassen, rückläufige Deckenschotter, rückläufige präglaziale Oberfläche, rückläufige Molasseschichtlage, rückläufige und dann mit Wasser und Geschiebe zugeschüttete Talböden, in der Streichrichtung der Absenkungsflexur fallende Flußablenkung, eingedrückte Höhen des Molasselandes der subalpinen Zone entlang." — Es ist also die Molasse, die im Alpenvorland flach gelagert ist, gegen den Alpenrand hin abgesunken oder vielmehr flexurförmig abgebogen. Da Antiklinale und Synklinale der Verbiegung parallel zum Alpenstreichen laufen, muß die Verbiegung mit einem tektonischen Vorgang in den Alpen zusammenhängen: die alpine Randabsenkung der Molasse ist nur eine Folge oder Begleiterscheinung einer mächtigen Bewegung, die den ganzen Alpenkörper um einige hundert Meter senkte. Der Alpenkörper, der schon durchtalt war, dessen lebendige Flüsse über das Molasseland hinaus ihre Furchen festgesetzt hatten, ist lange nach den beiden ersten Vergletscherungen am Schlusse der großen Interglazialzeit, aber vor der vorletzten Vergletscherung eingesunken — an der Nordseite um zirka 200—300 Meter, an der Südseite um 300—500 Meter, also um einen Zehntel seiner noch vorhandenen Meereshöhe. Er hat die subalpine Molasse und die Randzone der flachen Molasse noch mit hinabgezogen oder eingedrückt. Dadurch sind die aus den Alpen kommenden Talböden rückläufig geworden. So sind die Randseen oder Talseen entstanden." (Geologie I/412).

(Fortsetzung folgt.)

Gedanken zum Unterricht in der Elementarmathematik

Von Dr. M. Fellmann, Hitzkirch.

Wer selber eine Mittelschule genossen hat, erinnert sich wohl noch, daß für eine große Zahl seiner Mitschüler, vielleicht gar für ihn selbst, die Mathematikstunden nicht zu den schönsten gehörten, daß überhaupt die Mathematik ein wenig beliebtes Fach war. Und die meisten waren — und sind es wohl noch heute — zufrieden, wenn sie im Abgangszeugnis, sei es Maturitätszeugnis oder Lehrpatent, eine nicht allzuschlechte Note mit nach Hause nehmen konnten, während man es den wenigen mit einigermaßen „mathematischem Verstande" Begabten herzlich gönnte, daß sie auch beim Examen glänzten. So ist es wohl im großen ganzen noch heute. Woher nun diese — ich möchte fast sagen — Abneigung gegen die Mathematik? Ich finde nur eine Antwort auf die Frage: Gar mancher Schüler, der in andern Fächern Gutes und recht Gutes leistet, bringt es gerade in der Mathematik nicht oder nur sehr schwer auf einen grünen Zweig; er ist nicht zufrieden mit seinen Leistungen in diesem Fache; er findet alles schwer, was mathematisch ist, und in manches „Geheimnis" der Mathematik will ihm kein Licht hineinleuchten. Ich will dabei absehen von all den Schülern, die von Natur aus stiefmütterlich mit Verstandeskräften bedacht oder, wie es erfahrungsgemäß auch vorkommt, nur einseitig begabt sind. — So kommt es, daß man im allgemeinen von der Mathematik als Fach nicht mit besonderer Liebe spricht.

Was soll und muß nun der Mathematiklehrer für einen Schluß ziehen, wenn er am Ende seiner Unterrichtsperiode die Leistungen der Mehrzahl seiner Schüler überblickt und wenn er seine Schüler in ihrer Einstellung zum Mathematikunterricht beobachtet? Es wird ihm gehen, wie seinen Schülern, er kann nicht zufrieden sein mit seinen Leistungen, d. h. mit seinem Unterrichtserfolg, wenn er Jahr für Jahr die gleiche Erfahrung macht, und eine gewisse Mißstimmung möchte sich ab und zu seiner bemächtigen gegenüber dem spärlichen Erfolg und den Schwierigkeiten, denen fast nicht beizukommen ist. Benützen wir einmal eine solche gelegentliche Mißstimmung, um über die Gründe nachzudenken, welche den Mathematikunterricht schwierig gestalten und die schuld sind am unbefriedigenden Erfolg des Unterrichtes.

I.

Die Mittelschule erhält ihren Zuwachs aus der Volksschule. Welche mathematische Vorbildung bringen diese künftigen Jünger der Wissenschaft mit in die höhere Schule? Setzen wir da nicht sehr oft zu viel voraus? — Die Lehrpläne der Volksschulen verlangen allgemein, daß der Schüler beim Austritt mit Sicherheit die vier Grundoperationen mit ganzen und gebrochenen Zahlen ausführen kann. Ich bemerke zum voraus: Es liegt mir ferne der Lehrerschaft der verschiedenen Volksschulstufen mit meinen Ausführungen, soweit sie die Volksschule berühren, Vorwürfe zu machen. Es ist eine bekannte Tatsache, daß sehr viele Lehrer der Volksschule selber mit dem Erfolg im Rechenunterricht nicht zufrieden

sind. Es ist nicht Aufgabe dieser Arbeit, nach den Gründen zu suchen, die zu mannigfachen Reformen und Versuchen im Rechenunterricht der Volksschule geführt haben und heute noch führen. Die eine Frage ist aber wohl erlaubt: Ist die oben genannte Forderung der Lehrpläne auch nur einigermaßen befriedigend erfüllt? Die Antwort will ich den verehrten Lesern überlassen. Einen Punkt möchte ich aber doch herausgreifen: das Rechnen mit Brüchen. Wer die jungen Leute in die Algebra einzuführen hat, muß beim Schüler Sicherheit in der Anwendung der Gesetze für das Rechnen mit gewöhnlichen Brüchen voraussetzen können. Hat der Schüler hier eine Lücke in seinem Können, so zeigt sich diese bald bei der Behandlung der algebraischen Brüche, die ja oft ein ganz kompliziertes und gefährliches Aussehen haben, die aber nicht zu umgehen sind bei der Behandlung der Gleichungen. Da bleibt kaum etwas anderes, als die ganze Bruchlehre nochmals von Grund aus durchzuarbeiten. — Und dann der Einblick in das wunderbare Gebäude unseres Zahlensystems! Hier ein tieferes Verständnis voraussetzen heißt, die Seelenkräfte des meist noch recht kindlichen Jungen verkennen; denn das ist doch die höchste Stufe der Erkenntnis im Gebiete der ganzen Zahlen, soweit dieses der Volksschule zugänglich ist, und diese Erkenntnis kann erst voll und ganz erworben werden mit der Kenntnis der Potenzen. — Setzen wir nun im besten Falle voraus, daß der angehende Mittelschüler genügende Fertigkeit und Sicherheit im Rechnen mit ganzen und gebrochenen Zahlen besitzt, so dürfen wir ja nicht vergessen, daß er wohl weiß, wie man es macht, wie man addiert, subtrahiert usw., aber nicht, warum man es gerade so und nicht anders macht. Es ist also durchaus gegeben, daß wir uns recht wohl überlegen, welchen Umfang das mathematische Wissen unseres neuen Schülers haben kann. Setzen wir zuviel voraus, so stellen wir den armen Kerl mitten in einen unbekannten Wald, wo er weder Weg noch Richtung finden kann. Und, was den Erfolg unserer Lehrtätigkeit von Anfang an sehr beeinträchtigt oder gar verunmöglicht, wir rufen im Jungen ein Gefühl der Unsicherheit gegen alle Mathematik und schließlich Abneigung gegen das Fach und vielleicht selbst gegen den Lehrer hervor.

II.

Die reine Mathematik behandelt abstrakte Dinge. Das ist dem Volksschüler etwas Neues. Bisher hat er im Rechenunterricht fast nur mit konkreten Dingen zu tun gehabt. Er hat mit Fingern, mit Stäbchen, dann mit Franken, mit Metern, mit Stunden gerechnet. Nun soll er mit reinen und gar mit allgemeinen Zahlen (Buchstabengrößen) arbeiten; er soll die Raumgebilde unter Weglassung alles Konkreten betrachten. Er soll alles nur mehr denken ohne jede Nebenvorstellung von Stofflichem. Kurz, er soll abstrahieren lernen. Das macht dem jugendlichen Verstande anfänglich große Schwierigkeiten, und es wird wohl kein seltenes Ereignis sein, daß ein Disput sich entspinnt zwischen Lehrer und Schüler, ob die Kiste als mathematischer Körper ein abstraktes Ding sei oder nicht. Ueber die Schwierigkeit, die der Junge in dieser Beziehung hat, darf der Lehrer nicht leichtfertig hinweggehen. Der Schüler muß zum abstrakten Denken erzogen werden. Auf dieses Ziel hat der Mathematiklehrer vom ersten Anfang an hinzuarbeiten. Ständige Uebung mit speziellen und allgemeinen Zahlen ohne Zahlzeichen, und geometrische Uebungen ohne Figuren, an Gebilden, die sich der Schüler nur zu denken hat, werden diese Fähigkeit dem Schüler nach und nach beibringen. Und der Zweck dieser Erziehung zum abstrakten Denken? Er ist doppelt: einmal wird das Verständnis der mathematischen Wissenschaft ein tieferes, der Unterrichtserfolg ein besserer sein, und zweitens genügt dann der Mathematikunterricht besser der Forderung der formalen Bildung, die ja an ihn gestellt wird. Wie der Lehrer zu diesem Ziele kommt, das scheint mir sehr individuell zu sein, individuell in bezug auf den Lehrer — der eine erreicht das Ziel so, der andere anders —, individuell aber auch in bezug auf den Schüler je nach dessen Begabung. Eines ist nicht zu umgehen: Die Erziehung zum abstrakten Denken fordert nicht nur vom Schüler eine große Denkarbeit, sondern auch vom Lehrer eine wohlüberlegte Lehrarbeit. Mangelt es an der letztern, so wird die Arbeit des Schülers nicht in die richtigen Bahnen geleitet, und der Erfolg des Unterrichtes ist zum vornherein in Frage gestellt.

III.

Wie sich aus dem oben Gesagten ergibt, liegen die Schwierigkeiten, die sich der Arbeit des Mathematiklehrers entgegenstellen, teils in den Schülern, teils in dem eigenartigen Stoff. Könnte aber nicht auch der Mathematiklehrer selbst eine gewisse Schuld tragen am unbefriedigenden Erfolg seines Unterrichtes, ich meine durch die Art und Weise, wie er im Unterricht vorgeht? Erforschen wir unser Lehrergewissen ein wenig nach dieser Seite!

Da ist zuerst die sprachliche Form,

in welcher der Stoff dargeboten wird. Die Mathematik ist eine exakte, man darf vielleicht sagen, die exakteste Wissenschaft. Ist da nicht eine erste Forderung zu erfüllen, alle Erklärungen, alle Begriffe und alle Gesetze sprachlich so zu geben, daß eine Zweideutigkeit oder eine unbestimmte Auffassung ausgeschlossen ist? Das ist nicht immer so leicht und vielfach wird die Sache noch erschwert dadurch, daß der Schüler von früher her unrichtige oder mindestens nicht ganz zutreffende Ausdrücke mitbringt, die nun wieder ausgemerzt werden müssen. Dabei soll man sich aber wohl hüten, einfach diesen oder jenen Ausdruck, weil unrichtig, zu verbieten; man soll auch begründen, warum der Ausdruck nicht angängig ist.

Ich erlaube mir nun, aus der Mannigfaltigkeit von sprachlichen Unrichtigkeiten, wie sie leider noch heute vielfach im Gebrauch sind, einiges herauszugreifen. — Das Wort „subtrahieren" übersetzt man in neunzig Fällen von hundert mit „abzählen". Das ist aber nicht richtig. Abzählen heißt, die Zahl von Dingen, die vor uns sind, feststellen, also kurz „zählen", aber nie „subtrahieren". Wir haben auch ein deutsches Wort dafür, sagen wir doch „wegzählen" im Gegensatz zu „zuzählen"; dann haben wir den Sinn der Operation auch sprachlich getroffen. Oder: das „Multiplizieren" soll eingeübt werden. Ich brauche absichtlich vorerst das Fremdwort. Der Schüler, der nicht lateinisch kann und dessen Kenntnisse im Französischen noch nicht weit her sind, versteht dieses Wort nicht; man muß es übersetzen. Trifft der Lehrer den Sinn der Operation, wenn er „multiplizieren" mit „vermehren" übersetzt? Ich glaube nicht; denn „vermehren" hat doch den Sinn von „größermachen" durch Hinzufügen, also von „zuzählen" oder „addieren", nicht aber von „multiplizieren". Ein Beispiel: Wer in der glücklichen Lage ist, sein Vermögen vermehren zu können, der tut es durch Hinzufügen von neuen Vermögensbestandteilen zu dem bereits Vorhandenen, er a d d i e r t also. Übersetzen wir das Wort multiplizieren doch lieber mit „vervielfachen". Dann übersetzen wir wörtlich und geben den Sinn der Operation sprachlich unzweideutig wieder. — Das Wort „dividieren" übersetzen wir mit „teilen" oder „messen". Es kann beides heißen und ich bin mir wohl bewußt, wie schwer es ist, den Schüler dazu zu bringen, daß er in jedem Falle sagen kann, ob das Dividieren ein Messen oder ein Teilen ist. Geht der Mittelschullehrer über diese Schwierigkeit hinweg, so hinterläßt er eine Lücke im Verständnis der Operation. Er findet aber eine passende Gelegenheit, diesen Doppelsinn des „Dividierens" auseinanderzusetzen bei der Einführung in die Lehre von den Verhältnissen und Verhältnisgleichungen. Fast alle Schüler haben anfänglich Schwierigkeiten, das Resultat einer Operation von der Operation selber zu unterscheiden. Wenn ich frage: Was sind $3 + 4$ oder $a + b$ für Ausdrücke? so bekomme ich anfänglich immer die Antwort: Das sind Additionen. Diese Antwort muß richtig gestellt werden. Der Schüler muß lernen, daß die obigen Ausdrücke a n g e d e u t e t e S u m m e n sind, daß es aber nicht möglich ist, die Addition „anzuschreiben", weil die Ausführung einer Operation ein Denkakt ist, der schriftlich nicht wiedergegeben werden kann. Da sind wiederholte Uebungen an bestimmten und allgemeinen Beispielen unerläßlich, damit der Schüler einsieht, daß es zweierlei Summen gibt, angedeutete und ausgerechnete, und damit er in jedem Falle den logischen sprachlichen Ausdruck findet. Das gilt selbstverständlich für alle Operationen. Gehen wir so allen sprachlichen Unkorrektheiten zu Leibe, so werden wir eine Vertiefung des Begriffs der Operation und des Verständnisses des Operationsgesetzes erreichen — wir sind auf dem Wege zum mathematischen Verständnis und logischen Denken einen guten Schritt weiter gekommen. Unterlassen wir es aber, sprachliche Unrichtigkeiten zu korrigieren oder brauchen wir gar selber solche, so sind unbestimmte Begriffe und mangelhaftes Verständnis die notwendige Folge. — In dieses Kapitel gehört auch die sprachliche Fassung von Definitionen, Erklärungen und Gesetzen. Hat man einmal einen Begriff oder ein Gesetz erworben und in eine bestimmte Fassung gebracht, dann soll man unerbittlich an dem einmal festgesetzten Wortlaut festhalten. Das scheint Pedanterie zu sein, ist aber unumgänglich notwendig im Interesse eines erfolgreichen Unterrichtes. Es ließen sich noch ungezählte Beispiele aus allen Gebieten der Elementarmathematik anführen, wo unkorrekter sprachlicher

Ausdruck das richtige Auffassen und Verstehen erschwert oder unmöglich macht. Ich will mich aber auf das oben Gesagte beschränken. Es scheint mir zu Genüge daraus hervorzugehen, daß der Mathematiklehrer in jedem einzelnen Falle gründlich über die sprachliche Fassung einer Definition, eines Gesetzes usw. nachdenken muß. Mancher Kollege wird mir vielleicht einwenden: Ich gebe dem Schüler ein Lehrbuch in die Hand; da hat er alles schwarz auf weiß, und so, wie es gedruckt ist, muß er es lernen. Gewiß, ich habe nichts gegen die Verwendung von Lehrbüchern in der Hand des Schülers. Wenn aber bei der Vorbereitung oder im Laufe des Unterrichts der Wortlaut einer Definition oder eines Lehrsatzes, wie das Lehrbuch ihn gibt, zu wenig bestimmt erscheint, so bringt man eben die notwendig scheinende Korrektur an. Und wenn gar die Behandlung eines ganzen Abschnittes im Lehrbuch einem nicht gefällt, weil sie der Auffassungskraft der Schüler zu wenig Rechnung trägt, begehen wir dann ein Unrecht gegen den Verfasser des Lehrbuches, wenn wir den ganzen Abschnitt umarbeiten und in einer neuen Form wiedergeben, die unsern Schülern besser angepaßt ist? Eine sprachlich einwandfreie Ausdrucksweise muß gerade im Mathematikunterricht über alles gehen, selbst über — die Bequemlichkeit des Lehrers.

Die vorliegende Arbeit will und kann keine „Methodik des Unterrichtes in der Elementarmathematik" sein. Es gibt genug gute Bücher, aus denen der Lehrer sich Rat holen kann. *) Trotzdem möchte ich auf einige einschlägige Fragen zu sprechen kommen. Die Hauptsache ist und bleibt die Art und Weise, wie der Lehrer in der Stunde den Schülern den Stoff darbietet, ob er es an nichts fehlen läßt, den Weg zum Verstande auch des schwächer Begabten zu finden. Wie viel Neues tritt an den Mittelschüler heran, dem er zuerst verständnislos gegenübersteht! Ich erwähne die negativen und die allgemeinen Zahlen und das Rechnen mit beiden. Bei der Einführung in diese Gebiete kann an gründlicher Arbeit nicht zu viel getan werden. Wenn hier nicht ein möglichst tiefes Verständnis erreicht wird, so klafft eine Lücke, die im Verlaufe des spätern Unterrichtes kaum mehr geschlossen wird und bei jeder Gelegenheit unliebsam sich wieder bemerkbar macht. Es kann nie und nimmer genügen, dem Schüler eine gewisse Dosis von Definitionen und Lehrsätzen vorzusetzen und dann zu verlangen, daß er sie mehr oder weniger gut auswendig lernt. Jeder einzelne Satz muß in gemeinsamer Arbeit von Lehrer und Schüler abgeleitet und erworben werden. Wer glaubt, mit möglichst wenig Theorie, also mit einem Minimum von Erklärungen und Ableitungen wegzukommen, der läuft Gefahr, daß der Schüler am Ende, wenn's gut geht, eine Menge von „Kochbuchregeln" auswendig weiß und in leichten Fällen noch anwenden kann. Aber von einem nur einigermaßen gründlichen mathematischen Verständnis kann keine Rede sein, und denken hat der Schüler dabei nicht gelernt, der Mathematikunterricht hat seinen Hauptzweck verfehlt. Und dann die weitere Frage: Sollen wir dem Schüler ein Lehrmittel in die Hand geben oder sollen wir den Stoff diktieren? Darin gehen die Meinungen auseinander. Man wird mit mir einig gehen, wenn ich feststelle, daß kaum ein Lehrbuch alle Lehrer durchweg befriedigt. Daher kommt mancher dazu, den gesamten theoretischen Stoff zu diktieren. So kann sich die Individualität des Lehrers voll entwickeln und auch auf die Auffassungskraft der Schüler gebührend Rücksicht nehmen. Dieser Weg bietet wohl am meisten Sicherheit, zu einem befriedigenden Resultat zu kommen, wenn man — genügend Zeit hat. Die wenigsten Lehrer werden aber in der glücklichen Lage sein, über so viel Zeit zu verfügen, daß sie trotz stundenlanger Diktate den Stoff bewältigen können. Es wird also die Regel sein, daß man um ein Lehrbuch oder einen Leitfaden nicht herumkommt. Da steht nun der Lehrer vor der schwierigen Aufgabe, das für seine Schule passende Lehrmittel auswählen zu müssen. Die Auswahl ist sehr groß und sicher nicht leicht. Für die einzelnen Disziplinen der Elementarmathematik existieren unzählige Lehrbücher in systematischer Form oder in Form eines Leitfadens, die gewiß alle etwas Brauchbares bieten. Ob sie dann in allen Teilen befriedigen, das ist, wie schon gesagt wurde, eine andere Frage. Aber man

*) Ich erinnere bei dieser Gelegenheit u. a. an „Methodischer Führer und Ratgeber für den mathematischen Unterricht" von Dr. A. Köhler, Verlag Fischer und Schmidt, Stettin.

kann sich doch mit Fachkollegen beraten? Gewiß, keiner wird einen gewünschten Rat vorenthalten. Die Beurteilung der Brauchbarkeit eines Mathematiklehrmittels ist aber wiederum eine so individuelle Angelegenheit, daß die Befolgung eines erhaltenen Rates doch vielleicht wieder nicht den gewünschten Erfolg haben kann. Es ist erfreulich, daß der Verein schweizerischer Mathematiklehrer die Schaffung eines Unterrichtswerkes anstrebt, das den gesamten Stoff der Mittelschule umfassen und unsern schweizerischen Verhältnissen angepaßt sein soll. Hoffen wir, daß da etwas recht Gediegenes herauskommt. Vorläufig muß jeder nach bestem Wissen und Gewissen sich selber zu helfen suchen. — Noch eine kurze Bemerkung zum Gebrauch des Lehrmittels! Es ist nach meiner Ansicht verfehlt, wenn das Lehrbuch in der Stunde offen vor dem Schüler liegt. Der Schüler wird dadurch nur in seiner Aufmerksamkeit gestört. Das Lehrmittel soll ausschließlich zur Wiederholung des im Unterricht behandelten Stoffes dienen, also ein Lernbuch sein. Ich will mich zur Frage des Lehrmittels nicht weiter äußern. Lehrbuch oder Diktat, beide können zum Ziele führen, wenn der Lehrer im Unterricht seine ganze Lehrbegabung, ich möchte fast sagen, seine ganze Persönlichkeit einsetzt.

Die Mathematik ist ein trockenes Fach. Das ist so das landläufige Urteil. Wenn dem so ist, so ist es ja leicht begreiflich, daß sich das Fach bei den Schülern keiner großen Beliebtheit erfreut. Der junge Mensch hat das Bedürfnis, etwas zu erleben, selbst im Mathematikunterricht. Kann der Mathematiklehrer dem Schüler nicht auch in dieser Hinsicht irgendwie entgegenkommen? Doch gewiß! Er braucht ja nur einzugehen auf die interessanten Zusammenhänge, die sich überall zeigen, z. B. auf die Beziehungen der Operationen zueinander, den Zusammenhang zwischen Dreieck und Dreikant und vieles andere. Das kann doch zu anregenden Auseinandersetzungen Anlaß geben. Der Stoff zur Einübung der algebraischen Theorie besteht aus trockenen Zahlenbeispielen. Aber fast immer lassen sich irgendwelche Anwendungen machen, welche den Schüler interessieren. Es lassen sich z. B. als eingekleidete Gleichungen Dutzende von Aufgaben aus verschiedenen, dem Schüler bereits bekannten Wissensgebieten und aus dem täglichen Leben finden, welche den theoretischen Stoff dem Schüler näher bringen und sein Interesse anregen. Belebend auf den Unterricht wirken graphische Darstellungen und geometrische Konstruktionen. Gegenüber den erstern hört man etwa das Bedenken, man komme damit in das Gebiet der analytischen Geometrie und greife dieser vor. Das ist nicht so gefährlich, im Gegenteil; wer später auch analytische Geometrie zu treiben hat, kommt mit der Uebung in graphischen Darstellungen bereits in den Besitz von gewissen Vorkenntnissen, wofür er nur dankbar sein wird, und erfahrungsgemäß werden graphische Darstellungen und auch geometrische Konstruktionen von den Schülern gerne gemacht. Der Schüler sieht, daß man auch mit der grauen Theorie etwas anfangen kann und hat Freude daran.

Ich will meine Ausführungen schließen. Sie machen nicht Anspruch, als erschöpfende Untersuchung der Gründe angesehen zu werden, welche den oft recht bescheidenen Erfolg im Mathematikunterricht verursachen. Auf alle Schwierigkeiten einzutreten und alles das zu berühren, was für einen erfolgreichen Mathematikunterricht notwendig ist, kann nicht die Aufgabe eines Aufsatzes sein, der für eine Zeitschrift bestimmt ist. Die „Mittelschule“ bringt alljährlich eine Reihe von schönen und verdienstvollen Abhandlungen aus den verschiedenen Gebieten der Wissenschaft, die den zuständigen Fachlehrern manche Anregung bieten. Tue ich nun Unrecht, wenn ich mir herausgenommen habe, einmal einen Diskussionsbeitrag zur Methodik des Mathematikunterrichtes zu bringen? Ich glaube nicht. Die Klage über unbefriedigenden Erfolg im Mathematikunterricht ist nicht vereinzelt und wohl auch nicht unberechtigt. Aber was nützt es, zu klagen, ohne den Gründen auf die Spur zu gehen, welche zu Klagen Anlaß geben? In diesem Sinne habe ich obige Ausführungen geschrieben, und sollte ein Fachkollege sich veranlaßt fühlen, seine eigene, vielleicht anders gerichtete Meinung zu äußern, so würde mich das freuen.

15. Jahrgang. Nr. 3 18. April 1929

Mittelschule

Beilage zur „Schweizer-Schule“

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

Inhalt: Die Entstehung der Schweizer Seen — Die Quadratzahlen.

Die Entstehung der Schweizer Seen

Von Prof. Dr. P. Bruno Wilhelm, Sarnen. (Schluß.)

Damit stellt natürlich Heim nicht in Abrede, daß auch die Eiszeit großen Einfluß auf die Seebildung hatte. Nur die Gletschererosion will er so ziemlich, bis auf „ein Weniges“, ausschalten. Dagegen bewahrten die Gletscher die durch Flußerosion und Senkung geschaffenen Seebecken vor der diluvialen Zuschüttung: sie konservierten die Seen. Dann spielt bei den meisten Randseen die Stauung durch Moränen eine wichtige Rolle: sie schuf nicht die Hohlform, sondern erhöhte nur den Wasserspiegel. Nach Heim sind die Randseen ähnlich entstanden, wie ein Teil der Forscher die Fjorde gebildet sein läßt: sie sind untergetauchte, ertrunkene Flußtäler. In der Tat finden sich hier wie dort ähnliche Erscheinungen: Gabelung in Seitenarme, große Tiefe im Innern, talaufwärts. Doch ist gleich hier darauf hinzuweisen, daß die Fjorde fast ausschließlich auf geringe geogr. Breiten beschränkt sind, also auf Gebiete, die ehemals eine ausgedehnte Vergletscherung aufwiesen; auch sie sind nach den meisten Glazialgeologen durch die Gletscher stark erodiert worden, und der Amerikaner W. M. Davis hält eine Gletschererosion bis zu 1500 Meter unter dem Meeresspiegel für möglich. Andrerseits ist jedoch die Tatsache, daß wir am Rande der meisten Gebirge fjordartige Bildungen finden, nicht zu leugnen. Das deutet auf eine gemeinsame Ursache. Die Aufeinanderhäufung von Falten in der Gebirgsbildung führte zu einer Ueberlastung der Erdrinde, die sich geltend machen mußte, sobald die Spannung der aufstauenden Kraft nachließ: die zusammengefaltete Zone sank etwas ein. „In ihr hatten sich die äußeren leichteren Schichtschalen der Erdrinde gehäuft. Durch das Einsinken wurden tiefere, dichtere Massen etwas seitlich verdrängt, bis das Gleichgewicht ungefähr wieder hergestellt war. Dieses Einsinken fertig gestauter Gebirgsmassen als letzte Phase der Gebirgsbildung erscheint als eine Notwendigkeit.“ Damit will Heim eine doppelte Erscheinung erklären: warum sich einerseits rings um Gebirge oder Kontinente tiefeingedrückte Randzonen finden, also Senkungsstreifen unmittelbar neben den Erhebungsmassen, andrerseits warum sich an die eingedrückten Zonen oft ein gehobener Streifen anschließt.

Heims Theorie läßt uns begreifen, warum sich große Seen am ganzen Alpenrand finden. Wir verstehen auch, daß sie im mittleren Teil des Alpenbogens am stärksten ausgebildet sind; wo die Auffaltung am größten war, muß auch ein stärkeres Rücksinken stattgefunden haben. Die Randseen sind also nach Heim ertrunkene Flußtäler. Ihre eigentlichen Hohlformen wurden im wesentlichen durch die Flußerosion geschaffen. Die alpine Rücksenkung aber schuf das rückläufige Gefälle und damit die Seen. Ein Blick vom Rigi oder Pilatus zeigt zackige Seen mit zahlreichen Buchten und Bergnasen. Es fehlen — meint Heim — die einförmigen, geraden Tröge, die der Gletscher geschliffen haben soll. „Nie kann der Gletscher einen Vierwaldstättersee modelliert haben!“ Nur viel mannigfaltigere, ältere, wiederholte, verwickelte Vorgänge der Dislokationen, Flußerosion und Verwitterung und schließlich eine Einsenkung des ganzen Reliefs kann dieses wunderbar gegliederte Gebirge erzeugt haben.

II. Kritik und Theorie der Glazialgeologen.

Erklärt Heims Theorie manche Rätsel unserer Alpen in befriedigender Weise, so bleiben immerhin eine Reihe von Schwierigkeiten, welche die Kritik der Gegner herausforderten. Zunächst bringt

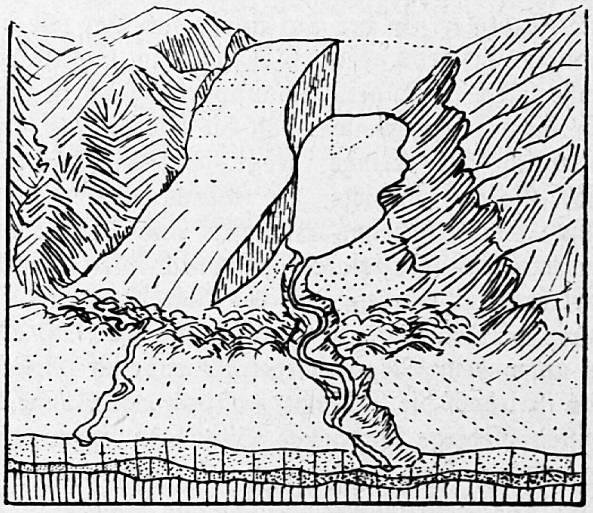
Brückner (Alpen im Eiszeitalter II/59) einen nicht leicht zu widerlegenden allgemeinen Einwand gegen die Rücksenkung der Alpen als Erklärung zur Entstehung der Randseen. Wenn diese Rücksenkung der aufgestauten Falten die eigentliche Ursache zur Bildung der Randseen sein soll, so muß sie, auch wenn sie allmählich erfolgte, doch in unmittelbarem Anschluß an die Auffaltung erfolgt sein. Die Faltung der schweizerischen Alpen fand nun am Schluß des Obermiozäns oder bestenfalls im unteren Mittelpliozän statt. Das Rücksinken, das dadurch veranlaßt sein soll, wird von Heim und Aeppli und Gogarten aber erst ins Mitteldiluvium, in die Zeit nach Ablagerung der Deckenschotter, verlegt. „Das ist jedoch eine zu große zeitliche Inkongruenz zwischen Ursache und Wirkung. Man nehme an: Die Alpen werden gefaltet; es erfolgt während des ganzen Pliozäns eine starke Denudation; die Täler werden bis zu ihrer heutigen Tiefe ausgewaschen; die gesamte Abtragung, die die Alpen bis zur älteren Quartärzeit erleiden, beziffert sich, wenn wir die Hohlformen der Täler berücksichtigen, im Mittel auf eine Schicht von zwei, vielleicht auch mehr Kilometer. Und jetzt erst, nachdem das Gebiet durch Ablegung bedeutend entlastet worden ist, soll das Rücksinken als Folge der Alpenfaltung eintreten! Das ist überaus unwahrscheinlich. Man sollte umgekehrt erwarten, daß infolge der Abtragung und der dadurch hervorgerufenen Entlastung während und nach der Pliozänzeit ein Aufsteigen der Alpen eintreten mußte." Die Einwände Gogartens haben dieses Argument keineswegs erschüttert.

Bedenklich ist, daß wir bei manchen Gebirgen, wie z. B. beim Kaukasus nach Heim auf die Rücksenkung warten müssen, daher die Randseen hier fehlen. Wenn die Hauptfaltung erst im untern Pliozän, eine Nachfaltung im oberen Plözän erfolgte, so trifft da bei der außerordentlich starken Erosion und Denudation der Einwand Brückners sicher das richtige. Viel ungezwungener erklärt sich der Mangel an Randseen aus der relativ geringen diluvialen Vergletscherung.

Was die Beobachtungen Heims und Aepplis am Zürichsee anlangt, so bestritt Brückner die angeführten Tatsachen oder doch die Folgerungen daraus. Die rückläufigen Erosionsterrassen erklärte er für bloße Schichtterrassen, die durch die ungleiche Widerstandskraft der einzelnen Molasseschichten gegen die Glazialerosion bedingt seien. Demgegenüber wies aber Gogarten nach, daß Brückner wiederholt falsch beobachtete, und erklärt, daß man an rückläufigen Errosionsterrassen festhalten müsse, wie auch Heim nach neuer Prüfung bei seiner Meinung blieb. Mit mehr Recht bestritt Brückner das Argument aus dem Deckenschotter von Baarburg und Kellenholz; das sei überhaupt kein Deckenschotter, sondern Rißschotter; was Aeppli an der Lorze und Sihl für Deckenschotter angesehen, sei Würmschotter. Tatsächlich ist die Schotterklassifikation noch zu unsicher, wie die widersprechenden Erklärungen berufener Fachmänner dartun; jedenfalls geht es nicht an, daraus so weittragende Folgerungen zu ziehen. Der Zürichsee weist nicht die Kennzeichen eines ertrunkenen Tales auf; es fehlen die verzweigten Arme — die zwei Gegenbeispiele Gogartens sind zu unsicher und jedenfalls zu dürftig —, dafür finden sich an den Seitentälern ausgesprochene Stufenmiedungen, die ein Kennzeichen der glazialen Erosion sind. Dazu kommt, daß die größte Seetiefe (143) sich nicht in der dislozierten Zone findet, wie die Theorie Heims verlangen würde, sondern einige Kilometer talabwärts. Am wenigsten kann man mit der Rücksenkung das verästelnde Ende vieler Seen erklären.

So haben wir zur Entstehung des Zürichsees, und aller andern Randseen, die These Heims und seiner namhaften Gefolgschaft: der Zürichsee ist ein altes Flußtal, welches durch Dislokation zwischen Deckenschotter- und Rißeiszeit zu einem See gestaut wurde; und die Gegenthese Brückners und der Mehrzahl der Geographen, die den Zürichsee wie alle andern Randseen als Folge der glazialen Erosion betrachten. Ihre Ansicht ist kurz folgende:

Skizze 3.



Bildung eines Sees im Zungenbecken

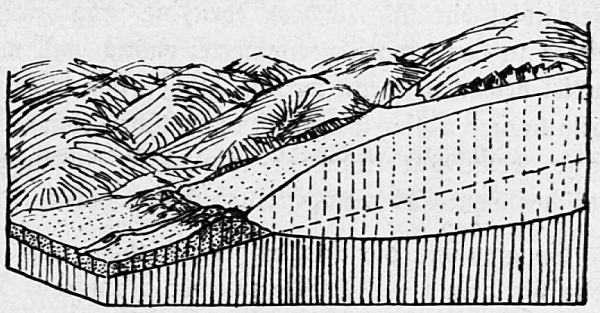
Nahe dem Gletscherende wurden durch das Eis im alten Flußtal bereits Mulden ausgehobelt, die durch Moränenwälle noch mehr vertieft erscheinen. Auf die Begründung der Glazialerosion, die neben der mechanischen Abschleifung und auskolkenden Wirkung der Grundmoränen besonders der Frost-

wirkung zugeschrieben wird, brauchen wir hier nicht einzugehen. Infolge der zunehmenden Abschmelzung, die durch die Verbreitung und Verästelung des Eisstromes gesteigert wurde, verringerte sich talabwärts der Querschnitt des Gletschers. So erklärt sich die Tatsache, daß die Zungenbecken in der Ebene breiter und seichter sind, talaufwärts aber tief und schmal. Wo der ganze Eisstrom beisammen war, liegt das breite Stammbecken, an das sich die Zweigbecken vielfach radial anschließen, getrennt durch Kämme festen Gesteins, die den Eisstrom überragten oder doch meist nur wenig mehr zugeschliffen werden konnten. In diesen durch die glaziale Erosion ausgehöhlten Wannen im Zungengebiet der Gletscher bildeten sich die Randseen, sobald die Eismassen zurückwichen. Daher liegen sie teils in den Alpen, teils am Rand, teils im Vorland, je nachdem die Gletscher zuletzt vorgestoßen waren. Ihr breites Strombett war nun frei, ein relativ kleiner Gletscherbach sammelte das Wasser und staute sich in der ausgetiefsten Wanne und hinter den Moränen, bis er diese an der günstigsten Stelle durchschneiden konnte.

Natürlich ist die Talanlage tektonisch oder durch Flußerosion entstanden, die heutige Talform aber ist glazialen Ursprungs. Die Gletscher schufen die breiten, übertieften Tröge in den Haupttälern (Aaretal bei Meiringen), während die kleineren Seitengletscher mit der Erosion im Haupttal nicht gleichen Schritt zu halten vermochten, sodaß die Seitentäler mit einem Steilhang ins Haupttal münden. H. Lautensack hat für das Tessingebiet gezeigt, wie Uebertiefung und Gletscherbewegung bis ins einzelne übereinstimmen. Wir fallen gern in den Fehler, die Alpentäler als normale Flußtäler zu nehmen. Erst ein Vergleich derselben mit Erosionstälern in nicht vergletschertem Gebiet kann uns einen Begriff von der Arbeit der Glazialerosion geben. Gerade im Gebiete der Tessiner Fjorde fand sich Davis genötigt, „die glaziale Erosion als ein sehr wichtiges Agens bei der Gebirgsskulptur anzusehen."

Tatsächlich finden wir größere Randseen nur an Stellen, wo größere Flüsse sind und mächtige Gletscher waren. Nach der Rücksenkungstheorie müßten wir nicht bloß eine viel größere Ausdehnung der Seen erwarten, statt sie just in allen Zungenbecken lokalisiert zu sehen, wir müßten auch eine Anzahl Seen in der Richtung der Abbruchzone treffen. Gogarten hat versucht, aus den verschiedenen Spuren der Rückläufigkeit, die Senkungslinie des Alpenkörpers zu verfolgen. Sie verläuft nach ihm vom Lac de Bourg zum Genfersee, südlich Freiburg (?) gegen Thun, zum Napf, über den Sempacher- und Zürichsee gegen Wald, Bütschwil, Bischofzell, nach Lindau, Kempten, zum Ammer-, Würm- und Chiemsee, Kammer- und Traunsee nach Steyr. Im Süden geht die Linie etwa von Görz über Udine, Belluno zum Garda-, Iseo-, Como-, Langensee und weiters dem Alpenbogen entlang. Wo folgt nun auf dieser langen Linie ein Randsee der Abbruchzone? Auf der Nordseite liegen sie teils im Gebirge, teils am Rande der Alpen, teils im Vorland, während die Seen der Südseite und jene im östlichen Teil der Ostalpen schmale, aber tiefe Furchen am Ausgang der Täler erfüllen. Das alles deutet doch darauf hin, daß sie von der Reichweite der letzten Zungenbecken und nicht einer einheitlichen Randflexur abhängig sind. Der Einwand Heims gegen die Glazialgeologen, wir müßten die typischen Glazialerscheinungen viel stärker ausgeprägt finden, wenn die Seen Folgen der Glazialerosion wären, gilt noch viel mehr gegen seine Hypothese; all die aufgezählten Rückläufigkeiten sind teils sehr problematisch, teils können sie anders gedeutet werden; bei einer so starken Dislokation des

Skizze 4



Rückläufiges Gefälle durch Gletscherarbeit.

gesamten Alpengebietes in so junger Zeit könnte es gar keinen Zweifel für uns geben, die Tatsachen dafür müßten überall mühelos zu greifen sein.

Der Como-See z. B. zeigt ausgeprägte seitliche Hängetäler, wie sie die Glazialerosion schuf. Wenn aber das Haupttal ertrunken wäre, müßten auch die Nebentäler miteingesunken sein. Es hilft wenig, wenn Gogarten darauf verweist, daß sich am Langensee solche mitertrunkene Seitentäler finden. Darin liegt vielleicht eben die schwächste Seite der Rücksenkungstheorie, daß sie eine einheitliche Ursache für die Seenbildung postuliert, die sich auch überall auswirken müßte, während die Glazialerosion doch von der Härte des Gesteins, der Mächtigkeit des Eisstroms, der Abschmelzungsgrenze, verschiedenen Hindernissen abhängig ist und so in ihrer Wirkung lokal verschieden sein kann. Die Beispiele, die Heim gegen die Glazialerosion anführt, sind daher nicht beweiskräftig. So meint er auch von den Tessiner Seen, daß sie „unmöglich

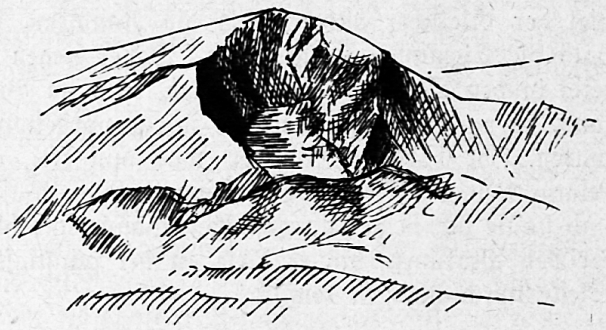
durch glaziales Ausschleifen entstanden sein können" und begründet also: die größte Eisflut war unmittelbar gegen den Mt. San Salvatore gerichtet, über den die Hauptströmungsrichtung des Eises ging. Sollte der Gletscher den weichen Dolomitberg verschont und daneben den See in Gneis und Porphyr ausgegraben haben? 5 Kilometer südlich davon stieß der Gletscher auf den S. Giorgio; ohne die Stoßseite anzuschneiden, hat er sich vor demselben geteilt. Der Sasso alto bei Ponte Tresa ist ein 300 Meter hoher Inselberg; hier ist die Steilseite gegen den Gletscher zugekehrt, ähnlich beim Monte Useria bei Besano. Sie sind alle nicht weggeräumt worden. „Wenn der Gletscher einen ihm mitten im Wege stehenden Inselberg nicht wegzuschaffen vermochte, so war es ihm noch weniger möglich, daneben eine Hunderte von Metern tiefe Talrinne auszufurchen." Dabei wird ein Dreifaches übersehen. Zunächst wich der Gletscher vor diesen Inselbergen aus, seine Erosionskraft war daher gering; weiters hatte er nicht die heutigen kleinen Felsgipfel vor sich, sondern eben die präglazialen, die er zu den jetzigen verkleinerte; endlich will man zuviel beweisen: wenn nur die Flußerosion diese relativ breiten Täler im Gneis auswaschen konnte, ist es ja ebenso unverständlich, warum sie gerade vor den weichen Sedimentgesteinen halt machte.

So gibt uns die Glazialtheorie immer noch die beste Erklärung zur Entstehung der Randseen. Die Tessiner Seen, der Boden-, Walen- und Zürichsee, die Reuß- und Areseen, die drei Juraseen und der Genfersee verdanken der glazialen Erosion ihre Wannen. Die Abdämmung durch Moränen erhöhte ihr Niveau, aber sie sind nicht eigentliche Abdämmungsseen. Die Grenze kann aber nicht streng angegeben werden. Für einzelne Mittellandsseen, die als reine Abdämmungsseen bezeichnet werden, werden die Gletscher früherer Eiszeiten Wannen geschaffen haben. Wie weit endlich, abgesehen von Heims alpiner Rücksenkung, Dislokationen bei einzelnen Seen eine Rolle spielten, ist noch nicht genügend aufgeklärt. Dagegen müssen wir den größten der eigentlichen Juraseen als tektonischen Erosionssee bezeichnen. Zwischen den Ketten des Mt. Tendre und Mt. Risoux in einer breiten Kreidesynklinale eingebettet, wurde der Lac de Joux gebildet, indem ein Transversalbruch (Pontarlierbruch) den Abfluß versperrte. Der Lac des Brenets, der jetzt im gleichen Niveau liegt, lag anfangs tiefer und bestand aus einer Reihe von Sümpfen, die erst durch künstliche Verstopfung einiger Abflüsse in einen wirklichen See verwandelt wurden. Aehnlich ist der Fählensee im Säntisgebiet durch eine Transversalstörung entstanden (Heim I/6 82 f.).

Zu den Eintiefungsbecken gehören ferner eine Reihe kleiner Bergseen, die teils aus der Erosion des Wassers, teils aus glazialer Erosion gebildet wurden.

Typische Seen glazialer Erosion sind die zahlreichen Kar- und Paßseen. Kare sind Nischen,

Skizze 5



Karbildung.

die unter den Gebirgskämmen eingefressen sind, mit steilen Hinter- und Seitenwänden und breiter Sohle, „dem Sitz eines mächtigen Lehnstuhls nicht unähnlich" (Krebs). Sie sind nach E. Richter glazial umgestaltete Quelltrichter. Ueber die Eismassen ragten die Kämme auf, die daher stark der Verwitterung ausgesetzt waren. Das durch Steinschlag losgelöste Material sammelte sich aber nicht wie heute in Schutthalden, sondern fiel auf die Gletscher und glitt mit ihnen talwärts. So wurden die Kämme zu scharfen Graten umgewandelt, die Quelltrichter aber durch Eis und eingebackene Blöcke zu Wannen ausgeschürft, deren Tiefe zum Teil von der Sturzhöhe der Eismasse abhängig ist. An relativer Tiefe, d. h. bezogen auf die Seefläche, übertreffen die Karseen die meisten größern Seen. Wo es sich um kleine Gletscher handelte, lagerten sich Moränen rings um den untern Karabschluß. Anderswo bildet nur ein Felsriegel mit Gletscherschliffen den eigentlichen Damm, die Karseen sind in reinen Felswannen (Grimselhospitzsee). Oft liegt ein Kranz von Karen um die Kämme eines Gebirges, die einzelnen getrennt durch kurze Seitenäste, die gegen den Gebirgsfuß verschwinden oder verflachen, da hier die Glazialerosion zunahm und die Scheidewand anschnitt. Beispiele dieser zahlreichen Karseen sind etwa der Lucendrosee am St. Gotthard und der Blausee ob Binn.

Wo der Eisstrom über einen Kamm hinüberfloß, wurde an Stelle einer Scharte ein breiter Uebergang geschaffen, die Oberfläche und Seitenwände geschliffen und ein Rudel von Wannen ausgehöhlt, in denen sich das Wasser zu Paßseen sammelte (12 Seen am Simplon; Oberalp).

Zahlreiche unserer Bergseen verdanken auch der bloßen Erosion des Wassers ihre Becken. Besonders die leichte Löslichkeit des Kalksteins bedingte das Eindringen des Wassers, das zumal da, wo sich mehrere Spalten treffen, Trichter schuf, auf deren weniger durchlässigen Schicht sich das Wasser sammelte. Ebenso schafft das einsickernde Wasser unterirdische Höhlen, deren Decke oft einstürzt. Dadurch bilden sich meist längliche Wannen (Dolinen), die sich, wenn der Abfluß verstopft wird, ebenfalls mit Wasser füllen. So sind die meisten Seen im Kalkstein entstanden, auch etwa zwei Drittel der Juraseen. Sie liegen in der Regel in Mulden, die durch Verkleisterung des Bodens und Verstopfung einzelner Schlundlöcher zu Seewannen wurden. Wir bezeichnen sie als Karstseen. Aehnlich bildeten sich die Seen im Ormonttal, der Ritomsee, mehrere Seen im Linthgebiet, wie der Oberblegi-, Glatten- und Muttensee.

Geringe Schwierigkeiten bieten die reinen Abdämmungsbecken. Auch bei ihnen spielte die Eiszeit eine große Rolle. Am häufigsten erfolgte die Abdämmung durch Gletscher, Moränen, Bergstürze und Schuttkegel. Die Moränenseen verteilen sich auf Mittelland und Gebirge. Oft finden wir ganze Schwärme, zumal auf alten Karten. Am regelmäßigsten entstanden Seen hinter dem innern Moränenkranz des Zürichstadiums, weil damals ein rascher Rückzug der Gletscher erfolgte. Die Seen verschwanden aber rasch, wo größere Flüsse reichliche Ablagerungen aufschütteten und die mächtigen Moränenwälle durchschnitten, wie die Reuß die Erdmoränenwälle bei Mellingen, die Limmat jene bei Fahr und Killwangen, die Aare bei Bern, der Rhein bei Jestetten. Im Gebiete kleinerer Flüsse dagegen, oder wo größere Flüsse durch Ablenkung des Oberlaufes geschwächt wurden, blieben die Seen. So liegen der Nußbaumen-, Pfäffiker-, Greifen-, Katzen-, Sempacher-, Hallwyler- und Baldeggersee auf geschwächten Flußwegen. Der Sempachersee ist nach Gogarten zwar „ebenso wie der Zürichsee ein Dislokationssee, verursacht durch das Rücksinken der Alpen", aber selbst Heim folgt dieser Auffassung nicht, obwohl das Seebecken noch innerhalb der Randflexur liegen soll. Er liegt zwischen Molasse und Moränenzügen eingebettet, gestaut durch die Stirnmoräne bei Maria Zell. Hierher gehören ferner der Hüttensee (b. Richterswil), Egelsee (b. Dietikon), der Finsler-, Mauensee, der Wauwyler-, Moossee usw.

Durch einen Bergsturz wurden gestaut der Ober-, Haslen-, Klönsee im Linthgebiet, der Flimser-, Puschlavsee. 1714 und 1749 stürzten vom Diableret zwei Felshörner ab, welche die drei Seen von Derborence stauten. Ebenso kam das Gehänge ob Kandersteg ins Wanken und ergoß sich gegen 10 Kilometer weit ins Tal, dabei den Oeschinensee abdämmend. Vielleicht gehört auch der Lungernsee hierher; wahrscheinlich aber liegt er in einem Felsbecken, gestaut durch den steil aufragenden Kreidefelsriegel des Kaiserstuhls. Besser unterrichtet sind wir über die Entstehung des Lac des Brenets, der in manchen Erscheinungen seinen Ursprung verrät. Der Cañon des Doubs wurde hier durch zwei Bergstürze abgedämmt; zunächst drängte ein Absturz von der nördlichen Felswand den Fluß auf die Schweizerseite, bis sich auch vom Côte du Doubs ein Felsen loslöste. Der Fluß wurde so durch eine 300 Meter mächtige, aber durchlässige Barriere gestaut.

Vielfach bauten Wildbäche mächtige Schuttkegel ins Haupttal und stauten dessen Fluß zum See oder teilten einen See in Teilstücke (Zürich-Walensee, Como-Mezzolasee, Brienzer-Thunersee, Sarner-Alpnachersee) oder der Fluß suchte sich, durch einen Schuttkegel abgelenkt, ein neues Bett, während das alte als kleiner See zurückblieb (Lac de St. Blaise). Endlich versperren mitunter Gletscherzungen oder -stürze den Abfluß eines Gewässers, das einen Eissee bilden muß (Märjelen-See).

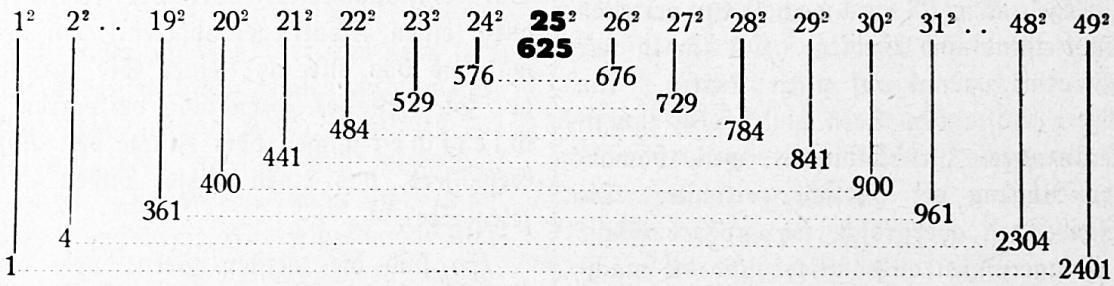
So sind die meisten Seen durch die Erosion oder Abdämmung der Gletscher und ihrer Moränen entstanden. Selbst für die großen Randseen gibt die Gletschererosion noch die einfachste Erklärung, wenigstens einstweilen. Brückner bestimmt nach dem Unterschied des präglazialen Talniveaus das Ausmaß der Gletschererosion im Rhonetal bei einer Eismächtigkeit von 1300—1400 Meter auf 850 Meter, bei 900—1000 Meter auf 570 Meter, bei 400—650 Meter auf 500 Meter, bei 200—300 Meter auf 400 Meter! Dem bescheidenen Mittelschullehrer schwindelt wohl etwas bei solchen Zahlen; aber solange erste Autoritäten an den Universitäten daran festhalten, kann er ruhig an die Hälfte wenigstens glauben.

Im geologisch jugendlichen Alter entstanden, werden die Seen nur ein vorübergehender Schmuck der Erde sein. Geschiebereiche Flüsse bauen Hörner und Deltas in die Seen; Lawinen, Muren und Bergstürze füllen die Hochseen, am Uferrand wuchern die Organismen und ringen Jahr für Jahr dem Gewässer Boden ab, sodaß allmähliche Verlandung ihr Los sein wird. Der Abfluß schneidet tiefer ins Gelände und hilft das Seebecken entleeren. Die schönen Engadiner Seen werden vermutlich der Rückerosion der Maira zum Opfer fallen. Eine große Rolle spielen stets außerordentliche Ueberschwemmungen, die für die Verlandung der Seen die Arbeit vieler Jahrzehnte bedeuten. Von einigen Seen kennen wir das Todesjahr. Manche dieser Toten leben noch heute in Sagen und Ortsnamen. In Tirol sind in einem Jahrhundert 118 Seen verschwunden, und von den 149 Seen, die Gygers Karte des Kantons Zürich vom Jahre 1667 enthält, fehlen heute bereits 73. Dem Bodensee gibt ein Zahlenfreund zwar noch 13,000, dem Genfersee 20,000 Jahre. Aber dann wird Gras darüber gewachsen sein. Und Ochsen werden darin weiden. O, wenn man es doch wissen könnte, ob sie auf dem Boden der Glazialerosion oder der Rücksenkung stehen werden!

Die Quadratzahlen

Josef Lachenmeier, Basel.

Schüler haben immer ein großes Interesse, wenn es gilt, etwas mehr oder weniger Merkwürdiges oder gar Geheimnisvolles in der Mathematik aufzustöbern. Diese Sucht nach Geheimnissen, dieses Anstaunen von nicht durchschauten Zusammenhängen mag oft die Ursache von Mystik und Aberglaube gewesen sein, die sich an einzelne Zahlen knüpfen. Ein recht interessantes und leicht faßliches Kapitel aus dem Gebiet merkwürdiger Zahlenverhältnisse bilden die Quadratzahlen.



Zunächst einige Merkwürdigkeiten, die rein zufällig genannt werden können; denn sie stehen und fallen mit unserm Dezimalsystem, das in der Natur der Zahlen nicht begründet, sondern willkürlich ist. Stellen wir die Quadrate zusammen aller Zahlen, deren Endziffer 5 beträgt! Der erste kurze Blick zeigt jedem Schüler, daß alle diese Quadrate dieselben Endziffern haben, die Ziffern, die selber das Quadrat der ursprünglichen Endziffer 5 bilden. Wie es sich mit den vordern Ziffern verhält, darauf wird nicht jeder so rasch kommen. Darum greifen wir einige Beispiele heraus und zerlegen die vordern Ziffern

5	25	65	4225
15	225	75	5625
25	625	85	7225
35	1225	95	9025
45	2025	105	11025
55	3025	usw.	

$$55^2 = 3025;\ 30 = 5 \cdot 6$$
$$65^2 = 4225;\ 42 = 6 \cdot 7 \text{ usw.}$$

Bald dürfte diese Ueberraschung allgemein einleuchten, daß nämlich die vordern Ziffern des Quadrates gleich sind dem Produkt aus der vordern Ziffer der Wurzel und der um 1 höhern Zahl.

Eine zweite Eigentümlichkeit unserer Quadratzahlen ergibt sich aus dem Vergleich der Quadrate über und unter $25^2 = 625$.

Seltsam! Jedes Quadrat unter $25^2 = 625$ hat seinen größern Bruder über 625. Die ganze Reihe der Quadratziffern von 01 bis 76 findet sich wieder in umgekehrter Reihenfolge. Denn $2^2 = 04$ entspricht $48^2 = 2304$, zu $1^2 = 01$ gehört $49^2 = 2401$. Was nun aber weiter über $50^2 = 2500$? Wunderbare Ordnung und Regelmäßigkeit herrscht im Reich der Quadrate, und so beginn nun

wieder dieselbe Gruppe von Endziffern, diesmal wieder in der ersten Reihenfolge, über 75^2 wieder in der umgekehrten, und so geht's weiter, in infinitum.

All diese Beziehungen der Quadratzahlen unter einander gelten, wie schon bemerkt, nur in unserm Dezimalsystem; in andern Systemen treten andere, aber ganz parallele Erscheinungen auf. Daneben existieren auch Eigentümlichkeiten, die in der Natur der Quadratzahlen begründet sind, also von jedem System vollständig unabhängig sind. Diesen wollen wir jetzt auf den Leib rücken.

Wir ordnen alle Quadratzahlen in eine Reihe, wie sie der Größe nach aufeinander folgen. In einer zweiten Reihe stellen wir die Differenzen je zweier benachbarten Quadrate zusammen.

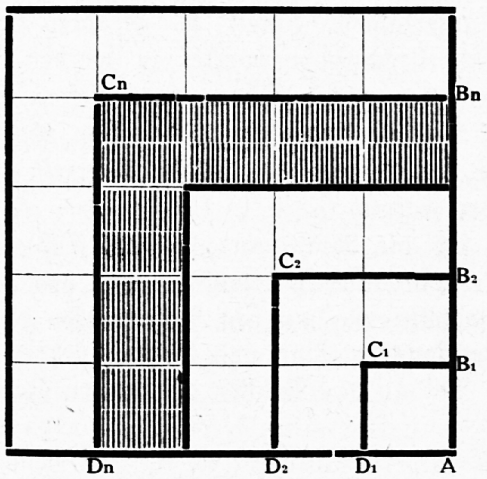
Quadrate:	0	1	4	9	16	25	36	49	64	
Differenzen:		1	3	5	7	9	11	13	15	usw.

Das Ergebnis ist, wenn man das erste Mal drauf kommt, wirklich überraschend. Die Differenzenreihe setzt sich aus den ungeraden Zahlen zusammen oder es ist eine steigende arithmetische Reihe mit dem Anfangsglied 1 und der Differenz 2.

Anderseits kommen wir zu dem schönen Resultat: Da jede Quadratzahl die Summe der vorhergehenden Differenzen bildet, so ist das Quadrat einer Zahl n die Summe der n ersten ungeraden Zahlen, mathematisch ausgedrückt:

$$n^2 = \sum_{\nu=1}^{n} (2\nu - 1)$$

Dieses Ergebnis läßt sich auch leicht geometrisch veranschaulichen. Die Quadrate A Bn Cn



Dn stellen die Quadratzahlen zu den Seitenlängen ABn dar. Als Differenz zweier aufeinanderfolgenden Quadrate ergibt sich eine winkelähnliche Figur, z. B. die schraffierte. Diese Figur enthält eine ungerade Zahl von Einheitsquadraten, und die Reihe der Differenzquadrate durchläuft auch hier alle ungeraden Zahlen von 1 bis ∞. Ebenso kann auch jedes Quadrat als Teilsumme dieser Reihe aufgefaßt werden.

Nun fassen wir einmal die einzelnen Differenzen näher ins Auge. Gerade diese geometrischen Ueberlegungen können uns da eine weitere bemerkenswerte Eigenschaft aufdecken. Um von einer Quadratzahl zur nächst höhern zu kommen, müssen wir die Anzahl der in der Differenzfigur enthaltenen Einheitsquadrate hinzuzählen. Diese Zahl ist, wie sich aus der Figur ersehen läßt, um 1 größer als die doppelte Seitenzahl des kleinern Quadrats oder sie ist gleich der Summe der Seite des kleinern und der des größern Quadrats. Anders ausgedrückt heißt das, die Differenz zweier (benachbarten) Quadrate läßt sich zerlegen in die beiden Wurzelzahlen, oder die Summe der Wurzeln ist gleich der Differenz der Quadrate, z. B.

$$\begin{array}{rl} 7 & \ldots\ldots\ldots\

Dann zeigt uns diese Formel auch, daß die Quadrate ober- und unterhalb 25^2 dieselben Endziffern haben. Wieder sei n eine positive Zahl, dann ergeben sich für die Wurzeln die Ausdrücke $(25 + n)$ und $25 - n)$. Die Differenz ihrer Quadrate beträgt ein Vielfaches von 100:

allgemein

$$\begin{aligned}&(25+n)^2-(25-n)^2\\ =\ &25^2+50n+n^2-25^2+50n-n^2\\ =\ &100n\end{aligned}$$

speziell für $n = 3$

$$\begin{aligned}&(25+3)^2-(25-3)^2\\ =\ &25^2+50\,.\,3+3^2-25^2+50\,.\,3-3^2\\ =\ &3\,.\,100 = 300\end{aligned}$$

Schließlich noch der Beweis dafür, daß die Differenz zweier unmittelbar aufeinanderfolgenden Quadrate gleich der Summe der Wurzeln ist.

allgemein

$$\begin{aligned}&(n+1)^2-n^2\\ =\ &n^2+2n+1-n^2\\ =\ &n+(n+1)\end{aligned}$$

speziell für $n = 8$

$$\begin{aligned}&(8+1)^2-8^2\\ =\ &8^2+2\,.\,8+1-8^2\\ =\ &8+9.\end{aligned}$$

Prinzipiell gleich wird bewiesen, daß die Quadratzahlen Teilsummen der Reihe der ungeraden Zahlen sind. Nehmen wir an, das zu Beweisende gelte bereits für eine gewisse Zahl $(n - 1)$, dann ist

$$\begin{aligned}n^2 = ((n-1)+1)^2 &= (n-1)^2+2(n-1)+1\\ &= (n-1)^2+(2n-1)\end{aligned}$$

Das heißt, die auf eine Quadratzahl $(n - 1)^2$ nächstfolgende Quadratzahl n^2 ist gleich der ersten vermehrt um die nte ungerade Zahl. Nun gilt aber der zu beweisende Satz tatsächlich bereits für $n = 1$, denn $1^2 = 1$ = Summe der n ersten ungeraden Zahlen; also gilt er, nach dem Schluß von n auf $n + 1$ auch für alle folgenden Zahlen.

Auf diese trockene Beweisführung mögen ein paar praktische Anwendungen der Quadratzahlen folgen. In den Aufgaben über den pythagoreischen Lehrsatz kehren immer wieder dieselben Zahlenverhältnisse : 3, 4, 5; 5, 12, 13; deren Vielfache usw. Da mag sich mancher fragen warum sind es gerade diese Zahlen, die aufgehen, warum nicht andere? Den Schlüssel dazu gibt uns die Nebeneinanderstellung der Reihe der Quadrate und der ihrer Differenzen. Die Bedingung dafür, daß die Summe zweier Quadrate wieder ein Quadrat ergibt, ist dann erfüllt, wenn wir in der Reihe der Differenzen, also der ungeraden Zahlen, eine Quadratzahl treffen. Der Fall tritt demnach für alle ungeraden Zahlen ein, zum ersten Mal, abgesehen von 1, bei 9, das zu 16 addiert die Quadratzahl 25 ergibt.

Eine weitere Anwendung sei nur kurz angedeutet. Für die Formel des zurückgelegten Weges bei gleichförmiger Beschleunigung zeigen manche Schüler deshalb besonderes Verständnis weil sie sich auf Ausflügen bei Berechnung irgend einer Höhe oder Tiefe praktizieren läßt. Woher aber in dieser Formel das Quadrat der Zeit: $s = \frac{g}{2}t^2$?

Der Weg der 1. Sek. beträgt $1\,.\,\frac{g}{2}$

Der Weg der 2. Sek. beträgt $3\,.\,\frac{g}{2}$

Der Weg der nten Sek. beträgt $(2n - 1)\,\frac{g}{2}$.

Die Summe dieser Einzelwege ist nichts anderes als die Summe der ungeraden Zahlen multipliziert mit $\frac{g}{2}$; die Summe der n ersten ungeraden Zahlen bildet aber gerade, wie bewiesen wurde, die nte Quadratzahl.

Die Hauptanwendung und praktisch wichtigste Verwertung finden die Quadratzahlen zweifellos im Kopfrechnen. Die Regel für das Quadrieren der „Fünferzahlen" schreit ja geradezu darnach, fürs Schnellrechnen verwertet zu werden. Die Quadrate der nächst höhern oder tiefern Zahlen lassen sich leicht finden durch Addition oder Subtraktion der Summe der beiden Wurzeln. Mit Hilfe der Formel $(a + b)(a - b) = a^2 - b^2$ dehnen sich die Rechenvorteile aufs Endlose aus. Und was vor allem wertvoll ist, man erhält durch diese Beschäftigung mit den Beziehungen der Zahlen untereinander Sinn und Gefühl für den großartigen Aufbau des Reiches der ganzen Zahlen.

15 Jahrgang. Nr. 4 30. Mai 1929

Mittelschule

Beilage zur „Schweizer-Schule“

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

Inhalt: Mantis religiosa, die „Gottesanbeterin“ — Simon Schwendener — Unterricht in der Elementarmathematik — Literatur.

Mantis religiosa, die „Gottesanbeterin“

Von Dr. Rob. Stäger, Bern.

Von den mit Naturschönheiten aller Art reich ausgestatteten Landschaften des Wallis liebe ich keine so sehr, wie die unter dem Namen Felsenheide bekannte Pflanzengesellschaft, die sich über die südgeneigten Hänge und Hügelterrassen der untersten Gebirgsstufe ausbreitet. Sofern ihr nicht der Rebstock das Leben sauer macht, herrscht sie unumschränkt in voller Ursprünglichkeit wie am ersten Schöpfungstag und bekundet durch die Zusammenstellung ihrer pflanzlichen und tierischen Elemente ihre südliche Herkunft. Nach der fernen Provence weist uns eine Menge ihrer seltsamen Gewächse, und von den Gestaden des Mittelmeers empfing sie manchen überraschenden Einschlag. Vom hellsten Sonnenlicht tags übergossen, dämmert sie abends unter rosafarbenen, orientalisch anmutenden Beleuchtungserscheinungen ein. Ihrer harten Steppengräser wegen von den Rinderherden gemieden, erhält sie nur spärlichen Besuch von Schafen und Ziegen; und während diese an stachelbewehrten Disteln und Dornen ihr Maul wundstechen, liegt der braune Hüterbub daneben auf einer Gneisplatte auf dem Rücken und träumt in den immerblauen Himmel.

Für uns ist es aber Wonne, forschend all' dem kleinen Inventar dieses einzigartigen Stück Landes nachzugehen und es in seiner schönen Anordnung und Zweckmäßigkeit zu bewundern.

Ich widme mich heute nur einem einzigen Geschöpf, das die Felsenheide mit Vorliebe bewohnt und seinerzeit, aus Südeuropa kommend, hier eingedrungen ist. Es ist Mantis religiosa, die „Gottesanbeterin“, die zu der Unterordnung der Fangheuschrecken gehört und zu den merkwürdigsten Kerfen unseres Kontinents zählt. Der deutsche Name läßt auf ein lammfrommes Wesen schließen, was sich aber bei näherem Zusehen nicht bestätigt. Das Emporhalten der Vorderbeine hat mit einer frommen Geste nichts zu tun, sondern entpuppt sich wesentlich als eine Angriffsstellung, um wehrlose Opfer niederzukriegen.

Ich machte mit Mantis religiosa vor einigen Jahren zum ersten Mal über dem Städtchen Leuk Bekanntschaft. Die Sonne brannte glühendheiß auf das Felsgestein der Heide. Von den gestutzten Ulmenbäumen am Wege ratterten die Zikaden und behende Eidechsen verschwanden zu Dutzenden im Gebüsch, wenn sie den Tritt des Wanderers vernahmen. Da fiel mein Blick zufällig auf eine Brombeerstaude, auf deren Ranken ein mit grasgrünen Flügeln versehenes Insekt von 5—6 cm Länge auf hohen Stelzbeinen herumkletterte. Bisweilen verhielt es sich ganz still, auf den 4 hintern Beinen stehend, während es das vordere Beinpaar, klauenartig, eingeschlagen, hoch emporgerichtet hatte. Kein Zweifel, das war die berühmte Gottesanbeterin und zwar ein Männchen. Das ergab sich aus seiner größern Schlankheit. Das Weibchen trägt einen plumpern Hinterleib und erreicht eine Länge bis zu 7 Centimetern. Rasch griff ich mit der Hand zu, um mir den seltenen Fund zu sichern. Da hatte ich aber auch schon meinen Teil weg. Wütend schlug das erregte Tier vermittelst seiner zu Fangarmen umgestalteten Vorderbeine auf meine Finger ein und ließ gleichzeitig eine Art Zischen hören, das es mit seinen florähnlichen Hinterflügeln erzeugte. Trotzdem wanderte der Widerstrebende in eine Glasröhre, die ich bei mir hatte und in die später noch ein zweites Exemplar kam. Ich anvertraute dann den Glaszylinder mit den beiden Häftlingen meinem Rucksack und bestieg am folgenden Tag von Meiden aus das Schwarzhorn. Da es

ein prachtvoller Tag war, hatte ich Muße genug, auf der aussichtsreichen Bergspitze einige Stunden zu verweilen und einmal nach dem Inhalt der Glasröhren zu sehen. Ich traute meinen Augen nicht. Zwei Gottesanbeterinnen hatte ich eingekerkert und nur — eine mehr war vorhanden. Der Kork saß fest. Bei der genauen Untersuchung gelang es mir, im Glas einige härtere Chitinstücke zu entdecken. Nun war der Zusammenhang klar: das eine Tier hatte das andere aufgefressen. Dafür ist Mantis religiosa berüchtigt. Schon der provenzalische Insektenforscher J. H. Fabre beobachtete ähnliche Orgien. Nach ihm ist es gar kein seltenes Ereignis, wenn das Männchen kurz nach der Begattung vom Weibchen verspeist wird.

Später einmal verlebte ich einige sommerliche Ferientage in dem freundlichen, in Walnußbäumen halb versteckten Dörflein Stalden im Vispertal. Damals ergoß noch die unberührte Heide das Füllhorn ihres Blütenreichtums über die Felsterrassen der nahen Bergwand. Seither ist diese jungfräuliche Natur entweiht worden. Künstlich zugeführtes Wasser sorgt dafür, daß bald nur noch der Mantel frisch-grüner Trivialwiesen sich um den Fuß des Gebirges legt, auf denen rundliche Aprikosenbäume ihre fruchtschwangern Aeste breiten. Sonst ein liebliches Bild, wenn es nicht eine Landschaft voll geistigerer Werte zerstört hätte. —

Also damals erlebte ich noch den vollen Reiz jenes Naturidylls, wie es seit Jahrtausenden bestanden hatte. Das silberne Federgras (Stipa pennata) flatterte im Winde, um seltene Blumen gaukelten seltsame Schmetterlinge, und die dunkelgrünen Büsche des Sadebaumes (Juniperus Sabina) hauchten schwer-aromatischen Duft in den heißen Sommertag.

Beim Umdrehen loser Steine konnte es vorkommen, daß eine grünblaue Lazerte oder eine Viper darunterlag. Häufiger aber keines von beiden. Dafür entdeckte man etwas Anderes, Seltsames. Von waben- oder wespennestartiger Gestalt, klebte es fingergliedgroß an der untern Seite des Steins und fühlte sich wie ein aus Hornspänen zusammengefügtes Gebilde an. Das waren die aus lauter Lamellen oder dünnen Blättern bestehenden Eipakete der Gottesanbeterin. Bei der Ablage stellen sie eine schaumige Masse dar, die unter dem Einfluß der Luft erstarrt und zu jenem fächerigen Kokon sich formt. Im Innern sind die Eier in regelmäßigen Reihen angeordnet, indes Luftkammern die Rindenpartie des Gebildes einnehmen, um es vor den Unbilden des Winters zu schützen. Denn die zarten Jungen schlüpfen erst im nächsten Frühling aus. Man kann sich den Spaß machen, diesen Akt im Zimmer zu verfolgen. Man braucht nur die Kokons im Spätsommer zu sammeln und aufzubewahren. Eines Tages kriechen wie winzige Kaminfeger die jungen Gottesanbeterinnen zu allen Löchern heraus. Wehe, wenn man aber nicht sogleich zarte Leckerbissen, wie z. B. Blattläuse für sie in Bereitschaft hat! Dann gehen sie bald ein.

Auch den ausgewachsenen Fangheuschrecken begegnete ich auf der Staldener Felsenheide öfters. Bald trugen sie das uns schon bekannte grasgrüne Kleid, bald erschienen sie in graubrauner Tracht. Setzen wir uns hier auf diesen Stein und beobachten genau, was auf dem kleinen Busch neben uns vorgeht. Schon eine Weile bemerkten wir eine Mantis, wie sie still auf einem Zweig verharrte, nur den beweglichen Hals bald hierhin, bald dorthin wendend und mit den großen Fazettenaugen nach allen Seiten spähend, um zu sehen, wo sich ein Opfer fände. Jetzt reckt sich der Vorderleib, vergleichbar der Bewegung eines Sauriers der Vorzeit mit den taschenmesserartig eingeschlagenen Fangbeinen in die Höhe und schleudert diese plötzlich nach vorn, so daß sie auseinanderklappen und wie mit Enterhaken die große stahlblaue Fliege blitzartig erfassen, die ahnungslos auf einem nahen Blatt den Honigtau aufleckte, den eine Kolonie Pflanzenläuse dort hingespritzt hatte. Beim ebenso raschen Wiederzuklappen des Fangapparates gerät die Jagdbeute zwischen die Stacheln und Zähne der beiden Hebelarme, die sie wie eine Fuchsfalle festhalten. Ein solch harpuniertes Tier, und wäre es auch eine Biene oder Heuschrecke, ist rettungslos verloren. Sogleich macht sich das Ungetüm über das Opfer her, die Freßwerkzeuge treten in Tätigkeit und in nicht zu langer Zeit ist es bis auf einige unverdauliche Reste im Wanst der Mörderin verschwunden. In unserm Fall begann die Gottesanbeterin damit, vermittelst ihrer spitzen „Schnauze" der Schmeißfliege die Augen auszufressen. Ein widerlicher Anblick, wenn sie dem noch lebenden Insekt die Fazetten aus dem Kopf riß! — Nachher kamen die übrigen Körperteile der Geblendeten Stück für Stück an die Reihe.

Sogar kräftigen Feldheuschrecken und Kreuzspinnen gegenüber fühlt sich unsere einheimische Gottesanbeterin Meister. Ungeachtet der heftigsten Gegenwehr mit Kiefern und Giftklauen bleibt sie regelmäßig Siegerin. Tropischen Verwandten unserer Mantis wird nachgesagt, daß ihnen sogar Eidechsen und kleinere Vögel zum Opfer fallen.

Von unserm Beobachtungspunkt aus werden wir noch weitere verblüffende Dinge zu sehen bekommen. Die Fliege hat den Hunger unserer Megäre noch nicht gestillt. Kaum hat sie den letzten Bissen verschluckt, wendet sie den Kopf nach einer Stelle des Busches hin, von wo ein helles Zirpen herübertönt. Eine mittelgroße Heuschrecke, die ihr Liebeslied singt. — Unsere Jägerin hat sie gleich erspäht. Behutsam und leise, wie eine Katze, schleicht sie sich an das neue Opfer heran, um es

zu überfallen. — Aber eine Heuschrecke ist keine harmlose Fliege. — Eine Heuschrecke ist ein wehrhaftes Kerbtier, wenn es sein muß, und hat kräftige Kiefer zur Verfügung und dornbesetzte Hinterschenkel, womit sie unter Umständen einem Angreifer den Bauch aufreißen kann. Und doch wird unsere Mantis den Sieg davontragen. Denn für eine Begegnung mit ernsthaftern Feinden hat sie schon vorgesorgt. In einer Art Schreckstellung, in die sie ganz plötzlich überzugehen pflegt, besitzt sie ein Mittel, wodurch sie auch beherzteres Wild unschädlich machen wird. Sobald sie letzterem nahe genug ist, um es mit ihren Fangarmen zu entern, spannt sie blitzartig die Vorderflügel horizontal nach beiden Seiten aus, während gleichzeitig die florartigen Hinterflügel sich links und rechts des Körpers wie zwei senkrecht gehaltene, parallel zu einanderstehende Fächer emporrichten. In demselben Moment rollt sich das Leibesende bogenförmig nach oben, um gleich darauf sich wieder gerade zu strecken und erschlafft herabzusinken. Während dieser Bewegung vernehmen wir zischendes oder fauchendes Geräusch, das sich annähernd mit fhu — fhu — fhu . . .wiedergeben läßt. Ein Zittern durchläuft das ganze Tier, das, einer Furie gleich, drohend aufgerichtet, im nächsten Augenblick seine Enterhaken losschnellen wird. Unsere arme Heuschrecke aber, jeder Gegenwehr unfähig, vor Schreck gelähmt, läßt sich, wie in einem hypnotischen Zustand, feige abmurksen. Die Mantis ihrerseits hat nichts eiligeres zu tun, als dem Gegner den Hals zu durchbeißen, wodurch er unbeweglich und folglich unschädlich wird. Eine bessere Art der Hinrichtung gibt es nicht. Die Gottes-Anbeterin verfügt vielleicht schon seit Jahrmillionen über anatomische Kenntnisse, die sich der Mensch erst mühsam aneignen mußte.

Die Schreckstellung und das schlangenartige Zischen oder Fauchen unseres absonderlichen Insekts wurde von vielen Forschern beobachtet, besonders aber von Fabre ausdrucksvoll beschrieben. Soweit ich aber die einschlägige Literatur kenne, hat sich keiner genau mit dem nähern Zustandekommen jenes merkwürdigen Geräusches befaßt, das mit der Schreckstellung, einhergeht. Um diesen Vorgang in aller Ruhe zu studieren, nahm ich mehrere Gottesanbeterinnen von der Staldener Felsenheide mit nach Hause, wo ich sie bequem in ein mit Sträuchlein besetztes Glashaus einlogierte.

Ich konnte die Schreckstellung jederzeit willkürlich veranlassen, ohne daß ein gegnerisches Insekt notwendig war. Ich brauchte die Versuchstiere bloß mit einer drohenden, raschen Bewegung der Hand zu reizen, so gebärdeten sie sich gleich wie Truthähne, die ihr Schwanzgefieder sträuben. Und dabei vernahm man das eigentümliche zitternde Rauschen oder fauchende Zischen, vor dem man am Anfang, so lange es einem noch neu ist, eine gewisse ängstliche Unsicherheit empfindet. Ein so kleines Tier und eine solch wütende Demonstration! Man weiß nicht, was da kommen soll. — Einige gefahrlose Hiebe mit den Fangarmen gegen meine Fingerspitzen setzte es schon ab. Aber das konnte mich nicht hindern, den „musikalischen" Teil der Vorstellung nun einmal gründlich zu analysieren. Dabei ergab sich die Hauptsache, daß die Gottesanbeterin ihre Schlachtfanfaren mit Hilfe zweier griffelförmiger Anhängsel am Hinterleibsende, den sog. Raifen oder Cerci ausführt, deren Spitzen sie beim Geradstrecken des Körpers an den rippigen Unebenheiten der Oberseite der beiden senkrecht emporgerichteten Hinterflügel reibt. Die Raifen sind demnach dem Plektrum, die Hinterflügel dem Instrument des Lautenspielers zu vergleichen. Der Hergang bei der Erzeugung jenes geheimnisvollen Kampfgesanges der Mantis wird uns noch verständlicher, wenn wir uns einen Menschen vorstellen, der zwischen zwei senkrecht stehende Harfen postiert, gleichzeitig mit beiden Händen links und rechts deren Saiten im Hinunterstrich rasch anschlägt, sodaß sie voll erklingen. So arbeitet der Hinterleib bei der Gottesanbeterin zwischen den beiden senkrecht gestellten Hinterflügeln. Seine Raifen machen, wie die Hände des Harfners, ihr hautartiges Gewebe schwingen. Beim Harfner nahmen wir an, er berühre die Saiten nur beim Hinunterfallenlassen der Hände. Das trifft der Hauptsache nach auch bei unserem Insekt zu. Das stärkste Zischen läßt sich vernehmen, wenn es seinen Hinterleib streckt und herabgleiten läßt, nachdem er sich zuerst spiralig nach oben gerollt hatte. Das spiralförmige Aufrollen ist der Ausdruck einer Spannung. Dadurch wird jener Schwung erreicht, der zur starken Lauterzeugung, notwendig ist. Gleichzeitig straffen sich die beiden Raifen gerade, so daß sich ihre Spitzen an dem Flügelgeäder kräftig reiben können.

Beim Aufrollen des Hinterleibs nach oben schmiegen sich jene Anhängsel schlaff dem Körper an und berühren die beiden hochgestellten Segel der Hinterflügel nur mit ihren gekrümmten Seiten. Dadurch wird allerdings bei genauer Prüfung auch ein schwaches Fauchen verursacht, das aber zur Tonstärke des Geräusches beim Abwärtsgleiten des Hinterleibes in keinem Verhältnis steht.

Aus den bisherigen Untersuchungen erhellt, daß zwischen je zwei kräftigen Geräuschen (Strecken des Hinterleibs) ein schwaches hörbar sein muß (Aufrollen des Hinterleibs). Das trifft in der Tat auch zu. Wenn wir bei einer länger andauernden „Kriegsfanfare" aufmerksam zuhorchen, so werden wir inne, daß sie, beständig ab- und zunehmend,

crescendo, decrescendo verläuft. Man kann den Vorgang auch bildlich als Wellenbewegung darstellen, wobei der Wellenberg dem Strecken, das Wellental dem Aufrollen des Hinterleibs der Mantis entspricht.

Wir können das Zischen unseres Kerbtieres einigermaßen künstlich erzeugen, wenn wir mit einer Borste über die Oberseite der Hinterflügel streichen. Eine Nadelspitze rasch über gespannte Reps-Seide geführt gibt uns ebenfalls einen ungefähren Begriff von der musikalischen Veranlagung der Gottesanbeterin.

Mitunter verharrt das Tier bis 20 Sekunden in seiner Truthahnstellung mit emporgerichteten Hinterflügeln, ohne einen Laut von sich zu geben. Es beobachtet lauernd alle meine Bewegungen und erst, wenn ich mit meinen Fingern den Angreifer spiele, erschallt wieder seine Kriegstrompete. Es verfügt also ganz willkürlich und nach Bedarf über sein Instrument. Es ist jedenfalls psychisch die höchststehende Heuschreckenart, die wir kennen. Nach Mertens wird die Gottesanbeterin mit der Zeit völlig zahm und macht keine Fluchtversuche mehr. Ruhig läßt sie sich mit der Hand ergreifen, nimmt Futter von der Pinzette und verfolgt mit ihrem niedlichen Puppenköpfchen aufmerksam alle Hantierungen ihres Pflegers, wodurch sie viel Unterhaltung bietet.

Besuche ich wieder einmal meine liebe Walliser Felsenheide, so werde ich wohl aus dem Leben der Gottesanbeterin noch mehr zu berichten wissen. Denn eine so reiche Insekten-Existenz wie diese ist nicht so bald gänzlich erschöpft.

Zum Schluß will ich nur noch eine ergötzliche Mitteilung des alten Miniaturmalers und Entomologen Rösel zur Kenntnis bringen, wonach die Türken die Mantis für heilig halten, weil sie ihnen mit ihren erhobenen Armen anzeigt, wo ihr Mekka liegt. Ferner soll sie verirrten Kindern auf Befragen den richtigen Weg weisen.

Simon Schwendener

Zur hundertsten Wiederkehr seines Geburtstages, den 10. Februar 1929.

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

Tazitus pietätvolle Worte zur Einleitung seiner Agrikola-Biographie, wonach es der Nachwelt gezieme, großer Männer und ihrer Schöpfungen eingedenk zu sein, kann man dem Zeitalter des Kinos, Sports und Zeitungsklatsches nicht oft genug vorhalten und durch die Tat einschärfen. So darf denn des hundertsten Geburtstages eines der größten schweizerischen Naturforscher aller Zeiten nicht vergessen werden.

Simon Schwendener wurde am 10. Februar 1829 zu Buchs im Kt. St. Gallen geboren. Seine Eltern waren angesehene Bauersleute, und in diesem bäuerlichen Kreise verlebte der Knabe seine Jugend, an deren Freuden er sich noch im Alter gerne erinnerte. Aber festzuhalten vermochte die Scholle ihn nicht; sein Bildungstrieb führte ihn in ein anderes Reich. Als 18 Jähriger besaß er bereits das Lehrerpatent und amtete in seinem Heimatdorfe als Schulmeister. Bald aber wandte er sich dem Studium der Naturwissenschaften, speziell der Botanik zu. Er hatte hervorragende Lehrer: in Genf Thuret und Alphonse de Candolle, in Zürich Oswald Heer. Doch erst von Carl Nägeli erhielt er die Forschungsrichtung, der seine ganze spätere Laufbahn diente: Es ist die streng mathematisch-mechanische Betrachtungsweise des Aufbaues des Pflanzenkörpers, die Schwendeners kritisch nüchternem Geiste so sehr entsprach. Mit seinem Lehrer Nägeli zog er 1857 nach München, habilitierte sich dort 1860 als Privatdozent für Botanik. 1867 wurde er an die Basler Hochschule berufen; 1876 kam er als Nachfolger Hofmeisters nach Tübingen und zwei Jahre später, 1878, siedelte er, nach dem Tode Alexander Brauns, an die Berliner Universität über. 32 Jahre stand Schwendener dem dortigen Botanischen Institute vor und übte als Lehrer seines Faches und Mitglied der Akademie wie auch als Mitbegründer der Deutschen Botanischen Gesellschaft, deren erster Präsident er war, eine nachhaltige Wirksamkeit aus. 1910 trat er von seinem Lehramte zurück und am 27. Mai 1919 schloß der Neunzigjährige sein Forscherauge.

Die Bedeutung und Größe Schwendeners liegt in der von ihm begründeten anatomisch-physiologischen Forschungsrichtung. Wie eine Vorbereitung auf seine eigenen wissenschaftlichen Schöpfungen erscheint das 1865 von ihm mit Nägeli gemeinsam herausgegebene Werk: „Die Theorie des Mikroskops", dem 1867 ein zweiter Teil: „Die Anwendung des Mikroskops" folgte. Das Buch hat eine tiefe Wirkung ausgeübt und auf ihm fußt zum guten Teil die Vervollkommnung des Mikroskops durch Abbe in den Zeiß'schen Werkstätten.

In die Basler Zeit Schwendeners fallen seine Untersuchungen über die Natur der Flechten. Als

erster wies er nach, daß diese bisher den Pilzen und Algen als gleichwertig angereihte Gruppe keine einheitlichen Organismen, sondern eine symbiotische Vereinigung von Algenzellen und Pilzfäden darstellt. Ebenfalls in Basel entstand sein berühmtes Werk: „Das mechanische Prinzip im anatomischen Bau der Monokotylen." Darin zeigte Schwendener, daß die höhern Pflanzen ähnlich wie die Tiere ein Skelett besitzen und daß die Festigkeit verleihenden Gewebe in der Pflanze genau nach den Gesetzen der Statik angeordnet sind. Zum ersten Male wird hier das „Wozu?" der verschiedenen Gewebe und Zellformen in den Vordergrund gerückt und beantwortet. Mit andern Worten: Durch Schwendeners Darstellung des mechanischen Systems im Pflanzenkörper wurde die teleologische Forschungsrichtung in der Botanik verheißungsvoll inauguriert. Dieser neue Standpunkt betrachtet die anatomischen Strukturen der Pflanzen nicht mehr für sich allein, sondern in Verbindung mit ihrer physiologischen Arbeitsleistung; die Zweckmäßigkeit wird betont. Schwendener hat es verstanden, in seiner Bernerzeit eine ganze Schule heranzuziehen. Hervorragende Botaniker wie Haberlandt, Westermaier, Krabbe, Ambronn, Volkens, Tschirch, Zimmermann, Ursprung und andere haben diese Scholle mit reichem Erfolge gepflügt. Von dieser Schwendenerschen Richtung in der Botanik, hat ihr glänzendster Pionier, Haberlandt, 25 Jahre nach dem ersten Erscheinen seiner „Physiologischen Pflanzenanatomie" zutreffend gesagt, daß eine Forschungsrichtung, die nach der Bedeutung des Geschauten für das Leben frage, nicht altern könne; ihr winken stets neue Probleme und Erfolge. Gewiß, die anatomisch-physiologische Richtung ist, wie ein anderer Schüler Schwendeners bekannte, nicht alleinseligmachend, aber sie hat doch, kritisch betrieben, wertvolle Fortschritte gezeitigt.

Eine andere große Arbeit Schwendeners ist seine „mechanische Theorie der Blattstellungen", in der er die spiralige Anordnung der Blätter am Stengel entwicklungsmechanisch zu erklären versucht. Diese Theorie hat eine starke Gegnerschaft gefunden, ist und bleibt aber trotzdem „ein klassisches Beispiel eines streng kausalmechanischen Erklärungsversuches."

Gleich den erwähnten Hauptschöpfungen Schwendeners befassen sich auch seine zahlreichen weniger umfangreichen Untersuchungen vorzugsweise mit Gegenständen, die eine mathematisch-physikalische Behandlung erlauben. Da sind vor allem zu nennen seine eleganten Untersuchungen über Bau und Mechanik der Spaltöffnungen, über das Scheitelwachstum mit mehreren Scheitelzellen, über das Winden der Pflanzen, das Saftsteigen, über die Gelenkpolster von Mimosa pudica, Phaseolus und Oxalis, endlich über den Oeffnungsmechanismus der Antheren.

Aus allen Arbeiten Schwendeners tritt ein überlegener Verstand entgegen; er wußte was er wollte und kannte auch die Grenzen des Erreichbaren. In seiner Berliner Rektoratsrede hat er diesen Standpunkt mit folgenden Worten ausgesprochen: „Je klarer sie (die mikroskopische Forschung) die vorhandenen Schranken erkennt und je strenger sie ihr Augenmerk nur dem Erreichbaren zuwendet, desto zuverlässiger sind die Resultate. Was sie preisgibt an weltumfassenden Ideen und an lockenden Gebilden der Phantasie, wird ihr reichlich ersetzt durch den Zauber der Wirklichkeit, der ihre Schöpfungen schmückt."

Und ein Zauber ungewöhnlicher Art muß auch von diesem lichten Geiste ausgegangen sein, dem sich kaum jemand, der mit ihm in engere Verbindung trat, entziehen konnte. Ich erinnere mich, mit welcher Verehrung Westermaier von seinem Lehrer sprach. Aber auch andere Schüler, wie Haberlandt und Tschirch, bezeugen das Gleiche. Schwendener war eine unabhängige, ganz in sich selbst ruhende, nach innen gerichtete Persönlichkeit. Was er sagte, das galt. Nichts war ihm verhaßter als die Phrase. Sein oberster Leitsatz war: Selbst sehen und beobachten. Und aus dem Geschauten nicht mehr schließen, als sich wirklich schließen läßt. Trotz einer gewissen Sprödigkeit und Trockenheit nach außen, war er ein unvergleichlicher Anreger und Führer. „Wer je sein großes, klares, blaues Auge auf sich ruhen gefühlt" bekennt Tschirch, „der wird es nie vergessen. Es blickte bis auf den Grund der Seele." Und Haberlandt sagt von Schwendener, daß er, imponierend wie als Forscher auch als Mensch gewesen sei: stolz und aufrecht, doch auch gütig und nachsichtig in allen menschlichen Dingen. Seine werdenbergische Heimat behielt er sein ganzes Leben hindurch in treuem Andenken. Gerne brachte er einen Teil der Ferien im Heimatdorfe zu, ja er hat die Erinnerung an fernes Jugendglück sogar einmal in Versen ausgeströmt!

Der botanischen Forschung hat Schwendener für ein Menschenalter neuen Antrieb gegeben. Und gerade den teleologischen Gedanken auf den Schild zu erheben, war in jener materialistischen Epoche, die den Zufall als schöpferisches Prinzip proklamiert hatte, eine geistige Tat von fast unabsehbarer Reichweite. Unter den großen naturwissenschaftlichen Pfadfindern des ausgehenden 19. Jahrhunderts wird Simon Schwendener stets mit hoher Achtung genannt werden; seinem Vaterlande aber gereicht er zur höchsten Ehre.

Unterricht in der Elementarmathematik

Von P. Wick, Reallehrer in Berneck.

Angeregt durch den Aufsatz in Nr. 2 der „Mittelschule": Gedanken zum Unterricht in der Elementarmathematik von Dr. M. Fellmann, sei hier eine zum Teil etwas andere Stellungnahme ebenfalls der Diskussion unterbreitet.

Es ist ein garbegreiflicher, menschlicher Zug der Lehrer auf der obern Stufe, darüber zu jammern, daß die Schüler, die zu ihnen kommen, nicht jenen Grad der Vorbildung erreicht haben, wie dies vielleicht nach Lehrplan oder nach ihrer Erwartung sein sollte. Vielen liegt es fern, dem Lehrer der untern Stufe einen Vorwurf zu machen, viele stimmen in das allgemeine Lamento ein: die heutigen Schüler können nicht mehr, was die früheren! Welches ist denn der Maßstab, der an die Vorbildung angelegt werden soll? Mir gibt die Verschiedenartigkeit in der Vorbildung viel mehr zu denken, als der Bildungsgrad und das momentane Wissen. Ich habe schon zu oft erfahren, daß Schüler, die an der Aufnahmeprüfung gut abschlossen, die vielleicht sogar die Forderung des Lehrplanes erfüllt haben, während und nach der Probezeit gewaltig nachlassen und hinter andern, die über weniger Wissen verfügen, bald zurückstehen. Sicher darf nicht das Operieren mit gemeinen Brüchen als Gradmesser betrachtet werden (Dr. F. behauptet dies auch nicht), denn gottlob weiß heute die Volksschule (Primar- und Sekundarschule) im Rechenunterricht Gescheiteres zu tun, als mit Bruchrechnen kostbare Zeit zu verbrauchen. Die Volksschule ist keine Fachschule und hat deshalb Allgemeinbildung zu vermitteln und nicht in erster Linie auf Gymnasium, Technikum oder Handelsschule vorzubereiten. Deshalb hat sie als Ziel ihres Rechenunterrichts: Die Verhältnisse des privaten und öffentlichen Lebens zahlenmäßig zu erfassen und für eine ökonomische Gestaltung derselben die Augen zu öffnen (Itschner) oder: die Kinder die quantitative Erfassung der Umwelt und des Lebens zu lehren, also mathematische Bildung zu vermitteln, nicht nur Fertigkeiten, nicht Operationen, nicht Rechnungsarten (Kühnel). Wenn kaum 5 % aller Volksschüler sich zum höhern Studium entschließen, ist es m. E. nicht angängig, daß um dieses kleinen Prozentsatzes willen das Bruchrechnen in der Schule soviel Zeit beansprucht, bis jeder Schüler nicht nur das Wie, sondern auch das Warum erfaßt hat. Man frage Geschäftsleute, ob und wie oft sie mit Brüchen operieren müssen, und wird dann nicht nur hören, daß sie diesen „Bruch" nicht brauchen, sondern noch Ratschläge bekommen, was an Stelle des Bruchrechnens in der Volksschule gemacht werden sollte. Sie werden alle im Sinne Itschner's und Kühnel's reden. So wenig, als es angeht, einen Lesestoff mit sinnlosem Inhalt nur um der Leseübung willen zu wählen, so wenig ist es am Platz, Rechnen nur der Fertigkeit wegen an beliebigen Zahlen zu üben, also auch nicht an lebensunwahren Bruchzahlen. Gewiß hat die Bruchrechnung als Mittel zur Förderung der mathematischen Bildung ihre Berechtigung, wenn sie gründlich erarbeitet ist, dies kann aber kaum auf der Volksschulstufe der Fall sein.

In Anlehnung an Abschnitt II des genannten Aufsatzes sei hier auch die Erziehung zum abstrakten Denken berührt. Es wäre sicher wünschenswert, wenn hierüber von kompetenter Persönlichkeit, die der Frage von der psychologischen Seite nahe rückt, einmal geschrieben würde. Nach meinen Beobachtungen bestätigt sich nur, was Brahn und Neumann behaupten, daß die Fähigkeit, abstrakt zu denken, erst mit der Pubertät sich entwickle, daß bis zu diesem Alter alles Denken hauptsächlich auf Anschauung basiere. Gewiß lernen schon Volksschüler aus eigener Kraft abstrahieren, sie mechanisieren das Einmaleins; Rechenoperationen u. a. solche Abstraktionen sind aber auf Anschauung gegründet und (hoffentlich wenigstens) vom Kind selber erarbeitet. Gerade so, wie dem Volksschüler das Rechnen mit Dingen und wieder mit Dingen und nocheinmal mit Dingen zur Last werden soll und es ihn von selber zur Abstraktion drängt, so sollten m. E. auf der Mittelschulstufe die Begriffe, Regeln, Gesetze vom Schüler selber formuliert werden. Solche selbsterarbeitete Abstraktion befähigt den Schüler immer wieder zu konkretisieren, die Gesetze auf eigene Fälle anzuwenden, gibt ihm das Gefühl der Sicherheit, er bekommt Freude an der Mathematik, dieser exakten Wissenschaft. Auch algebraische Ausdrücke lassen sich konkretisieren, wenn z. B. der Lehrer seiner Klasse den Auftrag gibt, auf die nächste Stunde: $(a+b)$ als Strecke, $(c+d+e)$ als Dreiecksumfang, $(g.h)$ als Fläche, s^3 oder $(p+q)^2.r$ als Körper zu zeichnen oder zu formen, so werden in der nächsten Stunde sicher soviele Arten konkreter Lösungen da sein, als Schüler und die Abstraktion wird zum Erlebnis, basiert auf Anschauung und bleibt verankert.

Zu III. Die Forderung, Kinder zu exakter Ausdrucksweise zu erziehen, ist sicher allgemein, nicht nur in der Mathematik, berechtigt. Wie schwer es aber oft ist, den exakten Ausdruck zu finden, zeigt Dr. F. mit dem Begriff vermehren (= vervielfachen = multiplizieren). Wenn der Schüler die Multiplikation als vereinfachte Addition erarbeitet hat, so wird man ihm den Ausdruck vermehren (er

denkt u. U.: Kaninchen vermehren sich . .) nicht verargen können, immerhin soll er sich des besseren Ausdrucks, vervielfachen, bedienen. Leider ist eine ganz klare Ausdrucksweise noch kein Beweis dafür, daß der Schüler das Gesetz u. drgl. versteht oder anwenden kann. Daher ist danach zu trachten, daß der Schüler, der erst durch eigenes Abstrahieren Gesetze in seiner Weise formuliert hat, diese durch weitere Arbeit in die genaue Form bringt. Solcher Weg führt langsam aber sicher zum Ziel. Ist es aber nicht besser mit ganzer Packung bei Schulschluß erst in der Nähe des Zieles zu stehen, als dieses erstürmt und dabei all sein Rüstzeug vergessen und verloren zu haben?

Zum Schluß sei mir auch erlaubt, auf die Lehrmittelfrage einzutreten. Die gleichen Bedenken, die Dr. F. hat, tauchen sicher jedem strebsamen Lehrer auf und zwar nicht nur im Mathematikunterricht. Gottlob sind jene Zeiten vorbei, wo der Lehrer Seite 38 im Leitfaden aufschlagen und lesen läßt, und dann nach dem vorgerechneten Beispiel die andern lösen zu lassen. Sicher ist doch, daß ein Mathematiklehrmittel, das für den Klassenunterricht (nicht Selbstunterricht) bestimmt ist, keine Ableitungen, Normalverfahren und Gesetze enthalten soll, wenn es die erzieherische Arbeit des Lehrers unterstützen und die Selbstbetätigung der Schüler nicht töten soll. Genügt es nicht, wenn es die Rechenarbeit nur in Hinweisen, Anregungen, Rechenfällen, Rechengeschichten ohne Fragen, also nur in Tatsachen gibt und damit den Schüler zwingt zu überlegen: Was kann ich da rechnen? was soll ich da rechnen? was will ich da rechnen? was könnte man da auch noch rechnen? welche Berechnung hätte da keinen Sinn? Wie ganz anders wird ein solches Lehrmittel auf Lehrer und Schüler wirken, wie wird es jedes Jahr neu, weil vielfach nicht nur ein Weg, e i n e Rechenarbeit möglich ist, wie wird da auch der Schwache noch etwas Rechtes herausbekommen, wie wird da der Begabte angespornt, dies und jenes auch noch zu rechnen. Es sei mir gestattet dies an zwei einfachen Beispielen zu zeigen:

(Aus einer Algebra-Sammlung für Mittelschulen):

Durch eine Röhre floß das Wasser in einen Behälter bereits 16 Minuten, als eine zweite Röhre geöffnet wurde, durch die in der Minute 14 Liter Wasser mehr abflossen, als die erste lieferte. Nach weiteren 24 Minuten war der Behälter leer. Wieviel Liter Wasser lieferte die erste Röhre?

Wozu diese Frage? Lasse man den Schüler allein mit der gesagten Tatsache Er wird vielleicht folgende Fragen stellen, er soll diese kritisch betrachten und — lösen.

1. Wann ist der Trog voll? (Ueberlegung: das kann ich nicht wissen und auch nicht berechnen.)

2. Wieviel Wasser fließt durch die Röhre hinein und wieviel durch den Ablauf aus?

3. Wie lange geht es im ganzen, bis der Trog leer ist vom Zeitpunkt an, als der Zulauf geöffnet oder als der Ablauf geöffnet wurde:

4. Wie viel Wasser ist im Trog, als der Ablauf geöffnet wurde? — Was kann man noch rechnen? (Damit kommt der Schüler in die eigene Problemstellung hinein, er beginnt zu produzieren, versucht sein Können an Fällen, die ihn interessieren, die ihm gar Freude machen, er will diese der Klasse vorlegen — so ist Mathematik nicht mehr trocken, nicht mehr bloß reproduzierend, nicht langweilig.)

5. Nach welcher Zeit ist der Trog leer, wenn der Zulauf geschlossen wird und durch den Ablauf nur 14 Liter (Differenz) abfließen?

6. Wann ist der Trog leer, wenn der Zulauf 20 Minuten offen ist?

7. Wann ist der Trog leer, wenn der Zulauf 10 Minuten nach Oeffnen des Ablaufes geschlossen wird? usw.

Nicht jeder Schüler wird soviele Lösungen bringen, wohl aber eine Klasse (eher mehr als weniger). Ist dadurch eine Aufgabe nicht vielseitig ausgewertet, hat nicht auch der Schwache Gelegenheit auf ehrlichem Weg zu Erfolg zu kommen, geht nicht manchen „ein Licht auf", wenn eine Aufgabe so durchgearbeitet ist, (es brauchte dies nicht jedes Mal zu geschehen) wird es nicht für den Lehrer eine interessante Stunde sein, wenn er bei geeigneten Beispielen sagt: „Ich will sehen, wer mit dieser Aufgabe am meisten Rechnungen machen kann." Auch formale Beispiele lassen sich vielseitig verarbeiten und tragen gerade dann dazu bei, die mathem. Bildung zu erweitern und zu vertiefen. Wenn dann verschiedene Lösungswege von den Schülern an der Tafel gezeigt wurden, wird die Klasse urteilen und den einfachsten, bequemsten, sichersten wählen. Alles aber ist selber erarbeitet und das ist die Hauptsache. (Um den Zeitungs-Satz nicht zu komplizieren, wurde ein einfaches Beispiel gewählt):

Aufgabe: $96 : 72 = 4x : 21$.

1) $96 : 72 = 4x : 21$

$$4x = \frac{96 \cdot 21}{72}$$

$$x = \frac{96 \cdot 21}{72 \cdot 4}$$

$$x = 7$$

2) $96 : 72 = 4x : 21$

$$\frac{96}{72} = \frac{4x}{21}$$

$$\frac{4}{3} = \frac{4x}{21}$$

$$\frac{84}{3} = 4x$$

$$x = \frac{84}{3 \cdot 4} = 7$$

3) $96 : 72 = 4x : 21$

$$24 : 18 = x : 5\,{}^1/_4$$

$$\frac{4}{3} = \frac{x}{5\,{}^1/_4}$$

$$x = \frac{4}{3} \cdot 5\,{}^1/_4$$

$$x = 7$$

Wenn also das Lehrmittel für die Hand des Schülers nur eine Sammlung von Anregungen, Hinweisen, Angaben und Aufgaben ist, so sollte m. E. das dazu gehörige Lehrerheft mehr als nur ein Schlüssel sein. Da soll der Verfasser zeigen, wie die Tatsachen und Rechenstoffe verwendet werden sollen, wie Aufgaben vielseitig gestaltet werden können und welcher Weg als der gangbarste zu betrachten ist. Ich habe mit Dr. F. das Vertrauen, daß das in Aussicht stehende Mathematiklehrmittel für Mittelschulen etwas Vorzügliches wird.

Auch meinen Aufsatz möchte ich mit den Worten schließen: „Was nützt es, zu klagen, ohne den Gründen auf die Spur zu gehen?" An uns Lehrern liegt es, da abzuhelfen, wo es fehlt, ich meine eben sowohl an der Zielsetzung, an der falschen Einstellung zum Schüler, an der Art und Verwendung der Lehrmittel und wohl auch an uns menschlichen Lehrern. Wenn ich mit dieser nur zum Teil anders gerichteten Meinung dem Wunsch von Dr. F. nachgekommen bin und auch meinerseits wieder auf den Busch geklopft habe, so soll es mich freuen, wenn noch andere Stimmen laut werden.

Literatur

Wick Paul, Arbeitsbüchlein für den Rechenunterricht an Sekundar-, Real-, Bezirks- und Fortbildungsschulen. Unter Mitarbeit von Prof. Dr. J. Kühnel herausgegeben. 1. Schülerheft (7. und 8. Schuljahr), 2. Schülerheft; 1 und 2. Lehrerheft; Anhang zu 1.—3. Schülerheft. — Verlag A. Francke A. G., Bern.

Paul Wick, Reallehrer in Berneck (St. G.), hat den kühnen Schritt gewagt, den Rechenunterricht auf der Mittelschulstufe auf das Arbeitsprinzip einzustellen, und man darf ruhig sagen: er ist ihm gelungen. Angeregt durch die Werke des Münchener Rechenmethodikers Prof. Johannes Kühnel, insbesondere durch seinen „Neubau des Rechenunterrichts", versuchte Paul Wick, für unsere schweizerischen Sekundar- und Fortbildungsschulen ein Lehrmittel zu schaffen, das inhaltlich auf unsere neuzeitlichen wirtschaftlichen Verhältnisse eingestellt ist und methodisch durchaus auf eine ganz rege Selbsttätigkeit und Mitarbeit des Schülers hinzielt. Freilich muß der Verfasser und der Lehrer der Mittelschule voraussetzen, daß auch die Primarschule in der Hauptsache schon im gleichen Geiste gearbeitet habe. Ob diese Voraussetzung allerorten schon zutrifft, entzieht sich unserer Kenntnis. Was noch nicht ist, kann noch werden, und — gut Ding will Weile haben. Auch muß der Rechenunterricht auf der Sekundarschulstufe voraussetzen können, daß das Pensum der Primarschule gründlich durchgearbeitet worden sei, damit die Elemente absolut sicher sitzen. Man verzichtet ganz gerne auf diese und jene „höhere Leistung" der Schüler, wenn man nur weiß, daß man mit aller Bestimmtheit auf die elementaren Kenntnisse in den Grundoperationen und im Dezimalbruchrechnen sich stützen darf.

Die Arbeitsbüchlein von Paul Wick stellen an den Schüler verschiedene Anforderungen, vor allem eine gewisse Selbständigkeit und Arbeitsfreudigkeit, eine gewisse Fertigkeit in Handarbeiten und Zeichnen, ein offenes Auge für die ganze Natur der Umgebung und für die Tätigkeit der Mitmenschen, insbesondere auch der verschiedenen Berufe in Dorf und Stadt. Aber gerade das vermag des normalen Kindes Interesse zu fesseln, und deshalb wird der Rechenunterricht in diesem Geiste dem Kinde im Entwicklungsalter viel mehr zusagen als eine altkluge Systematik, die das Denken der Erwachsenen, der Gewitzigten, der Geprellten, oder auch der Abgeseimten bei den unerfahrenen Kindern voraussetzt, oder dann mit rein systematischen, aber ganz lebensfremden „Musterbeispielen" an die Kinder herantritt und dabei vergißt, daß der Mensch, und vor allem der junge, der werdende Mann, die werdende Frau nicht bloß eine Verstandesmaschine ist, die mehr oder weniger gut funktioniert, sondern daß eben auch andere Seelenkräfte mitsprechen wollen, auch beim Rechnen.

Auf den Inhalt der einzelnen Hefte gehen wir hier nicht ein, auch nicht auf die Lehrerhefte, die keineswegs bloß „Schlüssel" sind, sondern eine reiche Fülle wertvollster methodischer Winke und Anleitungen enthalten. Der Lehrer studiere die „Arbeitsbüchlein" selber, er wird sicher reichen Gewinn daraus ziehen und sie in seiner Schule einführen, wo und soweit dies möglich ist. Diesen und jenen „Druckfehler" wird der Leser selber berichtigen. J. T.

15 Jahrgang. Nr. 5 18. Juli 1929

Mittelschule

Beilage zur „Schweizer-Schule“

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

Inhalt: Die Wunder des Blutes — Schätze vom Meeresgrunde — Literatur.

Die Wunder des Blutes

Präparationsskizze *) von A. Krapf, Sekundarlehrer, Berneck.

„Die Wissenschaft ist wie ein Feuer, das in einem Volke unaufhörlich unterhalten werden muß, weil ihm Stahl und Stein unbekannt sind. Die einen haben die Pflicht, immer neue Scheite in das große Feuer zu werfen, andere haben die Aufgabe, die heilige Flamme durch das Land, in die Dörfer und Hütten zu tragen.“ Gustav Freytag.

Der menschliche Körper ist eine wunderbar eingerichtete Maschine. Dieser wunderbare Organismus muß wie jede menschliche Maschine seine Nahrung haben, wenn er nicht stillstehen soll. Der Mensch ißt und atmet, Nahrung und Atmungsluft sind die zwei Hauptbedingungen menschlichen Lebens. Die arbeitenden Zellen des Körpers verlangen vor allem Nährstoffe und Sauerstoffgas. Die Zellen des Gehirnes, mit welchen wir denken, die Muskelzellen der Arme und Beine, die Zellen der schwingenden Stimmbänder im Kehlkopfe verlangen besonders im arbeitenden Zustande nach dem Lebensgase und nach Nähr- und Baustoffen. In den arbeitenden Zellen entstehen fortwährend giftige Zerfallstoffe, Abfälle, Schlacken, die herausgeschafft, herausgewaschen werden müssen, wenn nicht schwere Störungen eintreten sollen. Dazu verlangt der menschliche Körper nach lebenswichtigen Säften, die von einzelnen Zellgruppen gebildet im riesigen Zellstaat des Körpers verteilt werden müssen.

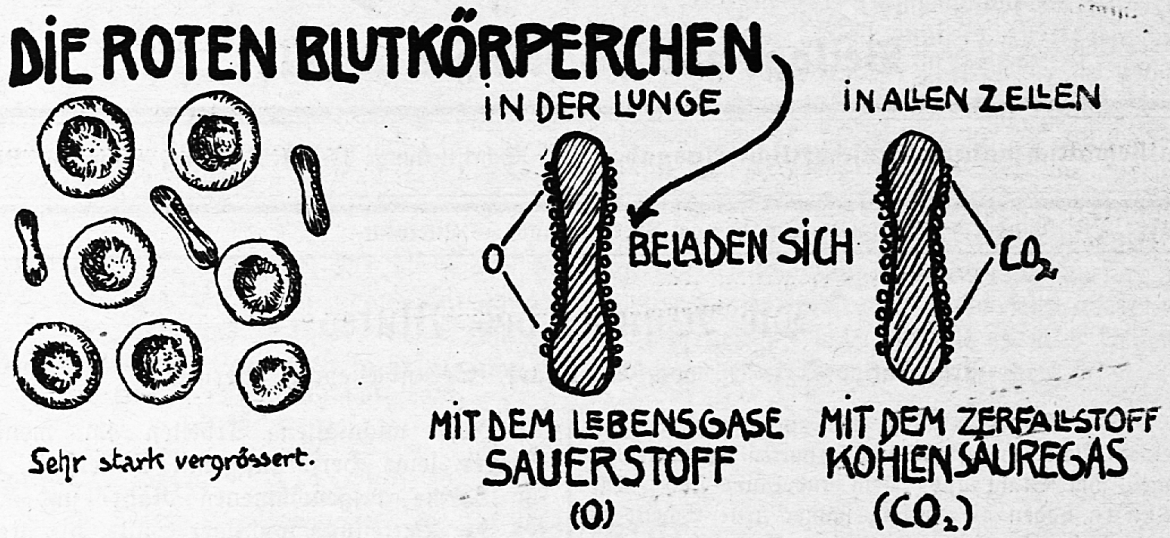
Diese wichtigsten Arbeiten im menschlichen Körper, seine Versorgung mit Sauerstoff, mit den im Darme aufgenommenen Nähr- und Baustoffen, die Verteilung wichtiger Säfte, die Reinigung von giftigen Zerfallstoffen, kann nur von einer Flüssigkeit, welche den ganzen Körper durchströmt, besorgt werden: Vom Blute. Ernährung der Körperzellen, Versorgung mit Sauerstoff, Reinigung von Giften und Verteilung von lebenswichtigen Säften sind die wichtigsten Aufgaben des Blutes.

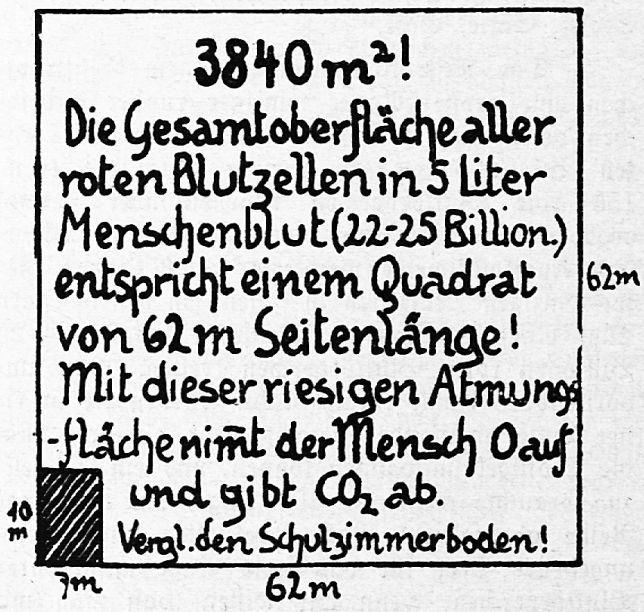
1. Der Grundstoff des Blutes ist eine wasserhelle, nicht rote Flüssigkeit: Das Blutwasser oder Serum. In dieser Flüssigkeit schwimmen eine Unmenge fester Körperchen, allerlei gelöste Stoffe, Säfte, Gase.

2. Das Mikroskop zeigt in einem Bluttröpfchen eine große Menge winziger runder Scheibchen von 0,007 Millimeter Durchmesser: Die roten Blutkörperchen oder Blutzellen. 150 rote Blutkörperchen nebeneinander gereiht ergäben eine Linie von einem Millimeter Länge. Ein Kubikmillimeter möchte 4—5 Millionen dieser winzigen Blutzellen zu fassen. In den 5 Litern Blut eines erwachsenen Menschen sollen 22—25 Billionen roter Blutkörperchen kreisen. Eine unvorstellbare Zahl! (Nach Kahn würden sie in einer Linie aneinander gereiht mehr als drei Mal die Erdkugel umspannen können, und ein Schnellzug brauchte mehr als 100 Tage, um die lange Reihe abzurasen). Noch fabelhafter wird dieses ungeheure Heer für das freie Auge unsichtbarer Blutkörperchen, wenn wir wissen, daß man mit ihrer Gesamtoberfläche eine quadratische Fläche von 62 Metern Seitenlänge, also 3480 Quadratmetern bedecken könnte.

*) Wie weit und wie breit dieses ebenso wichtige als interessante Kapitel aus der Menschenkunde im Unterricht behandelt werden kann, wird von der Stufe und der Vorbildung der Schüler, auch von der zur Verfügung stehenden Zeit abhangen. Die Skizze will nur eine stoffliche Präparation sein. Bei ihrer Ausarbeitung wurden besonders benutzt: Kahn, Das Leben des Menschen (Band 2); Böschenstein, Der Mensch biologisch dargestellt für den Schulunterricht; Dekker, Vom sieghaften Zellenstaat.

Die roten, scheibenförmigen Blutzellen haben erhobene Ränder und eine etwas vertiefte Mitte, so daß die Oberfläche des Körperchens noch vergrößert wird. Der Kern enthält das rote eisenhaltige Hämoglobin, den Blutfarbstoff, der dem Blut die rote Farbe gibt. Dieser Blutfarbstoff übt eine wunderbare Kraft aus. Wie ein Magnet die Eisenfeilspäne an sich reißt und festhält, so zieht das eisenhaltige Hämoglobin Gase an und bindet sie. Alle Lebewesen halten die zum Leben nötigen Gase mit Metallverbindungen fest. Damit ist die wichtige Aufgabe der roten Blutkörperchen gegeben: In der Lunge ziehen sie das dem Menschen unentbehrliche Sauerstoffgas (O) an sich, beladen sich damit und verfrachten es auf dem Blutstrom in alle Zellen des Körpers. Aber auch der in allen arbeitenden Zellen entstehende Abfallstoff, das giftige Kohlensäuregas (CO_2) wird von den roten Blutzellen angezogen, fortgeführt und in den Lungen durch die feinen Wände der Bläschen abgegeben. Also Versorgung des Körpers mit dem Lebensgas O und Reinigung vom giftigen CO_2 sind die Aufgaben der roten Blutkörperchen. Jetzt verstehen wir auch ihre riesige Zahl. Und was für eine wunderbare Lösung stellt so ein winziges, scheibenförmiges Blutkörperchen dar: Bei möglichster Kleinheit größtmöglichste Oberfläche zur Aufnahme der Atmungsgase. Der rote Blutstrom, der unsern Körper durchrieselt, erreicht in seinen 22 Billionen roten Blutkörperchen mit 3840 Quadratmetern Arbeitsfläche die größtmöglichste Arbeitsleistung.





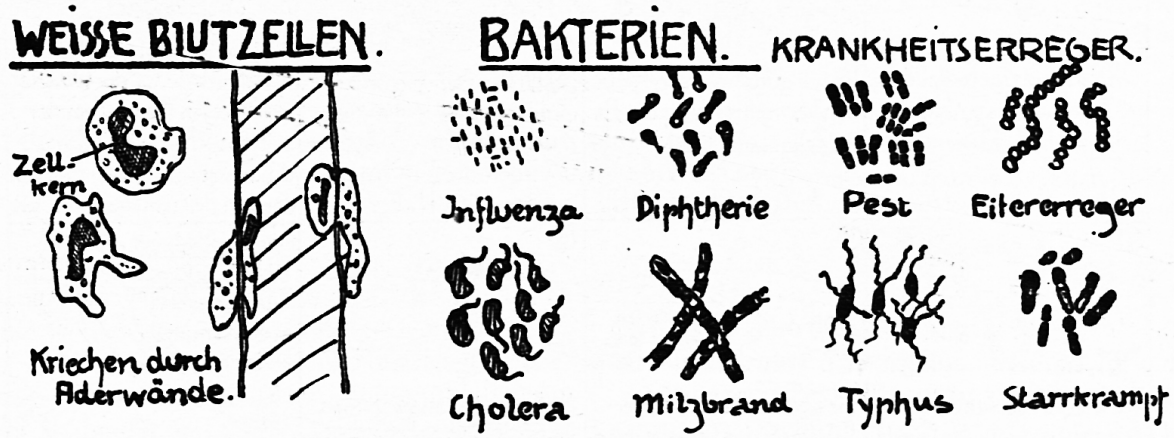
Sauerstoffreiches (arterielles) Blut ist hellrot. Mit Kohlensäuregas beladenes (venöses) Blut ist dunkler, bläulichrot. Wird es an der Luft geschüttelt, so fängt es wieder O auf und wird heller.

Der Gehalt des menschlichen Blutes an roten Blutkörperchen ist von der Höhenlage seines Trägers abhängig. Die Menschen der Küstenländer tragen in einem Kubikmillimeter Blut zirka 5 Millionen rote Blutzellen, die Dauergäste unserer Höhenkurorte schon 6—7 Millionen, und auf den Cordilleren stellte man eine Zunahme bis auf 8 Millionen fest. Zusammenhang mit der Sauerstoffarmut der Höhenluft! Niedere Tiere haben keine, wechselwarme Tiere verhältnismäßig große, rote Blutzellen, dafür aber weniger. Geringere Leistungsfähigkeit des Blutes. Verlangsamter Stoffwechsel, Lebensäußerungen namentlich bei niederer Außentemperatur träge, gering. Die Vögel mit ihrem lebhaften Stoffwechsel haben mehr und größere rote Blutzellen als andere Tiere.

Leider bindet das Hämoglobin der Lunge nicht nur das Lebensgas O, sondern auch ganz gefährliche Gase und führt sie in den Körper ein. Mit ganz besonderer Heftigkeit (140mal gieriger als Sauerstoff) reißt es das sehr giftige Kohlenoxydgas (CO) an sich, das sich überall dort bildet, wo infolge Mangels an Sauerstoff eine Verbrennung

nicht recht vor sich gehen kann; so daß statt CO_2 nur CO entsteht. (Vorzeitiges Schließen der Ofenklappen, bei Grubenbränden, Unglücksfällen in Tunnels (Hauenstein, Ricken!). Das Hämoglobin gibt nämlich das giftige CO nicht mehr frei, alle roten Blutzellen beladen sich nach und nach mit der giftigen Fracht. Sauerstoffmangel läßt den Körper immer schneller atmen, aber statt des Lebensgases O empfängt er immer mehr Gift. Der Tod muß eintreten. Die blühend-frischen Wangen des Unglücklichen deuten sofort auf Kohlenoxydvergiftung.

Hat der Mensch Mangel an rotem Blutfarbstoff, so leidet er an der Bleichsucht. In der Zeit des schnellsten Wachstums, bei Mangel an Luft und Licht und bei eisenarmer Ernährung fehlt es dem Blute gerne an dem nötigen Hämoglobin.



Dieser Mangel gibt dem Menschen nicht nur ein bleiches Aussehen, sondern hat noch tiefgreifendere Folgen: Der Stoffwechsel ist verlangsamt, die Zerfallstoffe werden nur langsam aus den Körperzellen gewaschen, der bleichsüchtige Mensch fühlt sich immer müde. „Das bleichsüchtige Mädchen ermüdet rasch; bei Nacht werden die im Gehirn angesammelten Ermüdungsstoffe nicht genügend abgebaut: Das bleichsüchtige Mädchen wacht des Morgens zerschlagen auf, sein Kopf ist nicht frei, Mißstimmung und Weltschmerz bilden die Grundakkorde seines Seelenlebens; infolge der unzureichenden Verbrennungen fehlt ihm die zum Wohlbefinden erforderliche Körperwärme: Im Sommer steht es, während die gesunden Freundinnen sich noch munter im Wasser tummeln, zähneklappernd auf dem Holzsteg des Badeplatzes; im Winter sitzt es, dieweil die Vollblütige Gefährtin rotwangig über die Eisbahn jagt, mit blauen Lippen fröstelnd vor dem rotglühenden Ofen der Wärmebude. Was fehlt ihr? Wärme, Verbrennungsenergie, Sauerstoff, Sauerstoff-bindender Blutfarbstoff, Eisen." (Kahn.) Wie kann die Bleichsucht bekämpft werden?

Die Lebensdauer der roten Blutzellen ist kurz: Drei Wochen. Sie entstehen im roten Knochenmark, welches sich beim Erwachsenen nur in den Knochen des Schädels, in den Wirbeln und Rippen findet, und sterben in der Milz, nachdem sie in ihrem Leben etwa 60 000 Kreisfahrten durch den menschlichen Körper unternommen haben. Böse Fieberkrankheiten zersetzen das Hämoglobin und haben darum den Tod des Menschen zu Folge.

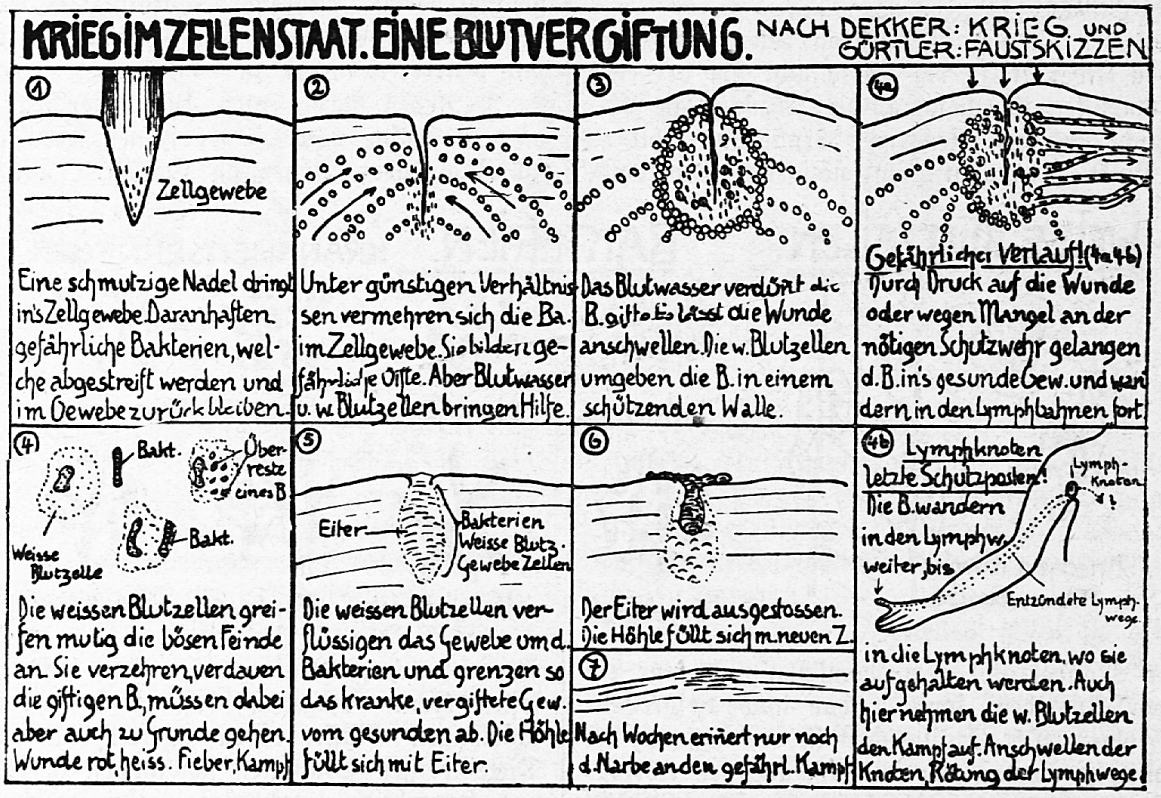
Der Mensch kann von seinen 5 Liter Blut Verluste bis zu 2 Litern ertragen. Der Körper geht sofort an die Neubildung des Verlorenen. Riesige Mengen Blutkörperchen werden ins Blut gesandt, die verlorene Blutflüssigkeit muß von außen ersetzt werden: Der Verblutende verlangt mit heiserer Stimme zu trinken.

3. Neben diesen roten Blutkörperchen schwimmen im Blute noch andere Zellen, weit geringer an Zahl, aber größer an Gestalt: Die weißen Blutkörperchen (Leukocyten). Sie besitzen einen festen Kern, umgeben von einer silberweißen, schleimigen Masse, deren Gestalt sich verändert. Diese weißen Blutzellen schwimmen in den Blut- und Lymphbahnen, schlüpfen aber merkwürdigerweise auch durch die Aderwände und wandern durch die Spalten in den Zellstaat. Der Entdekker dieser Wanderzellen (Lieberkühn) hielt diese sonderbaren Wesen für fremde Tiere, die den menschlichen Körper als Wirt benützen, und noch in neuerer Zeit hat ein Gelehrter die Ansicht vertreten, die Wanderzellen seien keine Körperzellen sondern Parasiten des Menschen und der Wirbeltiere.

Diese weißen Blutzellen erfüllen ebenso wunderbare Aufgaben wie die roten Blutzellen. Sie leisten unentbehrliche Dienste als fleißige Lastträger: Sie führen die im Darme aufgenommenen Nährstoffe den Körperzellen zu. Damit erklärt sich auch, warum sich die weißen Blutkörperchen nach Mahlzeiten und bei großen Anstrengungen stark vermehren. Noch geheimnisvoller werden diese kleinen Wesen als Straßenkehrer unserer Atmungswege und als wachsame Polizisten im ganzen Körper. Die weißen Blutzellen halten unsern Körper rein von allen schädlichen Stoffen. In den

Lungenwegen werfen sie sich auf die eingedrungenen Stäubchen. Sie umfassen sie, weichen sie auf, verdauen sie. Was sie so nicht aus dem Wege schaffen können, führen sie ab in die „Gefängniszellen" der Lymphknoten, wo die fremden Stoffe festgehalten werden. Es knirschen und krosen die Lungenlymphdrüsen eines Großstädters unter dem Messer des Arztes, so sehr haben sich darin Ruß- und Straßenstaub angesammelt. Man redet sogar von Holz-, Kohlen- und Eisenlungen. Liegt irgendwo im Gewebe ein Knochensplitter, so rücken die weißen Wanderzellen in großen Scharen heran, verflüssigen, verdauen das anliegende Gewebe bis zur Körperoberfläche. Verdaute Körperzellen und Millionen weißer Blutzellen werden zu Eiter, und der Knochensplitter wird ausgestoßen. Am abenteuerlichsten aber wird die Arbeit dieser weißen Blutzellen im Kampfe gegen die schlimmsten Fremdlinge und Eindringlinge im menschlichen Körper, gegen die Bakterien oder Spaltpilze. Diese winzigen, vom bloßen Auge nie sichtbaren Lebewesen sind in der Natur von größter Bedeutung. Sie verursachen die Fäulnis und die Gärung der Stoffe, im menschlichen Körper richten einzelne Arten furchtbares Verderben an. Die schrecklichsten Krankheiten, von denen die Menschen wissen, gehen auf winzige Bakterien zurück: Pest, Cholera, Typhus, Tuberkulose, Diphtherie, Grippe u. a. In den Haustieren verursachen sie Rotlauf, Milzbrand und offenbar auch die Maul- und Klauenseuche. Die gefährlichen Bakterien bilden im menschlichen Körper die gefährlichsten Gifte, welche unter Umständen schnell den Tod herbeiführen. Schon 0,23 Milligramm Gift des Starrkrampfbazillus (Bazillen = stäbchenförmige Bakterien) töten einen starken Menschen unter Krämpfen. Ein gr. könnte 20 000 000 Mäuse töten.

Mit solchen furchtbaren Feinden nehmen die weißen Wanderzellen mutig und entschlossen den Kampf auf. Im allgemeinen ist die lebende, gesunde Haut eines gesunden Körpers ein starker Schutz gegen die Bakterien, die unsere Atmungsluft erfüllen, an den Gegenständen haften und uns eigentlich auf Schritt und Tritt auflauern. Gelingt es aber den winzigen Feinden, in den Zellstaat einzudringen, so ist Gefahr vorhanden. Der gesunde Körper wehrt sich, es kommt zum Kampfe. Ein Schüler ist auf einen schmutzigen Nagel getreten oder eine Schülerin hat sich mit einer unsauberen Nadel in den Finger gestochen. Eine kleine Wunde, welche in wenigen Stunden wieder verwachsen sein könnte, und doch unter Umständen von größter Bedeutung! An der Nadel, am Nagel hafteten gefährliche Bakterien, welche im Zellgewebe des Fingers oder Fußes gerade das vorfinden, was sie zum Leben und zu riesiger Vermehrung nötig haben: Wärme, Feuchtigkeit, Nahrung. Indem sie sich fortwährend spalten (Spaltpilze), könnten sie sich unter günstigen Bedingungen ins Unheimliche vermehren und den Körper schnell zu Grunde richten, würde nicht das den Bakterien



feindliche Blutwasser die Bakteriengifte verdünnen, und kämen nicht die weißen Blutzellen, die eigentlichen Schutztruppen des Körpers, auf den Kriegsschauplatz geeilt. Die Stelle der Verletzung schwillt äußerlich vom angesammelten Blutwasser an, sie rötet sich, wird heiß. Die Bakteriengifte verursachen die ersten Schmerzen. Die Entzündung ist da. Die herbeiströmenden und kriechenden Wanderzellen umgeben zu Tausenden und Tausenden die Bakterien in einem schützenden Walle, der die gefährlichen Feinde am Vorwärtsdringen hindern soll. Aber die mutigen weißen Truppen gehen nun auch zur Offensive über! Sie machen sich über die Spaltpilze her, verdauen sie, fressen sie auf, müssen aber dabei selbst das Leben lassen. Ein böser Kampf! Die Spaltpilze vermehren sich fortwährend und geben ihre furchtbaren Gifte ab, aber auch die Wanderzellen rücken immer in neuen Scharen heran. Was der Körper an weißen Blutzellen enthält und geben kann, muß heran, in den Kampf. Knochenmark und Milz bilden unzählbare Scharen. Der Körper siegt. Wohl haben sich die Bakterien stark vermehrt, es gelang ihnen aber nicht, den schützenden Wall der Blutzellen zu durchbrechen. Diese verflüssigen, verdauen nun das von den giftigen Spaltpilzen besetzte Zellgewebe; der Krankheitsherd, das Kranke, Vergiftete wird vom Gesunden abgeschlossen, abgekapselt. Die Höhle im Zellstaat, der Kampfplatz, wird zu Eiter: Millionen toter, gefallener weißer Blutzellen, tote und lebende Bakterien, verdautes, verflüssigtes Zellgewebe. Die Eiterhöhle buckelt sich nach außen auf. Die Haut wird durchbrochen und der Eiter samt den Bakterien wird ausgestoßen. Die leere Höhle füllt sich schnell mit neuen Zellen, wobei den weißen Blutzellen wieder eine besondere Arbeit zukommt: Sie säubern die Wunde von Zellresten und Fetzen. Nach Wochen erinnert nur noch eine kleine, weiße Narbe an den Kampf, der hier im Zellstaate getobt hat. (Schluß folgt.)

Schätze vom Meeresgrunde

Von Aug. Knobel.

Das Meer ist das Füllhorn des Lebens. Sein Reichtum an pflanzlichem und tierischem Leben lenkt die Wissenschaft wie die Erwerbssucht immer wieder auf die blauen Fluten und an die Gestade. Auf das Meer als die Geburtsstätte des Lebens weist in lichtvoller Erkenntnis die Wissenschaft hin, die, nach des Lebens Ursprung spähend, die verschlungenen Pfade der organischen Entwicklungsreihen durchwandert.

Eine ganz besondere Rolle aber, und zwar eine ungemein wichtige, spielt das Meer im Haushalte des Menschen. Milliarden von Lebewesen sind ausschließlich auf die Erzeugnisse des Meeres angewiesen, und Millionen von Menschen hängen in ihren Lebensbedingungen fast gänzlich von ihm ab.

Selbst die blatt- und blütenlosen Aschenbrödel unter den Pflanzen, die auf einer so niedrigen Stufe pflanzlicher Entwicklung stehenden Algen, sind für den Menschen von Wert. Sie sind ausnahmslos mit einem gallertartigen Stoff überzogen, der häufig in eine Zuckerart, den Mannazukker oder Mannit, übergeht und in dieser Form die Algen, besonders für die ärmeren Küstenbewohner minder gesegneter Länder, zu einem vielbegehrten Nahrungsmittel macht. Das Dulse der Schotten, das Dillisk der Iren, sind nichts anderes als getrocknete Algen, ebenso das Carragen oder Isländische Moos, das auch in der Heilkunde angesehen ist und bei Kindern, Brustkranken und Rekonvaleszenten vielfach zur Anwendung gelangt.

Besonders aber hat zu denselben Zwecken in neuerer Zeit der sogenannte Mehltang sich einen großen Ruf erworben; sehr geschätzt ist im südlichen und südöstlichen Asien als Nahrungsmittel eine Alge, der Agal-Agal, und an den felsigen Küsten Westeuropas sammelt man in großen Mengen die Porphyra, kocht sie zu einer dunkelbraunen, halbflüssigen Masse ein und bringt sie als eine beliebte und äußerst schmackhafte Sauce in den Handel.

Eine noch weit größere Ausbeute an Nahrungsmitteln liefert natürlich die Tierwelt des Meeres. Von den zahlreichen Seefischen, die täglich auch bei uns auf den Markt kommen, soll hier nicht die Rede sein. Ebenso wenig von der Auster, der Miesmuschel, dem Hummer, Schildkröte und anderen in der Welt der Feinschmecker beliebten Seetieren. Wohl aber von den untergeordneten Lebewesen, an denen der Kulturmensch noch achtlos vorübergeht, die er aber vielleicht einmal als Delikatesse schätzen wird, wenn er ihren Wert erst erprobt hat. Da ist zunächst die Tealia, ein Pflanzentier aus der Familie der Seeanemonen, das früher auf dem Markte von Bordeaux hoch im Preise stand und, in Meerwasser gekocht, vom Abbé Dicquemare als wertvoller Tafelgenuß empfohlen wurde. Da ist ferner der Seeigel aus der Familie der Stachelhäuter, der an vielen Küsten wie die Auster roh gegessen wird. Schon bei den alten Römern galt er als beliebte Speise, und in der Provence, in Neapel, Korsika und Algier kommt er heute noch häufig auf die Tafel. Höher noch im Ansehen stehen die Seewalzen, wegen der

Aehnlichkeit in der Form auch Meergurken genannt. So abstoßend sie ihrer wurmförmigen Gestalt wegen auch wirken, sind sie an den Küsten des Mittelmeeres und auf den Marianen doch begehrte Leckerbissen, und den Trepang, eine Seewalze, die in den malaiischen Gewässern heimisch ist, wiegen die Chinesen fast mit Gold auf, nicht nur wegen seines vorzüglichen Geschmackes, sondern auch, weil sie ihn als ein hervorragendes Stärkungsmittel für eine geschwächte Gesundheit halten. Tausende von Booten dienen lediglich dem Trepangfange, für dessen Rentabilität die Tatsache spricht, daß der englische Kapitän Eagleston, der die Fischerei für eigene Rechnung betrieb, innerhalb eines halben Jahres bei einer Auslage von etwa 12,000 Mark eine Ladung zusammen brachte, die er auf dem Markte in Kanton für mehr als 100,000 Mark absetzte.

Am meisten verbreitet sind als Nahrungsmittel aus dem Meere zweifelsohne die Muscheltiere. An die Auster, die sich durch ihren Wohlgeschmack ja schon längst den Erdkreis erobert hat, reichen ihre Verwandten allerdings nicht heran. Aber der Triester verzehrt sein Canestrelo, der Venezianer sein Capo santo — beides Tiere aus dem Geschlechte der Mammuscheln, mit nicht geringerem Behagen, wie der Engländer und der Deutsche die Native oder die holsteinische Auster, und ebenso läßt sich der Neapolitaner seine Cozza pelosa, eine Verwandte unserer Miesmuschel, wohlschmecken. Auch der Pevarone, eine Meerdattel, die sich ausschließlich im Mittelmeer findet, ist seines pikanten, pfefferhaltigen Geschmackes wegen bei den Italienern sehr beliebt. An der Südküste von Frankreich und auf der pyrenäischen Halbinsel macht ihm der Eselsfuß, die Lazarusklapper und die Feilenmuschel den Rang streitig, und an der Westküste von Südamerika ist die Taschenmuschel das Hauptnahrungsmittel des Volkes.

In New York liefert die Venusmuschel, deren Schalen die nordamerikanischen Indianer zur Herstellung ihrer Wampumgürtel benützen, das sehr beliebte Gericht: Clamchowder. Auch die Jakobsmuschel, die ihren Namen von St. Jago di Compostella erhalten hat, wohin sie von Wallfahrern gebracht wurde, ist an den Küsten des Mittelmeeres ein beliebtes Nahrungsmittel. Ebenso die Herzmuschel und die Messerscheide, die selbst der Engländer nicht verschmäht.

Nicht minder geschätzt als die Muscheltiere sind die Arthropoden oder Gliederfüßler, deren erster Repräsentant der Hummer ist. In England und in Spanien erfreut sich die Tubicinella, die etwa 6 Centimeter lang wird, großer Beliebtheit, und in China gilt die Seetulpe, eine Verwandte der Tubicinella aus der Familie der Balaniden oder Meereicheln, als Leckerbissen. Der Heuschreckenkrebs, ein 15 bis 18 Centimeter großer Maulfüßler, der seinen Namen von der Aehnlichkeit mit der Fangheuschrecke erhalten hat und im Mittelmeer heimisch ist, eignet sich besonders dazu, auch einen verwöhnten Gaumen zu befriedigen.

Sehr beliebt bei allen europäischen Küstenvölkern ist die Maja, welche zwar sehr mager ist. Ihr Fleisch ist aber so zart und wohlschmeckend, daß ihr Fang guten Lohn verspricht.

Eines großen kulinarischen Interesses erfreuen sich ferner die Strandkrabbe in den europäischen Meeren, die Landkrabbe, eine sieben Centimeter lange Tropenbewohnerin, die in Erdlöchern haust und nur zur Zeit der Fortpflanzung das Meer aufsucht, ferner der Einsiedlerkrebs, jenes merkwürdige Tier, das seinen weichen Hinterleib in einem leeren Schneckengehäuse birgt, wohl aber nicht als Nahrung dient. Dagegen kriecht ein winziger Krebs, die Nereide, in das Haus des Einsiedlers hinein, welcher besonders von den Schiffern von Weymouth geschätzt ist. So muß mancher Einsiedlerkrebs seine Behausung verlassen, um der Nereide habhaft zu werden. Wie so oft, muß auch hier der Unschuldige mit leiden.

Aber nicht nur für die Ernährung des Menschen ist das Meer von außerordentlicher Bedeutung, auch in der Industrie und in der Technik spielen die Lebewesen, die seine salzigen Fluten bevölkern, vielfach eine bemerkenswerte Rolle. Daß es in seinen Tiefen die kostbare Perle und den wertvollen Bernstein birgt, deren Gewinnung und Verarbeitung zahlreichen Menschen lohnende Beschäftigung sichert, ist bekannt, ebenso, daß das Fett der Walfische einen lebhaften Handelsartikel bildet, daß seine Barten das elastische Fischbein liefern, daß die Hauer des Walroßes ein hervorragendes Mittel als Ersatz für Elfenbein bilden, daß das Fell der Seeotter als Pelzwerk in hohem Ansehen steht. Daß aber auch das Seegras in der Industrie Verwendung findet, daß es sowohl als Verpack- und Ausstopfmaterial wie auch als Düngemittel dient, daß man auch Soda daraus gewinnt, davon weiß kaum jemand etwas. Und ebenso unbekannt ist, daß die Industrie sich auch die andere Pflanzengruppe des Meeres, die Algen, die wir bereits oben als Nahrungsmittel behandelten, dienstbar gemacht hat. An der West- und Nordwestküste von Frankreich, auf allen britischen Inseln und besonders in Irland werden sie zum Düngen der Felder verwendet. In Schottland macht man aus den frischen Stengeln einer Alge Messerstiele, und von den Holländern werden die langen, dünnen Stengel anderer Algen zu Angelschnüren verwendet. Vielfach verwandelt man die Algen auch in Kohle, um sie ebenso, wie die viel weniger wirksame Holzkohle, zum Filtrieren, zum Polieren des weißen Glases, zum Ent-

färben und Entsäuren des Weines und zu anderen Zwecken zu benützen. Der Agal-Agal dient den Chinesen nicht nur als Nahrungsmittel, sondern wird von ihnen auch in warmem Wasser zu einer klebrigen Masse aufgelöst, die wie Leim erkaltend fest und erwärmt wieder flüssig wird. Sie wird wie Leim oder Gummi angewendet, besonders aber zum Firnissen des Papiers der Laternen und zur Schlichte bei Gazen und Seidenstoffen gebraucht.

Von den tierischen Bewohnern des Meeres sind als nutzbar für gewerbliche Zwecke in erster Linie die Schlauchtiere zu nennen, jene merkwürdigen Wesen, bei denen vielfach selbst die Wissenschaft lange Zeit im Zweifel war, ob sie den Pflanzen oder den Tieren zuzurechnen wären. Die Spongien oder Schwämme haben durch das eigentümliche Gewebe ihres Hornskelettes, dessen Fäden aus einem der Seide nahe verwandten chemischen Stoffe gebildet sind, weite Verbreitung zu Badezwecken gefunden, und auf den meisten Inseln des griechischen Archipels, aber auch an der dalmatischen Küste, bei Tunis, Algier und auf den Antillen gibt es bedeutende Schwammfischereien, die Tausende von Eingeborenen beschäftigen. Am meisten geschätzt ist der sog. Levantinerschwamm von der kleinasiatischen Küste.

Weit höher als die Schwämme werden die Korallen, insbesondere die Edelkoralle des Mittelmeeres, bewertet. Seit Jahrtausenden holen die Korallenfischer, noch jetzt die gleichen Netze, Haken und Harken gebrauchend wie zu des Plinius Zeit, aus den dunklen Tiefen die Korallen ans Tageslicht, und wenn sie auch heute bei uns nicht mehr als modern gelten und deshalb im Preise gesunken sind, so werden sie in anderen Ländern, in Persien, China, Japan usw., dem Golde gleich geschätzt. Besonders selten und kostbar sind die rein rosafarbenen Korallen. Auf der ersten Pariser Weltausstellung bewunderte man allgemein ein Schachspiel aus solchen Korallen, Sarazenen und Kreuzfahrer darstellend, das einen Wert von 10,000 Franken hatte.

Auch die Weichtiere dienen vielfach zu gewerblichen Zwecken. Den ersten Platz unter ihnen nimmt die Perlmuschel ein, deren kostbarer Inhalt zuweilen einen nahezu fabelhaften Wert erreicht. Kein Wunder, daß die Perlenfischerei, die mit besonderem Erfolge im Persischen Meerbusen, an der Küste von Ceylon und an der Nordwestküste Australiens betrieben wird, eine hervorragende Stelle im wirtschaftlichen Leben der Völker einnimmt.

Das Gehäuse der roten Flügelschnecke wird zur Anfertigung unechter Kameen benützt, und auf den Hebriden wird das Gehäuse einer Spindelschnecke als Lampe verwendet. Aus dem Byssus der edlen Steckmuschel, die im Meerbusen von Tarent heimisch ist, macht man verschiedene Gewebe, die besonders zur Herstellung von Handschuhen und Geldtäschchen dienen. Die Handschuhe aus diesem Muschelgespinst wurden ehedem vom Könige von Neapel als Neujahrsgeschenke an die Mächtigen der Erde verteilt. Früher sollen selbst die römischen Kaiser Mäntel aus diesem goldgrün glänzenden Stoff getragen haben. Auch die Kaiserin Marie Luise von Frankreich hatte einen Schal davon, der 4000 Franken kostete.

Die Schalen der Kammuschel sind häufig als Tellerchen für Ragouts im Gebrauch, die der Herzmuschel werden zum Kalkbrennen verwendet; die der Haliotis sind mit einer Perlmutterschicht bedeckt nud werden von den Chinesen zum Auslegen der Verzierungen auf ihren mit schwarzem Lack überzogenen Kästchen benützt. Die Gehäuse vieler anderer Muscheln und Schnecken finden in der Industrie als Aschbecher, Schmuckschalen, Blumenvasen und ähnliche Luxusartikel Verwendung, wozu sie ihre Farbenpracht oder ihre merkwürdige Form als besonders geeignet erscheinen läßt.

Die Purpurschnecke jedoch, die den Alten das Färbemittel für ihre purpurnen Gewänder lieferte, hat ihren Wert verloren, seit das Anilin der Industrie fast jede denkbare Farbennüance in größter Pracht darbietet. Dagegen wird der Tintenfisch, eine Seeschnecke aus der Familie der Belemniten, als Träger der in der Malerei vielbenützten Sepia auch heute noch in Anspruch genommen. Die Schale der Schildkröte, des einzigen Reptils, das, von einigen kleineren Schlangen abgesehen, im Meere haust, gilt als ein recht bedeutender Handelsartikel. England allein führt an Schildpatt jährlich für 40,000 Pfund ein.

Auch einige Fische, wie z. B. der Silberfisch und der Weißfisch, stehen unmittelbar im Dienste des Gewerbes. Im wesentlichen kommen aber die Fische als Nahrungsmittel in Betracht. Hier aber in einem Umfange, der nahezu unbegrenzt ist und die gewerbliche Bedeutung des Meeres tief in den Schatten stellt.

Literatur

Just, Günther: Die Vererbung. (Jedermanns Bücherei, Abteilung Naturwissenschaft.) 8°. (132 S.) Mit 48 Abb. Breslau 1927, F. Hirt. Preis geb. Mk. 3.50.

Der biologischen Wissenschaft des 20. Jahrhunderts hat die experimentelle Vererbungslehre ihren Stempel besonders nachdrücklich aufgeprägt. Sie bildet heute ein wichtiges Gebiet der zoologisch-botanischen Studien. Ihre Ergebnisse sind aber von so fundamentaler Wich-

tigkeit, daß sie weit über die Grenzen der eigentlichen Naturwissenschaft hinaus Bedeutung erlangt haben, nicht zum wenigsten für den Menschen in seinem leiblichen und geistigen Dasein. Seitdem wir wissen, daß seine morphologischen Eigenschaften, ja sogar seine geistigen Anlagen bestimmten Vererbungsgesetzen gehorchen, muß die Vererbungslehre jeden Gebildeten fesseln. Eine gut geschriebene Einführung in dieses wichtige und reizvolle Gebiet, auch für einen naturwissenschaftlich nicht speziell vorgebildeten Leserkreis, bietet das im Titel genannte Büchlein. An eine kurze historische Einleitung reiht sich die Darlegung der von dem Augustiner Chorherrn Johann Gregor Mendel s. Z. zuerst erkannten Grundgesetze der Vererbung. In einem nächsten Kapitel wird der Geltungsbereich der Vererbungsgesetze behandelt. Der folgende Abschnitt legt die Gültigkeit der Vererbungsgesetze beim Menschen dar und gibt dazu eine Reihe vorzüglicher Beispiele. In einem weitern Abschnitte wird das Verhältnis von Umwelt und Erblichkeit auseinandergesetzt. Daran schließt sich die Besprechung der Rolle der Keimzellen bei der Vererbung. Mit noch komplizierteren Verhältnissen werden wir bei der Besprechung der unabhängigen und gekoppelten Erbanlagen, des Anlageaustausches und der Topographie der Erbanlagen bekannt gemacht. Daß auch das Geschlecht nach mendelschen Gesetzen vererbt wird, eine Tatsache, die natürlich auch für den Menschen gilt, vernehmen wir im nächsten Abschnitt, dem sich noch zwei weitere von größtem Interesse, über die Entstehung neuer Erbanlagen und die Vererbung und Auslese in der menschlichen Gesellschaft, anreihen.

Die Darstellung ist sehr lesbar, sachlich und zurückhaltend. So z. B. sieht Just in der Mutation eine Hauptursache für die Entstehung neuer Arten. Aber bescheiden, und sicher der Wahrheit gemäß, wird beigefügt: „Ueber Denkmöglichkeiten sind wir in Hinsicht auf die Artbildungsprobleme auch heute noch nur wenig hinausgekommen." Die Vererbungserscheinungen, die beim Menschen sich abspielen, sind besonders einläßlich behandelt, soweit das im Rahmen einer so wenig umfangreichen Abhandlung möglich ist. Die Abbildungen sind geschickt ausgewählt, die zahlreichen schematischen Darstellungen des Vererbungsganges unterstützen das Verständnis des Textes wesentlich. Als erste Wegleitung in das heute selbst dem Fachmann unübersehbar gewordene weite Gebiet der Vererbungslehre darf das Büchlein nachdrücklich empfohlen werden.

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

Thienemann, August: Das Leben im Süßwasser. (Jedermanns Bücherei, Naturwissenschaftliche Abteilung.) 8° (108 S.) Mit 35 Abb. F. Hirt, Breslau 1926. Preis Mk. 3.50.

Die Limnologie, wie die Wissenschaft von den Binnengewässern auch heißt, hat seit etwa 1900 einen erstaunlichen Aufschwung genommen und ist längst über das systematische Stadium, wo es vor allem galt, die Arten festzustellen und zu beschreiben, hinaus und beschäftigt sich heute mit zahlreichen, grundlegenden biologischen Problemen. Ein knapper, aber vorzüglicher Wegweiser zu diesen biologischen Fragen ist das vorliegende Bändchen, das A. Thienemann, einen der hervorragendsten Süßwasserbiologen zum Verfasser hat. — Er beginnt mit der Schilderung des Bergbachs und seiner Lebewelt, macht uns mit einigen Hauptvertretern der reophilen Fauna bekannt, deren Bau und Anpassungen an ihre Lebensverhältnisse dargelegt werden. Dann wird die Verbreitung dreier Bachstrudelwürmer (Planarien) mit ihren Lebensansprüchen besprochen und vom tiergeographischen Standpunkte aus erläutert. Das zweite Kapitel entwirft ein anschauliches Bild vom Süßwassersee mit seinen verschiedenen Lebensstätten (Biotopen) und deren Bewohnern. Im Zusammenhang mit der Schwebewelt, dem Plankton, wird auf das Schweben selbst näher eingegangen und auf die Wandlung der Ansichten darüber. Die Fortsätze der pelagischen Cladoceren (kleinster Süßwasserkrebschen) betrachtete man früher als Schwebevorrichtungen, um den Formwiderstand zu vergrößern (Schwebetheorien von Wesenberg-Lund und Wolfgang Ostwald). Aus den 1913 erschienenen Untersuchungen von R. Woltereck geht jedoch hervor, daß diese Körperfortsätze mit dem Schweben nichts zu tun haben, sondern der wichtigen Aufgabe dienen, die Schwimmrichtung zu regulieren, demnach Richtungsorgane sind. Am Beispiel von Bosmina wird das genauer nachgewiesen. Dieser gänzliche Umschwung in der Deutung der Fortsätze mancher Planktonten, deren Aufgabe man sicher zu kennen glaubte, bestätigt wieder einmal den alten Ausspruch Lichtenbergs, daß gerade die Dinge, die man allgemein für ausgemacht und sicher halte, oft am meisten einer Prüfung bedürfen. Sehr schön ist der anschließende Abschnitt, in dem im Zusammenhange mit drei Organismen: der Zuckermücke (Chironomus), dem Laachersee-Felchen (Coregonus fera Sancti Benedicti) und dem Krebschen Mysis gezeigt wird, wie ein wissenschaftliches Problem angefaßt wird und auf welchen merkwürdigen Wegen der Forscher oft seine Resultate gewinnt. Der Hauptsache nach sind es wiederum tiergeographische Probleme der Süßwasserseen, die vor uns aufgerollt werden. Mit der Lebewelt und Umwelt in Wechselwirkung und als Einheit beschäftigt sich der nächste Abschnitt und macht uns zur Einleitung mit dem Stoffkreislauf im See, mit seinen Lebenseinheiten und deren Produzenten, Konsumenten und Reduzenten in großen Zügen bekannt, schildert sodann die Umgestaltung des Lebensraumes durch die Lebewelt und reiht daran eine Schilderung der biologischen Seentypen, deren drei unterschieden werden: der oligotrophe, der eutrophe und der dystrophe. In der biologischen Wasseranalyse gibt der Verfasser ein Kapitel aus der angewandten Limnologie, entwickelt ihre Grundlagen und legt ihre Bedeutung und ihren Wert gegenüber der chemischen Wasseranalyse dar. Zum Schlusse weist Thienemann hin auf die Wichtigkeit der Hydrobiologie für die wirtschaftliche Ausnützung der Gewässer und die Beurteilung ihres Reinheitsgrades, mit andern Worten, es wird die Bedeutung der stark aufblühenden Fischereibiologie und Abwasserbiologie hervorgehoben. Literaturangaben und ein Namen- und Sachregister vervollständigen das treffliche, auch mit guten Abbildungen ausgestattete Büchlein. Ich wüßte für die erste Orientierung in der Hydrobiologie keinen besseren Führer, aber auch dem mit diesem Gebiete schon einigermaßen Vertrauten, wird es von Nutzen sein.

P. Emmanuel Scherer O. S. B.

15. Jahrgang. Nr. 6 29. August 1929

Mittelschule

Beilage zur „Schweizer-Schule“

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

Inhalt: Beobachtungen mit dem Terragraphen — Die Wunder des Blutes — Etwas von Chinin und der Chinarinde — Literatur.

Beobachtungen mit dem Terragraphen

Von J. Bußmann, Hitzkirch.

Es wird den werten Lesern der „Mittelschule“ noch bekannt sein, daß ich seinerzeit meine Beobachtungen über Vogelfütterungen veröffentlichte. Seither machte ich weitere Studien mit dem Terragraphen, und es interessierte mich vor allem die Ruhe am Nest einiger brütender Vögel. Und dieses Studium, das mehr Zeit und Vorsicht als das Feststellen der Fütterungen beanspruchte, gab recht überraschende Bilder, manche Lösung zu scheinbaren Rätseln. Es erforderte aber auch die Schaffung manch kniffigen Kontaktapparates.

Einen ersten Versuch machte ich am Starenkasten vom 30. April auf den 1. Mai. Das mit diesem Tage voll gewordene Gelege bestund aus 6 Eiern. Das erste Terragram verzeigte 24 Registrationen. Ordentlich Leben an einem Brutort. Persönlich angestellte Beobachtungen lehrten mich, daß es weniger die Stärin war, die diese Aufzeichnungen verursachte, es war vielmehr der Star, der oft des Tages an den Kasten flog, um sich zu überzeugen, wie es der brütenden Alten gehe, hin und wieder auch zu ihr in den Kasten schlüpfte. Das Weibchen verließ den Kasten immerhin recht oft. Das Terragramm vom 1./2. Mai besteht bloß noch aus 17 Registrationen, die schon mehr das Bild eines periodischen Verlassens und Betretens des Kastens geben. Von 5 Uhr 50 bis 6.20 Uhr wird nicht gebrütet. Bis 8.20 erfolgen 6 Aufzeichnungen. Nach 9.36, 10.25, 12.35 und 15.50 erfolgen je 2—3 Registrationen, und dann herrscht Ruhe. Ob diese zusammenhängt mit einem heftigen Gewitter, das von 16 Uhr bis 19 Uhr andauerte? Das Terragramm vom 2./3. Mai notierte ein Verlassen des Kastens um 5.50 und 5.55. Um 9.20 eine Registration, und von 10—10.5 wimmelts von Aufzeichnungen, um damit auch aufzuhören. Da ich der Apparatur nicht traute, wurde nachkontrolliert. Und siehe da! — Bei den erkalteten Stareneiern lag ein totes Hausrotschwanzweibchen, den Kopf eingeschlagen. Ein Arbeiter will des Tags zuvor, während des Gewitters einen Vogel bemerkt haben, der in seine Werkstatt flog, dann durch ein offenes Fenster entwich und schnurrstracks in den Starenkasten flüchtete. Aber die Schädelfraktur? Kampf oder? — Darüber schweigt der Apparat.

Weit schwieriger waren Beobachtungen am Horst eines Mäusebussards, den ich am 15. Mai entdeckte, und in dem ich 2 Eier vorfand. Vorerst mußte der Horst studiert werden, um passende Kontakte konstruieren zu können. Der Horst maß in die Länge 90 und in die Breite zirka 50 cm. Er bestund aus zwei Teilen, der eigentlichen, nicht tiefen Nestmulde und einer Art Brücke zum Ausflug, die aber auch als Schlachtplatz und Vorratskammer zu dienen schien. Der Horst hatte als Unterlage bis 2 cm, dicke Aeste. Der Oberbau und die eigentliche Nestpartie bestunden aus Tannreisig, der zum Teil ganz frisch war.

Da der Abflug und das Betreten des Nestes immer über die Brücke stattfand, so mußte bloß ein Kontakt auf derselben angebracht werden. Am 16. Mai, abends 5 Uhr, wurde die ungefähr 40 cm lange Kontaktapparatur unter großen Schwierigkeiten auf der Nestbrücke montiert. Das eine Ei war aufgepickt, und aus der kleinen Oeffnung guckte ein weißer, an der Schnabelspitze mit einem

schwarzen Dreieck versehener, sanft gebogener Schnabel. Aus dem Eiinnern ertönte leises Piepen. Leider konnte der Kontakt nicht soweit von der Nestmulde weg angebracht werden, daß er nicht vom brütenden Weibchen mit der Schwanzspitze hätte berührt werden können. Und so zeigt das erste Terragramm eine Menge Registrationen, aus denen immerhin entnommen werden kann, daß am Nest, besonders zur Nachtzeit, Ruhe und Bewegung periodisch abwechseln. So alle Stunden muß sich der brütende Vogel im Nest irgendwie bewegt haben. Durch eigene Beobachtung stellte ich fest, daß nach dem Betreten des Nestes durch das Bussardweibchen zuerst über die Eier leicht gekauert wurde. Nach und nach duckte sich der Vogel immer tiefer, sich dabei so drehend, daß der Kopf Richtung Brücke schaute. Auch so konnte der Kontakt berührt werden. Einmal ganz niedergedrückt, wurden die Flügel leicht ausgebreitet. Vom brütenden Vogel war so auf dem Nest fast nichts zu bemerken.

Bei meinen Arbeiten und Studien am Bußardhorst lernte ich diesen Vogel als sehr scheu und feige kennen. Schon beim ersten Anblick eines Menschen strich der Bussard über die Brücke ab und ließ sich so lange nicht mehr sehen, bis er überzeugt war, daß die bösen Menschen aus seinem Revier verschwunden waren. So lange ich am Horst arbeitete, ließ sich kein Vogel sehen noch hören. Einmal nur näherte sich das Weibchen seinem Neste auf zirka 5 Meter. Doch meiner ansichtig, suchte es unter starkem Flügelklatschen das Weite. Am 17. Mai, abends 5 Uhr, bei der Nachkontrolle bemerkte ich ein viel stärkeres Piepen. Nun machte ich mich mit meiner Kammera an die Arbeit. Mit einem Feuerwehrgurt an einer nebenanstehenden Tanne befestigt, gelang es mir, das eben aus der Schale geschlüpfte Junge auf die Platte zu bringen. Der Jungvogel war nicht nackt, sondern mit einem etwas ins Rötliche gehenden Daunenkleid bedeckt. Das zweite Ei war verschwunden. Es muß sich um ein abgestandenes gehandelt haben. Fast interessanter als der junge Bussard war der Lebensmittelvorrat, der auf der Brücke herumlag: 7 geköpfte kleinere und größere Feldmäuse und die leiblichen Ueberreste einer Amsel. Von dieser Fleischreserve zehrte offenbar das Weibchen, das, nach persönlichen Feststellungen, während des folgenden Tages (es war ein Donnerstag) das Nest fast nie verließ, sondern das Junge erwärmte.

Am 20. Mai passierte nun etwas ganz Außerordentliches. Von 5—9 Uhr morgens verzeigt das Terragramm eine Menge Registrationen, um dann plötzlich ganz aufzuhören. Bei der Apparatkontrolle abends 5 Uhr wollte ich mich über diese Störungen am Horst aufklären und kletterte auf die ziemlich hohe Tanne. Der Horst war leer. — Nun habe ich mich 1928 schon überzeugt, daß Schleiereulen, die in einem verlassenen Taubenschlag brüteten, einer einzigen Störung wegen ihre Jungen forttrugen. Es liegt nun hier die Vermutung nahe, daß die Bussarde ihren Sprößling in Sicherheit brachten, ähnlich wie es die Katzen mit ihren Jungen machen. Und Nachrichten von Waldarbeitern bestätigten diese Vermutung.

Weitere Versuche wurden auch an der Nisthöhle des Feldsperlings angestellt. Am 10. Mai fand ich in einem Meisenkasten ein Gelege von 4 Eiern in einem molligen Neste. Der brütende Vogel ließ sich in seiner Arbeit nicht stören und ruhig von den Eiern heben. Auch nach dem Verlassen des Platzes blieb die Spätzin ruhig hocken. Ein erstes Terragramm, abgelesen am 11. Mai, verzeigt 49 Registrationen, das des folgenden Tages 59. Mit einem Teleskop machte ich mich daher an die Arbeit, die Ursache dieser vielen Aufzeichnungen festzustellen, glaubte ich doch, daß an einem Brutort bei 5 Eiern mehr Ruhe herrschen dürfte. Der Kontakt war so vor dem Schlupfloch des Nistkastens angebracht, daß nur beim Verlassen und beim Begehen der Nisthöhle registriert wurde, hatte ich doch mit dem Fernrohr beobachtet, daß der brütende Spatz sehr oft nur unter den Höhleneingang kam, um irgendwie Ausschau zu halten. Ein stundenlanges und wiederholtes Beobachten führte mich dann zu recht interessanten Ergebnissen. Recht oft wurde die Nisthöhle verlassen, um Futter zu suchen oder auch um zu koten. Hin und wieder wurde auch eine Minute mit dem Brüten ausgesetzt, um die Reinigung des Gefieders zu besorgen, was gewöhnlich auf einem dem Nistkasten gegenüberstehenden Ast durchgeführt wurde. Es schien mir überhaupt, daß diese armen Feldspatzen ordentlich unter Milben zu leiden hatten. Den meisten Grund zum Verlassen der Eier gab aber das Männchen, das alleweil vor dem Brutort erschien und lockte und piepte, tänzelte und wedelte, bis die Spätzin es nicht mehr übers Herz bringen konnte und zum liebeschmachtenden Spatz sich begab, häufig auch mit ihm einen Flug in die Umgebung machte. Dem vielen Betreten nach war offenbar das Gelege noch nicht voll. Am 12. Mai war das Gelege mit 6 Eiern vollständig. Aber auch jetzt noch wurde bis zu 25 mal während des Tages am Kasten gewechselt, denn das Weibchen brütet nun nicht mehr allein.

Am 24. Mai, also genau nach 12 Tagen, schlüpften die Jungen aus den Eiern. Das erste Fütterungsterragramm verzeigt schon über 250 Fütterungen. Das zweite Blatt notierte über 300. Die Nahrung der Jungen besteht aus lauter Insekten, im Anfang aus kleinen Räupchen. Die Nah-

rung wird von den Alten im Schnabel gebracht, wobei die Jungen in den ersten 14 Tagen stark „schilken", was sie später ganz ablegen. Sind die Jungspatzen flügge, so werden sie von den Alten auf die Weide geführt. Nach 10—12 Tagen beginnt das Weibchen mit der zweiten Brut. Diese bestund in 5 Eiern, wovon 4 unbefruchtet. Nach der letzten Hecke vereinigen sich die Feldsperlinge einer Gegend zu sogenannten sozialen Herden, zum Zweck gemeinsamer Futtersuche und Verteidigung. Und wem wären nicht die zu mehreren Hunderten zählenden Feldspatzenflüge bekannt? Aber trotzdem diese Scharen sehr oft im Getreide, besonders wenn es „in der Milch" ist, großen Schaden stiften, so muß anderseits auch wieder festgestellt werden, daß gerade zur Zeit der Brutpflege die Feldsperlinge sehr nützlich sind. Die Frechheit der Hausspatzen haben sie nicht, nicht einmal im Winter, wenn sie der Hunger aufs Futterbrett zwingt.

Während des ganzen Monats Mai verriet ein Wendehals durch seinen Ruf „gwii-gwii" seine Anwesenheit um unser Schulhaus herum. Es gelang mir auch, ihn am gleichen Meisenkasten, in dem nachher unser Feldsperling brütete, festzustellen und zu beobachten, wie ihm das Schlüpfen durch das enge Schlupfloch große Mühe verursachte, wie er oft mit dem Schnabel die Oeffnung zu vergrößern suchte, wie er mit Beharrlichkeit das vom Feldsperling zusammengetragene Nistmaterial wieder hinausbeförderte. Doch die Höhle muß ihm wegen des Lärms auf dem Spielplatz nicht zugesagt haben.

Am 29. Mai entdeckte ich ihn dann in einem Berlepschen Meisenkasten, nicht weit vom Turnplatz weg. Meine Antrittsvisite wurde nicht gerade gut aufgenommen, doch blieb man immerhin zu Hause. Als ich den Kastendeckel öffnete, streckte sich das auf den Eiern sitzende Weibchen, drehte den Hals langsam wie einen Spiralbohrer, blähte die Kehlfedern und sträubte die Holle. Augenrollen, Körperwiegen, — bereits hat der Vogel mit seinem Schnabel den obern Höhlenrand erreicht, und jetzt wurde ich erschreckt. Der Wendehals führte mit seinem gestreckten Hals und dem Schnabel eine Peitschenbewegung aus, daß der Schnabel kräftig die Wände trifft, und schon hat er sich ganz auf die Eier geduckt, um das gleiche Spiel noch zweidreimal zu wiederholen. Endlich faßte ich den Vogel und legte ihm einen Kontrollring an, was er unter Zischen und Winden und Kopfdrehen sonst ruhig geschehen ließ. Sechs weiße Eier, worunter ein ganz kleines, lagen in frischem, spärlichem Moos. Der Kastendeckel wird geschlossen und der Vogel durchs Schlupfloch zum Brüten geschickt. Er gehorchte. Am 1. Juni bestand das Gelege aus 8 Eiern, und der Terragraph verzeigte eine Menge Registrationen am Morgen, über den Mittag fast keine und von 16—17 Uhr über ein Dutzend. In fast gleichen Zeitabständen folgen vom 2./3. Juni 49 Aufzeichnungen. Am 4. Juni zählt das Gelege 10 Eier, trotzdem das kleinste zerstört im Neste lag. 27 Registrationen über Verlassen und Betreten der Höhle; 29 vom 4./5. und 38 vom 5./6. Juni. Ich machte mich wieder ans persönliche Beobachten mit dem Teleskop und stellte vor allem eine Tatsache fest: Das Weibchen bebrütet die Eier allein. Dabei war mir der „Ring" von großem Vorteil. Das aus dem Nest fliegende Weibchen begab sich gewöhnlich nur für kurze Zeit auf einen benachbarten Baum, wo es kotete oder eine Raupe oder einen Käfer erhaschte. Das Männchen war überhaupt wenig in der Nähe zu sehen. Am 17. Juni waren die Jungen geschlüpft. Bei der Kontrolle streckten sich mir 9 weite, rote Schnäbel entgegen, die fast summenden Jungen türmten sich in der Mitte des Kastens auf und verlangten Futter. Da müssen bei den 150—180 Tagesfütterungen gewaltige Mengen Weichfutter zusammengetragen werden! Wie ich mit dem Rohr beobachtete, wurden da tagelang nur grüne Raupen, dann wieder nur Ameisenpuppen verfüttert. Das Füttern selber dauert nur paar Sekunden, da eben nicht im Nest gewartet wird, bis die Jungen gekotet haben. Deshalb auch das wunderbare Parfum an der Wendehalshöhle. Am 28. Juni machte ich eine weitere Nestkontrolle. Wie da die Jungen sich entwickelt hatten. Viel konnte da zum Flüggesein nicht mehr fehlen. Auch waren die Jungen bereits Meister in ihren Verstellungskünsten. Am 3. Juli in der Morgenfrühe wollte ich nochmals nach meinen Wendehälsen schauen und wenn möglich eine Aufnahme über ihre drolligen Stellungen machen. Aber die Herrschaften waren ausgeflogen. In der Nisthöhle lag noch ein unbefruchtetes Ei. Aber es gelang mir nicht, dasselbe herauszuholen. Ich mußte speiend das Feld räumen, denn auf der Höhlenmulde wimmelte es von Maden und Würmern, und ekelhafte Dünste entstiegen dem Dreckloch. Auf dem Nistbaum aber zeterte wie noch nie eines der Alten, und an einen Ast gedrückt verbarg sich ein junger Wendehals. O ihr Schlangenvögel!

Die Wunder des Blutes

Präparationsskizze von A. Krapf, Sekundarlehrer, Berneck.
(Schluß.)

Aber nicht immer wird der Körper so leicht mit diesen bösen Feinden fertig. Wenn der Körper nicht rasch genug genügend Wanderzellen herbeiführen kann oder wenn der törichte Mensch die entzündete Wunde reibt und drückt, dann gelangen die Bakterien in die Lymphwege, welche neben den Blutwegen den ganzen Körper durchziehen und ins Blut führen. Jetzt wird die Lage ernster, der Kampfplatz weiter, der Sieg des Körpers zweifelhafter. Die Lymphbahnen entzünden sich von der Wunde aus und werden als blau-rote Linien erkennbar. Noch ist aber Aussicht auf Rettung! In den Lymphbahnen sind noch besondere Schutzposten eingeschaltet: Die Lymphknoten. Sie wirken wie Netze und Siebe, welche die Bakterien auffangen und festhalten. Wenn es ihnen gelingt, auch diesen letzten Schutzwall zu durchbrechen, dann ist der Mensch verloren, er stirbt an der Blutvergiftung. Aber der Körper wehrt sich bis zum äußersten. Er bildet fieberhaft immer neue, unzählige weiße Blutzellen, sendet sie auf den Kampfplatz, in die entzündeten Lymphwege. Die Lymphknoten selbst sind mit ihnen angefüllt. Sechs Mal mehr weiße Blutzellen hält der Körper als in Friedenszeiten. Der ganze Körper ist erregt, er fiebert! In der Wunde, in den Lymphwegen, besonders in den entzündeten Lymphknoten tobt der Kampf der weißen Blutzellen gegen die Bakterien. Der Mensch spürt ein schmerzhaftes Pochen und Klopfen, ein Brennen und Bohren. Lange, schlaflose Nächte, Fieber, Schüttelfrost, große Schmerzen, bis der Körper endlich den Sieg erringt oder aber, was Gott sei Dank bei der nötigen Sorgfalt und frühzeitiger ärztlicher Hilfe selten vorkommt, den winzigen, aber gefährlichen Feinden erliegt. (Vgl. Dr. H. Dekker: Vom siegreichen Zellenstaat, Abschnitt „Krieg". Auch aufgenommen im Lesebuch für die st. gallischen Sekundarschulen. 2. Teil.)

4. Der rote Lebenssaft des Menschen enthält neben den Blutzellen noch andere wunderbare Stoffe. Betrachtet man unter dem Mikroskop einen Tropfen Blut, so erkennt man darin die schwimmenden roten und weißen Blutzellen. Aber schon nach Minuten setzt ein wunderbarer Vorgang ein. Zwischen den einzelnen Zellen und Zellhaufen erscheinen, als seien „hier unsichtbare Spinnen am Werk", feine Fäden, welche die festen Teile des Blutes festhalten. Das Blut gerinnt. Nach einigen Stunden ziehen sich die Fäden zusammen. Die festen Teile werden zum Blutkuchen, die flüssigen treten als das gelblich-weiße Blutserum aus. Das Blut gerinnt also unter Ausscheidung eines Faserstoffes, des Fibrins. Die Forschung ist diesem interessanten Vorgang nachgegangen. Die weißen Blutzellen leiten ihn ein. Wenn sie sich nämlich an einer rauhen Stelle verletzen, so geben sie einen Stoff ab, der andere im Blute verborgene Säfte wirksam macht, bis wie durch Zauber das Fasernetz erscheint. (Blut in einem gut eingefetteten Glase gerinnt nicht. Führt man einen glatten Glasstab ein, so läßt die Gerinnung ebenfalls auf sich warten, während sie von einem rauhen Holzstabe aus eingeleitet wird.) Die gesunden Aderwände sind glatt, es wird daran kein Fibrin ausgelöst. Verwundet sich aber der Mensch, so werden Aderwände aufgerissen, zerfetzt, und die Ursache zur Gerinnung des Blutes ist gegeben.

Diese Fähigkeit des Blutes schützt den Körper vor bösem Verluste und wird zur Wohltat. Eine unbedeutende Schnittwunde, eine leichte Verletzung des blutreichen Zahnfleisches könnte uns sonst das Leben kosten. Was nun aber außerhalb der Aderwand das Leben rettet, kann innerhalb der Blutbahn große Gefahr bringen. Gerinnt das Blut an den entzündeten und deshalb rauhen Wänden einer Krampfader, so bildet sich ein Bluttropfen, ein Thrombus. Löst sich ein solcher los, so wird er vom Blutstrom erfaßt und kann in den feinen Gefäßen der Lunge größte Gefahr bringen (Lungenschlag, Lungenentzündung).

Man hat auch schon Menschen gefunden, deren Blut nicht gerinnen kann. Diese „Bluter" können an einer an und für sich unbedeutenden Wunde verbluten. Verbände, Unterbinden, selbst Nähen der Wunde können keine Rettung bringen. Der kostbare Lebenssaft entweicht unaufhaltsam dem Körper.

5. Einzelne Zellgruppen bilden ganz besondere Säfte, welche dem Körper so unentbehrlich sind wie die Schmieröle und Fette der Maschine und vom Blute verteilt werden müssen. So liegt unten zu beiden Seiten des Kehlkopfes die Schilddrüse. Sie liefert keinen uns sichtbaren Saft und hat keinen besonderen Ausführungsgang wie die anderen Drüsen. Eine Zeitlang glaubte man, die Schilddrüse habe keine besondere Bedeutung für das Leben, dafür aber die böse Neigung, sich zu entzünden, zu entarten, sich zu vergrößern (Kropf). Vergrößerte und entartete Schilddrüse kann die eigentümlichsten Erscheinungen hervorrufen: „Ueberlebigkeit", beschleunigten Stoffwechsel, beschleunigten Herzschlag, schnelle, nervöse Be-

wegungen, Unruhe, gesteigerte Wärmeproduktion, hervortretende, glänzende Augen. (Basedowsche Krankheit). Man fing an, vergrößerte Schilddrüsen einfach aus dem Körper zu entfernen und glaubte damit, den Menschen von einem lästigen und dazu noch unnützen Anhange befreit zu haben. Aber schnell machte man eine unerwartete Feststellung. Die von der Schilddrüse „Befreiten" verfielen einem körperlichen und geistigen Siechtume, das beim völligen Stumpfsinne endigte. Ein Chirurg jener Zeit entfernte „einem munteren, normalen Knaben von 10 Jahren" mit dem Kropf die Schilddrüse; „im Alter von 28 Jahren stand er vor ihm als ein zwerghafter Idiot, der seit dem Tage der Operation keine Spur mehr gewachsen und zu keinerlei geistiger und körperlicher Beschäftigung fähig war". Mit solchen Erfahrungen war die Bedeutung der Schilddrüse erkannt. Ihr Saft ist einer der vielen uns noch unbekannten Stoffe, welche der Körper zum Wachstum und zur Arbeit nötig hat. Es ist heute schon gelungen, körperlich und geistig Kranken, deren Schäden auf einen Mangel an Schilddrüsensaft zurückgeht, durch Verabreichung eines Schilddrüsenextraktes oder gar durch Einpflanzung einer gesunden Schilddrüse zu heilen.

Es ist eine bekannte Tatsache, daß sich der starke Raucher und Trinker die Gifte Nikotin und Alkohol in solch starker Dosis zuführen kann, daß ein Nichtraucher oder Abstinent daran sofort den größten Schaden leiden, unter Umständen zu Grunde gehen würde. Der Körper kann sich nach und nach an ein Gift „gewöhnen". Von König Mithridates wird erzählt, er habe sich in seiner Furcht vor Meuchelmord mit allen damals gebräuchlichen Giften so abgestumpft, daß, als er sich mit Gift selbst den Tod geben wollte, das Mittel unwirksam blieb, und einer seiner Anhänger ihn mit dem Schwerte töten mußte. Wir kennen eine Anzahl böser Krankheiten, welche einen Menschen nie ein zweites Mal befallen. Die Krankheitskeime können ihm nach überstandener Krankheit nichts mehr antun. Diese Erscheinung beruht auf den Abwehrstoffen, Gegengiften, Antitoxinen, welche sich der Mensch im Kampfe gegen Krankheitskeime während der Krankheit erwirbt. Sie können vom Körper im Ueberflusse gebildet werden und kreisen oft noch nach vielen Jahren im Blute. Das Blut des ganz jungen Menschen ist noch arm an solchen wertvollen Abwehrstoffen. In den häufig auftretenden Kinderkrankheiten werden solche erworben.

Welchen Gewinn würde es bedeuten, wenn wir dem gesunden und erkrankten Menschen diese Gegengifte als kostbarstes Geschenk übermitteln könnten, ohne daß er sie erst unter den Gefahren einer bösen Krankheit in langem Kampfe erwerben müßte, der doch so oft aussichtslos ist! Der Körper kann oft nicht schnell genug die nötigen Gegengifte bilden. Welche Aussichten! Wieviel Angst und Sorge, wieviel Kummer und Elend, wieviel Schmerzen könnten aus der Welt geschafft werden! Welche Waffen in der Hand des Menschen gegen seine grausamsten Feinde! Hier hat menschlicher Geist, menschliche Wissenschaft schon ungeahnte, unvergängliche Siege und Triumphe gefeiert.*)

Der Mensch entzieht heute den Schlangen ihre giftigen Säfte, spritzt sie erst in kleiner, später in zunehmender Dosis einem Pferde ein, dessen starker Leib mit dem bösen Gifte schneller und leichter fertig wird als der Mensch. Der Körper des Pferdes bildet einen Abwehrstoff gegen das Schlangengift. Nun wird aus dem Pferdeblut dieser Abwehrstoff gewonnen und auf den Menschen übertragen, welcher nun immun, unempfänglich wird für Schlangengift. Behring fand das Antitoxin, das Gegengift oder Heilserum gegen die Diphtherie, eine früher sehr gefürchtete Kinderseuche. Er züchtete die gefährlichen Diphtheriebazillen, preßte ihren giftigen Körpersaft durch ein Tonfilter aus und erhielt so das Bakteriengift oder Toxin. Dieses impfte er von Zeit zu Zeit in steigenden Mengen einem Pferde ein, welches so zur Bildung von Gegengift angeregt wurde. Dem Pferde zapfte er Blut ab und gewann daraus das Heilserum. Dieses ist heute eine glänzende Waffe im Kampfe gegen die gefürchtete Kinderkrankheit. Je schneller man dem erkrankten Kör-

*) Kahn verlangt für die großen Forscher und Entdecker Jenner, Pasteur und Behring einen ersten Platz im modernen Unterricht — sicher nicht mit Unrecht —, übt dann aber auch mit Sarkasmus scharfe Kritik am heutigen Geschichtsunterricht: „. . . Und da man in einer aller wahren Kulturerziehung hohnsprechenden Methode im Geschichtsunterricht die Köpfe unserer Kinder statt mit den großen allgemeinen kulturellen und biologischen Faktoren der Weltentwicklung mit den Schlachtreihen des Mardonios, dem Gezänk der altgriechischen Stadtverordneten, den Ahnenreihen mittelalterlicher Dynastien und dem ganzen Wust der verstaubten europäischen Kabinettspolitik der Vergangenheit vollstopft, als wollte man nicht moderne Menschen, sondern Vogelbälge ausstopfen, so erfahren sie zumeist auch nichts von diesen größten und längsten, an Schlachten und Niederlagen so reichen und am Ende durch die Kraft der Wissenschaft und Liebe siegreich bestandenen Jahrtausend-Krieg der Menschheit gegen den kleinstgrößten Feind des Lebens, den Bazillus, diesem Kampf, der wichtiger, interessanter und ehrenvoller für die weiße Rasse ist, als die von Schopenhauer so bespöttelten „europäischen Katzbalgereien", von denen jeder sagen kann, was sie geschadet, aber niemand, was sie eigentlich genützt haben . . ."

per zu Hilfe kommt, um so glänzender wird das Heilserum wirken. Gegen eine Anzahl gefährlicher Krankheiten sind heute die Heilsera schon gefunden, womit man Gesunde schützt, Erkrankte heilt. Nach andern forscht und sehnt sich die Menschheit fortwährend (Tuberkulose!).

Anders verhält es sich bei der bekannten Schutzimpfung gegen die Pocken. Hier handelt es sich nicht um die Einspritzung eines Abwehrstoffes, um ein Heilserum, sondern um die Uebertragung der leichten, ungefährlichen Kuhpocken, welche vom gleichen Bazillus hervorgerufen werden. Bei den in früheren Jahrhunderten immer wiederkehrenden Pockenepidemien machte man die Erfahrung, daß alle die, welche auch nur ganz leicht erkrankten, für das ganze Leben vor den Pocken geschützt waren. Man ließ sich durch Krankheitsstoffe von Leichterkrankten absichtlich anstecken, um nur leicht krank zu werden und in Zukunft vor den Pocken sicher zu sein. Der englische Arzt Jenner machte die Beobachtung, daß Melker und Kuhmägde immer nur leicht an den Pocken erkrankten. Sie ließen sich nämlich von pockenkranken Kühen anstecken, erkrankten an den harmlosen Kuhpocken und waren dann gegen die gefährlichen Menschenpocken unempfänglich. Jenner impfte 1796 einen Knaben mit Kuhpockengift und später mit dem gefährlichen Eiter der Menschenpocken. Der Knabe blieb gesund! Er hatte während seiner harmlosen Erkrankung an den Kuhpocken den Abwehrstoff gegen die Menschenpocken gewonnen. Seither hat die Kuhpockenimpfung einen wahren Siegeszug durch die Kulturländer angetreten, und unsagbaren Segen gestiftet, waren doch früher die Pocken oder schwarzen Blattern eine furchtbare Seuche, die nie ganz erlosch, der etwa ein Zehntel der Gesamtsterblichkeit Europas zur Last fiel und die mit dem ersten 1520 ausgesetzten, pockenkranken Negerknaben die bisher pockenfreie, neue Welt in schrecklicher Weise durchseuchte.

Etwas von Chinin und der Chinarinde

Im Fabrikslaboratorium, wo ich während der Kriegszeit als Chemiker beschäftigt war, lag in einem Raum unbenützt eine ganze Apparatur zur Herstellung von Chinin. Das kam davon, daß zu jener Zeit keine Chinarinde aufzutreiben war. Ohne Chinarinde aber kein Chinin, so sehr sich die Chemiker angestrengt haben, im Laboratorium das Chinin ohne Chinarinde durch Synthese herzustellen. Gleichwohl ist es gut möglich, ja sogar wahrscheinlich, daß eines schönen Tages diese komplizierte organische Verbindung synthetisch ohne Chinarinde hergestellt werden kann. —

Das Chinin gehört bekanntlich zu den Alkaloiden. Die Chemie-Lehrbücher für die Mittelschulen erwähnen als wichtigste Alkaloide etwa Nikotin, Atropin, Kokain, Chinin, Strychnin und Morphin oder Morphium. Die Alkaloide sind Pflanzenbasen und bilden als Basen mit Säuren gut charakterisierte Salze. Darauf beruht das allgemeine Prinzip zur Gewinnung der Alkaloide. Es wird aus den betreffenden Pflanzenteilen mittelst verdünnter Säuren ein Auszug hergestellt und aus demselben die Alkaloide durch stärkere Basen ausgefällt:

Pflanzenbase + verd. Säure = Salz
(in der Pflanze)

Salz + stärkere Base = Pflanzenbase + Salz.
(frei)

Die Alkaloide sind Verbindungen von sehr verschiedener chemischer Konstitution. Die meisten sind Derivate stickstoffhaltiger Ringe, wie des Pyridins und Chinolins, des Pyrrols und des Purins.

Das Chinin gehört zu den Alkaloiden der Chinolingruppe. Die Bedeutung des Chinins leuchtet so recht ein, wenn man bedenkt, daß jährlich etwa 600,000 Kilogramm Chinin hergestellt werden, wozu viele Millionen Kilogramm Chinarinde notwendig sind.

Diese Chinarinde hat bekanntlich ihre große Geschichte. Die erste Chinarinde scheint anno 1640 durch die Gattin des Vizekönigs von Peru, welche 1638 mit Hülfe der Chinarinde von einem heftigen Fieber befreit wurde, nach Europa gebracht worden zu sein. Aber wiewohl in Europa der Erfolg bei Malariakranken, bei denen die Chinarinde in Anwendung kam, ganz auffällig war, gab es doch Leute, die gegen die Chinarinde auftraten. So erschien im Jahre 1653 in Belgien eine Angriffsschrift auf die Chinarinde, die sogar von einem Arzt verfaßt war. In dieser für die Chinarinde kritischen Zeit trat in Italien ein Arzt, namens Baldo für die Chinarinde ein und verfaßte

ein kleines Büchlein „Apologia Corticis", welches er der Madonna weihte. Es möge gestattet sein, aus dem Text dieser Verteidigungsschrift folgendes wörtlich anzuführen.

„Ein gar kleines und armseliges Büchlein, das Deiner Erhabenheit völlig unwürdig ist, wage ich Dir hiermit anzubieten, ich kleiner Mensch. Das tue ich um so lieber, je größer Du bist, Du, die überaus hehre Gottesmutter. Meine Niedrigkeit, o Gottesgebärerin, spornt mich zur Gabe eher an, als daß sie mich irgendwie abschrecken könnte. Weiß ich ja, daß auch Du Gott vom Himmel herabgezogen hast am meisten durch Deine Demut. Nicht Gold biete ich Dir an, nicht Edelsteine, nicht kostbare Weihegeschenke, nur ein kleines Büchlein bringe ich, ein Büchlein, dessen Gegenstand eine Rinde ist, eine rohe und rauhe Rinde, die aber Früchte in sich trägt, Früchte, den Kranken zum Trost und zur Erquickung, ja „den Völkern zur Gesundung", wie die Heilige Schrift sagt. Du weißt, daß dem so ist, o Jungfrau, und für diese Wahrheit rufe ich vor allen übrigen und in erster Linie Dein Zeugnis an. — Zum Kusse Deiner Füße demütigst niedergeworfen Sebastiano Baldo."

Baldo blieb Sieger. Kein Gegner wagte sich mehr hervor. —

Wer sich diesbezüglich eingehender orientieren will, sei auf den in „Stimmen der Zeit" 8. Heft 1929 (Herder u. Cie. Verlagsbuchhandlung in Freiburg i. Breisgau) erschienenen Aufsatz „Der Arzt Baldo und die Chinarinde" von Joseph Rompel S. J. hingewiesen.

Dr. M. Diethelm.

Literatur

Potenz- und Wurzeltafeln. Zusammengestellt von Direktor R. Bachheimer. Leipzig und Wien, Franz Deuticke, 1928.

Dieses Tabellenheft enthält in übersichtlicher Anordnung die Quadrate, Kuben, Quadrat- und Kubikwurzeln der Zahlen 1—1000, sowie die Umfänge und Inhalte der Kreise mit den Durchmessern 1—1000. Im Anhang findet man ferner Tabellen mit Aufzinsungs-, Abzinsungs-, Rentenendwert-, Rentenbarwert- und Annuitätenfaktoren. G. H.

Geometrische Deutung unendlicher Kettenbrüche und ihre Approximation durch rationale Zahlen. Von Dr. Jean Züllig. Orell Füßli-Verlag, Zürich und Leipzig. 33 Fig. im Text. 91 S. Kart. Fr. 7.50; Leinen Fr. 9.50.

Im Jahre 1923 hat Prof. A. Speiser (Zürich) in einer Sitzung der Schweiz. Mathem. Gesellschaft eine von ihm entdeckte geometrische Figur zur Zahlentheorie mitgeteilt. Dieselbe besteht aus unendlich vielen Kreisen, welche die Zahlenachse in ihren rationalen Punkten berühren, und bildet die Grundlage der vorliegenden Abhandlung. Der Verfasser zeigt, daß man in dieser Kreisfigur jedem regelmäßigen, endlichen oder unendlichen Kettenbruch eine ganz bestimmte Kurve eindeutig zuordnen kann, die den ganzen Kettenbruch samt der Folge seiner Näherungsbrüche überblicken läßt. Durch anschauliche geometrische Betrachtungen leitet er eine große Reihe von wichtigen, bekannten und neuen Sätzen über Kettenbrüche her. Es werden z. B. die Gesetze der Annäherung von Irrationalzahlen durch rationale Brüche bestimmt, wobei hervorgeht, daß die Speiser'sche Kreisfigur selbst für den Unterricht an höhern Mittelschulen eine anschauliche Deutungsmöglichkeit des Begriffs der Irrationalzahlen bietet.

Diese Arbeit liefert eine hübsche Bestätigung der bekannten Tatsache, daß sich zahlentheoretische Sätze auf geometrischem Wege manchmal einfach und elegant beweisen lassen, während die zugehörigen arithmetischen Beweise umständliche Rechnungen erfordern. G. H.

Nachweis, Bestimmung und Trennung der chemischen Elemente, von Dr. A. Rüdisüle, Rektor an der Kantonsschule in Zug. Band VII. Erste Abteilung: Schwefel. Mit 155 Abbildungen. Verlag Paul Haupt, Akad. Buchhandlung vorm. Max Drechsel, Bern 1929.

Es sei in Kürze auf die vorliegende Fortsetzung des großen Chemie-Werkes hingewiesen. Der neue, umfangreiche Band mit über 800 Seiten wird für die Fachgelehrten, insbesondere für die analytischen Chemiker eine neue, höchst willkommene Fundgrube des einschlägigen Wissens und Könnens bilden. Ohne Zweifel wird die gesamte Fachpresse dem prächtigen Band VII ebenso einstimmig lobende Anerkennung spenden wie den früher erschienenen Bänden. Dr. H. J.

Ulbrich, E.: Biologie der Früchte und Samen. (Biologische Studienbücher VI.) 8° (230 S.) Mit 51 Abb. Berlin 1928. Julius Springer. Preis geh. Mk. 12.—.

Es fehlte bisher an einer übersichtlichen Darstellung der Biologie der Früchte und Samen, als Gegenstück zur Blütenbiologie, über die es eine ganze Reihe vorzüglicher Bücher gibt. Gaertners dreibändiges Werk: De fructibus et seminibus plantarum, das 1788—1807 erschien, ist längst veraltet und enthält entsprechend der damaligen Einstellung nur spärliche biologische An-

gaben. Seither sind wohl zahlreiche Einzeluntersuchungen und Beobachtungen veröffentlicht worden. Diese nachzuprüfen, zu ergänzen, wobei auch die außereuropäische Pflanzenwelt ausgiebig mit einbezogen wird, und zu einer geschlossenen Uebersicht der ganzen Karpobiologie zusammenzufassen, ist der Zweck von Ulbrichs Buch, der trotz des beschränkten äußern Umfangs in vorzüglicher Weise erreicht scheint.

Im allgemeinen Teil, S. 1—24, wird das Wichtigste gesagt über den Begriff von Frucht und Samen, deren Bau und Entwicklung, ferner über die wirksamen Verbreitungsfaktoren, über die Wirksamkeit der Verbreitungseinrichtungen und deren Bedeutung für die Pflanzengeographie und Pflanzensoziologie, über Pflanzenwanderungen und Wanderungsstraßen und endlich über den Anteil des Menschen an der Verbreitung der Pflanzen. Der viel umfangreichere spezielle Teil, Seite 27—210, schildert zunächst die Selbstverbreitung (Autochorie) der Samen und Früchte: Fallvorrichtungen, Legevorrichtungen (Geokarpie!), Schleudervorrichtungen, Kriechvorrichtungen. Viel wichtiger ist jedoch die Fremdverbreitung (Allochorie). Es handelt sich um Verbreitung durch Tiere, Wasser und Wind. Die Tierverbreitung von Früchten und Samen erfolgt entweder endozoisch, indem diese als Nahrung verzehrt und die unverdauten Samen an einer meist vom Aufsammlungsplatze entfernten Stelle abgesetzt werden. Oder die Verbreitung geschieht epizoisch, indem Früchte und Samen äußerlich an Fell oder Gefieder der Tiere haften und dann gelegentlich wieder abfallen oder abgestreift werden. Endlich wird eine dritte Gruppe Früchte und Samen von ganz bestimmten Tieren (meist handelt es sich um Ameisen) absichtlich gesammelt und verschleppt, weil gewisse Teile oder Anhänge als Nahrung dienen. Die liegen gelassenen, verschleppten Samen und Früchte können keimen. Diese Tierverbreitung heißt synzoisch. — Die Verbreitung von Samen und Früchten durch das Wasser beruht auf dem Besitz von Schwimmeinrichtungen. Der Verfasser macht uns in mehreren Unterabteilungen mit einer ganzen Reihe von Beispielen bekannt. Hierher gehören, um nur einige zu nennen, der Fieberklee, zahlreiche Umbelliferen, der Froschlöffel, das Pfeilkraut, die gelbe Schwertlilie, die Igelkolbenarten, mehrere Hahnenfußarten, die Schwarzerle, das Sumpffingerkraut, die wasserbewohnenden Sauerampferarten, manche Seggenarten, das schwimmende Laichkraut, unsere Seerosenarten usw. Als Hygrochasie wird die Anpassung an die Verbreitung durch Regen bezeichnet. Viele Kapselfrüchte öffnen sich bei feuchtem Wetter so weit, daß die Regentropfen die Samen herausspülen können, während bei trockenem Wetter die Kapseln geschlossen bleiben. So verhalten sich mehrere Ehrenpreisarten, die Sumpfdotterblume, die Mauerpfefferarten. Von allen Verbreitungsmitteln der Pflanzen ist der Wind am wichtigsten und wirksamsten. In allen Ländern, unter allen Breiten und in jeder Pflanzengemeinschaft finden sich Gewächse mit an Windverbreitung angepaßten Früchten und Samen. Auch hier wird wieder eine große Zahl Abteilungen unterschieden. So gibt es Früchte und Samen ohne besondere Flugeinrichtungen, sogenannte Körnchenflieger, dann solche mit blasenförmigen Flugeinrichtungen, wie man sie bei vielen Schmetterlingsblütlern, Astragulus- und Kleearten findet, solche mit flügelartigen Anhängen als Flugeinrichtungen, in reicher Abwechslung: Scheibenflieger (Ulme), Segelflieger (Birke), Schraubenflieger (Ahorn, Rottanne, gemeine Kiefer), Drehwalzflieger (Ampferarten), Federballflieger. Eine sehr umfangreiche Gruppe bilden die Früchte und Samen mit Haarbesatz als Flugeinrichtung. Auch hier geht das Bestreben auf möglichste Verringerung des spezifischen Gewichtes der Früchte und Samen und möglichste Oberflächenvergrößerung zur Erzielung eines hohen Luftwiderstandes. Entweder tragen die Früchte und Samen ein allseitiges Haarkleid wie Anemone silvestris und die Baumwollearten, oder sie sind mit Haarschöpfen oder Haarschirmen ausgerüstet. So die Rohrkolben, Wollgräser und Weidenröschenarten, die Schopfflieger sind, während der Löwenzahn das allbekannte Beispiel eines Schirmfliegers darstellt. Als Fadenflieger werden einige Samen von Gesneriaceen bezeichnet, deren Flugapparat nur aus einigen wenigen fadenförmigen, jedoch sehr langen Haaren besteht. Zu den Federschweiffliegern gehören die Früchte der Waldrebe, der Küchenschelle, der Alpenanemone, der Silberwurz, der kriechenden Nelkenwurz, der Stipa pennata usf. Zum Abschlusse des Kapitels über die Windverbreitung wird auch des Transportes größerer Pflanzenteile und ganzer Pflanzen (Steppenläufer!) gedacht. Arten mit locker-sparrigem Wuchse oder stark verästelten Zweigen verhäkeln sich oft und werden dann mitunter als große Ballen, sogenannte Steppenhexen, vom Sturme über den Steppenboden dahingetrieben.

Eine gedrängte Besprechung findet auch die Polychorie, die Erscheinung, daß Früchte und Samen derselben Pflanze auf verschiedene Weise verbreitet werden können, und ferner die andere Erscheinung, daß einige Pflanzen zwei oder mehr verschiedene Samenformen ausbilden, die dann oft in verschiedener Weise verbreitet werden. Zu guter Letzt wird noch die Viviparie kurz gestreift, worunter man die Keimung von Samen in der Frucht und ferner alle Bildungen vegetativer Organe anstatt der Blüten und Früchte in der Blütenregion der Pflanze versteht.

Diese gedrängte Uebersicht gibt einen Begriff von dem reichen Inhalte des Buches, den zahlreiche Abbildungen, meist Originalzeichnungen, verdeutlichen. Ein Literaturverzeichnis und ein Namen- und Sachregister erhöhen die Brauchbarkeit. Ulbrichs Biologie der Früchte und Samen dürfte wohl für lange Zeit das Buch über die Frucht- und Samenverbreitung bleiben.

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

15. Jahrgang. Nr. 7 10. Oktober 1929

Mittelschule

Beilage zur „Schweizer-Schule“

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

Inhalt: Wilhelm Hofmeister — Naturwissenschaftliche Sektion am Schweizerischen Katholikentag in Luzern.

Wilhelm Hofmeister (1824 – 1877)

Zur Erinnerung an einen großen Botaniker.

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

Anmerkung des Schriftleiters.

Tieferschüttert standen wir am letzten Septembertage am Grabe unseres hochverdienten und geschätzten Mitarbeiters, des H. H. Prof. Dr. P. Emmanuel Scherer in Sarnen. Nach menschlichem Ermessen ist er allzufrüh seinem Orden, der Wissenschaft und der Schule entrissen worden. Ein hochw. Konfrater wird in der nächsten Nummer der „Mittelschule“ das Lebenswerk dieses hochgelehrten und edlen Ordensmannes nach Gebühr würdigen.

Der Name Wilhelm Hofmeister wird, außer den Fachbotanikern, nicht allzuvielen bekannt sein. Und doch hat dieser Mann wie kein zweiter die botanische Wissenschaft des XIX. Jahrhunderts beeinflußt und gefördert: Er hat den Generationswechsel im Pflanzenreiche entdeckt, war am Ausbau der Zellenlehre hervorragend beteiligt, schuf Grundlegendes auf dem Gebiete der Morphologie und Physiologie. Zum hundersten Geburtstage, 24. Mai 1927, hat sein letzter Schüler, der Münchener Ordinarius der Botanik, Karl v. Goebel seinem unsterblichen Lehrer eine inhaltreiche Gedenkschrift gewidmet.[1]) Ich glaube, daß es nur dankbar empfunden wird, wenn das Andenken an Hofmeister auch im Leserkreise dieser Zeitschrift wachgerufen wird. Denn er ist in mehrfacher Richtung eine so eigentümliche und schöpferische Persönlichkeit — Goebel nennt ihn geradezu ein gottbegnadetes Genie —, wie sie kaum einmal in langen Zeiträumen der Menschheit geschenkt werden. —

Friedrich Wilhelm Benedikt Hofmeister wurde den 18. Mai 1824[2]) in Leipzig geboren, als Sohn des Verlagsbuchhändlers und Inhabers einer Musikalienhandlung Friedrich Hofmeister, der sich aus kleinen Anfängen durch Fleiß und Talent zu einem angesehenen und wohlhabenden Manne emporgearbeitet hatte, in dessen Hause die angesehensten Vertreter der Musik und Literatur verkehrten. Den ersten Unterricht erhielt der junge Hofmeister in einem Privatinstitut, dann durchlief er die unlängst gegründete treffliche Leipziger Realschule und schloß mit Ostern 1839 seine Schulbildung ab. Neben musikalischen Neigungen, die aus der ihm vorbestimmten zukünftigen Berufstätigkeit im Geschäfte seines Vaters erklärlich sind, zeigte jedoch Hofmeister frühzeitig starke naturwissenschaftliche Interessen. Auch diese hatte er von seinem Vater, der neben seinen Berufspflichten sich emsig mit Botanik abgab, ein großes Herbarium gesammelt und bei seiner Sommerwohnung im Leipziger Vorort Reudnitz einen botanischen Garten angelegt hatte. Die Neigungen des Sohnes gingen aber damals, trotz der Bemühungen des Vaters und seines Freundes Ludwig Reichenbach, ihn für die Botanik zu interessieren, mehr auf die Entomologie. Der Knabe sammelte Käfer, Schmetterlinge und zog Raupen auf. — Noch im Jahre 1839 kam

[1]) Wilhelm Hofmeister. Arbeit und Leben eines Botanikers des 19. Jahrhunderts. Von K. von Goebel. Mit biographischer Ergänzung von Frau Professor Ganzenmüller geb. Hofmeister. (Große Männer. Studien zur Biologie des Genies. 8. Bd.) Leipzig 1924.

[2]) Die Tochter Hofmeisters, Frau Prof. Ganzenmüller, gibt in ihrer Lebensskizze des Vaters den 24. Mai als dessen Geburtstag an, was aber offenbar ein Irrtum ist. Auch die Allgem. deutsche Biographie (XII. 644) hat den 18. Mai.

der junge Hofmeister nach Hamburg und trat dort als Volontär in die Musikalienhandlung von Cranz ein. Hier setzte er in den reichlich zugemessenen freien Stunden seine entomologischen Bestrebungen fort, betrieb auch anderweitige Studien, klagte aber schon damals über seine hochgradige Kurzsichtigkeit. Als er 1841 nach Leipzig zurückkehrte, übernahm er im väterlichen Geschäfte die Stelle eines ausländischen Korrespondenten, die ihm glücklicherweise auch wieder genug freie Zeit für seine Lieblingsstudien übrig ließ. Und jetzt begann er sich auf einmal lebhafter für die Pflanzenwelt und ihre Probleme zu interessieren. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß der jüngere Reichenbach, der berühmte Orchideenkenner und spätere Hamburger Professor, mit dem er innig befreundet war, ihn nach dieser Richtung beeinflußt hat.

Mit seiner außerordentlichen Begabung und seinem wunderbaren Fleiße arbeitete sich Hofmeister rasch in die botanische Morphologie und Anatomie ein und überraschte in kurzer Zeit die wissenschaftliche Welt mit einer Reihe grundlegender Untersuchungen von höchster Bedeutung. Um die Arbeiten Hofmeisters richtig einschätzen zu können, müssen wir zunächst einen Blick auf den damaligen Stand der botanischen Kenntnisse werfen. —

Die machtvolle Persönlichkeit Linnés hatte im 18. Jahrhundert der Systematik ein starkes Uebergewicht über die anderen botanischen Zweig-Disziplinen verschafft, das bis in die Dreißigerjahre des 19. Jahrhunderts nachwirkte. Unter seinen Nachfolgern bemühten sich vor allem der Engländer Brown, der Franzose B. de Jussieu, der Genfer A. P. de Candolle. ein natürliches System, das die wirkliche Verwandtschaft der Pflanzen zum Ausdruck bringen sollte, aufzurichten. Wir werden aber sehen, daß gerade die grundlegenden Tatsachen, z. B. im Entwicklungsgange der Moose, Farne und Gymnospermen damals noch völlig ungeklärt waren und deshalb die Bestrebungen de Candolles und anderer unmöglich sich fruchtbar erfüllen konnten. Auch Goethes Metamorphosenlehre, die vor allem darauf abzielte, die innere Verwandtschaft verschiedener Organe des nämlichen Pflanzenindividuums zur Anschauung zu bringen, vermochte die botanische Wissenschaft nicht erfolgbringend zu beeinflussen. Goethe selbst dürfte sich kaum klar darüber gewesen sein, wie weit seine Metamorphosenlehre auf wirklichen Vorgängen und wie weit sie auf blossen Ideen beruhte.

Daß man von dem uns heutzutage so geläufigen zellulären Aufbau der Pflanzen, von Geweben, Organen, Arbeitsleistung, von den physiologischen Vorgängen, vom Chemismus des Pflanzenkörpers usw., damals keine Ahnung hatte, hängt nicht bloß mit der mangelhaften Beschaffenheit der Instrumente, insbesondere der Mikroskope, aufs engste zusammen; fast noch wichtiger war es, daß die richtigen Forscher fehlten.

Die Goethesche Metamorphosenlehre wurde mit den Spekulationen der üppig wuchernden Naturphilosophie verknüpft; unter der Führung von Schelling und Hegel haben die damaligen Naturphilosophen, aller Empirie und Kritik bar, nach Sachs strengem aber gerechtem Urteile, Schlagwörter wie „Polarität, Kontraktion und Expansion, das Stielartige und das Röhrige, Anaphytose und Lebensknoten usw. mit den Ergebnissen alltäglicher Beobachtung zu sinnlosen Konglomeraten sich verbunden; rohe ungeklärte Sinneseindrücke wurden ebenso wie gelegentliche Einfälle als Ideen, als Prinzipien betrachtet.“ Auch die tüchtigsten deutschen Botaniker jener Zeit waren nicht im Stande, sich diesem verhängnisvollen Einflusse zu entziehen. Es muß aber wahrheitsgemäß auch gesagt werden, daß trotzdem manche wertvolle Leistung auf den Gebieten der Systematik, Morphologie, Anatomie und Physiologie erzielt wurde, aber es fehlte ein ordnender Geist, der die beschreibende Naturwissenschaft (mit der Zoologie stand es nämlich auch nicht besser) von der alles trübenden Naturphilosophie befreit hätte.

Da platzte 1842/43, fast wie eine Granate, Mathias Jakob Schleiden mit seinen „Grundzügen der wissenschaftlichen Botanik“ in diese Zustände hinein. Schleiden war ursprünglich Jurist gewesen, fand aber an der Rechtswissenschaft keine Befriedigung, ging dann zur Botanik über und wurde Professor in Jena. Schon das Vorwort zu seinen „Grundzügen“ läßt erkennen, daß hier ein anderer Wind weht: „Wer aus dem vorliegenden Buche Botanik zu lernen gedenkt, der möge es nur gleich wieder ungelesen beiseite legen, denn Botanik lernt man nicht aus Büchern.“ Dem eigentlichen botanischen Teile seines Buches geht eine 166 Seiten umfassende methodologische Einleitung voraus, worin klarzulegen versucht wird, worin eigentlich die Aufgabe der Botanik bestehe. Schleiden redet vor allem der Erfahrungswissenschaft das Wort. Die Naturphilosophie kommt begreiflicherweise äußerst schlecht weg. „Aber auch im botanischen Teile der Grundzüge,“ sagt Göbel, „merkt man, daß Schleiden Jurist war, ehe er Botaniker wurde. Er betrachtet seine Vorgänger meist als Angeklagte, denen er den Prozeß macht, und die er aburteilt.“ Nur vor ganz wenigen seiner Fachgenossen machte er Halt; eigentlich bloß Robert Brown und Hugo v. Mohl fanden Gnade vor seinen Augen. Eine so vernichtende Kritik gegenüber anderen läßt bei dem, der sie so ausgiebig übte, nur höchste Leistungen erwarten. Das trifft aber keineswegs zu.

Schleiden hat unter anderem eine ganz verkehrte Theorie von der Entstehung neuer Zellen (aus einer Art vegetabilischer Mutterlauge!) aufgestellt, und auch die Einsicht in die Befruchtungsvorgänge durch ganz unrichtige Behauptungen verdunkelt. Wie Goebel treffend bemerkt, war Schleiden eben doch nicht wie Hofmeister „zum Sehen geboren, zum Schauen bestellt". Sein unbestreitbares Verdienst ist, die Mängel der Botanik jener Zeit mit aufmerksamem Sinne erfaßt und unbarmherzig dem Spotte preisgegeben zu haben. Er war aber nicht nur ein vernichtender Kritiker, sondern auch ein großartiger Anreger. Und wenn in der unmittelbar folgenden Zeit von den hervorragendsten botanischen Talenten gerade die pflanzliche Entwicklungsgeschichte besonders eifrig gepflegt wurde, so hat auch dazu Schleiden den Anstoß gegeben, indem er in seinen „Grundzügen" immer wieder einen Satz des Franzosen Turpin wiederholte: „voir venir les choses c'est le meilleur moyen de les expliquer."

Ich führe hier noch das Urteil eines hervorragenden Botanikers über Schleiden und sein Buch an, des einstigen Breslauer Botanik-Professors F. Cohn, des Entdeckers des Milzbrandbazillus und Mitschöpfers der modernen Bakteriologie. Als er 1895 seinem Kollegen Pringsheim in den Berichten der deutschen Botanischen Gesellschaft den Nachruf schrieb, kam er auch auf diese frühen vierziger Jahre zu sprechen, die die folgende Glanzperiode einleiteten: „Heutzutage kann man sich kaum vorstellen, welch mächtigen Eindruck auf die studierende Jugend dieses Buch machte (die ‚Grundzüge' von Schleiden, deren erste 1843/44 erschienene Auflage so rasch vergriffen wurde, daß die zweite schon 1845/46, die dritte und letzte 1848/49 notwendig wurde). Während die methodologische Einleitung des Buches mit zündender Beredsamkeit im Gegensatz zu den unfruchtbaren Spekulationen der Naturphilosophie, Bacons induktive, Kants kritische Methode auf den Schild erhob, verhöhnte der Text mit schneidender Schärfe die damals in Deutschland übliche scholastische Behandlung der Botanik, verspottete Systematiker und Floristen als Heusammler und stellte als oberste Leitsätze der Wissenschaft zwei Maximen fest: Die Erforschung der Entwicklungsgeschichte als Schlüssel für die gesamte Morphologie, und die Erforschung des Baues und Lebens der Zelle als Schlüssel für die Physiologie der Pflanze."

Zu denjenigen, auf die Schleidens Grundzüge tief einwirkten, gehörte auch der junge Hofmeister. Und gerade für die Erforschung der Entwicklungsgeschichte und des Baues und Lebens der Zelle sollte er die wichtigsten und entscheidensten Beiträge liefern.

* * *

Die Befruchtungsvorgänge bei den höheren Pflanzen sind uns heute wohlbekannt. Wir wissen, daß die Pollenkörner auf die Narben der Stempel gelangen, dort Schläuche treiben, die durch die Mikropyle bis zur Eizelle im Embryosack vorstoßen, daß dann die generative Zelle des Pollenkorns die Eizelle „befruchtet". Was uns heute so durchsichtig erscheint, war vor hundert Jahren noch in fast undurchdringliches Dunkel gehüllt. Man hatte freilich schon im 17. Jahrhundert vermutet, die Samenbildung sei an einen Befruchtungsvorgang geknüpft. 1695 gelang dann dem Tübinger Professor Camerarius der experimentelle Nachweis, daß die Samenbildung an die Bestäubung geknüpft ist. In der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts lehrte Kölreuter durch seine Kreuzungsversuche, daß die Abkömmlinge zweier verschiedener Pflanzenformen Eigenschaften beider Stammeltern zeigen. Aber manche Botaniker sträubten sich auch dann noch, die Lehre von der geschlechtlichen Vermehrung bei den Pflanzen anzuerkennen. Auch Goethe äußerte sich abfällig über diese Annahme und zwar mit einer Begründung, die im Munde des Herrn Geheimrates auch gar prüde klingt: „Die ewigen Hochzeiten, die man nicht los wird, wobei die Monogamie, auf welche Sitte, Gesetz und Religion gegründet sind, ganz in vage Lüsternheit sich auflöst, bleiben dem reinen Menschensinn vollständig unerträglich — Antheren und Pistille blieben vor wie nach, nur einen eigentlichen Geschlechtsvorgang ließe man auf sich beruhen."

Eine von alters her geläufige Meinung war, daß die Pollenkörner zu Embryonen würden. Da gelang im Jahre 1823 dem italienischen Physiker und Mathematiker Joh. Bapt. Amici an den Narben von Portulaca die Beobachtung, daß die Pollenkörner Schläuche treiben, was verschiedene Forscher bald auch an anderen Pflanzen bestätigen konnten. Damit war freilich die alte Frage noch nicht entschieden, obwohl nun gerade Schleiden, der auf die Untersuchung dieses Gegenstandes große Mühe verwendet hatte, behauptete, die Lösung des Rätsels gefunden zu haben. Amici, dann auch Brown und Brongiart hatten beobachtet, daß die Innenhaut der Pollenkörner zu einem zylindrischen Schlauch auswachse, der durch den Griffelkanal in die Fruchtknotenhöhle gelange und dort in eine Mikropyle eindringe. Das hatte Schleiden auch gesehen. Durch einen Beobachtungsfehler gelangte er aber dazu, seine heute seltsam berührende Theorie aufzustellen, die aber im Grunde genommen nur die Fortbildung älterer unrichtiger Ansichten ist. Er stellte die Sache folgendermaßen dar: „Am Ovulum (Samenanlage!) angekommen, tritt der Pollenschlauch in die Oeffnung der Eihäute (Integumente!), erreicht den

Embryosack. Der Pollenschlauch schiebt die Membran des Embryosacks vor sich her, stülpt diesen in sich selbst hinein, und sein Ende liegt dann scheinbar im Embryosack. Das Ende des Pollenschlauchs im Embryosack schwillt kugelig oder eiförmig an und aus seinem Inhalte bildet sich Zellgewebe; es bildet die seitlichen Organe, einen oder zwei Kotyledonen, wobei aber die ursprüngliche Spitze, als plumula, mehr oder weniger frei bleibt."

Nach Schleiden würde also der in den Nucellus eingedrungene Teil des Pollenschlauchs zum Embryo, wonach er freilich behaupten durfte, „daß man bisher die beiden Geschlechter bei den Pflanzen geradezu falsch benannt hat". Nach Schleiden ist die Anthere der Blüte „offenbar nichts anderes als ein weiblicher Eierstock, in dem jedes Pollenkorn der Keim eines neuen Individuums ist. Dagegen wirkt der Embryosack nur dynamisch, die Organisation und Entwicklung der materiellen Grundlage bestimmend, und wäre also als das männliche Prinzip zu betrachten." Einer der Hauptverteidiger von Schleidens Ansicht der Embryobildung war Schacht, der diese Lehre als eine „großartige, für alle Zeiten fest begründete Entdeckung" bezeichnete!

Es setzte aber sofort scharfer Widerspruch ein von Seiten Amicis und von Hugo von Mohl. Entschieden wurde die ganze Streitfrage durch einen jungen Buchhändler in Leipzig, eben Wilhelm Hofmeister. Dieser veröffentlichte 1849 in der Botanischen Zeitung eine ausführliche Arbeit mit dem Titel: „Die Entstehung des Embryos der Phanerogamen." Darin beschrieb er für neunzehn verschiedene Familien der Angiospermen die Entwicklung der Samenanlagen und den Befruchtungsvorgang. Er zeigte, daß sich im Embryosack zwei Zellgruppen bilden, heute als Eiapparat (das Ei und die beiden Synergiden) und Antipoden bezeichnet. Weiter wies Hofmeister nach, daß aus der Eizelle der Embryo sich bildet. Er sagte von den drei Zellen des Eiapparates: „Ich halte sie von Haus aus für gleichwertig und sämtlich für befähigt, sich zu Embryonen zu entwickeln, wenn auch bei der großen Mehrzahl der Arten sie (zwei davon!) fehlschlagen." Spätere Beobachtungen haben bestätigt, daß auch die Synergiden zu Embryonen werden können. Auch die physiologische Aufgabe der Antipoden erkannte Hofmeister bereits. Er sagt von ihnen, die „durch ihre beträchtliche Größe oft ausgezeichneten Zellen scheinen keine andere Bedeutung zu haben, als die der Verarbeitung des Nahrungsstoffes für den werdenden Embryo", eine Ansicht, die später der 1903 verstorbene Freiburger Professor M. Westermaier, ohne von Hofmeisters Auffassung zu wissen, ebenfalls vertreten hat.

So wurden von Hofmeister in dieser durch Klarheit und Bestimmtheit ausgezeichneten Untersuchung die Grundzüge der Phanerogamen Befruchtung fest und sicher entwickelt. Die feineren Vorgänge, besonders im Aufbau des Eiapparates hat allerdings erst viel später E. Strasburger entschleiert. Goebel faßt das Ergebnis der Hofmeisterschen Abhandlung in die Worte zusammen: „Die Widerlegung der Schleidenschen Theorie erfolgte hier auf breitester Basis; an dem Vorhandensein der Eizelle vor der Befruchtung und ihrer Weiterentwicklung zum Embryo nach der Befruchtung konnte kein Zweifel mehr bestehen. Damit war die alte Streitfrage nach der Entstehung des Embryos entschieden."

Wir wissen heute, daß die Befruchtung durch einen aus dem Pollenschlauch in die Eizelle übertretenden Kern mit etwas Protoplasma erfolgt; Hofmeister leugnete noch einen solchen direkten Uebertritt und nahm Diffusion an. Auch hier haben erst die Untersuchungen Straßburgers den wahren Sachverhalt abgeklärt.

Man möchte glauben, daß nach den Darlegungen Hofmeisters auf so breiter Grundlage, der Streit nun zur Ruhe gekommen wäre. Aber die Anhänger Schleidens, insbesondere Schacht, hielten noch längere Zeit an ihren Ansichten fest. Hofmeister setzte sich insbesondere mit Schacht gründlich auseinander. In einer dieser polemischen Abhandlungen sagt Hofmeister: „Nichts liegt mir ferner als die Ueberhebung, die Befruchtungsfrage durch meine Untersuchungen für abgemacht zu halten. Im Gegenteil glaube ich, daß noch manche sinnlich wahrnehmbare Erscheinungen der Einwirkung des Pollenschlauches auf den Inhalt, sei es der Keimbläschen, sei es des Embryosackes, sich erforschen lassen. Aber über die relative Wertlosigkeit der für die Theorie der Pollinisten beigebrachten Beobachtungen, bin ich außer allem Zweifel." Dem erst 1927 im höchsten Greisenalter verstorbenen Botaniker Radlkofer gelang es, durch seine 1856 erschienene Abhandlung „Die Befruchtung der Phanerogamen" sogar den hartnäckigen Schleiden von seinem Irrtum in der Befruchtungsfrage zu überzeugen.

Hofmeister hat dann seine grundlegenden Untersuchungen zur Embryo- und Samenbildung in mehreren großen Arbeiten fortgesetzt und die Ergebnisse für die Charakterisierung der einzelnen systematischen Gruppen zu verwenden gesucht. Ganz besondere Aufmerksamkeit wandte er der Untersuchung der Embryo- und Samenentwicklung der Parasiten und Saprophyten zu, deren Lebensweise gegenüber den autotrophen Pflanzen zahlreiche Vereinfachungen, Rückbildungen bewirkte. Der auch bei uns nicht seltene Fichtenspargel (Monotropa hypopitys) wurde schon in der ersten Ab-

handlung in die Untersuchung miteinbezogen. Später hat sich dann Hofmeister auch mit den Schmarotzern und Saprophyten der tropischen Flora, in der sie viel reicher als bei uns auftreten, ausgiebig befaßt. Und da ist es staunenswert, was der unvergleichliche Forscher, an dem gar nicht oder nur ganz ungenügend konservierten Material, bei den damals noch recht primitiven Untersuchungsmethoden, für wertvolle Resultate zu erreichen verstand. Mehrere Angaben Hofmeisters sind von späteren Bearbeitern bestritten worden. So z. B. seine Darstellung der Embryobildung bei Balanophora durch den einstigen Direktor des botanischen Gartens in Buitenzorg, M. Treub. Ein Irrtum Hofmeisters wäre gewiß sehr leicht zu begreifen, aus den oben angedeuteten Gründen: Mangel an frischem und richtig konserviertem Material; Fehlen der modernen Färbungsmethoden. Aber der neueste Bearbeiter des Gegenstandes, A. Ernst, kam zu den gleichen Resultaten wie Hofmeister, gewiß eine glänzende Rechtfertigung. Noch in einem zweiten Falle, wo Hofmeister ebenfalls des Irrtums bezichtigt worden war, hat sich in ähnlicher Weise durch eine erneute Nachprüfung die vollständige Richtigkeit seiner Beobachtungen ergeben.

* * *

Was Hofmeisters Name für immer mit der Geschichte der größten wissenschaftlichen Entdeckungen verknüpfen wird, das sind seine „Vergleichenden Untersuchungen der Keimung, Entfaltung und Fruchtbildung der höheren Kryptogamen (Moose, Farne, Equisetaceen, Rhizokarpeen und Lykopodiazeen) und die Samenbildung der Koniferen."[1])

Noch 1842 hatte Schleiden in seinen Grundzügen die Moose, Bärlappe, Farne und Schachtelhalme als „geschlechtslos" erklärt. Diese Ansicht spiegelte nun freilich nicht getreu dasjenige wieder, was man um diese Zeit von der Fortpflanzung der genannten Pflanzengruppen wußte. Denn abgesehen von den Mooskapseln mit ihren Sporen, kannte man schon seit einiger Zeit auch die Antheridien und Archegonien, wußte, daß aus den letzteren die Mooskapsel entstand. Aber man war ganz unsicher, ob und in welcher Weise ein Befruchtungsvorgang sich abspielte. Es fehlte damit der Schlüssel zum Verständnis des gesamten Entwicklungsvorganges.

Aehnlich stand die Sachlage für die Farne und die übrigen Gefäßkryptogamen. Die Sporenkapseln kannte man schon im 17. Jahrhundert. Malpighi z. B. hat sie zutreffend beschrieben. Auch ihr Schleudermechanismus war bereits bekannt. Man identifizierte die Sporen mit den Samen der Blütenpflanzen. Zu Anfang des 19. Jahrhunderts kannte man auch schon Prothallien, hielt sie aber für das Jugendstadium einer neuen Farnpflanze, für deren Keimblatt. Der Franzose Mirbel hielt die Moose und Farne für monokotyledonische Gewächse. Im Jahre 1844 entdeckte Nägeli, einer der Mitschöpfer der modernen Botanik, an den Farnprothallien die beweglichen Spermatozoiden, wußte sie aber, wohl infolge vorgefaßter Meinungen, nicht richtig zu deuten. Wenige Jahre später, 1847, wurden auch die Archegonien entdeckt, aber auch ihr Wesen völlig verkannt. Der Entdecker, Graf Lescyc-Sumincki, hielt das Archegonium für eine Samenknospe und glaubte, der Embryo gehe aus dem Schwanzteil des in das Archegonium eingedrungenen Spiralfadens (Spermatozoid) hervor.

Hofmeister gelang es zunächst, die Eizelle in den Archegonien sowohl bei den Moosen wie bei den Farnen festzustellen und auch für die Pflanzen die so lange bezweifelte Befruchtung nachzuweisen. Der Entwicklungsgang zeigte bei beiden Abteilungen einen Generationswechsel, worunter man das ungleiche Verhalten der sukzessiven Generationen der nämlichen Pflanze rücksichtlich der Fortpflanzungsart versteht.

Auf den beblätterten Moospflänzchen entstehen terminal oder seitenständig die Antheridien mit den beweglichen Spermatozoiden und die Archegonien mit der Eizelle. Die Befruchtung erfolgt durch Vermittelung des Wassers. Aus der befruchteten Eizelle entsteht die Mooskapsel mit den Sporen. Aus der Spore geht wieder ein beblättertes Moospflänzchen hervor. Jene Pflanze, die die Geschlechtszellen produziert, ist die geschlechtliche Generation; die Kapsel die ungeschlechtliche. Daß letztere kein selbständiges Dasein besitzt, sondern gewissermaßen parasitisch auf der beblätterten Moospflanze lebt, erschwerte die Erkenntnis und das Auseinanderhalten der beiden Generationen.

Bei der Farnpflanze entsteht aus der Spore das Prothallium mit Antheridien und Archegonien, das ein selbständiges aber vergängliches Dasein führt, aber trotz seiner relativ kurzen Dauer die Geschlechtspflanze ist. Aus der befruchteten Eizelle erwächst die beblätterte Farnpflanze von langer Lebensdauer, die ungeschlechtliche Generation, die in den Sporangien Sporen bildet.

Sowohl Moose wie Farne zeigen einen wohl ausgebildeten Generationswechsel, aber mit großen Unterschieden. Bei den Moosen ist die langdauernde, große, beblätterte Pflanze die Geschlechtsgeneration, die parasitisch vegetierende Kapsel die ungeschlechtliche Generationsfolge. Bei den Farnpflanzen ist die große ausdauernde Pflanze die ungeschlechtliche Generation, das kurz-

[1]) Das Buch erschien 1851 in Leipzig.

lebige, vergängliche Prothallium die Geschlechtsgeneration. —

Die Entdeckung des Generationswechsels bei den Moosen und Pteridophyten war jedoch nur das Vorspiel zu noch viel wichtigeren Erkenntnissen. Die Aufstellung der beiden großen Abteilungen des Pflanzenreiches, der Phanerogamen und Kryptogamen, „offenkundig blühende" und „verborgen blühende" Pflanzen, fußte auf der Ansicht, daß auch die Kryptogamen „Blüten" besäßen, daß sie aber verborgen seien. Hofmeister hat die Schranke zwischen diesen Abteilungen, die sich im Linneischen System so auffällig ausprägte, beseitigt. (Schluß folgt.)

Naturwissenschaftliche Sektion am Schweiz. Katholikentag in Luzern

Die im Programm vorgesehenen Referate standen auf einer derartigen wissenschaftlichen Höhe, daß es wünschenswert ist, ihren wesentlichen Inhalt an Hand von Autorreferaten festzuhalten.

Nach kurzer Begrüßung sprach der Präsident, HHr. Dr. Jakob M. Schneider, von Altstätten, über das wichtige Thema: „Stellug zur sog. Kausalitätskrisis in der Naturwissenschaft". Sowohl in der Philosophie als in der Naturwissenschaft bewandert, beantwortete er die methodischen Vorfragen: „Was ist Kausalität? Gibt es eine Kausalitätskrisis überhaupt"? Er legte das Zeugnis des gesunden Menschenverstandes und des praktischen Lebens im allgemeinen dar, widerlegte bündig die Ansicht Kants über das Kausalitätsprinzip als angeborene Kategorie und stellte die vernünftige und klare Lehre des gewaltigen Thomas von Aquin auf den Leuchter. Eine Kausalitätskrise im praktischen Leben gibt es nicht und kann es nie geben, denn jedermann weiß, daß jede Tat getan sein muß, sonst ist sie nicht. Dann griff er die Hauptfrage auf: „Gibt es eine Kausalitätskrise in der Naturwissenschaft"? Er ließ die Zeugnisse von Physikern und Physiologen sprechen, namentlich aus wissenschaftlichen Veröffentlichungen seit den letzten vier Jahren und zwar von einflußreichsten Gegnern der Kausalität in der Naturwissenschaft, wie Schrödinger, Verworn, Steinmann, und zeigte laut ihrem eigenen Geständnis, daß sie nicht durch naturwissenschaftliche Gründe, sondern durch die persönliche, unwissenschaftliche Furcht vor der absoluten Kausalität geführt werden in der Bekämpfung der Kausalität.

Dr. Schneider legte das Wesen der Naturwissenschaften dar, in denen das Experiment die Führung im Beweisgange hat: „Experimentieren heißt nichts anderes, als bestimmte naturwissenschaftliche Ursachen setzen, um zu bestimmten Effekten zu gelangen." Die Naturwissenschaften sind also Kausalitätswissenschaften in hervorragender Weise. Es sind philosophische Irrgänge, welche in neuester Zeit bestimmte Vertreter einzelner Naturwissenschaften veranlaßten, eine Kausalitätskrise zu proponieren. Referent knüpfte zum Schlusse auch an gewisse Schwierigkeiten in der modernen Quantentheorie und an Schrödingers Beispiel von der Brownschen Molekularbewegung an. Er verlangte bezüglich ersterer experimentelle und logische Weiterarbeit. Bezüglich letzterer sagte er, sie sei keine Wiederlegung eines kausalen Naturgesetzes, sondern sei selbst wieder verursacht und unterliege in ihrer Art der Kausalität. Die Ausnahmen in den sog. „statistischen Naturgesetzen" haben ihre causa, auch wenn sie noch verborgen ist. Er erinnerte an die triumphale Entdeckung des Planeten Neptun als causa der Bahnstörung des Planeten Uranus durch Leverrier, und wie nach der seit noch nicht zehn Jahren entdeckten Lichtstrahlenkrümmung neben der Sonne als Postulat der neuen Gravitationstheorie Einsteins jeder Astronom Kausalität als ganz selbstverständlich betrachtet und desgleichen jeder Physiker. Die Kausalität leugnen, heißt unwissenschaftlich sein.

Hierauf sprach Herr Prof. Dr. L. Weber von der Universität in Freiburg über: **Radium und Radioaktivität.**

1. Von Kalium und Rubidium abgesehen, ist die Radioaktivität an die Stoffe mit höchstem Atomgewicht gebunden. Ihr Wesen besteht in einem spontanen, explosionsartigen Zerfall des Atomkernes, wobei eine gegebene Stoffmenge als solche verschwindet. Die für den Zerfall nötige Zeit ist sehr verschieden, je nach Art des Stoffes. Thorium z. B. zerfällt so langsam, daß nach 16,5 Milliarden Jahren immer noch die Hälfte einer gegebenen Ausgangsmenge vorhanden ist, während schon im hundertmilliardensten Teil einer Sekunde die Hälfte jeder Menge ThC' umgewandelt ist (sogen. Halbierungszeit).

Beim radioaktiven Zerfall des Atomkernes werden bald positiv geladene Heliumkerne, bald negative Elektronen mit ungeheurer Geschwindigkeit weggeschleudert α- und β-Strahlung, (von der elektromagnetischen γ-Strahlung wird hier abgesehen). Im ersteren Falle entsteht aus dem zerfallenden Element ein neues, dessen Atomgewicht um 4, dessen Ordnungszahl um 2 kleiner ist. Im zweiten Fall hat das neuentstehende Element dasselbe Atomgewicht wie das alte, die Ordnungszahl ist aber um eine Einheit größer geworden.

Von Uranium und Thorium leiten sich drei Familien radioaktiver Stoffe ab, die immer zusammen vorkommen und in einem konstanten Mengenverhältnis vorhanden sind. Weiß man, wieviel vom

einen Element da ist, so weiß man auch, wie viel von jedem anderen, das zur Familie gehört, zugegen sein muß. Das Restprodukt des radioaktiven Zerfalles ist bei Uranium sowohl wie bei Thorium das stabile Blei.

Radium, das bekannteste der radioaktiven Elemente, geht aus dem Uranium hervor, indem aus jedem U-Kern successive 3 positiv geladene He-Kerne und zwei negative Elektronen weggeschleudert werden. Seine Halbierungszeit beträgt etwas mehr wie 1½ tausend Jahre, sein direkter Abkömmling ist die Emanation (genauer Ra-Emanation), ein Edelgas, das fast überall zu finden ist und auf welches die verschiedenen Stoffe vorab untersucht werden, sofern es sich nur um Uranium und seine Abkömmlinge handelt.

Die kinetische Energie, mit der beim radioaktiven Zerfall Massenteilchen aus dem Atomkern herausgeschleudert werden, wird in Wärme umgewandelt. 1 Gramm Uranium im Gleichgewicht mit allen Folgeprodukten liefert in 100 Jahren so viel Wärme als nötig ist, um 1 Gramm Eis von 0° just zu schmelzen.

2. Die radioaktiven Stoffe sind weit verbreitet, aber allgemein nur in geringer Menge vorhanden. Zahlreiche Forscher beteiligen sich an der Prüfung der verschiedensten Materialien auf ihre Aktivität. Der vor zwei Jahren verstorbene Freiburger Universitätsprofessor Dr. A. Gockel hat sich schon vor 20 und mehr Jahren eifrig damit befaßt. Neuerdings ist es Dr. H. Hirschi in Spiez, der auf Schweizer Boden erste Bedeutung hat. Nach den ausgedehnten Untersuchungen zeichnen sich vorab die sauren Gesteine (Granite, Quarzporphyre etc.) durch hohe Aktivität aus. Als Mittel von über 80 Proben hat sich pro Gramm Gestein ein Gehalt von 3,0.10—12 Gramm Radium und 2,0.10—5 Gramm Thorium ergeben. Das sind ungeheuer kleine Mengen! In einer Granitplatte von 100 Meter Länge, 100 Meter Breite und 10 Meter Dicke — um sie wegzuführen brauchte es 200 schwerstbeladene Güterzüge — ist kaum 1 Gramm Radium enthalten! Basische Gesteine (Basalte, Diabase etc.) beherbergen noch weniger radioaktive Substanzen als die sauren Gesteine. Durchschnittlich sind auch die Sedimentgesteine nur wenig radioaktiv. Noch geringer dürfte die Radioaktivität jener Stoffe sein, welche das eigentliche Erdinnere bilden. Untersuchungen, welche an Meteoriten vorgenommen wurden, legen dies nahe.

3. Die Kontinente unserer Erde sind, im Großen betrachtet, Platten mehr oder weniger saurer Gesteine, von relativ niedrigem spezifischem Gewicht, aber hoher Schmelztemperatur, die in eine spezifisch schwerere, basische Masse eingetaucht sind. Unter den Meeren reicht diese basische Zone höher herauf als unter den Kontinenten.

Bekanntlich strömt die Erde fortwährend Wärme in den Weltraum hinaus. Eine einfache Rechnung zeigt, daß diese Wärme nicht aus dem heißen Erdinnern zu stammen braucht, sondern zur Gänze vom radioaktiven Material erzeugt sein kann, das in den kontinentalen Platten eingeschlossen ist. Für die in größerer Tiefe gebildete Wärme wirken daher die Kontinente als wärmeundurchlässige Schirme, vorausgesetzt wenigstens, daß durch die Wärmeentwicklung keine wesentlich höhere Temperatur erzeugt wird. Das ist nun in der Tat möglich! In gewisser Tiefe ist die Temperatur der starren, basaltischen Schale nahe gleich der Schmelztemperatur. In dieser Tiefe wird die Wärme, die durch den radioaktiven Zerfall entsteht, dazu verbraucht um das feste Gestein ohne Temperaturerhöhung zu schmelzen. Da dem flüssigen Zustand ein geringeres spezifisches Gewicht zukommen mag als dem festen, sinken die Kontinente in die geschmolzene Unterlage ein, die Meere transgredieren. Mit dem geringeren Gewicht kommt der Schmelze außerdem das größere Volumen zu. Die starre Erdkruste wird zu klein und bekommt Risse. Diese bilden sich mit Vorliebe im dünnen Ozeanboden. In die Risse dringt das basische Magma ein. Die Volumverringerung bei der Erstarrung der basischen Schale (im wesentlichen dadurch bedingt, daß durch den Ozeanboden, der durch Einschmelzung von unten her noch dünner geworden ist, mehr Wärme abströmt, als durch den radioaktiven Zerfall neu gebildet wird) führt zu seitlichem Druck, der Gebirgsbildung veranlaßt.

Ein derartiger Zyklus umfaßt etwa 30 (vielleicht auch 50) Millionen Jahre. Dabei sind aber die noch tiefer liegenden Erdschalen nicht berücksichtigt. Ihr Gehalt an radioaktiven Substanzen ist geringer als in den äußeren Schalen, die Schmelztemperatur wohl höher. In der Zeit, wo die äußeren basischen Zonen mehrmals schmelzen und wieder erstarren, wird sich in der größeren Tiefe nur ein Zyklus abwickeln. Kommt die Schmelzung einer oberen basischen Schale mit der einer tiefer gelegenen geologisch gleichzeitig zur Auswirkung, so werden die Erscheinungen viel gewaltiger sein, als wenn nur die eine Schale zur Schmelzung kommt. Die kaledonische, die herzynische und alpine Faltung können so ihre Erklärung finden.

Eines ist sicher! Wegen der Wärme, die von den radioaktiven Stoffen im Erdinnern fortwährend entwickelt wird, hat sich die Erde viel rascher abgekühlt, als dies ohne die Atomzertrümmerung möglich gewesen wäre; seit der Bildung der ersten starren Oberflächenkruste sind also viel mehr Millionen Jahre verstrichen, als ursprünglich an-

genommen wurde, wo man die Radioaktivität noch nicht in Rechnung stellte.

4. Die radioaktiven Vorgänge erlauben uns auch, die Dauer der verschiedenen geologischen Epochen abzuschätzen. Im Laufe von kontrollierbaren Zeiträumen entsteht aus Uranium oder Thorium stabiles Blei. Je größer die ursprünglich vorhandene Menge dieser Stoffe ist, um so größer ist auch die zu einer gegebenen Zeit gebildete Menge Blei. Die Bildungszeit ergibt sich aus dem Verhältnis der vorhandenen Bleimenge zu der gleichzeitig vorhandenen Menge Uranium und Thorium (Bleiverhältnis). Bröggeritkristalle aus Pegmatitgängen von Raade und Moß (Norwegen) zeigen nun merkwürdige Werte. Das Bleiverhältnis schwankt zwischen 0,112 und 0,149. Das bedeutet, daß die Mineralbildung sich auf eine Dauer von mindestens 220 Mill. Jahre erstreckt. Aber nicht kontinuierlich, sondern so, daß Häufungswerte Zwischenzeiten von je etwa 35 Mill. Jahren entsprechen! Das führt zunächst zu der oben genannten Zeitdauer eines einfachen Schmelzungszyklus, zeigt anderseits aber auch, daß die Kristalle unmöglich alle im Pegmatitgang gebildet wurden, sondern z. T. wenigstens dorthin verbracht wurden, nachdem sie im tiefen Schoß der Erde früher entstanden waren. Sind die jüngsten Bröggerite an Ort und Stelle gebildet worden, so liegt das Mittelkambrium, dem die Gänge von Raade und Moß angehören, um etwa 700 Millionen Jahre zurück. Afrikanische Funde von Pechblende lieferten als Bleiverhältnis Zahlen, die um 0,08 herum liegen. Da sie dem ausgehenden Präkambrium zugerechnet werden, würde dies vor etwa 500 Millionen Jahre zu Ende gegangen sein. Ulrichite aus Süd-Dakota (Algonkium) haben ein Alter von 1400 Millionen Jahren.

Als letzter sprach Herr Dr. med. Rob. Stäger, Bern, unser verdiente Mitarbeiter, über:

„Tierpsychologisches auf Grund von Experimenten am Ameisenlöwen."

Was man schlechthin Ameisenlöwe nennt, ist die Larve eines libellenartigen Insekts, das, zu den Neuropteren oder Netzflüglern gehörend, nicht am Wasser, sondern an milden Sommerabenden auf dem Lande fliegt und daher auch unter dem Namen „Landlibelle" geht.

Der Ameisenlöwe war schon sehr lange, besonders wegen seinen kunstvollen Trichtern, die er zum Fang anderer Insekten im losen Sande errichtet, und der mit dem Insektenfang einhergehenden Erscheinungen, ein beliebtes Studienobjekt. Die alten Forscher (besonders Rösel v. Rosenhof und Réaumur) schrieben ihm wahre Intelligenz zu. Dieser anthropomorphisierenden Anschauung trat vor einigen Jahren der als Biologe bedeutsame Prof. Franz Doflein entgegen und kam in seiner 138 Seiten zählenden Abhandlung „Der Ameisenlöwe, eine biologische, tierpsychologische und reflexbiologische Untersuchung", zu dem überraschenden Schluß, die Larve sei weiter nichts als eine Reflex-Maschine, ein Automat, bei dem auch nicht die Spur eines Psychischen zu finden sei. Ein Reflex erfolgt bekanntlich infolge eines peripheren Reizes und besteht z. B. in der Zusammenziehung (Kontraktion) von Muskeln, wodurch eine entsprechende Bewegung stattfindet. Der Ameisenlöwe bestreitet noch Doflein mit drei Haupt- und Grundreflexen sein ganzes Leben.

Der Referent beweist anhand von Beobachtungen und Experimenten, die er mit dem Ameisenlöwen vorgenommen, daß die Schlußfolgerungen Dofleis durchaus falsch sind. Stäger bestreitet nicht das Vorhandensein der betr. Reflexe, wohl aber deren Alleinherrschaft. Ein Automat arbeitet nur eindeutig, immer gleich. Das ist beim Ameisenlöwen nicht der Fall. Vielmehr ändert dieser seine Handlungen ab, er variiert sie je nach Bedürfnis, mit andern Worten: er steht über seinen Reflexen und verwendet sie wie und wo er will, je nachdem die Bedürfnisse sie erheischen. (Das wird an Experimenten nachgewiesen). Sein Verhalten z. Beispiel demjenigen der Jagdbeute anpassen, seine Stellung im Nu zweckdienlich verändern, wenn die Umstände es erfordern, das ist nicht mehr Reflex, das greift in das Gebiet psychischer Plastizität, die schließlich auf der Bildung neuer Assoziationsverbindungen beruht. Und zu solchen Funktionen ist der Ameisenlöwe durchaus fähig. Die Reflexe werden nicht unterdrückt, aber durch die Oberleitung eines psychischen Prinzips einem Endzweck dienstbar gemacht.

Mit dem Nachweis dieses psychischen Vermögens steht der Referent von der alten, von der Wissenschaft längst abgetanen anthropomorphistischen Auffassung des Tieres ebensoweit entfernt wie von der rein reflextheoretischen, mechanistischen Theorie. Dem Redner bedeutet das Tier weder eine Maschine noch ein mit Einsicht und Schlußvermögen begabtes Wesen, wohl aber ein Wesen, das mit sinnlichem Strebe- und Begehrungsvermögen, sowie mit mnemischen Fakultäten ausgestattet ist.

15. Jahrgang. Nr. 8 28. November 1929

Mittelschule

Beilage zur „Schweizer-Schule“

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

Inhalt: † Prof. Dr. P. Emmanuel Scherer, O. S. B. — Wilhelm Hofmeister.

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

1876—1929.

Mehr als ein Monat ist vergangen seit dem Hingang Pater Emmanuels, aber wer ihn gekannt hat, fühlt das Unersetzliche dieses Verlustes nur noch mehr. Liegt darin nicht ein Beweis für den Wert des seltenen Mannes, der groß war als Gelehrter und Schulmann, als Mensch und Mönch, als Freund und Berater, aber zugleich ein tiefer Trost für alle, die ihn schätzten? Eben da er in der Fülle seines Schaffens starb, geschwellt von Arbeitsdrang und Zukunftsplänen, prägt er uns sein Andenken umso tiefer in die Seele. Und dies Andenken bedeutet nicht bloß die kostbare Erinnerung an einen edlen Menschen, sondern auch die Verpflichtung, zu arbeiten und vorwärts zu streben, wie er es tat, und edel zu werden, wie er war. Wenn es die Alten als eine Göttergabe bezeichneten, jung sterben zu können, so dürfen wir es noch mehr als Gottesgabe betrachten, sterben zu dürfen in voller Manneskraft, mitten in reicher Ernte. Der sel. Pater Emmanuel hat nicht bloß selbst Großes geleistet im Leben, er wird auch fortwirken im Streben vieler Freunde. Darin liegt ein schönes Los, eine Art Unsterblichkeit auf Erden. So sei es zum Ansporn zu unverdrossener Arbeit im Dienste Gottes und der Menschen getan, wenn wir dem lieben Toten ein paar Zeilen dankbarer Erinnerung widmen.

P. Emmanuels Lebenslauf war einfach und schlicht wie sein Charakter. Als Sohn eines ausgezeichneten Luzerner Lehrers am 16. Jänner 1876 in Flühli (Entlebuch) geboren, nahm er von seinem edlen Vater, an dem er zeitlebens in tiefer Pietät hing, eine glänzende Anlage für das Lehramt mit. Der frischgeweckte Knabe kam früh an die Kantonsschule in Sarnen, wo er durch Begabung und Fleiß Aufsehen erregte. Sein Reifezeugnis weist überall die beste Note auf, nur in Mathematik mußte er sich mit der zweiten begnügen. Der Abiturient trat mit 20 Jahren in das Benediktinerkloster Muri-Gries, dessen Mönche die Kantonsschule in Sarnen leiten, und oblag im Stift auch den theologischen Studien. Nachdem er am 25. Juni 1899 zum Priester geweiht worden war, sandten ihn seine Obern an die Universität Innsbruck, wo er sich unter Cathrein, Heinricher und Heider gründliche Kenntnisse in der Naturwissenschaft erwarb. Er vollendete seine Studien in Freiburg (Schweiz). Hier fand er in Westermaier einen ausgezeichneten Führer, der ihn in die anatomisch-physiologische Betrachtungsweise einführte. Sie wurde von Nägeli und seinem Schüler Schwendener begründet und besteht darin, daß nicht bloß Bau und Art der einzelnen Pflanzenzellen beschrieben werden, sondern auch nach ihrer physiologischen Bedeutung geforscht wird. Schwendener entdeckte die wunderbare Harmonie zwischen Bau und Funktion der einzelnen Zellen, nahm aber diese Zweckmäßigkeit als etwas Gegebenes hin, ohne ihr nachzuspüren. Darüber hinaus führte Westermaier den dankbaren Schüler zur weisen Schöpferhand, die jene Harmonie in die Natur bis zur letzten Zelle legte. Die Stunden, die Pater Emmanuel in regem Gedankenaustausch mit diesem unvergeßlichen Lehrer verbrachte, rechnete er „zu den schönsten und tiefsten Erinnerungen seines Lebens“. Er hat noch unlängst dem 1903 verstorbenen Gelehrten ein schönes Denkmal seiner Pietät gesetzt (Mittelschule 1929). Dabei entwickelte er im Anschluß an Westermaier die Frage nach dem Verhältnis von Glauben und Wissen, ob ein Katholik, der als „Dogmatiker“ die Natur bereits mit einer „fertigen“ Weltanschauung durchforscht, überhaupt Naturforscher im modernen Sinne sein könne. Pater Emmanuel war

sicher ein Forscher von peinlicher Gewissenhaftigkeit, als Mensch wie Gelehrter erhaben über konfessionelle oder politische Schranken, er verbannte alles Hohle und Halbe, wo immer er es traf, und wir irren kaum, wenn wir sagen, daß es in der Schweiz wenig so wahrhaft freie und unabhängige Geister gab, aber er machte ebensowenig ein Hehl aus seiner Ueberzeugung wie Westermaier, der von seiner Naturbetrachtung sagt: „Meine allgemeine Weltanschauung weist der Naturbetrachtung einen so hohen Platz an, wie kein auf anderer Basis stehender Naturforscher ihn erhabener finden könnte. Worin hat die Erhabenheit und der unergründliche, durch Jahrhunderte sich erhaltende Reiz der Naturforschung eigentlich seinen Grund? Darin, daß der menschliche Geist befähigt ist, in die Fundgrube göttlicher Gedanken einzudringen und der übrigen Menschheit einige Schriftzüge, in denen solche Gedanken ausgedrückt sind, zu entziffern. Jeder, der Naturforschung treibt, hat nicht nur die Möglichkeit, sondern es ist eine Notwendigkeit für ihn, wenigstens stückweise in der unendlichen Gedankenreihe des Schöpfers sich zu bewegen." Eine anziehende Schilderung der Frutt, wo sich Pater Emmanuel gleich vielen Naturfreunden ungemein wohl fühlte in Mitte der lieblichen Seen, der wildzerklüfteten Schratten, der ergreifenden Gebirgswelt und dem unvergleichlichen Blütenteppich des Frühsommers, beschließt er: „Und schwinden die Menschen und ihre Werke, so empfinden wir umso stärker die Gottesnähe. Mit freudigem Danke schauen wir auf zu dem großen Herrn all dieser Herrlichkeit, die nur der Saum seines Kleides und ein äußerer Abglanz seines Wesens ist".

Kurz nach Westermaiers Tode promovierte Pater Emmanuel in Freiburg mit der Dissertation „Studien über Gefäßbündeltypen und Gefäßformen", worin er die neuen Forschungsmethode mit Geschick auf das Leitungssystem der Pflanzen anwandte und zu feinsinnigen Beobachtungen verwertete. Noch im Jahre 1903 kam er dann als Lehrer der Naturgeschichte an die Kantonsschule in Sarnen, wo er bis zu seinem Tode mit Hingabe all seiner Kräfte wirkte.

Schon auf der Universität hatte er sich auf zahlreichen Exkursionen eine sorgfältige Kenntnis der Natur erworben und bis in sein letztes Jahr blieb es ihm eine Freude, mit dem Rucksack die Berge der Schweiz zu durchstreifen nach seltenen Pflanzen und Mineralien. Das Ergebnis dieser Ausflüge verwahrt das Naturalienkabinett in Sarnen, das er um zahllose Gegenstände bereicherte und das er nach dem Urteil der Fachleute zu einem mustergültigen Museum umgestaltete. Namentlich besaß Pater Emmanuel eine hervorragende Pflanzenkenntnis und legte mit größter Sorgfalt umfangreiche Herbarien an. Leider kam er nicht dazu, die Flora der ihm so wohlvertrauten Frutt und jene Obwaldens, die zu bearbeiten einer seiner Lieblingspläne war, zu vollenden. Doch hat er in einer langen Reihe kleiner und größerer Arbeiten sein Geschick bewiesen, mit den einfachsten Mitteln Neues zu finden und im Sinne Schwendeners eine Anzahl scheinbar unzweckmäßiger Bildungen einleuchtend zu deuten. Heinricher hatte ihn in die Pflanzenbiologie eingeführt und ihm auch das Gebiet der grünen Halbschmarotzer vertraut gemacht. Darüber hielt Pater Emmanuel im Winter 1918 in der Luzerner Naturforschenden Gesellschaft einen vielbeachteten Vortrag „Vom Halbparasitismus zum Ganzparasitismus" (Vgl. Mittelschule 1919). Namentlich interessierte er sich für Blütenbiologie. Von seinen Arbeiten darüber seien erwähnt „Studien über die Blütenbiologie von Polygala chamaebuxus, zugleich ein Beitrag zur Psychologie der Honigbiene" (Mittelschule 1917), „Insektenbesuch auf Windblüten", „Ein Fall von Copula inter mares bei Gonepteryx rhamni". Diese Studien führten ihn von selbst zu dem genialen Gregor Mendel, mit dessen Vererbungslehre er sich ebenfalls in einer Reihe von fesselnden Aufsätzen beschäftigte (Aar 1911/12). In der „Mittelschule" finden sich auch einige seiner zoologischen Abhandlungen, wie „Zur Lebensgeschichte der Kreuzotter in den Alpen" (1916), „Aus dem Leben der Weinbergschnecke" (1916).

Diese paar Proben von Arbeiten mögen genügen, um zu zeigen, daß sich Pater Emmanuel in allen naturgeschichtlichen Disziplinen auf der Höhe der modernen Forschung zu halten wußte, trotz starker Belastung durch Schulstunden, trotz emsiger Arbeiten auf anderen Gebieten und trotz der ungünstigen Lage seines Heimes. Er wußte durch gewissenhafte Zeitausnützung und durch eine bewundernswerte Ordnungsliebe aus den kargen Viertelstunden das Größtmögliche herauszuschlagen und verstand es, durch Verkehr mit führenden Naturwissenschaftlern sich mit den modernsten Errungenschaften vertraut zu machen. Das beweisen auch die vielen, ebenso pietätvollen wie sachkundigen Nekrologe oder Lebensskizzen, die er verstorbenen Forschern widmete.

Aber das weite Gebiet der Naturwissenschaften genügte Pater Emmanuel keineswegs. Er offenbarte eine universale Bildung, wie sie sich heutzutage selten einer aneignen kann, bediente zahlreiche Zeitschriften und Zeitungen mit gediegenen wissenschaftlichen Aufsätzen über Fragen der deutschen Literatur, der Kunst, Archäologie, Geschichte und Prähistorie, und war überall alles eher als Dilettant. Sein Sinn ging stets auf Qualitätsarbeit. In geschichtlichen Fragen war er der unzertrennliche Mitarbeiter Robert Durrers, der ihn selbst als eigentlichen Mitarbeiter seiner großen

Werke über Bruder Klaus und die päpstliche Schweizergarde bezeichnet hat. Hand in Hand mit dieser jahrelangen, aufopfernden Hingabe an Freundesarbeiten läuft eine große Zahl von Abhandlungen über den Seligen von Ranft und seine Heiligtümer, zuletzt die Ausgabe des ältesten Bruder Klausen-Spieles von J. Gretser (1928). Darüber hinaus veröffentlichte er aus dem Stiftsarchiv Gries eine Reihe wertvoller Briefe und Akten, meist in der Beilage zum Jahresbericht der Kantonsschule, so 1914 und 1915 die Briefe Karl Ludwig von Hallers an David und Friedrich von Hurter, 1923/25 die ebenfalls wertvollen Briefe des Sonderbundführers Konstantin Siegwart-Müllers an Friedrich von Hurter. Ebenso entfaltete er als Rezensent eine rege Tätigkeit, namentlich als feinfühliger Beurteiler literarischer Neuerscheinungen, meist im „Vaterland" und in der „Schweizer Rundschau". Seinem Mitbruder Pater Leo Fischer widmete er eine umfangreiche Biographie (Sarner Programm 1906/7). Die vorzüglichen geographischen Kentnisse verwertete er bei der Edition alter Reiseberichte; zwei übersetzte er aus dem Englischen, eine Schilderung Unterwaldens aus dem 18. Jahrhundert von W. Coxe und die Schweizereindrücke der Miß Helen M. Williams.

Pater Emmanuels Hauptarbeitsfeld war jedoch die Prähistorie. Darin war er weit über die Grenzen der Schweiz als der beste Kenner der Urgeschichte der Innerschweiz eine anerkannte Autorität. Seine ausgezeichnete naturwissenschaftliche Schulung gab ihm eine sichere Grundlage und bewahrte ihn vor der früher übel verrufenen, teilweise heute noch wirkenden Hypothesenwillkür der Prähistoriker. Ihrer Methode nach schließt sich die Urgeschichte eng an die Naturwissenschaft an und Pater Emmanuel behandelte sie daher konsequent im Anschluß an die Geologie. 1909—10 veröffentlichte er als Beilage zum Programm die „Beiträge zur Kenntnis der Urgeschichte der Urschweiz", die im ersten Teil Unterwalden mit 39 Denkmälern, im zweiten Schwyz mit 53 und Uri mit 12 Funden behandelte. Die fleißige und zuverlässige Arbeit lenkte die allgemeine Aufmerksamkeit auf den bescheidenen Mönch, der daher als der berufene Mann erschien, selbst prähistorische Schürfungen zu leiten, als 1913 ein Zufall zur Entdeckung römischer Mauerreste bei Alpnach führte. Pater Emmanuel zeigte sich als glänzenden Organisator und fand im Frühjahr 1914 die erste Spur einer römischen Besiedlung der Urschweiz: eine römische Villa mit zahlreichen Fundstücken, die seither einen wertvollen Bestand des Sarner Museums bilden. Durch seine ausgedehnten Beziehungen verstand es Pater Emmanuel aber auch, für die Kantonsschule eine mustergültige prähistorische Samlung zusammenzubringen. 1916 erschien reich illustriert und in gewohnter Gründlichkeit das Werk „Die vorgeschichtlichen und frühgeschichtlichen Altertümer der Urschweiz", worin die Ergebnisse der Ausgrabungen von Alpnach bekannt gegeben und mit den übrigen Funden in Zusammenhang gebracht wurden. Seit 1916 beschäftigte sich Pater Emmanuel mit Ausgrabungen auf der Höhensiedlung Baarburg, wo er auf alamannisch-fränkische Funde stieß, die er in der kritischen Studie „Zur Frühgeschichte von Baar" (1920) bearbeitete. 1920 bis 23 folgten „Die urgeschichtlichen und frühgeschichtlichen Altertümer des Kantons Zug" (Anzeiger für Schweiz. Altertumskunde XXII, XXIV. XXV.). Darüber hatte er seinen Heimatkanton Luzern nicht vergessen, sondern auch ihm zahlreiche Untersuchungen gewidmet. Sein Ziel war auch hier, den urgeschichtlichen Gesamtbestand des Kantons zu erfassen. Er war gerade daran, sein umfangreiches, seit Jahren gesammeltes Material zu einer Darstellung der Luzerner Urgeschichte zu verarbeiten, als der Tod plötzlich der emsigen Hand die Feder entriß. Immerhin ist auch hier seine Leistung staunenswert. Es liegt vor eine Anzahl von Arbeiten über die Funde in Sursee, dazu eine ausgezeichnete Studie über Moor- und Seesiedlungen. Mit Eifer hatte er sich dann auf die schwierigen Probleme geworfen, die die Funde im Wauwiler Moos stellten. Gestützt auf eigene Forschungen und die Ausgrabungen Meyers und die Vorarbeiten Heierlis legte er 1924 in einem starken Bande die Resultate langjähriger Untersuchungen nieder im Werke „Die neolithischen Pfahlbauten im Gebiete des ehemaligen Wauwilersees" (Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Luzern). Die von Pater Emmanuel mitredigierte Durrer-Festschrift (Stans 1928) brachte aus seiner Feder „Beiträge zur Kenntnis der Urgeschichte des Kantons Luzern" und eine Abhandlung im Historisch-Biographischen Lexikon der Schweiz gab eine erste Zusammenfassung der Luzerner Urgeschichte. Gleichzeitig war der Unermüdliche bestrebt, Verständnis für geistiges Streben überhaupt in weiten Kreisen zu wecken. Er war ein gern gehörter Redner, der im scheinbar trockensten Thema zu fesseln verstand. Literarische, historische und naturwissenschaftliche Fragen behandelte er mit gleicher Meisterschaft. Vor allen aber war er wie wenige der geeignete Mann, den Sinn für Urgeschichte in das Volk zu tragen, in ihr einen wesentlichen Bestandteil der Heimatforschung sehen zu lehren. Manche dieser Vorträge liegen gedruckt vor, so „Bedeutung und nächste Ziele der Urgeschichtsforschung" (1911), „Zur Einführung in die Urgeschichte" (1914), „Zur Geschichte der Schweiz. Urgeschichtsforschung" (1921), „Die Anfänge der Bodenforschung im Kanton Luzern" (Geschichts-

freund LXXVI.), „Was ist Urgeschichte?" (1928).

Pater Emmanuel verstand es, ebenso gut mit Arbeitern und Bauern wie mit Hohen Herren zu verkehren und er war hier wie dort angesehen und beliebt. Seit Gründung der Schweizerischen Gesellschaft für Urgeschichte (1909) war er Mitglied und ein eifriger Mitarbeiter an ihren Jahresberichten, 1915—25 hochgeschätztes Vorstandsmitglied und eine Zeit lang Vizepräsident. Ebenso übte er als Mitglied der Naturforschenden Gesellschaft des Kantons Luzern einen entscheidenden Einfluß in der prähistorischen Kommission aus. In seiner zweiten Heimat war er der wichtigste Anreger und Ratgeber in allen wissenschaftlichen Fragen.

Damit ist Pater Emmanuels ebenso vielseitige als intensive wissenschaftliche Tätigkeit nicht gebührend gewürdigt, wenn es überhaupt möglich ist, sie richtig einzuschätzen, da der selbstlose Mönch einen großen Teil seiner Mußestunden für die Arbeiten anderer zur Verfügung stellte, monatelang fremde Korrekturbögen las und für andere Akten exzerpierte. Den Hauptteil seiner Arbeitszeit aber nahmen neben den religiösen Uebungen Schule und Unterricht weg. Auch hier stellte Pater Emmanuel seinen Mann wie nur irgend einer. Er besaß ja eine glänzende Lehrgabe, beherrschte mit seltener Gewandtheit und Korrektheit mündlichen und schriftlichen Ausdruck, so daß er spielend unterrichten konnte. Trotzdem bereitete er sich bis an sein Ende gewissenhaft auf jede Schulstunde vor. Eine Fülle von Heften, in denen er seine Vorträge zusammenschrieb, Stoffeinteilung und Erfolg fortschreitend buchte, gibt Zeugnis von seinem immensen Fleiß. Für jedes Fach, das er lehrte — Naturgeschichte, Geographie, Urgeschichte, deutsche Literatur, Aesthetik, Italienisch und Englisch — sammelte er sich eine ausgedehnte Handbibliothek, die nur Wertvolles enthält.

Pater Emmanuel beherrschte den Lehrstoff in souveräner Weise. Darum konnte er Wesentliches von Unbedeutendem scheiden, und seine hohe Kunst bestand in der Auswahl des dem jeweiligen Schülerhorizonte Zukömmlichen. Es war ein Genuß, an seinen Prüfungen teilzunehmen und zu sehen, wie er den Stoff auf klarem und kürzestem Wege mit den Buben erarbeitete. Obwohl ein guter Zeichner, hatte er noch als Lehrer einen Zeichenkurs besucht, um auch hierin Musterhaftes bieten zu können. Die Zeichnung spielte namentlich in seinem naturkundlichen Unterricht eine wichtige Rolle; dabei lehrte er die Schüler scharf beobachten und das Charakteristische herausheben, nachdem die unmittelbare Anschauung vorausgegangen war. Man muß die Arbeitshefte seiner schwachen Schüler durchblättern, um sich vom glänzenden Lehrerfolge zu überzeugen. Ein Feind pedantischen Drills und gedankenloser Nachsagerei, hielt er doch strengste Zucht und duldete Unordnung in keiner Form. Pater Emmanuel forderte ganze Arbeit, aber der Größenwahn des Fachsimplers war ihm fern und er überbürdete keine Klasse, wie er bestrebt war, alle Schüler gerecht zu behandeln. Scharfe Wiedergabe des Geschauten in Wort und Zeichnung, selbständiges Denken und Suchen, ehrliche Sachlichkeit waren die Ziele seiner Methode, die wirksam war, weil er ihre reifen Früchte an sich selbst offenbarte. Er war durch seine Persönlichkeit ein Lehrer, der seinen Schülern nicht bloß Wissensstoff, sondern auch idealen Sinn und geistiges Streben vermittelte, der durch seine gewissenhafte Ordnungsliebe, seinen schlichten geraden Charakter und die unbedingte Sachlichkeit seines Lebens auch eminent erzieherisch wirkte.

Pater Emmanuel war einer jener seltenen Menschen, die, frei von Phrase und Schein, überall der Sache um ihrer selbst willen dienen. Aus diesem Grundzug seines Wesens stammte die rührende Bescheidenheit, die selbstlose Art seines gelehrten Schaffens, ferner die tiefe Pietät gegen alle Männer, die er dem Hohen und Idealen dienen sah. In den zahlreichen Biographien, die er für Mitbrüder, für seine Lehrer oder für Männer der Wissenschaft schrieb, zeigt sich dieser Zug stets ungezwungen. Der strenge Ordensmann, der gegen Hohles und Unwahres scharfe Worte finden konnte, war voll Ehrfurcht, wo er echte Größe, echte Frömmigkeit, echtes Streben sah. Er war aufrichtig dankbar für den geringsten Dienst und treu in seiner Dankbarkeit. Und echte Dankbarkeit ist immer Größe. Von einer gewissen Schroffe gegen halbe oder materielle Naturen, bemühte er sich mit Energie und Erfolg, sein Urteil zu mäßigen und das lautere Gold, das verborgen in seiner Seele lag, zu offenbaren. Nicht jedem war es gegeben, die seltenen Vorzüge des schlichten Mönches zu erkennen, aber wer durch die mitunter herbe Außenseite durchdrang, fand vornehme Güte gepaart mit hohem Ernst, die stille Größe eines sittlich reinen Charakters, und einen tief religiösen Zug, von dem eine größere Werbekraft ausging als von einem Dutzend Devotionalien-Virtuosen. Seine vielen Freunde hingen mit seltener Verehrung an ihm. In ihrem Kreise offenbarte sich die beglückende Güte seines Wesens, sein warmes Herz für die Schwächsten. „Man könnte glauben" — äußerte sich, von Pater Emmanuels Güte gerührt, das Söhnchen eines bekannten Schweizer Botanikers — „wir hätten dem Herrn Pater das Leben gerettet." Vielleicht offenbart dies Kindeswort besser als die vielen glänzenden Nachrufe und die zahlreichen Beileidbriefe den wahren Kern des großen Gelehrten. Diesem Kindeswort fügen wir bei die Zeilen eines schlichten Ordensbruders:

„Der sel. Pater Emmanuel imponierte mir zu Lebzeiten deshalb so gewaltig, weil er trotz seiner bedeutenden Gelehrsamkeit gegen uns Laienbrüder stets so freundlich und demütig war; für jeden aus uns hatte er ein freundliches Wort, ein gütiges Lächeln."

Sein Leben war köstlich, denn es war reich an Arbeit und Mühen um ein köstlich Ding. Und es war eine Apologie. Alle die vielen, die den vornehmen, innerlichen Mönch erfüllt sahen von dem unstillbaren Drang nach echtem Wissen und wahrem Fortschritt, mußten anerkennen, daß Kirche und Kultur nicht bloß in fernen, verschwundenen Tagen eine untrennbare Einheit gebildet hatten, sondern daß in den besten Söhnen der hl. Kirche auch heute noch diese Einheit unzerstörbar lebt.

„Wer das Glück hatte", schreibt Prof. Dr. Ursprung, „diesem seltenen Manne zu begegnen, mußte ihn schätzen, bewundern und lieben, und wer ihn gar zu seinen Freunden zählen durfte, hütete diese Beziehungen wie ein kostbares Kleinod."

Unsere Seele ist in diesen Tagen voll von dem herrlichen Trostwort: Ich glaube an die Gemeinschaft aller Heiligen. Wenn uns der Verstorbene in diesem kärglichen Leben ein Freund und Helfer war, im ewigen Leben ist er uns ungleich mehr. Möge sein Andenken in unserem starken Streben nach den reinen Idealen des Wahren, Guten und Schönen weiterwirken. B. W.

Wilhelm Hofmeister (1824 – 1877)

Zur Erinnerung an einen großen Botaniker.

Von Dr. P. Emmanuel Scherer O. S. B. (Schluß.)

Zur Aufdeckung der Zusammenhänge war es sehr schwierig, die Fortpflanzungsverhältnisse bei den Gefäßkryptogamen mit zweierlei Sporen (heterospore Pteridophyten) aufzuhellen. Man wußte zu Ende des 18. Jahrhunderts, daß von den beiderlei Sporen nur die Makrosporen Keimpflanzen liefern. Ferner war durch den Italiener Pietro Savi festgestellt worden, daß aus den Makrosporen von Salvinia natans (Wasserfarn) nur dann Keimpflanzen hervorgehen, wenn die Mikrosporen mit ausgestreut werden. Schleiden brachte mit seiner unrichtigen Befruchtungstheorie auch in diese Dinge neue Verwirrung, bis Hofmeister die Verhältnisse klar erkannte und darstellte.

Die Mikrosporen bilden Prothallien mit Antheridien, die Makrosporen solche mit Archegonien. Diese Erkenntnis baute die Brücke zur Deutung der Fortpflanzungserscheinungen bei den Gymnospermen oder Nacktsamigen (Nadelhölzer und Verwandte). Und das ist die größte und unvergänglichste Entdeckung Hofmeisters, daß auch die Koniferen und damit die Samenpflanzen überhaupt ebenfalls einen Generationswechsel besitzen.

Schon zu Anfang des XIX. Jahrhunderts hatten Targioni-Tozetti und dann Robert Brown die Koniferen als nacktsamige Pflanzen bezeichnet, d. h. festgestellt, daß ihre Samenanlagen nicht wie Phanerogamen in einem Gehäuse eingeschlossen sind (darum Angiospermen genannt, Bedecktsamige), sondern frei, nackt daliegen. Deshalb fehlt auch eine Narbe; der Blütenstaub gelangt auf die Spitze der Samenanlage selbst. Auch der innere Aufbau war bereits als verschieden von jenem der Phanerogamenblüte erkannt worden, aber die richtige Deutung stand noch aus. Bereits 1849 wies Hofmeister in einem Aufsatze der Botanischen Zeitung, „Ueber die Fruchtbildung und Keimung der höheren Kryptogamen" auf Parallelen zu den Koniferen hin, und sagte geradezu, daß die Verhältnisse der Koniferen weit mehr etwa an jene von Salvinia erinnern als an die primitivsten Phanerogamen.

Hofmeister erkannte im Embryosack der Gymnospermen die Archegonien und das Endosperm als ein nicht mehr selbständiges Prothallium. Die Samenbildung klärte sich also dahin ab, daß die Makrospore aus dem Makrosporangium nicht mehr austritt, sondern in ihm keimt. Dann können die Mikrosporen nur in den Pollenkörnern zu suchen sein. Die Befruchtung muß freilich anders erfolgen als bei den verschiedensporigen Gefäß-Kryptogamen. Die Mikrosporen (Pollenkörner) bilden den Pollenschlauch, der wie ein Pilzfaden zu den Archegonien vordringt. Hofmeister sprach die Vermutung aus, daß bei den Gymnospermen im Innern der Pollenschläuche bewegliche Spermatozoen vorkämen, diese Voraussage ist später in überraschender Weise bestätigt worden. Es sind heute drei nacktsamige Pflanzen mit beweglichen Spermatozoiden bekannt: Gingko biloba, Cycas revoluta und Zamia integrifolia.

Aber auch bei den Phanerogamen besteht ein Gnerationswechsel: Die ins Auge fallende Pflanze, mit Stengel oder Stamm und Blättern, ist der Sporophyt, die ungeschlechtliche Generation. Nicht losgelöst von ihr enthält sie in den Blüten die Geschlechtsgeneration; die Pollenkörner oder Mikrosporen liefern ein reduziertes Prothallium mit der männlichen Geschlechtszelle. In den Samenanlagen haben wir das Analogon zu den Makrosporen; der Embryosack ist das reduzierte Prothallium mit der Eizelle. Wir finden also von den Moosen bis zu den Phanerogamen einschließlich einen Gene-

rationswechsel, d. h. ene rhythmische Aufeinanderfolge geschlechtlich und ungeschlechtlich erzeugter Generationen.

Die Bedeutung dieser Entdeckungen Hofmeisters kann kaum hoch genug eingeschätzt werden. „Die Moose, Farne und die ihnen verwandten Pflanzen", urteilt Goebel, „werden nicht mehr in das Schema gezwängt, das man den Samenpflanzen entnommen hatte. Wir sehen vielmehr zwischen ihnen einen klaren Zusammenhang und können verstehen, wie die Samenbildung zustande kam. Wir suchen die Entwicklungsgeschichte der niedern Pflanzen nicht mehr nach der der höhern zu deuten, sondern umgekehrt, die erstere gibt uns den Schlüssel zum Verständnis der letztern."

Ich kann mir nicht versagen, hier auch noch das Urteil von Sachs in seiner Geschichte der Botanik über Hofmeisters Entdeckungen anzuführen: „Das Ergebnis dieser vergleichenden Untersuchungen war ein so großartiges, wie es auf dem Gebiete der deskriptiven Botanik nicht zum zweiten Male vorgekommen ist; das Verdienstliche zahlreicher, wertvoller Einzelheiten, welche auf die verschiedensten Fragen der Zellentheorie und Morphologie neues Licht warfen, verschwand gegen den Glanz des großen Gesamtergebnisses, welches bei der Klarheit der Einzeldarstellung dem Leser dieses Werkes schon einleuchtete, noch bevor er die wenigen Worte am Schlusse las, die in schlichter Weise die Resultate zusammenfaßten. Dieses jedoch selbst in kurzen Worten in seiner ganzen Bedeutung für die Botanik zu charakterisieren ist sehr schwer; die Vorstellung von dem, was die Entwicklung einer Pflanze bedeutet, war plötzlich eine ganz neue geworden; die innere Verwandtschaft so außerordentlich verschiedener Organismen, wie der Lebermoose, Laubmoose, Farne, Equiseten, Rhizokarpen, Selaginellen, Koniferen, Monokotylen und Dikotylen ließ sich mit einer Durchsichtigkeit der Verhältnisse überblicken, von der die bisherige Systematik nicht die entfernteste Vorstellung geben konnte . . . Die Veränderungen, welche der Generationswechsel von den Muszineen aufwärts bis zu den Phanerogamen durchläuft, waren womöglich noch überraschender als der Generationswechsel selbst."

Goebel bemerkt zu diesen Darlegungen von Sachs man dürfe dabei nicht vergessen, daß sie aus einer Zeit stammen, in der eine jugendliche Begeisterung für den Darwinismus und die Deszendenztheorie herrschte.[1]) Man hat, wie nicht anders zu erwarten, Hofmeisters Entdeckung im Sinne der Deszendenztheorie ausgewertet, obgleich Hofmeister keineswegs diesen Standpunkt vertrat, und seine großartige Entdeckung nirgends im Sinne eines genetischen Zusammenhanges zwischen den jetztlebenden Kryptogamen und Phanerogamen ausdeutet. Diesen Standpunkt Hofmeisters hat nämlich auch M. Westermaier nachdrücklich vertreten. Man vergleiche dazu sein auch heute noch, mehr als dreißig Jahre nach seinem Erscheinen, wertvolles Kompendium der allgemeinen Botanik.[2]).

Von größtem Interesse in dieser Frage ist das Urteil Goebels, der seit mehr als einem halben Jahrhundert die glänzende Entwicklung der botanischen Wissenschaften an hervorragender Stelle miterlebt und selbst nicht geringe Leistungen dazu beigesteuert hat. „Die Sachs'sche Würdigung der vergleichenden Untersuchungen" sagte er, „gibt, so schön sie ist, doch ein allzustark von der damaligen Zeitströmung beeinflußtes Bild. Es darf deshalb hervorgehoben werden, daß es weder eine ‚phylogenetische Methode' gegeben hat oder gibt, noch daß die ‚Metamorphose' nur durch phylogenetische Hypothesen ihren einzig richtigen Sinn gewinnt. Hofmeister hat sie auch durchaus nicht phylogenetisch aufgefaßt. Auch die Kühnheit, mit der die Phylogenetiker ‚in ihrer Sünden Maienblüte' die Moose als Vorfahren der Farne, diese oder die Lycopodien als die Ahnen der Gymnospermen usw. betrachteten, ist längst einer kritischen Resignation gewichen. Die Entdeckung der Uebereinstimmung des Gesamtentwicklungsganges äußerlich so grundverschiedener Pflanzen, wie es z. B. Moose und Nadelhölzer zu sein scheinen, bleibt aber gleich bedeutungsvoll, wenn man sie auch nicht phylogenetisch umdeutet, jedenfalls, was die lebenden Pflanzenformen anbetrifft. Nichtsdestoweniger ist Hofmeisters Werk auch für die systematische Botanik von fundamentaler Bedeutung gewesen."

Es würde hier zu weit führen, ein anderes bevorzugtes und ebenfalls erfolgreich gepflegtes Arbeitsgebiet Hofmeisters, die Kausale Morphologie eingehend zu betrachten. Sie ist zu einem großen Teile seine Neuschöpfung, und seine Anregungen wirken noch bis heute fort. Kurz aber möge hier noch der Anteil angedeutet werden, der Hofmeister an dem mächtigen Aufschwung der Zellenlehre zukommt.

Schon oben war von den verwirrenden Ansichten über die Zellentstehung die Rede, die um die Mitte der vierziger Jahre herrschte, als Hofmeister auf den Plan trat. Der französische Botaniker Mirbel glaubte, die Zellen entständen aus Höhlen in einer homogenen Gallerte. Schleiden behauptete, daß sich um den Zellkern eine anfangs dichtanliegende Blase bilde, die sich nach und nach vergrößere und zur Zelle werde. In den Jahren 1844—46 stellte Nägeli dann die obersten Sätze seiner heute noch gültigen Zellenlehre auf und un-

[1]) Die Geschichte der Botanik von Sachs erschien 1875.

[2]) 1893 erschienen, bei Herder in Freiburg.

terschied die wandständige und freie Zellbildung. In seiner Erstlingsarbeit gelangte Hofmeister durch seine Beobachtungen am Embryo von Oenothera (Nachtkerze) zu der Auffassung, „daß der Kern der Mutterzelle in zwei zerfällt, daß um jeden der beiden Tochterkerne eine Hälfte des Zellinhaltes sich versammelt, und daß beide an ihrer ganzen Oberfläche Zellstoff absondern." Schon 1847 hat es also Hofmeister klar ausgesprochen, daß neue Zellen durch Teilung schon bestehender Mutterzellen entstehen. In seiner zweiten Arbeit „über die Entwicklungsgeschichte des Pollens" (1848) hat er die Zellteilungsvorgänge verfolgt und wohl alles gesehen, was man ohne Fixierung und Färbung beobachten kann. So weist er die Kernmembran nach, hat die Körnerplatte zwischen den beiden Tochterkernen gesehen und wahrscheinlich auch schon Chromosomen. Er beschreibt auch den Vorgang der Plasmolyse.

Als Hofmeister. 1868 sein berühmtes Buch: „Die Lehre von der Pflanzenzelle" veröffentlichte, konnte er fast überall auf Grund eigener Beobachtungen urteilen und begründen und sehr viel Neues von bleibendem Werte hinzufügen. Er ging in seiner Darstellung auch nicht aus von dem historischen Begriff der Zelle, wie ihn die Väter der Mikroskopie, Hook vor allen, geprägt hatten, und der nur die leeren Zellwände betraf, sondern vom Protoplasma, und zwar in der ungegliederten Gestaltung der Plasmodien der Schleimpilze. Goebel stellt auch fest, daß Hofmeister der erste war, der (1862) die Wichtigkeit der Kolloidforschung für die Biologie erkannte. Hugo v. Mohl, von dem das Wort „Protoplasma" stammt, hatte 1851 in seinen „Grundzügen der Anatomie und Physiologie der vegetabilischen Zelle" über das Protoplasma nur sehr dürftige Angaben machen können. Hofmeister hat diese Lücke ausgefüllt und besonders die physikalischen Eigenschaften des Protoplasma hervorgehoben und näher erörtert.

Noch in einer andern Hinsicht hat Hofmeister in die Zellenlehre glücklich eingegriffen. Die langsame Erkenntnis des Wesens der Zelle, das Vorhandensein einzelliger Pflanzen, veranlaßten einzelne Forscher, die Individualität der Zelle zu überschätzen. So sprach Schleiden in bedenklicher Weise von der „Selbständigkeit allen Zellenlebens, als leitende Maxime für die Physiologie". Hofmeister trat dieser Auffassung entgegen und bezeichnete den Körper der vielzelligen Pflanzen als ein zwar in Zellen gegliedertes aber doch einen Protoplasmakörper darstellendes Ganze, eine Definition, die noch heute zu Recht besteht. Seine Auffassung von der Einheitlichkeit des Protoplasmas in den vielzelligen pflanzlichen Gebilden wurde später durch den Nachweis der Plasmodesmen, jener die Zellwände durchsetzenden Protoplasmafäden, bekräftigt. Ebenso kennen wir ja längst die Plasmodien der Myxomyceten, die vielkernig sind, aber ohne Zellwände.

Es ist an der Zeit, uns dem äußern Lebenslaufe Hofmeisters wieder zuzuwenden. Sein Dasein gestaltete sich aufs glücklichste. Im Sommer 1845 bereiste er Bayern und Tirol, sammelte eifrig Pflanzen und unternahm sogar Gletscherwanderungen, trotz seiner Kurzsichtigkeit. Zwei Jahre später, 1847, gründete Hofmeister einen eigenen Hausstand, indem er sich mit Agnes Lurgenstein, der Freundin seiner einzigen Schwester verehelichte. Dieser glücklichen Verbindung entsproßten neun Kinder, von denen jedoch nur drei den Vater überleben sollten.

Die wissenschaftlichen Arbeiten Hofmeisters erregten zu Ende der vierziger Jahre in den botanischen Fachkreisen immer mehr Aufsehen und insbesondere Hugo v. Mohl kargte mit seiner Anerkennung nicht. 1851 ernannte die Universität Rostock Hofmeister zum Dr. phil. honoris causa. Von der Kgl. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig erhielt er die Ernennung zum ordentlichen Mitglied. Das Jahr 1853 führte Hofmeister auf einer Erholungsreise nach Berlin und dort trat er in persönliche Beziehungen zu einigen hervorragender Botanikern, so zu Alexander Braun, Pringsheim, F. Cohn. Auch einen seiner Hauptgegner, Schacht, den er in einem Briefe an seine Frau als sehr netten Mann bezeichnet, lernte er persönlich kennen. Er wurde überall mit größter Zuvorkommenheit und Hochachtung aufgenommen. Am Schlusse seines Briefes an seine Frau schreibt er: „im übrigen bin ich sehr gefeiert worden; der alte Buch (der berühmte Geologe Leopold v. Buch) hat nach mir gefragt."

Schon in den fünfziger Jahren war das wissenschaftliche Ansehen Hofmeisters und der Ruf als eines ausgezeichneten Botanikers festgegründet und wuchs mit jedem Jahre, da sein unermüdlicher Fleiß und seine unglaubliche Arbeitskraft immer neue wertvolle Untersuchungen veröffentlichte. Dabei war er noch immer in seinem väterlichen Geschäfte tätig, für seine botanischen Arbeiten hatte er wenig freie Zeit zur Verfügung. Oft stund er im Sommer schon vor vier Uhr auf, um den Morgen zum Mikroskopieren zu benutzen. Auf die Dauer konnte freilich eine solche Doppel-Arbeitsstellung nicht ohne Folgen für die Gesundheit bleiben; Hofmeister hat diesen Raubbau später büßen müssen.

Obwohl Hofmeister niemals an einem Gymnasium studiert hatte, also ein gänzlicher Außenseiter war, wurde er dennoch 1863 zum ordentlichen Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens zu Heidelberg ernannt. Ein solcher Fall steht in der neueren Geschichte der Wissenschaften wohl einzig da und beweist einerseits die wahrhaft

geniale Begabung Hofmeisters, anderseits die Weitsicht des badischen Ministeriums. Goebel bemerkt dazu: „Es muß ein Ministerialreferent von seltener Urteilskraft und Vorurteilslosigkeit gewesen sein, der es wagte, den 39jährigen Buchhändler über den Kopf der Fakultät hinweg, nach Heidelberg zu berufen." Die Regierung und die Universität haben aber niemals Grund gehabt, diese Berufung zu bereuen. Denn Hofmeister war nicht nur ein ausgezeichneter Gelehrter, sondern auch ein anregender, erfolgreicher Lehrer und tüchtiger Organisator. Sein Schüler Pfitzer, später selbst auf Hofmeisters Lehrstuhl in Heidelberg tätig, schildert seinen Lehrer mit Wärme und tiefer Verehrung, und rühmt besonders Hofmeisters Leitung der praktischen Arbeiten im Laboratorium, an seinem Lieblingsinstrument, dem Mikroskop.

„Hofmeister selbst", erzählt Pfitzer, „war den ganzen Tag im Laboratorium, immer bereit zu helfen, wenn die eigene Kraft des Schülers nicht ausreichte. Und wie haben wir ihn alle verehrt, den kleinen beweglichen Mann mit der dunklen Hautfarbe, den lebhaften Augen und den schnellen Bewegungen eines Südfranzosen, dem vornehmen Charakter, dem liebenswürdigen Humor und der fabelhaften Geschicklichkeit im Präparieren! Was wir kaum sahen, nahm er wie selbstverständlich zwischen Daumen und Zeigefinger der linken Hand, machte bei dicht daran gedrücktem Gesicht ein halbes Dutzend Schnitte daraus, suchte den besten aus und wußte ihm mit der Präpariernadel noch in der mannigfaltigsten Weise nachzuhelfen."

„Wir ältere Schüler durften Hofmeister auch oft auf seinen Spaziergängen in die herrliche Umgebung Heidelbergs begleiten; er war ein vortrefflicher Kenner der Kryptogamen und außerdem bei solchen Wanderungen besonders anregend. Sein sehr entwickelter Ortssinn half ihm dabei die Kurzsichtigkeit überwinden; wenn er an der richtigen Stelle war, kniete er plötzlich irgendwo nieder und hatte in der Regel dann auch schon das Gesuchte.

„Hofmeister selbst war ein vortrefflicher Gesellschafter; sein erstaunliches Gedächtnis hatte neben seinem reichen Wissen noch Raum für eine Menge interessanter Geschichten, für ganze, lange Dichtungen und mannigfache Erinnerungen; auch politische Fragen beschäftigten ihn lebhaft. Die Einheit Deutschlands bereitete sich vor und wurde von Hofmeister begeistert herbeigesehnt."

An wissenschaftlichen Früchten zeitigten die Heidelberger Jahre Ergänzungen zu Hofmeisters Untersuchungen über die Moose, ferner Studien zur Plasmabewegung, Studien über Wurzelkrümmung und Blattstellung, endlich seine beiden Hauptwerke, die „Lehre von der Pflanzenzelle" (1866) und die „Allgemeine Morphologie" (1868).

Aus zahlreichen Briefproben Hofmeisters an seine Frau, mitgeteilt von seiner Tochter, in Goebels Gedenkschrift, geht hervor, daß Hofmeister auch ein sehr humorvoller Mensch war. So hat er 1867, als die Universität Halle ihn ehrenhalber zum Dr. med. promovierte, seiner Frau das lateinische Diplom, mit launigen Bemerkungen übersetzt.

Am 1. April 1872 starb in Tübingen Hugo v. Mohl, der neben Hofmeister und Nägeli wohl am meisten den Ausbau der botanischen Wissenschaft im vergangenen Jahrhundert gefördert hat. Nach dem Zeugnis Pfitzers hat ihn Hofmeister unter allen Botanikern stets am höchsten geschätzt. Als ihm nun von der württembergischen Regierung der Lehrstuhl des Verstorbenen angeboten wurde, nahm er den Ruf an, einerseits um aus den durch politische Trübungen weniger angenehmen Heidelberger Verhältnissen zu scheiden, anderseits um der Nachfolger Hugo v. Mohls zu werden. Die Uebersiedelung nach Tübingen vollzog sich im August 1872, und im Herbste desselben Jahres begann er seine Vorlesungen und sein Praktikum, zu denen sich wiederum zahlreiche Schüler einstellten. Aber die beste Zeit Hofmeisters war schon entschwunden. Schon in Heidelberg hatten Krankheiten seine Familie heimgesucht; ein schwerer Schlag war für ihn der 1870 erfolgte Tod seiner Frau gewesen. Im Mai 1873 verlor er in Tübingen sein jüngstes Töchterchen. Das schwerste Unglück aber traf ihn, als er rasch nacheinander seine beiden erwachsenen Söhne verlor. Sie starben ferne vom Vaterhaus, in Cannes, wo sie Heilung von einem heimtückischen Leiden gesucht hatten. — Diesen Verlust empfand Hofmeister aufs tiefste. Besonders unerträglich war ihm der Gedanke, daß nach dem unerwarteten Tode seiner Söhne, sein Name mit ihm aussterben werde. Dazu trat das Uebermaß von Arbeit, das er sich zeitlebens auferlegt hatte. In den letzten Jahren, nach dem Tode seines Bruders, der das Geschäft in Leipzig geführt hatte, lastete dessen oberste Leitung neuerdings auf Hofmeister. Seine Tochter sagt: „Er war wie eine an beiden Enden angezündete Kerze; kein Wunder, daß er sich ebenso rasch verzehrte!"

Am 18. Mai 1876, an seinem 53. Geburtstage, erlitt er einen Schlaganfall, von dem er sich dank sorgfältigster Pflege wiederm zu erholen schien. Da traf ihn einen Monat später ein zweiter Anfall, der ihn nötigte, unter dem Machtspruch des Arztes, im September auf seine Professur zu verzichten. Er übersiedelte darauf in sein geliebtes Leipzig, aber um dort schon am 12. Jänner 1877 seine Augen für immer zu schließen. Mit ihm ist ohne Zweifel der größte Botaniker des XIX. Jahrhunderts dahingeschieden. Seine Entdeckungen und seine geniale Gedankenarbeit werden noch auf lange Zeit hinaus seine Lieblingswissenschaft maßgebend beeinflussen.