

**Zeitschrift:** Schweizer Schule

**Herausgeber:** Christlicher Lehrer- und Erzieherverein der Schweiz

**Band:** 6 (1920)

**Anhang:** Mittelschule : mathematisch-naturwissenschaftl. 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:** 12.01.2026

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

# Mittelschule

---

---

Mathematisch-naturwissenschaftl. Ausgabe

---

---

Beilage zur „Schweizer-Schule“

---

---

≈ 1920 ≈  
VI. Jahrgang



Einsiedeln  
Eberle & Rickenbach  
1920



## 1. Abhandlungen.

	Seite
Der Rhein in seiner Bedeutung als Wanderstraße und Verkehrsgrenze für die Tierverbreitung. Von † Prof. Dr. L. Kathariner, Freiburg	1, 13
Systematisierung der Strahlen. Von Dr. F. R. Brunner, Luzern	8
Die Orgel. Von Dr. F. R. Brunner, Luzern	9
Schweizerische Elektrizitätszähler. Von Dr. J. J. Herzog, Zug	17, 29
Kugel und Kugelteile. Von Dr. M. D.	21
Die Erde und ihre Geschichte. Von Dr. P. Konrad Vötscher O. S. B.	22
Die Aktivierung des Sauerstoffs. Von Dr. J. Brun, Hitzkirch	25, 38
Die Blütenzunge und ihre Zweckmäßigkeit. Von Dr. H. P. Baum	33, 45, 55
† Prof. Dr. L. Kathariner. Von Prof. Dr. Gödel, Freiburg	41
Mein Bivarium. Von † Prof. Dr. L. Kathariner, Freiburg	42
Über Umkehrbarkeit von Lebensprozessen im Tierreich. Von J. Diebolder, Goldach	49, 57
Erica carnea — eine Bienen- oder Falterblume? Von Alb. Hefz, Bern	60
Das botanische Museum in Genf. Von Dr. D.	63
Die Folgen der Unterernährung in den Kriegsjahren. Von † Prof. Dr. L. Kathariner, Freiburg	64
2. Literatur.	
Besprechungen . . . . .	14, 32, 40, 48, 56, 64



# Mittelschule

Beilage zur „Schweizer-Schule“

Mathematisch-  
naturwissenschaftliche Ausgabe

Schriftleitung:  
Dr. A. Theiler, Luzern

Inhalt: Der Rhein in seiner Bedeutung als Wanderstraße und Verkehrsgrenze für die Tierverbreitung. — Systematisierung der Strahlen.

## Der Rhein in seiner Bedeutung als Wanderstraße und Verkehrsgrenze für die Tierverbreitung.

Von Prof. Dr. phil. et med. L. Kathariner, Freiburg, Schweiz.

Bäche, Flüsse und Ströme entspringen aus mehr oder minder hochgelegenen Quellen des Festlands, durchströmen dasselbe in kürzerer oder längerer Ausdehnung und münden schließlich in das Meer. Allen im Wasser lebenden Organismen kann demgemäß ein Strom als Reiseweg dienen, den sie als aktive Wanderer oder passiv als blinde Passagiere mit ihrem Träger zurücklegen. Zugleich ist die vom strömenden Wasser eingeschnittene Rinne wegweisend für die Zugvögel; im Frühjahrs- und Herbstzug ist ja besonders das Donau- und das Rheintal eine Hauptverkehrsstraße der Zugvögel. Das Reiseziel kann für die einen mit der Einmündung des Stroms in das Meer erreicht sein, während andere Wassertiere wiederum umgekehrt aus diesem in die süßen Gewässer nach der Quelle hin aufsteigen. Während so der Wasserlauf sowohl mit als gegen die Strömung, jedenfalls in der Längsrichtung, zur Ortsveränderung benutzt wird, bildet er zugleich eine mehr oder minder schwer zu überwindende Schranke für das linke und rechte Ufer, für alle Organismen, die die Strömung nicht schwimmend oder fliegend überqueren können. „Wo aber im Quellgebiet sich Wasserscheiden erheben, trennen diese Höhenzüge auch als schwer zu besiegende Schranken die von verschiedener Seite her vordringenden ‚Tierheere‘ und verhindern, als den Weg unterbrechende Lücken, die Vermischung der Wanderer von entgegengesetzter örtlicher Herkunft. Sie gebieten besonders jenen Organismen Halt, die sich

zu passiver Verschleppung nicht eignen, und denen die Fähigkeit zu aktiver Wanderschaft auf dem Festland und in der Luft fehlt. So werden Fische, Muscheln und gewisse Krebse zu Leit- und Eigenformen bestimmter Flussgebiete. Ihre Wanderfahrten finden ein Ende an den Riegeln der Wasserscheiden.“

Eine derartige Rolle spielt für Deutschland der Rhein von seiner Quelle im Schweizergebirge bis zu seiner Mündung in Holland in die Nordsee; er durchmischt auf seinem Weg 1236 km, Hochland, Mittelgebirge und Tiefebene. Lauterborn gliedert den Rhein in folgende biologisch und geographisch begrenzte Strecken: 1. Alpenrhein von der Quelle bis zum Bodensee, 164 km; 2. Bodensee mit Seerhein, 76 km; 3. Hochrhein vom Bodensee bis Basel, 141 km; 4. Oberrhein von Basel bis Bingen, 362 km; 5. Mittlerhein von Bingen bis Bonn, 124 km; 6. Niederrhein von Bonn bis zur Mündung, 369 km. Zugleich scheidet der Rhein die Lebewelt auf dem linken Ufer und im westlichen Hinterland von der auf dem rechten Ufer und im östlichen Hinterland. Es ist deshalb nicht auffallend, wenn die verschiedenen biologischen Verhältnisse in der Manigfaltigkeit seiner Bewohner ihren Ausdruck finden. Entspringend südlich im Faunengebiet des Mittelmeeres mündet der Rhein nördlich in die Nordsee, nachdem er die Mehrzahl seiner Zuflüsse aus Mitteldeutschland aufgenommen hat. Südliche und nördliche Tierformen bilden seine Ufersfauna; während die linksrheinischen Arten der westlichen

Fauna angehören, haben die rechtsrheinischen ihre Verwandten bis in den fernen Osten, Sibirien und China. Daß es früher nicht anders war, darüber belehren uns die versteinert erhalten gebliebenen Reste der Lebewesen früherer Erdperioden. Der Wanderzug der Wassertiere stromab und stromauf vollzieht sich teils unbemerkt fortwährend, teils in auffälliger Weise und nur zu bestimmten Zeiten. (Der Rhein als Bahn und als Schranke der Tierverbreitung.) Schon seit Jahrhunderten bekannt ist der alljährlich sich wiederholende Laichzug des Lachses.\*). In kalten Gebirgsbächen, aus dem im sandigen Grund abgesetzten Ei entstanden, wandert der im Süßwasser in 2—3 Jahren zum Junglachs herangewachsene Fisch ins Meer hinab, wo er als gefräziger Räuber zum geschlechtsreifen Tier heranwächst. Zur Zeit der Fortpflanzung steigen dann die männlichen und weiblichen Lachse, allen Hindernissen trotzend, die ihnen Strömungen, Wasserfälle, Wehre, usw. entgegensezzen, in hartnäckigem Bemühen, ja nicht vor dem Tod zurückschreckend, wieder nach der Stätte ihrer Geburt auf. Da der Lachs im Meer zum feisten Speisefisch herangewachsen ist, bildet er jetzt als Salm ein vielbegehrtes Objekt der Fischerei. Dasselbe, wie für den Rheinlachs, gilt mutatis mutantis auch für seinen kleineren Verwandten, den Maifisch. Der Maifisch stieg früher rheinaufwärts bis Basel. „In Brückners, Merkwürdigkeiten der Landschaft Basel“ schildert der Medizinprofessor Friedrich Zwinger im Jahre 1751 den Maifischfang im Basler Rhein in anschaulichen Farben. Heute kennt kaum noch ein alter Fischer von Klein hüningen oder Birrsfelden den Maifisch vom Hören sagen, und auch der Lokalname ‚Elzele‘ oder ‚Elzer‘ scheint bereits in Vergessenheit geraten zu sein.“

„Zur großen Seltenheit wandert der Stör von der Rheinmündung bis in die Gegend von Basel. Gewöhnlich findet seine Fahrt schon im Unterrhein oder Mittelrhein ein frühzeitiges Ende. Der mächtige Bewohner der Strommündungen des atlantischen Ozeans, der Nord- und Ostsee und des Mittelmeeres verläßt in den Frühlings-

monaten April und Juni seine Meerheimat, um im Mittellauf der Flüsse zu laichen. Die heranwachsenden Jungstöre kehren wieder in das Salzwasser zurück. In nahezu drei Jahrhunderten zeigte sich der Fisch nur sieben- oder achtmal in den Basler Gewässern. Den letzten Fang des seltenen Gastes erwähnt Peter Merian aus dem Jahre 1854. Er betraf ein über zwei Meter langes Exemplar, das den Rheinfelder Fischern zur Beute fiel und in Basel öffentlich zur Schau gestellt wurde. In der Zeitspanne von 1600 bis 1687 kennt Baldner für seine Vaterstadt Straßburg und ihre Umgebung mehr als ein Dutzend Störfänge, und noch im Jahr 1875 wurde in Mannheim ein 80 kg schwerer Stör erbeutet.“

Aber auch noch ganz andere Tiere als Fische benützen den Rhein zum Ein dringen in das Festland. „Wie eine Bonner Chronik berichtet, verbreitete im Jahr 1680 ein Meerungeheuer, das den Rhein hinaufzog, an den Ufern des Stroms Schrecken und Bestürzung. Das riesige Tier schwamm an Köln, Bonn, Bingen, Mannheim und Straßburg vorbei, 900 km stromaufwärts, bis in die Gegend von Basel; es wurde auf der Rückkehr zum Meer unterhalb Köln erlegt. Die Zeit des Erscheinens dieser ‚Meerkuh‘ im Rhein gibt richtiger ein zeitgenössischer Kupferstich an, der folgende Legende trägt: ‚Dieses wunderliche Wassertier ist in den Rhein hinauf kommen Anno 1688 im September vom Mir und vielen hundert Menschen gesehen worden, die Stadt Köln und Churfürstl. Residenz Bonn mit großem Gebrüll und Brausen passiertet bis Straßbourg und Basel hinauff gegen den Strom so stark und geschwind als ein Pferd lauffen können geschwommen, ist den 8. April Anno 1689 beim Dorf Stammel eine gute Uhr unter Cölln auf einer höchten im Rhein Todt gefunden, hat drei Schuß gehabt, einen im Kopf, zwei auf der rechten seithen, ist dasselbst von mir gemessen, gezeignet, gemahlet und in dieß Kupffer geprägt worden, seine Länge ist gewesen 14 Werf-Schu. Herman Herinn quiter facit.‘“

Ein späterer Heidelberger Chronist schreibt im Jahr 1733: „Um diese Zeit (1688) ließe sich im Rhein zu jedermann's Verwunderung

\*) Wie Roule in einer Sitzung der Pariser Akademie der Wissenschaften vom März 1919 auf Grund seiner Feststellungen in den Lachsfischereien des nördlichen Frankreichs mitteilte, wandern die Lachse mit wenigen Ausnahmen nur einmal, nur wenige Lachse seiner Untersuchungen hatten an ihren Schuppen das Merkzeichen, daß sie schon einmal vom Meer ins Süßwasser aufgestiegen waren. Das Alter der Fische läßt sich bekanntlich mit größter Wahrscheinlichkeit aus der Zahl der Schuppenringe ermitteln. Roule fand nun, daß die ins Meer absteigenden Junglache zweijährig, die aufsteigenden Lachse meist 3—4jährig waren.

und Entsetzen ein erschreckliches Meerwunder sehen. Es war an Größe und Farbe einem schwarzen Pferd gleich, mit langen Ohren und einem breiten Schweiss, den es ganz aufrecht in der Luft truge, und hatte darüber einen gar großen Kopf; etliche hielten es für ein Meer-Pferd, andere aber für ein Monstrum oder Meer-Wunder, welches alles das Unglück, so die Pfalz und Rhein-Länder betroffen, angedeutet."

Glücklicherweise läßt die erwähnte Abbildung auch über die zoologische Stellung des Meerwunders keinen Zweifel bestehen. F. Lehding weist, gestützt auf Bild und Beschreibung, die Annahme zurück, es habe sich um ein Walross gehandelt. Vielmehr war der seltene Guest ein Walfisch aus der Gruppe der Delphine, und höchst wahrscheinlich ein Schwertwal oder Bulle, dessen Heimat in den Nordmeeren liegt, und den wohl die Verfolgung irgend einer Beute zu seiner unzeitgemäßen und verhängnisvollen Rheinreise verführte.

Von niederen Tieren, welche aus dem Meere in die Binnengewässer des Festlandes vorstießen, wo sie sich heimisch machten, und denen der Rhein Wanderweg zum Eindringen war, ist uns vor allem die merkwürdige Wandermuschel, Dreissensia polymorpha, aus dem Südosten Europas bekannt geworden. Wenn sie freilich auch der Fähigkeit zur Ortsveränderung nicht ganz entbehrt, da sie das Entwicklungsstadium einer Flimmerlarve hat, so dürfte es sich bei ihr doch vorwiegend um eine passive Einschleppung des ausgebildeten Tiers durch Schiffe, Flößholz, usw. handeln. Mit einem Büschel seidenartiger Federn, einem sogen. Ryssus, ist die Wandermuschel nämlich an ihrer Unterlage fest angeheftet.

"Dreissensia bewohnte bis vor einer kleinen Zeitspanne die Süß- und Brackgewässer im Gebiet des Schwarzen und Kaspiischen Meeres. Die älteren Zoologen kannten die Muschel nur nach den Angaben von Pellas aus Südrussland, nicht aber als Bewohnerin der mitteleuropäischen Ströme und Seen. Erst zu Anfang des letzten Jahrhunderts, um das Jahr 1820, wie v. Martens feststellt, trat das Weichtier seine passive Wanderung an, die zu einer wahren Masseninvasion des europäischen Nordens und Westens auswuchs und das Interesse umso mehr herausfordert, als die Etappen des Wegs sich zeitlich genau bestimmten lassen. Als Wanderstraßen dienten der Muschel die Wasserwege des Men-

schen, als Behikel seine Fahrzeuge. An Schiffe und Flöße festgeheftet stiegen die ungebetenen Passagiere durch die pontischen Flüsse auf und erreichten durch das engespommene Kanalwerk Russlands die Wasserläufe, die der Ostsee zuströmen. Schon 1824 und 25 besiedelten die Wandermuscheln, gemäß dem Bericht C. G. v. Bärs, in unermesslichen Mengen das Frische und das Kurische Haff; bald stehen sie in der Havel bei Postdamm und in den benachbarten Seen. Damit öffnet sich den rastlosen und doch so unbeweglichen Wanderern das Elbegebiet bis nach Magdeburg und Halle und weiter das Flüssystem der Weser."

Ein beständiger Begleiter von Dreissensia bei ihrem Vordringen aus dem Meer in den Rhein ist die Schlammsschnecke (Lithoglyphus naticoides). 1870 erschien sie bei Rotterdam, 1893 im Rheingau bei Wiesbaden und 1905 bei Speyer im Angelhofer Altrhein.

"Auf ähnliche Weise und auf ähnlich gerichteten Wegen, wie Dreissensia und Lithoglyphus, hielt die hübsch gefärbte Flusschwimmsschnecke Neritina ihren siegreichen Eroberungszug aus dem Osten Europas nach dem Norden und Westen bis an den Rhein, die Mosel, den Main und den Neckar und bis zu ihren Vorpostenstellungen bei Breisach und Hüningen. Auch Neritina bindet sich ökologisch an langsam fließende oder stagnierende Tieflandgewässer. Die Kanäle werden vorzüglich ihre Wanderwege, die toten Fluharme und ruhigen Buchten ihre Wohnsäume bilden. Die passiven Verschleppungsfahrten der drei Molusken durch Kanäle und Flüsse erhalten ihr besonderes Gepräge durch den Umstand, daß die Wanderungen nicht Eroberungszüge in neues Verbreitungsgebiet darstellen. Sie bedeuten vielmehr die Wiederbesetzung von Räumen, die den direkten Vorfahren der heutigen Wanderer durch die Unbill der Eiszeit entrissen wurden. Denn subfossile Überreste im alten Diluvium bezeugen, daß Dreissensia, Neritina und Lithoglyphus schon vordem die Gewässer bevölkerten, die sie heute in rascher Fahrt von neuem zu gewinnen trachten. Die Ausbreitung der drei Weichtiere durch natürliche und künstliche Wasseradern befinden sich heute noch in vollem Flus. Sie wird sich weitere Gebiete erobern, wenn auch der Gebirgsstrom Hochrhein mit seiner raschen Strömung der Wanderschaft der Tieflandtiere den Zutritt zum Herzen der Schweiz verwehren sollte.

An der Schweizergrenze bei Basel machen auch einige Sumpfschnecken Halt, die sich von den stagnierenden Gewässern der flachen Niederungen nicht zu trennen vermögen. Als Anmarschlinie benützen sie, mit Neretina und Lithoglyphus, das Rheintal. Der Ausgangspunkt ihrer Wanderung indessen dürfte nicht im Osten, sondern im Westen und Südwesten zu suchen sein. Durch die Straße der Mosel mögen die Vertreter der schön gebänderten Gattung Vivipar an den Rhein gelangt sein. *V. conlecta* Millot lebt heute in den Teichen der alten Fischzuchtanstalt unterhalb Hüninge, und ihre Verwandte *V. fasciata* Müll. steht im Kanal und in der Ill bei Mülhausen und in zersprengten Wanderkolonien im Elsaß, am Neckar, bei Mannheim, Heilbron und Frankfurt."

Aber nicht nur die Wasserfauna des Rheins entspricht dem Ursprung im Hochgebirge des Südens und der Mündung im Flachland des Nordens; auch die ihn begleitende Landfauna verhält sich entsprechend. So finden sich die prächtig grüne Eidechse (*Lacerta viridis* Laur.) und der gleichfalls südliche Springfrosch (*Rana agilis* Thomas) im südlichen Baden und Elsaß; die lebendig gebärende Eidechse (*Lacerta vivipara* Jacq.) und der Moorfrosch (*Rana arvalis* Nilss.) dagegen begleiten uns im nördlichen Tiefland. Daß der Rhein in seinem Oberlauf für die Tierwelt des Westens und Ostens keine unüberwindbare Schranke bildet, zeigt das Vorkommen der südwestlichen grünen Eidechse im badischen Schwarzwald und des osteuropäischen Hamsters in den elässischen Getreidefeldern. Für den biologischen Vorgang der Tierwanderung und für sein Ergebnis, die heutige Tierverbreitung, genügt es vielleicht, ein zwischen Donau und Rhein geflochtenes Netz von Schmelzwässern zu fordern, auf dem in aktiver Verbreitungsfahrt die Felsen und Saiblinge zogen und auf Fischen festgeheftet in passiver Verschleppungsreise die Muschellarven vertragen wurden. Die Najaden sind Süßwassermuscheln. Najadenforschung bleibt eine schlüssige Antwort auf die Frage über den früheren Verlauf der Ströme schuldig. Sie muß den Entscheid dem Geologen und Geographen überlassen, und erst wenn diese gesprochen, wird auch der Zoologe seinen bescheidenen Beitrag zur Lösung der hydrographischen Probleme einer entlegenen Vergangenheit mit in Rechnung stellen dürfen.

Ihm muß es zunächst genügen, den Rhein zu kennen als eine reich pulsierende Ader, als einen Lebensspender und -verbreiter, eine Strombahn, auf der das Leben ständig hinaus flutet vom Gebirge zum Meer und wieder zurück von der Mündung zur Quelle. Dabei muß er sich bewußt sein, daß dieses stete Wechselspiel sich abrollt, seitdem der Rhein fließt, und daß mit jedem neuen Abschnitt in der Geschichte des Stroms auch ein neues Kapitel in der Geschichte der strombewohnenden Tierwelt beginnt. Das Schicksal des Wohnorts, der flutenden Welle, bedeutet auch hier das Verhängnis der Bewohner. Der Strom fördert das Leben und öffnet ihm ferne Welten; er stemmt sich indessen auch als Schranke und Hindernis der Tieraussbreitung entgegen und erzielt so die der Ausdehnung entgegengesetzte Wirkung, geographische Begrenzung der Tierarten und Rückstauung ihrer Wanderungen. Solche hemmende Wirkung des Stroms verspüren Flieger und Schwimmer nicht. Sie queren das flutende Hindernis mit Flosse und Ruder, mit aktivem Flügelschlag oder in passivem, durch den Wind vermittelten Flug. Auch manche des Schwimmens und Fliegens unkundige Geschöpfe, Geher und Kriecher des festen Erdbodens, trägt die Welle, der vom Flußbord losgerissene Busch, der im Strom treibende Baumstrunk unversehrt von Ufer zu Ufer. Eine derartige Fahrt mag der Rhein in vergangenen Zeiten, als seine Wassermasse noch nicht in breitem einheitlichem Bett eilig dahinrollte, besonders begünstigt haben. Damals löste sich das Stromband in rein reich zerfasertes Aderwerk langsam fließender Rinnale, die sich trafen und trennten, vereinigten und wieder spalteten. Aus dem Netz der Kanäle und zu ruhigen Teichflächen sich weitenden Stromarmen ragten mit Weidengebüsch bedekte Inseln, Kiesbänke und Sandlächen, die das Hochwasser ausschüttete und wieder abtrug. Alle diese ephemeren Eilande aber wurden den Tieren zu Raststätten und Brückenpfeilern bei der Querung des Stroms. Nicht selten wählte sich der hochgehende Rhein neue Bahnen; er schnitt Festlandteile vom Ufer ab und drängte sie, indem er das alte Bett mehr und mehr verließ, auf die entgegengesetzte Flußseite. Dieses Mäanderspiel, die Bildung von Schlingen und Schleifen und die Verschiebung von Erdgeschollen und Inselchen verpflanzte zugleich der Wasser- und Luftbewegung abholde oder

unkundige Tiere ohne ihr Zutun von Bord zu Bord. Am Oberrhein treffen und mischen sich zwei Tierströme, ohne daß der Fluß ihnen dauernd und vollständig Halt gebieten könnte. Sie verlaufen örtlich in entgegengesetzter Richtung und nahmen zeitlich wohl ihren Ursprung, seitdem die weitesten Landesstrecken durch den Gletscherzug die Eisbedeckung verloren. Auch heute sind diese Ausbreitungsströme noch nicht versiegt. Der eine entstammt dem Südwesten, den Gestaden des Mittelmeeres vor allem; er benützt als Wanderweg nach Norden die Täler von Rhône und Saône und ergießt sich durch die burgundische Pforte in ziemlich starken Wellen gegen den Rhein. Der andere Tierstrom entspringt im pontischen Südosten Europas, in den sarmatischen Steppen und in den Grasfluren Ungarns. Ihm dient das Donautal als Ausbreitungsbahn nach Westen. Auf dem langgezogenen Weg versickert der Strom allmählich; doch fließt ein schmaler Faden bis an den Oberrhein. Ueber die Rheinschanke haben beide Wanderheere ihre Ausspäher und nicht selten sogar stattliche Vorhuten gesandt.“ Während so einerseits die Tierverbreitung in der jetzigen Gestaltung der geologischen Verhältnisse ihre Erklärung findet, gibt sie uns auch zugleich ein Mittel an die Hand über mutmaßliche Verschiebungen von Fußläufen der Vorzeit Auffall zu erhalten. „Wenn wir in zwei verschiedenen Stromgebieten dieselben Tierarten antreffen, spricht dies dafür, daß ehemals, jetzt verschüttete Kanäle von einem in das andere führten, bis beide Flußgebiete durch eine Bodenerhebung von einander getrennt wurden; dasselbe gilt, wenn uns in dem einen dauerfähige Reste von solchen Formen erhalten geblieben sind, die im andern Stromgebiet noch als lebende Tiere vorkommen. Eine gewisse Bedeutung als solche „Leitfossilien“ haben die Schalen von Süßwassermuscheln.“ Wie *Pseudunio sinuatus* für den Zusammenhang des Rheins mit der Rhône spricht, so soll *Unio consentaneus* Rossmässl. (*Unio cytherea*) für die Existenz von Wasserstraßen Zeugnis ablegen, die sich einst zwischen Rhein und Donau ausspannten.

Während sich die kräftigen aktiven Wanderer auch flußaufwärts gegen die Strömung fortbewegen und schier unüberwindliche Schranken zu übersteigen vermögen, sind die schwächeren Organismen als passive Wanderer ganz darauf angewiesen, daß

andere lebende oder tote Körper sie aus einem Stromgebiet in das andere verschleppten. Dies ist aber nur dann möglich, wenn sie sich eine zeitlang dem austrocknenden Einfluß der Luft entziehen können, sei es, daß der Körper, wie bei der Wandermuschel durch eine hermetisch schließende Schale geschützt ist oder, daß sie beim Eintrocknen eine Schutzhülle bilden, sich „enzystieren“. Dazu aber sind viele der niedrigsten Organismengruppen, der Einzelligen (Protozoa) Urorganismen, befähigt. Verdanken doch die Ciliata ihren Namen „Infusoria“ dem Vermögen, als staubfreie Cysten durch den Wind verschleppt in Wasser gelangt, wieder aufzuleben.

Air und Wasser als Lebensmedien gegenüber verhalten sich natürlich alle jene Organismen gleichartig, welche ständig im Wasser leben müssen, wenn sie keine Schutzhülle zu bilden, sich nicht zu encystieren vermögen. Da für sie eine aktive Wanderung nicht in Frage kommt, und weiterhin der Reiseweg stromab führt, entscheidet darüber, welche Art sich verbreiten wird, und welche von ihnen die widerstandsfähigste Cyste als Schutzhülle bildet. Dies ergibt sich aus dem Bestand an „Planktonen“ des Mittel- und Niederrheins. Diese „Schwebeorganismen“, meist mikroskopisch klein, können pflanzlicher Natur (*Protophytha*) oder einzellige Tiere (*Protozoa*) sein. Außerdem kommen noch andere niedere Organismen für die Verschleppung in Betracht, Urtierchen, Rädertierchen, niedere Krebse, Mückenlarven, Fadenpilze, Algen usw., so weit sie nicht durch Wasserfälle, Stauwehre usgl. vernichtet oder zurückgehalten werden. Mechanischen Widerwärtigkeiten widerstehen am besten durch einen starken Panzer aus Kieselsäure geschützte einzellige Algen, die Diatomeen. „Sogar Festlandtiere sind von der passiven Reise nicht ausgeschlossen. Die Schnecke der feuchten Gebirgswälder der Westalpen, der Zentralschweiz und des Sennentjurias, *Tachea sylvatica* Drp. folgt dem Strom weit hinaus in die oberrheinische Tiefebene. Ihre letzten zerstreuteten Kolonien stehen in kleinen ausgeschwemmten Beständen am Flußufer in dichtschattigen Auwaldern bei Kleinkems, Straßburg und Worms.“ Die Schwebeorganismen überstehen überraschend leicht den 20 m hohen Rheinfall bei Neuhausen; unmittelbar darunter fand z. kleine durchsichtige Krebse und panzertragende Rädertierchen, Geiseltierchen und vor allem typische Kieselalgen. Und

selbst das den untern Bodensee kennzeichnende Infusorium Stentor niger übersteht den Sturz zur Tiefe unversehrt.

„Erst der Anprall auf die weiter unten aus dem stürmisch bewegten Strom aufragenden Felsklippen bringt der Mehrzahl der Bodenseeplankonten den sicherer Untergang. Schon bei Basel setzt sich das Rheinplankton in recht konstanter Weise nur noch aus widerstandsfähigen, besonders gepanzerten Formen zusammen. Doch wagen hin und wieder sogar höhere Organismen mit fast rätselhaftem Erfolg die gefahrvolle Fahrt über Wassersturz und Strudel. Fische, die sonst nur die stillen Seebecken bewohnen, gehen etwa im Hochrhein oder Oberrhein an die Angel. Schon der Straßburger Fischer Baldner, der zur Zeit des dreißigjährigen Krieges seine durch Zuverlässigkeit ausgezeichneten und warme Naturliebe veratenden Beobachtungen niederschrieb, weiß von seltenen Fängen von Bodenseefischchen und von Welsen im elsässischen Rhein zu berichten. Und seither sind solche Vorkommen von echten Süßwasserseefischen im Rheinstrom unterhalb des Falls wiederholt gemeldet worden. Auf dem Basler Fischmarkt erscheinen zur großen Seltenheit kleine Felsen, die dem Fluss entstammen sollen. Im November 1876 wurde ein 27 cm langes Exemplar bei Istein gefangen. F. Miescher demonstrierte 1842 vor der Basler Naturforschenden Gesellschaft einen Wels, der mitten in der Stadt erbeutet wurde. v. Siebold kennt Welsfänge aus der Gegend von Breisach, Leuthner von Säckingen und Laufenburg. Der Fisch lebt im schweizerischen Rheingebiet nur an zwei Orten, im Bodensee und Untersee und auf dem Schlammgrund des Murten- und Bielessees und der träge fließenden, diese Becken verbindenden Kanäle.“

Die Diatomee Tabellaria fenestrata asterionelloides erschien im Zürichsee im Jahre 1896 in ungeheuren Mengen, so daß sie die Fischerneße als brauner Schlamm erfüllte; alsbald bevölkerte sie auch den Rhein im ganzen Lauf von Waldshut in Baden bis zu seiner Mündung bei Rotterdam in Holland.

Rasch flutet der Rhein durch die langgestreckte Tiefebene von Basel bis Mainz. Seine Strömungsgeschwindigkeit beträgt bei mittlerem Wasserstand bei Basel etwa 4 m in der Sekunde, bei Straßburg 3,1 m, bei Lauterburg 2,2 m, bei Mannheim 1,1 m. Die Flußrinne führt im Mittel ca. 1250 m

in der Sekunde talwärts; die Menge steigt bei Hochwasser auf 5000—6000 m und sinkt bei ganz niederem Pegel auf 450 m. Auf der 321 km langen Strecke von Basel bis Mainz wird die Artenzahl der Schweborganismen nicht geringer; im Gegenteil stieg sie im August 1906 von 24 auf 36 und im Juli 1907 von 14 auf 31. Da der stark fließende Strom sie rasch entführen würde, suchen sie ihre Zuflucht in den langsam dahinziehenden toten Armen und stehenden Gewässern, hinter Dämmen, Uferbauten usw.; dort vermögen sie sich ungestört zu vermehren; zugleich gesellen sich ihnen neue Formen aus den benachbarten Gebirgen, Schwarzwald, Vogesen und Jura, zu. Aus den Gewässern des Alpenfußes kommen mancherlei niedere Krebstiere hinzu, wie die Kopffüßler, Diaptomus gracilis, Cyclops strenuus, Bosmina sp. sc. Im ganzen Oberrhein bis weit unterhalb Basel ist die Beimischung alpiner Formen in der Zusammensetzung des Potamoplanktons in Flora und Fauna deutlich erkennbar. „In den Fluten des Oberrheins gedeihen die Algen des raschfließenden Bergwassers; die Kaltwasserfische Forelle, Aale und Lachs finden in ihnen günstige Laichstellen, und am Ufer wachsen die Pflanzen, die sonst die Alpenflüsse begleiten.“ Der Strom trägt ganz das Gepräge eines Gebirgschwassers. Die Uferbewohner des Oberrheins gehören der Mittelmeera fauna an und kommen aus dem milden Südwesten oder aus den sarmatischen Steppen des Ostens. So flutet einerseits dem Meer ständig unauffällig eine Menge Organismen des Binnenlandes zu; viel auffälliger aber ist das Einwandern anderer Tiere, welche, gewöhnlich zu bestimmten Zeiten, der Strömung entgegen nach dem Ort ihrer Geburt aufsteigen, wo sie sich in der für die Art eigenen Weise nach ererbten Gesetzen fortpflanzen. Viele von ihnen, wie der Lachs, erschienen regelmäßig zu bestimmten Zeiten, und daß sie ein wertvolles Erzeugnis des Meeres darstellen, wird ihre Einbringung gewerbsmäßig betrieben; andere Arten wieder kommen nur gelegentlich im Flußlauf vor.

Der langsam dahinfließende Niederrhein läßt, je mehr er sich dem Meer nähert, den Einfluß der Gezeiten, Ebbe und Flut, verspüren; schließlich spaltet er sich in mehrere Arme, in denen sich süßes und salziges Wasser zu Brackwasser mischen, so daß die Lebewelt von Meer und Strom in ihnen sich allmählich anpassen und mischen kann.

Man findet daher in den Ästuarien beiderseitig Faunen vertreten, echte Meer- und echte Süßwassertiere. Die im Mündungsgebiet noch vorkommenden Bosminien und Ruderfüßer rufen noch die Erinnerung an den Ursprung des Flusses aus den Alpen wach. Je näher der Strom der Nordsee kommt, um so häufiger werden die Bewohner des Brackwassers und der offenen See; so überziehen die Polypenstücke von *Cordylophora* Schneckenshalen, Pfahlwerk usgl. Die Wanderingmuschel *Dreissensia* und die Schnecken *Lithoglyphus* und *Vivipara fasciata* bevölkern den Grund. Zahlreich begegnen uns Rankenfüßer (Balaniden), und marine Moostierchen bilden üppig entwickelte Ueberzüge. Von Fischen begegnen uns Seehund und Flunder: Seehund und Delphine verfolgen nicht allzu selten ihre Jagdobjekte bis weit in die Rheinmündung. Seehunde kamen wiederholt bis Düsseldorf und Bonn; in seltenen Fällen sogar bis in den Rheingau. Im Brackwasser der Strommündung begegnen sich Hering (*Clupea harengus*), Hornhecht (*Belone acutus*) und lebendig gebärende Altmutter (*Zoarces vivipara*) mit Stichling (*Casteroteus oceuleatus*), Kaulbarsch (*Acerina cernua*) und Weißfische Schwal und Laube.

Nicht immer führt der langsame Aufstieg im Rhein für die Wanderer zu endgültiger Besitznahme neuer Wohngebiete. Dem erfolgreichen Vormarsch folgt nicht selten empfindlicher Rückschlag. Eine Fischwanderung, die der Fluß zur zähe festgehaltenen Straße forschreitender Verbreitung vom Meer in das Süßwasser wählte, nach einem kräftigen Vorstoß im Mittelalter indessen in der neueren Zeit zum Stillstand kam, mag einen solchen Mißerfolg schildern.

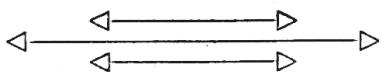
Ein so trefflicher Kenner der mitteleuropäischen Fischfauna wie Th. v. Siebold meldet, daß die Flunder (*Pleuronectes flesus* L.) die nächste Verwandte der Scholle, die sich vom Weißen Meer bis zum Mittelmeer verbreitet und besonders in der Nord- und Ostsee häufig ist, im Rhein bei Mainz, in der Mosel bei Trier, bei Klingenbergs im Main gefangen worden sei. Und Lauterborn bestätigt in sorgfältiger Zusammenstellung als sehr seltene Vorkommnisse die Erbeutung von Flunden im Rhein-

gebiet. Sie beziehen sich auf die Gegend von Worms; von dort stammt u. a. ein im Jahr 1905 lebend erbeutes Exemplar des Fisches. Bei Bonn ging die Flunder noch 1870 an die Grundangel, und das Zoologische Institut in Heidelberg besitzt eine Scholle, die im Jahre 1826 dem Neckar entnommen wurde. In der Themse steigen die Fische nicht selten bis oberhalb London auf; in der Elbe erreichen sie Magdeburg, in der Maas Lüttich, in der Schelde Waterloo. Im Jahr 1551 berichtete der Stadtarzt Albert voniger zu Frankfurt, daß Schollen im Main oftmals gefangen wurden. Und der Mitte des 16. Jahrhunderts entstammen Bestimmungen über die Verwendung der im Main und Rhein erbeuteten „Schullen“ oder „Platteisen“.

Die alljährlich sich regelmäßig wiederholenden Laichwanderungen der Salmoniden vom Meer stromaufwärts ins Hochgebirge und von den Alpen wiederum stromab ins Meer sind zweifellos durch geologische Vorgänge in der Vorzeit erstmalig veranlaßt worden und haben sich Jahrtausende lang von Generation auf Generation weitervererbt. In der Jetztzeit aber ist der Vorgang offenbar im Erlöschen begriffen, wohl hauptsächlich infolge der Veränderungen, welche der Strom durch Menschenhand (Kanäle, Schleusen, Wehre usw.) erfahren hat. Man wird deshalb z. beipflichten müssen, der meint, es sei höchste Zeit, erste Stunde, wenn man jetzt noch eine den natürlichen Verhältnissen des Rheinstroms entsprechende Chronik schreiben wollte.

Wie es früher mit den Wanderungen des Lachses im Rhein ausgesehen haben mag, davon gewinnen wir eine Vorstellung an den Wanderzügen des Lachses im Norden und in Sibirien: in ungeheuren Scharren zieht heute noch der Fisch vom Weißen Meer und Jenisseischen Meerbusen in Ob. Irtisch und deren Nebenflüssen, einen bis 7000 km langen Weg stromaufwärts, um nach der Laichzeit wieder zum Winterquartier in der Salzflut hinabzusteigen.

Naum weniger eindrucksvoll spielen sich die Laichwanderungen ab, die vom Pazifik nach zwei Himmelsrichtungen, in das Armutengebiet und nach Westen in die Ströme von Kalifornien führen. (Schluß folgt.)



# Systematisierung der Strahlen.

Von Dr. J. R. Brunner, Luzern.

Man unterscheidet Aetherstrahlen und Körpuskularstrahlen. Die Aetherstrahlen zerfallen wiederum in periodische und unperiodische. Zu den periodischen gehören die längst bekannten Lichtstrahlen. Man teilt sie ein in eigentliche oder sichtbare Lichtstrahlen, in ultrarote oder Wärmestrahlen und in ultraviolette oder chemische Strahlen. Mit den Lichtstrahlen dem Wesen nach identisch, nur graduell in Bezug auf die Wellenlänge verschieden, sind die im Jahre 1888 von Heinrich Hertz entdeckten elektrischen Strahlen. Sie bilden die Grundlage der drahtlosen Telegraphie. — Erst seit jüngster Zeit kann man die im Jahre 1895 entdeckten Röntgenstrahlen als unperiodische kurzwellige Aetherschwingungen in das System der Strahlungen einordnen. Ihre Impulsbreite, was etwa bei regelmäßigen Schwingungen einer halben Wellenlänge entspricht, ist von der Größenordnung  $\frac{1}{10^5}$  Mikron =  $\frac{1}{10^8}$  Millimeter. Die natürlich entstehenden  $\gamma$ -Strahlen der radioaktiven Substanzen\*) sind ihnen wesensgleich.

Die Körpuskularstrahlen zerfallen in Elektronen- und materielle Strahlen. Die wichtigste und seit langem untersuchte Elektronenstrahlung haben wir in den Kathodenstrahlen vor uns. Die Elektronen werden je nach der Größe der an die Kathoden-

strahlröhre angelegten Spannung und je nach der Schärfe des Vakuums mit  $\frac{1}{10}$  bis Lichtgeschwindigkeit in den Raum geschleudert. Man kann sie etwa mit dem Schnellfeuer kleiner Geschosse vergleichen, die alle in derselben Richtung fliegen. Auch durch bloßes Erhitzen ohne Anwendung von Elektrizität lassen sich aus Metalloxyden Elektronen austreiben. Nur haben sie dann relativ geringe Geschwindigkeit und gehen in Schwärmen nach allen Richtungen des Raumes vom erhitzen Körper aus. Neben den künstlichen Elektronenstrahlen gibt es auch natürliche, die ohne unser Zutun in Erscheinung treten. Es sind dies die  $\beta$ -Strahlen der radioaktiven Körper. — Die materiellen Strahlen bestehen aus Massenatomen, die positive Ladung tragen. Sie werden von Magneten und elektrischen Feldern in anderer Richtung abgelenkt als die Elektronenstrahlen. Am längsten bekannt sind die Kanalstrahlen. Sie besitzen ungefähr  $\frac{1}{1000}$  Lichtgeschwindigkeit. Ohne künstliche Hilfsmittel treten die  $\alpha$ -Strahlen des Radiums zu Tage. Sie bestehen aus Heliumatomen, ihre Geschwindigkeit erreicht aber  $\frac{1}{10}$  von derjenigen des Lichts.

Man merke sich folgendes Schema:

Strahlen	Aetherstrahlen	periodische	Lichtstrahlen	ultrarote Strahlen (Wärmestrahlen)
			(elekt. Strahl.)	sichtbare Strahlen (eigentl. Lichtstrahlen)
Körpuskularstrahlen	unperiodische	künstliche	ultraviolette Strahlen (chem. Strahlen)	
			(Röntgenstrahlen)	
	Elektronen- oder neg. Strahlen	natürliche	( $\gamma$ -Strahlen)	
			(Kathodenstrahlen, Strahlen glühender Dämpfe)	
	Materielle oder pos. Strahlen	künstliche	( $\beta$ -Strahlen)	
			(Kanalstrahlen)	
			( $\alpha$ -Strahlen)	

Literatur: Greinacher, Die neuern Strahlen, Verlag von Ferd. Enke in Stuttgart, 1909.  
 " Ueber die Klassifizierung der neuern Strahlen, Verlag von Friedr. Bieweg in Braunschweig, 1908.

# Mittelschule

Beilage zur „Schweizer-Schule“

Mathematisch-  
naturwissenschaftliche Ausgabe

Schriftleitung:  
Dr. A. Theiler, Luzern

Inhalt: Die Orgel. — Der Rhein in seiner Bedeutung als Wanderstraße und Verkehrs-  
grenze für die Tierverbreitung. — Literatur.

## Die Orgel.

Von Dr. J. R. Brunner, Luzern.

Die moderne Orgel ist ein Konzertinstrument ersten Ranges, welches die manigfältigsten Tonfärbungen und Klangschattierungen eines vollen Orchesters her vor zu bringen vermag. Es lohnt sich deshalb wohl, sich eine kleine Weile mit ihr zu beschäftigen. Eine gedrängte, leicht verständliche Darstellung des Orgelbaues existiert meines Wissens nicht. Es dürfte deshalb diese kurz zusammenfassende Abhandlung den Lehrern aller Stufen nicht unwillkommen sein.

**Geschichtliches.** Wie alles Menschenwerk so besaß auch die Orgel nicht gleich jenen Grad von Vollkommenheit, den wir heute an ihr bewundern. Ihr ältester Vorfänger ist die Panflöte. Die Magrepha der alten Juden besaß bereits schon Blasebalg und Windlade. Sehr beliebt war im alten Rom die sog. Wasserorgel, bei welcher ähnlich wie beim Wassertrommelgebläse der Orgelwind durch luftverdrängendes Wasser erzeugt wurde. Sie mag im vornehmsten Haushalt ungefähr die gleiche Rolle gespielt haben wie heute das Klavier. Von Rom wanderte die Orgelbaukunst nach Byzanz. Die Byzantiner wendeten den Trittblasebalg an. Im 8. Jahrhundert schenkten sie Karl dem Großen eine Orgel, welche im Dom zu Aachen aufgestellt wurde. Die alten Orgeln enthielten nur die diatonische Tonleiter, umfassten eine oder höchstens zwei Oktaven und begleiteten den Chorgesang unisono mit den Sängern. Erst das 15. Jahrhundert brachte als wichtige Erfindung das Pedal, indem die Tasten, die zu den tiefsten Pfeifen führen, nunmehr auf den Boden gelegt wurden. Die Tasten waren breit und wurden mit der Hand ge-

schlagen, das Spiel wurde zur mühsamen Arbeit. Im 16. Jahrhundert wurde die Spielmechanik wesentlich vervollkommen, die Tasten wurden kleiner, die Mechanik leichter und beweglicher, und die aus Pfeifen derselben Konstruktion gebildeten Reihen (Register) erhielten durch Einteilung der Windlade in Kanzellen getrennte Windzufuhr und konnten einzeln oder zusammen gespielt werden. Der neuesten Zeit war es vorbehalten, den ohnehin schon reichen Klangschatz durch eine große Zahl neuer Klangfarben zu bereichern, den so kompliziert gewordenen Mechanismus zu vereinfachen, ohne ihn zu verstümmeln und seine Behandlungsweise zu erleichtern.

**Der Bau der Orgel.** Wir unterscheiden 5 Hauptbestandteile: 1. Das Pfeifenwerk, das bei einem großen Instrument viele Tausend Lippens- und Zungenpfeifen, oft in mehreren Stockwerken übereinander angeordnet, enthält. Sie bestehen aus Zinn, Zink, Holz oder einer Legierung aus Zinn und Blei (Orgelmetall). Die Lippenspfeifen aus Metall sind entweder zylindrisch oder konisch nach oben verengt oder trichterförmig erweitert; diejenigen aus Holz haben meistens prismatische, bisweilen auch pyramidale Form, die sich nach oben erweitert oder verjüngt. Die Lippenspfeifen sind oben offen oder mit einem Stöpsel luftdicht verschlossen (gedackt). Die schützende Umkleidung des Ganzen ist das Gehäuse, dessen Vorderseite oder Prospekt eine Anzahl silberglänzende, aber nicht selten stumme Lippenspfeifen in symmetrischer Gruppierung zeigt und eine besondere Zierde der Kirche oder des Konzertsaales bildet. 2. Die Windlade, welche den Orgelwind auf-

nimmt und nach dem Willen des Spielers in die Pfeifen gelangen läßt. 3. Das Gebläse, in neuerer Zeit meistens ein elektrisch betriebener Ventilator, der von außen die Luft einsaugt, komprimiert und mit sorgfältig abgedichteten Windkanälen aus astfreiem Fichtenholz mit der Windlade verbunden ist. 4. Der Spieltisch oder Klavierflügel mit den Klaviaturen und Registerknöpfen. Die Klaviatur zerfällt in das Oberwerk oder Manual, welches mit den Händen gespielt wird und in das oben erwähnte Pedal. Größere Orgeln haben 3 bis 4 Manuale, die terrassenförmig übereinander liegen, jedes mit 54 Tasten.

soviel Einzelkammern oder Kanzellen abgeteilt, als die Orgel Stimmen oder Register enthält und jede Kanzelle ist mit soviel Querkanälen mit den Pfeifen verbunden, als die Stimme Töne hat. Untenstehende Originalfigur 1 zeigt die Bestandteile der Orgel in schematischer Darstellung. Dabei ist angenommen, daß bloß 2 Register vorhanden seien und die Klaviatur sich auf ein einziges Manual beschränke. Soll z. B. die Pfeifenreihe links gespielt werden, so ziehen wir das zugehörige Register I. Das Ventil  $V_1$  wird geöffnet, und die verdichtete Luft strömt aus dem Windkanal in die Kanzelle  $K_1$ . Drücken wir nun die Taste T nieder,

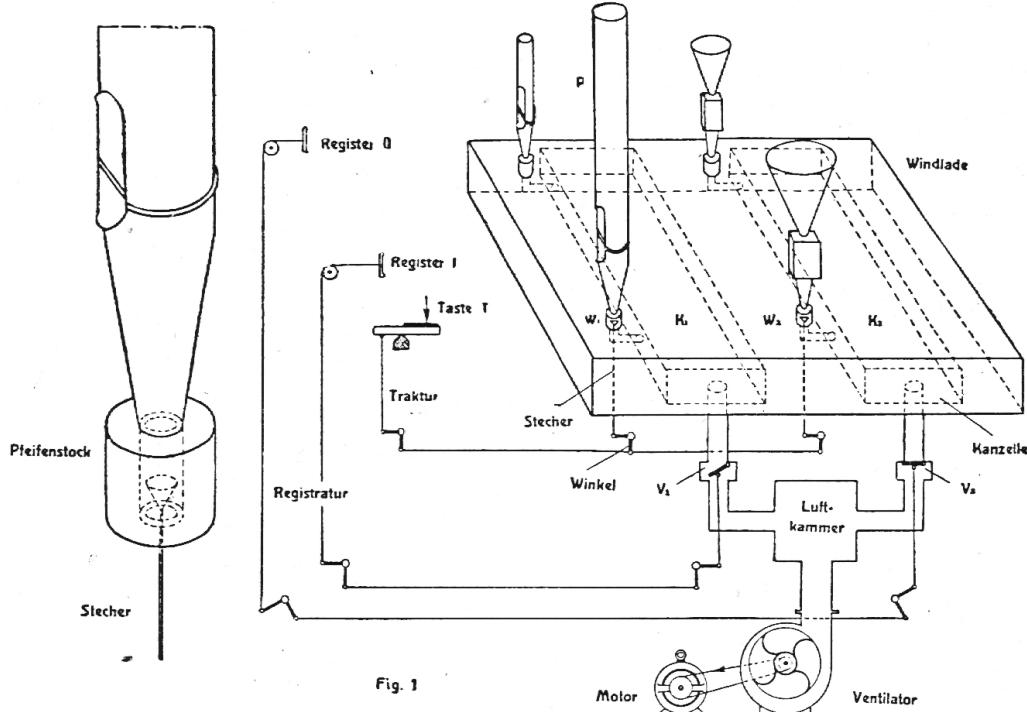


Fig. 1

Die Pedalstimmen vertreten den Kontrabass des Orchesters, sie sind niemals melodieführend, sondern wirken begleitend und füllend. 5. Die Orgelmechanik oder das Regierwerk besteht aus der Traktur und Registratur und stellt die Verbindung zwischen dem Spieltisch und dem Pfeifenwerk her.

**Orgel mit mechanischem Regierwerk.** Fig. 1. Eine nach der chromatischen Tonleiter geordnete Reihe Pfeifen, die in Bauart, Mensur (Verhältnis der Weite zur Länge) und Klangfarbe übereinstimmen, nennen wir ein Register oder eine Stimme. Große Orgelwerke besitzen bis 100 Register. Jedes stellt sozusagen ein Musikinstrument dar, dessen Tonumfang gewöhnlich  $4\frac{1}{2}$  Oktaven umfaßt und durch die Tastenzahl der Klaviatur angezeigt wird. Nun ist die Windlade in

so werden durch die Winkelhebel beide Regelventile  $W$  gehoben, und die Pfeife P spricht an. Die gleichgestimmte Zungenpfeife bleibt dagegen stumm, weil die Kanzelle  $K_2$  keinen Orgelwind enthält. Soll sie mit tönen, so muß auch das Register II angezogen werden. Der Teil des Regierwerkes, dem die Aufgabe zufällt, mit Niederdruck einer Taste die zugehörige Pfeife einer, mehrerer oder aller Stimmen oder Register zum Erlingen zu bringen, wird Spielmechanik oder Traktur genannt. Die Registermechanik oder Registratur soll es dem Organisten ermöglichen, gewisse Pfeifenreihen oder Stimmen spielbereit zu machen.

**Die pneumatische Orgel.** Das mechanische Regierwerk ist vielfachen Störungen unterworfen. Witterungseinflüsse spielen

dabei keine geringe Rolle. Eine wesentliche Verbesserung war deshalb die Einführung der Röhrenpneumatik. Das Prinzip derselben soll in Fig. 2 dargestellt werden. Unmittelbar hinter der Klaviatur des Spielstücks befindet sich die Spielwindlade A, deren Kanzelle B beständig mit Orgelwind versehen ist. Beim Niedergang der Taste C wird durch die Feder D die Öffnung bei E geschlossen und gleichzeitig durch einen Stecher (dünner Stift) das Ventil F geöffnet. Der Wind strömt aus B in die Rohrleitung G zur Hauptwindlade, deren Windlasten J beständig verdichtete Luft enthalten. Diese dringt beim Aufgang des Ventils K in den Kanal L. Die Membranen M sprin-

elektrischen Traktur. Die niedergehende Taste schließt ähnlich wie beim Morse-Schreiber den elektrischen Strom, und der Elektromagnet M zieht den Anker A an. Von da an tritt die Pneumatik in Funktion. Die verdichtete Luft dringt in den Windkanal, hebt die Regelventile und bringt diejenigen Pfeifen zum Erklingen, deren Kanzellen mit Wind versehen sind. — Die elektrische Traktur kommt auch zur Anwendung bei den sog. Fernwerken, kleinen Orgeln, die im Chor oder über der Decke der Kirche aufgestellt und vom Hauptinstrument aus gespielt werden.

Die Koppeln haben den Zweck, die Tasten der einen Klaviatur mit den gleich-

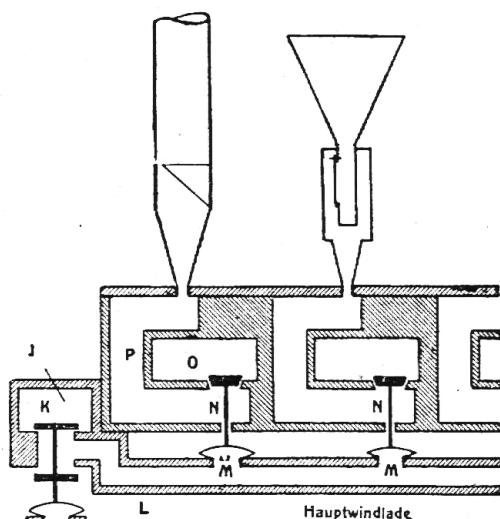
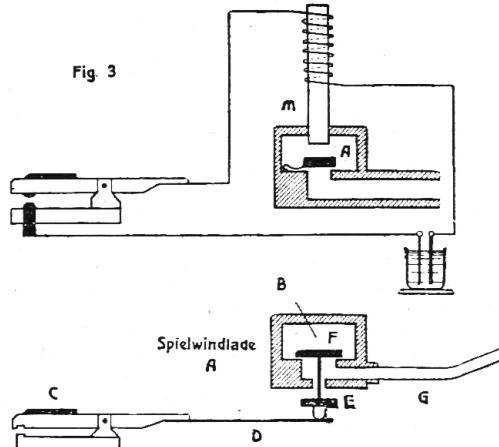


Fig. 2

gen auf und heben die Regelventile N. Wird nun in eine der Registerkanzellen O Wind geleitet, so nimmt dieser durch die Bohrung P seinen Weg nach der Pfeife und bringt sie zum Tönen. — In analoger Weise wird das pneumatische System auch bei der Registratur angewendet. Durch Einführung der pneumatischen Orgelmechanik wird das Spiel außerordentlich erleichtert. Es erfordert nicht mehr physische Anstrengung wie beim Klavierspiel, da die Hauptarbeit durch den Orgelwind besorgt wird.

**Die elektropneumatische Orgel.** Fig. 3. Die Anwendung der Pneumatik war ein bedeutender Fortschritt. Jedoch vermissen wir eine befriedigende Präzision in der Ansprache der Pfeifen, wenn die Entfernung zwischen Taste und Windlade zu groß wird. Von einschneidender Bedeutung war deshalb die Verbindung der Pneumatik mit der

namigen einer andern in Verbindung zu setzen, so daß man nur auf der einen von den verkoppelten Klaviaturen zu spielen nötig hat und doch die Tasten der andern niederdrückt. Dabei unterscheidet man noch die Pedalkoppeln, welche die Pedalstimmen mit den Stimmen eines Manuals, von den Manualkoppeln, welche die Register zweier oder mehrerer Manuale verbindet. Die Oktavkoppel läßt die höhere Oktav aus derselben oder aus einer andern Tastenreihe mitspielen.

**Das Schwellwerk.** Mit dem Roll- oder Registerschweller werden sämtliche Stimmen nacheinander in Wirkung gesetzt und wieder ausgeschaltet. Damit der Spieler sich jederzeit genaue Rechenschaft über den Grad der erreichten Tonstärke geben kann, ist am Klavierschrank ein Zeiger über einem Zifferblatt angebracht, der die augenblickliche Schallintensität anzeigt.

Beim Falousieschweller stehen die Pfeifen des Schwellwerkes in einem Kasten, der mit Falousien durch ein über dem Pedal angebrachten Fußtritt geöffnet und geschlossen werden kann. Im ersten Fall wird der Ton stärker und scheint sich uns zu nähern; beim Schließen des Schwellkastens tritt eine allmäßliche Abnahme der Tonstärke und ein scheinbares in die Fernerücke der Tonquelle ein.

**Die Register.** Fig. 4. Die Bezeichnung eines jeden Registers enthält zweierlei Angaben. Die eine bezieht sich auf die Klangfarbe, die andere dagegen auf die Länge seiner längsten Pfeife. Dabei ist zu beachten, daß beim Orgelbau noch das alte Längensystem im Gebrauch ist. So kommt es, daß auf den runden Knöpfen der einzelnen Registerstangen Namen von folgender Art stehen:

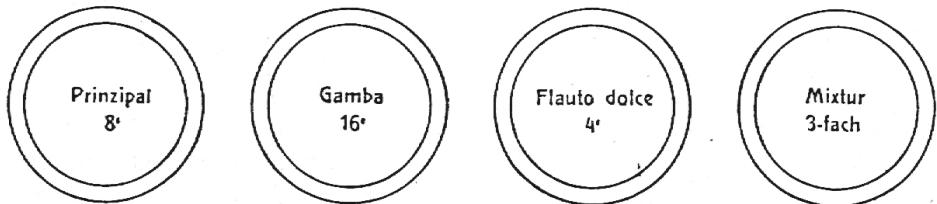


Fig. 4

Im Mittelpunkt von allen vorhandenen Stimmen stehen die 8-füßigen Prinzipalregister. Um sie herum gruppieren sich alle übrigen Kern- oder Normalstimmen von 8 Fuß Länge. Sie haben die Eigentümlichkeit, daß ihre Tonhöhe genau zu der entsprechenden Taste paßt. Nur sie geben z. B. den Ton C<sub>0</sub>, wenn die Taste C<sub>0</sub> niedergedrückt wird. — Ganz anders verhält sich dies bei den sog. Oktav- oder Seitenstimmen z. B. der 16-füßigen Gamba oder der 4-füßigen Flauto dolce. Bei jener gibt die C<sub>0</sub>-Taste das C<sub>-1</sub>, bei dieser dagegen den Ton C<sub>1</sub>. — Besondere Beachtung verdienen die Mixturregister. Die 3-fache Mixtur läßt beim Druck auf eine Taste gleichzeitig 3 Pfeifen ertönen, deren längste den der Taste entsprechenden Grundton gibt, die übrigen die dazu harmonischen Obertöne ergeben. Die Mixturen sind von besonders durchdringender Schärfe. Sie werden großen Klangmassen beigemischt, kommen aber für sich allein nicht zur Anwendung.

**Die Registerhöre.** Wie die Tonwerkzeuge eines Orchesters in Saiten-, Blas- und Schlaginstrumente zerfallen, so unterscheidet man bei den Orgelstimmen nach

ihrem Toncharakter 5 Höre: der Prinzipalchor, der Geigenchor, der Flötenchor, der Gedacktchor und der Chor der Zungenstimmen. Jeder derselben ist durch jene Eigentümlichkeit des Tons ausgezeichnet, die wir seine Klangfarbe nennen. Während die Tonhöhe durch die Schwingungszahl bestimmt ist und die Tonstärke von der Schwingungsweite oder Amplitude abhängt, ist die Klangfarbe bedingt durch die Zahl, Höhe und Stärke der mitlängenden Obertöne.

Bei den Prinzipalpfeifen tritt der kräftige Grundton in Begleitung von wenigen, mäßig starken Obertönen in Erscheinung. Es entsteht ein glänzender, markiger, sonorer Klang voll Würde und Majestät. Er bildet das Fundament des Orgeltones. Die Länge des Geigenchors sind obertonreich und deshalb wie bei der gestrichenen Saite scharf, schneidend, aber auch ausdrucksvooll. Die

Flötenstimmen sind von süßem einschmeichelndem Wohllaut. Der Klang der Gedacktpfeifen ist arm an Obertönen und daher dunkel und in den tiefern Lagen dumpf. Er gibt jedoch in Verbindung mit Prinzipalstimmen und „Streichern“ dem Orgelton Rundung und Fülle. Die Zungenstimmen stechen in ihrem Toncharakter stark von dem der Lippenpfeifen ab. Im allgemeinen ist ihnen Glanz, Lebendigkeit und Klarheit eigen. Hohe dissonierende Obertöne sind Ursache eines durchdringenden, schmetternden Klanges, wie er für die Paukensalve und Trompete charakteristisch ist. Besondere Kraft entwickeln sie nach der Tiefe zu, weshalb sie als Pedalstimmen von großartiger Wirkung sind.

Spielereien wie Vogelgesang, Kuckucksruf, Paukenschlag, Donner und Hagelschauer sind aus den ernsten Konzertprogrammen verschwunden.

\* \* \*

**Literatur:** Karl Lehr, Die moderne Orgel, 240 Seiten, Verlag von Bernhard Friedr. Voigt, Leipzig, 1912.

**Hausbuch des Wissens:** Die Physik, Verlag von J. Neumann in Neudamm.

# Der Rhein in seiner Bedeutung als Wanderstraße und Verkehrsgrenze für die Tierverbreitung.

Von Prof. Dr. phil. et med. L. Kathariner, Freiburg, Schweiz.

(Schluß).

Von den Wanderfischen des Rheins zieht nur einer, der Aal, zur Fortpflanzungszeit hinab nach dem Meer. In gewitterschwülen, sturm bewegten Nächten des Spätsommers und Herbstes treten die heranreisenden Weibchen vom Oberlauf der Flüsse und den vom Meer weit abliegenden Binnengewässern aus die Wanderung an. Zu ihnen stoßen erst im Rheindelta, in der Brackwasserzone, die Männchen, die den Unterlauf des Stroms kaum verlassen haben, oder schon früher wieder in denselben hinab gewandert sind. Die gemeinsame Reise beider Geschlechter führt weit hinaus über die seichte Nordsee in die Meeresteile westlich von Irland, wo sich der Abhang des atlantischen Beckens steil zu großen Tiefen absenkt. Aber auch dort findet die rätselhafte Fahrt des Flussfisches in die Fernen des Weltmeers noch nicht ihr Ziel. Erst südlich der Azoren, unter dem 25.<sup>o</sup> bis 45.<sup>o</sup> nördlicher Breite und in den Abgründen der Sargassosee scheinen die Laichplätze des Wanderfisches zu liegen. Dort geben sich, nach neueren Befunden, die Aale Stelldichen ein, die den Zuflüssen der Ostsee und der Nordsee entstammen, und mit ihnen vereinigen sich die Artgenossen aus dem Mittelmeergebiet, die die Straße von Gibraltar durchwandern mußten. Im stark salzigen und stets gleichmäßig fühlen freien Wasser der großen Tiefen mitten im Atlantischen Ozean pflanzt sich der Aal fort. Dort lebt auch der Leptocephalus, die eigentümliche, von Crassi und Calandruccio im Jahr 1895 entdeckte Aallarve, und von dort ziehen die aus der Larve sich entwickelnden Glassaale in langsamem Fahrt der Küste und der Stromheimat der Eltern entgegen. Durch die Pforten der Flußmündungen dringt die Jungbrut in zahllosen Scharen in das Binnenland vor. Die Millionen der wurm förmigen Tierchen kennen auf ihrer Wanderschaft kein Hindernis. Die stärkste Strömung hemmt sie nicht und nicht der höchste Wassersturz. Schleusen und Wehre werden kletternd überwunden; das feuchte Moos des Uferfelsens und die regennasse Wiese dient als willkommene Bahn, wenn es gilt, Fälle oder Strudel zu umgehen oder von Rinnsal zu Rinnal zu gelangen. Erst in

den Kleingewässern, in sickernden Wasseradern und ruhenden Teichen, endet die lange, gefahrvolle Fahrt, die umso wunderbarer wird, als weder der zum Meer ziehende reife Aal noch der zu Berg steigende Glasaal Nahrung zu sich nimmt.

Die Aale der Schweizerseen, der Bäche und Flüsse des Mittellands, der Weiher und kleinen Wasserbecken bis hinein in die Voralpen und hinauf bis zu 1100 m Erhebung im Hochgebirge wurden in den Abgrundtiefen des Atlantischen Ozeans geboren, und sie werden dorthin zurückkehren, um sich fortzupflanzen und nachher das Leben zu lassen an der Stelle ihrer Geburt. In den Frühjahrsmontaten März bis Mai hauptsächlich fluteten die Wanderheere der Jungaale in die Mündungsarme des Rheins; zwischen dem Abstieg der Eltern aber und der Rückkehr der Brut in das Süßwasser schiebt sich eine im Meer verlebte Zeitspanne von 2½ bis 3½ Jahren ein. Alle übrigen Wanderfische des Rheins schlagen den der Aalwanderung entgegengesetzten Weg ein."

Von anderen Salmoniden, welche den Rhein zur Laichwanderung benützen, ist noch zu nennen der Stint (*Osmerus eperlanus* L.), der schon im Brackwasser zurückbleibt und der Schnäpel (*Coregonus oxyrhynchus* L.), welcher etwa Köln erreicht. Die Seeforelle (*Trutta trutta* L.) geht dagegen selten bis über die Einmündung des Mains und der Nahe rheinaufwärts; Baldner fing Meerforellen noch bei Straßburg. Zweihundert Jahre haben genügt, um den kräftigen Schwimmer und Wanderer weit gegen das Stromdelta zurückzudringen.

"Und endlich der rüstigste von allen Wanderfischen des Rheins, der unermüdlich zugleich und der erfolgreichste, der Lachs. Baldner erzählt, daß im Jahr 1647 an einem Tag 143 Salmonen in Straßburg auf den Markt gebracht worden seien. Das sind verschlossene Zeiten. Einer jungen Vergangenheit gehören die kühnen Lachsfahrten in das weitveraderte Flusssystem der Aare an, auf denen der wagemutige Fisch, aller Hemmnisse von Wassersturz und Strudel spottend, weit hinauf vorstieß bis zu den entlegenen Laichstätten in den stets

kühlen und klaren Quellsbächen der Alpen. Damals durchschwamm der Lachs den Bierwaldstättersee und die Seen des Berner-Oberlands; er wurde bei Amsteg in der Reuss gefangen und bei Meiringen in der Aare. Er erschien etwa im Neuenburger- und Bieler-See und schwamm die Saane bei Freiburg und die Thur im Toggenburg. Nur der Rheinfall bei Schaffhausen stellte dem ungestümen Vormarsch der Edelfische eine unübersteigbare Schranke entgegen. Eine zielbewußte Reise von 50 bis 60 Tagen führt die Salmonen von der holländischen Rheinmündung bis an die Schweizer Grenze."

Heute haben sich die Verhältnisse im Rhein gründlich geändert. Versandung der Buchten und Karrektion der Flusrinne, Verunreinigung des Wassers und Errichtung von Bauten vertrieben im Lauf kurzer Jahrzehnte den Lachs ganz aus dem Aaregebiet und zogen sogar seiner Vermehrung im Oberrhein enge Schranken. Der einstige Brotfisch ernährt den Fischer nicht mehr, und nur fortwährender künstlicher Einsatz von Jungbrut vermag das gänzliche Verschwinden des wertvollen Tiers zu verhindern oder wenigstens zu verzögern. Im offenen Strom, zwischen Breisach und Neuenburg, liegen noch eine Anzahl regelmäßig benützter Laichgruben. Der Zutritt indessen zu den früher stark besuchten Laichstätten zwischen Thurmündung und Rheinfall und der Eintritt in die oberhalb Augst und

Laufenburg mündenden Zuflüsse des Rheins wurden dem Lachs durch Stauwehre und Kraftwerke nahezu verunmöglicht."

Als passiven Wanderer nimmt der Lachs das an ihm angefangte Flußneunauge (*Petromyzon fluviatilis* L.) mit.

So dient der Rheinstrom als Wanderstraße zur Stätte der Fortpflanzung für zwei Fische, den Lachs und den Alal, aber für beide in entgegengesetzter Richtung. Der Lachs tritt aus dem Meer in die Mündung des Stroms ein und wandert stromauf in das Quellgebiet, um zu laichen, und die im Süßwasser herangewachsenen Junglache wandern in die Salzflut hinab, wo sie zum geschlechtsreifen Tier heranwachsen. Umgekehrt ist es beim Alal; die Alalbrut wandert aus dem Meer in die Süßwässer des Binnenlands; das erwachsene Tier dagegen strebt zur Zeit der Fortpflanzung dem Meer zu. Beiden gemeinsam aber ist, daß sie allen Hindernissen zutrotz ihrem Ziel zu streben. Die von der Schweiz so eifrig bestrebte offene Verbindung zum Meer auf dem Wasserweg besteht also für die Tiere schon seit undenklichen Zeiten.

Anmerkung: Die im Vorstehenden enthaltenen Zitate wurden den Verhandlungen der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft in Basel entnommen. J. Bichofke. (Der Rhein als Bahn und als Schranke der Tierausbreitung).

## Literatur.

Soeben ist bei Rascher & Cie. das zweite Bändchen der Volksbücherei von Hanns Günther erschienen, verfaßt von Adolf Koelsh, betitelt: **Verwandlungen des Lebens.** 94 Seiten. 1.—10. Tausend.

In fünf Abschnitten werden Verwandlungen des Lebens erwähnt, im sechsten wird das Erträgnis aufgestellt; als Anhang folgt eine Literaturangabe.

Der Teil und das Ganze. Es werden vegetative Fortpflanzungsmethoden besprochen. Stecklinge der Weide oder Pappel, nicht aber der Birn- und Apfelbäume, noch der Eichen und Buchen bewurzeln sich bei geeigneter Verpfanzung. Bei den einen wird aus dem Teile ein Ganzes, bei den andern nicht. Bei Begonien, Citronen, Limonen entsteht sogar aus einem einzigen Blatt wieder ein Ganzes. Nach dem Autor treten wir in denkbare-

schärfsten Gegensatz zur Auffassung der Vergangenheit in bezug auf die Auffassung des Verhältnisses der Teile zum Ganzen. Die Alten bis 1850 glaubten, eine Pappel sei eine Individuengesellschaft, weil jeder Zweig zu neuem Ganzen werden konnte. Nicht so das Tier. Die Alten sollen übersehen haben, daß der Zweig erst dann zum neuen Individuum wird, wenn er vom Mutterorganismus losgetrennt ist.

Die Gestaltung der Form. Alle Geschöpfe werden mit ganz bestimmten Anlagen geboren. Das weibliche Ei und der männliche Keimfaden, die sich im Befruchtungsakte begegnen und zur Bildung eines neuen Wesens verschmelzen, sind schon behaftet mit einer ererbten, von den Eltern und Ahnen stammenden, genau festgelegten inneren Organisation, deren Bildungs geschichte in den Schicksalen der Vergangenheit

ruht. Das befruchtete Ei gelangt erst dann zum neuen normalen Artorganismus, wenn gewisse Bedingungen vorhanden sind, die die Möglichkeit der normalen Entwicklung gestatten. So vermögen günstige, bezw. ungünstige Bedingungen das Wesen, die Art, den Typus, nicht zu ändern. Die Bedingungen und Kräfte, die Veränderungen im Typus eines Organismus hervorzubringen vermögen, sind: Wärme, Elektrizität, Feuchtigkeit, Licht, Dunkelheit, Schwerkraft, Salzgehalt des Bodens, Temperatur, Zug-, Druck- und Berührungskräfte, besonders aber Unterernährung (Zwerge) und Überernährung (Riesen). Beispiel von *Alisma plantago* je nach dem Standort: Laubform, Schwimmblätterform, Wasserform. Die in Schatten und Feuchtigkeit verpflanzte *Fabiana imbricata* treibt wohl entwickelte Blätter. Hexenbesen. Erleben die Eier normale Entwicklung, entsteht aus ihnen ein Tochtergebilde, das den Eltern entspricht, wirken Kräfte auf das entwickelnde Ei ein, können Veränderungen im Arttypus auftreten.

**Die Verwandlung der Form und der Leistung.** Der Autor führt Versuche von Göbel an. Werden der Pferdebohne *Vicia faba* die hervorbrechenden Hauptblätterknospen abgebrochen, vergrößern sich die nächst liegenden Nebenblätter stark und versehen die Funktion der Hauptblätter. (Größenveränderung.) Wenn man bei der sich entwickelnden Erbsenpflanze die Anlage zu den Blättern entfernt, bilden sich als Ersatz blattartige Ranken, die die Funktion der Laubblätter übernehmen. Die Pflanze ist demnach im Notfalle im Stande, ein Organ, das eine bestimmte Funktion hat, umzuwandeln in ein anderes mit anderer Funktion. In unserem Falle: die Rinde reagiert auf Berührungsreize, das Blatt auf Lichtreize. Werden künstliche Veränderungen an oberirdischen Organen vorgenommen, verspürt das auch die Wurzel. (Senf und Kohl.) Auch der Stengel kann die Funktion der Assimilationsblätter übernehmen, wie der Versuch von Boirivant zeigt. Wird bei einer Rot- oder einer Weißtanne der Hauptsproß entfernt, entwickelt sich ein Nebensproß wieder zum Hauptsproß. Auch in der Blütenregion können durch künstliche Eingriffe Verwandlungen in Form und Leistung hervorgebracht werden. Lebischmitt der *Veronica chamaedrys* den oberen Teil des Haupttriebes und die beblätterten Seitenzweige

vollständig weg. Darauf entwickeln sich neue Blütenprosse, die weiterwachsen und schließlich zur Laubblattbildung übergehen. Nach Göbels Versuch mit dem Hexenkraut (*Circaeae intermedia*) entwickelt sich aus einer Knospe des Wurzelstocks ein echter oberirdischer Laubsproß, der zur Zeit Blüten treibt, nachdem bei dieser Pflanze der oberirdische Trieb beseitigt wurde. Durch künstlichen Eingriff kann auch die Lebensdauer einer Pflanze verlängert werden, wie z. B. die Geschlechtsgeneration der Farne, das Prothallium mit seinen Antheridien und Archegonien. Sofern nämlich die Befruchtung der Eizelle verhindert wird, lebt das sonst einjährige Prothallium jahrelang. Aehnliches ist im Tierleben zu beobachten. Hat der Molch Vorderbein mit Schulterblatt verloren, kann durch Teilung der Bindegewebezellen beides wieder ersetzt werden. Nicht in jedem Falle wird bei Verlust das gleiche Organ wieder neugebildet; bei den Dekapodenkrebsen entsteht aus einem weggenommenen Auge ein Fühler. Daß hingegen das Laubblatt, das bei der Traubenzirche an Stelle der Knospenschuppe erscheint, oder das Laubblatt, das die Rinde bei der Erbse vertritt, nur stammesgeschichtlich ältere Formen der Organe sind, an deren Statt sie gebildet werden, unterschreibt nicht jeder Forcher.

**Auspflanzung von Teilen (Explantation).** In diesem Abschnitt gibt der Verfasser durch angeführte Experimente Antwort auf die Frage: Was wird aus einem vom Organismus losgetrennten Organe, das in ein anderes Milieu mit neuen Reizen versetzt wird? Als erstes Antwortbeispiel wird die Rachenblütlerin *Tornie* erwähnt, in deren Blättern Stellen von bildungsgeweblichem Charakter zu finden sind. Nach dem Löstrennen und Versezten eines Blattes tritt dieses Bildungsgewebe in Funktion; das Blatt wächst zu einem neuen kompletten Organismus aus. Bei *Achimenes hirsuta* treibt sogar die ausgesetzte Blüte am Grund des Stieles Wurzeln und Brutzwiebeln. Gruber teilt das Trompeten-tierchen (*Stentor coeruleus*) durch zwei Querschnitte in drei Teile. Resultat: Das Vorderende bildet ein neues Hinterende, dieses ein neues Vorderende, das Mittelstück Hinter- und Vorderende zugleich. Der Autor macht aufmerksam, daß die Kraft des Teiles zu neuem vollständigem Organismus auszuwachsen erst auftritt nach Löstrennung vom Ganzen. Was an ausge-

wachsenen organischen Körpern möglich, kann oft auch in den Furchungsstadien experimentell vorgenommen werden, wie Versuche von Roux, Driesch, Herbst und Morgan dartun.

Ueberpflanzung von Teilen (Transplantation). Nach dem Autor haben Versuche auf diesem Gebiete besonders in naturwissenschaftlich interessierten Laienkreisen großes Aufsehen gemacht. Erst wenn das Lebendigbleiben von überpflanzten Teilen (Zellen) mit Veränderungen der Eigenschaften jener Gewebestücke verbunden ist, wacht die besondere Teilnahme des Autors auf. Als einschlägiges Beispiel führt er S. v. Schumachers Versuch mit den Flimmerzellen der Rachenschleimhaut des Frosches an. Hernach wird die Frage behandelt: Können überpflanzte Zellen sich nicht nur lebend erhalten, gehen sie vielleicht auch zur Neubildung von Zellen über? Hierauf wird noch keine endgültige Antwort gegeben. Werden aber neue Zellen gebildet, ist ihr Verhalten ein indifferentes, ohne die selbständige Funktion, die sie im ursprünglichen Gewebe besaßen. Aus praktischen Gründen bleibt das Hauptversuchsstobjekt von Ueberpflanzung immer noch wie vor tausend Jahren die Kopulierung und Okulierung. Anziehender findet der Verfasser die Transplantationsversuche mit tierischen Embryonen z. B. mit Unken-, Frosch- und Salamanderembryonen. Für die Praxis werden viel wichtiger die Versuche über Knochenverpflanzungen sein oder die Umwandlungen von Venengewebe in Sehnen.

Im „Erträgnis“ macht Köllisch aufmerksam, daß die Kenntnis der von den Eltern ererbten Arteigenschaften nicht hinreichen, um verlässige Voraussagungen über das künftige Aussehen, die künftigen Leistungen und das künftige Weltverhalten des nachgeborenen Lebewesens machen zu können. Physiologen haben in den letzten Jahrzehnten über Innenfaktoren rein chemisch-physischer Natur, die im Organismus artherhaltend oder artverändernd wirken, die

verschiedensten Versuche und Studien gemacht, doch gesteht der Autor: „Trotzdem steht man heute vor dem peinlichen Gefühl, daß wir nicht klüger sind als zuvor.“ Er selbst möchte die Ursachen zu diesen biologischen Vorgängen weder nach der „mechanistischen“ noch vitalistischen, sondern „aktivistischen“ Theorie erklären wissen. Er glaubt im Worte „Erlebnis“ den Schlüssel gefunden zu haben; nach ihm entstammt alle schöpferische Kraft dem Erlebnis.

Das Wort Erlebnis bringt uns der Erkenntnis des entstehenden und sich entwickelnden Lebens nicht näher. Der nach den letzten Lebensursachen fahndende Forsther gelangt stets bis zur Tätigkeit der Chromosomen. Er ist überrascht von ihrer Hauptrolle, die sie bei der Vererbung, Reifung, Befruchtung der Keimzellen, wie auch bei den Furchungsteilungen des Embryos spielen. Er ist überrascht von der geheimnisvollen vitalen Gesetzmäßigkeit der Lebenserscheinungen. Diese zwingen ihn im Organismus einheitlich und zielstrebig wirkende, innere Ursachen anzunehmen, die einheitlich zusammenwirken zur Vollendung des gesamten Lebensprozesses. Diese einheitliche, innere Ursache, die Entwicklung und Leben bis zur Vollendung und zum Abschluß führt, nennen wir Lebensprinzip. Dieses wirkt zielstrebig in den einzelnen Zellen, im losgetrennten Teil, wie im ganzen Organismus nach den Gesetzen, die eine höchste, außer den Geschöpfen stehende Intelligenz bereits in die entstehende lebende Materie gelegt hat. Diese höchste Intelligenz ist der persönliche Schöpfer, dessen Erkennen und Bekennen den wahrheitssuchenden Naturforscher nie entehrt.

Das Titelbild kann weder in Hinsicht auf Anatomie noch Ästhetik, noch Bedeutung hervorragend genannt werden. Die vorgelegten Gedanken hätten vielleicht da und dort in weniger komplizierter Form lichtvolleren Ausdruck gefunden.

P. Damian Buch.



# Mittelschule

Beilage zur „Schweizer-Schule“

Mathematisch-  
naturwissenschaftliche Ausgabe

Schriftleitung:  
Dr. A. Theiler, Luzern

Inhalt: Schweizerische Elektrizitätszähler. — Kugel und Kugelteile. — Die Erde und ihre Geschichte.

## Schweizerische Elektrizitätszähler.

Von Dr. J. J. Herzog, Zug.\*)

Mit der Vergrößerung des Anwendungsbereites für elektrische Apparate und mit der Zunahme der elektrischen Licht- und Kraftanschlüsse machte sich seitens der Elektrizitätswerke der Wunsch geltend, die gelieferte elektrische Energie in möglichst geheimer Weise zu verrechnen und dazu geeignete Meß- oder Zählapparate zu verwenden. Dieses Bestreben führte zur Herstellung und Verwendung von Elektrizitätszählern, welche die der Installation entnommene Energie auf einem Zählwerk registrieren, dessen Angaben für die Aufstellung der vom Abonnenten für die Strombenützung zu zahlenden Kosten maßgebend sind.

Obwohl schon frühzeitig brauchbare Elektrizitätszähler hergestellt wurden, so blieb doch lange Zeit hindurch ihre Verwendung auf solche Anlagen beschränkt, deren Energiebedarf jene Höhe erreichte, um die Installation eines zu den damaligen Zeiten sowohl in bezug auf Anschaffungs- als auch Unterhaltungskosten relativ teurer Zählers zu rechtfertigen. Bei einem großen Teil der Lichtanschlüsse, insbesondere bei Kleinabonnenten nahm man bis vor kurzer Zeit von der Installation eines Zählers Abstand und basierte die Stromkostenberechnung auf einer Pauschale pro Lampeneinheit.

Diese pauschale Berechnungsweise hat aber einerseits den Nachteil, daß sie eine Beschränkung in der Zahl der installierten Lampen, andererseits die Gefahr einer Stromverschwendungen seitens des Abonnenten mit sich bringt. Wenn sie trotzdem gewählt wurde, so geschah es zumeist nicht deswegen, weil man sie für die geeignete Rechnungsweise

hielt, sondern einfach deshalb, weil es an geeigneten billigen Elektrizitätszählern für den Kleinkonsumenten fehlte. Dies ist in jüngster Zeit anders geworden und dementsprechend ist auch die Zahl der an Elektrizitätszählern angeschlossenen Kleininstallationen in den letzten Jahren gewaltig gestiegen. Hiermit ist der Elektrizitätszähler selbst in den Interessenkreis der Allgemeinheit gelangt.

Die ersten in der Praxis eingeführten Elektrizitätszähler waren Elektrolytzähler. Sie beruhten auf dem gleichen Prinzip wie die galvanische Verkupferung. Bei dieser wird bekanntlich der zu verkupfernde Gegenstand zusammen mit einer Kupferplatte in das galvanische Bad eingetaucht; wird diese einerseits und jener andererseits an eine elektrische Stromquelle angeschlossen, so löst sich Kupfer von der Kupferplatte und schlägt sich auf dem zu verkupfernden Gegenstand nieder. Dieser Kupferniederschlag ist proportional dem verbrauchten Strom. Nimmt man nun an Stelle des zu verkupfernden Gegenstandes eine Metallplatte von bekanntem Gewicht und läßt den Verbrauchsstrom einer Installation durch das galvanische Bad gehen, so schlägt sich auf dieser Platte eine dem Verbrauchsstrom proportionale Menge Kupfer nieder, welche durch Abwägen der Platte festgestellt und zur Berechnung des stattgefundenen Stromverbrauches verwendet werden kann.

Da diese Wägung und die darauf folgende Berechnung umständlich und zeitraubend war, wurden verschiedene Konstruktionen

\*) Nach einem an einen Entwurf von Herrn Ingenieur R. Krutina, Zug sich anlehnenden Projektionsvortrag, gehalten in der Baumgartnergesellschaft am Lehrerseminar in Zug.

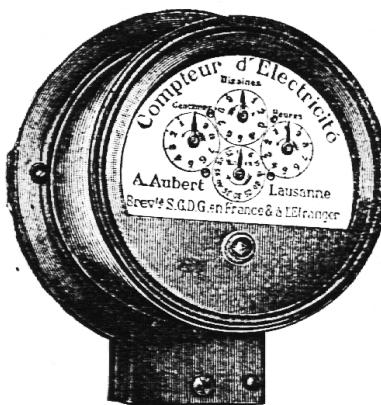


Fig. 1.

trolytzähler für Gleichstromanlagen in der Praxis verwendet; in der Schweiz hat sich jedoch diese Art Zähler nicht eingebürgert.

Nach den elektrolytischen Zählern sind die Pendelzähler zu erwähnen. Diese bestanden ursprünglich aus zwei Pendeluhrn, von welchen die eine als gewöhnliche Uhr ausgeführt war, während bei der anderen die Pendellinse durch ein vom Verbrauchsstrom erzeugtes Magnetfeld beeinflußt wurde. Die dadurch bewirkte Verzögerung der zweiten Uhr ergab eine Gangdifferenz gegenüber der ersten, und aus dieser Differenz konnte der Stromverbrauch ermittelt werden. Diese Anordnung wurde später so verbessert, daß die beiden Pendel auf ein gemeinsames Zählwerk einwirken. An diesem konnte der Verbrauch direkt abgelesen werden.

Ebenfalls älteren Datums sind die Zeitzähler für elektrische Installationen. Diese sind keine Elektrizitätszähler im eigentlichen Sinne des Wortes, denn sie registrieren keine elektrische Maßeinheit, sondern geben lediglich die Zahl der Stunden an, während welchen die betreffende elektrische Einrichtung in Betrieb war. Sie zeigen also in Lichtinstallationen bei Benützung nur einer Lampe das gleiche an, als beispielsweise bei gleichzeitiger Benützung von 16 Lampen. Handelt es sich jedoch nicht um eine Lichtinstallation, sondern um einen Motor oder sonst einen einzelnen Stromverbrauchssapparat, dessen Stromaufnahme genau bekannt ist, so kann man auch einen Zeitzähler zur Bestimmung des Verbrauches an elektrischer Energie verwenden. Sein Anwendungsbereich ist allerdings beschränkt; immerhin wird er in geeigneten Fällen noch gerne verwendet.

Der Zeitähler ist im Wesentlichen eine Uhr, deren Unruhe durch eine Sperrvorrichtung stillgesetzt wird, solange in der

geschafften, welche die Gewichtsänderung automatisch registrierten und auf diese Weise auch ein Registrieren des Verbrauchs gestatteten. Elektrolytische Zähler werden heute noch als Quecksilber-Elektrolytzähler für Gleichstromanlagen in der Praxis verwendet; in der Schweiz hat sich jedoch diese Art Zähler nicht eingebürgert.

Anlage kein Stromverbrauch stattfindet. Sobald jedoch Strom entnommen wird, löst ein Elektromagnet die Hemmung der Unruhe und die Uhr beginnt zu laufen. Wird die Stromentnahme unterbrochen, so bringt die Hemmung die Unruhe sofort wieder zum Stillstand.

Die Abbildung 1 zeigt einen Zeitzähler nach dem System Aubert, wie er von der Compteurs Aubert S. A. in Lausanne auf den Markt gebracht wird und dessen Konstruktion sich schon seit vielen Jahren in der Schweiz und im Auslande bestens bewährt hat.

Weitaus der größte Teil der in den verschiedenen elektrischen Anlagen, insbesondere in den Wohnungen installierten Elektrizitätszähler sind Motorzähler. Diese bestehen aus einem kleinen Motor, dessen Anker ein Zählwerk zum Registrieren des Verbrauches antreibt. Der Aufbau dieses Motors ist naturgemäß ein anderer als derjenige der Motoren für Kraftwerke. Der Zähler hat ja auch eine andere Aufgabe zu erfüllen. So verschieden indessen das äußere Aussehen eines Zählers von demjenigen eines Motors ist, so läßt doch das nähere Betrachten viele Ähnlichkeiten erkennen.

Abbildung 2 zeigt einen Wattstundenzähler nach dynamometrischem Prinzip. Man sieht deutlich, daß der Zähler einen Anker besitzt, der sich wie bei dem Elektromotor in einem von Magnetspulen erzeugten Magnetfelde bewegt. Auch die Stromzuführung, die Bürsten und der Kollektor sind im Prinzip gleich wie bei Gleichstrommotoren. Die auf der Ankerachse unten angebrachte Aluminiumscheibe, welche sich zwischen den Polen von zwei Stahlmagneten befindet, hat die Aufgabe, die Bewegung des Ankers zu registrieren. Der Anker ist mit einem Zählwerk verbunden, welches die aufgewandte Energie in Wattstunden anzeigt. Die Abbildung 2 zeigt einen solchen Zähler in einem Gehäuse, das oben einen Schieber für die Stromzuführung und unten einen Schieber für die Abführung des gemessenen Stromes aufweist.

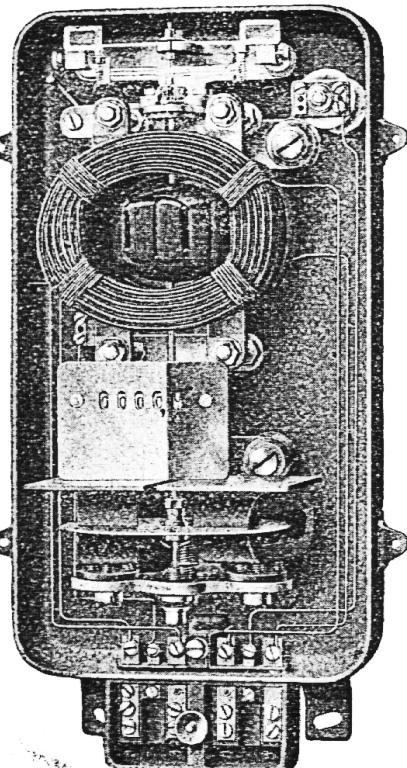


Fig. 2.

ten befindet, kennzeichnet den Apparat aber als Zähler. Diese Vorrichtung stellt die magnetoelektrische Bremse des Zählers dar, welche dazu dient, die Tourenzahl des Ankers in bestimmten Grenzen zu halten. Durch Verstellen der Magnete kann die Tourenzahl so eingestellt werden, daß sie genau proportional dem Verbrauch in der Anlage ist.

In der Abbildung 3 wird ein Amperestundenzähler nach magnetoelektrischem Prinzip gezeigt. Bei diesem tritt das Charakteristikum eines Motors schon stark in den Hintergrund. Anstatt der feststehenden Magnetspulen sind hier permanente Magnete angebracht und bei dem scheibenförmigen Anker sind keine Spulen zu bemerken. Diese sind indessen im Innern des Scheibenankers angebracht, und die sie umschließenden Aluminiumscheiben dienen zusammen mit den Stahlmagneten gleichzeitig als magnetoelektrische Bremse. Bürsten und Kollektor sind auch hier noch vorhanden.

Die beiden vorgeführten Zählerarten sind Gleichstromzähler in der von der Firma Landis & Gyr in Zug ausgeführten Bauart.

Andere auf dem Markt befindliche Motorzähler für Gleichstrom zeigen im Wesentlichen den gleichen Aufbau. Aber auch diese Gleichstrom-Motorzähler machen nicht die große Masse der in der Schweiz installierten Zähler aus. Da der größte Teil der in der Schweiz vorhandenen Elektrizitätswerke Wechsel- oder Drehstrom erzeugt, sind die meisten Zähler, die man in der Schweiz installiert findet, Wechsel- oder Drehstromzähler, und zwar kommen hier insbesondere sogenannte Induktionsmotorzähler in Betracht. Bei diesen besteht der Anker nur aus einer dünnen Scheibe aus Aluminium oder Kupfer, welche unter der Einwirkung der vom Verbrauchsstrom bezw. von einem der Netzspannung proportionalen Nebenschlußstrom erzeugten Magnetfeldern sich dreht. Der Aufbau wird also noch einfacher als bei den vorgeführten Gleichstromzählern; Kollektor und Bürsten fallen weg.

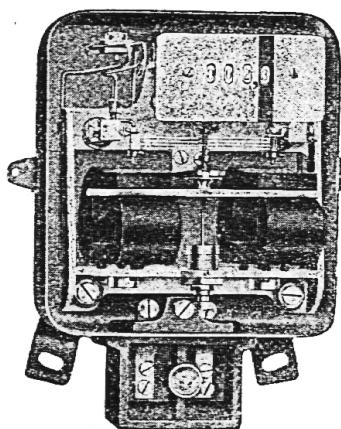


Fig. 3.

Die Entdeckung des Induktions-Prinzips bei Motorzählern wird dem Italiener Ferraris zugeschrieben; die Induktions-Motorzähler sind daher auch unter der Bezeichnung Ferrariszähler bekannt. Die ersten derartigen Zähler, welche in der Praxis Eingang fanden, wurden von der Firma Ganz & Co. in Budapest nach den Konstruktionen von D. T. Blathy hergestellt. Diese ersten Ferrariszähler hatten die Außenabmessungen eines mittleren Motors. Es ist begreiflich, daß man solche Apparate nicht an die Wand hängen konnte, sondern auf Eisenbahnen montieren mußte. Die Verwendung der Ferrariszähler geht bis auf das Jahr 1889 zurück. Rund 7 Jahre später wurde der erste Ferrariszähler in der Schweiz gebaut, der in der Abbildung 4 gezeigt wird.

Dieser von dem elektrotechnischen Institut Theiler & Co. in Zug gebaute Zähler weist im Vergleich zu den heute in Lichtanlagen verwendeten Zählern ebenfalls noch recht große Abmessungen auf. Die schwere Gußgrundplatte ist von zwei Querschienen getragen, die ihrerseits an der Wand befestigt werden. Der innere Aufbau dieses Zählers läßt schon diejenigen Hauptbestandteile des Induktionszählers erkennen, die wir heute noch an jedem Zähler finden. Deutlich können Zählwerk, Magneteisen mit Spulen, Ankerscheiben mit Bremsmagnet und Klemmenstück zum Anschließen der Verbindungsleitungen erkannt werden.

Die Abbildung 5 zeigt einen Ferrariszähler aus dem Jahre 1906 in der Ausführung wie sie von der aus oben erwähnten elektrotechnischen Institut hervorgegangenen Fabrik elektrischer Apparate Landis & Gyr in Zug da-

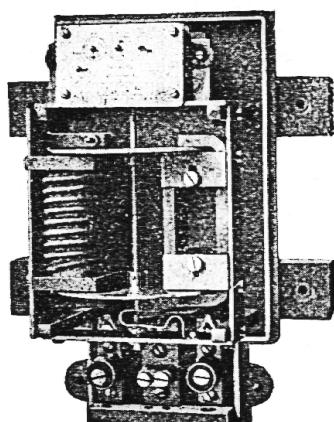


Fig. 4.

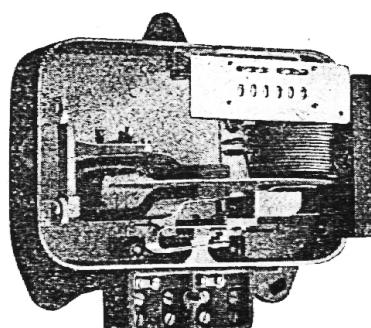


Fig. 5.

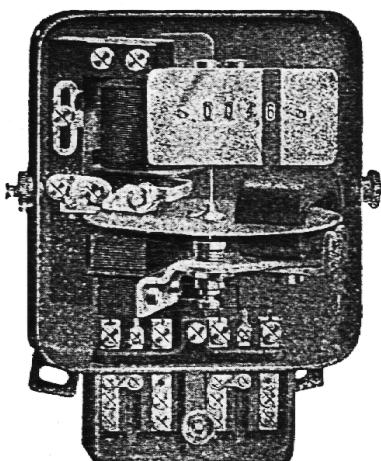


Fig. 6.

mals geliefert und sowohl in der Schweiz als auch im Ausland Verwendung fand.

Während bis vor etwa 10 Jahren die Zahl der installierten Zähler gering war, machte sich bald eine steigende Nachfrage nach

Elektrizitätszählern, insbesondere nach kleinen Lichtzählern bemerkbar. Dies bedingte, daß die serienweise Herstellung von Zählern wie sie bis dahin betrieben wurde, nicht mehr genügte. Es erwies sich als notwendig, auch die Elektrizitätszähler, wie so viele andere Apparate der Elektroindustrie, als Massenartikel herzustellen. Beim Übergang von der Serienherstellung auf die Massenfabrikation ergab sich die Forderung, von der Verwendung von Gußmaterial wo immer möglich Abstand zu nehmen und der Fabrikation durch Stanzen, Ziehen und Pressen den Vorzug zu geben. Es zeigte sich hierbei, daß man durch geeignete Formgebung Konstruktionsteile erzielen kann, die in bezug auf Festigkeit gegossenen Teilen vollkommen ebenbürtig sind, in bezug auf geringes Gewicht und Zähigkeit aber die Gußkörper um ein Bedeutendes übertreffen. Bei den großen Mengen, welche bei der Fabrikation von Elektrizitätszählern in Betracht kommen, spielt eine Gewichtsverminderung aber nicht nur eine Rolle in bezug auf Verringerung des notwendigen Rohmaterials, sondern auch im Hinblick auf die bei der Ausfuhr an Zollgebühr zu ersparenden Kosten, da ja die Zollsätze der meisten Staaten sich nach dem Gewichte der Erzeugnisse richten.

Abbildung 6 zeigt einen modernen Wechselstromzähler, bei welchem Grundplatte und Gehäusekappe aus gezogenem Metall bestehen.

Die Umstellung der Fabrikation durch Gießen auf diejenige durch Stanzen, Ziehen und Pressen wurde für das gesamte Fabrikationsgebiet zuerst von einer Schweizerfirma, von der Landis & Gyr A.-G. in Zug vorgenommen. Dadurch wurden der konstruktiven Entwicklung der Elektrizitätszähler neue Bahnen gewiesen. Daß diese

allgemein als richtig für das erwähnte Fabrikationsgebiet angesehen werden, geht daraus hervor, daß ausländische Zählerfirmen ebenfalls zu dem gleichen Fabrikationsystem übergegangen sind.

Die vorgeführten Ferrariszähler sind ausschließlich Wechselstromzähler. Für Drehstrom kommen ähnliche Zähler in Betracht, welche jedoch je nach dem Verwendungszweck mit zwei oder drei Triebsystemen ausgerüstet sind. Abbildung 7 zeigt die Innenansicht eines Zweisystemzählers für Drehstrom-Dreileiter-Anlagen.

Die beschriebenen Zähler, gleichgültig ob für Wechselstrom, Drehstrom oder Gleichstrom, zeigen die elektrische Energie in Kilowattstunden an. Die Zahl der angegebenen Kilowattstunden wird bei der Rechnungsstellung mit dem entsprechenden Kilowattstundenpreis multipliziert. Nun ist aber in ein und derselben Installation der zur Verrechnung kommende Kilowattstundenpreis nicht immer gleich. Mancherorts kommt es z. B. vor, daß in einer Wohnung nebst einer Lichtleitung noch eine Kraftleitung für Kochapparate, Heizkörper usw. installiert ist. Jede Leitung hat einen Zähler für sich, und die Angaben des Lichtzählers werden beispielsweise mit 60 Cts., diejenigen des Kraftzählers mit 10 Cts. verrechnet. In diesem Falle werden zwei normale Zähler für jeweils einen Kilowattstundenpreis oder Tarif, d. h. zwei Einfachtarifzähler verwendet.

Es kommt aber auch vor, daß die Lampen und die Kochapparate an die gleiche Leitung angeschlossen sind und daß zu gewissen Tagesstunden (Lichtzeit) ein Kilowattstundenpreis von 60 Cts. und zu den übrigen Tagesstunden ein Preis von 10 Cts. zur Verrechnung gelangen soll. Der Zähler soll also die Verrechnung der elektrischen Energie nach zwei Tarifen ermöglichen; er

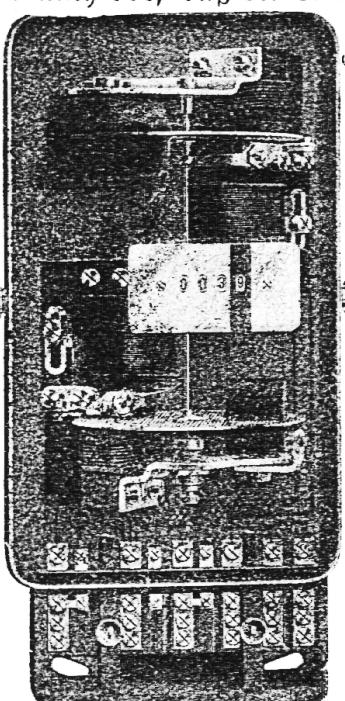


Fig. 7.

muß daher als Doppeltarifzähler gebaut sein.

Bevor dieser beschrieben werden soll, seien kurz die Gründe aufgeführt, warum viele Elektrizitätswerke den elektrischen Strom zu gewissen Tageszeiten billiger abgeben können, als außerhalb dieser Tageszeiten. Es hängt dies davon ab, daß die gesamte Anlage eines Elektrizitätswerkes so bemessen sein muß, daß sie jederzeit dem maximalen Bedarf an elektrischer Energie gerecht zu werden vermag. Zu solchen Tageszeiten, wo dieser maximale Bedarf wesentlich unterschritten wird, hat das Werk genügend Strom abzugeben und will daher zur Benützung elektrischer Energie anregen. Zu andern Tagesstunden, beispielsweise während der Hauptbeleuchtungszeit am Abend, ist das Werk fast voll belastet, und hat gar kein Interesse daran, daß die Belastung noch weiter gesteigert wird. Hier ist ein Kilowattstundenpreis am Platze, der so hoch gehalten ist, als es mit Rücksicht auf die Konkurrenzbeleuchtungspreise irgendwie an-

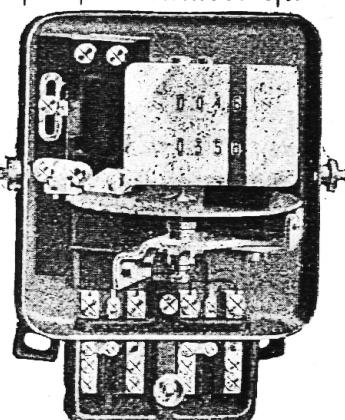


Fig. 8.

nes Elektromagneten und eines beweglichen Kupplungstriebes abwechselnd mit dem Zählermechanismus gekuppelt werden, so daß die verbrauchte elektrische Energie bald auf der oberen, bald auf der unteren Zahlenrollenreihe registriert wird.

(Schluß folgt.)

## Augel und Augelteile.

In vielen Lehrbüchern wird mit Hülfe des Cavalierischen Grundsatzes zunächst das Volumen der Kugel und sodann die Oberfläche der Kugel abgeleitet. Später wird bei Behandlung der Körperstumpfe der Mantel des geraden Regelstumpfes berechnet und mittelst der gewonnenen Formel  $2\pi r^2 h$  Kugelkappe, Kugelzone, Kugelausschnitt und Kugelabschnitt durchgenommen. Man vergleiche diesbezüglich z. B. den Leitfaden der Stereometrie von Dr. W. Elsässer.

So sehr eine solche auf breiter Basis durchgenommene Behandlung der Kugel und der Kugelteile im Interesse der Gründlichkeit zu empfehlen ist, so dürfte bei späteren Repetitionen manchmal ein kürzeres Verfahren wünschenswert sein. Dadurch wird nicht nur Zeit gewonnen, sondern es wird auch die ganze Materie von einem andern Gesichtspunkte aus betrachtet. Im Folgenden möchte ein solches kürzeres Ableitungsverfahren geboten sein.

Im Physikunterricht wird etwa die Lage des Schwerpunktes rechnerisch und konstruktionsweise behandelt. Für unsern Fall ist die Bestimmung des Schwerpunktes S eines Kreisbogens wichtig. Zeichnen wir auf eine Rotationsachse einen Halbkreis; begrenzen sodann einen Bogen b dieses Halb-

Kreises derart, daß er symmetrisch liegt zur Senkrechten, die im Kreismittelpunkt errichtet wird, bezeichnen wir die Projektion von  $b$  auf die Rotationsachse mit  $s$ , ein winziges Bogenstückchen mit  $\beta$ , dessen Projektion auf die Achse mit  $\sigma$  und der Abstand des Schwerpunktes des Bogenstückchens von der Achse mit  $\alpha$ , so läßt sich der Abstand des Schwerpunktes  $S$  des Bogens  $b$  vom Zentrum des Kreises leicht folgendermaßen bestimmen:

$$\begin{aligned}\beta : \sigma &= r : a \\ b : s &= r : \chi \\ \chi &= \frac{r \cdot s}{b}\end{aligned}$$

Für den Halbkreis ergibt sich

$$\chi = \frac{r \cdot 2r}{\pi} = \frac{2r}{\pi}$$

Drehen wir die Rotationsachse um sich selbst, so ist der Weg von S:

$$\frac{2 \cdot 2r \cdot \pi}{\pi} = 4r$$

und nach der Guldinschen Regel erhalten  
wir nun sofort

$$\text{Oberfläche der Kugel} = r\pi \cdot 4r = 4r^2\pi$$

Daraus erhalten wir durch die bekannte  
Zerlegung der Kugel in unendlich viele

Pyramiden, deren Spitzen im Kugelzentrum zusammenstoßen, den

$$\text{Inhalt der Kugel} = \frac{4r^2\pi \cdot r}{3} = \frac{4}{3}r^3\pi$$

Aus der Proportion: Ein Kugelausschnitt verhält sich zu einer Kugel vom gleichen Radius wie die Höhe der zum Ausschnitt gehörigen Kugelkappe zum Kugeldurchmesser, oder aus

$$\text{Ausschnitt: } \frac{4r^3\pi}{3} = h : 2r \text{ ergibt sich}$$

$$\text{Kugelausschnitt} = \frac{4r^3\pi}{3} \cdot h = \frac{2}{3}r^2\pi h$$

Bei der Überlegung, daß man den Kugelausschnitt erhalten würde aus

$$\text{Kugelkappe} \times r^3$$

ergibt sich bei umgekehrtem Vorgehen aus dem Kugelausschnitt

$$\text{die Kugelkappe} = \frac{2r^2\pi h}{3} \cdot \frac{3}{r} = 2r\pi h$$

Die Differenz zweier Kugelkappen liefert die Kugelzone =  $2r\pi h_2 - 2r\pi h_1 = 2r\pi(h_2 - h_1) = 2r\pi h$ , wo h die Höhe der

Kugelzone bedeutet.

Indem man in üblicher Weise vom Sektor den zugehörigen Regel subtrahiert, erhält man den

$$\begin{aligned} \text{Kugelabschnitt} &= \frac{2}{3}r^2\pi h - \frac{\varrho^2\pi}{3}(r-h) \\ &= \frac{2}{3}r^2\pi h - \frac{\pi}{3}(2r-h) \\ &\quad \cdot h(r-h) \\ &= \frac{\pi h^2}{3}(3r-h) \end{aligned}$$

oder, für  $r = \frac{\varrho^2 + h^2}{2h}$  gesetzt,

$$\text{Kugelabschnitt} = \frac{\pi h}{6}(3\varrho^2 + h^2)$$

Die Differenz zweier Kugelabschnitte ergibt schließlich die

Kugelschicht =

$$\frac{\pi}{3}[h_2^2(3r-h_2) - h_1^2(3r-h_1)]$$

oder =

$$\frac{\pi}{6}[h_2(3\varrho_2^2 + h_2^2) - h_1(3\varrho_1^2 + h_1^2)]$$

Dr. M. D.

## Die Erde und ihre Geschichte.

Die materialistisch-monistische Naturauffassung erweist sich in ihrer Ausdehnung und Anwendung auf das sittliche, soziale und politische Leben immer mehr als fruchtbare und furchtbare Saat der Verwilderung und des Umsturzes auf diesen Gebieten und richtet sich selbst durch ihre Früchte. Um so notwendiger und wichtiger ist es, an Stelle dieser falschen und verderblichen Naturauffassung der christlichen Naturauffassung wieder mehr Geltung und Verbreitung zu verschaffen. Sie anerkennt ja nicht bloß alle wirklichen Forschungsergebnisse, weil die natürliche und die geoffenbare Wahrheit aus der gleichen Quelle stammen, sondern sie fordert den Menschen als die Krone und den Wortführer der Schöpfung geradezu auf, in der Natur die Werke Gottes zu schätzen und zu erforschen. Was immer in unserer Zeit diese christliche Naturauffassung, die eben so war als des Menschen und der Natur würdig ist, fördern kann, ist um ihrer selbst willen und als Abwehr einer falschen

und unheilvollen zu begrüßen. Das galt vor 40 Jahren von Lorinser's Buch der Natur und gilt noch mehr heute von dessen Neuauflage.

Auf den ersten Band, der die Grundsätze einer christlichen Naturauffassung und die Grundgesetze der Natur behandelt (vergl. Mittelschule 1919 Nr. 7.) ist nun auch der zweite Band\*) gefolgt, der jenen an Umfang und Ausstattung bedeutend übertrifft und ihm inhaltlich ebenbürtig ist. Er behandelt die Erde in ihrem gegenwärtigen Bestande und geschichtlichen Werden. Mit Ausnahme der Urgeschichte des Menschen sind alle Teile von P. Handmann verfaßt, der schon seit Jahren auf mehreren dieser Gebiete als Forscher und Schriftsteller tätig war, ein Umstand, der dieses Werk allein schon über das Niveau einer Kompilationsarbeit erhebt und seine Zuverlässigkeit und Giegenheit verbürgt.

In der kurzen allgemeinen Einleitung weist P. Handmann auf einige

\*) Die Erde und ihre Geschichte. Von P. Rudolf Hartmann S. J. und Dr. Sebastian Killermann. Mit 1543 Illustrationen, Karten und Farbenbildern. 1144 Seiten. Regensburg, Verlagsanstalt vorm. G. F. Manz. Preis brosch. M. 40.—, geb. M. 50.—.

ideale Leitgedanken hin, inwiefern nämlich die Natur als ein Reflex der göttlichen Vollkommenheiten und als ein Symbol höherer Wahrheiten aufzufassen sei. Es wäre zu wünschen gewesen, zumal für diejenigen, welche nur diesen Band besitzen, daß hier im allgemeinen und später im einzelnen noch schärfer hervorgehoben und unterschieden worden wäre: einerseits, daß und wie aus der Existenz und den Kräften und Gesetzen der Naturkörper notwendig und sicher der Schluß auf Gott als Schöpfer hervorgeht, und daher die Natur im allgemeinen eine Offenbarung Gottes und seiner Eigenschaften ist, anderseits, daß der Nachweis der besondern Vollkommenheiten und Ideen Gottes und der symbolisierten Wahrheiten in den einzelnen Natur-Körpern und Vorgängen weniger sicher und eindeutig sich führen läßt. Es liegt da nahe, seine eigenen Ideen in die Natur hineinzulesen, Hauptache aber bleibt, den in ihr liegenden überwältigenden Beweis für Gottes Dasein und Größe herauszulesen. Gelegentlich weist der Verfasser selbst auf das subjektive seiner Gedanken hin. Das Unbehagen über diese oder jene seiner Auffassungen darf jedoch nicht dazu führen, solche Versuche, Gottes Gedanken aus seinen Werken herauszufinden, überhaupt als unberechtigt oder unnütz und willkürlich abzuweisen. So gut wie bei jedem menschlichen Kunstwerk dürfen und müssen auch bei jedem Gotteswerk nicht bloß die äußere Technik und Gruppierung der Teile, sondern auch die tiefen Ideen und Absichten des Urhebers erforscht werden. Gerade angesichts der so großen und vielseitigen Anstrengungen und Aufwendungen für die Erforschung der Natur in der Gegenwart müssen wir mit einem Naturforscher von Ruf fragen, aber auch antworten: „Worin hat die Erhabenheit und der unergründliche, durch Jahrhunderte sich erhaltenende 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.“ (Prof. Westermayer: in Neues Jahrbuch für Mineralogie 2c. 1903 I, S. 54.)

P. Handmann läßt in allen Teilen zuerst und vorwiegend die Forschung und ihre Ergebnisse sprechen, oft in den eigenen Worten der Forscher, was mitunter den Fluß der Darstellung stört; dann erst schließt er seine Reflexionen an.

Der 1. Abschnitt, Geographie, schildert die Glieder der Erdoberfläche, Wasser und Land (die Atmosphäre kam im 1. Band zur Sprache) in ihrem gegenwärtigen Zusammensein und Zusammenwirken. Daß gerade diese Stoffe und Kräfte auf der Erde und so zusammentreffen, gibt bei aller Anerkennung der natürlichen Ursachen reichlich Anlaß zu nachdenklichen Gedanken.

Die Mineralogie behandelt eingehend die Kristallformen und die physikalischen Eigenschaften der Mineralien an Hand von Figuren und Mikrophotographien des Verfassers. Besonders willkommen dürfte allen Lesern die sehr glückliche und übersichtliche Einführung in die radioaktiven Erscheinungen sein, die ziemlich alles, auch das Neueste umfaßt. Von den einzelnen Mineralien werden die Quarz-Mineralien und die Gruppe der Edelsteine ausführlicher behandelt. Leider ist ein tieferes Verständnis der Formen des Bergkristalls und seiner Zuweisung in die trigonal-hemiedrische Klasse ohne Erklärung dieser Symmetrieabteilung nicht möglich; da müßte man schon zu dem trefflichen Buche von Baumhauer: Das Reich der Kristalle, greifen. Ich vermißte auch eine gründlichere Auswertung der Kristallisationskraft und der mathematisch deduzierbaren Formen und Gesetze der Kristalle zum Nachweis eines vorbedachten Planes der schöpferischen Intelligenz und einen Abschnitt über die Entstehung und Umbildung der Mineralien.

Nahezu die Hälfte des ganzen Bandes nimmt die Geologie mit ihren Teilgebieten ein. Die Gesteinskunde ist ganz in modernem Sinne gehalten und enthält im Text und in den Mikrophotographien von Dünnschliffen viele eigene Beiträge des Verfassers. Vollständig auf der Höhe steht auch der umfangreichste Teil über die tectonische und dynamische Geologie, von der aber die Formations- und Versteinungskunde als historische Geologie abgetrennt werden dürfte. Auch hier greift der Verfasser mit eigenen Forschungen in die Fragen ein, z. B. über die Erosionsformen tertiaerer Geschiebe und die Entwicklungsserien der Mollusken des Wienerbeckens (mit einem fast überreichen Bildmaterial), über die kosmischen Einflüsse auf die Erde, die Beziehungen der Weltbeben zu planetaren Störungen. In den strittigen Fragen über Fluß- und Gletscher-Erosion, Gebirgsbildung, Vulkane und Erdbeben, Zahl und Ursachen der Eiszeiten

ersetzt die ruhig abwägende, sachliche Darstellung eine ganze Bibliothek von Originalarbeiten. Es wäre für den Verfasser und den Leser bequemer, sich nur auf eine Theorie zu versteifen, aber es ist wahrheitsgetreu und lehrreicher zugleich, wenn auch etwas mühsamer, zu versuchen, wie viele ungelöste Probleme und mehr oder weniger begründete Theorien zu deren Lösung es gibt. Dadurch wird auch der Gefahr und Tendenz vorgebeugt, solche naturwissenschaftliche Forschungen und Theorien als feststehende Tatsachen aufzufassen, um gar noch Weltanschauungen darauf aufzubauen oder damit stützen zu wollen, während sie nur Etappen zu immer besserer Erkenntnis sind. In Fragen, wo Naturwissenschaft und Theologie sich berühren, kommt die selbständige Sachkenntnis des Verfassers auf beiden Gebieten zur vollen Geltung und wird den beidseitigen Ansprüchen vollauf gerecht, so in den Ausführungen über das Sechstagewerk, die Sündflut, die genetischen Beziehungen und die wahrscheinlichen Entwicklungsstufen der Organismen, die geologischen Zeiträume. Dies gilt besonders von dem ganzen Abschnitt der Geognosie über die Theorien der Erdbildung, der auch die Fragen über das Weltende einbezieht und mit der Gegenüberstellung der christlichen und antichristlichen Naturauffassung die Geologie abschließt. Dankbar werden weitere Kreise sein für die klare Scheidung und Würdigung der Theorien von Kant und Laplace, als 2 verschiedenen unter vielen kosmogonischen Theorien.

Die Arbeit, welche P. Handmann in diesem Bande geleistet hat, ist eine ganz gewaltige und vorzügliche. Er hat nicht bloß einen umfangreichen, kaum übersehbaren Stoff von Tatsachen und Theorien zusammengetragen und übersichtlich dargestellt, sondern ihn auch selbständig und mit eigenen Beiträgen verarbeitet und kritisch gesichtet. Abgesehen von einigen Ungleichheiten in der Durchführung, kleineren Ungenauigkeiten oder Druckfehlern ist kein Anlaß zu besonderer Kritik, zumal der Verfasser sich nicht auf irgend eine Theorie oder Richtung einseitig festlegt, sondern ein

objektives Bild der Tatsachen und Hypothesen mit sachlicher Anleitung zu deren Würdigung gibt.

Das gleiche Urteil kann auch vom letzten Abschnitt des Bandes, der Urgeschichte des Menschen von Dr. S. Kellermann gefällt werden. Als naturwissenschaftlicher Schriftsteller schon länger bekannt, kennt der Verfasser die Funde und Fundstellen des vorgeschichtlichen Menschen größtenteils aus eigener Anschauung und bemeistert den Stoff, der ohnehin dem Verständnis und Interesse des Publikums näher liegt, in sehr übersichtlicher und gewandter Darstellung. An das einleitende Kapitel über die Umwelt des Urmenschen reihen sich weitere über dessen angeblichen Spuren im Tertiär, die Fundstellen des Diluvialmenschen und seine körperlichen und kulturellen Verhältnisse, belegt mit vielen und guten Abbildungen. Als Besitzer einer mehr als mittelmäßigen Schädelkapazität und als Erfinder des Feuers und der mannigfältigsten Werkzeuge erweist er sich als Vollmensch an Kulturfähigkeit, wenn er auch unsere berühmte Kulturhöhe nicht erreicht hat. Den Schluß bildet ein lehrreiches Kapitel über das Alter des Menschenengeschlechtes nach Geschichte, Geologie und Bibel. Mit der Feststellung, daß auch in dieser Frage zwischen den irgendwie gesicherten Resultaten der Forschung und den richtig verstandenen Offenbarungsurkunden kein wirklicher Widerspruch besteht, schließt das prächtige Buch.

Ausführliche Inhaltsübersichten und ein reiches alphabetisches Sach- und Namenregister erleichtern seine Benutzung. Die äußere Ausstattung hat nicht zu sehr unter den Kriegsfolgen gelitten, und die heutigen Basuta-Verhältnisse ermöglichen die weiteste Verbreitung, die es mit Fug und Recht verdient. Mit dem 1. Band zusammen und allein ist es ein reichhaltiges und gediegenes Werk von dauerndem Werte. Möge nun noch der Schlüßband: "Der Mensch und die übrigen Lebewesen" bald das herrliche Werk des „alten“ Lorinser im modernen Gewande zum würdigen Abschluß bringen.

Dr. P. Konrad Löttscher, O. S. B.



# Mittelschule

Beilage zur „Schweizer-Schule“

Mathematisch-  
naturwissenschaftliche Ausgabe

Schriftleitung:  
Dr. A. Theiler, Luzern

Inhalt: Die Aktivierung des Sauerstoffs. — Schweizerische Elektrizitätszähler. — Literatur.

## Die Aktivierung des Sauerstoffs.

(Vortrag, gehalten in der naturforschenden Gesellschaft Luzern, den 9. Februar 1920  
von Dr. S. Brun, Hitzkirch.)

In der Geschichte der Naturwissenschaften ereignet sich nicht selten der Fall, daß eine zeitlich sehr weit zurückliegende und anfangs nur wenig beachtete Erfahrung erst viel später wieder das Interesse der Forscher auf sich lenkt, dann aber rasch an Bedeutung zunimmt, immer neue interessante Seiten darbietet, auf andere bisher unaufgehellte und scheinbar in keinem Zusammenhang stehende Vorgänge ein überraschendes Licht wirft und schließlich sogar in unmittelbare Beziehung zum Zentralpunkt der Naturforschung, zu den Grunderscheinungen des organischen Lebens tritt. Eine solche Tatsache oder besser Tatsachengruppe ist die Aktivierung des Sauerstoffs. Die Anfänge ihrer Kenntnis reichen bis ins Jahr 1785 zurück, als van Marum zuerst auf den stechenden Geruch aufmerksam machte, den die Luft in der Umgebung von im Betrieb befindlicher Elektrifermaschine annehme. Im Jahr 1840 beobachtete Schönbein die gleiche Erscheinung bei der Elektrolyse des Wassers und gab dem in seiner Natur noch unerkannten Stoffe den Namen Ozon, das Riechende. Jetzt erst begann die wissenschaftliche Erforschung dieses Gebietes, das durch die inzwischen erfolgte Entdeckung des Wasserstoffsuperoxyds und seiner Abkömmlinge (Thénard 1818) bald eine rasche Erweiterung und steigende Bedeutung erfuhr. Besonders der jetzt genannte Körper, das Wasserstoffsuperoxid wird, falls die neuern Mitteilungen aus diesem Gebiete sich bestätigen, eine ungeahnte Wichtigkeit für die biologische Forschung, insbesondere für die Assimilation gewinnen. Unser Thema erstreckt sich daher nicht nur auf

den aktiven Sauerstoff im engen Sinne, das Ozon, sondern auch auf das chemisch und biologisch noch interessantere Wasserstoffsuperoxid.

Wenn man einmal die erste Bekanntschafft mit einem Phänomen gemacht hat, so trifft man es bald hernach sozusagen auf Schritt und Tritt, und man wundert sich, daß man nicht schon früher darauf gekommen ist. So ging es auch mit dem Ozon. Die bis jetzt bekannten Bildungsweisen dieses Gases füllen eine lange Liste. Ozon entsteht:

- 1) Bei elektrischen Entladungen durch die Luft oder reinen Sauerstoff.
- 2) Bei der Elektrolyse der verdünnten Schwefelsäure an der Sauerstoffelektrode.
- 3) Durch Einwirkung ultravioletter Strahlen auf Luft oder Sauerstoff.
- 4) Durch Kathodenstrahlen und die Strahlen radioaktiver Stoffe.
- 5) Bei Berührung von farblosem Phosphor mit Luft und Wasser.
- 6) Bei Verbrennung von Oelen.
- 7) Bei Berührung von Terpentin und verwandter Körper mit Luft.
- 8) Bei der langsamen Verdampfung des Wassers.
- 9) Bei der Einwirkung von elementarem Fluor auf Wasser.

10) Werden viele sauerstoffreiche Verbindungen z. B. Bariumsuperoxid, Kaliumpermanganat u. s. w. durch konzentrierte Schwefelsäure unter Bildung von Ozon (neben gewöhnlichem Sauerstoff) zerlegt.

Alle diese soeben aufgezählten Prozesse fassen wir zusammen unter den Begriff: direkte Aktivierung des Sauerstoffs. Warum? Der Sauerstoff wird dabei nicht an

ein anderes Element gebunden, sondern mit sich selbst zu einem höheren Atomkomplex, zu einem Oxyd verknüpft. Ozon hat die chemische Formel  $O_3$ . Ozon ist gewissermaßen Sauerstoffoxyd  $O_2 - O$ . Die Ozonisierungsgleichung lautet:

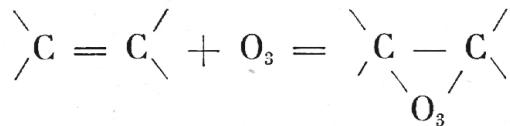


Der Übergang des Sauerstoffs in Ozon ist also mit einer Abnahme des Volumens und einer Zunahme der Dichte verbunden. Ozon ist anderthalbmal so schwer wie gewöhnlicher Sauerstoff. Die größere Dichte hat einen höheren Siedepunkt (statt  $-182^\circ$   $-106^\circ$ ) und eine größere Löslichkeit in Flüssigkeiten zur Folge. In Wasser löst es sich etwa 15 mal mehr auf als gewöhnlicher Sauerstoff, in Eisessig, Chloroform, Tetrachlorkohlenstoff 7 mal mehr als in Wasser. Derartige konzentrierte Ozonlösungen haben eine blaue Farbe wie das flüssige Ozon.<sup>1)</sup> Mit der Verdichtung ist aber auch eine Zunahme der chemischen Energie verbunden. 48 gr Ozon binden 34'000 cal. Wärme, d. h. so viel, als bei der Verbrennung von 2 gr Wasserstoff (ca. 22 l) frei werden. Dieser größere Energiegehalt äußert sich in lebhaften Oxydationserscheinungen, die, zum Unterschied von gewöhnlichem Sauerstoff schon bei niedriger Temperatur eintreten. Ozon oxydiert die Metalle, sogar das Silber schon bei gewöhnlicher Temperatur, und zwar führt es sie sofort in die höchsten Oxydationsstufen über. Ozon zerlegt das Jodkalium in wässriger Lösung nach der Gleichung

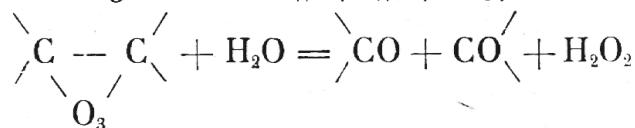
$2 KJ + H_2O + O_3 = J_2 + 2 KOH + O_2$ , welchen Vorgang man durch Stärkeleister nachweisen kann, denn freies Jod färbt Stärkeleister blau. Die Reaktion ist überaus empfindlich, aber leider nicht für Ozon allein charakteristisch. Sie tritt bei jedem stark oxydierenden Agens z. B. Wasserstoffsuperoxyd, Chlorkalk usw. ein. Engler empfiehlt daher zum Nachweis des Ozons das Manganchlorür  $MnCl_2$ , das von Ozon gebräunt, nämlich in Braunstein  $MnO_2$  verwandelt wird. Wasserstoffsuperoxyd vermag dies nicht. Ozon greift auch die meisten organischen Verbindungen an und hat deswegen hervorragend baktericide und desinfizierende Wirkungen. Man macht sich dies in Krankenhäusern, besonders Lungenheilstätten zu nutze. Da die terpentinhaltigen Harze der Nadelhölzer auch schwaches Ozonisierungsvermögen besitzen, so muß die

Air in Nadelwäldern ozonhaltig und daher sehr gesundheitsfördernd werden. In der chemischen Technik wird das Ozon auch zum Bleichen benutzt.

Wie sehr Ozon organische Körper angreift, zeigt das Verhalten gegen Indigo, welcher von Ozon entfärbt wird, während umgekehrt aus Benzidin und Guajaktinktur blaue Farbstoffe erzeugt werden. Ferner Methan  $CH_4$ , das zu Formaldehyd  $CH_2O$  oxydiert wird. Besonders erwähnenswert ist die Empfindlichkeit des Kautschuks gegen Ozon. Man darf ozonisierten Sauerstoff nicht durch Kautschukschläuche leiten, denn diese werden von Ozon in kurzer Zeit zerstört. Harries, der Erfinder der Synthese des künstlichen Kautschuks hat nachgewiesen, daß bei ungesättigten Verbindungen, zu welchen auch der Kautschuk gehört, der Oxydation die Bildung eines Ozonides vorausgeht, d. h. die Ozonmolekel  $O_3$  lagert sich an die Doppelbindung an:



Bei der Berührung mit Wasser zerfallen dann diese Ozonide in 2 Mol. Keto-Verbindungen und Wasserstoffsuperoxyd



Ein anorganisches Ozonid ist das Kaliumozonid oder das ozonsaure Kalium  $K_2O \cdot O_3$ , das durch Anlagerung von Ozon an Kaliumoxyd  $K_2O$  entsteht. Auch hier ist die Zersetzung durch Wasser mit der Bildung von Hydroperoxyd verknüpft  
 $K_2O \cdot O_3 + 2 H_2O = 2 KOH + H_2O_2 + O_2$

Eine merkwürdige genetische Beziehung zwischen Ozon und Wasserstoffsuperoxyd!

Die Aktivität des Sauerstoffs im Ozon beruht wahrscheinlich darauf, daß an einer gewöhnlichen Sauerstoffmolekel ein freies, isoliertes Sauerstoffatom in lockerer Bindung anhaftet:  $O_2 - O$ . Es ist also das dritte Sauerstoffatom in einem beständigen status nascendi, immer auf dem Sprunge, die freien Valenzen entweder mit einem dritten Körper oder mit sich selbst abzusättigen. Von daher röhrt auch die große Selbstzersetzlichkeit des Ozons. Die Ozonisierung des Sauerstoffs kann nämlich nur bis zu einem gewissen Prozentgrade aus-

<sup>1)</sup> Fischer u. Tropisch B. B. 1917.

geführt werden. Bei niedriger Temperatur, wobei die Kühlhaltung der Elektroden die Hauptrolle spielt, kann durch Elektrolyse der Schwefelsäure ein bis 23 % Ozon enthaltender Sauerstoff gewonnen werden. Ein 100-prozentiges Ozon wird durch Verflüssigung des dem Sauerstoff beigemischten Ozons dargestellt. Gegenwärtig stehen die Chemiker aber vor der Frage, ob es nicht ein mehr als 100-prozentiges Ozon gebe, d. h. mit andern Worten, man ist einem ozonähnlichen Körper auf der Spur, der noch sauerstoffreicher, noch höher molekular zusammengesetzt ist. Es ist das *Oxozon* und hat wahrscheinlich die Molekularformel  $O_4$ , also ein Ozonoxyd. Vielleicht steht dieses merkwürdige Oxozon in näherer Beziehung zur früher erwähnten Ozonsäure und den ozonsauren Salzen, z. B. Kaliumozonid  $K_2O_4$ . Wie weit die Frage der Existenz dieses Oxozons heute gediehen ist, konnte ich der neuesten chemischen Literatur leider nicht entnehmen.

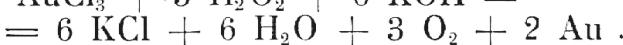
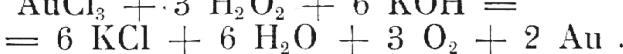
Unter den früher angeführten Prozessen der Ozonbildung verdient einer, der auch praktisch nicht unrichtig ist, noch eine besondere Berücksichtigung, ich meine die Berührung von gelbem Phosphor mit Luft und Wasser. Der Versuch wird zur Demonstration gewöhnlich in der Weise ausgeführt, daß man frische Stücke von gelbem Phosphor in einer geräumigen Flasche derart mit lauwarmen Wasser überschichtet, daß noch etwa die Hälfte des Phosphors mit der Luft in Berührung bleibt. Nach etwa 15 Minuten ist die Luft so stark ozonisiert, daß man die gewöhnlichen Ozonreaktionen vornehmen kann. Aber nicht nur mit der Luft ist dabei eine Veränderung vor sich gegangen, sondern auch mit dem Wasser. Das Wasser, das mit der Luft und dem Phosphor in Berührung war, zeigt sich jetzt ebenfalls aktiv. Neben phosphoriger Säure und geringen Mengen gelöstem Ozon enthält es nämlich jetzt noch Wasserstoffsuperoxyd,  $H_2O_2$ . Dieser eigentümliche Körper, dessen Dasein zuerst von Thénard 1818 beobachtet wurde, besitzt in seinem chemischen Verhalten eine so große Ähnlichkeit mit Ozon, daß es nicht leicht ist, diese zwei Körper von einander zu unterscheiden. Es bläut ebenfalls Jodkalistärkekleister, entfärbt Indigo, erzeugt mit Benzidin, Guajaktinktur blaue Farbstoffe, führt Metalle und Metallhalze in Superoxyde

über u. s. w. Von Ozon unterscheidet es das passive Verhalten gegen Silber, während es andererseits eine spezifische Reaktion mit Chromsäure gibt. Chromsäure  $H_2CrO_4$  wird in Perchromsäure  $HCrO_4$  übergeführt, welche in Aether mit blauer Farbe löslich ist.

Wasserstoffsuperoxyd bildet in reinem Zustande eine sirupdichte Flüssigkeit, welche bei  $-2^{\circ}$  erstarrt. Mit Wasser, Alkohol und Aether ist es in jedem Verhältnis mischbar. Das gewöhnliche Wasserstoffsuperoxyd des Handels ist aber nur 3-prozentig, während das sog. „Perhydroxyl“ von Merk 30 % Hydroperoxyd enthält.

Mit dem Ozon teilt das Wasserstoffsuperoxyd eine große Selbstzerstörlichkeit. Die verschiedensten Stoffe vermögen katalytisch, d. h. durch ihre bloße Berührung mit ihm, das Hydroperoxyd zum Zersetzen zu bringen. So wirkt besonders fein verteiltes Platin, Braunstein, Silberoxyd, Osmium, Alkalien, sogar mattes oder geritztes Glas, zahlreiche pflanzliche und tierische Fermente, sog. Katalasen, z. B. Hämoglobin, Hefe etc. Um Wasserstoffsuperoxyd in konzentriertem Zustande unzerstört zu erhalten, muß man es in saurer Lösung und in Gefäßen, welche inwendig mit Paraffin überzogen sind, aufbewahren.

Wasserstoffsuperoxyd vermag merkwürdigerweise unter gewissen Verhältnissen auch reduzierend zu wirken. So wird Kaliumpermanganat in schwefelsaurer Lösung zu Mangansulfat, Ferrichankalium in alkalischer Lösung zu Ferrochankalium, Gold- oder Silberchlorid zu metallischem Gold oder Silber reduziert. Phosgen  $COCl_2$ , das Chlorid der Kohlensäure wird nach Kleinstück<sup>1)</sup> in Formaldehyd  $CH_2O$  übergeführt. Bei allen diesen Reduktionsprozessen wird molekularer Sauerstoff ausgeschieden, z. B.



Dieses Hydroperoxyd zeigt somit ein chemisches Doppelgesicht. Es ist einerseits oxydierter oder sogar superoxydierter Wasserstoff und verhält sich wie die übrigen Superoxyde, Mangansuperoxyd, Bleisuperoxyd, welche starke Oxydationsmittel sind. Andererseits aber kann man es als reduzierten Sauerstoff ansehen, als Sauerstoff, der mit dem reduzierenden Agens H behaftet ist. Es wirkt wie eine lockere Verbindung von molekularem O mit moleku-

<sup>1)</sup> Berl. Ber. 1918.

larem H :  $(H_2)O_2$ . Das Wasser in der obigen Gleichung stammt daher nicht vom  $H_2O_2$ , sondern von den Hydroxylgruppen des Kaliumhydroxydes. Indem  $H_2O_2$  seinen H zu Reduktionswirkungen abgibt, verwandelt es sich in freien molekularen Sauerstoff.

Um die wahre Natur des Wasserstoffsuperoxydes zu erkennen, ist es in erster Linie notwendig, seinen verschiedenen Bildungsweisen nachzugehen. Es zeigt uns dabei drei verschiedene Seiten, eine als Säure, eine als Superoxid und eine als reduzierter Sauerstoff.

Als Säure gewinnen wir es aus verschiedenen Superoxiden, z. B. Natriumsuperoxid oder Baryumsuperoxid oder Superoxhydraten, welche mit verdünnter Schwefelsäure zerlegt werden:



Diese Superoxide sind als Salze des Wasserstoffsuperoxides aufzufassen. Der Vorgang vollzieht sich analog der Darstellung der Salzsäure aus dem Kochsalz, oder der Darstellung der Kohlensäure aus den Karbonaten. Diese Bildungsweise ist zugleich die praktisch wichtigste und technisch bis jetzt allein angewendete.

Auf direktem Wege aus seinen Komponenten entsteht das Hydroperoxid beim Verbrennen von Wasserstoff in der Knallgasflamme. Es ist sehr wahrscheinlich, daß das erste Verbrennungsprodukt des Wasserstoffs nicht Wasser, sondern Wasserstoffsuperoxid ist. Bei der hohen Temperatur der Knallgasflamme zerfällt jedoch das  $H_2O_2$  gleich nach der Entstehung in Wasser und Sauerstoff. Läßt man aber die Knallgasflamme gegen ein Eisstück schlagen, so kann man durch die plötzliche Abkühlung einen kleinen Teil des primären Verbrennungsproduktes vor der Zersetzung bewahren, und das Schmelzwasser reagiert auf  $H_2O_2$ . Auch dadurch, daß man das Knallgas den dunklen elektrischen Entladungen aussetzt, wobei allerdings jede Funkenbildung strengstens vermieden werden muß, gewinnt man erhebliche Mengen des Superoxides. Ueberhaupt ist jede Verbrennung, z. B. von Kohlenstoff in Gegenwart von Wasserstoff oder Wasserdampf, sogar die Atmung, mit der Bildung von  $H_2O_2$  verbunden. Das Hydroperoxid ist eben im Vergleich zu Wasser eine stark endotherme Verbindung (Bildungswärme — 22.000 cal), und daher wird seine

Entstehung durch hohe Temperaturen begünstigt. Fügen wir noch hinzu, daß man auch bei der Elektrolyse der verdünnten Schwefelsäure sowohl an der Anode wie an der Kathode die Bildung von  $H_2O_2$  veranlassen kann, entweder, daß man an die Anode gasförmigen H oder an die Kathode gasförmigen O hinzuleitet. Die Doppel-natur des Wasserstoffsuperoxides zeigt sich hier besonders deutlich. An der Anode spielen sich Oxydationsprozesse ab, also ist hier des  $H_2O_2$  ein Oxydationsprodukt, ein Superoxid des H. Die Kathode dagegen ist der Sitz der Reduktionen, also wird hier der zugeleitete O reduziert, das  $H_2O_2$  ist ein Reduktions- resp. Hydrierungsprodukt des Sauerstoffs, Sauerstoffhydrid  $O_2(H_2)$ . Indem es den locker angelagerten Wasserstoff wieder abgibt, vermag es seinerseits wieder Reduktionsvorgänge einzuleiten.

Auf welche Weise bildet sich nun aber das Hydroperoxid bei der Ozonisierung der Luft durch Phosphor? Dem Ozon kann es seine Entstehung nicht verdanken, denn Ozon wirkt nicht auf Wasser und, wie schon von Schönbein wahrgenommen wurde, wirken Ozon und Hydroperoxid zerstörend auf einander. Auch die Zersetzung des Wassers durch den Phosphor ist von der Hand zu weisen, da der Phosphor sich unter Wasser bei Lichtabschluß nicht verändert. Es bleibt uns also nichts anderes übrig, als die Entstehung des Wasserstoffsuperoxides auf die gleiche Ursache zurückzuführen wie diejenige des Ozones selbst. Wir haben es hier mit einem Spezialfall einer allgemeinen Erscheinung zu tun, welche eine konstante Begleiterin jeder Autoxydation, d. h. jeder langsamten Verbrennung eines Körpers durch den Luftsauerstoff bei gewöhnlicher Temperatur ist und mit dem Stichwort „Aktivierung des Sauerstoffs“ bezeichnet wird. Man versteht darunter die Tatsache, daß Körper, die an sich gegen Sauerstoff beständig sind — in unserem Falle das Wasser — im Beisein autokatalytischer Substanzen (Phosphor) ebenfalls der Oxydation unterworfen sind. Und zwar verteilt sich der Sauerstoff zu gleichen Teilen auf die schwer und die leicht oxydable Substanz. Autoxydation und Aktivierung des Sauerstoffes stehen somit in inniger Wechselbeziehung zu einander.

(Schluß folgt.)

## Schweizerische Elektrizitätszähler.

Von Dr. J. J. Herzog, Zug.

(Schluß.)

Abbildungen 9 und 10 zeigen ein solches Doppeltarifzählerwerk. Das bewegliche Trieb ist gut sichtbar und liegt in der Ruhelage (Abbildung 9) auf der unteren

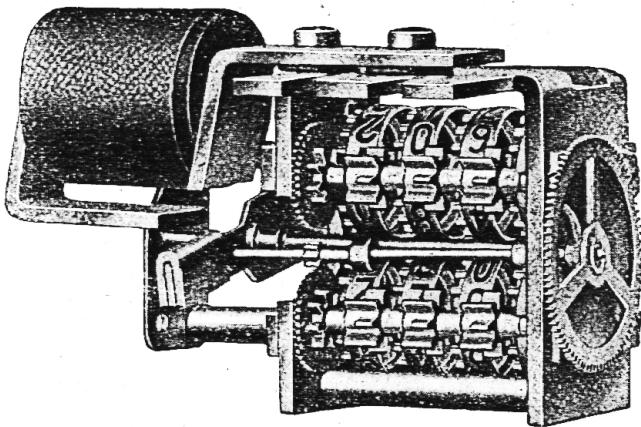


Fig. 9.

Zahlenrollenreihe auf, so daß dieses mit dem Zähler gekuppelt ist. Auch der Elektromagnet und das als Magnetanker ausgebildete Ende des Kupplungstriebes ist deutlich zu erkennen.

Wird nun der Elektromagnet erregt (Abbildung 10), so zieht er seinen Anker an und das Kupplungstrieb gelangt in die obere Lage, in welcher die obere Zahlenrollenreihe mit dem Zähler gekuppelt ist. Das Ein- und Ausschalten des Elektromagneten wird durch eine Schaltuhr besorgt, welche mit dem Zähler elektrisch verbunden ist. Diese Schaltuhr enthält eine von einem Uhrwerk angetriebene Zeitscheibe mit Einstellhebeln, welche einen kleinen Schalter zu den eingestellten Tageszeiten schließen oder öffnen. Abbildung 11 zeigt eine solche Schaltuhr.

In besonderen Fällen wird der Umschalt-

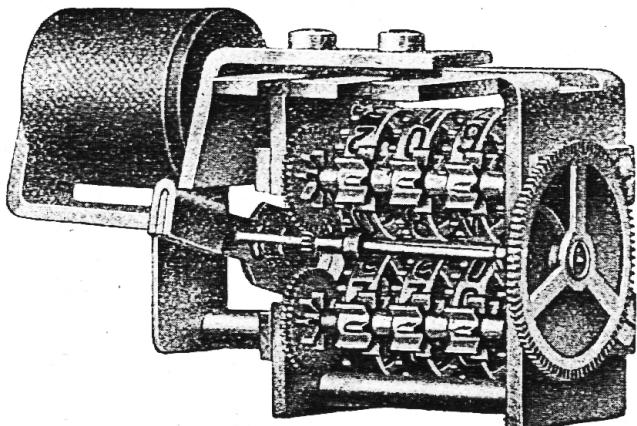


Fig. 10.

magnet des Doppeltarifzählerwerkes nicht durch eine Umschaltuhr gesteuert, sondern durch einen besonderen in der Installation vorgesehenen Handschalter. Dieser ist so in das Leitungsnetz eingebaut, daß er die Licht- und Kraftverbraucher in zwei Gruppen unterteilt, von denen jeweils nur eine, entsprechend

der Schalterstellung in Betrieb genommen werden kann. Die Wicklung des Umschaltmagneten ist hierbei an die Lichtleitung angeschlossen. Steht der Handschalter auf Kraft, so können die Kraftapparate zum niederen Tarif gebraucht werden, die Benützung von Licht ist hingegen nicht möglich. Will man Licht benützen, so muß man auf den Lichtzweig umschalten, wobei der Kraftzweig abgeschaltet wird. Gleichzeitig wird aber auch der Umschaltmagnet erregt, so daß der hohe Tarif eingeschaltet wird. In besondern Fällen ist die Anordnung so getroffen, daß man beim Einschalten des Lichtes den Kraftzweig wohl weiter benützen kann, aber nur zum hohen Tarif. Die Abbildung 12 zeigt eine derartige Installation eines Doppeltarifzählers, dessen Umschaltmagnet durch einen Handschalter in Abhängigkeit von der Wahl der Stromverbraucher gesteuert wird.

Will man die elektrische Energie nach drei verschiedenen Einheitstarifen verrechnen, so verwendet man einen Dreifachtarifzähler, welcher dementsprechend 3 Zahlenrollenreihen aufweist, auf welchen die elektrische Energie zu drei verschiedenen Tarifen, einem hohen Tarif während der Abendzeit, einem mittleren Tarif während der



Fig. 11.

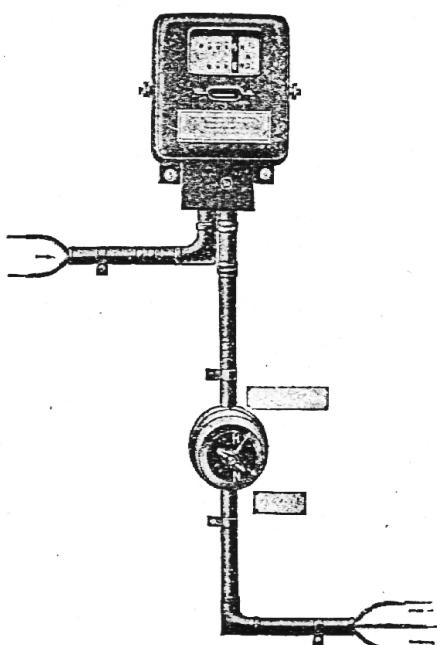


Fig. 12.

Tageszeit und einem niederen Tarif während der Nachtzeit verrechnet wird. Die für Dreifachtarifzähler in Betracht kommende Schaltuhr ist ähnlich wie diejenige für Doppelstarifzähler. Ihre Zeitscheibe weist 6 Einstellhebel auf, so daß jeder der drei Tarife zweimal innerhalb 24 Stunden in Kraft treten kann.

Für Großinstallationen wird der Elektrizitätszähler oft mit einem sogenannten Maximumzeiger ausgerüstet. Er zeigt dann nicht nur den Gesamtverbrauch in Kilowattstunden, sondern auch den mittleren Maximalwert der Belastung in Watt an. Der Zweck dieser Vorrichtung ist kurz gesagt folgender: Man kann eine Kilowattstunde einerseits so verbrauchen, daß man die Leistung von einem Kilowatt während der Dauer einer Stunde in Anspruch nimmt, andererseits aber auch so, daß man die Leistung von 6 Kilowatt nur 10 Minuten braucht. Im zweiten Falle hat das Elektrizitätswerk dem Abonnenten sechsmal mehr Leistung zur Verfügung zu stellen als im ersten Falle und doch zeigt ein Elektrizitätszähler dies nicht an. Wo somit der momentane Leistungsbedarf großen Schwankungen unterworfen ist und nicht, wie beispielsweise bei einer Hausinstallation, im voraus ungefähr bestimmt werden kann, ist es für das Elektrizitätswerk wünschenswert, neben dem Verbrauch auch die vom Abonnenten geforderte mittlere Arbeitsleistung zu kennen. Durch einen Elektrizitätszähler mit Maximumzeiger werden beide für eine

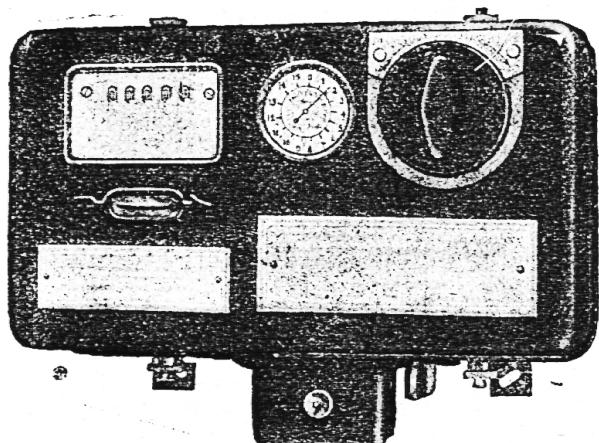


Fig. 13.

gerechte Preisberechnung notwendigen Faktoren, d. h. sowohl der Gesamtverbrauch in Kilowattstunden als auch die mittlere Maximaleistung in Watt angegeben.

In neuerer Zeit werden Elektrizitätszähler auch als Elektrizitäts-Automaten ausgeführt, bei welchen nach Einwurf von Geldstücken eine entsprechende Elektrizitätsmenge entnommen werden kann. Wie Abbildung 13 erkennen läßt, bestehen diese Automaten aus einem Elektrizitätszähler und einer Schaltvorrichtung, welche nach Einwurf von Münzen von Hand geschlossen werden kann und nach Verbrauch der dem Münzwert entsprechenden Strommenge automatisch wieder ausgeschaltet wird.

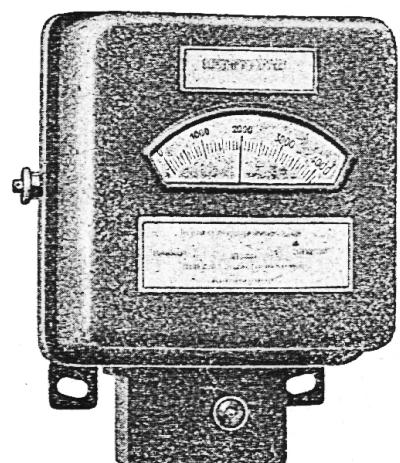


Fig. 14.

Neben den Elektrizitätszählern und Schaltuhren für die Steuerung von Tarif-

apparaten liefert die Landis & Gyr A.-G. noch besondere Wattmeter, die insofern bemerkenswert und einzig in ihrer Art sind, als sie direkt aus einem Ferrariszähler hergestellt werden. Entfernt man das Zählwerk eines Zählers und bringt auf der Ankerachse eine Spiralfeder an, so kann der Anker nicht mehr rotieren, sondern macht nur so lange einen Ausschlag, bis das Drehmoment des Ankers durch die Feder ausgeglichen ist. Je größer nun die Belastung wird, desto größer ist dieser Ausschlag. Er gibt direkt ein Bild der aufge-

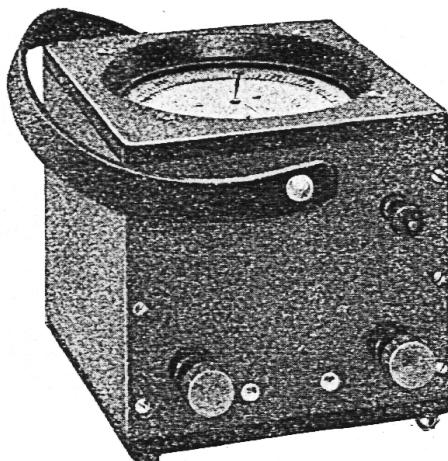


Fig. 15.

nommenen Leistung. Der Wattstundenzähler wird auf diese Weise in ein Wattmeter umgebaut. Da jedoch die Ankerscheibe in einer horizontalen Ebene liegt und die Ablesung des Ausschlages auf Schalttafeln, wo derartige Wattmeter Verwendung finden, in einer vertikalen Ebene erfolgen soll, wird über der Ankerscheibe ein Spiegelprisma angebracht. Die Skala des Instrumentes ist auf der Ankerscheibe in Spiegelschrift aufgedruckt und der jeweilige Ausschlag wird an einem feststehenden Zeiger abgelesen. Figur 14 zeigt ein solches

Prismawattmeter mit einem messenden System für Wechselstrom.

Für solche Fälle, wo die Wattmeter nicht auf eine Schalttafel montiert werden müssen, sondern in tragbarer Form verlangt werden, ist das Spiegelprisma nicht erforderlich. Bei diesen Instrumenten wird die Ankerscheibe über dem messenden System angebracht, die Ankerachse nach oben verlängert und auf ihr direkt der Zeiger befestigt. Figur 15 zeigt ein Einsystem-Wattmeter in tragbarer Ausführung.

In vielen Fällen können die Elektrizitätswerke Kraftstrom zu billigen Preisen nur tagsüber abgeben, während die Kraftleitung während den Abendstunden gegen Benützung gesperrt sein soll. Hierzu bedient man sich eines Zeitschalters, welcher die Zuleitungen zur Kraftinstallation bei Beginn der Dunkelheit automatisch unterbricht und nach Ablauf der Hauptbeleuchtungszeit, beispielsweise um 9 Uhr abends automatisch wieder einschaltet. Die Abbildung 16 zeigt einen solchen Zeitschalter für eine kleinere Hausinstallation, während Abbildung 17 einen Zeitschalter für größere Anlagen darstellt. Beide Apparate sind Konstruktionen von Landis & Gyr. Es sei noch erwähnt, daß solche Zeitschalter auch für andere Verwendungszwecke,

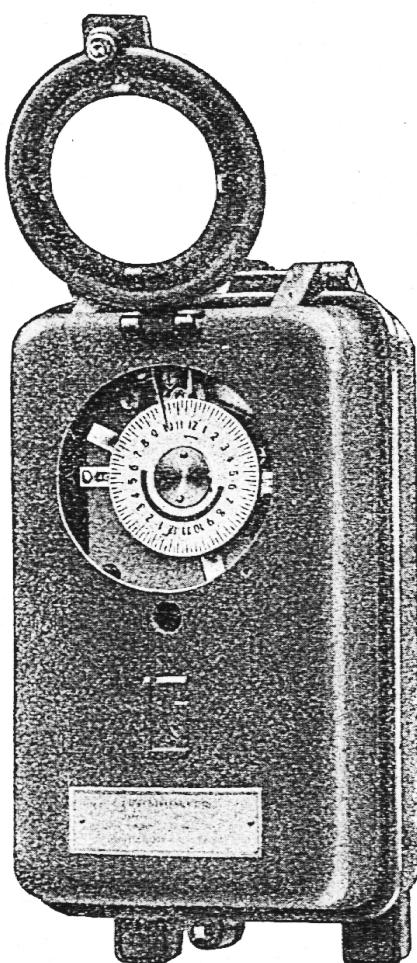


Fig. 16.

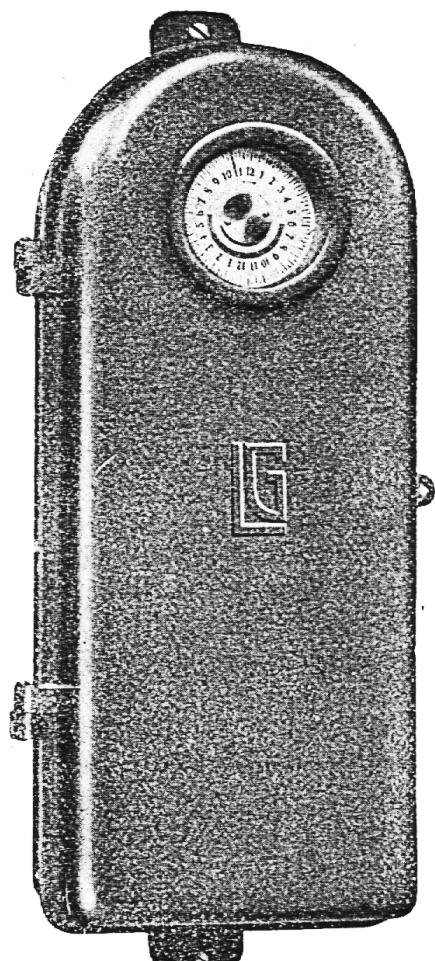


Fig. 17.

beispielsweise Straßenbeleuchtung, Schau-  
fensterbeleuchtung u. sehr beliebt sind.

Im Zusammenhang mit den Zählern  
sei noch kurz auf Apparate hingewiesen,  
welche zur Kontrolle der Belastung dienen  
und die Überschreitung einer bestimmten  
Belastung verhindern, die Strombegren-  
zer. Diese Apparate verwendet man vor-  
zugsweise in Lichtanlagen, welche aus ir-  
gend einem Grunde nicht durch einen Zähler  
tarifiert werden sollen, sondern wo der Ver-  
brauch nach einer Pauschalen verrechnet  
wird. In solchen Anlagen hat der Strom-  
begrenzer die Aufgabe, automatisch zu ver-  
hindern, daß mehr Strom verbraucht wird,  
als pauschal bezahlt wurde. Der Apparat  
wird in die Leitungen wie ein Ampere-  
meter eingeschaltet. Fließt nun in der Leit-  
ung mehr Strom als vereinbart, so wird  
eine im Strombegrenzer vorhandene Heiz-  
wicklung erhitzt. Ein Metallstück, um welches  
diese Heizleitung gewickelt ist, dehnt  
sich infolge der Erwärmung aus und unter-  
bricht dabei automatisch den Stromkreis.  
Durch die Unterbrechung wird auch die  
Heizwicklungstromlos. Das Metallstück

kühlst sich ab und der Strom-  
kreis wird automatisch wieder  
geschlossen. Ist die Über-  
lastung unterdessen noch nicht  
behoben worden, so erhitzt  
sich die Heizwicklung aufs  
Neue und bewirkt eine wei-  
tere Unterbrechung. Ist je-  
doch die Belastung der An-  
lage auf das vorgeschriebene  
Maß beschränkt worden, so  
bleibt der Stromkreis dauernd  
für die Benutzung geschlossen.  
Abbildung 18 zeigt eine  
Außen-Ansicht des Strombegrenzers.

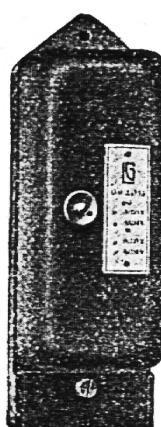


Fig. 18.

Die größte Elektrizitätszählerfabrik in  
der Schweiz ist die Landis & Gyr A.-G.  
in Zug, welche eine Personalzahl von un-  
gefähr 1000 Arbeitern und Angestellten be-  
schäftigt und infolge ihrer modernen durch-  
gebildeten Anlage zur rationellen Massen-  
herstellung von Elektrizitätszählern eine Pro-  
duktionsfähigkeit von rund 1000 Apparaten  
pro Tag aufweist. Bei zehnstündigem Be-  
trieb sind dies in der Stunde 100 Apparate  
oder 1 Apparat in weniger als einer Minute.

## Literatur.

**Jahrbuch der angewandten Naturwissenshaften.** Dreißigster Jahrg. 1914—1919.  
Unter Mitwirkung von Fachleuten heraus-  
gegeben von Prof. Jos. Plaßmann. Her-  
der, Freiburg i. B. 1919. Gr. 8°, XVI  
u. 520 S. mit 253 Bildern auf 33 Tafeln  
und im Text. Geb. Mk. 26.— nebst Buch-  
händlerzuschlägen.

Die vielen Freunde, die das bekannte  
Jahrbuch mit Recht sich vor dem Kriege er-  
worben, werden sich über sein Wiederer-  
scheinen freuen, bot es doch durch seine  
trefflichen Referate einen wertvollen Über-  
blick über die jeweiligen Fortschritte der  
naturwissenschaftl. Disziplinen. War dabei  
schon früher den Anwendungsgebieten be-  
sondere Aufmerksamkeit geschenkt, so sind  
jetzt die angewandten Naturwissenschaften  
alleiniger Gegenstand. Man kann  
diese Änderung nur begrüßen, denn das  
Leben jedes Einzelnen bringt heute so viele  
Gelegenheiten sich mit technischen Dingen  
beschäftigen zu müssen, daß man gerne zu  
einem Buche greift, das wie dieses Jahrbuch  
ein treuer fachkundiger Berater ist.  
Und das Gebiet ist wahrlich noch recht um-  
fangreich, Technik, chem. Technologie, Berg-  
und Hüttenwesen, Forst- und Landwirtschaft,  
Anthropologie, Medizin, Tierheilkunde, Luft-  
fahrt, Erdkunde und Kriegstechnik finden

Besprechung. Außerdem werden die Him-  
melserscheinungen des Jahres 1920 ziem-  
lich ausführlich mitgeteilt, und ein Toten-  
buch schließt den schönen Band ab. Man  
kann nur wünschen, daß das Jahrbuch auch  
in der neuen Form immer mehr Freunde  
und „gute Bekannte“ finde. Dr. B.

**Bloch, Dr. W. Einführung in die Relativitätstheorie.** Teubner, Leipzig u. Berlin. 1918. Kl. 8°. 100 Seiten mit 16 Fig.  
Mk. 2.—

Unter den verschiedenen populär gehal-  
tenen Arbeiten über die neue Theorie ver-  
dient dies kleine Werkchen in mehrfacher  
Hinsicht besondere Beachtung. Der Verfasser  
hat das „Allgemein-Verständlich-sein-Wollen“  
nicht zum Schaden der Sache über-  
trieben, indem er doch wenigstens die grund-  
legenden mathemat. Überlegungen durch-  
geführt hat. Dabei ist die Darstellung trotz-  
dem auch für den, der diesen Formeln  
nicht folgen kann, sicher vielfach klarer als  
in mancher ganz populären Abhandlung.  
Ein weiterer Vorteil besteht in der fort-  
laufenden Anwendung auf das physikalische  
Gebiet ohne jede unnötige Bildersprache.  
Kurz, wem es um eine Einführung zu tun  
die die Hauptzüge der Theorie gut heraus-  
arbeitet, dem kann das Büchlein nur empfoh-  
len werden. Dr. B.

# Mittelschule

Beilage zur „Schweizer-Schule“

Mathematisch-  
naturwissenschaftliche Ausgabe

Schriftleitung:  
Dr. A. Theiler, Luzern

Inhalt: Die Pflanzenzelle und ihre Zweckmäßigkeit. — Die Aktivierung des Sauerstoffs.  
— Literatur.

## Die Pflanzenzelle und ihre Zweckmäßigkeit.

Von Dr. H. P. Baum.

Vor einiger Zeit erschien ein Buch des Münchener Philosophen Prof. Dr. G. Becher unter dem etwas langatmigen und auf den ersten Blick etwas merkwürdig anmutenden Titel „Die fremddienliche Zweckmäßigkeit der Pflanzenzellen und die Hypothese eines individuellen Seelischen.“<sup>1)</sup> Ohne Unbescheidenheit darf ich wohl sagen, daß ich schon manche Bücher und unter diesen auch eine Unzahl recht interessanter (was ja allerdings stark subjektiv ist) gelesen habe, aber dennoch haben wenige derselben mein Interesse so erregt, wie dieses. Vielleicht darf der Gegenstand auch auf die Beachtung mancher Lehrer rechnen.

### I.

Die Zweckmäßigkeit in der Natur ist ein schon oft behandeltes Thema und im allgemeinen kann man wohl behaupten, die Zeit ist überwunden, wo man alle und jede Zweckmäßigkeit in Einrichtung und Tätigkeit der Lebewesen bestreiten zu können und namentlich zu müssen glaubte, wenn es auch immer noch übergrenug Leute gibt, die mit Haeczel, Bardegg und andern Monisten behaupten, wir trügen mit unserem subjektiven Urteil die Zweckmäßigkeit in die Natur hinein. Zweckmäßigkeit schließt nun begrifflich Gut-Nützlichkeit zu irgend einem Ziel, Zweck, und damit auch für irgend ein Subjekt, ein. Nach diesem letzteren Gesichtspunkte nun kann man eine selbst-, eine art- und eine reinfremddienliche Zweckmäßigkeit unterscheiden. So ist die Einrichtung z. B. der Razenkralle, zum Fangen der Beute zweckmäßig, und damit für die Raze selbst

nützlich und dienlich. Nehmen wir ein anderes Beispiel. Da wachsen auf einem Acker Bohnen oder Erbsen und gedeihen ganz vortrefflich, obwohl der Boden für diese „Stickstoffpflanzen“ zu arm an Stickstoffverbindungen ist. Du ziehst eine Pflanze aus und bemerkst an ihrer Wurzel kleine Knöllchenartige Ansätze, so daß du wohl auf den Gedanken kommen magst, sie sei frank, obgleich es dir dann auch wieder merkwürdig erscheint, daß die oberen Teile der Pflanze so gesund aussehen. In gewissen Sinne hast du aber dennoch recht, die Wurzeln sind von Bakterien besessen, aber gerade weil sie die „Mitesser“ haben, mit denen sie in ihren Wurzelknöllchen ein Do=ut=des Geschäft betreiben, können sie auf dem stickstoffarmen Boden dennoch gut gedeihen, denn diese haben längst vor unseren Chemikern das Problem der Bindung des freien Luftstickstoffs gelöst, was sie befähigt, mit den genannten Pflanzen eine Lebensgemeinschaft auf Gegenseitigkeit einzugehen. Diese Tatsache, die in der Natur uns oft und oft in den verschiedensten Formen entgegentritt, ist gewiß recht beachtenswert und geeignet, zu mancherlei Betrachtungen auch apologetischer Art anzuregen.

Immerhin aber handelt es sich hier bei beiden Teilen um ihre Lebensnotwendigkeiten, um Sein und Nichtsein der Individuen. Merkwürdiger wird die Sachlage aber offenbar noch, wenn einer der Beteiligten kein, wenn ich so sagen soll „persönliches“ Interesse an einem solchen Companie-Geschäft hat, wenn es sich nur um die Erhaltung der Nachkommenschaft, also der

<sup>1)</sup> Veit u. Cie., Leipzig.

Art handelt. Da produziert eine Pflanze, und gerade oft erst recht, wenn's ihr recht schlecht geht, Blüten und Samen aus Stoffen, die sie, wie man meinen sollte, doch für ihr eigenes Wohlergehen nötig brauchte, fabriziert in dieser Blüte noch allerlei süße Säfte, die für ihr eigenes Leben keinen Nutzen haben, im Gegenteil auf Kosten ihrer eigenen Ernährung gebildet werden, und zwar zur Nahrung anderer ihr doch total fremder Wesen, wie Bienen, Hummeln usw. Diese vom „persönlichen“ Standpunkte der Pflanze aus unzweckmäßige Tätigkeit stellt sich indessen im Haushalt der Natur, wie speziell für den Zweck der Erhaltung der Art jener Pflanze als überaus zweckmäßig und vorteilhaft dar, da durch jene die Süßigkeiten naschenden Insekten die Befruchtung der Pflanze sichergestellt wird. Die Pflanze handelt hier „sich selbstverzehrend“ höchst zweckentsprechend für ihre Nachkommenenschaft, für die Zukunft. „Selbstaufopferung für andere, ein beachtenswerter Altruismus, freilich immer noch für „nächste Angehörige“, aber immerhin für unsere modernen Pflanzenpsychologen ein Zeichen einer bedeutenden sittlichen Höhe der Pflanzenseele! — —

Aber dennoch fehlt dieser „Selbstaufopferung“ noch nicht ganz der Eigennutz und die Selbstsucht, denn es handelt sich um die Nachkommenenschaft, „das fortgesetzte Ich“.

Es gibt in der Natur aber auch Fälle, in denen die Aufopferung eines Lebewesens im Dienste eines andern soweit geht, daß diese von seiner Dienstfertigkeit keinen Nutzen, eher sogar Schaden hat und über diese Fälle handelt das oben erwähnte Buch.

Fliegt da eines schönen Tages im Frühling ein kleiner brauner Käfer auf ein Ulmenblatt, sticht es an, legt seine Eier in die Öffnung und geht seines Weges weiter. Du wirst vielleicht denken, nun, daß Weiteres wird so ähnlich wie bei den Eiern des Kohlweißlings auf den Kohlblättern gehen, wo die ausschlüpfende Raupe alsbald nichts Besseres zu tun weiß, als das Blatt, das der Falter eigens für seine Eier ausgesucht hat, in Dankbarkeit aufzufressen. Weit gefehlt! Von einem dummen Kohlblatt kann man ja schließlich auch nicht mehr verlangen, aber der junge grüne Sprößling einer „höher entwickelten Schwester“, der weiß etwas viel Gescheidteres zu tun. Hocherfreut über den erhaltenen Stich — andere Insekten sorgen ja hie und da dafür, daß dem Menschen dieses „Lustgefühl“ auch

nicht fehle — oder auch über den Auftrag, Fürsorge für die Eier eines Käfers tragen zu dürfen, schlägt das „Herz“ der getroffenen Zelle und in übersprudelnder Lust fangen die Nachbarzellen an sich zu teilen — denn geteilte Freude ist doppelte Freude — und wachsen zu einem kleinen Gehäuse aus, — die „scientia amabilis“ nennt dieses Lusthäuschen „Galle“, — als Wohnung für die „lieben Gäste“. Da man aber von einer Wohnung allein noch nicht leben kann und eine Käferlarve einen gesegneten Appetit entwickelt, so bereiten diese Wohnungszellen an ihrer Innenseite ihren Gästen auch noch die nötige Nahrung, das reinste Knusperhäuschen! Das ist doch wahrlich zuvor kommende Gastfreundlichkeit! Aber vielleicht steckt hier doch eine List dahinter, so ähnlich, wie wenn der Mensch für Mäuse, Ratten usw. manchmal auch „freie Wohnung und Kost“ bereitstellt, — hier nennt man's „Falle“ — bis nach einem Klapps, die gastfreundliche Wohnung sich als Arme-Sünder-Zelle erweist. — Nein, von solch niederen Motiven wird die Pflanzenseele nicht bewegt, das Häuschen bleibt, so lange die Gäste seiner bedürfen, Wohn- und Speisezimmer, bis die Larve, geschützt in ihm gegen so viele Feinde, sich zum Käfer entwickelt hat, um diesem dann an einer Seite des Häuschens selbst das Tor der Freiheit zu öffnen! Der Leser glaube nicht, daß das Gesagte etwa ein Märchen, oder daß es wenigstens eine phantasievolle Ausbildung eines kleinen Körnchens von Wahrheit sei. Es ist vielmehr nur die sehr lückenhafte Darstellung eines der einfacheren Fälle der Fürsorge der Pflanzengalle für ihren Gast und dennoch dürfte sie klar genug dartun, daß hier nicht nur für den Botaniker und Zoologen, von denen sich bisher nur die ersteren eingehender damit beschäftigt haben, sondern auch namentlich für den Naturphilosophen ein überaus reizvolles und weitgreifendes Problem vorliegt, dem ja auch Becher in dem Titel des Buches Ausdruck verliehen hat. Die Zweckmäßigkeit der Pflanzengalle, die offenbar in vielen Fällen klar zu Tage liegt, ist rein „fremddienlich“ d. h. weder für die betreffende Pflanze noch für ihre Nachkommenenschaft von Nutzen, eher für beide zum Schaden.

Aus der großen Zahl der Fälle seien nur einige besonders interessante herausgegriffen. So schreibt Küster in seinem Buche „Die Gallen der Pflanzen“<sup>1)</sup> bezüg-

<sup>1)</sup> Küster, Die Gallen der Pflanzen. Ein Lehrbuch für Botaniker und Entomologen. Leipzig 1911.

lich der Versorgung der Parasiten mit Nahrung: „Wir konstatieren, daß die reichen Nährstoffmengen, welche die Gallen bergen, immer dort sich anhäufen, wo sie den Gallenbewohnern zugänglich sind, und müssen namentlich die Vorgänge der Stoffwanderung in den Gallen verschiedener Neuroterus-Arten als äußerst bedeutsam für die Entwicklung der Gallentiere bezeichnen.“ Diese Nährstoffe werden wie Porsch<sup>1)</sup> sagt „von eigenen Assimilationsgeweben der Gallen erzeugt oder von dem normalen Assimilationsgewebe des die Galle erzeugenden Organs zugeleitet. Dem gesteigerten Bedürfnisse entsprechend erscheint das Leitungssystem im Bereiche der Galle mächtig gefördert, in andern Fällen werden sogar neue Leitungsbahnen zur Galle angelegt. Während ferner die äußeren Teile der Galle meist derb sind, und ihre Zellen keineswegs durch besonders großen Plasmareichtum ausgezeichnet sind, sagt Küster von den inneren Teilen, daß sie „meist dünnwandig, suffulent, spärlich oder gar nicht behaart und oft sehr plasmareich“ sind und „die der Larvenhöhle anliegenden Schichten enthalten vorzugsweise Fett- und Eiweißstoffe“. Von den Markgallen sagt Kerner<sup>2)</sup>: „Die aus dem Ei ausschlüpfende Larve findet die Innenwand der ihr zum zeitweiligen Aufenthalt angewiesenen Kammer immer schon mit der nötigen Nahrung ausgestattet, fällt auch mit Heißhunger alsgleich über das saftreiche Zellgewebe an der Innenwand her und weidet dasselbe ab. Merkwürdigerweise wird der abgeweidete Teil in kürzester Zeit wieder ersetzt.“ Ähnlich schreibt Küster: „Im Innern der Pontaniagallen wird das zartwandige Parenchym, das die Larvenkammer auskleidet und dessen Zellen den Fräschwerkzeugen der Gallenbewohner zum Opfer fallen, immer wieder durch callusartige Wucherungen regeneriert.“

Vor allem bieten aber die Gallen ihren Bewohnern Wohnung und Schutzdach, so daß Becher mit Recht schreiben kann: „Indes kann kein Zweifel darüber bestehen, daß es für die gallenbewohnenden Tiere sehr zweckmäßig ist, von den gallentragenden Pflanzen mehr oder weniger eingehüllt oder gänzlich eingeschlossen und so vor allerlei Unbill geschützt zu werden.“ Bei Erstellung der Schutzhülle oder Wohnung herrscht nun

bei den verschiedenen Pflanzen eine große Abwechslung, ja dieselbe Pflanze stellt für verschiedene Gäste selbst verschiedenartige Wohnhäuser her, wie z. B. die Ulme und Linde. Manchmal besteht die Behausung nur in einer dichten Anhäufung von Blättern, die etwa auch noch eingerollt, ausgebauscht und verknittert dichte Knäuel und Schöpfe bilden, in denen dem Parasit zahlreiche Schlupfwinkel zur Verfügung stehen. Andere Parasitenhäuser kommen durch Einrollen oder Falten von Blättern zustande. Die Blätter reagieren dabei auf den galleregenden Reiz zweckmäßig, indem sie stets die Rollung so ausführen, daß das Tier in das Innere der Rolle kommt, mag es auf der Unter- oder Oberseite des Blattes sitzen. Oder das Blatt wölbt sich unter dem Einfluß des Parasiten stark vor, so daß heutel- oder hörnchenförmige Hohlräume entstehen, und zwar immer so, daß das Tier in dieselben zu liegen kommt, wobei manchmal dann der Eingang noch durch Haarbildung u. a. verengt wird, ja bisweilen, bemerkt Kerner, „erscheint die Mundung mit Haaren förmlich ausgestopft“. In andern Fällen wird das auf dem Blatte sitzende Tier allmählich durch das abnorme Wachstum der in der Umgebung desselben liegenden Gewebe umwallt und mehr oder minder völlig eingeschlossen, indem die Ränder dieser Wülste aneinander stoßen, oder aber selbst verwachsen, oder auch durch besonders geformte Randzellen ineinander verwebt sind. Eine interessante Galle ist ferner die bekannte an den Zweigspitzen der Fichte, deren Entstehung Kerner wie folgt schildert: „Eine der „Altmütter“ der Blattlaus (*Chermes abietis*) saugt sich im Frühjahr, ehe noch die Laubknospen der Fichten sich strecken an der untersten Knospenschuppe fest und legt neben sich ein Häufchen Eier ab. Die Verletzung, die durch das Saugen veranlaßt wird, und noch mehr die Einführung von Stoffen in das verletzte Gewebe, welche von dem saugenden Tiere herstammen, veranlaßt in dem darüberstehenden Teile des Triebes die merkwürdigsten Veränderungen. Die Achse des Sprosses verdickt sich. Die Basis der von dieser Achse ausgehenden nadelförmigen Blätter schwollt an und gestaltet sich zu einem weichen, weißen, saftreichen Gewebe, dessen Zellen u. a. auch Stärkemehlkörper in großer Menge

<sup>1)</sup> Allgemeine Biologie. Herausgegeben von Chun und W. Johannsen. (Kultur der Gegenwart III. IV. 1.) Leipzig 1915.

<sup>2)</sup> Kerner von Merilaun, Pflanzenleben. Leipzig 1913.

enthalten. Das freie Ende dieser nadelförmigen Blätter behält die Form der gewöhnlichen Fichtennadeln. Inzwischen sind aus den Eiern junge Tierchen ausgebrochen, die zu dem umgeänderten Teile des Sprosses emporkriechen und sich dort verteilen. Nun beginnt infolge des Reizes, welchen die Tiere auf ihre Unterlage ausüben, eine neue Wucherung in dem bleichen kissenförmigen Gewebe. Es erheben sich von demselben krempenartige Vorsprünge, Wülste und Wölle, zumal auf der vorderen Seite eines jeden Kessens, die benachbarten Wülste schließen zusammen und die jungen Blattläuse werden förmlich überwallt und eingekapselt. Sie verbleiben hier in den durch Ueberwallung gebildeten kleinen Höhlungen, ernähren sich, häuten und vermehren sich.

Wir wollen die Einrichtungen usw., die das Tier in der Galle schützen, wie Bildung von Steinzelteinlagerung, Hartschichten, Ausstattung der Galle mit Haaren, Dornen und Stacheln usw. nur erwähnen und noch kurz einige merkwürdige Fälle, wie die Larve resp. das Insekt aus seiner Behausung herauskommt, näher betrachten, von denen Küster bemerkt: „Wir staunen vor dem zweckmäßigen Funktionieren der verschiedenartigen Einrichtungen, welche zur Zeit der Reife die Gallen öffnen . . . und den Weg ins Freie gangbar machen.“ Aus manchen Beutel- und Umwallungsgallen bildet sich dadurch ein Ausgang, daß infolge von Welken, Austrocknung usw. Verkürzung oder Biegung einzelner Gewebeanteile eintritt, und so Lücken und Spalten entstehen. So z. B. öffnen sich die vorhin erwähnten Gallen der Fichte durch Austrocknen und Schrumpfen der Umwallungswülste zu vielen Spalten. Bei andern Gallen z. B. von *Tetraneura ulmi*, die einen vollständig geschlossenen Beutel bildet, springt seitwärts die Wand auf und der Saum der Öffnung schlägt sich außen um, während die Ulmgalle von *Schizoneura lanuginosa* auf dem Scheitel auffringen, die Galle von *Rhopalomyia* sich ebenfalls oben blumenartig öffnet, und zwar in allen diesen Fällen spontan öffnet. Nach Kerner wird bei manchen von Fliegen veranlaßten sogen. Markgallen, z. B. auf den Blättern der Espe und Weide „schon bei der Ausbildung des Markes ein Ausführungsgang vorbereitet“. Dieser ist durch die Oberhaut versperrt, „aber wenn für das Insekt die Zeit zum Verlassen der Kammer gekommen

ist, bildet sich in der gespannten Oberhaut von selbst ein klaffender Spalt“. Ebenso kommt bei der durch *Hormonyia* auf Buchenblättern erzeugten Markgalle „ein eigentümlicher Verschluß zur Ausbildung, welcher mit einer Klappe verglichen werden kann“.

Aber es gibt noch merkwürdigere Arten der spontanen Öffnung von Gallen, von denen einige kurz nach der eingehenden Darstellung bei Kerner angeführt sein mögen. Die Gallen, die von der Gallmücke (*Cecidomyia cerris*) auf den Blättern der österreichischen Eiche (*Quercus austriaca*) hervorgerufen werden, stellen in geschlossenem Zustand ein festes Gehäuse dar, das in das Blatt so eingeschaltet liegt, daß es sich über die Oberseite als kleiner spitzer Regel, über die Blattunterseite als Scheibe, die mit einem Röschen von dicht zusammengedrängten Haaren besetzt ist, erhebt. Im Herbst trennt sich von der unteren Seite ein kreisrundes, deckelartiges Stück los. Dasselbe entspricht genau dem Umfang der erwähnten mit Haaren besetzten Scheibe, und ist so scharf umgrenzt, als ob es mit einem Messer herausgeschnitten wäre. Der Deckel fällt nun ab und auch die Larve fällt zu Boden, dringt in die Erde wo sie sich einspinnt. Von der Galle, die durch einen Schmetterling (*Cecidoses Eremita*) an dem Rindengewebe der südamerikanischen Anacardiacee hervorgebracht wird, sagt Kerner: „Dieselbe ist kugelrund, sehr hart und beherbergt in ihrer großen Kammer die Raupe. Wenn die Zeit zum Verpuppen herangerückt ist, bildet sich dem Ansatzpunkte der Galle gegenüber ein Pfropfen aus, der mit einem vorspringenden Rande versehen ist. Nach Entfernung desselben bemerkt man ein kreisrundes Loch, welches in die Gallenkammer führt und durch welches die Raupe ihren bisherigen Wohnort verläßt.“ „Wer diese Galle,“ bemerkt Kerner dazu, „nicht mit eigenen Augen gesehen hat, könnte versucht sein, die Schilderung derselben für eine Fabel zu halten.“ Bei einer auf den Blättern der großblättrigen Linde vorkommenden Galle von *Hormomyia Reaumuriana* bildet sich im Gewebe durch Trennung eine Außen- und eine Innengalle, welch letztere die Gallmücke beherbergt und in der Außengalle „wie ein Ei im Eierbecher eingesenkt liegt“. Im Hochsommer trennt sich die Innengalle von der Außen-galle und wird von letzterer ausgestoßen, indem das Gewebe der Außengalle stark

aufquillt und es einen Druck gegen die Innengalle ausübt. Die Larve nährt sich noch eine Zeitlang vom saftigen Gewebe, das die Innengalle innen bekleidet, überwintert in dieser Kammer und verpuppt sich dann auch in ihr. In andern Fällen lösen sich die ganzen Gallen von den Blättern ab und dienen zwischen den Blättern am Boden liegend der Larve als Wohn- und Nährkammer bis das fertige Insekt ausschlüpft, wobei zu bemerken, daß die Galle oft ihr Mutterorgan, z. B. das Eichenblatt, wie Küster sagt, „um mehrere Monate überlebt; wie denn überhaupt als häufige, wenn auch nicht durchgängige Regel gilt, daß die Gallen erst dann sterben, wenn sie von den Gallenbewohnern nicht mehr gebraucht werden.“

Das Gesagte möge genügen, um die höchst merkwürdigen und auffallenden „Bemühungen“ der Pflanzen zu zeigen ihren Gästen in den Gallen alles aufs beste und bequemste einzurichten. Und das alles ohne einen Gegendienst! denn so sagt Küster, „die Gallen (bringen) im allgemeinen der Wirtspflanze nur Schaden . . . , schon deswegen, weil die Gallen die Entwicklung von Parasiten, welche dem Wirte einen Teil seiner Stoffe entziehen, fördern oder gar erst ermöglichen . . . irgendwelche Gegenleistungen seitens des Gallenerzeugers sind nur in ganz wenigen Fällen zu erkennen.“ Ebenso schreibt Porsch: „Das Wunderbare und vielfach vollkommen Rätselhafte an dieser merkwürdigen Lebensgemeinschaft besteht darin, daß die unter dem Banne des Tieres stehende Pflanze einem echten Schmarotzer auf Kosten ihrer Gesundheit Unterkunft und Körpersubstanz als Nahrung bietet . . . Von einer Gegenleistung des Tieres an die Pflanze ist keine Rede, wohl aber eine offenkundige Schädigung dieser vielfach sicher erwiesen“.

Aber wenn die Pflanze keinen Nutzen von diesen Gallbildungen hat, wenn sie weder im Dienste ihres eigenen Fortkommens noch in dem ihrer Nachkommenschaft, ihrer Art, stehen, wie kommt sie dann zu diesen eigenartigen Bildungen, woher kommt es dann, daß sie zu solch zweckmäßigen und kunstvollen Strukturen fähig ist? Hat das Blatt oder der sonst in Frage kommende Pflanzenteil als solcher die Fähigkeit, auf den Reiz der Verwundung oder Ablage von Eiern durch das jeweilige Insekt hin solche Gebilde hervorzubringen, oder wird das betr. Pflanzenorgan durch den Einfluß des Gallerzeugers resp. Bewohners zu diesen

Bildungen befähigt, handelt es sich mit andern Worten nur um Auslösungs- und strukturelle Reize?

Es ist sicher nicht ohne weiteres von der Hand zu weisen, daß manche Gallenbildung durch einfache Reizauslösung verständlich wäre, da ja auch sonst manche Pflanzenteile durch verschiedene äußere Reize zu eigenartigen Bildungen veranlaßt werden können. Immerhin scheint die Ausscheidung giftiger resp. reizender Stoffe allein eine solche Wirkung nicht auszuüben, da Injektionen mit Säften der betreffenden Tiere keine Gallbildung erzeugen. Während nach Küster die bisher ermittelten ontogenetischen Tatsachen nicht gegen die Annahme sprechen, daß Auslösungs- und strukturelle Reize die Anlage und ersten Entwicklungsphasen der Galle bestimmen, glaubt Becher, daß für manche dieser Bildungen spezielle Potenzen in den Pflanzen angenommen werden müssen, ebenso „wie sie auch etwa besondere Potenzen für die Blüten- und Fruchtbildung besitzen“. Als Grund gibt Becher wohl mit Recht an, daß man ganz bestimmte Potenzen annehmen müsse, „die nicht mit jenen indifiziert werden können, die sich im normalen Formenschatze der Wirtspflanze offenbaren, weil jene Gallgebilde in ihrem ganzen Bauplan durchaus von allen Gebilden der Wirtspflanze abweichen.“ Er führt dies dann noch näher an der oben erwähnten Galle von *Hormomyia Réaumuriana* auf der Linde aus, und weist ebenso auf die oben beschriebenen Gallen von *Cecidoses eremita* und *Cecidomyia cerris* hin.

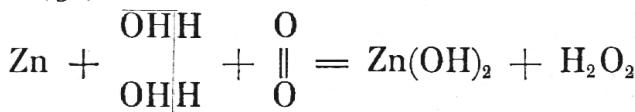
Wie dem aber auch sein mag, die teleologische Grundfrage wird davon nicht berührt, denn wenn die Pflanze keine eigene Gallbildungspotenzen hat, so entsteht eben die Frage, wieso eine für andere normale Gebilde bestimmte Potenz auch zur Hervorbringung fremddienlicher zweckmäßiger Nebenbildungen dienen kann. Die „Entwicklungsmechanik“ sagt Becher mit vollem Recht, erledigt durchaus noch nicht die Frage nach dem Zustandekommen ihrer fremddienlichen Zweckmäßigkeit. „Im Vertrauen auf die allgemeine Kausalgesetzmäßigkeit der Welt nehmen wir an, daß wie die übrigen, so auch die fremddienlich zweckmäßigen Eigenschaften der Gallen ihre Ursache haben. Unser Problem ist aber gerade, wie es zu erklären sei, daß die Gallbildungursachen . . . eine Fülle auffälliger, z. T. komplizierter fremddienlich-zweckmäßiger Einrichtungen hervorbringen“. (Fortsetzung folgt.)

# Die Aktivierung des Sauerstoffs.

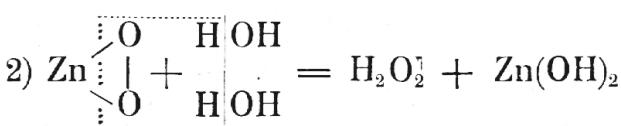
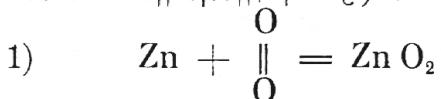
(Vortrag, gehalten in der naturforschenden Gesellschaft Luzern, den 9. Februar 1920  
von Dr. J. Brun, Hitzkirch.)

(Schluß.)

Es gibt nun außer dem Phosphor noch eine ganze Reihe sog. Sauerstoffaktiveure, teils anorganischer, teils organischer Natur. Sie unterscheiden sich aber vom Phosphor dadurch, daß sie nur Wasserstoffsuperoxyd, nicht aber zugleich Ozon bilden. Anorganische Sauerstoffaktiveure sind vor allem die unedlen Metalle, Zink, Kupfer, Aluminium, Magnesium. Das Eisen macht merkwürdiger Weise eine Ausnahme. Schüttelt man diese Metalle in Form eines feinen Pulvers mit Wasser und Luft, so entsteht neben dem Hydroxyd des betreffenden Metalls Wasserstoffsuperoxyd. Traube hat für diesen Vorgang folgendes Reaktionsschema aufgestellt:



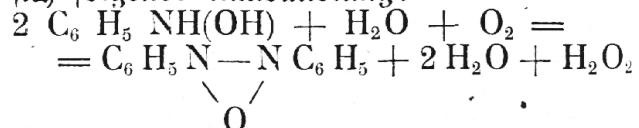
Nach diesem Schema wird nicht der Sauerstoff, sondern das Wasser gespalten in Hydroxylgruppen und freien Wasserstoff, der sich sodann an molekularen Sauerstoff anlagert. Hiernach wäre das Wasserstoffsuperoxyd ein ausgesprochenes Reduktionsprodukt des Sauerstoffs. Indessen geht die Sache doch nicht ganz so einfach, wie neuere Untersuchungen von Bach, Engler, Wild ergeben haben. Diese gehen von der Ansicht aus, daß überhaupt keine Spaltung eintritt, weder in der Sauerstoff- noch in der Wassermolekel, sondern daß erstere sich als Ganzes an die autoxydable Substanz addiert unter Bildung eines Superoxydes. Diese sind in Abwesenheit von Wasser isolierbar. Mit Wasser dagegen setzen sie sich um und es entsteht das einfache Hydroxyd neben Wasserstoffsuperoxyd:



Der letztere Vorgang ist eine einfache Hydrolyse, wie sie jedesmal eintritt, wenn das Salz einer schwachen Säure oder einer schwachen Base mit Wasser zusammen kommt.

In unserm Falle sind beide schwach, sowohl die Säure, das Wasserstoffsuperoxyd, wie die Base, das Zink. Wie Fischer und Pries<sup>1)</sup> gezeigt haben, verläuft die Traube'sche Reaktion unter höherem Sauerstoffdruck viel energischer als unter gewöhnlichem Druck.

— Als Beispiel eines organischen Aktiveurs wählen wir das von Eugen Bamberger entdeckte und sehr eingehend studierte Phenylhydroxylamin  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH(OH)}$ , d. h. Hydroxylamin,  $\text{NH}_2(\text{OH})$ , in welchem ein H durch den Benzolrest  $\text{C}_6\text{H}_5$  — ersetzt ist. Dieses Phenylhydroxylamin ist ein ungemein reaktionsfähiger Körper, der mannigfachsten Umsetzungen fähig, besonders stark autoxydabel, so daß man es überhaupt nicht längere Zeit aufbewahren kann. Diese Selbstoxydation befähigt es nun auch zur Aktivierung des Sauerstoffs. Leitet man genügend lange Luft durch eine Lösung von Phenylhydroxylamin in Wasser, so vollzieht sich folgende Umwandlung:



es entsteht Azoxybenzol und Wasserstoffsuperoxyd. Diese Reaktionsgleichung ist nicht nur qualitativ, sondern, wie genaue Bestimmungen<sup>2)</sup> ergaben, auch quantitativ erfüllt. Die eine Hälfte des verbrauchten Luftsauerstoffs wird vom Azoxybenzol, die andere vom Wasserstoffsuperoxyd gebunden.

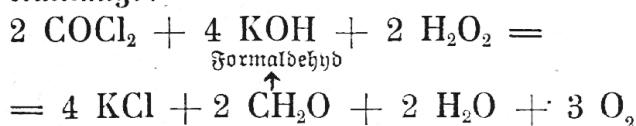
Vielleicht ist auch das Hämoglobin, der rote Blutfarbstoff (oder irgend eine andere Komponente des Blutes) ein Aktiveur des Sauerstoffs, was die schon früher erwähnte Tatsache der Hydroperoxydbildung bei der Atmung vermuten läßt. In einer andern allerdings mehr entgegengesetzten Beziehung zum Wasserstoffsuperoxyd ist der Blutfarbstoff bereits sehr gut bekannt, nämlich als Peroxydase, d. h. als Substanz, welche derart katalytisch auf das Hydroperoxyd einwirkt, daß letzteres zur Abgabe des aktiven Sauerstoffs an oxydierbare Körper veranlaßt wird, also ein „Aktiveur des aktiven Sauerstoffs“. Eine schwach alkalische Suspension von Benzidin wird von Wasserstoffsuperoxyd nur sehr langsam blau gefärbt.

<sup>1)</sup> Berl. B. 1913.

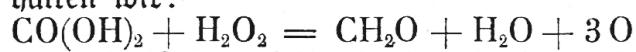
<sup>2)</sup> Brady, Diss. 1900.

Setzt man aber ein wenig Blut hinzu, so erscheint die Bläuing fast augenblicklich: eine sehr gute chemische Probe auf Blut! Als solche Peroxydase erweisen sich die meisten Aldehyde, z. B. Formaldehyd, ferner Ferrosalze, z. B. Ferrochlorid. Das sind alles gerade wieder solche Körper, welche selbst leicht oxydierbar sind, z. B. Hämoglobin zu Oxyhämoglobin, Aldehyd zu Karbonsäuren, Ferro- zu Ferrisalzen. Sie stehen also zum Wasserstoffsuperoxyd in demselben Verhältnis wie die autoxidablen Stoffe, Phosphor, unedle Metalle, zum Sauerstoff. Phosphor, unedle Metalle etc. sind Oxydäsen, Blutfarbstoff, Aldehyd etc. sind Peroxydäsen. Betrachtet man das Wasserstoffsuperoxyd als einen Akkumulator oder Kondensator, so entspricht die Oxydationswirkung dem Ladestrom, diejenige der Peroxydase dem Entladungsstrom, wobei aber die angesammelte Oxydationsenergie nicht nutzlos verpufft, sondern zu einer bestimmten chemischen Arbeitsleistung veranlaßt wird. Was für ein feines Rädchen im chemischen Getriebe des Organismus ist dieses Hämoglobin! Und wie viele noch subtilere stehen vielleicht hinter ihm in chemischer Verzahnung! Welche Bedeutung solche Peroxydäsen (und verwandte Enzyme) für die organischen Prozesse haben, läßt sich beim heutigen Anlaß nur ganz von ferne andeuten.

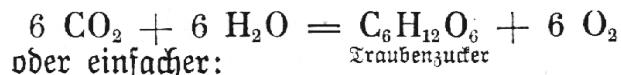
Dagegen kann ich es mir nicht versagen, auf eine Reaktion zurückzukommen, welche ich früher unter den Reduktionswirkungen des Wasserstoffsuperoxydes angeführt habe, nämlich die Reaktion mit Phosgen und Kalilauge:



Nun steht aber das Phosgen in sehr enger Beziehung zur Kohlensäure. Es ist das Chlorid der hypothetischen Kohlensäure  $\text{CO(OH)}_2$ . Stellen wir dieses freie Kohlensäurehydrat in die Gleichung ein, so erhalten wir:



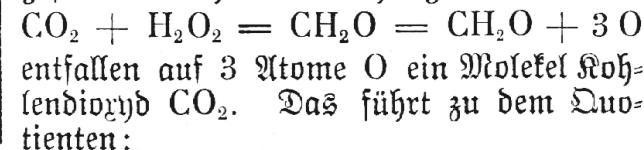
Kohlensäure wird reduziert zu Formaldehyd unter Abgabe von freiem Sauerstoff. Das ist aber nichts anderes als eine besonders einfache Form der Assimulationsgleichung, welche in den botanischen Lehrbüchern gewöhnlich in folgender Form gegeben wird:



(Dass der Traubenzucker durch Polymerisation aus primär gebildetem Formaldehyd entsteht, ist leider noch nicht mit genügender Sicherheit nachgewiesen).

Zwischen der von Kleinstück<sup>1)</sup> aufgestellten und der bisher gebräuchlichen Assimulationsgleichung besteht der Unterschied, daß an Stelle von Wasser Wasserstoffsuperoxyd figuriert. Dementsprechend treten auf der rechten Seite nicht bloß zwei, sondern drei Sauerstoffatome auf. Während aber der Chemiker der bisherigen Assimulationsgleichung ganz verständnislos gegenübersteht — für die Zerlegung von Wasser durch Kohlendioxyd oder umgekehrt hat man bisher keine Anhaltspunkte und auch kein Analogon in der unorganischen Chemie — wirft die Gleichung Kleinstucks auf diesen so überaus wichtigen biologischen Vorgang ein überraschendes Licht. Er reiht sich einfach unter die längst bekannten Reduktionserscheinungen des Wasserstoffsuperoxydes ein. Selbstredend hat Kleinstück diese Hypothese nicht aus der Luft gegriffen. Er hat die Entstehung des Wasserstoffsuperoxydes bei der Assimilation durch die Soda-Kalifärbeprobe und die Chromsäureprobe exakt nachgewiesen. Ebenso gelang ihm der Nachweis des Formaldehydes als des primären Reduktionsproduktes der Kohlensäure. Die Entstehung des Wasserstoffsuperoxydes in der feuchten Luft ist leicht verständlich, wenn man die aktivierende Kraft des Sonnenlichtes, welche durch das sensibilisierende Chlorophyll auch den langwelligen gelben und roten Strahlen erteilt wird, in Betracht zieht. In quantitativer Hinsicht erfährt die oben mitgeteilte Gleichung Kleinstucks eine bedeutende Stütze durch die Angaben der Pflanzenphysiologen, daß der Quotient  $\frac{\text{O}_2}{\text{CO}_2}$ , das

Verhältnis des ausgeatmeten Sauerstoffs zur verbrauchten Kohlensäure nahezu gleich 1, immer aber etwas größer ist. So haben Bonnier und Mangin für Epheu die Zahl 1,08, für Rosskastanien die Zahl 1,06 festgestellt. Nach der Gleichung:



<sup>1)</sup> B. B. 1918/108.

$$\frac{3 \cdot 16}{44} = \frac{48}{44} = 1,09$$

Es ist Kleinstück auch gelungen, die Kohlensäure außerhalb der Pflanze zu reduzieren in folgender Weise: Eine mit Kohlensäure reichlich gesättigte Lösung von Kalilauge, also Kaliumbikarbonat mit überschüssiger Kohlensäure, wurde mit Wasserstoffsuperoxyd versetzt und in einer Druckflasche auf dem Wasserbade erwärmt. Nach dem Erkalten wurde noch überschüssige Lauge zugesetzt und mit einem Wasserdampfstrom die flüchtigen Reaktionsprodukte abgetrieben.

Das Destillat reduzierte ammoniakalische Silberlösung, enthielt also ein reduzierendes Agens, das nach den Reaktionsbedingungen nichts anderes als Formaldehyd sein konnte.

Interessante Aktivierungsscheinungen hat in neuerer Zeit K. A. Hofmann<sup>1)</sup> mit Osmiumsäure an Chloraten hervorgerufen. Auch aktiven Stickstoff und Wasserstoff hat man kennen gelernt. Da diese Dinge jedoch nur in losem Zusammenhang mit unserm Thema stehen, darf ich mich mit dem einfachen Hinweis auf diese Tatsachen begnügen.

## Literatur.

**Biologische Arbeit.** Unter diesem Sammelnamen erscheint im Verlag von Theodor Fisher in Freiburg i. Br. eine Reihe von Heften, die Schüler und Naturfreunde zur selbständigen Arbeit in der Biologie anleiten wollen. Der Gedanke ist jedenfalls gut. Je weiter unser Unterricht von der bloßen Vermittlung des Wissens zur planmäßigen Entwicklung der Fähigkeiten fortschreitet, um so mehr muß im Schüler die Freude am Forschen in der Natur geweckt werden. So ist das Unternehmen zu begrüßen. Die einzelnen Hefte sind naturgemäß von verschiedenem Werte. Die einen stellen geringere, die andern größere Anforderungen an die Vorbildung. Immer aber bürgen die Autoren für eine sachkundige Behandlung. So können wir die Hefte unsern Schülern bestens empfehlen; aber auch der Biologielehrer selber wird für seinen Unterricht daraus manche Anregung schöpfen. Bis jetzt sind erschienen:

Heft 1: Das Winterplankton unserer Binnengewässer. Anleitung zum Fang und zur Untersuchung des Planktons. Mit 73 Abbild. Von Max Voigt, Oschatz. Preis 40 Rp. Inhalt: Ausrüstung — Erbeutung des Planktons — Untersuchung und Bestimmung — Untersuchungsergebnisse.

Heft 2: Biologische Untersuchungen an der Kartoffelpflanze. Von Maximilian Wagner, Weimar. Ausgabe A. Für ältere Volkschüler. Mit 5 Abbildungen. Preis 15 Rp. 25 Arbeiten, die von jedem Volkschüler ausgeführt werden können.

Heft 3: Dasselbe: Ausgabe B. Für Schüler höherer Lehranstalten. Mit 13 Abbildungen. Preis 65 Rp. 110 Arbeiten für Lehrer sowie für reifere Schüler höherer

Lehranstalten, chemische Kenntnisse und Benutzung eines Mikroskops vorausgesetzt.

Heft 4: Botanische Streifzüge mit der Kamera. Von B. Haldy, Mainz. Mit 6 Abbildungen im Text. Preis 25 Rp. Inhalt: Der Apparat — Hilfsmittel — Landschaft — Pflanzengemeinschaften — Einzelpflanzen — Besondere Regeln.

Heft 5: Körperbau und Lebensweise der Spinnen. Von E. Reukauf, Weimar. Anleitung zum Selbstunterricht für reifere Schüler. Mit 22 Originalabbildungen des Verfassers. Preis 65 Rp. Inhalt: Körperbau — Lebensweise — Die Spinne als Künstlerin — als Jägerin — als Luftschifferin — als Mutter — Die Spinne und ihre Feinde.

Heft 6: Anleitung zur Schmetterlingszucht für Schüler. Von Prof. Dr. Dels, Halle a. S. Mit 20 Abbildungen. Preis 40 Rp. Allgemeine Ratschläge. Zuchtbähler, Zuchttiere, Winke für die Zucht.

Heft 7: Wie untersuche ich einen Pflanzenverein? Von Kästner, Frankenberg i. Sa. Eine Anleitung zu selbständiger Arbeit für reifere Schüler. Mit 42 Abbild. Preis Fr. 1.20.

Heft 8: Das Herbarium. Von Beher-Biedenkopf. Eine Anleitung zum Pflanzensammeln für Anfänger. Preis 40 Rp.

Heft 9: Der innere Bau der Hausmaus. Von Stridde, Frankfurt a. M. Einführung in Anatomie und Physiologie des Säugertiers. Mit 23 Originalabbildungen des Verfassers. Preis 75 Rp.

Heft 10: Handhabung und Pflege des Mikroskops. Eine Anleitung für Anfänger im Mikroskopieren. Von Max Voigt, Oschatz. Mit 29 Abbildungen im Text. Preis 90 Rp.

<sup>1)</sup> Berl. B. 1912/3329.

# Mittelschule

Beilage zur „Schweizer-Schule“

Mathematisch-  
naturwissenschaftliche Ausgabe

Schriftleitung:  
Dr. A. Theiler, Luzern

Inhalt: † Prof. Dr. Ludwig Kathariner. — Die Pflanzengalle und ihre Zweckmäßigkeit.  
— Literatur.

## † Professor Dr. Ludwig Kathariner.

Am 23. Juni d. J. starb in Freiburg nach langer Krankheit, die ihn aber nicht hinderte bis kurz vor seinem Tode schriftstellerisch tätig zu sein, der eifrige Mitarbeiter dieser Zeitschrift, Professor Dr. L. Kathariner.

Geboren am 5. Januar 1868 in Fulda als Sohn eines Lehrers vollendete Kathariner seine Gymnasialstudien in seiner Vaterstadt und trat dann in den Postdienst ein, dem er aber wenig Geschmack abgewinnen konnte, Bureaucratie war ihm sein Leben lang zuwider.

Er schüttelte also dieses Joch bald ab und widmete sich an der Universität Würzburg dem Studium der Medizin. Nachdem er die ärztliche Staatsprüfung abgelegt und sich den Dr. med. erworben hatte, widmete er sich auf Veranlassung des Würzburger Zoologen Boveri, der die Talente Kathariners erkannt hatte, dem Studium der Zoologie, wurde Boveris Assistent und promovierte mit einer Arbeit über die Giftzähne der Schlangen auch zum Dr. phil. In Begleitung des bekannten Entomologen Escherich machte er eine Studienreise nach Kleinasien.

Im Herbst 1896 wurde er zum Prof. der Zoologie in Freiburg i. Ue. ernannt. 1898 konnte er mit dem Verfasser dieser Zeilen und in Begleitung seiner jungen Frau noch eine Studienreise nach Algier unternehmen, von wo er mit reicher Beute an allerlei giftigem Getier, dessen Giftdrüsen er untersuchen wollte, zurückkehrte. Aber schon einige Jahre darauf machten sich die ersten Spuren seines schrecklichen Leidens, einer Rückenmarkslähmung fühlbar, die immer weiter fortschreitend, schließlich den Tod durch Herzlähmung herbeiführte. Wenn so

die Wirksamkeit Kathariners als akademischer Lehrer schon bald dadurch gehemmt war, daß er persönlich keine mikroskopischen Präparate mehr anfertigen konnte, und ihm in den letzten Lebensjahren auch das Sprechen Schwierigkeiten bereitete, so entfaltete er andererseits eine reiche Tätigkeit vor allem als populärer Schriftsteller in den mannigfältigsten Zeitschriften. Stets war er dabei ein wohl unterrichteter und schlagfertiger Kämpfer der katholischen Weltanschauung. Die Literatur hat er trotz der Beschwerden, die ihm seine Krankheit bereitete, eifrig verfolgt. Daneben widmete er sich, nachdem die anatomische Arbeit unmöglich wurde, dem Studium besonders des Lebens der Bienen. Ueber die viel umstrittene Frage des Farbsinnes derselben konnte er noch einige wissenschaftliche Untersuchungen veröffentlichen.

Demjenigen, der ihm näher trat, konnte Kathariner trotzdem seine Wirksamkeit im Hörsaal und Laboratorium unter seiner Krankheit litten, noch immer reiche Anregung spenden; viele seiner Schüler, zu denen auch der leider ebenfalls zu frühe verstorbene P. Hager aus Disentis gehörte, werden sich dankbar Kathariners erinnern, der unter manchmal etwas rauher Außenseite ein stets hilfsbereites Herz barg. Was Kathariner den Studenten im Hörsaal nicht mehr bieten konnte, das bot er durch seine schriftstellerische Tätigkeit, die erst erlahmte, als er sich zum letzten male nieder legte. Daß er in schwerer Krankheit, deren Unheilbarkeit ihm als Arzt nicht unbekannt war, seine einzige Erholung in eifrigster Arbeit fand, sichert ihm allein schon die Hochachtung aller, die ihn kannten. Prof. Dr. Gockel.

## Mein Vivarium.

Eine naturwissenschaftliche Plauderei.

Von Prof. Dr. phil. et med. L. Kathariner, Freiburg i. Schweiz.

Mein Vivarium hat das Besondere, daß es nicht nur die Tiere, sondern auch ihren Wärter beherbergt. Es ist nämlich das Zimmer meiner Wohnung im Fakultätsgebäude Pérolles, Freiburg i. Schweiz. Durch eine chronische Krankheit seit 17 Jahren an das Zimmer gefesselt, sitze ich tagaus, tagein in einer Ecke am Schreibtisch, vis à vis meinem Büchergestell und muß damit zufrieden sein die Tiere sich vor mir im Zimmer bewegen zu sehen.

Ein Glück, daß dies geräumig genug ist, ist es doch 9,40 m lang, 5,20 m breit und 3,50 m hoch. Sonne und Luft haben durch 5 große Fenster Zutritt. Auch die Lage nach Südosten ist äußerst günstig. Vor dem Hause liegt freies Gelände, ganz nahe Wiese und Wald.

So höre ich vom Zimmer aus die ersten Kuckucksrufe im Frühjahr, sehe die vorbeiziehenden Schwalben, die Scharen der Zugvögel, höre im Frühsommer den reisenden Bussard, den trommelnden Grauspecht, nachts das Kiwit des Steinkauzes, die Rufe des Waldkauzes (*Syrnium aluco* L.) das Schreien der jagenden Waldohreule (*Otus brachyotus* L.) und in den Winternächten das Wellen des Fuchses.

Es war mir immer von besonderem Interesse festzustellen, daß hier der Kuckuck an demselben Tag (ungefähr 17. April) eintrifft, wie ich viel weiter nördlich bei Fulda, im Wälzchen am Florenberg denselben um dieselbe Zeit hörte, möchte nun der Boden weißbedeckt sein vom Schnee der Frühjahrsstürme, oder übersät mit den Blütensternen der Hainanemone bei lachender Venzesonne.

Das Gebäude selbst wird häufig von Vögeln aufgesucht. Daß das flügge gewordene Rotschwänzchen im Frühjahr durchs offene Fenster hereinkommt, ist nichts ungewöhnliches. Am Oberlicht des Treppenhauses stieß sich ein vom Walde hereingekommener Grauspecht das Genick ein. Am Fenstergesims stöbern im Winter die Meisen nach aufgehängten Weißlingspuppen umher. Auf der Fensterbank picken sie an den ihnen hingelegten Markknöchen und Fettresten; ein äußerst anziehendes Bild für die junge Raze, welche es durch das geschlossene Fenster mit ungeteilter Aufmerksamkeit verfolgt. Aber auch seltenerne Gäste, wie der rot-

flügelige Alpenmauerläufer, suchen hier nach Nahrung, wenn sie der Schnee aus dem Hochgebirge vertreibt.

Ein besonderes Vergnügen machte mir Ende November ein feuerköpfiges Goldhähnchen; es kam, während ich der Siesta pflegte, zum offenen Fenster des Schlafzimmers herein und suchte nach Schlupfwespenkokons an den am Fenstergesims aufgehängten Raupen des Kohlweißlings.

Von geflügelten Tieren, die in meine Wohnung kamen, wären außer Fledermäusen und Nachschmetterlingen aller Art noch besonders zu erwähnen: die hochseltene Bärenspinnerrart *Pleretes matronula*; sie kommt nur in wenigen Gegenden, und auch dort nicht häufig vor, so daß man diesen Schmetterling unbedenklich als den seltensten mitteleuropäischen bezeichnen kann. Die Entwicklung dieses Falters ist außergewöhnlich lang; die in dem einen Sommer abgelegten Eier ergeben den fertigen Falter erst im übernächsten Jahr, da die Raupe zweimal überwintert. Männchen des prächtigen Falters wurden zweimal von der Glassbirne des Schlafzimmers angelockt, und ein totes Weibchen fand ich im Doppelfenster. Beiläufig sei noch erwähnt, daß ich einmal im Spätherbst einen prächtigen Totenkopfschwärmer auf der Haustreppe fand.

Meiner besonderen Liebhaberei an geflügelten Insekten, vor allem meiner Vorliebe für die Honigbiene, genüge ich dadurch, daß ich schon an sonnigen Februartagen am Fensterrahmen flüssigen Honig und Zuckerwasser anstreiche. Am Bienenstand hinter dem Hause abgefangene Bienen werden dahin gebracht und bald kann ich von meinem Sitz aus mich am Summen einer ganzen Schar von Nestgenossen jener ersten Spürbienen freuen.

Was nun die Tiere meines Vivariums betrifft, hatte ich vor Jahren in einem großen Vogelkäfig an die 20 kleine Prachtfincken, Wellensittiche, Zwergpapageien und eine chinesische Sonnennachtigall. Ich erfreute mich ihrer nicht lange, bis nach und nach ein Vogel nach dem andern eingegangen war. Ich mußte stets darauf bedacht sein, die Mäuse vom Körnerfutter fern zu halten. Zeitweilig schloß ich ein Kompromiß mit ihnen, vor meinem Sitz ihnen Hirse und

<sup>\*)</sup> In dankbarer Erinnerung an unsern treuen, verstorbenen Mitarbeiter werden wir nach und nach noch einige Arbeiten aus seiner Feder publizieren. Die Schriftleitung.

Hansfürner hinstreuend. Sie machten mir allabendlich Unterhaltung, waren schließlich ganz zähm und 6 von ihnen trugen eigene Namen. Als sich einmal eine mich besuchende Dame darüber verwunderte, daß man die Mäuse individuell voneinander unterscheiden könnte, sagte ich ihr, ob sie nicht sähe, daß „Franziška“ links ein kleineres Ohr hätte, meinte sie allen Ernstes, die Maus liefe ihr zu rasch um in der Geschwindigkeit das zu erkennen.

Längere Zeit auch machte mir ein Pärchen Springmäuse aus der Sahara Unterhaltung; sie durchmaßen mit ihren langen känguruartigen Hinterbeinen springend, wobei sie sich auf den Schwanz stützten, die Länge des Zimmers. Namentlich das zierlichere und ganz zähm gewordene Weibchen, namens „Gigi“, hielt monatelang gut im Zimmer aus. Jeweils des Abends suchte es ein mit Holzwolle gefülltes Terrarium zum Schlafen auf.

Andere Wüstentiere, wie ein Waran, zwei Hornvipern, mehrere große Skorpione, u. dgl. eigneten sich wegen ihrer Hinfälligkeit, bezw. Gefährlichkeit nicht zu Stubengenossem. Das gleiche galt für zwei Alpenmurmeltiere, die eine mit Drahtgitter verschlossene Kiste bewohnten. Ihre Fütterung verursachte eine zu große Unreinlichkeit. Ebenso verhielt es sich mit Stacheligeln, die wiederholt eingebroacht, aber wegen Unreinlichkeit bald wieder ins Freie gesetzt wurden.

Jahrelang hatte ich meine Freude an einem zahmen Steinmarder, namens Fips. Ich hatte ihn als junges Tierchen aus einem benachbarten Dorfe erhalten, fütterte ihn anfangs mit Milch, bald aber mit frischgeschossenen Sperlingen. Er war so zähm geworden, daß ich ihn frei auf der Schulter sitzend in den Wald mitnehmen konnte. In den Ferien begleitete er mich nach Deutschland, reiste in einen Rucksack gepackt in der Eisenbahn, übernachtete im Hotel, kurz, er benahm sich äußerst gesittet. Als ich ihn einmal mit nach Würzburg nahm, ergötzte er alle Insassen des zoologischen Instituts durch seine Drolligkeiten. Als ihm Prof. Dr. Boveri ein frisches Hühnerei mitbrachte, stellte Fips dasselbe vor sich und indem er es mit beiden Pfoten hielt, biß er es am spitzen Ende mit dem Reißzahn auf und trank es so praktisch aus, daß kein Tropfen des flüssigen Inhalts verloren ging. Während er wochenlang bei meinem Onkel, damals Postver-

walter in Salmünster, nachts vor der Haustreppe quartierte, erregte er einmal den Unwillen der Ortsbewohner dadurch, daß er ausriß und einer wertvollen Zuchtgans die Gurgel durchbiß. Nach hier zurückgekehrt mußte ich ihn erschießen, da er mir bei einer Spielerei, in offenbar nicht schlimmer Absicht, blutende Bißwunden an der Hand beibrachte. Da Fips bei seinen wilden und stürmischen Spielen leicht überallhin gelangen konnte, mußte ich auch auf gefährlichere Biße gefaßt sein, denen ich durch eine Büchsenkugel vorbeugte, zu meinem eigenen Bedauern, weil er der ganzen Familie, besonders den Kindern, ein liebgewordener Gespiele war.

Weniger lebhaft und außerordentlich andauernd war eine 44 cm große Landschildkröte (*Testudo calcarata* Schn.) Als im Frühjahr 1902 der Tierhändler Hagenbeck einen Transport Sporen-Schildkröten aus der Massais-Steppe in Ostafrika durch Frankfurt a. M. brachte, erstand ich von ihm ein 44 cm großes Exemplar. Im Sommer suchte die Schildkröte ihr Futter selbst vor dem Gebäude der naturwissenschaftlichen Fakultät auf einem großen Rasenplatz und auf einem mit Gras und Klee bewachsenen Rain. In den Wintermonaten hatte ich sie in einer Kiste im Zimmer stehen. Futter bekam sie während dieser Zeit nicht. Daß ihr Stoffwechsel weiter ging, bezeugte die weißen Breimassen reiner Harnsäure, mit welchen sie die Demonstrationssammlung bereicherte. Durch eine leichte, an einem Baum festgemachte Messingkette, welche am durchbohrten Brustschild befestigt war, wurde sie zwar am Durchbrennen verhindert, aber zweimal suchte sie doch das Weite. Beide Male flüchtete sie samt der Kette in den nahen Wald, wurde aber jedesmal nach tagelangem Suchen wiedergefunden. Vor einigen Jahren ist sie zugrunde gegangen, nachdem sie über 15 Jahre bei mir gelebt hatte.

Nur vorübergehend war mein Zimmergenosse eine Rabenkrähe, „Jakob“, welche jung aus dem Nest genommen im Zimmer umherlief, durch das Fenster flog und sich vor dem Haus umhertrieb; schließlich fand „Jakob“ ein trauriges Ende, indem ihn Arbeiter eines Kanalbaues einsingen, um ihm den Hals umzudrehen und als Braten herzurichten. Die Etiquetten auf dem Rücken meiner Zeitschriftenbände zeigen die Spuren seines scharfen Schnabels.

Die Tiere, welche ich gegenwärtig —

Dezember 1919 — bei mir habe, sind: Ein Amazonenpapagei „Lora“; eine australische Schlangenhalschilfkröte (*Chelodina longicollis*) „Mac“ und ein kleines Käčchen „Lili“; alle drei sind aktiv oder als Statisten der Darstellungen der Dramen, welche diese Tiere vor mir aufführen. Motivdrungen mußte ich jetzt meine Liebe zur Zoologie auf Tierpsychologie beschränken, und zu tierpsychologischen Studien geben mir meine Pfleglinge reichlich Gelegenheit.

Das älteste Mitglied des Ensembles ist „Lora“; sie hat schon eine Vorgeschichte ihres Lebens bei mir hinter sich. Ich bekam sie vor 10 Jahren und nahm sie wiederholt in den Ferien mit auf Reisen. Einmal wäre sie mir hier in Pérolles fast verloren gegangen; in einem unbewachten Moment entflog sie nämlich aus dem Käfig und eilte in pfeilgeschwindem Flug dem nahen Walde zu. Hier brachte sie nun mehrere Tage zu, während ihr eine nahegelegene Quelle und die reisenden Getreidefelder Wasser und Futter boten. Noch heute, nach Jahren, ahnt sie das Krächzen der Raben nach, wenn Scharen derselben am Hause vorbei fliegen. Raubzeug und herumstreichenden Jägern entging sie glücklicherweise und kletterte offenbar gern von einem hohen Baum des Waldes herab, als ihr meine Tochter Gretel den Käfig hinstellte und durch Herbeirufen anlockte. Für letztere hat sie eine besondere Vorliebe, wie sie denn auch überhaupt zwischen den verschiedenen Individuen ihrer Umgebung scharf unterscheidet. Vor allem scheint es, die Klangfarbe bezw. die mehr oder minder rauhe Stimme zu sein, wodurch ihre Vorliebe oder Abneigung veranlaßt wird. Gretel und ihre Mutter können sie jeder Zeit streicheln, sie gibt ihnen das Pfötchen und ruft sie, wenn sie abwesend sind, oder sich vom Käfig entfernt haben, laut beim Namen. Allen andern Personen dagegen, besonders solche mit scharfer Stimme bekundet sie ihr Missfallen, durch derbe Bisse mit dem scharfen Schnabel. Ich erfahre durch „Lora“ alltäglich, wie nahe die Gefahr liegt, daß der Mensch eigene Gedanken und Stimmungen in das Tier hineinlegt, was zu Trugschlüssen bezüglich der psychischen Fähigkeiten der Tiere leicht Anlaß geben kann. Es war dies z. B. der Fall, als sie entrüstet „Jakob“ rief, wenn dieser dem Herbeiruf nicht folgen wollte, oder wenn sie die Rufe der Waldbügel nachahmt. An

die Gespensterfurcht abergläubischer Menschen wiederum erinnert ihr Gebahren, wenn sich „Mac“ zufällig ihrem Käfig nähert, trotzdem sie hoch über diesem sitzt und noch nie etwas Böses von ihm erfuhr und gar nicht erfahren kann, erhebt sie alsbald bei seinem Herankommen ein lebhaftes Geschrei und Gezeter.

An der Schlangenhalschilfkröte, die sich schon seit 1902 bei mir befindet, anfangs im Terraquarium lebte, jetzt aber das ganze Jahr im Zimmer umherläuft, kann man keine psychischen Wahrnehmungen machen. Breitspurig wandert sie einher, wird allwöchentlich zum Füttern in Wasser gesetzt und spielt unverdrossen das Versuchsobjekt, indem sie jederzeit den langen Hals mit dem Kopf seitig herumschlägt, unter das Rückenschild birgt und die Beine einzieht.

Während „Mac“ so jeder Gefahr furchtlos begegnen kann, gilt dies umso weniger für „Hänschen“, einen zugesogenen Hänslingbastard. Vor dem Fenster in der Sonne stehend, erfreut er mich durch seinen schönen Gesang. Sobald sich aber das Käčchen „Lili“ nähert, welches durch „Hänschen“ in Gefahr drohende Nähe gelockt wird, flattert es erschreckt im Käfig umher. Gerade darauf beruht seine Bedeutung bei den tierpsychologischen Beobachtungen. Man kann so feststellen, welche erzieherische Bedeutung mündliche Drohungen, Verweise, körperliche Züchtigung und gemachte üble Erfahrungen für das junge Tier haben. Da erstere keinen bleibenden Eindruck machen, stellte man den Käfig der „Lora“ auf den Stuhl vor der Fensterbank mit „Hänschen“; „Lora“ kann man unbedenklich auf dem Boden des Zimmers stehen lassen. „Lili“ kam nämlich einmal mit ihrem Pfötchen durch die Drahtstäbe des Käfigs an „Lora“ zu nahe heran, um mit ihr zu spielen, wurde von ihr aber in nicht mißzuverstehender Weise so derb zurückgewiesen, daß sie für immer genug zu haben scheint. Das Sprichwort: „Ein gebranntes Kind scheut das Feuer“ gilt eben nicht nur für den Menschen. Eine komische Furcht beweigt sie auch vor den Tönen des Klaviers; sie kann nämlich über dasselbe zum Vogelkäfig gelangen, nachdem sie nun, weil der Deckel aufgeschlagen war, beim Passieren der Klaviatur nur zweimal durch unvorsichtiges Auftreten die Töne verursachte und sofort entsekt herab gesprungen war, lief sie das nächste Mal über das Notenpult,

oder trat ganz zaghaft auf den Tasten mit nur einem Pfötchen auf. Als aber auch dies nicht hilft, vermeidet sie das aufgeschlagene Klavier gänzlich, so daß es eine unüberschreitbare Schranke bildet. Aus beidem kann man sehen, wie das Tier durch gesammelte Erfahrungen lernen kann. So weit meine Naturbeobachtungen bis jetzt.

Bald nun ist die trübste Zeit des Jahres vorbei und schon jetzt freue ich mich auf

den Vorfrühling, von dem Horaz in seiner Frühlingsode singt: Solvitur agris hiems grata vice veris et favoni:

P. S. Meinen früheren Schülern (1896 bis 1919), von denen sich manche über meine Ausdauer wundern werden, sei gesagt, daß ich als Student immer die Devise hatte und leider auch als Professor behalten mußte: Si fractus illabatur orbis Impavidum ferient ruinæ! Der Verfasser.

## Die Pflanzengalle und ihre Zweckmäßigkeit.\*)

Von Dr. H. P. Baum.

(Fortsetzung.)

### II.

Waren die bisherigen, wesentlich naturwissenschaftlich betrachtet, schon höchst merkwürdig erscheinenden Tatsachen, geeignet, allgemeines Interesse zu erwecken, so ist bei der Erklärung ihrer Entstehung dies für den Philosophen noch in weit höherem Maße der Fall. Wenn man weiß, welch verzweifelte Anstrengungen viele Naturforscher gemacht haben, das ihnen so lästige Zweckmäßigkeitssproblem aus der Welt zu schaffen, — die einen, indem sie beide Augen zudrückend, die Zweckmäßigkeit überhaupt leugnen, die andern nach der Formel: Art-dienlich, also nützlich, also selektiv, also Gegenstand der Zuchtwahl oder Naturauslese — so wird man hier, wo beide Ausreden wegfallen, auf die Lösungsversuche erst recht gespannt sein dürfen.

Der Verfasser prüft denn nun auch die verschiedenen Erklärungshypothesen für die zweckmäßigen Bildungen in der Lebewelt, ob und wie weit sie etwa für die hier vorliegende fremddienlichen in Frage kommen können.

Da wäre zuerst das von Becher selbst aufgestellte „Ausnutzungsprinzip“ zu nennen, das besagt: „Die Lebewesen nutzen das, was sie an sich selbst vorfinden und was die Umwelt ihnen bietet, so gut es geht aus, . . . durch diese Ausnutzung erscheint dann jenes Gebilde als zweckmäßig, obwohl seine Entstehung mit den betr. Zwecken nichts zu tun hatte.“ Der Verfasser glaubt, daß ev. dieses Prinzip für einfach liegende Verhältnisse, allerdings in Verbindung mit einer etwaigen Hilfsannahme über Instinktausbildung bei den Gallparasiten, einiges erklären könnte. Es beträfe dies aber „höchstens einen Teil der fremddienlichen Zweckmäßigkeitsscheinun-

gen bei Gallen“. Denn, so bemerkt der Verfasser „Wir finden an Gallen vielfach Bildungen, Gewebe und Zellen, die an den normalen Wirtspflanzen nicht vorkommen. Solche neuartige Bildungen . . . , die außer bei Gallen nicht vorkommen, können aber im allgemeinen nicht durch das Ausnutzungsprinzip erklärt werden; denn damit etwas ausnutzbar sei, muß es zunächst einmal vorhanden sein, oder es muß wenigstens die Fähigkeit vorliegen.“ So kann es sich z. B. bei den oben genannten Gallen, die sich spontan öffnen, oder bei der Lindengalle, die zur rechten Zeit den Parasiten mit der Innengalle austößt, nicht um Ausnutzung handeln. „Hier gilt es gerade, zu erklären, wie die Pflanzen zu Potenzen gekommen sind, die nicht zur Bildung ihrer normalen Teile dienen, sondern eigens geschaffen zu sein scheinen“. So erklärt denn Becher, der nicht abgeneigt scheint, „die ersten Ansätze in der Phylogenie der fremddienlichen Zweckmäßigkeit“ durch ein Ausnutzungsprinzip zu erklären, daß hier doch dieses Prinzip „ratlos“ dastehe.

Aber vielleicht hilft hier das Darwin'sche Zuchtwahlprinzip? Auch von diesem, um es kurz zu sagen, ist durchaus keine Erklärung zu hoffen. Abgesehen davon, daß diesem schwerwiegenden Bedenken allgemeiner Natur selbst bei selbst- und artdienlicher Zweckmäßigkeit entgegenstehen, bietet die fremddienliche Gallenzweckmäßigkeit der Zuchtwahlhypothese sehr ernste neue Schwierigkeiten, ja wie Becher hervorhebt, versagt diese letztere, da eben die Wirtspflanze von ihren Gallbildungen im Daseinskampfe keinen Vorteil hat. Vermutungen, daß dies doch der Fall, daß die Pflanze durch Festlegung des Parasiten an einem bestimmten Organ sich vor größerem Schaden als

\*) Auch im 1. Teil (Nr. 5) ist im Titel und an andern Stellen Pflanzen g a l l e (statt -zelle) zu lesen.

Ganzes bewahre, indem sie ihn am Umherkriechen verhindert und ähnliches, lassen sich durch nichts begründen, zumal das freibewegliche Insekt resp. die Larve wohl der Pflanze kaum mehr Nährstoffe entziehen könnte, von andern Einrichtungen der Galle zugunsten des Parasiten ganz abgesehen, namentlich auch denjenigen, die direkt zum Schutze des Gastes dienen. Sehr richtig sagt Becher: „Es bleibt dabei, daß die Gallenzweckmäßigkeit zahllosen Pflanzenfeinden das Leben ermöglicht und so den Wirtspflanzen gewaltigen Schaden bringt.“ Ebenso begründet sind seine Fragen: „Warum umwuchern die Wirtspflanzen nicht die Eier und Larven mit festen, nährstoffarmen, für Lust undurchlässigen Geweben, in denen die eingekerkerten Schädlinge verhungern und erstickten müßten. Wenn Naturzüchtung die komplizierten gastlichen Gallwohnungen produzieren konnte, warum dann nicht solche einfacheren für die Wirtspflanzen sehr zweckmäßigen Kerker?“

Die Gallen sind nun freilich das Produkt zweifacher Faktoren, der Potenzen der Pflanzen und der Einwirkung der Parasiten und man könnte vielleicht die ganze Zweckmäßigkeit auf letztere hinauslaufen zu lassen versuchen. Es gibt indessen eine ganze Reihe von Tatsachen, die darauf hinweisen, daß hier eigene spezifische Potenzen der Pflanzen in Frage kommen, so daß es nicht angeht, alles nur der zweckmäßigen Einwirkung des Parasiten zuzuschreiben, selbst wenn man die Heranzüchtung der entsprechenden Instinkte und Reizfähigkeiten desselben mit der Selektionstheorie erklären könnte, was aber durchaus auch nicht der Fall ist. Von den allgemeinen Einwänden gegen die Zuchtwahltheorie, wie z. B. daß nur eine vollständig ausgebildete Galle den Zweck erfüllt und darum eine nur teilweise gebildete oder in Anfangsstadien stehende etwa nur kleine Wulste oder Wölle bildende, gar keinen Wert für den Kampf ums Dasein und darum auch keinen Selektionswert habe usw., wollen wir hier der Kürze halber ganz abschönen.

Ebenso wenig wie die Zuchtwahltheorie oder andere Darwinistische Hypothesen vermag der einfache Lamarcksche Grundgedanke vom Gebrauch oder Nichtgebrauch eine Erklärung der fremddienlichen Zweckmäßigkeit zu bieten. Aber ist vielleicht die von Lamarck schon herangezogene und von Neulamarckianern noch stärker betonte psychische Beeinflussung dazu in der Lage? Der Psycho-

cholamarkismus wie die Pflanzenpsychologie eines Pauly, Wagner, mit denen ja auch Becher selbst sympathisiert, wie auch Erdmann, Fancé u. a. reden ja viel von Lust und Unlustempfindungen bei Pflanzen. Der Verfasser legt uns den hier etwa einzuschlagenden Weg folgendermaßen dar: „Alle lebenden Organismen sind besetzt. Wenn irgendwelche Einflüsse auf ein Lebewesen einwirken . . . , so gelangt dies in ihm zu lust- oder unlustvoller Empfindung. Zugleich werden . . . allerhand „Probierreaktionen“ angeregt . . . , die vielleicht völlig unnütz sind, aber infolge ihrer Mannigfaltigkeit zufällig auch nutzbringende Vorgänge unter sich aufweisen. Solche nützliche . . . Unlust beseitigende, ein Bedürfnis befriedigende Reaktionen, werden vom Lebewesen als lustvoll verspürt und darum gedächtnismäßig festgehalten; später werden sie bei passender Gelegenheit . . . wiederholt, ev. in besserer „geübter“ Form. So „lernt“ das Lebewesen durch „Probieren“ die Einflüsse in zweckmäßiger Weise beantworten . . . . Die Reaktionen können auch in gestaltbildenden Vorgängen bestehen. Zweckmäßige gestaltbildende Prozesse aber sind solche, welche zweckmäßige Formen und Gebilde produzieren. So lernt das Lebewesen durch Probieren zweckmäßige Gebilde hervorzubringen. Der Psycholamarkismus nimmt nun an, daß das individuell Erlernte mehr oder weniger erblich ist. Die Nachkommen können wieder Neues lernen und das von ihren Ahnen Erworbene dadurch vervollkommen. Natürlich kommen auf diese Weise nur selbsttönend zweckmäßige Gebilde zustande.“

Um diese Theorie aber auch zur Erklärung der fremddienlichen Zweckmäßigkeit geeignet zu gestalten fügt Becher ihr eine Hilfshypothese an, daß nämlich „die Wirtspflanzen nicht nur die Förderung und Hemmung des eigenen Lebens, sondern auch das Wohl und Wehe der Parasiten lustvoll und schmerzlich empfinden“. Wenn bei den oben genannten Probierreaktionen der Wirtspflanze etwas herauskommt, „das dem Wohl des Parasiten dient, so wird dies von der Wirtspflanze lustvoll verspürt . . . festgehalten, fortgeführt, gesteigert und . . . wiederholt“.

Diese Hilfshypothese bezeichnet der Verfasser selbst allerdings als „seltsam anmutend“ und glaubt auch, daß sie vielen als „ganz unglaublich“ erscheinen werde, da man der Wirtspflanze doch höchstens ein

ganz einfaches seelisches Leben beizulegen bereit sein werde. Immerhin hält der Verfasser es für möglich, daß zur Anteilnahme an Lust und Wehe der Pflanze keine höheren seelischen Fähigkeiten zuzuschreiben seien, indem vielleicht dem Lust und Unlust in der lebenden Substanz von einem „charakteristischen Zustand begleitet“ sein könnten, der sich direkt vom Parasiten auf die Pflanze übertrage. Man brauche also dann den Pflanzen nur „primitive seelische Vorgänge, wie solche der Empfindung, Lust und Unlust, des Gedächtnisses zuzuschreiben“. Viele Forscher betrachten aber diese als ursprünglichste seelische Vorgänge, wie auch Gedächtnis nebst Assoziation und Reproduktion vielfach als Gemeingut aller lebenden Substanz gelten, wobei sich Verfasser auf Hering, Büttler, Semon, Pauli u. a. beruft. Becher selbst hält indes offenbar nicht viel von dieser allgemeinen Annahme der Forscher, denn später erklärt er, daß es „viel für sich hat“ wenn man „auf Grund vergleichend psychologischer Betrachtung“ es für geboten hält, „den Pflanzen nur primitivste seelische Fähigkeiten zuzuschreiben“, jedenfalls sei „nicht einmal assoziatives Gedächtnis sichergestellt“. Ferner hebt er noch die Schwierigkeiten, die sich dem Psycholamarismus entgegenstellen, hervor, daß nämlich die geforderte Vererbung des vom Individuum Erworbenen nicht bewiesen ist und ferner, daß von etwaigen Ansätzen und Anfängen wohl noch keine Lustempfindung ausgehe. Von ersten Ansätzen z. B. einer Deckelbildung wird der Parasit keinen Vorteil verspüren können, da er die Galle ja doch in gewohnter Weise aufbeissen muß um herauskommen zu können. Bei manchen Bildungen ist nicht einzusehen, wie sie bei der Pflanze Lustgefühle bewirken können, so z. B. ist doch der Nutzen von Stachelbildungen u. c. zum Schutz des Parasiten nur ein negativer, das Nicht-Verzehrt-Werden des Parasiten, der übrigens auch seinerseits wieder nicht weiß, ob und wann er in Gefahr wäre! Und da man der Pflanze doch nicht eine so hohe psychische Fähigkeit zuschreiben kann, daß sie den Zusammenhang zwischen der Lustempfindung der Parasiten und ihren Gallbildungen erkenne, erstere aber von letzterer zeitlich weit abliegen kann, so dürfte es doch oft vorkommen, daß die Pflanze das Lustgefühl auf eine andere Bildung bezöge und so ganz verkehrte Reaktionen ausführe. Kurz, der Psycholamarismus kann die hier vorliegende Zweckmäßigkeit auch nicht erklären.

Endlich untersucht der Verfasser noch, ob die vitalistischen Zweckmäßigkeitshypothesen eine Erklärung bieten können. Er kommt zunächst auf den Schopenhauerschen Urwillen, der sich in allen Dingen, also auch in der Wirtspflanze wie im Parasiten betätigt. Der Grundgedanke, daß beide in ein- und demselben überindividuellen Wesen wurzeln, macht nun allerdings eine solche fremddienliche Zweckmäßigkeit verständlich, aber die Art und Weise wie Schopenhauer sie dem „blinden“ Willen zuschreibt, kann nicht befriedigen, namentlich die Annahme, daß sich das Zweckmäßige „unmittelbar aus diesem blinden Trieb ergebe“, daß das Willen unmittelbar auch Erreichen sei, so daß die zweckmäßigen Einrichtungen und Organe der sichtbare Ausdruck, ja die Manifestationen und Objektivationen der Willensbegehrungen sind, wie z. B. die Kau- und Verdauungsgeräte eigentlich der objektivierte Hunger, Beine und Flügel der objektivierte Bewegungswille.

Auch E. v. Hartmanns „Unbewußtes“ kann eine Erklärung der fremddienlichen Zweckmäßigkeit bieten, insoweit es eine überindividuelle Einheit darstellt, und es leistet in dieser Hinsicht mehr als der „Urwillen“ Schopenhauers, da es nicht nur Wille, sondern auch Intelligenz ist. Lehnliches ist zu sagen von der Entelechie Driesch's und den Dominanten Reinke's, da ja auch diese in einem überindividuellen Grunde ruhen; wie denn in dieser Hinsicht jeder Theismus in der Erklärung der fremddienlichen Zweckmäßigkeit keine Schwierigkeit finden kann.

Selbstverständlich bezieht sich die vorstehende Beurteilung der verschiedenen Hypothesen nur auf die Möglichkeit, von ihrem Standpunkt aus die fremddienliche Zweckmäßigkeit zu begreifen, abgesehen davon ob jene Annahmen aus andern Gründen unhaltbar sind oder nicht.

Merkwürdigerweise findet nun aber der Verfasser an dem christlichen Theismus eine Schwierigkeit zur Erklärung der genannten Zweckmäßigkeit. Ohne weiteres stimme ich dem Verfasser zu, daß aus der Annahme eines überindividuellen Wesens zu der Erklärung nicht sogleich ein „allwissender, allgütiger Gott“ folgt. Welcher Natur dieses Wesen ist, das wollen wir getrost dem weiteren logischen Schießen überlassen, es soll uns hier völlig genügen, wenn man das überindividuelle zugestehst, wie es Becher ja tatsächlich als anzunehmen gezeigt hat. Die Schwierigkeit nun, die er findet, liegt

seiner Meinung nach in den verschiedenen Unzweckmäigkeiten in der Natur. Zunächst meint er mit Darwin: „Man erwäge, daß zur Naturzweckmäigkeit diejenige der Giftzähne und Raubtierkrallen gehört. Sie auf Gottes Vernunft und Willen zurückzuführen, bedeutet für das seiner entwickelte religiöse Bewußtsein eine harte Zumutung.“ Hier liegt jedoch meines Erachtens eine Verwechslung vor, als sei es ein Zeichen des „feineren religiösen Bewußtseins“, daß physische Übel der Welt nicht auf Gott als Urheber zurückführen zu wollen, was durchaus zu leugnen ist. Entweder liegt dabei nämlich eine verschwommene Gefühlsduselei zu Grunde oder man ist im alten Irrtum gefangen, der allgütige Gott müsse eine von jedem Übel freie, und der allweise Gott müsse die „vollkommenste“ Welt schaffen. Die alte Wahrheit, daß Gott nicht nur mit vollkommener Freiheit eine der möglichen Welten auswählen konnte, sondern auch der Begriff des Geschöpflichen die Unvollkommenheit direkt einschließt, so daß eine wirklich absolut vollkommene Welt ein Wider-

spruch, ein Unding, ist, scheint vielen Leuten nicht in den Kopf zu wollen. Nehmen wir noch hinzu, daß der Schöpfer in seiner Güte jedes seiner Geschöpfe je nach seiner Art in einem gewissen Masse teilnehmen lassen wollte an seiner Gestaltungs-, Entwicklungs- und Erhaltungstätigkeit, daß er nicht immer und überall selbst direkt eingreifen, sondern durch seine Geschöpfe tätig sein und die Welt sich entfalten lassen wollte, ja daß in seinem Plane das einzelne Übel zum Wohl und Gedeihen des Ganzen gelegen und geleitet werden soll, so bieten diese Dinge dem feinsten religiösen Bewußtsein durchaus keine Schwierigkeiten. Aber in dieser religiösen Schwierigkeit steckt, wie Becker sagt, eine naturphilosophische, indem z. B. auf einer Seite die Natur einem vielverfolgtem Tiere Schnelligkeit, Schutzfärbung, Schutzinstinkte usw., dem Verfolger aber ebenfalls Schnelligkeit, feine Sinnesorgane, Überlebensinstinkte, Fangmittel usw. verleihe, was nicht auf eine einheitliche Weltvernunft mit einheitlich harmonischer Zwecksetzung hinzuweisen scheine.

(Schluß folgt.)

## Literatur.

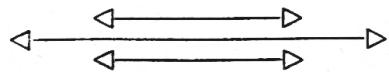
**Ribi, Aufgaben über die Elemente der Algebra,** 1. Heft. 12. Auflage. Neu bearbeitet von Dr. F. Stähli und F. Studer in Bern. Klassenpreis Fr. 0.90; einzeln Fr. 1.—.

Das neu bearbeitete 1. Heft der Ribi'schen Aufgabensammlung umfaßt ungefähr das Pensum eines Jahres und soll nun allen Anstalten, die ihre Schüler in die Elemente der Algebra einzuführen haben, den nötigen Übungsstoff für die betreffende Stufe liefern. Überall — bei der Behandlung der Grundoperationen, bei der Aufstellung von Aufgaben über graphische Darstellungen, bei der Auswahl von Gleichungen und bei der Aufnahme von Problemen aus den Anwendungsbereichen — machten es sich die Verfasser zur Pflicht, den Forderungen der Reform nach Möglichkeit gerecht zu werden. Dabei wurde die Anzahl der Beispiele ganz bedeutend vermehrt, so daß es dem einzelnen Lehrer nun auch in Bezug auf die Auswahl des Übungsstoffes möglich sein wird, eine gewisse Abwechslung in seinen Unterricht zu bringen.

NB. Das 2. nach denselben Grundsätzen neu bearbeitete Heft, welches das Pensum eines weiteren Jahres umfaßt, wird nächstens zur Ausgabe gelangen.

**Dettli, Dr. Max, Schulversuche über die Verdauung.** Anregungen für den Unterricht an Mittelschulen. 80. 15 Seiten. 5 Abbildungen im Text. Brosch. Fr. 0.60. Verlag Th. Fischer, Freiburg i. Br.

Der bekannte Vorämpfer für eine gesunde Reform des Biologieunterrichtes, der selber ein hervorragender Praktiker ist als Lehrer am Landerziehungsheim Glarisegg bei Steckborn, bietet uns hier auf knappem Raum eine Anleitung, wie die Verdauung durch Versuche von Lehrer und Schülern unterrichtlich gut verarbeitet werden kann. Da die Verdauung ein Hauptkapitel des Physiologieunterrichtes darstellt, so ist eine eingehendere Behandlung notwendig. Und wer glaubt, es sei hier des Guten zu viel verlangt, kann bequem auswählen. Freilich sollte man mehr Zeit haben als gemeinhin in unseren Schulen dem Unterricht in Somatologie eingeräumt wird. Th.



# Mittelschule

Beilage zur „Schweizer-Schule“

Mathematisch-  
naturwissenschaftliche Ausgabe

Schriftleitung:  
Dr. A. Theiler, Luzern

Inhalt: Ueber Umkehrbarkeit von Lebensprozessen im Tierreich. — Die Pflanzengalle und ihre Zweckmäßigkeit. — Literatur.

## Ueber Umkehrbarkeit von Lebensprozessen im Tierreich.

Von Joseph Diebolder, Goldbach.

### I.

In den letzten Jahren führte Eugen Schulz, Dozent an der Universität St. Petersburg, in einer Reihe von Schriften den Nachweis, daß unter gewissen Bedingungen die Entwicklung und Differenzierung von Zellen, Geweben und Organen rückgängig gemacht werden kann, und daß diese rückgängige Entwicklung, wenn sie nicht durch Unpassung abgelenkt wird, dieselben Stadien in umgekehrter Reihenfolge durchlaufen, welche die Entwicklung genommen hat.<sup>1)</sup>

Zellen und ganze Organe können durch verschiedene Umstände mittels Rückbildung auf eine mehr oder weniger embryonale Stufe zurückgeführt werden.

Am wichtigsten sind für uns die Rückbildungen, welche an **rudimentären Organen in der normalen Embryogenese** beobachtet werden.

Es gibt bekanntlich an Tieren und Pflanzen körperliche Einrichtungen, welche zwar infolge veränderter Verhältnisse keine biologische Bedeutung mehr haben, die jedoch als vererbte Ueberbleibsel von Organen, die einem Stammverwandten auf früherer Stufe zu bestimmten Verrichtungen dienten, in wissenschaftlicher Beziehung von großer Wichtigkeit sind.

Die rudimentären Organe sind schon längst im Interesse der Abstammungslehre untersucht und als einleuchtende demonstrative Beweise verwandtschaftlicher Verhältnisse in der Organismenwelt zur Bekämpfungsarbeit verwendet worden. Indessen verhinderte längere Zeit die Popularisierung der Ergebnisse die Vertiefung der Forschung. Wenn auch heute noch auf diesem Gebiete viel zu tun übrig bleibt, so liegen doch nunmehr außer den von E. Schulz veröffentlichten Schriften von einer Reihe anderer anerkannter Fächer wertvolle diesbezügliche Arbeiten vor, welche ein tieferes Eindringen in das Wesen dieser Prozesse verraten.

So bestätigt uns W. Küenthal die schon von Geoffroy St. Hilaire gemachte Entdeckung, daß die Embryonen der Bartenwale eine vollständige Zahnröthe besitzen, ja sogar außer dem Milchgeiß noch eine zweite Reihe von Anlagen für den Zahnschmelz, welche alle vor der Geburt rückgebildet werden, worauf sich erst im Gaumen der aus senkrechten Hornplatten (Barten) bestehende Seihapparat bildet, welcher zum Zurückhalten der aus kleinen Meerestierchen bestehenden Nahrung dient.<sup>2)</sup> — Ja selbst bei den Embryonen der Vögel hat

<sup>1)</sup> Vgl. E. Schulz, Vorträge und Aussätze über Entwicklungsmechanik, Heft IV, 1908.

Derselbe, Ueber ontogenetische und phylogenetische Rückbildungen, Biologisches Zentralblatt, 1. Nov. und 15. Nov. 1908.

Derselbe, Ueber umkehrbare Entwicklungsprozesse und ihre Bedeutung für eine Theorie der Vererbung, 1908.

Diese Erscheinung ist nicht zu verwechseln mit den schon länger bekannten Degenerationen und Entartungen, bei denen die Gewebe in einer abnormalen, oft zu völliger Zerstörung führenden Weise ihre typische Ausbildung verlieren.

<sup>2)</sup> E. Wasmann, Die moderne Biologie und die Entwicklungslehre, Freiburg i. Br., 3. Auflage, S. 461.

man vorübergehende Zahndeime gefunden, die als Hinweis auf frühere bezahnte Vorfahren biologisch wichtig sind<sup>1)</sup>.)

Erwähnenswert ist ferner die Tatsache, daß während der Embryogenese sich bei Zahnwalen ebenso, wie bei andern Säugetieren, ein typisches äußeres Ohr anlegt in Gestalt von 6 Höckern, die sich später zu einer Pupille vereinigen, welche wieder vollständig verstreicht. (Kükenthal.)

Vom Strauß ist bekannt, daß bei ihm in der Embryogenese der 1. und 5. Finger angelegt werden, die dann wieder verschwinden (Mehnert.) Das Knorpelgewebe bildet sich zurück und an seiner Stelle erscheinen indifferente Gewebezellen. Die Konturen der Anlagen werden undeutlich und jede Andeutung, daß sie Skeletteile waren, geht verloren. Uebrigens sollen diese zwei seit der Kreidezeit verschwundenen Finger der Vögel noch heute in jedem Vögelembryo angelegt und später zurückgebildet werden.<sup>2)</sup>

G. Born hat nachgewiesen, daß bei den Embryonen unserer Blindschleiche, die ja im entwickelten Zustande vollkommen fußlos ist, die vordern Extremitäten als Stummel angelegt, aber rasch wieder bis auf den allerdings stark verkümmerten Schultergürtel rückgebildet werden.<sup>3)</sup>

Bei einer Garneele der Adelsberger Grotte, *Troglocaris Schmidtii*, besitzt der Embryo völlig normal ausgebildete Augäpfel; kurze Zeit vor ihrem Ausschlüpfen aber wird die Hornhaut an denselben undurchsichtig, an Stelle der lichtbrechenden Medien tritt ein fettriches Bindegewebe, der Sehnerv verwandelt sich in einen bindegewebigen Strang, aus dem am Embryo noch hoch differenzierten Lichtauge ist beim ausgebildeten Tier, der Dertlichkeit entsprechend, ein Dunkelauge geworden.<sup>4)</sup>

In allen diesen Fällen konnte konstatiert werden, daß die zuletzt differenzierten Teile zuerst aufgegeben werden.

Damit stimmen auch die Untersuchungen von H. Braus überein, welcher zeigte, daß in der Ontogenie auch an den Gliedmassen noch Anlagen von Skeletteilen auftreten können, die weiter distal (vom Rumpfe

weiter entfernt) liegen, als diejenigen, welche im endgültigen Zustande erhalten bleiben. Die Rückbildung schreitet also diesfalls in der Richtung von den Phalangen (Finger, Zehen) nach dem Schulter- oder Beckengürtel hin, ganz so, wie auch in der Stammesentwicklung bei allmählichem Verluste der freien Gliedmassen die Rückbildungen gewöhnlich so erfolgen, daß von der distalen Spitze dem Rumpfe zu ein Abschnitt um den andern schwindet, bis endlich auch der Extremitätengürtel selbst in Fortfall kommt. Bekanntlich geht aber die Differenzierung der Extremitäten bei der Keimesbildung in umgekehrter Richtung vor sich, so daß die dem Rumpfe näher gelegenen Skelettstücke früher auftreten, als die distal oder entfernt gelegenen.<sup>5)</sup>

Weismann legt sich<sup>6)</sup> obiges Gesetz der ontogenetischen Rückbildung so zurecht, daß nicht leicht ein Organ plötzlich ganz aus der Ontogenese entfernt werden könnte, ohne dieselbe in Unordnung zu bringen, daß die geringste Störung des Entwicklungsganges ohne Zweifel dadurch gesetzt wird, wenn zuerst das Endstadium des betreffenden Teiles rudimentär wird. Erst nachdem dies erfolgt ist und die angrenzenden Teile dem Schwunde angepaßt sind, kann derselbe sich bei dieser Regression auf die zunächst vorhergehenden Stadien erstrecken, und auch diese verkümmern und ihre Umgebung sich ihnen anpassen lassen. Je weiter zurück in der Ontogenese der Schwund schreitet, eine umso größere Zahl anderer Bildungen würde von der Verkümmерung in irgend welcher Weise berührt, welche doch alle nicht plötzlich unter neue Bedingungen gebracht werden dürften, soll nicht der gesamte Gang der Entwicklung leiden. Die ganze Ontogenese könnte sonst ins Wanken geraten, etwa so, wie wenn man an einem auf Pfeilern stehenden Haus, von dem man eine Fensterbreite fortnehmen will, mit der Wegnahme des Grundpfeilers beginnen wollte.

Allerdings beobachtet man in gewissen Fällen zwar keine plötzliche, aber doch eine beschleunigte Reduktion, die sich auf

<sup>1)</sup> Siehe Jahresbericht der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft 1898/99, S. 4.

<sup>2)</sup> Vgl. Weismann Aug., Vorträge über Deszendenztheorie, II., 2. Auflage, 1904, S. 103.

<sup>3)</sup> Vgl. Zoologischer Anzeiger, Band VII, 1883.

<sup>4)</sup> Vgl. Dr. Rob. Keller (Winterthur), Die naturwissenschaftliche Bedeutung der zwecklosen Organe im Tierreich, Basel (Beno Schwabe) 1884, S. 9 u. 12.

<sup>5)</sup> H. Braus, Die Entwicklung der Form der Extremitäten und des Extremitäten skeletts. Handbuch der Entwicklungslehre, herausgegeben von O. Hertwig, Bd. III, T. II, 1906.

Vgl. ferner O. Hertwig, Lehrbuch der Entw.-Geschichte des Menschen und der Wirbeltiere, S. 607.

<sup>6)</sup> a. a. O., S. 159.

einmal auf eine Reihe von Stadien, und nicht mehr auf die letzten bezieht.

Den mächtigsten Rückbildungssprozeß im Tierreich hat man wohl bei dem Wurzelkrebs *Sacculina* beobachtet. Die zweiäugigen Extremitäten der aus der Eihülle ausgeschlüpften Larve (*Naupliusform*) werden einfach abgeworfen, die Chitinsehnen und Antennenmuskeln ausgestoßen, der Thorax intoto amputiert, die gesamte Körperpermuskulatur rückgebildet. Es entsteht endlich ein aus embryonalen Zellen bestehender Sack. Die einzelnen Stadien der Rückbildung sind nicht mehr zu erkennen. Wir haben hier eine solche Rückbildung aller Larvencharaktere, daß wir eigentlich eine doppelte embryonale Entwicklung vor uns haben. (Schulz.)

Rudimentäre Organe werden nicht selten durch sekundäre Anpassungen von der normalen Bahn abgelenkt. Vor allem betrifft das jene Fälle, wo gewisse Organe wohl vom erwachsenen Tier aufgegeben sind, nicht aber von der Larve, die vom veränderten Zustand nicht berührt wird, weshalb sich bei ihr später reduzierende Organe oft lange Zeit erhalten. Dieses trifft bei vielen Parasiten zu, so bei parasitischen Ruderfüßern unter den Krebstieren und wohl auch bei parasitischen Mollusken.

Noch durch einen andern Umstand kann unser Gesetz der rückläufigen Entwicklung sehr verdeckt werden: Alle rudimentären Organe zeigen beträchtliche Schwankungen in der Größe, der Art der Entwicklung, der Zeit des Auftretens und des Grades der Reduktion. So schwankt die Bulbusform von *Talpa* und *Proteus* ganz bedeutend. Wir finden abnorm große Zellen im Epithel der *Proteusiris*, verschieden starke Entwicklung des Ciliarkörpers bei *Talpa* u. s. w. (Schulz.)

Bedeutenden Schwankungen nicht nur in der Größe, sondern auch in der Form, ist der gesamte Schultergürtel unserer Blindschleiche unterworfen, der oft völlig asymmetrische Gestalt bei ihr annimmt, während der hoch entwickelte Schultergürtel anderer Eidechsen, deren Beine nicht verkümmert sind, nur ganz geringe Variabilität zeigt.<sup>1)</sup>

Solche „Fälschungen“ sind in hohem Grade geeignet, den Forscher irre zu führen, der es an der nötigen Umsicht fehlt. Seine Methode muß, wie Schulz

richtig bemerkt, die gleiche sein, welche der Arzt benützt, den charakteristischen Verlauf einer Krankheit von sekundären Komplikationen zu trennen.

Lange nicht alle rudimentären Organe zeigen in ihrer Entwicklung ontogenetische Regression. Wir haben es häufig mit einem Stehenbleiben auf einem früheren Entwicklungsstadium zu tun. Das Organ differenziert sich nicht zu Ende. Dadurch bleibt dem betreffenden Organismus ein ganz nutzloser Prozeß erspart. Bei den meisten Reptilien soll es im embryonalen Leben nicht mehr zu einer Rückbildung an den Gliedmassen kommen, sondern höchstens zu einer Hemmung der Entwicklung. Die Augen vom Odm bleiben ebenfalls auf niedriger Entwicklungsstufe stehen. Die Linse wird zwar am Olmauge noch angelegt, um dann später wieder zu verschwinden, nachdem sie an der Umbildung der aus dem vordersten Teil der Gehirnanlage herwachsenden primären Augenblase zum sekundären Augenbecher in hervorragender Weise sich beteiligt. Die übrigen Teile des Auges dagegen erhalten sich, kommen aber in ihrer Ausbildung über diese embryonale Stufe der sekundären Augenblase nicht hinaus. Die Augenmuskeln bewahren ihren embryonalen Charakter: Die Querstreifung derselben ist schwer zu erkennen; dazwischen liegen noch glatte Muskelfasern und die fernführende Partie ist noch angeschwollen, wie bei sich differenzierenden Fasern. (Wiedersheim.)

Da die embryonale Entwicklung rudimentärer Organe in vielen Fällen noch nicht genügend erforscht ist, und die Endstadien besser bekannt sind, bleibt es oft unentschieden, ob eine ontogenetische Rückdifferenzierung im betreffenden Falle vor sich geht. Eine bloße Hemmung der Entwicklung soll in allen Fällen vorliegen, wo das Organ in der Stammesgeschichte schon längst außer Tätigkeit gesetzt ist.

Die von Erich Wassmann S. J. in die Wissenschaft eingeführten Zweiflügler aus der Familie der Termitoxeniidae, die als äußerst interessante Gäste in Termitennestern leben, dürften diese Auffassung rechtfertigen.

Bei Termitoxenia wiederholt sich noch vorübergehend in der Entwicklung ein ehemaliges Flügels stadium mit wirklicher Flügeladerung, während bei Termitomyia, die noch weiter vom Dipterentypus sich entfernt

<sup>1)</sup> Hans Krieger, Zoologischer Anzeiger, 1917, S. 217—219.

hat und sich schon durch die Art der Fortpflanzung als die ältere Form kennzeichnet,<sup>1)</sup> von einem derartigen Flügelstadium nichts mehr beobachtet werden kann. Es erscheint bei ihr ohne Rekapitulation sofort die endgültige Hakenform der Thorakalanhänge, die zu einer Reihe wichtiger biologischer Funktionen dienen, nur nicht zum Fliegen, denn dazu sind sie wegen ihrer hakenförmigen Gestalt und ihrer hornigen Struktur völlig ungeeignet.<sup>2)</sup>

Die Anlagen werden bei sich rückbildenden Organen, wie E. Mehnert nachgewiesen hat, in immer spätere Entwicklungsstufen verlegt, die „Abreviaturen“ werden immer beträchtlicher, bis endlich das Organ auf den latenten Zustand zurückgeht. Solange aber diese latente Anlage besteht, besitzt der Organismus die Fähigkeit, den unterdrückten Körperteil schnell wieder zur Entwicklung zu bringen. (Schulz).

Höchst lehrreich sind in dieser Beziehung einige neuere Versuche von Paul Kammerer, Adjunkt an der biologischen Versuchsanstalt der Akademie der Wissenschaften in Wien, welche obige Ansicht Schulz's in schönster Weise bestätigen.

Vom Olm wissen wir bereits, daß er, seiner Lebensweise gemäß, ein Dunkelauge besitzt. Unter normalen Umständen bleibt dasselbe, wie wir gesehen haben, auf dem Stadium der sekundären Augenblase stehen und die zuerst angelegte Linse verschwindet wieder, nachdem sie in der Embryogenese ihre Aufgabe erfüllt. Nun hat der genannte Wiener Gelehrte nachgewiesen, daß, wenn man ganz junge, fast neugeborene Olme andauernd dem Tageslicht aussetzt (unterbrochen durch Perioden roter, künstlicher Beleuchtung, um eine zu starke Pigmentierung der Haut zu verhindern), das Auge auf die vierfache Größe heranwächst, eine große Linse und fast alle übrigen Elemente erhält (Sclera, Cornea, Iris mit Pupille, Retina mit Stäbchen und Zapfen), während die Haut vor ihm sehr dünn wird. Das embryonale Dunkelauge ist ein wohl ausgebildetes larvales Lichtauge geworden, wel-

ches sogar regenerationsfähig ist. Alle diese Anlagen, auf welche das Olmauge seit der Besiedlung der Höhlen von Krain (die der Juraformation angehören) zurückgegangen war, die somit Jahrtausende hindurch im schlummernden (latenten) Zustand verharrten, haben sich unter besagten Umständen wieder auf so hohe Stufe erhoben.

Kammerers Experimente erstreckten sich am Olm noch auf andere körperliche Eigenarten, welche Untersuchungen in gleicher Weise die Umkehrbarkeit gewisser stammesgeschichtlicher Vorgänge bestätigen.<sup>3)</sup>

Auch die Fortpflanzung der Geburthelferfröte (*Alytes obstetricans*), die in erheblicher Weise von der der übrigen Frösche abweicht, zog dieser Forscher in den Kreis seiner Untersuchungen. Er zeigte, daß dieses auch bei St. Gallen vorkommende interessante Geschöpf bei 25°—30° C. seine gewöhnliche Brutpflege aufgibt und zu den primitiven Zeugungsgewohnheiten der übrigen Frösche zurückkehrt, wobei der Reihe nach alle verloren gegangenen körperlichen Merkmale wieder erscheinen, welche in näherer Beziehung zu dieser veränderten Fortpflanzung stehen (Typische Anpassung der ♂ zum Festhalten der ♀ im Wasser, Vermehrung der Anzahl der Kiemen &c.)<sup>4)</sup>

Solche Experimente sind von der größten Bedeutung. Sie zeigen uns, daß wir nicht an der Annahme einer starren Artenkonstanz festhalten und immer nur von „ideellen Andeutungen“, „architektonischem Zweck“ und von „ästhetischen Rücksichten der Einheit und Symmetrie“ sprechen dürfen, wenn es sich um rudimentäre Organe handelt, daß der Grund dieser Gebilde tiefer liegen muß. Anderseits ist aus demselben ebenso ersichtlich, wie verkehrt der Forscher handelt, der diese „zwecklosen“, ja selbst „zweckwidrigen“ Gebilde (?) als unnützen Ballast betrachtet, welcher den Organismus unnötig beschwert und aus diesen „dysteleologischen“ Erscheinungen Waffen schmieden will zur Bekämpfung der christlichen Weltanschauung. Das heißt denn doch die Natur nicht großzügig, sondern kleinmeisterlich, nicht wissenschaftlich, sondern philisterhaft betrachten!

<sup>1)</sup> *Termitoxenia* legt nämlich riesige, mit reichlichem Nahrungsbotter versehene Eier, aus welche nicht, wie sonst bei den Fliegen, Larven, sondern sofort die Imaginärform ausschlüpft, freilich noch in ganz dünneibigem Zustand, so daß sie eher, wie Wasmann sich ausdrückt, einem wandelnden Embryo gleich. *Termitomyia* dagegen bringt sofort lebendige Jungen zur Welt ohne vorausgegangene Eiablage.

<sup>2)</sup> Vgl. Wasmann Erich, a. a. O., 3. Aufl., S. 38—35; 53; 385—392.

<sup>3)</sup> Siehe P. Kammerer, Experimente über Fortpflanzung, Farbe, Augen und Körperreduktion bei *Proteus anguineus*, *Entw.-Mech.* 33, 1912.

<sup>4)</sup> Näheres hierüber enthält meine in der „Schweizer-Schule“ (Mittelschule) veröffentlichte Arbeit, „Freunde der Finsternis“, Jahrgang 1918.

(Can. Meyenberg.) Kann es z. B. ein zweckmäßigeres Organ geben, als so ein Okulaug, das imstande ist, sich in so hohem Grade den verschiedenen Verhältnissen anzupassen? Alle diese Einrichtungen stehen in schönstem Einklang mit den Gesetzen der Zweckmäßigkeit. In dieser rück- und vorwärtschreitenden Metamorphose der Organe erblickt der vorurteilsfreie Forscher mit dem ausgezeichneten Paläontologen Jean, Alb. Gaudry, Professor am naturhistorischen Museum zu Paris, nichts anderes, „als Erscheinungen der Evolution, durch welche der göttliche Künstler die Natur zum besten Ende leitet.“<sup>1)</sup>

## II.

Solche Prozesse, welche den Organismus auf ein mehr oder weniger embryonales Stadium zurückführen, können auch durch abnorme Einflüsse erzwungen werden. Diesfalls stehen dem Forscher verschiedene Wege offen. In Anwendung kamen die Hungermethode, ferner die Methode der Transplantation und endlich das Mittel der Regeneration.

a. Die **Hungermethode**. Schulz<sup>2)</sup> zwang Planarien (zu den Würmern gehörende Bewohner älterer Gebirgsbäche) durch Hunger zur Rückbildung ihrer Kopulationsorgane. Auch hier durchlief diese Rückdifferenzierung dieselben Stadien in umgekehrter Reihenfolge, welche die Organe bei der Entwicklung gegangen waren. — Noch deutlicher waren seine Resultate an Hydra (Süßwasserpolypen), welche die Tentakeln rückbildete, die Mundöffnung schloß und zu ihrem Larvenstadium der Planula zurückkehrte.

Die von Schulz beobachtete Verkleinerung der Planarien und Hydren während des Hungers, bei der die Tiere zuletzt nur  $\frac{1}{10}$  ihrer anfänglichen Körpergröße messen, ging in der Weise vor sich, daß einige Zellen in den embryonalen Zustand übergingen, andere zerstört wurden oder degenerierten oder auch unverändert blieben. Die Verkleinerung des Körpers geschah demnach auf Kosten der Zahl der Zellen, nicht auf Kosten der Größe derselben.

Welches sind nun die Gesetze, die die einen Zellen dem Untergang zuführen, während sie den andern die Möglichkeit geben, auf Kosten dieser zu leben?

Auf diese Frage gibt es eine fertige Antwort: Rouxs Theorie vom „Kampf der Teile im Organismus“ um Nahrung, funktionelle Reize und den nötigen Raum, wobei stets fort die best qualifizierten Elemente (Zellen, Gewebe, Organe) als Sieger hervorgehen sollen.

Dieser wundersichen Hypothese kann indessen auch Schulz nicht zustimmen.<sup>3)</sup> Von einem Kampf der Teile mit Überleben des best Qualifizierten weiß er auch nichts zu berichten. Gestützt auf seine Versuche mit Planaria und Hydra konstatiert er, daß bei der Reduktion infolge von Hunger weder die anspruchlosesten Zellen zurückbleiben, noch die am reichsten mit Reservesubstanz ausgerüsteten Organe und Gewebe. Gerade die letztern, wie die Leber, das Fettgewebe werden zuerst angegriffen. Ebenso wenig wäre nach ihm die Annahme gerechtfertigt, daß hiebei die gesündesten Organe am längsten erhalten bleiben, denn die Reihenfolge im Zerfall der Teile ist für jede Art festgesetzt. Im Allgemeinen bleibt, nach seinen Beobachtungen, das Embryonalste auf Kosten des Differenziertesten bestehen. Vor allem sind es die Geschlechtszellen, welche eine merkwürdige Ausdauer zeigen. Oft bleiben dieselben bei vollständiger Rückbildung des Mutterorganismus nicht nur erhalten, sondern werden dabei sogar noch in ihrer Entwicklung gefördert. Schon der Naturphilosoph Oken sah in diesem Vorgang „eine Flucht aus der einstürzenden Hütte“. Keller konnte durch Hunger eine noch unentwickelte Reblaus in ein geschlechtsreifes geflügeltes Individuum umwandeln. Umgekehrt bemerkte Kammerer, daß stark ernährte Salamanderlarven in der Entwicklung der Reifung ihrer Fortpflanzungszellen zurückstehen. Denken wir diesfalls auch an den normalen monatlangen Hunger des Lachses während der Reifung seiner Geschlechtszellen, die auf Kosten der Muskeln geschieht. Im Falle von mangelnder äußerer Ernährung erweisen sich die Geschlechtszellen

<sup>1)</sup> Alb. Gaudry, Die Vorfahren der Säugetiere in Europa, ins Deutsche übersetzt von William Marshall, Leipzig 1891, S. 51.

<sup>2)</sup> Seine in diesem Abschnitt mitgeteilten Experimente und die daraus sich ergebenden Resultate sind entnommen aus der einleitend schon genannten Schrift „Über Umkehrbare Entwicklungsprozesse“.

<sup>3)</sup> Ost. Hertwig sagt von diesem „Kampfe“, Allgemeine Biologie, 2. Auflage, S. 60, Anm.: Man erfährt hierdurch von dem, was sich im Organismus abspielt, nicht mehr, als der Chemiker von dem Zustandekommen einer chemischen Verbindung erfahren würde, wenn er sich mit der Formel eines „Kampfes der Moleküle im Reagenzglas“ als einem chemischen Erklärungsprinzip zufrieden geben wollte.

als echte Parasiten, welche den Körper aufzehren.

Eine ganz besondere Stellung bei der Reduktion nimmt das Nervensystem ein. Trotz seiner hohen Differenzierung ist dieses Gewebe eines der standhaftesten. So kann das Gesetz von der Resistenz des Embryonalsten im Interesse der organischen Zweitmöglichkeit und der Selbsterhaltung abgelenkt werden. Dieses auf innern Bildungsgezeiten beruhende Vermögen der Selbsterhaltung ist ja gerade das charakteristische Unterscheidungsmerkmal des lebenden Organismus von einer Maschine.

b. Die Transplantation. (Überpflanzung.) Schon die alten Indier machten, nach den Überlieferungen, den Versuch, tierische Gewebe vom natürlichen Bildungsherd abzutrennen, um sie auf einen andern Körper zu übertragen. In neuerer Zeit nehmen besonders die bei schweren Hautdefekten angewendeten Neverdinschen Hauttransplantationen das allgemeine Interesse in Anspruch. Hierbei werden gesunde Hautstückchen vom gleichen oder einem fremden Individuum derselben Art auf die frakte Stelle überpflanzt, woselbst sie anwachsen und von ihren Rändern aus neue Haut vorschieben. Ollier und A. Schmitt experimentierten mit lebender Knorpelhaut und Knorpelstückchen und erreichten ihre Einheilung, sowie das weitere Wachstum, wenn es sich um die Übertragung aus Individuen derselben Art handelt.<sup>1)</sup> — Um einen Einblick in die Funktion der Schilddrüse zu gewinnen, kombinierte Eijelsberg die operative Entfernung derselben mit einer Transplantation dieses Organs in die Bauchwand. — Ribbert übertrug die Brustdrüse eines Meerschweinchens in die Ohrrregion. Sie wuchs an und als das Tier Junge warf, entwickelte sich dieselbe bis zur Milchabsondierung. — Großes Aufsehen erregten an der 1913 in Wien tagenden Naturforscherversammlung die durch Übertragung der entgegengesetzten Geschlechtsdrüse von Steinach zustande gebrachten maskulierten Weibchen und feminisierten ursprünglichen Männchen, deren sekundären Geschlechtscharaktere völlig in die entgegengesetzten umgewandelt wurden.<sup>2)</sup>

Oft degeneriert der transplantierte Teil

und wird ohne Rest aufgesogen. Es kann auch, imfalle nicht nahe systematische Verwandtschaft vorliegt, heftige Eiterung eintreten und der verpflanzte Teil abgestoßen werden, wobei nicht selten der Tod des Versuchstieres durch Vergiftung erfolgt. Am meisten Aussicht auf Gelingen hat das Experiment, wenn embryonale Teile transplantiert werden. Fischer überpflanzte einen Fuß von einem Hühnerembryo auf den Kamm eines Hahnes. Derselbe wuchs weiter, degenerierte aber später doch. (Schulz.) Bessere Erfolge hatte Braus mit der knospenförmigen Anlage des Schultergürtels eines Unkenembryos, die er in die vordere Kopfregion einer andern Unkenlarve einpflanzte. Dieselbe entwickelte sich am ganz neuen Ort zu einem fehlerfreien Schultergürtel.<sup>3)</sup>

Braus blieb dabei nicht stehen. Er siedelte nicht nur den Schultergürtel, sondern die ganze vordere Gliedmassenknoxe der Unke auf dem Kopf artgleicher Embryonen an mit dem Erfolg, daß aus dem Körper des Trägertieres heraus zwei Nerven, der Facialis (Gesichtsnerv) und der Trigeminus (dreigeteilter Nerv), die normalerweise ganz andere Körperpartien versorgen, mit gewissen Nesten in die eingehüllte Borderbeinanslage wuchsen und sich in ihr verzweigten, aber nicht so, wie es für Facialis- und Trigeminus-Nerven bezeichnend ist, sondern die eingewanderten Nerven nahmen den typischen Verlauf echter Borderarmnerven an. Eine Erscheinung, die, nebenbei gesagt, jeder rein mechanischen Erklärung spottet!

Nun ist es allerdings richtig, daß bei manchen von uns angeführten Experimenten die histologischen Prozesse nicht klar gelegt sind; daß aber im letztern Falle kein Zweifel am Vorkommen einer rückgängigen Entwicklung aufkommen kann, liegt klar zutage. Wie wäre es sonst denkbar, daß das so hoch differenzierte Zellgewebe der genannten Kopfnerven ohne eine vorausgehende totale Umdifferenzierung plötzlich die Richtung verändern und ganz andere Bahnen einschlagen könnte.

Den deutlichsten Hinweis auf einen umgekehrten morphologischen Prozeß finden wir bei Ribbert.<sup>4)</sup> Derselbe beobachtete

<sup>1)</sup> Ost. Hertwig, Allgemeine Biologie, 1906, S. 388

<sup>2)</sup> Näheres hierüber enthält das Novemberheft der Zeitschr. „Natur und Kultur“, 1919/20, S. 81f.

<sup>3)</sup> Siehe Braus H., Prüfung der Tiere, Verhandl. des Naturhist. mediz. Vereins Heidelberg.

<sup>4)</sup> Ribbert H., Über Veränderungen transplanterter Gewebe, Archiv für Entwicklungs-Mechanik.

Schritt für Schritt, wie bei der Transplantation verschiedener Gewebe die Zellen auf ein früheres Stadium zurückkehren, mitunter selbst embryonal werden, ehe sie wieder zu Neubildungen fähig sind. So verlieren die Zellen des Epithels (Hautauskleidung) der gewundenen Harnkanälchen ihren Stäbchenraum, bekommen ein helles, strukturloses Protoplasma und nehmen kubische Form

an. Das Epithel der Fettdrüsen nimmt den Charakter des gewöhnlichen flachen Bindegewebes an. Die Muskelzellen verlieren ihre klar hervortretende Querstreifung und ihre Kerne fangen an, sich zu teilen. Auf diesem Stadium angelangt, können alle diese Zellen wieder zu Neubildungen verwendet werden.

(Schluß folgt.)

## Die Pflanzengalle und ihre Zweckmäßigkeit.

Von Dr. H. P. Baum.

(Schluß.)

Mir scheint gerade das Gegenteil gefolgert werden zu müssen. Gerade dann läßt sich dieses gegenseitige Verhalten, dieses Korrespondieren des „Wildes“ und der Verfolger verstehen, wenn eine einheitliche „Weltvernunft“ die Welt in Harmonie erhalten wollte, denn sonst wäre es der reinste Zufall, daß sich, wie die Erfahrung zeigt, im allgemeinen das Gleichgewicht erhält und so überhaupt noch Wild und Verfolger da sind. Es wäre reiner Zufall, daß sich bei den Verfolgten paralyzierende Bildungen gegenüber den Verfolgern finden, bei deren Fehlen aber die ersten bald ausgerottet sein würden, womit dann allerdings auch das Schicksal der letzteren besiegt wäre. Die immer wieder behauptete Dysteleologie tritt so gut wie immer erst da ein, wo der Mensch in seiner Klugheit als „Weltverbesserer“ auftritt. Nicht besser steht es mit der „gewaltigen Disharmonie“, worauf Darwins Lehre die Aufmerksamkeit hingelenkt haben soll, noch auch mit den dysteleologischen Einrichtungen, die Haekel u. a. dem Theismus entgegenhalten. Wollten all diese einsehen lernen, daß Gott trotz seiner Allmacht, Allgüte, Allwissenheit und unendlicher Weisheit mit freiem Willen aus den unendlich vielen möglichen, ihrer Natur nach aber alle endlichen und beschränkten Welten, die unsere, selbstverständlich also auch beschränkte und drum mangelhafte erschuf, und daß eine unendliche oder vollkommene Welt ein Unding, ein Unsinn ist, den Gott nicht schaffen, von dem nur der Mensch phantasieren kann, da er als „homo sapiens“ der Einzige auf der Welt ist, der Dummheiten und Unsinn „machen“ kann! —

Und wie merkwürdig! Wie pocht man auf die „strenge Gesetzmäßigkeit“, wenn's gegen das Wunder geht. Läßt aber der

Schöpfer und Gelegeber der Natur diesen Gesetzen ihren Lauf, und es entsteht eine „Heteromorphose“, eine Missbildung, so schreit man von Dysteleologie, wie z. B. wenn eine verletzte Planarie einen zweiten Kopf bildet, man wundert sich und kann's nicht fassen, wie der allmächtige und weise Gott so etwas machen kann, wo man doch zugeben muß, daß die sog. „Missgeburt“ unter den obwaltenden, vielfach durch den „Herrn der Schöpfung“ verursachten Bedingungen, eine durchaus gesetzmäßige Bildung ist. Wer hat denn aber behauptet, die Zweckmäßigkeit der Natur bestehে darin, daß der Schöpfer alle Eingriffe in den Naturlauf, vielleicht gar alle Dummheiten der Gelehrten wieder ausgleichen müsse! Dann wäre wohl der Einwand berechtigt, das Wunder mache die Wissenschaft unmöglich. —

Hat der Schöpfer gewissen Zellen die Potenz der Regeneration gegeben, so daß sie also befähigt sind, ein fast total vernichtetes Glied zu ersezten, so ist dies ohne Zweifel eine höchst weise Einrichtung für das verletzte Tier, — der Verfasser gibt ja selbst zu, daß bei der Missbildung „an sich etwas Vernünftiges“ herborgebracht werde, aber eben nur „dummer Weise an unrichtiger Stelle“ — bietet es da wirklich eine philosophische Schwierigkeit gegen den Theismus, wenn diese Potenz sich auch einmal betätigt, wo es der Umstände wegen „dumm“ ist? Verrät es nicht vielmehr eine merkwürdige Geistesinstellung, aus solchen Fällen den Schöpfer und Erhalter leugnen zu wollen, weil er nicht immer direkt in den Naturlauf eingreift, während man auf der andern Seite einen solchen Eingriff einfach für absolut unmöglich erklärt?!

Aber selbst zugegeben, manche „Dyste-

leologien" machten Schwierigkeiten, so sind diese doch nicht derart, daß sie an einer so klar zu beweisenden Wahrheit, wie das Dasein des Schöpfer — und Erhalter — Gottes ist, irgendwie Zweifel erregen könnten, ja es wäre geradezu eine törichte Annahme und Einbildung, wenn wir uns in den Kopf setzen wollten, alles erklären und verstehen zu können oder dann alles uns Nichtpassende zu leugnen.

Nicht besser scheint mir der Verfasser zu verfahren, der, um solchen Schwierigkeiten aus dem Wege zu gehen, den supra-individuellen intelligenten Weltgrund „mit seinen Verzweigungen in die lebenden Einzelwesen hineinragen“ lassen will, so „daß etwa ein kleiner Sprößling (!) von ihm, der aus dem Seelischen in den Eltern entsproßt und sich ablöst, bei der Entstehung eines organisierten Gebildes zu diesem in engere

Beziehung tritt, um es zweckmäßig leitend zu beeinflussen“... „Aus dieser Beschränktheit“, meint der Verfasser, „des im Einzelwesen wirkamen Seelischen würde sich die Unvollkommenheit der organischen Zweckmäßigkeit erklären“... Weil in verschiedenen Lebewesen verschiedene beschränkte Teile des über individuellen Seelenwesens<sup>1)</sup> wirksam sind, können deren zweckmäßige Leistungen in härtestem Widerspruch stehen“. Da hätten wir also gegen den Theismus den psychologisch gefärbten Pantheismus! Der Pantheismus ist aber nicht nur ein „höflicher Atheismus“, sondern auch rein philosophisch betrachtet ein Unding, die Absage an jedes vernünftige Denken, was von der Richterklärbarkeit einer Missbildung sicher nicht behauptet werden kann.

## Literatur.

**Bardeleben, A. v., Mechanik des menschlichen Körpers.** 423. Bändchen der Sammlung „Aus Natur und Geisteswelt“. Zweite Auflage. Mit 26 Abbildungen. IV und 102 S. — Teubner, Leipzig, 1918. Preis kart. Mk. 1.60.

Nach einer allgemeinen Einleitung über den Schwerpunkt und seine Unterstützung wird die Statik des ganzen Körpers: Liegen, Stehen, Knien, Hocken, Sitzen behandelt; dann folgt die Kinetik: die verschiedenen Arten des Gehens, das Klettern, Turnen, Ski- und Schlittschuhlaufen, Schwimmen, Radfahren, Rudern, Reiten. Den Abschluß macht die Mechanik einzelner Körperteile: Wirbelsäule, Kopf, obere Gliedmaßen (Arm, Hand, Finger) Brustkorb, Herz. — Das Büchlein, welches nicht nur für Studierende der Medizin, sondern für weitere Kreise verfaßt ist, bietet eine gute Einführung in das behandelte Gebiet, welches in der Schule viel zu wenig Berücksichtigung findet und ist so eine brauchbare Ergänzung zu der gewöhnlichen somatologischen Schulliteratur. Auch der Physik- und Mathematiklehrer kann darin manche wertvolle Anregung finden.

Dr. Schips, Zürich.

**Lehrbuch der Arithmetik und Algebra für Mittelschulen von Dr. F. Büzberger, Professor an der Kantonschule**

Zürich. I. und II. Teil. Zweite Auflage. — Zürich 1920. Druck und Verlag: Art Institut Orell Füssli.

Der 1. Teil behandelt die Rechnungsarten erster, zweiter und dritter Stufe, die Gleichungen ersten und zweiten Grades, die arithmetischen und geometrischen Reihen und die Zinseszins- und Rentenrechnung.

Der 2. Teil umfaßt die Kombinationslehre, den binomischen Lehrsatz, die Wahrscheinlichkeitsrechnung, die Lebensversicherung, komplexe Zahlen und kubische Gleichungen, die Funktionentheorie, algebraische und unbestimmte Gleichungen, unendliche Reihen und Kettenbrüche. — Dieser große Stoff wird auf nur 407 Seiten von sehr deutlichem, großen Druck mit einer Gründlichkeit behandelt, daß das Werk nicht nur für Schulen, sondern ganz besonders auch zum Selbststudium vorzüglich geeignet ist. Besonders wird die Funktionentheorie mit den wohlangebrachten Figuren jedem, der sich mit diesem Gebiete beschäftigen will, die gewünschte sichere Grundlage bieten, auf der dann mit Hilfe von Vorlesungen oder an Hand von Spezialliteratur mit Erfolg weiter aufgebaut werden kann. Für die historischen Anmerkungen und Literaturangaben ist wohl jeder Studierende sehr dankbar.

D.

<sup>1)</sup> Die Sperrung röhrt von mir her.

# Mittelschule

Beilage zur „Schweizer-Schule“

Mathematisch-  
naturwissenschaftliche Ausgabe

Schriftleitung:  
Dr. A. Theiler, Luzern

**Inhalt:** Ueber Umkehrbarkeit von Lebensprozessen im Tierreich. — *Erica carnea* — eine Bienen- oder Falterblume? — Das botanische Museum in Genf. — Die Folgen der Unterernährung in den Kriegsjahren. — Literatur.

## Ueber Umkehrbarkeit von Lebensprozessen im Tierreich.

Von Joseph Diebolder, Goldach.  
(Schluß.)

c. Die **Regeneration**. Mit diesem Wort wird das Vermögen bezeichnet, in Verlust geratene Körperteile wieder zu ersetzen. Wie bei den meisten niedern Pflanzen, ist es in hohem Grade bei den niedern Tieren entwickelt.

Ein durch Trembleys bekanntes klassisches Beispiel ist *Hydra viridis*, die ja auch, wie wir wissen, durch die Hungermethode zu Rückbildungen gezwungen werden kann. Je nachdem bei einem Individuum vom schlauchförmigen Körper das vordere oder das hintere Ende durch einen Schnitt abgetrennt ist, bildet sich in wenigen Tagen wieder ein vollständig normaler Kopf oder Fuß an der entsprechenden Schnittfläche aus. Werden beide Enden zugleich weggeschnitten, so erzeugt das ringförmige Mittelstück Kopf und Fuß wieder neu. Bei einer Halbsierung der *Hydra* ihrer Länge nach vervollständigt sich jede Hälfte wieder zum ganzen Tier.<sup>1)</sup>

Ein interessantes Versuchstier der Biologen ist auch der Regenwurm. Bei quer durchschnittenen Würmern bildet sich am Hinterstück ein neues Kopfende. Das Vorderende repariert nur, wenn es wenigstens ein Dutzend Segmente umfasst. Am meisten beeilt sich der verstümmelte Organismus mit der Neubildung des Gehirns, das beim Regenwurm durch den obren Schlundnervenknoten dargestellt wird und nach Verletzungen, wie S. v. Wagner sagt, „mit zielbewußter Raschheit“ ersetzt wird. Die Herstellung eines Herbenmittelpunktes scheint

die erste und dringendste Aufgabe der Reparation zu sein.

Mit steigender Höhe der Organisation nimmt im allgemeinen das Regenerationsvermögen ab; doch gibt es selbst unter den Wirbeltieren noch einzelne Abteilungen, in welchen wir sehen, daß junge Tiere, wie Triton- oder Salamanderlarven, in Verlust geratene vordere oder hintere Extremitäten, den Schwanz, das Auge u. s. w. nach einiger Zeit wieder ersetzen. Bei den höchststehenden Organismen ist das Regenerationsvermögen auf die Heilung von Wunden beschränkt.

In allen Fällen entsteht auf der Wundfläche ein kleiner Höcker indifferenter Zellen als Anlage des neuen zu erzeugenden Teils. Ein solcher entwickelt sich, wenn das Köpfchen eines Hydroidpolypen oder der Augenfühler einer Schnecke, wenn die vordere oder die hintere Extremität oder der Schwanz einer Tritonlarve, wenn die Schere eines Krebses durch einen Messerschnitt entfernt worden ist. Diese Knospe besteht aus einer plastischen Substanz, aus welcher die kompliziertesten Strukturen des zu regenerierenden Körperteils hervorgehen. Sie gleicht in ihrem Vermögen am meisten der Substanz der Eizelle, da aber die Knospe sich nicht, wie diese, vom Mutterorganismus löst, sondern in engster Beziehung zum Ganzen bleibt, wird sie nicht bloß durch die in ihr selbst gelegenen Kräfte, sondern außerdem durch ihre Beziehungen zum Ganzen in der Gestaltung bestimmt. Alle

<sup>1)</sup> O. Hertwig, Allgemeine Biologie, 2. Auflage, 1906, S. 541.

diese Kräfte sind nach dem einheitlichen Ziele gerichtet, die Integrität und die Lebensfähigkeit des beschädigten Individuums wieder herzustellen. —

Muß bei dieser Sachlage der denkende Forscher nicht notwendig zur Anerkennung eines die Richtung dieser Kräfte bestimmenden Formalprinzips geführt werden, das das harmonische Zusammenwirken der mechanischen Ursachen im Wiederherstellungsprozeß ermöglicht?

Bisher haben wir es nur mit echten Regenerationen zu tun gehabt, d. h. mit der Bildung des Wiederherzustellenden durch Sprossung von einer Wundfläche (Schnittfläche) aus. Im Folgenden handelt es sich um Wiederherstellungsregulationen, welche nicht echte Regulationen sind, sondern durch „Umlagerung“ und vornehmlich durch „Umdifferenzierung“ erfolgen, also durch Änderung der histologischen Natur schon vorhandener Teile, oft verbunden mit einer vorausgehenden Rückbildung ihrer Charaktere.

Wenige besonders lehrreiche Beispiele mögen genügen, um diesen biologischen Prozeß anschaulich zu machen.

Einer ganz besondern Berühmtheit haben sich die Versuche zu erfreuen gehabt, die über die Restitution des Molchauge von G. Wolff und andern Forschern angestellt wurden.<sup>1)</sup>

Der verdienstvolle Basler Professor beschäftigte sich mit dem Zweckmäßigkeitssproblem, mit der Untersuchung der Frage, ob zum Verständnis der organischen Vorgänge die Prinzipien der Mechanik ausreichen, oder ob es einen teleologisch zu beurteilenden Faktor, eine primäre Zweckmäßigkeit gebe. Um zu zeigen, daß wir Fälle primärer, d. h. erstmals auftretender Zweckmäßigkeit, die nicht durch Vererbung fixiert ist, heute noch beobachten können, entfernte er sorgfältig aus dem Auge der Tritonenlarve die Linse und sah zu, wie dieses durch sein hohes Regenerationsvermögen ausgezeichnete Tier darauf reagiere. Man konnte bei der Wiederherstellung derselben, gestützt auf die Abstammung, der Linse bei der normalen Entwicklung zunächst an eine Regeneration aus dem Hornhautepithel denken; bedachte man jedoch, daß in diesem Fall die neue Linse die ganze mesodermale Schicht der Hornhaut, die

vordere Augenkammer und die enge Pupillaröffnung zu durchwandern hätte, um an die richtige Stelle zu gelangen, mußte man sich von der Unmöglichkeit dieses Entstehungsmodus bald überzeugen. Der Organismus mußte völlig neue Wege finden, um dieses Gebilde wieder herzustellen. Die Linse konnte bei der Regeneration nur im Innern des Augenbechers entstehen, aus einem Material, das bei den Wirbeltieren niemals in irgend welcher Beziehung zur Linsenanlage stand. Sie wählte hierfür den allereinfachsten Weg, indem sie sich aus dem Epithel des Irisrandes entwickelte, das in histologischer Beziehung dem Epithel der Hornhaut am nächsten steht. Wenn man aber an die dichte Pigmentanhäufung dieses Gewebes denkt, mag man sich darüber verwundern, wie Zellen, die den Beruf haben und schon ausüben, möglichst und durchsichtig zu sein, auf einmal, wenn die Zweckmäßigkeit es erfordert, den Beruf ändern und möglichst durchsichtig werden könnten. Die Wegschaffung von Pigment ist aber für den Organismus bekanntlich eine Kleinigkeit. Dasselbe wird bei der Regeneration der Linse von massenhaft herbeieilenden weißen Blutkörperchen (Leukozyten) fortgetragen. Das Epithel fängt nunmehr am Pupillarande an zu wuchern, indem die Zellkerne dieses Gewebes auf Kosten des Protoplasmas sich vergrößern, d. h. einen embryonalen Charakter annehmen. Aus diesen Wucherungen entsteht am oberen Rande der Iris ein Linsensäcklein und daraus bildet sich die vollständig normale Tritonenlinse.

Hier offenbart sich die nicht vererbte, primäre Zweckmäßigkeit mit einer Klarheit, welcher kein Zurechnungsfähiger sich verschließen kann. Seither sind noch verschiedene andere Beispiele primärer Zweckmäßigkeit aufgefunden worden. Aber auch die durch Vererbung fixierten Zweckmäßigkeiten sind ursprünglich auf primäre Zweckmäßigkeit zurückzuführen. Die organische Zweckmäßigkeit kann also nicht, wie Darwin will, allmählich auf dem Wege der natürlichen Zuchtwahl oder auf anderm mechanischem Wege entstanden sein, sondern das Vermögen der Organismen, sich zweckmäßig an die Verhältnisse der Außenwelt anzupassen, ist eine Grundeigenschaft des Lebens.

Betrachten wir noch ein weiteres und

<sup>1)</sup> G. Wolff, *Entwicklungsphysiologische Studien I* (1895). Die Regeneration der Urodelenlinse. Vgl. auch seine Schriften: „Mechanismus und Vitalismus“, S. 40 f., 1905 und „Beiträge zur Kritik der Darwin'schen Lehre“, S. 67 f., 1898.

leßtes außerordentlich lehrreiches Beispiel einer solchen Restitution, mit dem uns Hans Driesch, Dozent an der Universität in Heidelberg, bekannt gemacht.

Dieser ausgezeichnete Entwicklungsphysiologe stellte mit einer Ascidie (*Clavelina lepadiformis*) eine Reihe von Zerschneidungsversuchen an.

Der Körper dieses ziemlich hoch organisierten Tieres von 2—3 cm. Länge zerfällt in drei Hauptteile. Den obersten bildet die außerordentlich große, korbartige Rieeme mit einer Ein- und Ausströmungsöffnung für das Nahrungs- und Atmungswasser, dann folgt ein dünner Mittelteil und ein dritter Teil, der Gingeweidesack, welcher Darm, Herz und Fortpflanzungsorgane enthält (Zwittertiere); nach unten schließt sich der sogenannte Stolo an, ein Hohlrohr, das kleine Seitenstolonen treibt, an denen durch Knospung, also ungeschlechtlich, neue kleine Ascidien entstehen.

Zerschneidet man den Körper einer *Clavelina* in der Höhe des Verbindungsteiles, so kann sich jeder dieser Teile, nämlich Rieemenkorb und Gingeweidesack, in 3—4 Tagen durch echte, von der Wundfläche aus geschehende Regeneration zu einer ganzen Ascidie vervollständigen. Das tun aber nicht alle: Etwa die Hälfte derselben, namentlich solche, die von kleinern Individuen abstammen, kommen auf ganz anderm Wege zur Bildung des Ganzen. Zunächst bildet bei diesen der Rieemenkorb seine sämtlichen Organe zurück; bald hat er keine Rieemlöcher und keine großen Deffnungen mehr. Nach 5—6 Tagen ist gar keine Organisation mehr an dem Gebilde zu erkennen. Der Rieemenkorb hat alsdann die Form einer weißen Kugel. In dieser Reduktion verharrt er bis zu drei Wochen, dann aber beginnt er sich zu strecken und aufzuhellen. Nach 2—3 weiteren Tagen ist wieder eine ganze Ascidie mit Rieemenkorb und Gingeweidesack da. Es ist das ein durchaus neuer Organismus, der mit dem alten nur das Organisationsmaterial gemeinsam hat. Es ist gleichsam die alte Organisation des isolierten Rieemenkorbs zu einem indifferenten Gebilde eingeschmolzen worden und aus diesem ist, wie in der embryonalen Entwicklung, ein ganz kleiner Organismus mit viel weniger

Deffnungen neu erstanden. Merkwürdig ist noch die Tatsache, daß auch der isolierte Rieemenkorb, nach beliebiger Richtung durchschnitten, wieder zu einer ganz kleinen Ascidie auffrischt.<sup>1)</sup>

Die Bedeutung des soeben geschilderten, außerst merkwürdigen Vorganges tritt in diesem Falle mit besonderer Klarheit zutage. Die Rückkehr zum embryonalen Zustand, die Einfärbung und Auffrischung des Materials, die Umdifferenzierung der Organisation, kurz die Umkehr des Lebensprozesses ist als notwendig vorausgehendes Mittel der Verjüngung zu betrachten, um den von abnormalen Einflüssen betroffenen Organismus zur Uebernahme neuer, den veränderten Verhältnissen entsprechenden Aufgaben zu befähigen.

Es wäre ein ganz verfehltes Bestreben, wollten wir uns diese inneren, offenbar zielsstrebigen Vorgänge nach den Prinzipien der Mechanik zurechtlegen. Hans Driesch führte an der Hand solcher Experimente im Gegenteil den Nachweis, daß „die Maschinentheorie des Lebens“, welche den Organismus als eine äußerst komplizierte Maschine auffaßt, deren Räderwerk durch rein mechanische Ursachen getrieben wird, unhaltbar ist. Ist es nicht eine ungeheure Vorstellung, eine Maschine zu konstruieren, die, in Stücke zerschlagen, zu einem unscheinbaren Trümmerhaufen zerfällt, der nach einigen Wochen sich von selber wieder zu einer ganz kleinen, nach dem alten Plan konstruierten Maschine aufbaut? Das wäre ja die reinsten Hererei! Darum besitzt der Forscher einen wahren Hexenglauben, der in dem zur indifferenten Kugel zurückgebildeten Rieemenkorb der *Clavelina* das Ebenbild einer kompliziert gebauten Maschine erblickt. Driesch fordert nicht umsonst ein teleologisches Formalprinzip, vergleichbar mit den Entelechien von Aristoteles, als unerlässliche Direktive für die organischen Entwicklungsprozesse. Aber dieser Baumeister im Innern des Organismus ist selbst kein intelligentes Wesen. Er wirkt in demselben zielsstrebig vermöge der Gesetze, welche eine höhere, außerordentliche Intelligenz in die lebende Materie gelegt hat.

<sup>1)</sup> Vgl. Erich Wassmann, „Die moderne Biologie“, 3. Auflage, S. 249 f. und Dr. Hans Driesch, „Der Vitalismus als Geschichte und Lehre“, Leipzig 1905, S. 196 f.

# Erica carnea — eine Bienen- oder Falterblume?

Von Alb. Heß, Bern.

In seinem schönen Werk über das Pflanzenleben der Alpen<sup>1)</sup> schreibt Prof. Dr. C. Schroeter in betreff die Schneehide, *Erica carnea*, daß sie nach Müller absolute Falterblume, nach Kerner im ersten Stadium protogynie Bienenblume, im zweiten Windbestäuberin sei. Nach weiteren Ausführungen heißt es: „Ich habe absichtlich diese Differenzen in den Beobachtungen ausgezeichneter Forscher über eine so verbreitete Pflanze ausführlich dargestellt, um zu zeigen, wie vieles noch aufzuklären ist. Existieren vielleicht zwei biologische Rassen bei *Erica*, oder ist die Sache nach Lokalitäten verchieden, oder liegen Beobachtungsfehler vor? Eine lohnende Aufgabe für Frühlingswanderer in den Alpen!“

Eine Fußbemerkung sagt dann noch folgendes:

„Es sind übrigens nicht die einzigen (Differenzen). Aug. Schulz fand die Blüten homogam, und die Antheren in ihrem letzten hervorragenden Stadium bereits des Pollen beraubt, so daß die Kerner'sche Windbestäubung ausgeschlossen war; außer Faltern beobachtete er auch Hummeln als Besucher, oft auch als Honigdiebe durch Anbeißen der Blüte!“

Demnach ist es von Interesse, die verschiedenen Ansichten über die Blüten einer derart bekannten Pflanze, wie *Erica carnea* bei uns ist, näher kennen zu lernen.

Müller, dessen Werke immer noch als Quelle benutzt werden können, berichtet darüber:<sup>2)</sup>

„*Erica carnea* trifft schon im Sommer ihre Vorbereitungen zum Aufblühen für das nächste Frühjahr so weit, daß alle Blütenteile bereits fast fertig ausgebildet sind, so daß mit dem Wegtauen des Schnees auch das Aufblühen erfolgt. Im untern Teile des Albulatales bis etwa 1000 Meter Meereshöhe aufwärts fand ich schon am 1. Juni 1879 (obgleich im März und April noch sehr viel Schnee gefallen war und es noch im Mai fast täglich geschneit hatte) fast sämtliche Stöcke der *Erica carnea* bereits vollständig verblüht, nur vereinzelte, der Sonne am meisten entzogene, noch in Blüte; während von etwa 1000 bis 1300

Meter über dem Meere, fast alle Stöcke in voller Blüte standen. Die Blütenfarbe ist zwar bisweilen, wie der Speciesnamen andeutet, fleischfarben, in der Regel jedoch lebhaft nelkenrot bis carminrot. Noch weit intensiver als Kelch- und Blumenblätter sind die Blütenstiele gefärbt, während der aus der Blütenöffnung lang hervorragende Griffel ungefähr gleiche Farbe mit den Blütenhüllen besitzt. Mit Ausnahme der Staubgefäß, deren schwarzbraune Staubbeutel scharf abstechend aus der engen Blütenöffnung hervorstehen, tragen hier sämtliche Blütenteile zur Bemerkbarmachung der Blumen bei; und da die Stöcke, in der Regel große Strecken bedeckend, ganz mit gedrängten blumenreichen Blütenständen bedeckt sind, so machen sie sich in der Tat auf den mit Kalktrümmern bedeckten und mit Nadelholz spärlich bewachsenen Abhängen, die sie zu bekleiden lieben, schon von weitem in hohem Grade bemerkbar.

Die Bestäubungseinrichtung ist erheblich einfacher als bei *Erica tetralix*, *Calluna* und *Arctostaphylos*. Die abwärts geneigte, am Grunde weite Corolla verengt sich gegen die Öffnung hin so, daß die aus ihrer Öffnung hervorragenden 8 Antheren von ihr dicht um den Griffel herum zusammengehalten werden, während sie, von ihrer Umschließung befreit, sofort auseinander treten. Eine Biene vermag also nicht, ihren Rüssel in den Eingang zu führen und bis zum honighaltigen Blütengrunde vorzudringen, ohne den Kreis der Staubbeutel auseinander zu drängen und sich aus einigen derselben mit glatten, pulverigen Vierlingspollenkörnern zu bestreuen, die dann beim Besuch weiterer Blüten zum Teil an der am weitesten hervorragenden und daher zuerst berührt werdenden Narbe haften bleiben. Besondere Anhänge, die angestoßen werden müßten, um durch sie auch die Staubbeutel zu erschüttern und Pollen auszustreuen (wie bei den im Innern einer bauchig erweiterten Corolla eingeschlossenen Staubgefäß von *Erica tetralix*, *Arctostaphylos* etc.) sind hier überflüssig und nicht vorhanden, weil eben die Staubbeutel unvermeidlich selbst abge-

<sup>1)</sup> C. Schroeter, Das Pflanzenleben der Alpen (Zürich 1908), S. 136—145.

<sup>2)</sup> Hermann Müller, Alpenblumen, ihre Befruchtung durch Insekten und ihre Anpassung an dieselben (Leipzig 1881), S. 382—385.

stoßen werden. Die Griffelspitze ist nicht knopfförmig erweitert, sondern erscheint gerade abgeschnitten. Die Abstufungsfäche allein ist klebrig feucht und fungiert als Narbe. Dadurch ist spontane Selbstbestäubung ausgeschlossen, während sie bei einer knopfförmig erweiterten Narbe, wie sie *Erica tetralix* darbietet, ermöglicht sein würde."

Dies hatte der Verfasser nach der Untersuchung der Blüte niedergeschrieben. Am 2. Juni 1879 hat dann Müller von 9 Uhr vormittags bis 4 Uhr nachmittags im Tuoratal geweilt und hoffte Bienen und Kreuzungsvermittler auf *Erica carnea* in Tätigkeit anzutreffen. Trotz allem Suchen fand er aber keine einzige Biene oder Hummel (obwohl solche im Gebiet vorhanden waren), wohl aber zahlreiche Distelfalter, *Vanessa cardui*, die sich auf den Blüten aufhielten. Er beschreibt die Art und Weise, wie der Distelfalter auf den Blüten der Schneeheide saugt. Er schätzte die Zahl der gesehenen Schmetterlinge für den Zeitraum von 2—3 Stunden auf mindestens 50 Stück.

Müller schreibt dann weiter: „Es unterliegt keinem Zweifel, daß *Erica carnea* eine Tagfalterblume ist. Die prächtig rote Farbe und vor allem die Engigkeit des Blüteneinganges, der von den Staubgefäßern so weit angefüllt ist, daß nur der dünne Rüssel eines Falters bequem neben oder zwischen denselben hindurch kann, daß aber auch dieser nicht vermeiden kann, Narben und Antheren zu streifen und Kreuzung zu vermitteln, müßten jeden unbefangenen Beobachter sofort die Falterblume erkennen lassen. Ich selbst war aber heute früh noch in der allerdings auf vielfache Erfahrung gegründeten, aber, wie sich nun zeigt, doch irrgen Meinung besangen, alle mit abwärts gerichteter, glockenförmiger Corolla und engem Eingange versehenen Blumen müßten Höhlen grabenden Hymenopteren (Grabwespen, Wespen oder Bienen) angepaßt sein. Ursprünglich sind sie es allerdings wohl immer gewesen. Denn nur Insekten, die, wie die genannten, von ihrer Brutversorgung her gewohnt sind, auch von unten her in Höhlen zu kriechen oder ihren Kopf von unten her in enge Deffnungen hinein zu stecken, werden es bequem finden können, Blumen der bezeichneten Art

auszubeuten. Wenn aber eine den Bienen angepaßte *Erica* mit nach unten hängenden Blumenglocken in an Tagfaltern überschwänglich reiche Gegend vorrückte und nun überwiegend von diesen besucht wurde, so mußte die Blumenauswahl der nun als Kreuzungsvermittler unbewußte Blumenzüchter die entscheidende Rolle spielenden Tagfalter diejenigen Abänderungen zur Ausprägung bringen, die durch die Farbe den Tagfaltern am besten gefielen, durch engen Eingang die Kreuzung durch Falter am meisten sicherten und zugleich andere Gäste am erfolgreichsten abhielten. Nur die Annahme, daß *Erica carnea* aus einer Bienenblume erst nachträglich in falterreichen Gegenden zu einer Tagfalterblume umgezüchtet worden ist, macht zugleich die ihren jetzigen Kreuzungsvermittlern nichts weniger als bequeme, schräg abwärts geneigte Stellung ihrer Blumenglocken verständlich.“ (Bergün, 2. Juni 1879, nachmittags nach 5 Uhr).

Der Verfasser fügt dann weiter bei, daß er in den 2—3 folgenden Wochen noch an verschiedenen Stellen des Albulaaltes Gelegenheit hatte, *Erica carnea* in vollstem Blütenschmuck und im Sonnenchein zu beobachten. Immer waren die Besucher Distelfalter. Zweimal sah er auch Hummel. So am 3. Juni bei Bergün einen *Bombus hortorum* ♀ andauernd saugend, aber nur an Blüten, die dicht über dem Boden oder über der Gras- und Heidekrautunterlage standen, so daß die Hummel auf dem Rücken liegend den Rüssel in dieselbe hineinsticken konnte. Am 11. Juni (1879) beobachtete Müller ein *Bombus terrestris* ♀ an *Erica carnea* beschäftigt. Es gelang ihm aber überhaupt nicht zum Saugen zu kommen.

Daraus schließt der genannte Beobachter, daß *Erica carnea* keine Hummel- oder Bienenblume sei.

Anders Kerner v. Marilaun. Der selbe berichtet,<sup>1)</sup> daß *Erica carnea* viel und gern von Bienen besucht werde und dadurch erfahrungsgemäß vielfache Kreuzungen der Blüten teils desselben, teils verschiedener Stöcke veranlaßt würden. Jedoch seien bei dieser Pflanze die Kreuzung benachbarter Blüten mittels Luftströmungen ebenfalls möglich. Er stellt den Vorgang ungefähr in folgender Weise dar.

<sup>1)</sup> Kerner-Hansen, Pflanzenleben, II. Band (3. Auflage, Leipzig und Wien 1913), S. 318 bis 319.

Mit dem Deffnen der Blumenkrone kommt die Narbe zum Vorschein, der sich verlängernde Griffel schiebt dieselbe weit über den Saum der Blumenkrone vor. Die den Griffel umgebenden Antheren sind noch geschlossen und stecken noch ganz oder halb verborgen in der Blumenkrone. Wenn zu diesem Zeitpunkt Bienen angeflogen kommen, um am Blütengrunde Honig zu saugen, so wird bei der Stellung des Griffels unvermeidlich die Narbe gestreift. Durch den Besuch verschiedener Stöcke wird von den Bienen Pollen von den Blüten des einen auf diejenigen des andern übertragen. „Mittlerweile haben sich auch an den Antheren große Löcher ausgebildet. Da aber die Deffnungen der benachbarten Antheren genau aufeinander passen und in dieser Lage durch die an der Mündung etwas verengerte Blumenkrone wie von einem Ringe zusammengehalten werden, so bleibt der Pollen in den Antherensäckchen aufgespeichert, und erst dann, wenn eine Erschütterung der Antheren stattfindet, fallen die Pollenträden als Staub heraus. Die Erschütterung der Antheren findet aber jedesmal statt, wenn Bienen ihren Rüssel zu dem Honig des Blütengrundes einführen und es werden daher dieselben Bienen, welche bei dem Anflug zuerst an die vorstehende Narbe anstreifen, im nächsten Augenblick an Rüssel, Kopf und Brust mit Pollen bestreut. Besucht die bestäubte Biene kurz danach die Blüten anderer Stöcke, so muß Kreuzung erfolgen. Die bestäubten Narben welken stets nach ein paar Tagen ab und sind dann nicht mehr fähig, Pollen aufzunehmen.“

Die Staubfäden derselben Blüte verlängern sich aber noch; die von ihnen getragenen Antheren schieben sich vor die Mündung der Blumenkrone hinaus. Dadurch verlieren die Antheren ihren Zusammenhalt. Bei der leisesten Erschütterung fällt der Pollen aus den Fächern heraus. Ein geringes Schwanken des blütenträgenden Zweiges genügt, um das Stäuben des Pollens zu veranlassen. Die noch belegungsfähigen flebrigen Narben der jüngeren Blüten der näheren und weiteren Nachbarschaft werden mit dem stäubenden Pollen belegt.  
— Soweit die bekannten Forsther.

Wie ist es nun aber mit den tatsächlichen Verhältnissen?

Ich muß gestehen, daß ich sehr überrascht war, als ich einmal das Buch von Müller zur Hand nahm und seine Ausführungen

las. Ich hatte nämlich blühende *Erica carnea* oft beobachtet und auf denselben nicht nur Honigbienen, *Apis mellifica*, gesehen, sondern auch andere Apiden auf denselben gesammelt (so im Berner Oberland, Wallis usw.) *Erica* galt mir als eine gute Bienenblume. Erst nach dieser Entdeckung schlug ich die weitere Literatur nach und beschloß, der Sache mit erster Gelegenheit nachzugehen. Der Zufall wollte es insofern gut mit mir, als es mir möglich wurde, bei dem schönen Wetter des März dieses Jahres (1920) im Botanischen Garten in Bern, sowie in privaten Gärten dieser Stadt, wo Bestände an blühender Schneehide vorhanden waren, tägliche und einfache Beobachtungen anzustellen.

Das Ergebnis ist kurz folgendes. Die Blüte von *Erica carnea* wird sehr häufig von der Honigbiene besucht. Der Besuch erfolgt am stärksten zwischen 10 und 12 Uhr vormittags. Am Nachmittag ist er ganz erheblich geringer; das Verhältnis ist etwa 6 : 1.

Das Gewinnen des Honigs erfolgt mit größter Leichtigkeit, was weiter nicht verwunderlich ist, indem die Entfernung des honigabsondernden Grundes von der verschlossenen Mündung der Blumenkrone nur eine sehr geringe ist. Bei dem verhältnismäßig kräftigen Bau der Biene, bildet die Enge kein Hindernis (nachträgliches Bedenken Müller's). Ich fand den Hergang des Saugens usw. ganz wie ihn Kerner schildert. Der Pollen wurde hauptsächlich am Kopf weitergetragen. Auch die übrigen Ausführungen Kerner's betreffend die spätere Windbestäubung fand ich bestätigt.

Am Vormittag traf ich nie Schmetterlinge auf den *Erica*-Blüten an (es flogen allerdings noch nicht besonders viele). Zweimal beobachtete ich am Nachmittag je einen kleinen Fuchs, *Vanessa urticae*, kurze Zeit saugend auf den fraglichen Blüten. Aber während die Bienen systematisch die einzelnen Blüten und Stöcke absuchten, nahmen sich die Schmetterlinge ganz „flatterhaft“, indem sie sich bald entfernten und ganz andere Blumen auffanden.

Einmal traf ich eine Hummel, *Bombus terrestris*, die ohne jede Beschwerde und in normaler Lage auf den Blüten der Schneehide sog. Daß solche die Blüten anbeißen können (Beobachtung von A. Schulz) ist zuzugeben, da sie dies oft auch dort tun, wo ihnen der Honig anderswie zugänglich wäre. Angebissene Blüten habe

ich meinerseits bei *Erica carnea* keine gefunden.

Wie schon erwähnt, fand ich die Darstellung von Kerner auch im übrigen bestätigt. Die Antheren stäubten noch dann, wenn sie aus der Blumenkrone ziemlich

weit hervorragten (im Gegensatz zu der Angabe von Schulz.)

Soweit ich bisher beobachten konnte, ist *Erica carnea* eine ausgesprochene Bienenblume.

## Das botanische Museum in Genf.

Am westlichen Ufer des reizenden Genfersees, unmittelbar außerhalb der Stadt Genf, liegt der botanische Garten und das botanische Museum. Ersterer, wohl etwa ähnlich angelegt wie andere seinesgleichen, bietet jedem, der sich mit biologischen und systematischen Studien abgeben will, reichliche Belehrung; letzteres dagegen ist in der Schweiz wohl einzig in seiner Natur, ein Kleinod für den Botaniker. Aber auch jeder andere Besucher wird in diesen Räumen Liebe gewinnen zur schönen Pflanzewelt sowohl der eigenen Heimat als auch fremder, weit entfernter Gegenden.

Unten im Erdgeschoss ist eine Waren- sammlung aufgestellt, welche alle verschiedenen Kunstprodukte aufweist, die ihr Material aus dem Pflanzenreich beziehen. Hier existiert auch eine reichhaltige Pilz- Modellsammlung, die ebenso belehrend als unverwesslich ist. Von der Gattung *Poly- porus* z. B. sind verschiedene Arten ver- treten: *Polyporus sulfureus*, *P. lucidus*, *P. sanguineus*, *P. versicolor*, *P. pini- cola*, *P. imbricata*, *P. fomentarius*, *P. ignarius*, *P. Ribis* und eine ungenannte Art aus Rio de Janeiro.

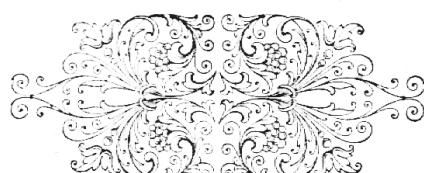
Im ersten Stockwerk zeigen uns zunächst prächtige Aquarelle und photographische Aufnahmen, botanische Bilder aus allen Weltteilen. Es mögen besonders erwähnt sein die Bergwaldregion im Staate Parana mit der *Araucaria brasiliiana*, der Urwald am Salto grande des Paranapanema,

das Bambusgestrüpp auf der Itatiaia, die Kalifornischen Wälder, Pflanzen vom Atlasgebirge, Cedern- und Korkfeichenwaldungen und Buschsteppen von Nordafrika, speziell die beiden Hauptsteppentypen der algerischen Hochfläche: die Halse- und die Chi- Steppe.

Besondere Freude sodann bereiten dem Schweizer die schönen Lichtdruckbilder der Verlagsanstalt Brückmann in München, welche nach Aufnahmen des Eidgenössischen Oberforstinspektors hergestellt wurden und in ausgerlesenen Exemplaren dem Be- schauer die Bäume der Schweiz vor Augen führen. Diese Aufnahmen werden endlich vervollständigt durch Hansens pflanzengeo- graphische Tafeln, die uns ganz charakteristi- sche Pflanzen zeigen, wie z. B. den europäischen Delbaum und die Zypresse vom Gardasee, Fackeldistel, *Opuntia*, bei Palermo, Bambus von Java, die in den Mittelmeirländern eingebürgerte amerikanische Agave von Dalmatien und die Kokospalme in Bengalen.

Im zweiten und dritten Stockwerk des Museums befinden sich viele Schränke mit Herbarien und eine große Sammlung der Bildnisse aller berühmter Botaniker, unter ihnen der große Linné. Der Reichtum des wunderbaren Museums wird erhöht durch eine enorme Bibliothek, wohl der größten der Schweiz, in welcher z. B. die Flora brasiliensis allein vierzig Kolossalbände ausfüllt.

Dr. D.



# Die Folgen der Unterernährung in den Kriegsjahren.

Von † Prof. Dr. phil. et med. L. Kathariner, Freiburg (Schweiz).

Die Folgen der Unterernährung während den Kriegsjahren machen sich, wie ein Blick in die medizinische Literatur (Dr. Simon, über Hungererkrankungen des Skelettsystems [Hungerosteopathien] Münchener Medizinische Wochenschrift Nr. 29, 1919) zeigt, bei der heranwachsenden Jugend in einem häufigeren Auftreten und einer besonderen Schwere der jugendlichen Personen häufigsten Knochenkrankheit, der Rachitis, bemerkbar. Skoliose Verkrümmungen der Wirbelsäule, Kyphose und Lordose sind an der Tagesordnung. Die Beine zeigen Deformationen namentlich sog. O-Beine, während weniger häufig das X-Bein (genuvarum) zur Entwicklung kommt.

Bei älteren Personen bis Mitte der 20er Jahre, ja bisweilen selbst bei weit älteren Patienten machen sich Symptome der Knochenverweichung (Osteomalacie), offenbar veranlaßt durch eine unzureichende

Abscheidung von Substanz im Knochengewebe, geltend. Bei jugendlichen Personen sind namentlich das Brustbein und die Rippen bis zur Schmerzhaftigkeit druckempfindlich; bei älteren ist die Knochenverweichung in einer schmerzhaften Ermüdung der Beine und Arme ausgesprochen. Als Ursache dafür zeigen uns die Röntgenaufnahmen ein abnorm langes Offenbleiben der Epiphysenfugen an Unterschenkel und Vorderarm. Die Heilerfolge bei entsprechender Ernährung beweisen gleichfalls, daß die Diagnose, nach der die vielfach für Rheumatismus gehaltenen Schmerzen osteomalaktischen Ursprungs waren, auf richtiger Grundlage beruhte. Das gehäufte Auftreten einer abnormalen Steigerung des Patellarreflexes wird gleichfalls als osteomalaktisches Symptom gedeutet. Schon jetzt kann man sagen, daß die durch die Hungerblödade veranlaßte Unterernährung die Volksgesundheit bei den Völkern der Mittelmächte nicht nur für die gegenwärtige, sondern auch für die zukünftigen Generationen aufs schwerste geschädigt hat.

## Literatur:

**Rabes, Prof. Dr. D., Hinaus ins Freie!** Anleitung zum Beobachten unserer heimischen Tiere und Pflanzen. Leipzig 1917, Quelle u. Meyer. 8°. 172 S. Preis gebd. Mk. 3. 20 und Zuschläge.

Das vorliegende Werklein ist von einem erfahrenen Schulmann auf Grund vielfacher Wanderungen abgefaßt, um dem Naturfreund einen Wegweiser in die Hand zu geben. Vor allem will es der Jugend, die als Pfadfinder, Wandervogel, die Natur durchstreift, ein freundlicher und anregender Begleiter sein. Aber auch vielen anderen, Studierten wie Laien, wird das fesselnd geschriebene, mit über 140 Abbildungen ausgestattete Büchlein sehr willkommen sein. Die Kapitelüberschriften deuten den reichen

Inhalt an: Erwachendes Leben. Im Auenwalde. Durch die Kiefernheide. Heimkehrende Wanderer. Im Laubwalde. Am Teich und See. Im Wiesengelände. Über die Trist zu sonnigen Hügeln. Auf dem Kahlschlage. Vor Tau und Tag am Waldbesrand. Im Felde. In blühender Heide. In Moor und Sumpf. Am Meerestrande. Über Stoppelfelder. Vom Wanderzug der Vögel. Zur Zeit der Laubfärbung. Winterschläfer. Zeitlose Pflanzen und Tiere. Immergrüne Pflanzen. Moose und Flechten. Neuschnee. Nordische Gäste. Das schlafende Leben. — Ich empfehle diesen ausgezeichneten kleinen Natur-Baedecker allen Naturfreunden, Lehrern wie Schülern, aufs an-gelegentlichste. Dr. P. G. Scherer O. S. B.

