

Zeitschrift: Schweizer Schule
Herausgeber: Christlicher Lehrer- und Erzieherverein der Schweiz
Band: 7 (1921)
Heft: 52

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: 12.12.2025

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

Mittelschule

Mathematisch-naturwissenschaftl. Ausgabe

Beilage zur „Schweizer-Schule“

≈ 1921 ≈

VII. Jahrgang



Ginsiedeln
Eberle & Rickenbach
1921



Inhaltsverzeichnis



1. Abhandlungen.

	Seite
Insektenstudien im Winter. Von Dr. R. Stäger, Bern	1
Zur Blütenbiologie der Schneehaide. Von Dr. P. Emmanuel Scherer, Sarnen	5
Ausgerottete und aussterbende Tiere. Von † Prof. Dr. L. Kathariner, Freiburg	7
Die Edentaten. Von Dr. M. Diethelm, Rickenbach bei Schwyz	9
Zur Erinnerung an die erste Weltumsegelung vor 400 Jahren. Von Dr. J. R. Brunner, Luzern	13
Die Kreuzotter. Von † Prof. Dr. phil. et med. L. Kathariner, Freiburg, Schweiz	15
Der Viber. Natur- und kulturgeschichtliche Studie von Dr. P. Emanuel Scherer	17, 25, 36
Zur Kritik der Grundlagen des Darwinismus. Von † Dr. phil. et med. L. Kathariner, Freiburg, Schweiz	22
Der Bau der Atome. Von Dr. J. R. Brunner, Luzern	30
Die Relativitätstheorie. Von Dr. H. B. Baum, Luzern	33, 41, 49
Neueres von der schweizerischen Molluskenfauna. Von Albert Heß, Bern	40
Val Canaria. Von Dr. M. Diethelm, Rickenbach bei Schwyz	46, 55
Quadratdiagonale. Von Dr. M. D.	56
Die Erforschung der Antarktis. Von Dr. J. R. Brunner, Luzern	57
Ueber Zwillingbildungen. Von † Prof. Dr. phil. et med. L. Kathariner, Freiburg, Schweiz	59
Die Quadrate der Zahlen 11 bis 99. Von Dr. J. L. Brandstetter, Erziehungsrat, Luzern	61
Das Teufelchen im Experimentiertisch. Von Dr. J. B.	62
Zur Beherzigung	64

2. Literatur.

Besprechungen	16, 24, 48, 63
-------------------------	----------------



Mittelschule

Beilage zur „Schweizer-Schule“

Mathematisch-
naturwissenschaftliche Ausgabe

Schriftleitung:
Dr. H. Theiler, Luzern

Inhalt: Insektenstudien im Winter. — Zur Blütenbiologie der Schneeheide (*Erica carnea* L.). — Ausgerottete und aussterbende Tierarten.

Insektenstudien im Winter.

Von Dr. Robert Stäger, Bern.

Wenn der erste Herbststreif die gelben Blätter der Bäume zur Erde rieseln macht und das heitere Summen der Kerfe in der Luft verstummt ist, dann legt der Insektensammler seine Geräte beiseite und sagt sich: „Nun lebe wohl du frohe Jagd, auf Schmetterling und Käferlein, und Bienen-volk und Wespenleib! Vorbei sind die Tage des Entomologen, tot ist die Natur; ich schließe die Fenster, sitze auf den Ofen und warte geduldig, bis der erste vorwizige Citronenfalter mir übers Gartenbeet fliegt.“

Derjenige Insektenfreund aber, der nicht nur sammelt um des Sammelns willen, sondern um das Leben und die Lebensgewohnheiten seiner Lieblinge zu studieren, der hat eine etwas andere Auffassung von der Sache. „Vielleicht ist gerade der Winter,“ sagt er sich, „diejenige Jahreszeit, die mir noch manches Geheimnis über dieses oder jenes Insekt aufzudecken imstande ist. Was mir tot scheint, ist nur eine andere Lebensform. Also hinaus in die winterliche Natur und die Schlupfwinkel der Kerfe aufgestöbert!“

Wir schließen uns voll und ganz dem letztern an.

Ich weiß es, es gibt viele Insektenfreunde, Laien, aber auch Lehrer der Naturwissenschaften an Mittelschulen, die während der langen Wintermonate sich sehr gern mit der Insektenwelt beschäftigen möchten, ohne mit dem bloßen Aufspießen auf Nadeln sich zu erschöpfen; aber sie wissen nicht recht, wie die Sache anfangen. Viele meinen auch wirklich, die Natur sei tot, es sei nichts zu finden, was der Mühe wert wäre. u. s. f.

Vielleicht sind mir diese Herren dankbar, wenn ich ihnen einige Winke gebe. Man erwarte aber ja nicht, daß ich eine regelrechte Anleitung zur „Insektenbeobachtung im Winter“ hier niederschreibe; denn der Studienobjekte sind so verschwendend viele, daß eine solche Anleitung ein mehr als dreibändiges Werk abgeben würde. Ich schreibe den 2. November. Es ist empfindlich kalt draußen, aber das Zimmer ist warm. Am Fenster brummt eine große feiste Speckfliege (*Sarcophaga carnaria* L.), ein Weibchen. Wenn ich Schüler in der Zoologie zu unterrichten hätte, gäbe mir dieser Fund Gelegenheit, ihnen die Entwicklung einer Fliege vor Augen zu führen. Ich bringe in ein Glas etwas Fleisch und setze die Fliege hinein. Schon nach kürzester Zeit erscheinen an dem Fleischstückchen die länglichen Eier. In 2 mal 24 Stunden brechen die Maden aus, die sich sofort hinter die Beute machen und zusehends größer werden. Gleichzeitig kann ich den Schülern zeigen, wie diese „Würmer“ obwohl sie der Sehorgane entbehren, das Licht wahrnehmen. Drehe ich nämlich das Glas so, daß jetzt das Sonnen- oder auch nur das diffuse Licht auf die Maden fällt, dann machen sie wie auf Befehl rechtsumkehrt und humpeln auf die vom Licht abgekehrte Seite des Glases. Ich kann den Versuch so oft wiederholen, als ich will, immer mit demselben Erfolg. Das gibt dem Lehrer Gelegenheit, in allerlei theoretischen Erörterungen über Heliotropismus, Phototaxis u. s. f. zu ergehen.

Nach 14 Tagen sind meine „Würmer“ 1 cm lang, fette nichtsnutzige Schläuche, ohne Beine, ohne Gliederung — sozusagen

bloß ein Stückchen Darm. Die Zeit ist gekommen, wo sie sich verwandeln. In wenigen Stunden sind aus ihnen sog. Tönnchenpuppen geworden. Nach weiteren drei Wochen entlassen diese das fertige Insekt, d. h. die junge Fleischfliege. In wenigen Wochen haben wir den ganzen Zyklus der Entwicklung der *Sarciophaga* erlebt. Und dabei können wir noch eine Reihe von interessanten Beobachtungen machen, von denen ich früher schon einmal sprach und die ich jetzt nicht wiederholen mag.*)

Häufige Gäste in unsern Wohnungen sind auch *Coccinelliden* oder Marienkäfer. Mitten im Winter spazieren sie manchmal an den Fenstervorhängen herum. Die Kinder freuen sich jedesmal, wenn sie so ein „Himmelsgüegeli“ entdecken. An ihnen läßt sich sehr schön das Totstellen bei Gefahr demonstrieren, auch das Austreten eines gelben oder orangefarbenen Saftes, bez. Blutes an den Gelenken, wenn sie geplagt werden.

Hätten wir im Sommer die Haufen der Waldameisen durchwühlt, so hätten wir jetzt eine Anzahl Kokons des Rosenkäfers (*Cetonia floricola*), der in der Zimmerwärme seine Hülle sprengt und als stattlicher Ameisengast zum Vorschein kommt. Bei Gefahr entläßt er aus der Afteröffnung eine gelbe, stark aromatisch riechende Flüssigkeit, die wohl imstande sein mag, gewisse Verfolger abzuhalten. Immerhin muß man immer bedenken, daß jeder Schutz nur relativ ist. Manchmal erscheint in unserer geheizten Stube ein grünbeflorter Blattläuslöwe (*Chrysopa vulgaris*) mit seinen großen, dachförmigen, grüneaderten Flügeln und den auffallenden Goldaugen. Hüten wir uns aber, ihm mit der Nase zu nahe zu kommen, denn der Geruch, den er von sich gibt, hat mit Parfüm nichts zu tun.

In unsern Kellern, Lagerräumen u. dgl. halten sich den Winter über oft in Unmenge Stechmücken (*Culiciden*) auf. Wir können nachsehen, ob sich unter ihnen vielleicht auch mal die als Ueberträgerin der Malaria berücksichtigte Gattung *Anopheles* befindet. Während die Stechmücken beim Sigen immer einen Rückenbuckel machen, hält sich *Anopheles* hochgerade. Hoffentlich hat keiner meiner Leser Gelegenheit, in seiner Wohnung mit dem berechtigten Geschlecht der Wanzen, Flöhe und Läuse und

noch anderm unedleren Getier Bekanntschaft zu machen, obwohl auch sie ihre interessante Seite haben. Uebrigens muß ich als Arzt betonen, daß wir seit dem Kriege dieser Art von Haustieren auch bei uns nicht mehr so selten begegnen.

In der Küche ist neben der Schabe (*Phyllodromia germanica* und *Blatta orientalis*, auch *Periplaneta americana*) das Heimchen (*Gryllus domestica*) und im Brotschrank etwa das Silberfischchen (*Lepisma saccharina*) vertreten, das unter schlängelnden Bewegungen plötzlich bei unserm Herannahen in einer Ritzschwindet. Eine verwandte Art des Silberfischchens und zwar *Aelura formicaria* lebt merkwürdigerweise bei unserer Gartenameise (*Lasius niger*) als geduldeter Gast. Ich habe in meinem Garten Ameisenester, die von diesem Tierchen geradezu wimmeln.

Gewisse Käfer treffen wir in unsern Wohnungen auch im Winter in ihrem Vollkerf-Stadium an, so z. B. in Kleinvorräten der Mehlkäfer (*Tenebrio molitor*). Seine Larve ist allen Vogelliebhabern als „Mehlwurm“ bekannt. Auf Kornböden treibt der Kornrüssler (*Calandra granaria*) sein Wesen. Auch verschiedene Speckkäfer (*Dermestes*, *Necrobia* und andere) überwintern als Vollkerfe.

Wir brauchen also unsere Wohnung nicht einmal zu verlassen, um eine Anzahl Insekten zu Versuchszwecken stets zur Hand zu haben.

Wenn wir aber nicht Stubenhocker und unverbesserliche Jasser sind, so drängt es uns auch mitten im Winter und zu jeder Zeit hinaus vor die Tore der Stadt.

Wenn die Herbststürme die letzten Blätter von den Baumwipfeln herunterreißen, werden wir nicht verfehlen, eine Anzahl dieser dem Tode geweihten Objekte einzutragen, denn sie beherbergen eine große Zahl von Insekten, die bereits ins Winterstadium übergetreten sind und die uns im warmen Zimmer oder dann im Frühjahr durch ihr Schlüpfen erfreuen.

Am 21. Oktober dieses Jahres las ich unter meinem Haselbusch ein gelbes Blatt auf, das ein wahres entomologisches Museum darstellte. Da waren an einer Stelle einige langgestielte Eier jener Florfliege (*Chrysopa*), die wir hier schon erwähnt haben. Sie sehen Moospflänzchen

*) Siehe den Aufsatz: „Ein Zuchtversuch für die Zoologiestunde“ im 3. Jahrgang dieser Zeitschr., Heft Nr. 5.

nicht unähnlich und wurden zuerst wirklich auch als pflanzliche Gebilde beschrieben. Die Eier sind jetzt um diese Jahreszeit leer, aber in den Zweigen des Haselbusches finde ich noch die in der Farbe etwas veränderte Florfliege. Sie wird als ausgebildetes Vollinsekt überwintern.

In dem gleichen Blatte finden sich die wunderbar feinen Miniergänge der Raupe eines Kleinschmetterlings, ebenso zwei Blasenminen und am Blattrand das Werk eines Wicklers.

Noch nicht genug, hat eine kleine Spinne überdies an dem Blatte ihr feines weißes Eiergespinnste angebracht. Auch könnten wir noch die sog. Domatien erwähnen, über die der norwegische Forscher Lundström eine große Arbeit geschrieben hat. Im Winkel der großen Blattnerven befinden sich Haargebilde, die einen Hohlraum umschließen. Das sind die Domatien, die Scharen von Milben Unterkunft bieten.

Auf Ahornblättern, die der Herbst in ihrer bunten Schönheit auf die Straße geworfen, finden sich sehr häufig unterseits die wie Fischschuppen glänzenden Eierpackette von Holzläusen (Copeognathen) und die der Cochenille ähnlichen Winterstadien von Aleurodiden. Diese, zu den Schnabelfersen zählenden Insekten sind wohl bekannt durch die „Orangen-Fliege“ (Aleurodes citri), die oft in den Gewächshäusern an Blättern von Zitronen und Orangen auftritt. Wachsüberzug, in Form von Büscheln oder Fäden charakterisiert alle diese Tiere.

Ich verfolge seit 1 Jahr die wie kleine weiße Schmetterlinge kleinster Sorte aussehenden Aleurodiden an der Unterseite der Blätter von Chelidonium majus dem Schöllkraut. Wenn meine Lehrer jetzt Mitte November nachsehen, werden sie diese Blattorgane oft förmlich bedeckt finden von diesen Tieren und deren schildförmigen Larvenstadien.

Heben Sie diese Blätter an einen kalten Ort, etwa zwischen den Vorfenstern auf und beobachten Sie von Zeit zu Zeit, was da vorgeht, besonders gegen das Frühjahr. Wenden Sie eine gute Lupe an und vergessen Sie nicht, alles Beobachtete, auch wenn es noch so wenig zu sein scheint, unter Angabe des Datums aufzuschreiben! So gelangt man oft zu Entdeckungen, die noch kein Buch kennt und die den Naturfreund für seine Mühe reichlich entschädigen.

Auch Pilze, besonders die großen Konfospilze der Buchen und anderer Wald- und

Alleebäume werden wir in unsere Wohnung verbringen. Sie entlassen während des Winters in der warmen Stube allerlei Getier, das wir draußen vergebens gesucht hätten.

Am Seeufer oder Sumpf geben jetzt die gelben vergilbten Stengel des Schilfs (Phragmites communis) einen schönen Kontrast ab zu der graugrünen Fläche des Wassers. Nicht selten bemerken wir an den Schilfstengeln längliche flaschenförmige Gebilde resp. Gallbildungen. Zu Hause werden denselben auf's Mal Fliegen entsteigen (Lipara lucens, auch Lipara rufitarsis und L. similis.) Aber auch ihre Schmarotzer aus dem Reich der Hautflügler, Chalcidier, Pimpliden und Braconiden werden aus den „Schilfflaschen“ hervorgehen. Wir werden vielleicht sogar die Gelegenheit haben, aus Lipara-Schmarotzern wieder andere Schmarotzer sich entwickeln zu sehen. (Hyperparasitismus.)

Sehr dankbare Objekte zum Eintragen sind allerlei Umbelliferen-Stengel sowie die gekappten und ausgehöhlten Ruten von Brombeeren und Himbeeren, auch von Hollunder. Da liegen nicht selten wie in einem Repetiergewehr die Puppenhüllen von wilden Bienen und Wespen hinter einander. Kommt der Frühling mit seiner Wärme, so gibt das ein fröhliches Ausfliegen. Obwohl die Larven von der feingewebten Kokonhülle umgeben sind und diese oben drein im Mark-Kanal der Stengel stecken, so sind sie nichtsdestoweniger der Winterkälte unterworfen. Ich habe im Januar bei strenger Kälte schon solche Stengel draußen im Freien geöffnet: die Insekten lagen zu Eis gefroren da. Als ich sie ins Zimmer brachte und langsam auftaute, erwiesen sie sich als lebend.

Folgende Gattungen wählen sich die hohlen Stengel zur Wohnung: Ceratina, Osmia, Dedynerus, Agenia, Prosopis, Cemonus, Stigmus, Tryporylon, Crabro u. c. Doch auch Käfer hausen in gewissen Zweigen so z. B. Xylocleptes hispinus in der Waldrebe (Clematis vitalba). In manchen Himbeerstengeln werden wir die Larve eines Prachtkäfers antreffen (Buprestis). Sie macht zuerst eine Anzahl eng aufeinander verlaufender Spiralgänge in der Rinde der Rute und steigt dann gerade in der Rinde und dem Mark aufwärts, wo sie sich in einer Nische verpuppt. Dort, wo die Spiralen liegen, bricht die Rute ab. Das kommt der Larve gelegen, denn ihr mundet

halbdürres Holz und Mark besser, als frisches. Wo der Käfer in Himbeerkulturen auftritt, schadet er bedeutend, denn er vernichtet die im Sommer tragfähigen Zweige. Man schützt sich am besten gegen diesen Schädling, indem man im Herbst oder zeitigen Frühjahr alle herumliegenden und abgebrochenen Rubuszwerte verbrennt. Um welche Art von Buprestis es sich handelt, konnte ich bis jetzt noch nicht feststellen, da die Zucht des Käfers schwierig ist.

Falls wir Maulwurfsnestern begegnen, werden wir solche mitnehmen, den manchmal halten sich zahlreiche Käfer darin auf. Aus Hornisnestern und Wespennestern werden wir im Winter ohne Gefahr eines Angriffs allerlei Schmarotzer und Mitbewohner herausholen und zwar Käfer, Haut- und Zweiflügler. In Hummelnestern halten sich die ameisenartigen Mutillen auf, die ganz wütend stechen können, wie der Verfasser an seinem eigenen Leibe erfahren hat.

Aus Gallen züchten wir nicht nur die Gallwespen, sondern auch deren Parasiten und allerlei Einmieter.

Das gleiche gilt für eingetragene Minen, das sind jene zierlichen Gänge und Blasenbildungen in den Laubblättern verschiedener Bäume, Sträucher, Stauden und Kräuter. Aus ihnen werden oft sehr seltene Käfer, Kleinschmetterlinge, Hautflügler und Fliegen hervorgehen. Die Minen sind bei uns noch längst nicht alle bekannt und es böte sich Naturfreunden und Forschern Gelegenheit, noch viel Neues zu entdecken. Ich möchte kurz erwähnen, daß es dem Verfasser gelungen ist, noch in einer Höhe von 2500 Meter Minen an Pflanzen nachzuweisen, an denen man bisher keine gefunden hat. Auch hat er Fliegen festgestellt und zwar ganze Familien, die man nicht als Minierer kannte. Es ist also da noch Vieles herauszuholen. Nur frisch ans Werk!

Bis jetzt haben wir uns nur mit der Insektenwelt des Landes befaßt. Aber auch das Wasser wird uns im Winter seine Geheimnisse anvertrauen, wenn wir uns etwa vor einer kleinen Erkältung nicht abhalten lassen. Namentlich überwintern viele Wasserkäfer als Vollkerfe. Der große Dytiscus rudert gelegentlich sogar unter dem Eis im kalten Wasser herum. In großer Zahl erbeuten wir Wasservanzen, wie z. B. Nepa Cinerea, die mit fangbereit ausgestreckten Vorderbeinen auf kleine Wassertiere lauert und sogar kleine Fischchen nicht verschonen soll; ferner Corixa-

Arten, deren Männchen eigentümliche Töne von sich geben, indem sie ihre Vorderfüße am Schnabel reiben. In das Aquarium verbracht, werden uns diese Tiere reichlich Gelegenheit zu biologischen Beobachtungen geben. Ebenso sammeln wir jetzt die Larven der Köcherfliegen (Trichopteren), die durch ihren Röhrenbauten uns zu interessieren vermögen.

Noch eine Menge Beobachtungsmaterial wird von unserm Rätischer heraufgeholt; ich erinnere nur an die dicken Larven von Libellula, Aeschna und andern Libellen-Arten, deren Vollkerfe uns im Sommer mit ihrem herrlichen Flug und den leuchtenden Farben erfreuen.

Wahrhaft unerschöpflich ist der Stoff, der sich uns auch mitten im Winter von Seiten der Natur darbietet. Wir bedauern nur, nicht mehr Zeit und Muffe zu haben, uns mit dem Studium all' dieser Herrlichkeiten abgeben zu können. Wie scheint uns der Schöpfer so greifbar nahe, als wenn wir seine Schöpfungen ernstlich betrachten.

Zum Schluß möchte ich mit meinen verehrten Lesern und Leserinnen noch eine kleine winterliche Schneewanderung vornehmen; aber diesmal nicht des Sportes wegen. Es gilt wahrhaftig trotz Eis und Nordwind biologische Studien zu machen. Tiere wollen wir in ihrem Treiben belauschen, die speziell dem Winter angepasst zu sein scheinen.

Am Rande des Waldes steht eine mächtige Eiche. Was kriecht denn da für ein sonderbares Tier ohne Flügel den Stamm hinauf? Es sucht sich trotz einer Kälte von mehreren Graden eine passende Knoxe zur Eiablage auf. Biorrhiza Aptera heißt das Insekt und ist eine Gallwespe. Sie erzeugt die fast faustgroße „Schwammgalle“ der Eichen, die außer den Gallwespen selbst noch einer großen Anzahl Schmarotzern und Einmietern Herberge bietet. In einer einzigen solchen Galle fand man einmal nicht weniger als 75 verschiedene Insektenarten in 55,000 Exemplaren.

Im Dezember können wir auch noch andere Gallwespen in ihren Tun beobachten, so z. B. Trigonaspis renum, Diplolepis folii und longiventris.

Den Gletscherfloh (Isotoma saltans) kennen wohl die meisten Hochtouristen. Im eiskalten Gletscherwasser treffen wir nicht selten seine ungezählten Scharen, die in ihrer Gesamtheit wie ein Flecken Ruß

aussehen. Wenn wir den Flecken berühren, geht er auseinander und verflüchtigt sich zusehends. Jedes der Tiere ist mit einer Art Sprungfeder am Bauche versehen, mit deren Hilfe es sich fortstößt.

Auf frisch gefallenem Schnee der Ebene treffen wir im Winter nicht gar selten ähnliche dunkle Flecken, die sich bei der Berührung in lauter hüpfende kleinste Körnchen auflösen. Wir haben es hier mit den kleinen Schneefringschwänzen (*Entomobrya nivalis*) zu tun, die nur 1–2 mm lang werden.

Auf Schnee können wir gelegentlich auch die schwarzen Larven von Käfern aus der Familie der Canthariden antreffen, die das Volk „Schneewürmer“ nennt. Ihr massenhaftes Auftreten hat früher oft zu allerlei Aberglauben Anlaß gegeben.

Bisweilen begegnen wir auf dem Schnee einem heuschreckenartigen Geschöpf, dem

Winterhaft (*Boreus hiemalis*), das zu den Neuropteren gehört.

Wenn es bald dem Frühling entgegengeht und wärmere Tage sich einstellen, dann beobachten wir auch Ende Januar oder Februar in Scharen die Winterschnacke (*Trichocera hiemalis*), wie sie in der Luft tanzt. An besonnten Holzbeigen oder auf den Stumpfen frisch gefällter Bäume beginnen sich Fliegen herumzutreiben (*Pollenia*) und bei unserm Osterspaziergang werden wir am Fuß der Alleeabäume schon der roten Feuerwanze (*Pyrrhocoris apterus*) begegnen. Bald durchsuchen Mädchen die ergrünenden Hänge noch duftenden Veilchen und weißen Anemonen und mit der Erinnerung an diese frohen Lenzbilder wollen wir unsere winterlichen Insektenstudien beschließen. Hoffentlich bieten sie manchem Suchenden den Wert einer kleinen bescheidenen Führung, an deren Hand er seine Selbständigkeit erringen wird.

Zur Blütenbiologie der Schneeheide (*Erica carnea* L.).

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

In No. 8 des letzten Jahrganges der Mittelschule erörtert Herr Albert Heß die Frage, ob die Schneeheide eine Bienenblume oder eine Falterblume sei und spricht sich an Hand seiner Beobachtungen für das erste aus. Ich habe, ebenfalls durch Schröters Pflanzenleben der Alpen angeregt, mich auch einmal mit der Blütenbiologie der Schneeheide beschäftigt und bin zu einem ähnlichen Ergebnis gekommen wie Heß.

Ich beobachtete und untersuchte *Erica carnea* im Frühling 1916 in der Umgebung von Sarnen, wo sie an Felsen bei Kägiswil und den sonnigen Uferhängen des Melchaltobels häufig ist. Vom 16. März 1916 stehen folgende Notizen in meinem Hefte:

Kägiswil, Felsen ob der Straße nach Kerns. Dort sah ich Nachmittags ca 1— $\frac{1}{2}$ 3 Uhr als Besucher auf der Schneeheide die Honigbiene, sehr zahlreich und emsig Nektar sammelnd. *Vanessa urticae* (kleiner Fuchs) in mehr als 10 Stücken. *Vanessa Io* (Tagpfauenauge) in 2 Exemplaren. *Vanessa C. album* (C.-Vogel) in drei Stücken. *Gonypteryx rhamni*, Männchen, zwei Exemplare. Ein Hummelweibchen, richtig wie die Bienen anfliegend, aber rasch sich wieder entfernend. Zwei Schwebefliegen, nur ganz vorübergehend. Als Hauptbestäuber

erscheinen unzweifelhaft Honigbienen. Die Schmetterlinge stecken zwar, wie ich bei *Vanessa urticae* deutlich sehen konnte, den Rüssel auch in die Blüte; aber sie sitzen im Vergleich zu den Honigbienen sehr lange auf einem Blütenstande; es ist nur Täuschung nicht Arbeit! Die Bienen fliegen immer von unten an, hängen sich an die Blüte und stecken alsdann den Rüssel in die Öffnung hinein. Die Schmetterlinge dagegen setzen sich auf den obersten Teil des Blütenstandes und laufen dann abwärts, Kopf nach unten, Abdomen in die Höhe gestreckt. Die genaue Untersuchung der Blüte hat noch Folgendes ergeben. Für die Behauptung Kerners, daß im letzten Stadium Windbestäubung eintreten könne, vermochte ich keine Bestätigung zu finden. Die Antheren enthalten jedenfalls schon ziemlich bald, nachdem die Öffnung freigelegt ist und der Pollen herausfallen kann, keinen Blütenstaub mehr. Die große Menge der Blüten hatte Mitte März vollständig entleerte Antheren. Ich untersuchte eine ganze Reihe Antheren darauf hin. Das würde mit den Beobachtungen von Schulz stimmen. (Siehe Schröter, Pflanzenleben, S. 141, Anm. 1).

Schulz fand die *Ericablüte* homogam, Kerner bezeichnet sie als ausgesprochen protogyn. Auch hier sprechen meine Beob-

achtungen eher für Schulz. Es ist allerdings richtig, daß die Narbe zur Blüte herausragt und belegungsfähig ist, ehe die Antheren den Staub ausgestreut haben und ehe auch sie aus der Blütenöffnung hervorschauen. Fliegt jedoch ein geeigneter Bestäuber an, und drängt seinen Rüssel zwischen Griffel und Staubbeuteln hindurch, so werden letztere sofort auseinander geschoben und die schon einige Zeit vorher reifen Tetraden fallen reichlich auf das Insekt. Die Sache verhält sich so: Die Öffnungen in den Antheren sind schon einige Zeit funktionsbereit und nur dadurch, daß die Antheren im Kreise röhrenförmig gelagert sind, deckt eine Anthere die andere und bleiben die Löcher geschlossen. Wird der Kreis gesprengt, so ist der Deckel von der Öffnung entfernt und der Pollen rieselt heraus. Schon Kerner gibt das kurz an. Man kann es schön beobachten, wenn man eine Blüte mit noch nicht vortretenden Staubgefäßen mit einer Schere unterhalb der Antheren quer durch die Krone entzwei schneidet. Dann zieht man die Blütenhülle weg und hat den zusammenklebenden Kelch der Antheren samt dem Griffel. Drückt man mit einer Präpariernadel leise auf den Kelch, so weichen die Staubgefäße auseinander und der Staub rieselt sofort aus den Löchern hervor. Ich bin geneigt anzunehmen, daß Narbe und Anthere ziemlich gleichzeitig reif werden, und höchstens schwache Protogynie herrscht. Von Protogynie kann doch nur dann die Rede sein, wenn die Blüte, deren Narbe belegungsfähig ist, den besuchenden Insekten für den Nektar zugänglich ist. In diesem Falle werden aber auch bei *Erica* fast sicher die Staubbeutel aus ihrem Zusammenhalt gebracht und geben Pollen ab!

In Rägiswil fand ich am angegebenen Datum auch Blüten mit Einbruchstellen an der Basis; ich vermute als Uebelthäter Hummeln. Ferner fand ich an einem Blütenstand mit etwa 16 Blüten nur eine mit herausragendem Griffel. Die Untersuchung zeigte, daß hier merkwürdiger Weise an allen anderen Blüten die Griffel nur gerade so lang wie die Staubgefäße waren, oder sogar erheblich kürzer!

Die Untersuchung an Material, das am 15. März gesammelt und nach Hause mitgenommen wurde, hat noch Folgendes ergeben.

In den jugendlichen Blüten wird, bevor die Antheren stäubungsbereit sind, kein Nektar abgesondert. Die Narbe erscheint schon frühe belegbar zu sein (Probe mit Hollundermark). Sie scheint ferner ziemlich lange belegbar zu sein (ebenfalls Probe mit Hollundermark). Solange die Narbe belegbar ist, wird Nektar abgesondert. Deshalb besuchen die Bienen, was mir bei der Beobachtung im Freien sehr auffiel, auch immer noch ältere Blüten. Ist die Narbenfläche braun geworden, so enthält die Blüte keinen Nektar mehr.

Soweit meine Aufzeichnungen. Aus den Beobachtungen von Hef und den meinen ergibt sich, daß Kerner Recht hat und die Schneeheide entschieden eine Bienenblume ist. Doch sind weitere Beobachtungen, besonders von höher gelegenen Standorten immerhin erwünscht. Ob es reiner Zufall war, daß Müller keine Bienen als Bestäuber sah, oder ob in seinem Beobachtungsgebiet besondere Verhältnisse vorlagen, ist nicht ohne weiteres zu entscheiden. Möglicherweise spielt auch die Jahreszeit und die Höhenlage eine Rolle. *Erica* ist im Tale ein Frühblüher und wird deshalb von den noch wenig honigreiche Blüten findenden Insekten reichlich besucht. Im Gebirge blüht die Schneeheide später. Müller beobachtete im Juni, im Albulatal. Auf alle Fälle aber sind die Bemerkungen Müllers über die nachträgliche Umzüchtung der *Erica* zu einer Tagfalterblume völlig unhaltbar. Er ist hierbei das Opfer der darwinischen Selektionstheorie geworden¹⁾. P. Knuth, Handbuch der Blütenbiologie, II, 2, S. 44, schließt sich vollständig dieser Auffassung Müllers an und erwähnt die Beobachtung Kerners nicht einmal!

Zur Entscheidung der ferneren Fragen, ob Protogynie vorliegt, ob *Erica* im letzten Stadium windstäubig wird, sind noch weitere Untersuchungen notwendig. Denn es ist ganz gut möglich, daß sich die Blüte nicht überall gleich verhält. Auch die Wit-

¹⁾ Hermann Müller (1829—1883) war Lehrer an der Realschule in Lippstadt und schrieb „Die Befruchtung der Blumen durch Insekten“ (1873), „Alpenblumen, ihre Befruchtung durch Insekten und ihre Anpassungen“ (1881). Er war ein höchst einseitiger Vertreter der Selektionstheorie und hat mit Recht scharfen Widerspruch gefunden. Berühmter ist sein Bruder, Fritz Müller (1821—1897), seit 1852 in Blumenau in Brasilien, ein ausgezeichnete Beobachter, aber ebenso extremer Anhänger der darwinischen Lehren, was besonders in seiner berühmt gewordenen Schrift „Für Darwin“ (1864) zum Ausdruck kommt.

terung vermöchte wohl einen gewissen Einfluß auszuüben; wir kennen ja von anderen Blüten weitgehende Anpassungen solcher Art. Schließlich sei hier noch auf eine Bemerkung Hildebrands (Berichte der Deutschen Bot. Gesellsch. Bd. XV. S. 292) hingewiesen, die mir 1916 noch nicht bekannt war: „Anfangs sind nämlich die Pollenkörner

durch ölige Beschaffenheit klebrig, später pulverförmig, indem dann die Klebkraft des Dels schwindet.“ Das wird ein natürlicher Prozeß sein, der aber doch wieder bei Ausbleiben von Insektenbesuch, z. B. wegen schlechter Witterung, auf allfällige Windbestäubung hinzudeuten scheint.

Ausgerottete und aussterbende Tierarten.

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

Daß die Tierbevölkerung des alten Germaniens insofern eine andere war, als sie Arten umfaßte, welche im heutigen Deutschland nicht mehr vorkommen, weiß jedermann.

Auf den Studentenfneipen wird das Lied von den alten Deutschen gesungen, welche auf der Bärenhaut lagen und immer noch ein's tranken, indessen macht ein Trinkhorn¹⁾ die Runde, eine Erinnerung an den altgermanischen Brauch die Hörner des Auerochsen an Stelle von Bechern zum Trinken zu gebrauchen.

Der europäische Wisent (*Bison europaeus* Ow.), fälschlicherweise als Auerochs bezeichnet, war vor 200 Jahren noch in ganz Mitteleuropa anzutreffen. Von der vordringenden Boden- und Waldkultur mehr und mehr verdrängt war schließlich nur noch eine kaum 200 Stück zählende Herde in der Bjelowjescher-Heide in Litauen vorhanden. Hier stand der Wisent in kaiserlich-russischem Schutzbezirk unter schärfsten Maßregeln, so daß es gelang, die kleine Herde des letzten europäischen Wildrindes auch die Kriegsjahre hindurch bis zum Abzug der schützenden deutschen Truppen zu erhalten, bis im September 1919 der letzte Stier von Wilderern niedergeknallt wurde. Jetzt lebt nur noch im Kaukasus, den man den „sechsten Erdteil“ genannt hat, weil ihn die Russen weder zu Europa noch zu Asien rechnen, hier und da sein wilder Vetter, der „Tscherkessenbüffel“.

Im Niebelungen-Lied wird dem Recken, Siegfried nachgerühmt: „Er schlug der Ure²⁾ viere, und auch den grimmen Schelch“.³⁾ Auch der zweite hier genannte Recke des germanischen Waldes, der Elch, das Elentier wurde vom Krieg stark mitgenommen. Noch bis in die letzten Jahre beherbergte ein kaiserlich-deutsches Jagdrevier bei Rominten in Ostpreußen ungefähr

400 Stück Elche, nun ist mit dem Stück auch diese Wildart aus der freien Wildbahn in Deutschland verschwunden. Ein merkwürdiger Zufall wollte es, daß auch hierbei der Wildfrevel in Frage kam.

Schon längst in Deutschland auf freier Wildbahn ausgerottet ist der in früheren Jahrhunderten noch häufige Biber (*Castor fiber* L.) Jetzt besteht noch eine kleine Kolonie unter dem Naturschutz am Unterlauf der Saale vor ihrer Einmündung in die Elbe zwischen Wittenberg und Magdeburg. Daß der wegen seines kostbaren Pelzes stets hochgeschätzte Mager früher in der Fuldaergegend weit verbreitet war, dafür geben Zeugnisse zahlreiche Ortsbezeichnungen am Flüsschen Biber östlich der Rhön, Burg-Biberstein, Hof Biber, Niederbiber etc. Auch der Geschlechtsname von Vibra leitet sich von dem Tiernamen ab. Paramente aus der Zeit eines Fürst-Bischofs von Vibra im Domstift zu Fulde zeigen im gestickten Wappen als Wappentier den Biber.

In der Schweiz gelang es den eifrigen Bestrebungen des Naturschutzvereins das schon seit Anfang des 18. Jahrhunderts auf freier Wildbahn fast ausgerottete und auf die höchsten Erhebungen der Zentralalpen beschränkte Steinwild (*Ibex europaeus* L.) wieder heimisch zu machen. In den Piemont'schen Alpen bestand noch eine kleine Kolonie auf eng begrenztem Gebiete unter dem Schutz des Königs von Italien. Anfangs des 19. Jahrhunderts begann man mit der Wiedereinbürgerung des Steinbocks. Die ersten Versuche mit Blendlingen von Steinbock und Hausziege fielen unbefriedigend aus, namentlich, weil die Tiere nicht richtig verwildern wollten und mußten wieder aufgegeben werden. 1906 begann man mit der Züchtung reinblütiger Stämme im Tierpark „Peter und Paul“ im Kanton

¹⁾ Als Material für dasselbe dient ein poliertes riesiges Horn des ungarischen Zugochsen.

²⁾ Ure = Auerochs. ³⁾ Schelch = Elch.

St. Gallen und hat jetzt damit derartige Erfolge erzielt, daß man bereits junge Tiere in geeigneten Revieren aussetzen konnte. Nach und nach konnten noch weitere solche Tiere zur Neuauffrischung des Blutes bezogen werden, so daß der Park bis zum Jahre 1917 30 Stück, 12 männliche und 18 weibliche, erhalten hat. Der Wildpark „Peter und Paul“ wurde damit die Mutterkolonie des echten Alpensteinwildes, die zur Weiterbesiedelung der Schweizeralpen mit diesem stolzen Wild die größten Dienste geleistet hat und noch leisten wird. Da im Park auch 44 Geburten stattfanden, konnte bald an eine Abgabe von Tieren gedacht werden.

Für die erste Aussetzung wurde das Gebiet der „Grauen Hörner“ im Kt. St. Gallen bestimmt, wo Ende 1918 35 Köpfe gezählt wurden. Nachdem dieser erste Versuch gelungen war, ging man daran, den Alpensteinbock auch in Graubünden wieder heimisch zu machen. Das Gebiet des Piz d'Aula oberhalb Bergün wurde als Revier für dieses Unternehmen bestimmt, wo Ende 1918 der Bestand mindestens 18 Stück betrug. Auf das Frühjahr 1920 ist eine Besiedelung des schweizerischen Nationalparks im Unterengadin mit Steinwild vorgesehen. Nachdem 1915 bereits im Berner Oberland auf dem „Harder“ bei Interlaken ein solcher Park gegründet wurde, könnte man Ende Februar 1919 12 Stücke zählen.

Erfreulicherweise ist der braune Bär (*Ursus arctos* L.) nicht, wie man befürchtete, aus der Tierwelt der Schweizeralpen ausgerottet. Im Sommer 1919 wurde er in mindestens zwei Revieren des Engadins festgestellt, im östlichen Grenzgebiet sogar einmal mit zwei Jungen.

Definitiv aus der Tierwelt der Schweizeralpen ist dagegen ein anderes altbekanntes Wild verschwunden, der Lämmergeier (*Gypaetus barbatus* L.), der nur noch einzelne Horste in den Pyrenäen besitzt.

Aus Finnland wird über das massenhafte Auftreten des Wolfes berichtet; er hat sich stark vermehrt, daß er den Rentierherden so zusetzt, daß Schutzprämien von 50 bzw. 100 Kronen auf die Erlegung eines jungen bzw. eines alten Wolfes von der norwegischen Regierung ausgesetzt wurden. Die Wölfe haben alle Scheu vor dem Menschen verloren und umstreifen rudelweise die Dörfer, in die sie selbst am hellen Tage eindringen.

Als Folge des Weltkrieges ist ebenso

die erstaunliche Zunahme des Jagdfrevels zu betrachten, welche offenbar durch die enorme Preissteigerung für Fleisch, Häute und Pelze veranlaßt, der beim Fehlen des Jagdschutzpersonals eine derartige Höhe erreichen konnte. Für die Tierbevölkerung der Schweiz scheint der Krieg dagegen keine nachteiligen Folgen gehabt zu haben, eher das Gegenteil. Allwöchentlich lesen wir in den Tagesblättern, daß in den Revieren der westlichen Kantone, wo das Wildschwein seit Jahrzehnten nicht mehr vorkam, ganz Rudel der Borstentiere gesehen wurden. Auch Hirschwild wurde mehrfach beobachtet, das über den Oberrhein und seine Zuflüsse in die Eidgenossenschaft einwechselte. In beiden Fällen handelt es sich offenbar um Wild, das durch den Kriegslärm aus seinen bisherigen Standquartieren in den Vogesen verschreckt wurde.

Ob aber der Verarmung der europäischen Tierwelt dauernd entgegengewirkt wird, erscheint bei dem realistischen Zuge der Jetztzeit mehr als fraglich; Exemplar docent!

Der amerikanische Bison weidete noch vor wenigen Jahrzehnten in Herden von Hunderttausenden Köpfen in Prärien Nordamerikas und heute ist er, bis auf karge Reste im Naturschutzpark von Yellowstone, ausgerottet.

Ein ähnliches Schicksal droht dem afrikanischen Elefanten (*Elephas africanus* L.) Durch die Elefantenjagd ist seine, zur Zeit der Reise von Livingstone noch so große Zahl, derart vermindert worden, daß man denkt, die geringe Zahl von übriggebliebenen Tieren in einer umzäunten Reservation der Kap-Kolonie vor der Ausrottung zu bewahren.

Die Wandertaube Nordamerikas war früher in so ungeheurer Masse vorhanden, daß ihre Flügel die Sonne verfinsterten, und schon jetzt ist sie so selten geworden, daß die Unionsregierung den Preis von einigen Pfund Dollars für die Ermittlung eines einzigen bewohnten Nestes aussetzte. Es hatte sich nämlich ergeben, daß die Wandertaube unschätzbare Dienste für die Landwirtschaft in der Vertilgung eines Schädlings leistete.

Abreißen ist leichter als aufbauen! Und der Mensch, welcher sich so gern Herr der Schöpfung nennt, kann zwar Herr sein, insofern er negativ tätig ist, positiv aber, als Meister wirken, kann allein der Schöpfer!

Mittelschule

Beilage zur „Schweizer-Schule“

Mathematisch-
naturwissenschaftliche Ausgabe

Schriftleitung:
Dr. H. Theiler, Luzern

Inhalt: Die Edentaten. — Zur Erinnerung an die erste Weltumseglung vor 400 Jahren.
— Die Kreuzotter. — Literatur.

Die Edentaten.

Von Dr. M. Diethelm, Rickenbach b. Schwyz.

Unter dem Namen Edentaten oder Zahnarme wurden früher sehr verschiedenartige Tiere zu einer einzigen Tierordnung vereinigt. Das zu dieser Zusammenfassung ausschlaggebende Merkmal war das Gebiß.

Die Zähne sind von einfachem Bau. Sie besitzen gewöhnlich eine zylindrische Form und sind wurzellos, indem sie an der Basis röhrenförmig offen sind. In dem Masse, als sie sich abnutzen, wachsen sie wieder nach. Im Allgemeinen sind die Zähne homöodont, d. h. jeder Zahn hat fast das gleiche Aussehen wie die andern. Fast ohne Ausnahme sind die Zähne monophodont d. h. ohne Zahnwechsel. Der Schmelz fehlt den Zähnen der Edentaten. Die Zähne setzen sich aus Dentin und einem Ueberzuge von Zement zusammen. Das Dentin ist gegen die äußere Peripherie des Zahnes von kleinen, feinen Kanälchen durchzogen, ist also hier von harter Konsistenz; die innern Schichten des Dentins besitzen gröbere Kanäle, sind von spröderer Beschaffenheit.

Der Name „Zahnarme“ könnte zu der Auffassung verleiten, daß sämtliche Edentaten wenig Zähne besitzen würden. Dem ist nicht so; besitzt doch das in Südamerika lebende Riesengürteltier, Priodontes giganteus E. Geoffr., im ganzen gegen hundert Zähne. Einige Edentaten besitzen allerdings gar keine Zähne, nämlich die Ameisenbären, Myrmecophagidae, und die Schuppentiere, Manidae. Diejenigen, welche mit Zähnen begabt sind, entbehren in der Regel der Schneidezähne. Eigentliche Eckzähne treffen wir nicht an; indessen ist bei gewissen Riesenfaultieren der erste Backenzahn sowohl im Oberkiefer als im Un-

terkiefer von den übrigen Backenzähnen getrennt und scheint mehr oder weniger die Funktion eines Eckzahnes übernommen zu haben. Ebenso soll das Männchen vom Faultier einen Eckzahn besitzen. Wo nicht vollkommenes Fehlen der Zähne vorhanden ist, darf aber doch im Allgemeinen der Satz aufgestellt werden, daß den Zahnarmen Schneidezähne und eigentliche Eckzähne fehlen, so daß mit Rücksicht auf dieses Fehlen der Schneide- und Eckzähne der Name Edentata (Zahnlücke, Zahnarme) doch gerechtfertigt erscheint.

Neben diesem gemeinsamen Verhalten des Gebisses aber gibt es große Verschiedenheiten im anatomischen Bau, in der äußern Körperform und in der Lebensweise. — Da haben wir auf der einen Seite die Ameisenbären mit sehr langgestrecktem Kopfskelett, auf der andern Seite dagegen die ausgestorbenen großen Gürteltiere, deren Kopfskelett sehr hoch, der Länge nach aber verkürzt ist. Zwischen diesen beiden Extremen Kopfskelette, welche die Mitte halten. Wenn man sich mit einer oberflächlichen Messung zufrieden gibt, so erläutern dieses folgende Verhältnisse:

Höhe d. Schädels : Länge d. Sch. (inkl. Unterkiefer)			
Myrmecophaga jubata	1	:	3,7
Manis tricuspis	1	:	2,7
Myodon robustus	1	:	1,8
Glyptodontier (im Allgemeinen)	1	:	1

Auch bezüglich einzelner Schädelknochen stoßen wir auf mannigfache Gegenätze. So sehen wir z. B. die Nasenbeine sehr gut entwickelt bei den Ameisenbären, Schuppentieren und Gürteltieren, während sich bei den fossilen Riesenfaultieren und ausgestor-

benen Riesengürteltieren kurze Nasenbeine vorfinden. Ein vollständiger Jochbogen, sogar mit kräftigen Fortsätzen, bei den ausgestorbenen Faultieren und Riesengürteltieren, ein unvollständiger Jochbogen bei den Ameisenbären. Ein nach abwärts gerichteter Fortsatz am Jochbein mancher amerikanischen Edentaten (Faultiere, Riesengürteltiere und Riesengürteltiere) ist sehr charakteristisch und wird nur noch bei dem tertiären *Clothidium* (*Suidæ*) und dem pleistocänen *Diprotodon* (Beuteltier) angetroffen. Der Unterkiefer ist dünn, niedrig und langgestreckt bei den Insektenfressern (Ameisenbär, Schuppentier), normal bei Gürteltieren, überaus stark ausgebildet bei ausgestorbenen Gürteltieren. (Fig. 1.)

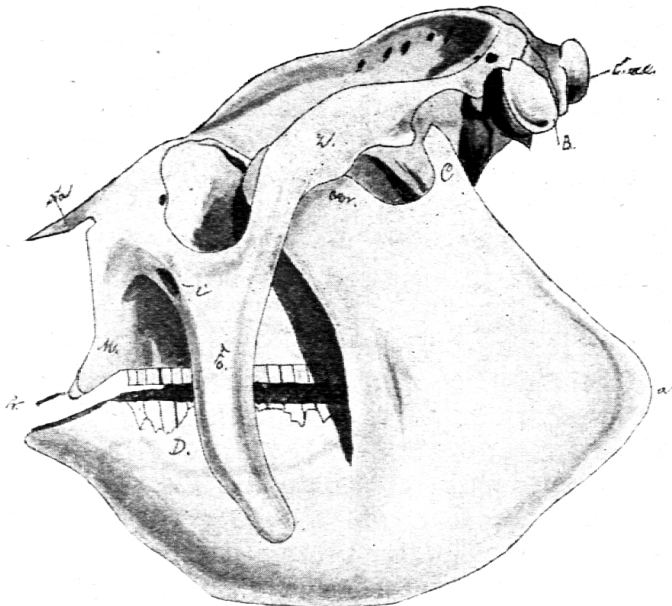


Fig. 1. Kopfskelet von Glyptodon. Orig.

Der erste Halswirbel, der Atlas, ist sehr mannigfach gebildet und variiert außerordentlich. Es können in Bezug auf Form und Größe, bezüglich der Dornfortsätze, der Querfortsätze und der Perforierung des Wirbels von einander sehr abweichende Gebilde auftreten. Während z. B. der Atlas von *Manis tricuspis* und auch derjenige von *Dasypus setosus* mehr die Gestalt einer Ellipse aufweist, zeigt derjenige von *Bradypus tridactylus* kreisförmige Gestalt. Einen *processus spinosus dorsalis* finden wir bei *Manis tricuspis*, weniger deutlich bei *Dasypus* und *Bradypus*, nur andeutungsweise bei *Myiodon*. Ein *processus spinosus ventralis* tritt uns entgegen bei *Manis*, mehr oder weniger gut entwickelt auch bei *Bradypus*, während man bei *Myiodon* nach der Spur eines solchen vergebens sucht. — Bei *Dasypus*

läßt sich am Querfortsatz deutlich ein oberer und unterer Fortsatz unterscheiden, bei *Manis tricuspis* finden wir nur ein Rudiment von einem untern Querfortsatz und bei *Bradypus tridactylus* vermissen wir diesen Fortsatz gänzlich. — Auch der zweite Halswirbel, der *Epistropheus*, obwohl im Wesentlichen nicht abweichend von demjenigen der übrigen Säuger, ist bei den einzelnen Vertretern der Edentaten verschiedenartig ausgebildet. Er tritt frei auf wie bei *Bradypus*, *Myiodon*, kann aber auch mit den folgenden Wirbeln verwachsen wie bei *Dasypus* und *Glyptodon*. Der Dornfortsatz ist bald unabhängig und mäßig entwickelt (*Bradypus*), bald kräftig, mit andern Dornfortsätzen verwachsen und sogar dem Atlas aufliegend (*Dasypus villosus*). Der *processus odontoideus* erscheint schlank bei *Bradypus*, klotzig bei *Myiodon*. Der Querfortsatz ist sehr wenig entwickelt und nicht durchbohrt (*Bradypus*), oder in einen griffelförmigen Fortsatz ausgezogen und für die Vertebralarterie durchbohrt (*Myiodon*), oder endlich mit andern Querfortsätzen verwachsen, ein *foramen intervertebrale* für den Durchtritt des Halsnerven bildend (*Dasypus*, *Glyptodon*). — Die einzelnen Wirbel der Halsregion sind entweder frei oder ganz oder teilweise miteinander verwachsen (*Dasypus villosus*, *Glyptodon*).

Die Rumpfwirbel der meisten Edentaten zeichnen sich dadurch aus, daß sie neben den gewöhnlichen Fortsätzen und Gelenkflächen noch andere besitzen. Sehr deutlich sieht man diese akzessorischen Gelenkfortsätze in der vergleichend-anatomischen Handsammlung der Universität Zürich an einem Skelett von *Dasypus setosus*. Diese akzessorischen Gelenkfortsätze der Rumpfwirbel hat man für die Systematik der Edentaten verwertet, indem man innerhalb der Ordnung der Edentaten die beiden Unterabteilungen *Nomarthra* und *Xenarthra* unterschied, erstere ohne, letztere mit akzessorischen Gelenkfortsätzen. Die erstern umfassen die altweltlichen Formen, die Erdferkel in Afrika und die Schuppentiere in Afrika und Asien; die letztern machen die amerikanischen Edentaten aus, die Faultiere, die Ameisenbären und Gürteltiere. (Vgl. die Einteilung in „Grundzüge der Palaeontologie von Zittel“. 1895). Später hat man dann die Ordnung der Edentaten aufgehoben und zwei neue Ordnungen geschaffen, die *Edentata Nomarthra* und die *Edentata Xenarthra*. (Vgl. die Ein-

teilung in „Claus-Grobhen, Lehrbuch der Zoologie“. 1910). — In Beziehung auf die Anzahl der Rumpfwirbel der Edentaten herrscht große Verschiedenheit. So besitzt *Dasypus villosus* 11 + 3 (11 Brust- und 3 Lendenwirbel), *Megatherium* 16 + 3, *Choloepus didactylus* sogar 24 + 3 Rumpfwirbel.

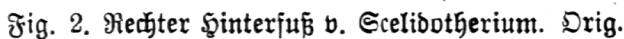
Die Edentaten zeichnen sich durch eine ganz enorme Entwicklung des Kreuzbeins aus. Im einfachsten Falle setzen nur drei Wirbel das Kreuzbein zusammen (*Myrmecophaga jubata*), in der Regel aber nehmen viel mehr Wirbel an der Bildung des Kreuzbeins teil. Bei *Priodon giganteus* und *Tolypeutes conurus* steigt die Zahl der Kreuzbeinwirbel sogar auf 13. Die Anzahl der Kreuzbeinwirbel kann sogar bei ein und derselben Spezies wechseln. — Die meisten Zahnarmen besitzen eine lange Schwanzregion. Der kleine Ameisenbär zählt 40, *Manis macrura* sogar 49 Schwanzwirbel. — Die Zahl der Rippen ist bei den einzelnen Vertretern eine verschiedene. Am meisten zählt das zweizehige Faultier, welches 24 Paare Rippen trägt.

— Die vorderen Extremitäten sind bei denjenigen Edentaten, welche eine große Fähigkeit im Klettern besitzen, langgestreckt (Faultiere). Tiere, welche die Arbeit des Grabens verrichten, besitzen dagegen untersehte, breite Gliedmaßen (Gürteltiere). Die Vorderfüße sind bei den einzelnen Vertretern sehr verschiedenartig gestaltet, sowohl in Bezug auf die Form der carpalia, metacarpalia und phalanges, als auch bezüglich der Anzahl derselben. Die Endphalangen sind modifiziert, indem sie Krallen, Klaue oder Hufe tragen. Der Oberschenkel ist bei denjenigen Edentaten, welche graben, kurz und dick, bei jenen dagegen, die sich kletternd auf den Bäumen bewegen, lang und dünn. Entweder ist, wie bei den meisten Säugern, die Fibula viel schwächer entwickelt als die Tibia (*Manis*), oder es ist das Wadenbein fast ebenso stark ausgebildet wie das Schienbein (*Bradypus*, *Dasypus*). In letztem Falle weichen Schien- und Wadenbein gewöhnlich divergierend auseinander und lassen zwischen sich eine große Öffnung offen. Das Wadenbein besitzt entweder oben und unten eine Gelenkfläche zur Artikulation (*Scelidotherium*), oder es ist oben mit dem Schienbein verwachsen und unten frei (*Megatherium*), oder endlich ist das Wadenbein mit dem Schienbein sowohl oben als

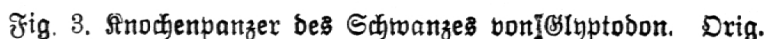
unten verwachsen (*Dasypus*). — Der Fuß ist bei den kletternden Faultieren in die Länge gezogen, während er bei den ausgestorbenen Glyptodontieren verkürzt erscheint. Die Rippen sind gut entwickelt, bei einigen breiter (Gürteltiere, Ameisenfresser), bei andern weniger breit (Faultiere). In der Ausbildung der einzelnen Bestandteile zeigen sich ebenfalls große Unterschiede im Schultergürtel und Becken.

Bei dieser großen osteologischen Variabilität sind bei den amerikanischen Edentaten die akzessorischen Gelenkfortsätze etwas konservativer und Durchgreifendes, so daß man dieselben als einen Hinweis auf die nähere Verwandtschaft sämtlicher amerikanischen Edentaten ansah und sie, wie schon bemerkt, in der Ordnung der Xenarthra vereinigte. In dieser Annahme wurde man gestärkt durch die enorm zahlreichen fossilen Edentatenfunde, die in Südamerika gemacht wurden, welche zeigen, daß an der imposanten Riesensäugetierwelt der tertiären Vorzeit Südamerikas die Zahnarmen den Löwenanteil hatten und es nahelegen, daß die jetzt lebenden, verschiedenartigen Formen der amerikanischen Edentaten nur spärliche Ueberreste einer zahl- und formenreichen Gruppe sind, welche durch riesige Tiere vertreten war.

Hierher gehören die Riesensfaultiere (*Gravigrada*) mit den drei Familien der *Megatheriden*, *Megalonychiden* und *Myodontiden*. Der bekannteste Vertreter von diesen ist *Megatherium giganteum* Pand. aus der an fossilen Säugetieren so reichen Pampasformation (*Diluvium*) von Argentinien, von welchem zahlreiche Skelette in amerikanischen und europäischen Museen (Genf, Zürich, München) aufgestellt sind. Es war ein Tier von Elefantengröße, seine Knochen waren aber noch viel massiger als beim Elefant. Das Riesensfaultier war offenbar ein Pflanzenfresser wie die heutigen Faultiere. Mit Rücksicht auf seine Größe und den anatomischen Bau ist anzunehmen, daß es beim Nahrungserwerb auf seinen Hinterbeinen sich erhob, dabei auf den kurzen aber kräftigen Schwanz sich stützte und mit den Klauen seiner Vorderfüße sich die Blätter, Äste und Zweige herunterholte. Die dritte Klaue des Hinterfußes, welche bei den Riesensfaultieren ganz besonders kräftig ausgebildet ist, wurde als Hacke gedeutet, die beim Entwurzeln von Bäumen tätig gewesen sein soll. — (Fig. 2)



Ferner sind hier zu erwähnen die ausgestorbenen Riesengürteltiere (Glyptodontata). Sie unterscheiden sich hauptsächlich von den heute lebenden Gürteltieren durch ihre enorme Größe und sodann dadurch, daß ihre Knochenpanzer im Gegensatz zum Hautpanzer der heute lebenden Gürteltiere aus einem einzigen Guß besteht, ein kolossales, gewölbtes, tonnenartiges Gebilde darstellt, so daß die ganze Gruppe den Namen Riesenpanzertiere sehr wohl verdienen würde. Die den Panzer zusammensetzenden Knochenplatten stehen durch Suturen miteinander in Verbindung und haben rundliche, meistens aber polygonale Gestalt von rosettenartigem Aussehen. Sie sind bei den einzelnen Vertretern der Glyptodontier verschiedenartig ausgebildet; ja selbst an einem und demselben Individuum ist in verschiedenen Körperregionen die Struktur und Anordnung der Panzerplatten eine verschiedene. Die Last dieses kolossalen Tonnen gewölbes hat sich dahin geltend gemacht,



Von den Forschern, die sich namentlich um die Kenntniß der ausgestorbenen Edentaten verdient gemacht haben, sollen hier erwähnt sein der Hallenser Professor Hermann Burmeister und sein Nachfolger Florentino Ameghino. Der erstere siedelte im Jahre 1861 nach Buenos Aires über, war bis in sein hohes Alter wissenschaftlich tätig und starb 1892 in der argentinischen Universitätsstadt Cordoba; der letztere dehnte die Ausgrabungen bis in den Süden Patagoniens aus. —

Die Großfinkel bewohnen Südafrika, die Schuppentiere Ostindien, Ceylon und Afrika. Die Xenarthra Süd- und Centralamerika. Die Romarthra nähren sich von Ameisen und Termiten und ihr Körperbau ist dementsprechend eingerichtet, was besonders in den Scharfrallen, der spitzen Schnauze, der kleinen Mundöffnung und der langgestreckten klebrigen Zunge, mit welcher die Ter-



Don. Drig.

miten und Ameisen massenhaft erbeutet werden, zum Ausdruck kommt. Eine ähnliche Lebensweise führen, wie schon der Name sagt, die im östlichen Südamerika lebenden Ameisenbären, welche mit ihren großen Krallen Ameisen- und Termitenhäufen aufscharren und deren Bewohner mit der wurmförmigen, klebrigen, weit ausstreckbaren Zunge einfangen. Die Gürteltiere, von denen manche sich zusammenfugeln können, sind omnivor. Ihre Zunge ist spitz, aber nicht weit vorstreckbar. Durch ihre Wühlereien, die sie mit ihren Krallen verursachen, richten sie manchmal bedeutenden Schaden an. Die Faultiere endlich führen die Lebensweise eines hängenden Kletterers, der sich von Blättern und Früchten nährt.

In der äußern Körperbekleidung finden wir große Unterschiede. Bei den Erdferkeln haben wir einen dicken, dünnborstig behaarten Leib. Die Schuppentiere besitzen ein dichtes, dachziegelartiges Schuppenkleid; die Schuppen sind verhornte und miteinander verbundene Epidermiszellen. Bei den Gürteltieren verknöchert die Lederhaut und liefert den charakteristischen Knochenpanzer, über dem sich die Oberhaut als horniger Ueberzug befindet. Den Leib der Ameisenbären bedeckt ein dichter Pelz, während die lange Behaarung der Faultiere infolge einer Belegschicht getrocknetem Grase ähnelt.

Neuere Forscher (Weber) bringen mit

Bezug auf Zahnbau, anatomische Merkmale und die hufartigen Klauen die Erdferkel mit den Huftieren in verwandtschaftliche Beziehung. Siegegen möchte nur betont werden, daß auch bei den ausgestorbenen Glyptodontieren hufartige Klauen angetroffen werden. (Fig. 4.) Die Ahnen der

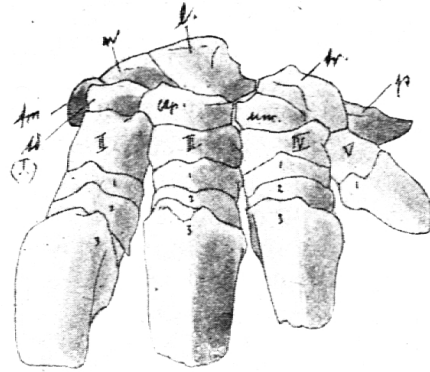


Fig. 4. Unter Vorderfuß von Glyptodon. Orig

Schuppentiere sucht man bei den Kreodonten, den tertiären Vorläufern der Raubtiere. Nach diesen neuern Auffassungen sind dann auch die frühern Ordnungen Nomarthra und Xenarthra aufgegeben und an ihre Stelle drei neue Säugetierordnungen aufgestellt worden: 1. Erdferkel oder Röhrenzähner (Tubulidentata), 2. Schuppentiere (Pholidota) und 3. die altweltlichen Edentaten (Xenarthra). Vergleiche Brehms Tierleben, 10. Bd. Vierte Auflage, 1912. —

- Quellen:** a) Sammlungen. Vergleichend anatomische Handsammlung der Universität Zürich. — Roth'sche Sammlung (Zürich). —
 b) Literatur. Flower, Osteologie der Säugetiere. — Zittel, Paleontologie der Säugetiere. — Bronn, Osteologie. — Owen, Description of the skeleton of an extinct gigantic sloth (*Myodon robustus*). — Harlan, Description of the fossil bones of *Megalonyx*, discovered in "white lave" Kentucky. — Burmeister, ein neuer Chlamphorus. — Moreno, Anales del Museo de la Plata. — Plainville, paresseux et edentés. — Claus-Grobben, Lehrbuch der Zoologie. — Brehms Tierleben, 10. Bd., 4. Auflage.

Zur Erinnerung an die erste Weltumsegelung vor 400 Jahren. *) (1519—1522.)

Von Dr. F. R. Brunner, Luzern.

In unseren Tagen kehrt zum 400. Male die Erinnerung an die großartigste seemannische Leistung aller Zeiten, die erste Umsegelung der Welt durch Magellan. Columbus hatte Amerika entdeckt, der Portugiese Vasco da Gama den Seeweg um Afrika nach Indien gefunden. Nicht wissenschaftliche, sondern wirtschaftliche Gründe hatten

die großen Unternehmungen des Entdeckungszeitalters veranlaßt, indem sie der Auffindung von Edelmetallen und Gewürzen galten. Heiß begehrt waren namentlich die Molukken (nördlich von den Philippinen) als Erzeugungsstätte der teuer bezahlten Gewürznelken. Diese fanden bei der damaligen Geschmacksrichtung im Uebermaß

*) Es sei hier verwiesen auf eine größere Abhandlung über dieses Thema von Prof. Dr. Kurt Haffert, erschienen im Jahrgang 1919 der „Rundschau“, Frankfurt.

Verwendung. Die Nachfrage nach ihnen war so lebhaft, daß sie neben Gold, Edelsteinen und kostbarem Pelzwerk die wertvollsten Handelsgüter und die hauptsächlichsten Vorkmittel des Völkerverkehrs waren. Papst Alexander VI. „als Herr der Erde“, hatte 1493 die berühmte Demarkationslinie gezogen, durch die er kraft päpstlicher Allgewalt die neu entdeckten und noch zu entdeckenden Länder unter die damaligen Kolonialstaaten Spanien und Portugal aufteilte. Die Scheidelinie bildete der Meridian durch die Kapverdischen Inseln. Was bis zur Hälfte des Erdumfanges östlich von dieser Linie lag, sollte den Portugiesen gehören, das Gebiet westlich davon aber spanisch sein. Wegen der Mangelhaftigkeit der geographischen Unterlagen war man noch nicht darüber einig, ob die Molukken der spanischen oder portugiesischen Erdhälfte zugefallen seien. Nach den wirtschaftlichen Anschauungen jener Zeit stund der östliche Weg um Afrika nach Indien lediglich seinen Entdeckern, den Portugiesen, offen und war für alle andern Handelsvölker gesperrt. Das Ziel auf dem westlichen Wege zu erreichen, schien zunächst aussichtslos, weil es trotz aller Bemühungen nicht gelungen war, eine Durchfahrt aus dem Atlantischen Ozean nach dem neu entdeckten Weltmeer jenseits der Landbrücke von Panama zu finden. Der portugiesische Edelmann Fernando de Magellan, ein kühner Offizier und wagemutiger Kaufmann zugleich, der sich mit seiner Landesregierung überworfen hatte, unternahm es, an der Spitze eines spanischen Geschwaders ohne Verletzung der Demarkationslinie einen Durchpaß in höhern Breiten im außer tropischen Südamerika zu suchen und nach den Molukken weiter zu segeln. Seine große Westfahrt wurde gekrönt durch die Entdeckung der Magellanstraße und erweiterte sich zur ersten Weltumsegelung.

Im September 1519 lichteten die Expeditionsschiffe in San Lucar, dem Hafen von Sevilla, die Anker. Freilich hatten die 5 Karawellen, stark gerundete Fahrzeuge mit hochgebautem Bug und Heck, nicht mehr Raum als heute ein großer Rheinfahrer. Die mitgenommenen Nahrungsmittel waren deshalb für die aus 265 Köpfen bestehende Schiffsbesatzung zu ungenügend. Die Fahrt ging zunächst nach dem heutigen Rio de Janeiro und dann längs der Ostküste von Südamerika entlang. Die Schiffe hielten sich dicht an dem damals noch un-

erforschten Gestade und untersuchten mit großem Zeitverlust alle Buchten, die das Vorhandensein einer Meeresstraße wahrscheinlich machten. So verging der Sommer und je weiter sie polwärts kamen, um so unwirtlicher wurde das Klima und um so mehr mußten zur Streckung der Vorräte die täglichen Lebensmittelrationen verkürzt werden. Es kam zu heimlichen und offenen Widersetzlichkeiten der Mannschaft. An Streitigkeiten und Zermürbungen hatte es überhaupt seit Anbeginn der Reise nicht gefehlt, weil Magellan als Landesfremder von den stolzen Spaniern nicht als voll angesehen wurde. Die Meuterer bemächtigten sich dreier Schiffe und verlangten die Heimkehr, weil das Vorhandensein einer Durchfahrt ein Trugbild sei. Magellan entledigte sich mit rücksichtsloser Energie, mit List und Gewalt der Haupttrüffelsführer und stellte die Ordnung wieder her.

Nach furchtbaren Stürmen, die ein Schiff zum Scheitern brachten, wurde im Oktober 1520 der Eingang zu der berühmten Straße gewonnen, die wirklich nach Westen führt und seitdem den Namen Magellans trägt. Ein 2. Fahrzeug entfernte sich heimlich von den andern und kehrte nach Spanien zurück, weil seine Besatzung von den Gefahren und Nahrungssorgen zurückschreckte. Inzwischen durchfuhren die übrigen 3 Schiffe in 5 Wochen ohne Unfall, wenn auch mit äußerster Vorsicht, die Straße, die mit 600 Km. Länge der Entfernung zwischen Hamburg und Danzig entspricht und als ein wirres Durcheinander von Kanälen, Buchten, Etagen, Klippen, Inseln und Halbinseln heute noch einer der gefährlichsten Seewege ist.

Nun begann der zweite nicht minder schwierige Teil der gigantischen Aufgabe. Denn vor den Seefahrern breitete sich eine unendliche Wasserfläche aus, von der man noch nicht wissen konnte, ob sie einen Weg zu den Molukken eröffnete. Je näher dem Tropengürtel, um so freundlicher wurde das Wetter, und unter dem gleichmäßigen Wehen des Südostpassats glitten die Schiffe während der vier Monate dauernden Fahrt so ruhig dahin, daß das neue Weltmeer den Namen Mar Pacifico oder Stiller Ozean erhielt. Unterwegs wurden die Philippinen entdeckt und für Spanien in Besitz genommen. Hier erhielt man die erste genauere Kunde über die Lage der Gewürzinseln. Hier fand aber auch der Führer mit einer Anzahl seiner Genossen in einem

Gefecht gegen die Eingeborenen den Tod. So wollte es das neidische Geschick, daß der erst 41jährige Mann, nachdem er mit großer Zähigkeit alle Hindernisse überwunden hatte, fast im Angesicht des Ziels sein Leben lassen mußte. Mit ihm starb einer der größten Seefahrer aller Zeiten.

Die Expedition erreichte schließlich unter der Führung des baskischen Steuermanns Delcanso die Molukken, die aber bereits in die portugiesische Handelsphäre einbezogen waren. Portugiesische Schiffe waren auch schon ausgesandt, um die Spanier zu verfolgen, ihnen den Weg abzuschneiden und die Landung zu verwehren. Die Flucht ging unter anhaltenden Stürmen quer durch den Indischen Ozean um die Südspitze von Afrika herum. Hunger und Erschöpfung zwangen sie schließlich, die Kapverden anzulaufen. Da sie die eingekauften Nahrungsmittel mit Gewürzen bezahlten, wurde ihre Herkunft bekannt. Ein Teil der Mannschaft wurde festgenommen, der Rest konnte sich nur durch schnelle Flucht retten. Außer

den Desserteuren in der Magellanstraße kehrten von den 265 Expeditionsmitgliedern nur 35 in ihre Heimat zurück.

Magellans Fahrt bereicherte die Wissenschaft durch eine Fülle neuer Ergebnisse und Anregungen und trug in ungeahnter Weise zur Erweiterung des geographischen Horizontes bei. Abgesehen vom äußersten Süden stellte sie das Nichtvorhandensein einer Durchfahrt längs der ganzen Küste des neuen Erdteils fest, dann beseitigte sie endgültig die falschen Vorstellungen von der übertriebenen Ausdehnung der alten Welt, indem sie die Existenz eines großen Ozeans nachwies, der sich wie eine riesige Kluft zwischen die neue Welt und den Ost- und Asiens schiebt, und endlich erbrachte sie den ersten sinnlichen Beweis von der Kugelgestalt der Erde. Zur weltgeschichtlichen Bedeutung wurde die erste Erdumsegelung dadurch, daß nun die Zeit der europäischen Kolonisation und der politischen und wirtschaftlichen Weltherrschaft unseres Erdteils begann.

Die Kreuzotter.

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

Die Kreuzotter (*Vipera berus* L.), bekanntlich die einzige Giftschlange Mitteleuropas, bevorzugt als Aufenthalt im Gegensatz zu der an heißen Bänken vorkommenden Blattnatter (*Cornella laevis* L.) weniger warme Vertikalitäten im Walde, moorige Heideflächen, Torfbrüchen, usw. Mancherorts kommt sie in überaus großer Anzahl vor, so im sächsischen Erzgebirge und in Schlesien. Zur Ueberwinterung finden sich an geeigneten Orten unter Baumstümpfen und dgl. oft eine große Menge der Tiere der Umgebung einen Otterknäuel bildend zusammen. In den Blättern für (Aquarien- und Terrarienkunde 1919 Nr. 16 S. 236) finden wir unter (von der Kreuzotter *Vipera berus* L.) Wilhelm Schreitmüller einen Bericht von Paul Hahn-Halbau in Schlesien.

„Kreuzottern im Winterlager. Wenn auch — und das wohl mit Recht — behauptet wird — daß die Kreuzotter unter allen deutschen Schlangen, was die Vertilgung schädlicher Tiere anlangt, den größten Nutzen bringt und ihre Existenz forstwirtschaftlich zur Erhaltung von Kulturen in manchen Gegenden sogar notwendig ist, so dürfte es doch nur wenig Menschen geben, die ihr die Verdienste, die sie

sich erwirbt, danken. Ihr aus übertriebener Tierfreundlichkeit das Wort zu reden, hieße an den Menschen freveln. Wirkt auch der Biß der Kreuzotter bei Menschen nur in äußerst seltenen Fällen tödlich, so verursachen die Verletzungen doch häufig mehr oder weniger ernsthafte Erkrankungen, so daß schon aus diesem Grunde die rücksichtslose und eifrige Verfolgung der einzigen giftigen Schlange*) Deutschlands gerechtfertigt erscheint. In Niederschlesien tritt die Kreuzotter seit einigen Jahren überaus zahlreich auf, obgleich z. B. in drei benachbarten Amtsbezirken im Laufe des letzten Jahres für etwa 1000 Kreuzottern die übliche Fangprämie von 25 Pfg. pro Stück ausgezahlt worden ist, begegnet man ihr jetzt 2 km von Halbau i. Schl. linksseitig der Chaussee Halbau-Burau auf einer z. Zt. für Neukulturen vorzubereitenden freien Fläche, die östlich vom Kiefernwald, nach den andern Richtungen hin von Erlengebüsch und Wiesen begrenzt ist, in geradezu erschreckender Anzahl. Von Kulturarbeitern wurden zunächst 27 Ottern in einem Hügel unter einem vermoderten Erlenstumpf ertappt und getötet. Am 18. Oktober vorigen Jahres konnten dieselben Arbeiter einer Kreuzottergesellschaft von 37 Stück, die

*) Es kommt auch noch *Vipera aspis* L. (Zuraviper) in Deutschland vor.

sie in einem kleinen Sandhügel etwa $\frac{1}{2}$ m tief vereinigt vorfand, den Garaus machen. Den Hauptfang aber machten sie am 25. Oktober, indem sie an diesem Tage unter vermorschten Kieferwurzeln in wieder nur $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ m Tiefe ein Kreuzotternwinterlager von sogar 43 Stück entdeckten, das ich an Ort und Stelle photographieren konnte. Die größten Exemplare hatten eine Länge von 71 cm. In der Färbung waren sie sehr verschieden; einige waren aschgrau, andere braungrau, rotbraun oder schwarzbraun.*)

Alle Kreuzottern vereinigen sich zu Beginn des Herbstes zu Schlafgesellschaften. Aus dem Winterschlaf erweckt sie erst die Wiederkehr des Frühlings. Im Schlafzustande sind sie wenig rege, scheinbar vollkommen erschlaft. Sobald man sie aber in die Nähe eines Feuers oder an einen warmen Ofen bringt, erlangen sie sofort ihre alte Lebendigkeit wieder. Alle 107 Kreuzottern wurden auf einer Fläche von nur $\frac{1}{4}$ Hektar gefunden. Bemerkt sei noch, daß die Leute bei ihren Arbeiten hier auffällig viel Iltisse und Wiesel beobachteten. Es ist eine unleugbare Tatsache, daß gerade Iltisse als Kreuzotternvertilger Unglaubliches zu leisten vermögen. Ich besitze seit einigen Monaten einen zahmen

Iltis und ich habe beobachten können, daß Kreuzottern seine Lieblingspeise sind. Ich reichte ihm gleichzeitig einen Sperling, eine Maus und 5 Kreuzottern. Er fraß nacheinander zunächst die 5 Ottern, dann die Maus und zuletzt den Sperling. In drei Tagen vertilgte er nicht weniger als 29 Kreuzottern."

Der Aufsatz erinnert mich an die Schwierigkeiten, welche ich f. Zt. hatte, mir das nötige Material zu meiner Arbeit: Ueber Bildung und Ersatz der Giftzähne bei Giftschlangen (Zool. Jahrb. Bd. X 1897) zu beschaffen. Ich erhielt lebende Kreuzottern von Herrn Ingenieur W. Sonnenmann in Hannover und Landwirt Joachim Klöpper in Gr. Escherde bei Hildesheim; in meinen Tagebuch-Notizen 8. Sept. 1894 steht: „3 Kreuzottern von Emmerke vorgefunden. Eine hatte im Glas fünf Junge geboren."

Was nun das Vorkommen der Kreuzotter in der Schweiz betrifft, so kann ich mich für ihr Vorkommen auf der Hochmatt, südwestlich von Freiburg verbürgen. Als der leider verstorbene Vater Karl Hager aus Disentis bei mir über die Kiefermuskulatur der Giftschlangen eine wissenschaftliche Untersuchung anstellte, brachte er von dort drei prächtige Kreuzottern mit.

Der Verf.

Literatur.

Dr. August Vinz, Schul- und Exkursionsflora der Schweiz, mit Berücksichtigung der für Basel in Betracht kommenden Teile von Baden und Elß. Basel 1920, Benno Schwabe u. Co. Klein 8°, 401 S. Preis kartoniert Fr. 9.—

Nach dem Vorworte des Verfassers ist die vorliegende Flora der Schweiz entstanden als Erweiterung der von ihm erstmals 1901 herausgegebenen Flora von Basel und Umgebung, d. h. der benachbarten Gebiete von Jura, Schwarzwald und Vogesen. Die enge Umgrenzung des Buches wurde im Unterricht und auf Exkursionen als Mangel empfunden. Dazu kam der auch von anderen Schweizer Schulen ausgesprochene Wunsch ein nach einfachen Grundsätzen ausgearbeitetes Bestimmungsbuch zu besitzen. Denn es ist nun einmal Tatsache, daß die treffliche Flora von Schinz und Keller den Mittelschülern oft beinahe unüberwindliche Schwierigkeiten bereitet.

„Abgesehen von den Gattungen *Rubus* und *Hieracium*, bei denen nur die Haupt-

arten beschrieben sind, haben alle Arten des Gebietes Aufnahme gefunden. Abarten und Formen sind nur in äußerst beschränktem Maße berücksichtigt worden. Wir besitzen ja für die Schweiz die vorzügliche Flora von Schinz und Keller, die für streng wissenschaftliche Zwecke unter allen Umständen zu verwenden ist. Als leitende Gesichtspunkte waren Handlichkeit und Einfachheit maßgebend."

Ich glaube, es ist dem Verfasser, einem erfahrenen Lehrer und Praktiker und ausgezeichneten Floristen, gelungen, ein sehr brauchbares Buch zu schaffen. Die Durchsicht des schmucken Bandes hat mich in dieser Ueberzeugung nur bestärkt und ich möchte dem verehrten Herrn Verfasser gerade an dieser Stelle den besonderen Dank aussprechen, daß er uns mit der schon längst ersehnten Schulflora beschenkt hat. Der einzige Fehler, den das Buch besitzt, ist der etwas hohe Preis, eine Folge der Ungunst unserer Zeit.

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

*) Also Tiere verschiedenen Geschlechts, Männchen und Weibchen.

Mittelschule

Beilage zur „Schweizer-Schule“

Mathematisch-
naturwissenschaftliche Ausgabe

Schriftleitung:
Dr. H. Theiler, Luzern

Inhalt: Der Biber. — Zur Kritik der Grundlagen des Darwinismus. — Literatur.

Der Biber.

Natur- und kulturgeschichtliche Studie von Dr. P. Emmanuel Scherer.*)

Paul Sarasin, der bekannte Vorkämpfer für Naturschutz, hat einmal den Gedanken ausgesprochen, wir seien zur Erhaltung der Natur schon darum gewissermaßen verpflichtet, weil einst die Nachwelt uns zur Verantwortung ziehen würde. In einem ähnlichen Falle befinden wir uns heute, in Bezug auf den Biber, unseren Vorfahren gegenüber. Wenn ich es unternehme ein Bild dieses merkwürdigen Tieres zu entwerfen, so ist es weniger eine Biographie, als viel mehr der Nekrolog auf einen Toten.

Der altweltliche oder europäische Biber hat sicher einst zu den gemeinsten Tieren gehört. In drei Weltteilen war er zu Hause. Die Ägypter haben das Tier in ihrer Bilderschrift. Eine Religionsatzung der Magier verbot streng ihn zu töten. In Europa war der Biber von Spanien bis an den Ural, von England bis zum schwarzen Meere allgemein verbreitet. Seine Reste sind aus Höhlenfunden, wie aus Pfahlbauten bekannt. In der Schweiz fanden sich am reichlichsten Ueberreste des Biber am Moosseedorffsee, seltener in Kobenhäusen und Baumwil. Es ist wohl anzunehmen, daß der Biber nach dem Rückzug der Gletscher zu den frühesten Ansiedlern gehörte und sich so ziemlich im ganzen europäischen Waldgebiet ausgebreitet hatte. Den alten Germanen galt er als Opfertier. Fraas hat ihn in ansehnlichen Resten bei der Opferstätte auf dem Lochenstein in Schwaben nachgewiesen. Griechen und Römern war er wohl bekannt. Melian

nennt ihn κάστωρ (castor), Plinius fiber; Linné hat in seiner Nomenklatur beide Bezeichnungen vereinigt: Castor fiber.

Im Mittelalter kam der Biber im Kloster S. Gallen regelmäßig auf den Tisch. Wir sind darüber unterrichtet durch die berühmten „Benedictiones ad mensas“, die der Nachwelt durch denselben Ekkehard überliefert wurden, dessen Genius ihr das Waltharilied geschenkt hat. In diesen Speisesegnungen heißt es vom Biber: Sit benedicta fibri caro, piscis voce salubri! Gefegnet sei des fischähnlichen Biber's Fleisch! Auch auf dem Speisezettel der Konzilsväter zu Konstanz findet sich der Biber. Für seine Verbreitung in Mitteleuropa und der Schweiz haben wir nebst zahlreichen andern Nachrichten die interessanten Angaben von Conrad Gesners Tierbuch (Ausgabe von C. Forer, Heidelberg 1606):

„Obwohl in allen Landen diß ein gemein Tier, so seynd sie doch zum liebsten wo große Wasserflüß rinnen, die Ar, Reuß, Rhymat im Schweizerland, auch die Byrh umb Basel hat dern viel. Die Marne in Frankreich zeuget sie auch gut. Preußen, Ruffen, Moskowiten, Samogithia hat irer viel. An der Thonau, Rein, Rekar und anderen Wassern, wo sie still lauffen in lertigem Grund, da find man auch viel.“

Eine dauernde Erinnerung an das einst gewöhnliche Tier halten zahllose Ortsnamen fest. In der Schweiz gibt es Bäche die „Biber“ oder „Biberen“ heißen, in Schaffhausen, Schwyz, Freiburg, Solothurn, im Entlebuch. Dann sind zu nennen, die Orts-

*) Nach einem in der naturforschenden Gesellschaft in Luzern gehaltenen Vortrage. Von einer Wiedergabe der zahlreichen dort vorgeführten Bilder, nach Naturaufnahmen und aus älteren Werken, muß ich der Kosten wegen hier leider absehen; ich kann nur eine kleine Auswahl davon bringen.

namen Viberbrück und Viberegg im Kt. Schwyz; Vibern und Viberist, Gemeinden in Solothurn; Vibern, Weiler in Schaffhausen und bei Laupen; Vibersee, Weiler bei Cham; Viberstein, Gemeinde und Dorf im Kt. Aargau. In Bayern gibt es nach Kobell über 60 Orts- und Bachnamen, die mit „Viber“ anfangen. Ebenso lassen auf die große Verbreitung im übrigen Deutschland schließen z. B. Viberach in Württemberg, Vibrich am Rhein, Vibra in der Provinz Sachsen, Bober, Boberäberg, Boberfeld in Schlesien, Boberka in Galizien (Viber=Bober im Slawischen). Wahrscheinlich hat auch die Birz ihren Namen von unserem Tiere und auch Vibratte, das berühmte Schlachtfeld, scheint auf den Viber zurückzuweisen.

Daß der Viber einst ein gemeines, wohlbekanntes Tier war, bezeugt ferner die Heraldik; eine große Anzahl Wappen führen den Viber oder dessen Schwanz; die Gemeinde Viberstein hat das Tier im Gemeindewappen; die adeligen Geschlechter Heding v. Viberegg, Marschall v. Viberstein, v. Vibra nennen sich nach ihm.

Heute sind von dieser einst so reichen Besiedelung nur noch ärmliche Reste übrig. Dem Areal der Alpenländer fehlt der Viber heute gänzlich; schon in der ersten Hälfte des XVIII. Jahrhunderts dürfte er in der Schweiz verschwunden sein. Skandinavien und das europäische Rußland besitzen noch spärliche Viberkolonien, ersteres im südlichsten Norwegen, letzteres in den Kositnosümpfen und an der Dwina, wo früher auch weiße Viber beobachtet wurden. In bedeutender Zahl scheint sich der Viber noch in Sibirien erhalten zu haben, doch widersprechen sich die Nachrichten, und es ist nicht ausgeschlossen, daß viele angeblich von dort auf den Markt gelangende Viberfelle, über die Beringstraße aus Nordamerika stammen. Ob der Viber im Kaukasus und in Kleinasien vorkommt, ist unentschieden.

Im mittleren und südlichen Europa leben gegenwärtig nur noch in zwei eng begrenzten Gebieten Viber im wilden Zustande. Die südlichste Kolonie liegt im Rhonedelta, in Südfrankreich. Es ist ein sehr beschränktes Verbreitungsgebiet. Die Tiere haufen an den Ufern der Rhone, in den unbebauten, schlammigen, häufiger Uberschwemmung ausgesetzten Landstrichen, die zwischen dem eigentlichen Flußlauf und den zum Schutze des Kulturbodens angelegten Deichen hinziehen. So findet sich

der Viber in der Petit-Rhône, zwischen Turquez und Sylvé-réal, ferner an der Rhone von Avignon bis Port Saint-Louis und endlich in dem Nebenfluß Gardon, von der Mündung bei Comps acht Kilometer flussaufwärts, bis Port du Gard. Sehr zahlreich scheinen die Tiere nicht zu sein. Ob der Versuch eines französischen Großindustriellen, Gaston Menier, auf der Insel Anticosti eine Viberkolonie anzulegen, wovon 1915 die schweizerische Tierbörse berichtete, gelungen ist, dürfte wohl fraglich sein.

In Deutschland besteht ein letztes Vibergebiet zwischen Magdeburg und Dessau, an der Elbe und ihren Nebenflüssen, der Ruthe, Mulde und Saale. Diese letzten Bestände waren 1848 so stark zurückgegangen, daß ihre Zukunft gefährdet schien. Unter strengem behördlichem Schutz hat sich aber die Kolonie wieder erholt; im Jahre 1890 waren 126 Viberbaue mit ungefähr 200 Tieren bekannt. Die folgenden Jahre zeigten wieder einen ziemlich starken Rückgang. Kurz vor dem Weltkriege schätzte man die Tiere wieder auf etwa 250. Wie es jetzt nach dem Kriege und einer Periode allgemeinen Jagdfrevels, mit den Vibern im Elbgebiete steht, ist noch nicht bekannt geworden; es ist aber wohl das Schlimmste zu befürchten.

Ob in Bosnien, wie eine Jagdzeitung berichtet, tatsächlich noch Viber vorkommen, ist ungewiß; wahrscheinlich beruht die Angabe auf einem, schon früher widerlegten, Irrtum.

Dagegen lebt der Viber in einer nahe verwandten Art in Nordamerika und Kanada. Dort kam er noch vor wenigen Jahrzehnten, in unglaublicher Menge vor. Der Golf von Mexiko bildete einst die südliche Verbreitungsgrenze. Ursprünglich lebte er in einem Gebiete vom atlantischen bis zum stillen Ozean, von 68° nördlicher Breite bis nach Mexiko hinab. Das Hauptzentrum scheint die Gegend um die Hudsonsbai gewesen zu sein: in Labrador, ganz Kanada, selbst auf den Halbinseln Neuschottland und Neubraunschweig, sogar auf Newfoundland, war der Viber sehr verbreitet. Doch ist auch hier, durch die Habgier des Menschen, der Pelz und Vibergeil begehrte, das Tier fast völlig vernichtet worden.

Die Viber haben sich immer mehr auf den Oberlauf der Flüsse zurückgezogen; einen sichern Zufluchtsort fanden sie freilich auch da nicht. Die Tatsache, daß die den

kanadischen Pelzhandel beherrschende Hudsons-bay-company, den indianischen Jägern erst für 15 Biberbälge eine schlechte Flinte oder ein halbes Kilo Pulver, für vier Bälge eine Wolldecke abließ, lehrt uns verstehen, welch ein Vernichtungskampf gegen den kanadischen Biber geführt wurde. Von 1860—1871 kamen in London jährlich im Durchschnitt 153000 Biberfelle zur Versteigerung, im Jahre 1901 noch 44200. Wenn neuerdings diese Zahl wieder etwas gestiegen ist, so deutet das nicht etwa auf stärkere Vermehrung, sondern auf immer weiteres Vordringen der Pelzjäger in die fernsten Wohngebiete des Tieres. Wenn Kanada nicht jetzt in letzter Stunde Vorsorge trifft, durch Schongesetze und Reservationen, wird auch der amerikanische Biber bald das Schicksal des europäischen teilen müssen und ausgerottet. Einen Anfang zu einer solchen Schutzbewegung hat in Neufundland Lord Northcliff, der bekannte englische Zeitungsmagnat, gemacht, indem er ein ihm gehörendes Waldgebiet von 5500 Quadratkilometer, das die Holzvorräte für die Papierfabrikation liefert, als Schutzgebiet für den Biber erklärte.

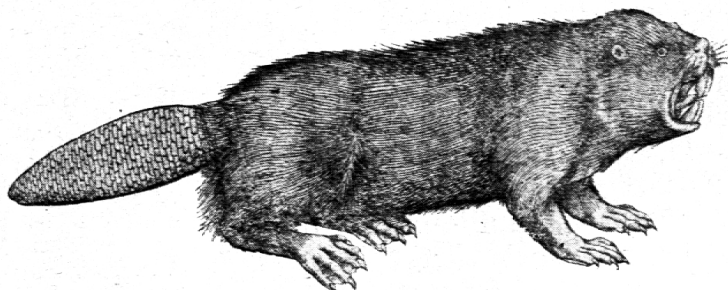
Doch sehen wir uns jetzt das interessante Tier selbst näher an. Unter den altweltlichen Nagetieren ist der Biber weitaus das stattlichste. Er wird unter den Nagetieren an Größe nur vom südamerikanischen Wassertschwein übertroffen. Die Länge eines ausgewachsenen Biber Männchens mag etwa 1.30 m betragen, wovon 30—35 cm auf den Schwanz treffen; das Weibchen ist etwas kleiner.

Girtanner, der verdiente S. Gallische Forscher, der dem Biber eine schöne Monographie gewidmet hat, berichtet, daß er im Winter 1883 von der Elbe her ein Biberpaar erhalten habe, das in Fischernetze geraten und darin erstickt war. „Gerade dieses Paar,“ sagt er, „sahen mir seine dahinschwindende Art nochmals in ihrer ganzen Größe, Schönheit und Schwere vorführen zu wollen. Erreichte doch das männliche Exemplar (unaufgebrochen) mit völlig 30 Kilogr., einer Totallänge von 132 cm, wovon 35 auf den Schwanz fallen, und dem Bauchumfang von 90 cm, sowohl nach Maß als Gewicht, die volle Stärke, die dem europäischen Biber unter den besten Verhältnissen zugeschrieben wird; und ebenso das Weibchen mit 25 Kilogr. Gewicht, 122 cm Länge (Schwanz-

länge 32 cm) und einem Bauchumfang von 85 cm.“ Friedrich-Deßau gibt das Gewicht eines 1891 von Elbdeicharbeitern gefangenen Bibers sogar auf 48 Kgr. an!

Wenn man den Biber summarisch betrachtet, wird man unwillkürlich an eine riesige Ratte erinnert. Vor allem ruft der Kopf mit seinen zwei Paaren mächtiger Kagezähne, seinen kleinen gerundeten Ohren, den kleinen Augen und den, infolge einer mächtig entwickelten Raummuskulatur breiten und dicken Backen, diesen Eindruck hervor. Schon der alte Gesner gibt gar keine üble Beschreibung der äußern Erscheinung des Bibers. Sie ist um so wertvoller, als sie wohl auf Autopsie vieler Exemplare beruht, wenn sie auch nicht gerade übermäßig modern klingt.

„Der Biber,“ heißt es in seinem Tierbuch, „ist ein Tier, das auf dem Land und in dem Wasser lebt, wohlbekannt, von Aschensfarb auf Schwarz sich ziehend, dann je schwerer er ist, je köstlicher er wird geachtet. Er hat gleich Haar einem dicken linden gleißenden Flum, der vil linder ist dann ein Fädern, ein linden Balg, außerhalb des Schwanzes, der allweg vast einer zwerchen Hand breit, drey mal so lang, von schuppechter Haut überzogen. Sein Flum ist nicht gleich, allweg ein kurzes Fäserlein, wo zwei lange fürgehn. Kleine Derlein, die rund, hat er, aber ein grausam Biß, im obern und untern Kiffel weit für gehend, breit, hart, stark, überaus scharffe Zän, deren oben zween goldgelb herfür gehn, und auch zween gegen den obern gleicher Farb, welche hart aneinander stehen. Die obern gehen vast anderthalb Finger hoch für den Kiffel aus, die untern bey drey Fingern. Die all vier sind vornen, doch gegen dem Rachen gleich etwas hollecht ausgeschliffen und wie ein Messerballen gescherpft. Und mit diesen Zänen weren sie sich, haumen die Bäume ab, und ohn Zweifel schlachens siez in die Fisch als die Hacken. Sonst haben sie hinden im Maul in jedem Kiffel acht Stockzahn,



Der Biber. Aus Gesners Tierbuch.

die sind ganz kurz, aber scharpff mit furchenden Krinnen eben wie ein Sägen, das sie die Rinden der Bäumen wol damit zerklüffen und zermahlen mögen.

Sein Bart oder Maulsumpff vornen seynd hürnen; niedere Füß hat er, deren die vorderen Hundsfüßen, die hindern Gänzfüßen nicht unähnlich; dann zwischen denselben gespaltne Klauen, hat er ein dünn Häutlein, das wie der Gänß im Schwimmen sich auseinander dñet. Also mit den vordern zum lauffen, mit den hindern zum schwimmen gerüstet. Er hat ein langen Leib, der doch fast allein der Bauch und sonst wenig an ihm ist, darum ihn etliche das Bauchtier nennen."

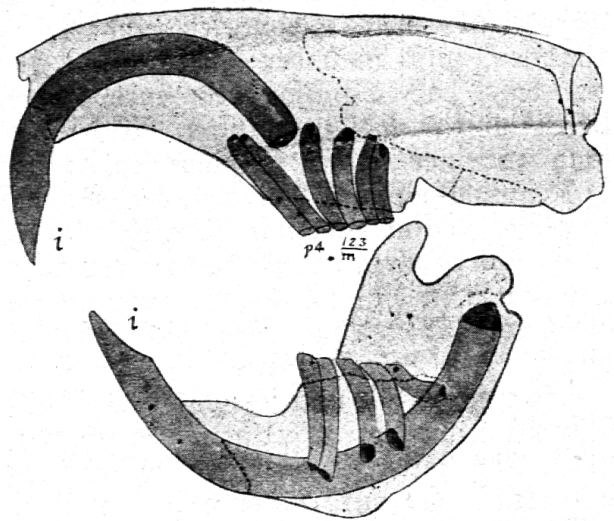
Diese Beschreibung Gesners ist außerordentlich getreu und charakterisiert das Tier vorzüglich. Gerade was er zuletzt von der mächtigen Entwicklung des Bauchs sagt, bestätigt Girtanner, indem er hervorhebt, der enorme Wanst falle an dem unaufgebrochenen Tiere am allermeisten auf und man verstehe die Bezeichnung des Biber als Bauchtier durch ältere Zoologen.

Fügen wir zu Gesners Beschreibung noch einige Ergänzungen hinzu. Zum besseren Verständnis der Stellung, die der Biber in der Abtheilung der Nagetiere einnimmt, sei daran erinnert, daß die Ordnung der Rodentia in zwei Unterordnungen zerfällt: Duplicidentata und Simplicidentata. Erstere besitzen oben hinter den eigentlichen Nagezähnen ein zweites Paar. Alle Schneidezähne sind von Schmelz umgeben, der auf deren Hinterfläche aber nur geringe Ausbildung erreicht. Die Simplicidentata dagegen besitzen in jedem Kiefer nur einen wurzellosen gebogenen und an der Vorderfläche mit Schmelz bedeckten Incisivus (Schneidezahn). Hierher gehören unter anderen die Familien der Sciuroidea (Eichhörnchen) und Castoroidea (Biber).

Wenn man auf stammesgeschichtliche Ausblicke Wert legt, so müssen sich die Biber von den Sciuroidea, denen sie am nächsten stehen, schon frühzeitig abgetrennt haben, denn sie besitzen primitivere Merkmale. So haben sie keinen processus post-orbitalis, eine vollständig hohle bulla ossea, ohne Scheidewände, einen pollex, auch Besonderheiten im Skelett, einen andern Bau von malleus und incus.

Der Kopf des Biber ist rundlich-eckig. Herodot rechnet ihn deshalb zu den

Viereckgesichtern: *Κάστωρες καὶ ἄλλα θηρία τετράγωνο πρόσωπα*. . . Die Schnauze ist stumpf, dick, das Maul groß, die Nase breit, kahl mit großen Nasenlöchern. Um Maul, Augen und Ohren stehen etwa 7—8 cm lange Barthare. Hauptwaffe des Biber sind die gewaltigen Schneidezähne, oben und unten je zwei, die bogenförmig über die Wurzeln der Backenzähne hinaus im Kiefer verlaufen, daher sie manchmal im Oberkiefer einen Kreisabschnitt von 12 cm, im Unterkiefer von 5 cm im Durchmesser bilden. Bei den Zähnen des Zwischenkiefers kann die Länge an der vorderen Krümmung bis 10,7 cm betragen, die der hinteren Krümmung 6,2 cm. Beim Unterkie-



Schädel des Biber, verkleinert. i = Nagezähne.

ferincisiv betragen die Werte 13,7 und 9,5 cm, oder in gerader Linie für die oberen Schneidezähne 5,5, für die unteren 10,5 cm. Die Nagezähne bestehen aus milchweißem Dentin und tragen vorn eine schwache konvexe Schmelzplatte von orangebrauner Färbung, eine Folge der Reizung durch den gerbsauren Weidenast. Da die Schmelzplatte hart ist, das Dentin aber weich, so erscheint, an der Gebrauchsfläche, jene als oberer scharfer Rand, von dem eine dreieckige Fläche, eben die Wurfläche schief nach hinten verläuft. Alle Nagezähne sind an ihrer Wurzel vollständig hohl; die Höhlung verengert sich nach der Schneide zu immer mehr, so daß an der Schneidefläche nur eine kleine dreieckige Andeutung der Höhlung übrig bleibt. Backenzähne hat der Biber oben und unten jederseits vier, ausnahmsweise auch fünf; sie sind alle gleich und ursprünglich ungefähr vierhöckerig. Ihre dünne Schmelzlage wird auf der Kaufläche bald abgerieben. Die Krone, mit inneren und äußeren Schmelzfalten hat zu-

nächst keine Wurzeln; erst später bilden sich solche aus. Von den Schneidezähnen sind die Molaren durch eine große Lücke getrennt.

Die Zunge ist klumpig, dick. Die Augen ausgesprochen seitlich, für die Größe des Tieres sehr klein, mit senkrechtem Sehloch, dunkelblauer Iris und einer Nickhaut. Die kleinen abgerundeten Ohren werden von den Haaren fast völlig verdeckt. Der Hals ist dick und kurz und geht unmerklich in den untersehten Körper über. Der Rücken ist gekrümmt, der große Bauch hängend.

Der merkwürdige Schwanz, immer viel kürzer als der Körper, ist teils behaart, etwa ein Viertel der Länge, teils schuppig. Der beschuppte Teil ist länglich, oval, wagrecht flach, an der Wurzel etwa 6 cm breit und ebenso dick, in der Mitte gegen 9 cm breit und 1 cm dick, oben und unten mit schillernden, graubraunen fünf- und sechseckigen Schuppen bedeckt, von etwa 12 mm Breite. Zwischen den Schuppen stehen einzelne rückwärts gerichtete Haare. Die Beine sind kurz, namentlich die vorderen, mit 5 Zehen an jedem Fuß. Während die Zehen der Vorderfüße vollkommen getrennt sind, breitet sich zwischen jenen der Hinterfüße eine starke schwärzliche Schwimmhaut aus. Die Nägel sind lang, schmal und spitzig, von schwärzlicher Farbe. An der zweiten Hinterzehe jederseits findet sich neben dem normalen Nagel noch eine wagrecht nach dem Körper zu gestellte Nagelplatte, die vielleicht zum Striegeln der Flanke dienen dürfte.

Ueber den ganzen Körper, Nase, Füße und drei Viertel des Schwanzes angenommen, breitet sich ein Haarkleid, aus kurzem, dichtstehendem seidenartigem Unterhaar, und längerem, viel sparsamerem mehr starrem Oberhaar. Man spricht darnach von Wollhaar und Grannenhaar, oder einem dichten Bodensfell mit groben Stichelhaaren. Die dichteste Behaarung zeigen die Backen am Kopf, der Hals am Schulterblatt und der obere Teil der Schenkel. Das feine Haar ist etwa drei cm lang, aschgrau bis silberweiß; das Grannenhaar fünf cm oder darüber, an der Wurzel ebenfalls grau, an den Spitzen durchläuft es alle Schattierungen von weiß, grau, gelb, braun bis schwarz.

Die Farbe des europäischen Bibers ist rehbraun, an den Hinterfüßen etwas ins

rötliche spielend; die nackten Teile zeigen blasses, schwärzliches Grau mit bläulichem Anfluge. Bei der Gesamtfärbung kommen aber, ähnlich wie beim Murmeltier, Abweichungen vor, indem die Farbe bald mehr ins Graue, bald mehr ins Braune oder Schwarze zieht. Du Ratz fand in Louisiana eine ganze Kolonie schön aschgrauer Biber. Nach Mitteilungen von Hearn gab es seiner Zeit bei der Churchhill Faktorei schwarze Biber, von ausgezeichnetem Glanz. Ein weißer kam diesem Forscher nur ein einziges Mal zu Gesicht. Dagegen erwähnt Pallas weiße Biber vom Flußgebiet des Irtysh in Sibirien. Auch über gefleckte Biber liegen Beobachtungen vor.

Zeigt schon die äußere Gestalt des Bibers auffallende Besonderheiten, darunter als eine Art Unicum den schuppigen Schwanz, so finden wir fast noch mehr Eigentümlichkeiten in seinem inneren Bau. Das Knochengengerüst erinnert bald mehr an diesen, bald mehr an jenen Vertreter des Nagetiergeschlechts. Eine ähnliche Form des Unterkiefers haben Wasserratte, Murmeltier und Meerschweinchen. Während die Stirn ziemlich schmal ist, sind die großen Jochbögen sehr auffällig. Die Schlüsselbeine sind stark, die Schulterblätter ziemlich schmal, der Schnabelfortsatz dick, breit, kurz. Das Oberarmbein ist stark, sehr breit und hat zwei sehr große Muskelansätze. Die Handwurzel hat 9 Knochen, nämlich außer den 8 gewöhnlichen, innen noch einen überzähligen. Desgleichen finden sich auch in der Fußwurzel 9 Knochen. Das Wadenbein hat am oberen Ende einen sonderbaren großen, nach vorne und außen gekrümmten Haken. Von der Muskulatur sind die Raummuskeln besonders stark entwickelt. Der Schläfenmuskel ist groß, geht hoch am Scheitel hinauf und begegnet rückwärts jenem der entgegengesetzten Seite. Der masseter lateralis ist ebenfalls stark entwickelt; der vordere Teil des masseter medialis desgleichen. Da er wegen seiner Mächtigkeit das foramen infraorbitale nicht hat durchbohren können, war es ihm unmöglich seine Ursprungsfläche vor dem Jochbein zu verbreitern. Diese kräftig ausgebaute Muskulatur unterstützt das Nage- und Rauvermögen des Bibers ungemein. Das Rauen findet unter Verschiebung des Unterkiefers schräg nach innen und vorn statt.

(Fortsetzung folgt.)

Zur Kritik der Grundlagen des Darwinismus.

Von † Dr. phil. et med. E. Kathariner, Freiburg i. Schweiz.

„Nur eine einzige Säule zeugt von verschwundener Pracht, auch diese, schon geborsten, kann stürzen über Nacht.“

An diesen Vers aus: „Des Sängers Fluch“ wird man erinnert, wenn man sieht, wie eine nach der andern der Voraussetzungen fällt, auf denen nach Darwin die Entstehung der Arten beruht. Es sind dies bekanntlich die Erhaltung der bestorganisierten Formen im Kampf ums Dasein, ihre Zweckmäßigkeit durch Zuchtwahl, welche darin besteht, daß sich die bestorganisierten Stücke einer Art zur Paarung zusammenfinden. Sowohl beim Kampf ums Dasein, als bei der Auslese des Passendsten in der Selektion wird das Tier von Sinneswahrnehmungen geleitet. Deren Zustandekommen hängt nun vom Bau bezüglicher Sinnesorgane ab. Ob diese auf die angenommene Art und Weise tätig gewesen sein können, glaubte man bisher mit einem Rückschluß auf Grund von Sinneswahrnehmungen analoger Organe des Menschen erledigen zu können. Die exakte, voraussetzungslose Prüfung mittels Experimenten belehrt uns indessen mehr und mehr darüber, daß die Annahme analoger Sinneswahrnehmungen bei Tier und Mensch nicht zutrifft, und deshalb auch darauf beruhende Schlüsse falsch sein müssen. Wenn ein Sinnesorgan in einer bestimmten Weise tätig gewesen sein soll, so müssen selbstverständlich gewisse physikalische und physiologische Vorbedingungen vorhanden gewesen sein.

Dies gilt vor allen Dingen für die Gesichtswahrnehmungen. Hat doch die ganze Hypothese von den Schutzfarben, die Mimikryhypothese, die Lehre von den wahren Schreck- und Trugfarben, sowie endlich die den Prachtfarben zugedachte Rolle in der Selektion der Arten zur Voraussetzung, daß tierisch und menschliche Gesichtswahrnehmungen übereinstimmen. Daß letztere aber nicht vorhanden ist und die darauf beruhenden Folgerungen Fehlschlüsse sind, darüber belehren uns mit exakten, z. T. ganz neuen Untersuchungsmethoden angestellte Experimente des Münchener Ophthalmologen Prof. Dr. C. von Hefß. So fand er z. B., daß die gelbrote Prachtfärbung auf der Bauchseite, welche der Saibling des Königssees in Ober-Bayern zur Laichzeit hat, und welche als Hochzeitskleid gedeutet wird, schon in 60 m Tiefe nicht mehr als Farbe wahrzunehmen ist. Vier Meter unter der Oberfläche des Meeres ist kein Rot mehr zu

unterscheiden, elf Meter kein Gelb, 13 m überhaupt keine Farbe mehr; alle Farben und Dinge erscheinen von da an grau oder blaugrau. Auch beim Sehen in der Luft können die Farben häufig nicht in der Weise wirken, wie es nach der Theorie der Fall sein soll, und damit entfallen alle Schlussfolgerungen, welche man so häufig aus ihrem Vorhandensein ableitet, weil nicht die physiologische Voraussetzung erfüllt ist. Als im Versuch Hühnern Reiskörner vorgestreut und mit dem Licht des Spektralbandes bestrahlt wurden, pickten die Hühner alle Körner auf, mit Ausnahme jener, welche im Blau lagen.

H. fand ferner, daß den Vögeln die leuchtende blaue Färbung, welche im Prachtgefieder vieler Vogelarten angetroffen wird, und welche manche Arten, wie z. B. die Eisvogelarten, die Mandelkrähe u. a. zeigen, vom Vogel nur als helles Grau gesehen wird, so daß die Deutung des blauen Gefieders als Prachtfärbung vielfach unzutreffend sein müßte. Ein Hauptfehler aller Schlussfolgerungen, welche aus Gesichtswahrnehmungen gezogen werden, liegt darin, daß man nicht beachtet, daß beim Sehen zwei Akte in Frage kommen, die Helligkeitsempfindung und das Farbensehen; beide können zusammenfallen, brauchen es aber nicht. Eine Farbe kann hell sein, ohne einen großen Reizwert zu haben.

Sprichwörtlich bekannt ist, daß die rote Farbe den Stier zur Wut reizen soll. So schwenken z. B. die spanischen Stiersechter vor dem Stier, der in die Arena gelassen wird, ein rotes Tuch, um ihm den Degen in das Genick zu stoßen, wenn er mit gesenkten Hörnern auf sie losstürzt. Bei uns verbindet man dem Brüller, wie ein alter Zuchtstier heißt, die Augen, wenn er zum Schlachthof geführt wird. Daß aber die alte Meinung, das Rot reize den Stier zur Wut, falsch ist, zeigten Versuche von H.; als er nämlich die Einwirkung verschiedener Farbewahrnehmungen auf Simmentaler-Zuchtstiere prüfte, blieben diese auch bei grellroten Objekten ganz ruhig; es war eben nur die Bewegung, welche sie reizen konnte.

Bei Wirbeltieren sind derartige falsche Meinungen noch eher begreiflich, weil ihre Augen dieselbe Organisation haben, wie das menschliche. Diese „Entschuldigung“ trifft

aber nicht zu in den zahlreichen Fällen, wo es sich, wie bei den Insekten, um ein ganz anders gebautes Organ handelt. Wieviele der Darwin'schen Hypothesen beruhen aber auf der Voraussetzung, daß das Insekt etwas in derselben Weise sieht, wie wir. Bei der Prüfung der Frage fand H. aber, daß die Insekten, wie alle Wirbellosen überhaupt, total farbenblind sind. Nur die größere oder geringere Helligkeit einer Farbe wird unterschieden, und hier wiederum gilt gerade das Umgekehrte wie beim Menschen. Während für diesen und das Wirbeltier die Helligkeit der blauen Farben geringer ist als die von Rot, hat beim Insektenauge Gelb und Grün den größten Helligkeitswert, der nach Rot des Spektralbandes hin mehr und mehr abnimmt. Zahlreiche biologische Fragen werden aber ohne Berücksichtigung dieser Tatsache beantwortet; es sei nur erinnert an die engen Beziehungen, welche zwischen den Insekten und den Blüten bestehen. Man unterscheidet anemophile und entomophile Blüten; die Uebertragung des Pollens auf die Narbe des Stempels der Blüte geschieht bei ersteren durch den Wind, während sie bei letzteren durch blütenbesuchende Insekten vermittelt wird. Wenn das Insekt eine Blüte wegen des Honigsafts besucht, bleiben Pollenkörner an seiner Behaarung haften und werden dann beim Besuch einer zweiten Blüte am Stempel abgestreift. Es sind nun bei den Insektenblüten farbige Zeichnungen, sog. Saftzeichen vorhanden, welche das Tier auf dem richtigen Weg zum Honig leiten sollen, dessen biologischer Wert gleichfalls in der Anlockung von bestäubenden Insekten besteht. Die entsprechenden Verhältnisse bei den einzelnen Blumen werden vom englischen Botaniker James Lubbock in „Blumen und Insekten“ eingehend besprochen. Es wird stillschweigend vorausgesetzt, daß die Insekten von den Blüten genau denselben Sinnesindruck erhalten wie wir. Diese Voraussetzung ist aber durchaus irrtümlich, da ja die Insekten total farbenblind sind. Dasselbe gilt, wie für alle Wirbellosen überhaupt, auch für die Krebstiere. v. H. fand, daß sie gleichfalls total farbenblind sind, und alle Angaben falsch wären, daß gewisse Krebse, wie Maja und der Einsiedlerkrebs (*Pagurus bernhardi*) sich dadurch maskieren, daß sie sich mit Gegenständen bedecken, Tang, u., welche mit dem Untergrund in der Farbe übereinstimmen.

Schon früher hat er gefunden, daß manche

Lichtarten, welche von uns gar nicht wahrgenommen werden können, bei Tieren deutliche Reaktionen hervorrufen, so daß die Nichtbeachtung dieses Umstands verhängnisvolle Irrtümer zur Folge haben kann. Das ultraviolette Licht z. B. hat eine so geringe Wellenlänge, daß es von uns nicht empfunden wird. Die Ameisen aber, welche dunkle Verstecke aufsuchen, wurden durch ultraviolettes Licht verschreckt, während uns das davon bestrahlte Versteck ganz dunkel erschien. So wie hier ist auch in vielen andern Fällen eine Sehempfindung bei Tier und Mensch ganz verschiedenartig bezw. das Tier verfügt über Sinneswahrnehmungen, die uns fehlen.

Ist die für den Sehaft erforderliche physikalische Voraussetzung nicht erfüllt, fehlt das zum Sehen nötige Licht, so können auch keinerlei Schlüsse zutreffen, die eine Gesichtswahrnehmung zur Voraussetzung haben. Es gilt dies nun für zahlreiche prächtig gefärbte Tiefseetiere, sowie für die Fälle, wo der gefärbte Teil verdeckt ist, so daß Färbung und Zeichnung gar nicht gesehen werden können, wie es bei zahlreichen Schnecken, Muscheln, usw. der Fall ist. Ein besonders krasses Beispiel für die Deutung einer Zeichnung als Schreckfärbung bildet die dem Bilde eines Menschenkopfes in verkleinertem Maßstab täuschend ähnliche Zeichnung auf dem Rücken der Brust des Totenkopfschwärmers. Obgleich nun kein tierischer Feind jemals einen solchen menschlichen Totenschädel sieht und sein Anblick auch nichts Schreckhaftes hätte, weil ja Gedanken an Tod und Jenseits, welche für uns etwas Schreckhaftes haben, gänzlich wegfallen, so wurde doch bis in die neueste Zeit im Bild eine Schreckfärbung gesehen. Die Hinterflügel des Abend-Pfauenaugenschwärmers sind blau mit einem schwarzen Auge. Hühner, welche den Falter aufspicken wollen, hüpfen erschreckt zurück, wenn er die verdeckenden Vorderflügel hebt; sie sollten erschrecken, weil sie gewissermaßen von einem Ungeheuer angegloht würden. Das Nächstliegende ist wohl aber, daß sie durch die Bewegung der Flügel abgeschreckt werden. Geradezu lächerlich aber ist es, wenn man den Anblick, den eine ausgestreckte Wein-Schwärmerraupe bietet, gleichfalls für die Hypothese von der Schreckfärbung verwertet. Das verjüngte Vorderende mit den Augenflecken auf der Seite und den Brustbeinen auf dem Bauch läßt sich in der Fantasie zum Bilde eines Alligatorkopfes ergänzen. Diese Möglichkeit, das Fehlende in Gedanken zu ergänzen genügt

ganz abgesehen von den Größendifferenzen und anderem.

Die Ursache einer noch so auffallenden Zeichnung braucht ja gar nichts mit dem Sehen zu tun haben, kann z. B. die Folge eines Stoffwechselprozesses, eines chemischen Vorgangs, u. dgl. sein. Es gibt Beispiele genug, wo die prächtigste Färbung und Zeichnung eines Naturobjekts gar keinen physiologischen Zweck erstreben kann, einfach deshalb, weil sie unter normalen Verhältnissen gar nicht gesehen werden kann. Es gilt dies beispielsweise für die prächtigen Färbungen vieler Kristalle und die zierlichen Zeichnungsmuster, die wir am Schliff eines durchschnittenen Achat bewundern. Es gab aber eine Zeit, und Verf. erinnert sich zahlreicher Fälle, wo namentlich die Populärwissenschaft bemüht war, für jede mehr oder

weniger auffallende Färbung und Zeichnung eine biologische Bedeutung nachzuweisen. Die Auffindung, ja bisweilen die „Erfindung“ neuer Fälle von Schutzfärbung und Mimikry waren geradezu Modesache; wenn es heutzutage damit besser geworden ist, verdanken wir dies soweit die Gesichtswahrnehmungen in Frage kommen in erster Linie der kritischen Nachprüfung durch Hef.

Was hier für das Sehen gilt, dürfte auch für andere Sinneswahrnehmungen zutreffen. So wenig tragfähig sind die Grundlagen des Unterbaus, welcher das Gebäude des Darwinismus tragen soll. Nicht mit Unrecht wurde die kritische Prüfung der Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl, wie sie in den letzten Jahren begonnen hat, vielfach geradezu als eine Krise des Darwinismus bezeichnet.

Literatur.

Schmitt, Cornel, Anleitung zur Haltung und Beobachtung wirbelloser Tiere. 5 Teile. Verlag von Dr. F. B. Datterer und Cie., München-Freising 1920.

Die Beweggründe, die den Verfasser zur Abfassung dieses Werkleins gebracht haben, sind jedenfalls stichhaltig. Viele Jungen fühlen den Drang zum Sammeln von allerlei Naturgegenständen; aber in seltensten Fällen schaut etwas Rechtes dabei heraus. Oft ist schon das Einfangen und gar das Töten von Insekten usw. mit allerlei Noheiten verbunden, und bald erlahmt der Eifer, so daß die Sammlungen ein Raub der Motten werden! Und doch sollte dieser gesunde Sammeltrieb in die rechten Bahnen gelenkt werden. Die 5 Hefchen bieten eine Menge (200) Aufgaben. Mit Vögeln, Fischen, Reptilien und Insekten befassen sie sich. Da sind Aufgaben zum Beobachten im Freien gestellt; Versuche mit den Tieren zu Hause folgen. Wenn ein junger Mann sich ernsthaft nach dieser Anleitung beschäftigt, wird er sicherlich einen Gewinn davon tragen: Seine Fähigkeit zu beobachten wird geschärft, und er wird die Natur mit mehr Verständnis durchwandern. Dr. Th.

Experimentelle Einführung in die unorganische Chemie von Heinrich Biltz. 7. Auflage. Leipzig, Verlag von Veit und Comp. 1919. —

Dem Zwecke entsprechend, eine Anleitung für den chemischen Anfangsunterricht im Laboratorium zu bieten, zerfällt das Buch in zwei Teile, von denen der erste

die „Säuren“, der zweite die „Basen“ behandelt.

Sehr große Sorgfalt wird auf die Säurereaktionen verwendet. Besonders sei die einfache Analyse der Ortho- Pyro- und Metaphosphorsäure mittels der Silbernitrat- und Eiweißprobe erwähnt.

Am Anfang jeder Metallgruppe wird eine gute Charakteristik derselben gegeben und auf ihr Verhältnis zu den andern Metallgruppen hingewiesen. Sodann werden die einzelnen Metalle mit den wichtigsten Reaktionen durchgenommen und den letztern dem Studieren- den willkommene Erklärung beigelegt.

Den Grundlehren der neuern unorganischen und physikalischen Chemie wird in besondern, klein gedruckten Kapiteln über die Lösungen (Ionentheorie), die Hydrolyse, die Doppelsalze und komplexen Stoffe, die Oxydation und Reduktion, die Elektroaffinität und die kolloidalen Lösungen gebührend Rechnung getragen.

Am Anfang des Buches finden sich kurze, dem Anfänger sehr nützliche Anweisungen über das Filtrieren, die Bearbeitung des Glases, den Gebrauch des Löttröhrs und das Rorkbohren.

Wer neben einem guten Lehrbuch der Chemie und Chemie-Vorlesungen das vorliegende Buch im Laboratorium durcharbeitet, wird ohne Zweifel gut in die chemische qualitative Analyse eingeführt und im Stande sein, sich mit Erfolg an das Studium größerer Werke der analytischen Chemie zu machen.

Dr. M. Diethelm, Schwyz.

Mittelschule

Beilage zur „Schweizer-Schule“

Mathematisch-
naturwissenschaftliche Ausgabe

Schriftleitung:
Dr. H. Theiler, Luzern

Inhalt: Der Biber. — Der Bau der Atome.

Der Biber.

Natur- und kulturgeschichtliche Studie von Dr. P. Emmanuel Scherer.

(Fortsetzung.)

Am Respirationsystem ist hervorzuheben, daß die Luftröhre aus vollständigen Ringen gebildet ist. Das Gehirn ist klein, sehr weiß und ohne Windungen; es verhält sich zum Körper wie 1 : 290. Eigentümlich gebaut ist der Wirmagen. Durch eine von der Mitte der kleinen Krümmung ausgehende häutige Scheidewand wird er nahezu in zwei Teile getrennt. Den Magenmund umgibt eine mit Muskelfasern ausgerüstete ansehnliche Drüse, aus vielen rötlichen, etwa erbsengroßen Säcken zusammengesetzt, die sich mit über 60 Kanälchen in den Magen öffnen und eine schleimige Flüssigkeit abgeben. Es sind, nach neueren Untersuchungen, nichts anderes als die Labdrüsen. Girtanner fand bei der Untersuchung seiner oben erwähnten Elbbiber, in beiden Magenabteilungen einen frischen, festen, schön kugelförmigen, 6 cm im Durchschnitt haltenden Speisebreiballen, aus zerkauter Weiden- und Pappelrinde. Das Rindengefäß im Pylorusteil schien kleiner und feiner zerteilt, als das des Ballens im Kardialteil. Die Länge des Magens beträgt beim Männchen 26 cm, des Dünndarms 435 cm, des Blinddarms 35 cm, des Dickdarms 175 cm. Der Blinddarm ist also sehr mächtig entwickelt.

Ausgang des Enddarms und Ausleitung der Keimdrüsen sind von gemeinsamen Hautfalten umgeben; es liegt also ähnlich wie bei den Schnabeltieren, Kloakenbildung vor. Bei beiden Geschlechtern finden sich im untersten Teile der Bauchhöhle, in der Nähe der Keimbereitenden Organe, zwei eigentümliche mächtige Drüsen, die sogenannten Kastsackdrüsen, die in die Ausführungswege der

Keimdrüsen münden und das Bibergeil absondern. Ferner liegen in derselben Region zwei Sackdrüsen, deren Ausmündung in den Rand der Kloake erfolgt. Die inneren Wandungen der Kastsackdrüsen werden von einer Schleimhaut bekleidet, die kleine Säcken und Fältchen bildet; hier wird das Bibergeil oder Castoreum abgefordert. Es ist eine bald gelbe, bald rote, bald schwarzbraune, salbenartige Masse, mit einem eigentümlichen durchdringenden Geruch und bitterem, balsamischen Geschmack. Das Bibergeil spielte in der alten Heilkunde eine hervorragende Rolle; hauptsächlich war es als krampfstillendes Mittel in Ansehen, wurde aber als eine Art Universalmedikament für alles Mögliche gebraucht. Es ist aber noch heutzutage ein viel verschriebenes Nervinum, besonders bei hysterischen beliebt, und wird noch in allen Pharmakopöen angeführt, so auch in der neuesten Schweizerischen.

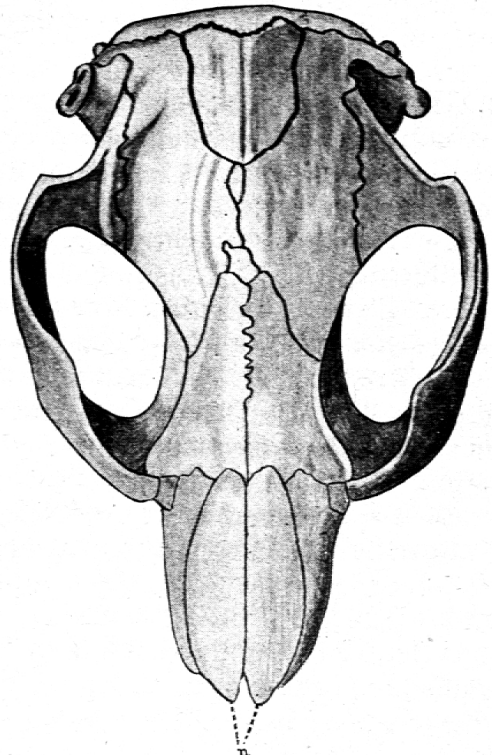
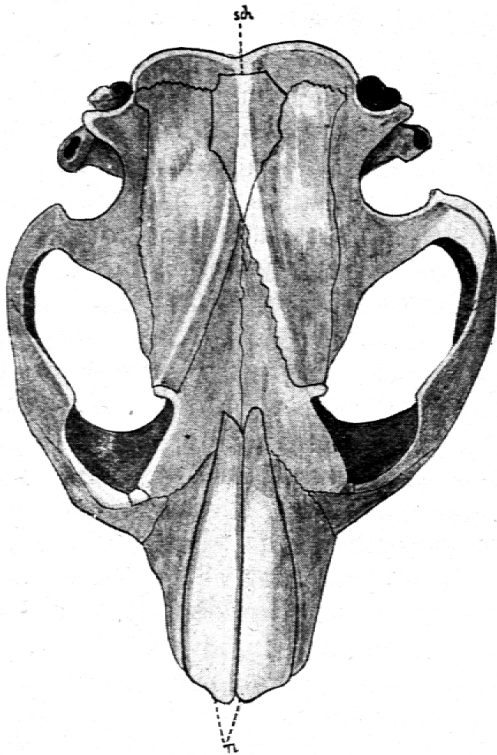
Ueber den morphologischen Wert und die physiologische Leistung der Bibergeilsackdrüsen und Sackdrüsen weiß man zur Zeit Folgendes. Erstere sind Praeputialdrüsen von außerordentlich voluminöser Ausbildung; sie besitzen eine stark gefaltete Wand, deren oberflächliches Epithel, durch einen nekrobiotischen Prozeß, das Castoreum liefert. Es vermengt sich beim Austreten mit dem flüssigen Sekret der als Sackdrüsen bezeichneten bursae oder glandulae anales, die im Tierreich weit verbreitet sind, aber auch wieder beim Biber sich besonders umfangreich ausgebildet finden. Ueber den Zweck dieser Bildungen ist Sicheres nicht bekannt; man vermutet aber wohl richtig

eine Beziehung zur Geschlechtstätigkeit. Noch heute benutzen die kanadischen Trapper Bibergeil, um damit ihre Fallen für die Anlockung der Tiere zu wittern; die Anziehungskraft ist so groß, daß selbst Biber die vor wenigen Tagen in einem Eisen gepresst worden waren, doch wieder in eine Falle gingen!

Zur medizinischen Verwendung werden die Biberfäcke vollständig und unversehrt aus dem getöteten Tiere herausgeschnitten und, gewöhnlich im Rauch, getrocknet. Frische Beutel verlieren beim Trocknen 65% Gewicht. Bei der weiteren Verarbeitung werden die äußeren Häute vollständig, die inneren so viel möglich beseitigt. Das

Gehe und Co. in Dresden geht hervor, daß in den letzten Jahren der Markt bedeutend schwankte. So betrug 1910 der höchste Preis für ein Pfund Castoreum (erstklassige Ware) 190 Schilling, der mindeste 95; 1911 185 und 172,6 Schilling; 1912 160 und 80 Schilling; 1913 101 und 81 Schilling.

Im Anschluß an die morphologische Schilderung des Bibers ist noch die Frage zu untersuchen, ob und wie, der europäische und amerikanische Biber sich unterscheiden. Die älteren Naturforscher Brisson, Linné, Buffon, Schreber nahmen die artliche Uebereinstimmung des asiatisch-europäischen und amerikanischen Bibers ohne nähere Angabe



Schädel des europäischen und kanadischen Bibers. — n = Nasenbeine.

Trocknen geschieht bei 50° Wärme. Die getrocknete Masse wird im Mörser pulverisiert. Für Kastorfäcke mitteleuropäischer Biber wurden im XIX. Jahrhundert hohe Preise bezahlt. So berichtet von Kobell, daß 1852, zu Neuburg an der Donau, für den Balg eines Bibers vier Gulden, für das Bibergeil dagegen 132 Gulden gelöst wurden! Es ist leicht zu begreifen, daß die kostbaren Tiere rasch vernichtet wurden. 1887 kostete ein kg. moskowitisches Castoreum 1375 Fr., heute zehn Gramm 25 Fr. Billiger ist das kanadische; 1888 kostete ein Kilo davon 50—110 Fr. Haupt-handelsplatz für Castoreum ist London. Aus den vor dem Krieg alljährlich erscheinenden Handelsberichten der großen Firma

der Gründe als Tatsache an. Oken 1816, hat zuerst an die Möglichkeit einer Differenz gedacht. George Cuvier glaubte nach sorgfältiger Vergleichung «malgré des comparaisons scrupuleuses», keinen Unterschied feststellen zu können. Dagegen sprach sein Bruder Fr. Cuvier den amerikanischen Biber als eigene Art an und benannte ihn *Castor americanus*. 1855 veröffentlichte Brandt in den *Mémoires de l'Académie impériale des sciences de Saint Petersburg* auf sorgfältige Studien begründete lateinische Diagnosen beider Tiere.

Auf ein einzelnes Merkmal kann die Unterscheidung nicht begründet werden, wenn auch, was den auffallendsten Unterschied im Schädelbau darstellt, der paläarktische vor

dem nearktischen Viber sich durch längere Nasenbeine auszeichnet; es ist vielmehr ein ganzer Komplex von Merkmalen, der zur Unterscheidung herbeigezogen werden muß. Der Schädelbau zeigt zahlreiche schwankende Abweichungen, ebenso das übrige Skelett. Die Kastsäcke des amerikanischen Vibers sind kleiner, die Drüsenepithelien dünnwandiger. Die Körpergröße scheint überhaupt etwas geringer zu sein. Jedenfalls sind es heute zwei verschiedene Tiere, wenn auch der Unterschied nicht allzu groß ist. Bei solchen vergleichenden Untersuchungen dürfen Viber Schädel von in Gefangenschaft gehaltenen Tieren nur mit Vorsicht benützt werden; der Schädel eines erwachsenen wilden Vibers sieht aus wie von Erz gegossen. Einem solchen gegenüber ist der eines Gefangenen ein wahres Sammerbild.

Für die Frage der verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen dem europäischen und amerikanischen Viber, ist von hohem Interesse, daß sie absolut die gleichen Außencharaktere besitzen, nämlich einen flugunfähigen, den Naskäfern verwandten Käfer, *Platyphylus castoris* und ferner eine Haarmilbe, *Schizocarpus Mingaudi*. Beide kommen in genau der nämlichen Form auf dem Rhonebiber, Elbbiber und amerikanischen Tieren vor. Daraus ergibt sich ohne weiteres der Schluß, daß diese Parasiten auf dem Viber bereits zu einer Zeit schmarozten, da er noch ein gemeinsames Verbreitungsareal inne hatte; seine Einwanderung nach Nordamerika ist also relativ spät erfolgt, ähnlich wie jene des Büffels, des Wapitihirsches und anderer Bestandteile der nordamerikanischen Fauna, deren nächste Verwandte die paläarktische Region bewohnen.

Ungemein interessant ist die Biologie des Vibers; doch muß gleich bemerkt werden, daß wohl über wenig andere Tiere, nicht bloß im Altertum und Mittelalter, sondern auch noch in neuerer Zeit so viel gefabelt wurde. Da der Viber heute in Europa selten ist, und kaum mehr unter ganz natürlichen Bedingungen wohnt, schon gar nicht mehr in großen Gesellschaften, fehlt es an Beobachtungsgelegenheit, und es ist manchmal nicht leicht zu entscheiden, was in älteren Berichten Irrtum, was Wahrheit sein dürfte. Ich will zuerst versuchen, nach früheren Darstellungen ein allgemeines Bild vom Leben des Vibers zu entwerfen.

Die Viber halten sich, sagt Blasius (1857), an den Ufern der Seen und Flüsse auf, die im Winter nicht bis auf den Grund

ausfrieren. Sie sind vorzüglich nächtliche Tiere, leben gesellig, oft in Kolonien von hunderten zusammen, und nur da, wo sie der Ausrottung nahe sind, auch einzeln. Die gesellig lebenden legen künstliche Bauten an, Dämme, um das Wasser aufzustauen, sobald der Wasserstand niedrig wird, und künstliche Wohnungen, Viberburgen. Sie nagen zu ihren Bauten Holzstämmen von Armsdicke bis zu zwei Fuß Durchmesser mit den Zähnen ab, einseitig, so daß sie beim Fallen ins Wasser stürzen müssen, entfernen die kleinen Zweige, bringen Steine, Sand und Schlamm zwischen die zusammengeflochtenen Stämme und führen gemeinsam Dämme quer durch den Fluß, bis zu 100 Metern Länge auf. Zu den Wohnungen werden die Stämme regelmäßig entastet und in bestimmter Ordnung zusammengelegt. Die Wohnung besteht aus einer hofenförmigen, geschlossenen Kammer, mit fußdicken Wänden und einem festen Dache, aufgeführt aus mehreren Lagen von Holzstämmen und Reisig, mit Erde und Steinen verbunden, und einer einzigen Eingangsröhre, die unter Wasser sich öffnet. Oft liegen mehrere Kammern nebeneinander unter einem gemeinschaftlichen Dache, jede mit einer besonderen Eingangsröhre und ohne Verbindung mit den andern. In einer Kammer wohnen vier, selten bis acht alte Viber mit etwa der doppelten Zahl von Jungen zusammen. Außer diesen Burgen besitzen sie meist noch weitläufige Höhlen, mit unter Wasser geöffnetem Eingang, die ihnen als Zufluchtsorte dienen, wenn ihre Burgen zerstört werden. Einzeln lebende Viber graben sich nur solche Höhlen aus, ohne Burgen zu bauen. Ihre Nahrung besteht in Wurzeln und besonders Baumrinde, am häufigsten von Pappeln, Birken, Weiden und Eichen; auch fressen sie die Wurzeln [Rhizome!] von Seerosen und Schachtelhalm, und gehen in Nordamerika besonders gern den Wurzeln von Magnolien nach. Im Herbst sammeln sie Vorräte von Baumästen, die sie vor ihren Burgen im Wasser liegen lassen, nach und nach abnagen und dann wieder ins Wasser werfen und auch wohl zu spätern Bauten benutzen. Sie schwimmen und tauchen vortrefflich, bewegen sich auf dem Trockenen aber nur unbeholfen und langsam. Beim Schwimmen strecken sie bloß die Nase aus dem Wasser hervor, drücken die Vorderfüße ans Rinn an und rudern mit den Hinterfüßen. Den Winter hindurch leben sie paarweise, oft

mehrere Paare zusammen, ruhig in ihren Wohnungen, und verlassen diese meist nur, um sich zuweilen auf dem Eise umzusehen, oder Nahrung zu suchen. Die Paarung geschieht im Februar oder März. Nach etwa 6—8 Wochen, im April oder Mai, erhalten sie 2—5 blinde Junge. Die Männchen schweifen im Sommer im Freien umher, kehren aber im Herbst wieder zu den alten Wohnungen zurück. Erst im dritten Jahre trennen sich die Jungen von den Eltern und bauen sich eigene Wohnungen.

Die eben geschilderte Lebensweise macht manche Eigentümlichkeiten im Körperbau des Bibers verständlich. Dem halb unterirdischen Leben entsprechen die kleinen Ohren und die Augen mit der Rauhaut. Die Hinterfüße, mit ihren Häuten zwischen den Zehen, sind ausgezeichnete Schwimmwerkzeuge; ebenso weist der platte beschuppte Schwanz auf das Wasserleben hin, ferner das dichte Haarkleid. Die großen Schneidezähne samt der starken Muskulatur ermöglichen das Abschneiden der Bäume. Die Gänge und Höhlen werden wohl mit den stark bekrallten Vorderfüßen hergestellt, mit denen auch die übrigen Erdarbeiten ausgeführt werden. Daß der Schwanz als Pflasterkelle diene, ist eine Fabel. Dagegen scheinen die amerikanischen Biber, nach mehreren Beobachtungen, Erde mit Hilfe des Schwanzes, auf dem Rücken herbeizuschleppen; immerhin ist auch das nicht sicher festgestellt.

Interessante Angaben über die in Deutschland im Elbgebiet noch lebenden Biber, enthält ein kleiner anonymes Aufsatz im Kosmos 1909. Auf einer Elbinsel mit reichlichem Laubwald, nahe bei dem Orte Praglin liegt die preussische Oberförsterei Grünwald. Dank behördlichen Schutzes hat sich dort der Biberstand im Laufe der Jahre derart gehoben, daß auch die Nachbarreviere durch ausgewanderte Biber bevölkert wurden, und zwar so ausgiebig, daß schließlich wieder eine Verminderung des Bestandes eintreten mußte, wegen der Waldverwüstung und besonders wegen der Gefährdung der Elbdeiche, die von den Bibern zur Anlage von Erdbauen angegriffen wurden.

In Grünwald haust der Biber nur in Erdbauen, am erhöhten Ufer der Kolke und Flußläufe. Der Einstieg liegt stets unter Wasser und wird außerdem durch 2—3 Meter lange Weidenäste, die mit dem starken Ende in der Röhre stecken und fächerartig ins Wasser hinausragen, so verblendet, daß der Biber den Bau ungesehen erreichen kann.

Die Röhre führt ansteigend zum Kessel, der dicht unter der Uferebene liegt. Er besitzt einen Luftschacht, dessen Öffnung mit abgesehnittenem Reisig verdeckt wird. Dammbauten scheint der Biber in Grünwald nur ausnahmsweise aufzuführen. So wurde einmal ein Biberpärchen beobachtet, das den Wasserdurchlaß an einer Landstraße mit Ausdauer jede Nacht wieder verstopfte, um das abfließende, von der Frühjahrüberschwemmung zurückgebliebene Wasser aufzuhalten, während ihre Nachtarbeit vom Straßenarbeiter tagsüber wieder beseitigt wurde. Die Dämme wurden jedesmal vom Biber mit Erde abgedichtet.

Daß der Biber ein Waldverderber ersten Ranges ist, zeigt er auch in Grünwald. Da fällt er z. B. Silberpappeln von 75 cm Durchmesser. Er schneidet solch starke Stämme lediglich, um zu den dünneren Ästen zu gelangen, deren Rinde ihm als Nahrung dient. Wenn er größere Bäume abschneidet, sucht er es oft so einzurichten, daß der Wipfel des Baumes ins Wasser oder möglichst nahe fällt. Das bewerkstelligt er durch tieferes Einschnitten auf der Wasserseite. Interessant ist folgende Beobachtung. Bei einem größeren Baum, an dem der Biber Nachts jeweilen schnitt, wurden täglich die Späne entfernt, um den Fortschritt der Arbeit zu beobachten. Plötzlich hörte die nächtliche Arbeit auf; es war Nordostwind eingetreten, der den Stamm nach der dem Wasser abgekehrten Seite geworfen hätte. Als der Wind wieder auf Südosten umsprang, wurde die Arbeit fortgesetzt und drei Tage später lag der Baum mit der Krone im Wasser. Die Äste der gefälltten Bäume schneidet der Biber in Stücke von 1—2 Metern Länge und schleppt sie zu seiner Wohnung. Dünnere Weiden schneidet er in Stücke von $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Metern Länge. Davon nagt er die Rinde sauber ab, so daß die herumliegenden entrindeten Weidenknüppel seine Anwesenheit schon von weitem verraten.

Wenn Hochwasser eintritt, muß der Biber seinen Uferbau verlassen. Auf einer höher gelegenen Uferstelle schneidet und schleppt er die nächsten Weiden zu einem Haufen zusammen und bereitet sich zu oberst ein Lager von Holzspänen. Bei steigendem Wasser erhöht er den Reisighaufen und überdeckt öfters sein Lager, um ungesehen zu bleiben. Wird der Wasserstand noch höher, so errichtet sich das Tier eine Art Floß, indem es einem stärkeren Weidenbusch so viel Reisig und Ruten aufpakt, bis es

sich darauf einrichten kann. Zu oberst werden auch hier Späne aufgeschüttet als Lager. Wird der Biber in diesem Zufluchtsort beunruhigt, so stürzt er sich mit klatschendem Geräusch ins Wasser.

Sehr interessant ist das Verhalten des Bibers bei großer Kälte und Eisbildung. Die Stromelbe vermögen die Tiere, trotz des Treibeises, zu durchschwimmen. In der Nähe ihrer Baue halten sich die Biber durch Losbrechen des Eises einen Ausstieg offen. Es scheint, daß sie jeweilen das neugebildete Eis, so lange die Platte noch dünn ist, mit dem Kopfe durchbrechen. Losgebrochene Eisschollen liegen um die 30—40 cm im Durchmesser haltenden Öffnungen herum und gefrieren nach und nach zu einem festen Ringwall. Es kommt aber auch öfters vor, daß der Biber die Eisdecke nicht mehr zu durchbrechen vermag; dann zieht er sich in seine Wohnung zurück und ergibt sich in sein Schicksal. Den Hunger stillt er von den unter dem Eise liegenden Weidenknüppeln. Wird dann gegen Frühjahr durch das Hochwasser die Eisdecke gesprengt, so stürzt sich der Biber in den Strom, um das rettende Ufer zu erreichen. Aber nicht immer gelingt ihm das; trotz seiner Schwimm- und Tauchkunst fällt er nur allzu oft den überstürzenden Eisschollen zum Opfer. Im Jahre 1895 fand man in der Mulde durch Hochwasser im Frühling umgekommene Biber, deren Schädelknochen wie in einem Mörser zu Brei zerdrückt waren.

Wie schon bemerkt hat die Lebensweise des Bibers immer viel Bewunderung und Interesse erregt, vorzüglich seine Tätigkeit als Baumeister. Eine Zeit lang war man geneigt anzunehmen, daß nur die amerikanischen Biber sogenannte Burgen bauen, die europäischen dagegen bloß in Höhlen wohnen. Doch baut auch der europäische „Hütten“, wenn seine Kolonien groß genug sind. Bereits Albertus Magnus hat im XIII. Jahrhundert solche Baue beschrieben, und aus späterer Zeit liegen ebenfalls zuverlässige Nachrichten vor, z. B. von F. v. Kobell.

Die oft bestrittenen Baue (Biberburgen) der kanadischen Biber sind von Hearne und Cartwright treu und wahrheitsliebend geschildert worden. Andere haben unendlich übertrieben, wie z. B. Chateaubriand in seinen *Voyages en Amerique*, der mit dichterischer Phantasie von den Palästen der Biber spricht, oder angibt, daß beim Fällen eines Baumes ein Biber als Posten acht-

geben müsse, wohin der Baum falle, um dann mit einem Piffe die anderen zu warnen, daß sie zur rechten Zeit fliehen und nicht erschlagen würden, oder daß die Biber sich regelmäßig in einem eigenen Speisesaale zu gemeinschaftlichem Male versammeln, jährlich im Juli eine Generalversammlung abhalten um neue Ansiedelungen zu besprechen! Wenn ein Individuum der Biberrepublik sich halbstarrig in der Ausübung der Bürgerpflichten zeige, so werde es exiliert und müsse mit Schande in einem besonderen Loch wohnen; einem Vagabunden werde auch wohl der Schwanz abgeschnitten! Es kämen Duellen unter ihnen vor und Kämpfe von drei gegen drei, wie einst zwischen Horatiern und Curiatiern. Richtig scheint, daß tatsächlich zuweilen einzelne Tiere von den andern nicht mehr geduldet werden und für sich allein leben müssen, was auch, nach sicheren Beobachtungen, bei den Marmeltieren öfters geschieht.

Im allgemeinen, muß man sagen, werden die Biberbauten meist als zu künstlich beschrieben. Hearne gibt an, daß die Tiere dazu viel Holz brauchen, das sie mit Schlamm und Steinen vermischt, ohne Pfahlwerk kreuzweis und fast horizontal legen; dabei wird in der Mitte eine freie Öffnung gelassen. Ein anderer Forscher, Du Pra, fand die Hütten des amerikanischen Bibers kegelförmig, den Boden etwa 30 cm über dem Wasserspiegel und von etwa 3,5 Meter Durchmesser. Der Fußboden bestand aus Stangen mit Rohr und Kräutern bedeckt; in der Mitte war ein Loch als Ausgang angebracht.

Daß die Hütten sehr fest und solid sind, versichern mehrere Beobachter. Cartwright beschreibt noch andere Bauten, die er neben dem Ufer fand. Diese waren aus Erde aufgeworfen, die von den Bibern aus einer Röhre herausgeschafft schien; die Röhren begannen unter Wasser, vom Ufer etwas entfernt, und mündeten an der trockenen Erdoberfläche. Die Erde war untermischt mit Holzstückchen und Steinen und das Ganze glich einem backofenähnlichen Gewölbe, gewöhnlich vier Fuß, manchmal auch sechs bis sieben Fuß hoch, unten zehn bis zwölf Fuß Durchmesser haltend. Diesen amerikanischen Bauten sind die europäischen wohl am besten zu vergleichen, wie sie z. B. vom Förster Meyerink als 8—10 Fuß hohe backofenähnliche Haufen von Weiden- und Pappelnütteln beschrieben werden. Außerdem haben auch die kanadischen Biber

am Ufer Höhlen mit Eingängen unter dem Wasser, in die sie sich flüchten können.

Zwei Biber, die im Garten der Edinburgher zoologischen Gesellschaft gehalten wurden, verschmierten im Winter die Ritzen ihrer Käfigtüre, ebenso das Schlüsselloch mit Schlamm und Spänen und wiederholten das, wenn man ihre Arbeit zerstörte. Zum „Mauern“ bedienen sie sich der Pfoten, nicht etwa des Schwanzes. Einen Winterschlaf halten die Biber nicht. Das läßt sich schon aus der Beobachtung schließen, daß der auf die Biberhütten fallende Schnee leicht wegschmilzt; in den weiten schneebedeckten Lichtungen kanadischer Wälder erkennen die Trapper die bewohnten Biberhütten an dem Wegtauen des Schnees; durch das poröse „Dach“ tritt die Wärme des normal atmenden Tieres.

Wenn aus irgendwelcher Ursache der Wasserstand bedeutend sinkt, so versuchen die Biber flußabwärts von ihrem Bau, durch Errichtung von Dämmen und Stauwehren, die ihre Sicherheit verbürgenden Einschlupflöcher wieder unter Wasser zu setzen. Sowohl vom europäischen wie vom kanadischen Biber ist diese Tätigkeit sicher bezeugt. Beim Elbbiber erreichen allerdings diese Dämme kaum je eine bedeutende Größe. Nach Meyerinds Beobachtungen an Elbbibern, werfen diese starken Weiden und Reiser in den Wasserlauf, füllen die Zwischenräume mit Schilf und Schlamm, so daß das vorher sehr seichte Wasser jetzt oberhalb des Dammes einige Fuß höher steigt.

(Schluß folgt.)

Der Bau der Atome.

Von Dr. J. R. Brunner, Luzern.

Die Erforschung der Natur muß in ihrem Bestreben, immer tiefer in deren innerste Beziehungen einzudringen, notwendigerweise bis zu den letzten stofflichen Einheiten gelangen, aus denen das Weltall aufgebaut ist.

Den Begriff Atom finden wir schon im 5. Jahrhundert vor Christi bei Demokritos. Der philosophischen Bedeutung entkleidet, als kleinster Naturkörper mit bestimmtem Gewicht und Kraftwirkungen ausgerüstet, wurde es vor zirka 100 Jahren von Dalton in die Chemie eingeführt.

Der alte Atombegriff.

Die primitive Vorstellung des Stoffatoms. Bis vor einigen Jahrzehnten sah man die Atome als kleinste Massenteilchen an, die weder durch chemische noch physikalische Kräfte weiter zerlegt werden konnten. Sie kennzeichneten mit ihrem bestimmbaren Relativgewicht und ihren charakteristischen übrigen Eigenschaften die ca. 70 bekannten chemischen Elemente. Man dachte sie etwa als winzige runde Körperchen, die sich meistens in kleinerer oder größerer Zahl zu Molekülen verbinden. Diese sind bei einer festen Substanz durch Zwischenräume von einander getrennt und je nach dem Temperaturgrad in mehr oder weniger lebhafter Schwingungsbewegung begriffen. Bei einer Flüssigkeit können sie aneinander vorbeigleiten; und beim gasförmigen Aggregatzustand sausen sie wie

elastische Bälle dahin, prallen aufeinander, bombardieren die Gefäßwände und erzeugen so den Gasdruck.

Die elektrolytischen Ionen. Bei der Entdeckung der Elektrolyse, der chemischen Zersetzung der Flüssigkeiten durch den elektrischen Strom, stellte Faraday die merkwürdige Tatsache fest, daß mit jedem an der Elektrode abgeschiedenen chemischen Atom eine Elektrizitätsmenge abgegeben wird, die in keiner Weise von der chemischen Natur desselben abhängt, sondern nur durch seine Valenzzahl bedingt ist. Helmholtz zog daraus den Schluß, daß mit jedem Atom eine bestimmte elektrische Elementarladung verbunden sei, also dem kleinsten Stoffteilchen gleichsam ein elektrisches Atom anhafte. Bei einer Kochsalzlösung z. B. sind je nach dem Verdünnungsgrad mehr oder weniger Na Cl-Moleküle dissoziiert in ein Na- und in ein Cl-Ion. Nach Faraday hat sich das Natriumatom mit einem positiven Elektrizitätsteilchen zu einem positiven Ion verbunden und ebenso das Chlor mit einem negativen elektrischen Elementarquantum zu einem negativen Ion. Im indifferenten Zustand sind diese elektrischen Ladungen auch vorhanden, aber heben sich gegenseitig auf.

Die Gasionen. Analoge Erscheinungen beobachten wir in Gasen. Ähnlich wie bei den Elektrolyten durch wässrige Lösung lassen sich auch hier durch gewisse physikalische Vorgänge die Moleküle in Ionen spal-

ten, die mit den gleichen Valenzladungen versehen sind wie dort. Ein einwertiges Gasion ist entweder mit einem positiven oder negativen elektrischen Elementarquantum geladen, gleich wie ein einwertiges elektrolytisches Ion, ein zweiwertiges Gasion mit der doppelten Ladung versehen und so fort.

Neuentdeckungen veranlassen grundlegende Änderungen in der Auffassung der atomistischen Struktur.

Bei den Kathodenstrahlen treten zum ersten Mal Teilchen auf, deren Masse nahezu 2000 Mal*) kleiner ist als die des leichtesten chemischen Atoms, des Wasserstoffs. Es sind dies die negativen Elektrizitätsatome im freien Zustand, die Elektronen, die mit vielen Tausend Kilometer Geschwindigkeit von der Kathode fortgeschleudert werden. Die Untersuchung der Kathodenstrahlen durch Hittorf, Lenard, Goldstein und Crook führten schließlich auf Fragen nach dem Aufbau der Materie, die man als letzte Grenzprobleme physikalischer Forschung bezeichnen darf. „Ich denke, daß die größten wissenschaftlichen Probleme in diesem Grenzlande ihre Lösung finden werden; es scheint mir, hier liegen letzte Realitäten vor.“ (Crook in seinem Vortrag über „die strahlende Materie“.)

Radioaktivität. Von allergrößter Tragweite für die Erkenntnis der Atomstruktur war die Entdeckung der radioaktiven Erscheinungen. Radioaktive Elemente sind solche Körper, die α -Strahlen aussenden in Gestalt von positiv geladenen Heliumatomen, β -Strahlen in Form von Elektronen und endlich γ -Strahlen als kurzwellige Aether-schwingungen von größter Durchdringungskraft. Gleichzeitig mit dieser Strahlenemission geht eine tiefgreifende Änderung im Innern der Atome vor sich, indem diese zerfallen und unter Bildung einer Reihe von unbeständigen Zwischengliedern zu einem stabilen Endzustand hinstreben. Nicht starr, unveränderlich und ewig ist hier die Welt der Atome; sie entstehen und verschwinden als das flüchtige Ergebnis eines Entwicklungsprozesses.

Das Atom nach heutiger Auffassung besteht aus einem positiv geladenen Kern, der wahrscheinlich wieder ein Konglomerat von Einzelkernen darstellt, der eigentlichen materiellen Masse, und einer ent-

sprechenden Zahl negativer Elektronen, deren Masse gegenüber derjenigen des Kerns verschwindend gering ist. Im neutralen Zustand ist die positive Kernladung gleich der Summe der Elementarladungen der Elektronen. Geht ein Elektron verloren, so hat das Atom eine überschüssige positive Elementarladung, es ist zu einem einwertigen positiven Ion geworden. Verliert es zwei Elektronen, so wird es zu einem zweiwertigen Kation. Setzt sich umgekehrt an das ursprünglich neutrale Atom ein Elektron an, so entsteht ein einwertiges negatives Ion, bindet es zwei Elektronen, so erhalten wir ein zweiwertiges Anion u. s. f.

Die neuesten Anschauungen über die Struktur des Atoms.

Das Bohrsche Atommodell. Nach den Untersuchungen des englischen Radiumforschers Rutherford, des Dänen Niels Bohr, des deutschen Theoretikers Sommerfeld, des ausgezeichneten holländischen Physikers Debye, der kürzlich an die Eidgenössische Technische Hochschule berufen wurde, und andern ist der Atomkern in den meisten Fällen ein aus Einzelkernen, die mit positiven Elementarladungen versehen sind und aus negativen Kernelektronen zusammengesetztes Gebilde. Der positive Kern ist im Vergleich zur Gesamtgröße des Atoms außerordentlich klein, vereinigt aber in sich eine große, wenn auch nur scheinbare Masse und ist von den negativen Elektronen des Außenraumes umgeben, die ihn in bestimmten Bahnen umkreisen, gerade wie das System der Planeten um die Sonne gravitiert. Die Kraft, die jedes Elektron zwingt, auf seiner Bahn zu bleiben, die Zentripetalkraft, ist die einfache Coulombsche Anziehungskraft zwischen der positiven Kernladung und der negativen der Elektronen des Außenraums. Im neutralen Zustand muß die Zahl dieser Elektronen, die ungefähr dem halben Atomgewicht entspricht, genau gleich sein der Zahl der freien positiven Elementarladungen, die der Kern aufweist. Die Elektronen des Außenraums liegen in mehreren Zonen. Die innern bewegen sich in verhältnismäßig kleiner Entfernung um den Kern, andere bilden einen äußersten Ring, während der große Haufe in einem dichten Komplex von Ringbahnen rotiert, etwa ähnlich wie sich die große Schar der Planeten um die Sonne bewegt. Nach Som-

*) Genau 1835 Mal.

merfeld wären die Bahnen in Wirklichkeit nicht Kreise sondern Ellipsen, deren große Achsen sich während der Umlaufsdauer der Elektronen um den Atomkern selbst drehen, also eine Perihelbewegung zeigen würden, wie wir sie beim Umlauf des Merkur um die Sonne feststellen. Die meisten der uns bekannten chemischen und physikalischen Prozesse spielen sich an der äußeren Elektronensphäre ab; die Röntgenstrahlen entspringen den inneren Ringen der Antikathodenatome; durch die Ergründung der radioaktiven Vorgänge ist es unserm geistigen Blick bis zu einem gewissen Grade gelungen, die Elektronenschicht des Außenraums zu durchdringen und auf den Kern zu stoßen, wissen wir doch, daß aus Radiumatomen Heliumkerne und Kernelektronen frei werden, die in Form von α - und β -Strahlen in Erscheinung treten.

Atomchemie und Kernphysik. Es ist der Forschung der Zukunft vorbehalten, die genauen Gesetzmäßigkeiten über die Anordnung der den Kern umkreisenden Elektronen zu finden und ihre nähern Beziehungen zur Atomvalenz aufzudecken. Bereits liegen in dieser Richtung erste, noch recht unvollkommene Versuche vor. Neben dieser Chemie der Atomzusammensetzung erwächst der Wissenschaft noch eine weitere Aufgabe, nämlich die Erforschung des Atomkerns. Da hier wesentlich physikalische Methoden zur Anwendung kommen, so können wir von einer Kernphysik sprechen. Sie ist in letzter Zeit durch die hervorragenden Forschungsarbeiten von Rutherford gefördert worden. Er ließ α -Strahlen in reinen, trockenen Stickstoff eintreten und konnte feststellen, daß durch die Wirkung der Strahlen die Stickstoffatome zertrümmert werden und daraus Wasserstoffkerne frei werden. Es ist dies der erste erfolgreiche Angriff auf das materielle Atom, während die Zerfallerscheinungen der radioaktiven Elemente von selbst erfolgen, ohne daß wir sie veranlassen oder hindern könnten.

Zahl und Größe der Atome. Die Rechnung ergibt, daß in einem cm^3 Gas bei Atmosphärendruck 27,2 Trillionen = $27,2 \times 10^{18}$ Moleküle enthalten sind. Der Radius ist von der Größenordnung 10^{-8} cm oder ein Zehnmillionstel Millimeter. Dabei ist zu beachten, daß nur ein verschwindend kleiner Bruchteil des Atomvolumens analog wie beim Sonnensystem mit raum-

erfüllender Masse besetzt ist. Der Halbmesser eines Elektrons beträgt $2,8 \times 10^{-13}$ cm; derjenige eines Wasserstoffkerns ist rund 2000 Mal kleiner gleich $1,5 \times 10^{-16}$ cm.

Alle diese Zahlen über die Anzahl der Moleküle und Größe des Atoms und seiner Bestandteile sagen uns direkt nichts, was wir uns irgendwie konkret vorstellen könnten. Das Verhältnis der Maßstäbe, mit denen wir zu rechnen gewohnt sind, zu diesen so großen und so kleinen Werten ist ein zu verschiedenes. Wir können uns von der ungeheuren Zahl der Moleküle in einem Kubikzentimeter Gas ein ungefähres Bild machen, wenn wir bedenken, daß 27 Trillionen Sekunden mehrere Hundertmilliarden Jahre ergeben, und wir erhalten eine schwache Vorstellung von der Kleinheit des Atoms, wenn wir unsern gewohnten Maßstab für kleine Größen, den Millimeter, zehnmillionenfach vergrößern, also auf 10 Kilometer bringen, dann entspricht der Radius eines Wasserstoffatoms der Größe von 1 Millimeter.

Denken wir uns das Wasserstoffatom vergrößert, so daß es dem Raum der ganzen Erde einnimmt, so hat ein Elektron bloß den Halbmesser von nicht ganz 200 Meter, entspricht also etwa dem Raum eines großen Gebäudes, einer Kirche oder Kaserne. Der Wasserstoffkern würde, im gleichen Verhältnis ausgedehnt, einen Halbmesser von 9 Zentimeter besitzen, also etwa das Volumen eines Kinderballs einnehmen.

* * *

Viele Zusammenhänge sind noch nicht aufgeklärt, manches ist noch im Entstehen begriffen, aber schon jetzt erkennen wir aus dieser kurzen Betrachtung aus dem Reiche der kleinen Bausteine der Welt, daß die Mikrokosmen der Atome ein würdiges Gegenstück zu den Sonnensystemen bilden. Die Natur, der Inbegriff alles sinnlich wahrnehmbaren Seins und Geschehens, erscheint heute dem forschenden Menschenggeist gegenüber früher viel komplizierter, viel reicher und manigfaltiger.

Literatur.

Prof. Dr. B. Gruner, die Struktur des Atoms. Verlag R. J. Wyß Erben, Bern 1918.

Prof. Dr. L. Graeg, die Atomtheorie in ihrer neuesten Entwicklung. Verlag von J. Engelhorn's Nachf. Stuttgart 1920.

Physikalische Zeitschrift. Verlag Teubner, Leipzig. Die letzten Jahrgänge.



Mittelschule

Beilage zur „Schweizer-Schule“

Mathematisch-
naturwissenschaftliche Ausgabe

Schriftleitung:
Dr. A. Theiler, Luzern

Inhalt: Die Relativitätstheorie. — Der Diber. — Neuere von der schweizerischen Mol-
luskenfauna.

Die Relativitätstheorie.

Von Dr. G. B. Baum.

In einem früheren Aufsatz dieser Zeitschrift (Vergl. Nr. 3, vom 14. April 1915) ist gezeigt worden, wie die neuere Entwicklung der Physik, namentlich auch die Versuche von Mosly und Michelson zu der Aufstellung der Lorentz'schen Kontraktionstheorie und der Einstein'schen Relativitätstheorie hinführten. Im Folgenden sollen die Grundlage und Grundgedanken der letzteren näher dargelegt werden.

Gewisse Relativitätsanschauungen finden wir auch schon in der alten klassischen Mechanik, ja manche bietet uns sogar die tägliche Erfahrung. Zwei Radfahrer, die mit gleicher Geschwindigkeit hinter- oder nebeneinanderfahren, bewegen sich nur relativ zum Erdboden, relativ zueinander jedoch nicht, ein auf einem fahrenden Schiffe senkrecht emporgeworfener Stein bewegt sich für den am Ufer stehenden Beobachter auch in der Fahrriehtung und darum in einer Kurve, für den mitbewegten Beobachter nur in gerader Linie hinauf und hinab. Genau eine solche Frage des Standpunktes war ja auch die zwischen der Lehre des Ptolemäischen und Kopernikanischen Weltsystems. Ohne Zweifel hat das letztere den großen Vorzug der Einfachheit, mathematisch betrachtet, wenn ich so sagen soll, sind beide zwar richtig, d. h. die Vorgänge lassen sich eben mathematisch darstellen, aber allgemein können wir daraus nur lernen, daß bei der Beschreibung einer Bewegung der Standpunkt mitbeachtet werden muß, da sie nur dann eindeutig möglich ist, wenn ein bestimmter Standpunkt dabei festgelegt wurde. Daß der absolute leere Raum dazu nicht verwendbar ist, dürfte ohne weiteres einleuchten, denn in ihm ist die Festlegung

eines Ausgangspunktes für weitere Bestimmungen nicht ausführbar.

Zur Beschreibung einer Bewegung legen wir durch den dafür gewählten Standpunkt ein mit ihm festverbundenes Koordinatensystem, wodurch dann bekanntlich die jeweilige Lage durch Angabe der Abstände von den durch je zwei Achsen gekennzeichneten Ebenen festgelegt ist. Betrachten wir einmal einen Punkt P (Fig. 1) der im Ko-

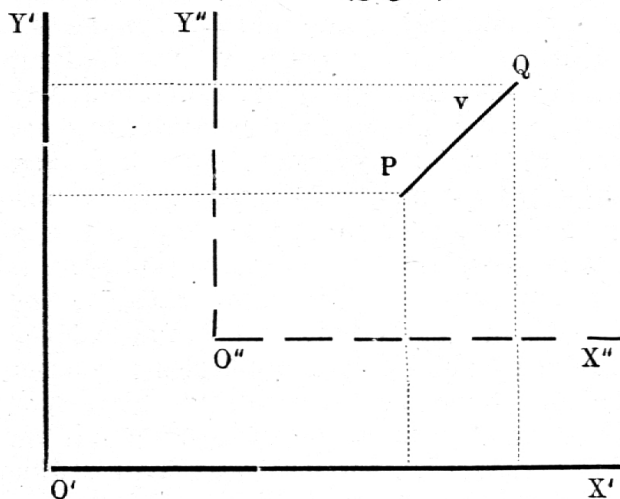


Fig. 1.

ordinatensystem I ($X'Y'$) auf der geraden Bahn PQ sich mit der Geschwindigkeit v bewegt. (v = Strecke in der Zeiteinheit.) Vergleichen wir diese Bewegung im System I mit der im System II ($X''Y''$) so sehen wir, daß die Richtung gegen die Achsen dieselbe bleibt, der Punkt schneidet die Achsen nur zu verschiedenen Zeiten, aber weder die Geschwindigkeit, noch ihre Komponenten in bezug auf die Achsen, werden geändert. Beim Uebergang aus I in II ist demnach die Geschwindigkeit eine sog. Invariante. Das System I war unserer An-

nahme gemäß mit II festverbunden; wie gestaltet sich die Sache, wenn II gegenüber I sich bewegt?

Wir nehmen an, das System II wäre zur Zeit t_0 genau mit I zusammengefallen und bewege sich mit konstanter Geschwindigkeit ohne jede Drehung parallel zur X-Achse von I. Ein Punkt P der relativ zu System I ruht, ändert dann offenbar beständig seine Lage in bezug auf II, so daß z. B. zur Zeit t sein Abstand von der Y-Achse x' um ct kleiner geworden, als das x im System I. Es wäre also $x' = x - ct$. Das Ganze läuft auf dasselbe hinaus, wenn wir dem Punkte P in bezug auf II die Geschwindigkeit $-c$ zuschreiben. Das Gesagte gilt für den mit I festverbundenen Punkt. Wenn aber dieser sich (in I) mit einer eigenen Geschwindigkeit v in der Richtung der Bewegung von II oder aber genau entgegengesetzt bewegt, so ändert sich offenbar in der Zeiteinheit seine Entfernung von P um $c - v$ bzw. $c + v$; oder die Geschwindigkeit von P relativ zu II mit c' bezeichnet, so ist $c' = c - v$ resp. $c' = c + v$.

Wie man leicht ersieht, bleiben die Betrachtungen dieselben, wenn das System II sich auch in anderer Richtung im Raume gleichmäßig und geradlinig bewegt, da die Komponenten c_x, c_y , resp. v_x, v_y , konstant bleiben oder wenigstens ein konstantes Verhältnis, bei gleichmäßiger Beschleunigung von P, zeigen. Hieraus folgt, daß wir, einstweilen wenigstens, rotierende und ungleichförmig beschleunigte Bewegungen von unsern Koordinatensystemen ausschließen.

Wie war es aber dann möglich, daß Galilei zur Entdeckung des Trägheitsgesetzes kam, der doch behauptet ein bewegter Körper auf den keine Kräfte einwirken, gehe ohne Ende mit gleichmäßiger Geschwindigkeit im absolut ruhenden Raume in gerader Linie weiter; die Erde dreht sich doch um ihre Achse und läuft in krummer Bahn um die Sonne! Nun, die Kürze der Versuchstrecken und die der Versuchszeiten lassen den Einfluß der Erddrehung und des Erdumlaufs nicht zur Geltung kommen, tatsächlich ist die gerade Bewegung z. B. einer Kugel auf einem noch so ebenen Tische, für den außerirdischen Beobachter eine krumme. Ein System, in dem der Galilei'sche Trägheitsgesetz genau gültig ist, nennt man ein Inertialsystem, als solches gilt bei Newton der absolut ruhende Raum.

Wie wir gesehen haben, hat in den mechanischen Betrachtungen der ruhende

Raum (System I) nichts von dem zu ihm relativ gleichmäßig und geradlinig bewegten System II voraus, was seinen Ausdruck im Relativitätsprinzip der klassischen Mechanik findet; dem wir mit Bohr die Fassung geben können: „Es gibt unendlich viele, relativ zueinander in Translationsbewegung befindliche, gleichberechtigte Systeme, Inertialsysteme, in denen die Gesetze der Mechanik in ihrer einfachen, klassischen Form gelten.“

Wie oben gesagt, werden die Verhältnisse bewegter Systeme zu ruhenden oder ebenfalls bewegten Systemen durch gewisse Koordinaten-Transformationen ausgedrückt, die man nach Galilei benannt hat, und man kann das klassische Relativitätsprinzip auch so ausdrücken, daß man sagt, die Gesetze der Mechanik sind invariant gegen Galilei-Transformationen.

Aus dem bisher Gesagten geht, wie hier eigens noch hervorgehoben werden soll, hervor, daß das Galilei'sche Trägheitsgesetz auf einen absoluten Raum bezogen werden muß. Dieser absolute Raum spielt auch bei Newton eine wichtige Rolle; denn er liegt eigentlich der Unterscheidung von absoluter und relativer Bewegung zugrunde. Deutlich tritt dies in den sog. Fliehkräften bei rotierenden Körpern zutage. So schreibt auch Newton: „Die wirkenden Ursachen, durch die absolute und relative Bewegung von einander verschieden sind, sind die Fliehkräfte von der Achse der Bewegung weg. Bei einer relativen Kreisbewegung existieren diese Kräfte nicht, sie sind aber kleiner oder größer je nach dem Verhältnis der absoluten Bewegung.“ Bekanntlich spielt bei den Beweisen für die (absolute) Drehung der Erde, der absolute Raum ebenfalls eine Hauptrolle, es sei nur auf den bekannten Foucault'schen Pendelversuch hingewiesen.

Nachdem durch Fresnel die Wellentheorie des Lichtes über die Emissionstheorie Newtons den Sieg davongetragen, mußte man sich den Weltenraum mit einem feinem Stoffe, Äther genannt, als dem Träger der Lichtwellen erfüllen denken, denn es ist nun einmal Tatsache, daß das Licht der Gestirne durch den Weltenraum zu uns gelangt. Die später entdeckten Zusammenhänge zwischen Sonnenflecken und Polarlichtern, Störungen des magnetischen Feldes der Erde u. dergleichen forderten ebenso einen Träger für die elektromagnetischen Wellen. Da das Licht transversale Wellen, so mußte man sich den Äther als fest vorstellen, da er

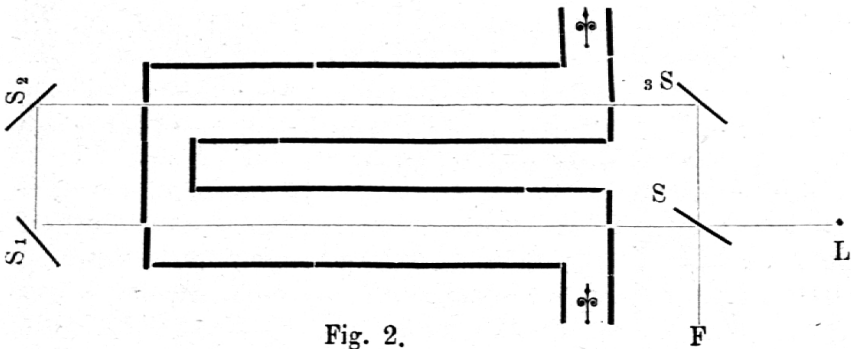


Fig. 2.

den Bewegungen der Gestirne keinen merklichen Widerstand bietet, mußte seine Masse als äußerst klein angenommen werden, er mußte alle Körper durchdringen u., kurz, man war genötigt, diesem Stoffe eine ganze Reihe Eigenschaften zuzuschreiben, ohne daß man eigentlich eine recht befriedigende Anschauung von ihm erlangte. Vor allem lag die Frage nahe, ob der Äther sich bewege, oder ob er ruhe, und ob er an den Bewegungen der Körper teilnehme, oder diese ohne Störung durch ihn hindurchgehen?

Hier kommen nun eine Reihe von optischen Erscheinungen in Betracht, die für eine bestimmte Anschauung betr. der Bewegung oder Ruhe eine Beurteilung zu gestatten scheinen oder doch so betrachtet werden. Für einen relativ zur Erde bewegten, d. h. also absolut ruhenden Äther werden ins Feld geführt die beiden bekannten Erscheinungen die von Bradley entdeckte Aberration und der Doppler-Effekt beim Licht. Von einigen Anhängern der Einstein'schen Relativitätstheorie wird behauptet, daß diese Erscheinungen nach der Wellentheorie resp. der elektromagnetischen Lichttheorie nur im Sinne eines absolut ruhenden (oder gar nicht vorhandenen) Äthers erklärt werden könnten, andere geben zu, daß wenigstens die Aberration auch anders erklärt werden könne. Wir müssen aber noch auf zwei Versuche hinweisen, die sich ebenfalls mit der Bewegung des Äthers befassen, nämlich der von Fizeau und von Michelson. Die Anordnung bei ersterem ist aus Fig. 2 ersichtlich. Hier fällt der von der Lichtquelle L kommende Strahl auf einen halbdurchlässigen Spiegel S. Der durchgehende Strahl wird der Reihe nach in S₁, nach S₂ und S₃ reflektiert, von wo er ins Fernrohr F gelangt. Der von S reflektierte Strahl läuft den entgegengesetzten Weg S₃, S₂, S₁ und wird schließlich von S in Fernrohr F zurückgeworfen. Die beiden Strahlen laufen nun aber in einer Röhre, durch die man Wasser strömen läßt.

Wird nun der Äther vom strömenden Wasser mitbewegt, so muß der eine Strahl eine Geschwindigkeitszunahme, der andere eine Abnahme erfahren, es müssen im Fernrohr Interferenzänderungen gegenüber dem Zustand bei ruhendem Wasser eintreten. Dies fand tatsächlich statt, aber genaue Messungen ergeben, daß

die Lichtgeschwindigkeit nicht um die Geschwindigkeit des Wassers vergrößert wird, sondern um einen von dem Brechungsquotienten abhängigen Betrag. Ist c_1 die neue Geschwindigkeit des Lichtes, c die in freier Luft, v die des Wassers und n der Brechungsquotient, so lautet die

Formel $c_1 = c + v \left(1 - \frac{1}{n^2}\right)$, die übrigens von Fresnel schon früher aus gewissen Beobachtungen Arago's abgeleitet wurde, weshalb der Klammerausdruck der Formel auch als Fresnel'scher Mitführungskoeffizient bezeichnet wird.

Wie man sieht, wird c_1 in bewegter Luft, deren Brechungsquotient $= 1.000294$ ist, so gut wie gar nicht von c abweichen. Hieraus folgt, daß in der Atmosphäre der bewegten Erde der Äther nicht mitgeführt wird, d. h. daß der Äther relativ zur Erde ruht. Dies sollte der Versuch von Michelson dartun, bei dem ein Strahl, der in der Richtung der Erdbewegung hin- und zurückläuft mit einem solchen der senkrecht dazu hin- und hergeht Interferenzen zeigen mußte. Der erstere hat nämlich beim Hinweg die Geschwindigkeit $c + v$, auf dem Rückwege $c - v$, braucht demnach für die Strecke l die Zeit

$$t = \frac{l}{c+v} + \frac{l}{c-v} = \frac{2l}{c \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)}.$$

Der andere Strahl hat keine Veränderung der Geschwindigkeit,

aber während der Strahl die Strecke l durchläuft (vergl. Fig. 3) verschiebt sich das ganze System, der Weg ist tatsächlich l' .

$$l'^2 = l^2 + \frac{v^2}{c^2} l^2,$$

$$\text{und } l' = \frac{l}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

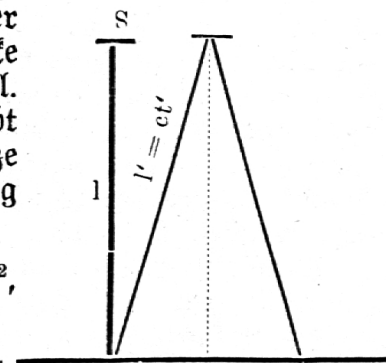


Fig. 3.

so daß für Hin- und Herlauf der Weg = $2l = \frac{2l}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ ist und die Zeit $t' = \frac{2l}{c\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$,

daher der Unterschied für die beiden Teilstrahlen $t - t' = \frac{2l}{c} \left(\frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}} - \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \right)$ oder

sehr nahe $\frac{1}{c} \frac{v^2}{c^2}$. Der Versuch ergab indessen ein negatives Resultat, d. h. eine Bewegung der Erde gegen den Aether war nicht nachweisbar.

Der Biber.

Natur- und kulturgeschichtliche Studie von Dr. P. Emmanuel Scherer.

(Schluß.)

Weit größere Bauwerke scheint in jahrelanger Arbeit der kanadische Biber zu errichten. Stauwerke von 50 und mehr m Länge und 1,5 Metern Höhe sind keine Seltenheit. An einem Arm des Escaubarivers hat man sogar einen Damm von 150 Metern Länge beobachtet. Das Baumaterial setzte sich zusammen aus meterlangen Ästen und Knüppeln, Schlamm, Schilf, Steinen und Rasenstücken. Solche Dämme werden von beiden Uferseiten begonnen und gegen die Mitte geführt. Die der Strömung zugekehrte Seite des Dammes verläuft nicht geradlinig durch das Wasser, sondern beschreibt, ähnlich den modernen Talsperren eine konvexe Kurve gegen den Strom. Die der Strömung zugerichtete Seite des Deiches soll senkrecht abfallen, die entgegengesetzte eine Böschung zeigen. Zum Ablassen des Wassers habe der Damm unterhalb der Krone eine Öffnung und diesen Abfluß soll der Biber genau zu regulieren imstande sein. Cartwright beschreibt einen Damm, aus Holzstücken, Sand, Steinen und Schlamm errichtet und so fest gebaut, daß man ohne Gefahr darüber schreiten konnte. Du Praß hat selbst einen Biberdamm zerstören lassen, um seine Konstruktion zu untersuchen. Er fand zahlreiche kreuzförmig gestellte Hölzer, ähnlich einem Sägebock, in deren Winkel der Länge nach andere Äste gelegt waren. Andere Beobachter sprechen ebenfalls von einer heckenartigen Grundlage der Dammbauten. Jedenfalls erreicht der Biber seine Absicht, das Wasser zu schwellen, mit ziemlich einfachen Mitteln.

Zu merkwürdigen phantasievollen Darstellungen hat das Holzschneiden des Bibers Anlaß gegeben. Sicher ist, daß der Biber Bäume fällt, zerschneidet, mit dem Maul zum Wasser befördert und flussabwärts

zu seiner Wohnung flößt. Diese Holzfällarbeit des Bibers steht aus unzähligen Beobachtungen fest und ist es ja neben dem Dammbau, die das Tier zum Waldverderber macht. Einen anschaulichen Bericht verdanken wir Dietrich aus dem Winkell, der einen Biber mit seinen Jungen unweit Dessau beobachten konnte. „In der Dämmerung.“ sagt er, „kam die Familie rasch im Wasser herangezogen und schwamm bis zum Anstieg. Hier trat die Mutter zuerst allein an das Land und ging, nachdem sie, den Schwanz noch im Wasser hängend, einen Augenblick gesichert hatte, in das Walddickicht. Eilig in ihrer Art folgten ihr die drei Jungen, die ungefähr die Größe einer halbwüchsigen Rake haben mochten. Raum waren auch sie im Holze, als das durch schnelles Schneiden verursachte schnarrende Getöse hörbar wurde, und nach Verlauf einiger Minuten fiel die Stange. Nach einiger Zeit kam die Alte, das Ende einer Weidenstange mit der Schnauze erfaßt, jedoch auf allen Vieren gehend, zum Vorschein. Gleichmäßig waren sämtliche Junge hinter ihr zu beiden Seiten des Stabes verteilt und emsig beschäftigt, ihn an und in das Wasser zu schaffen. Nach einer kurzen Ruhepause wurde er dann von der ganzen Gesellschaft wieder mit der Schnauze gefaßt und höchst eilig und ohne auszuruhen, schwammen sie mit ihrer Beute denselben Weg zurück, auf dem sie gekommen waren.“

Die alten Zoologen haben diese Tätigkeit des Bibers reich ausgeschmückt. Schon beim Fällen der Bäume soll der Biber nach Konrad Gesner es nicht an Vorsicht fehlen lassen. „So er vermeint, daß der Baum schier fallen soll, sicht er all Streich über sich, wohin der Baum hange, ob er wackle, damit

nicht etwan im Streich der Baum auff ihn falle." Ein noch weit anschaulicheres Bild entwirft Gesner vom Holztransport: „Wo aber an Wassern nicht Holz vorhanden und sie etwan in einer Anzahl daselbst umher wohnen, ziehen sie versamlet in die nächsten umbliegenden Hölzer, legen aus ihnen einen an Rücken, spannen und binden ihm seine Bein auff die Weis eines Wagens und der Wagenleytern, laden alszdann Holz auff, soviel alsz sie bedunckt das liegend ertragen möge, ziehen ihn dann also bey dem Schwanz in das Nest, dahin sie das Holz haben wollen. Wie wol nun da kein Vernunft, so ist dennoch in diesem Thier solche natürliche Weis, daß es zu dieser Vosselarbeit, als ob der liegend dadurch geschmächet, keinen einheimischen Biber brauchen, sondern wo sie unter ihnen etwan einen wissen, der auß andern Landen verjagt, oder sonst eingekistet, den brauchen sie als ein Unbekannten, der mehr dann andere Schmach erdulden möge, weil er kein Beystand oder Aufstiftung hab, sondern etwas Dienstbarkeit erleiden muß, als der so ihrer Weid genießen wolle. Etliche sagen, sie thun das auch den Fremden nicht, aber den Alten, so zu Hausen und zu Holzen untauglich durch Abwehung der Jänen. Wo deren Biber einer, so diese Arbeit thun muß, erfindt sich allweg, daß er einen beschabenen Rücken und dadurch ganz schwillicht und dickheutig ist." Da Plinius einen ähnlichen fabelhaften Bericht über das Heueinführen der Marmel-tiere enthält, möchte man zunächst vermuten, daß auch diese Holzhacker-geschichte auf ihn zurückgehe. Bei Plinius steht jedoch von dieser ganzen Holzfuhr kein Wort; er sagt vom Biber nur, daß er an den Ufern der Flüsse durch seinen Biß Bäume fälle, wie mit einer Art. Gesner beruft sich für seine Angaben auf Albertus Magnus, der es von erfahrenen Jägern gehört hätte und auf Claus Magnus, der die Meinung des erstern bestätigen helfe, „deßhalben es vast der Wahrheit gleichlicht."

Zum Zeugnis dafür, wie auch heute noch der Biber den Wald zu verwüsten imstande ist, sei eine Stelle aus Diederich-Dessau (1903) angeführt. Es handelt sich um ein zu Aken, am linken Elbeufer gelegenes Revier. „In dem genannten Revier," sagt Diederich, „haben die Biber Ende September und Anfang Oktober dieses Jahres, auf einer Bodenfläche von etwa acht Meter im Geviert, nicht weniger als neun Pappeln zu Falle gebracht. Die stärkste der abge-

schnittenen Pappeln mißt an der Schnittstelle 30 cm im Durchmesser, die übrigen Stämme sind zwischen 15 und 20 cm stark. Nach Ansicht des Försters ist die angerichtete Verwüstung vermutlich das Werk eines einzigen Biberpaares, und man kann schon an der Leistung dieses Biberpaares ermessen, welch ungeheuren Schaden die Biber einst in den Wäldern angerichtet haben müssen, als sie noch in großen Kolonien die Gewässer bevölkerten."

Während des ganzen Mittelalters war der Biber ein sehr beehrtes Jagdtier. Gejagt aber wurde er einmal wegen seines Fleisches. Hören wir über dessen „kulinarischen" Wert und Zubereitung wieder den anschaulichen Gesner, der hier entschieden mehr Glauben verdient, als für seinen Holzwagen. „Deß Biber's Fleisch, darumb daß er bitter Rinden frist, ist es auch durch und durch eines bitteren Geschmacks, außershalb des Schwanzes. Doch so findet man Leuth die den Biber essen und dasselbig loben. Doch muß man im Bereiten und Kochen Kunst darzu brauchen. Derhalben so fieden ihn etliche zum ersten, denn in einer Pfanne röschten sie ihn, brauchen keinen Deckel, damit das Wildelen oder bitter Geruch davon dempffe. Den Schwanz aber kochet man sampt den hinteren Füßen gemeinlich in gelber Brüñ. Es ist ein lieblich, süß, zart und gar feist Essen, eben wie ein Al und Hausen. Auch muß man dasselb ersts fieden, ehe man es sonst bereitet, doch nicht vast, nur etlich Wäl darüber gehen lassen. Die Schleckmeuler essen sonders gern von den Heutleinen zwischen den Klauen, dann sie Plutarchum wol verstanden, der da schreibt, Fleisch sey am geschmacksten, daß es nicht Fleisch sey, da einmal der Schwanz und hindern Füß eben derselben Art, dann sie mehr Fisch dann Fleisch sind. Etliche, die braten den Biber'schwanz und betreffen ihn stets mit Imber; etlich fieden ihn und machen denn etwan ein Pfefferlein darvon."

Eine weitere Empfehlung für den Biber als Wildpret, liegt in dem Umstand, daß er auch in der Fastenzeit genossen werden durfte. Nach der allgemeinen Anschauung glaubten auch die Moraltheologen, daß der Biber sich von Fischen und Krebsen nähre, und deshalb wurde er mit dem Fischotter als Fastenspeise erlaubt. (Noch heute sind in namentlicher Aufzählung als Fastenspeise erlaubt: Fischotter, Biber, Seehunde, Walrosse und Tauchenten, mit der Begründung,

daß diese Tiere für gewöhnlich im Wasser leben und sich von Fischen nähren oder weil man glaubte sie nähren sich von Fischen.) Jedenfalls beruht auch die Bemerkung Schrebers, daß man in Nordamerika den Biber zum Fischfang abrichtete, auf einem Irrtum. Einen interessanten Beitrag zu diesem Kapitel verdanke ich Herrn Rektor Ribeaud in Luzern, der mir eine Stelle aus Pomet, *Histoire des drogues* (1735) mittheilt, die in Uebersetzung also lautet: „Der hintere Teil des Bibers bis zu den Rippen hat Fischgeschmack und man verspeist ihn deshalb an Fasttagen; der vordere Teil schmeckt nach Fleisch, und man darf ihn nur an Tagen, wo der Fleischgenuß gestattet ist, genießen.“ Nach diesem Auktor wäre nur die hintere Hälfte des Bibers als Fastenspeise erlaubt, also der Schwanz und die mit Schwimmhäuten ausgestatteten Hinterbeine, aber auch der Körper bis zur Brustgegend (*jusqu'aux costes*); jedenfalls eine höchst sonderbare Auffassung!

Weit gesuchter jedoch als zu kulinarischen Genüssen, war der Biber wegen des Castoreums oder Bibergeils. Wir wissen bereits, daß es nichts anderes ist, als das Absonderungsprodukt gewisser mächtig entwickelter Drüsen. Das Bibergeil war bis in die vierziger und fünfziger Jahre des verflossenen Jahrhunderts sehr gebräuchlich; in früheren Zeiten wurde damit geradezu alles mögliche behandelt. Nur einige Proben. „Fast wider alles Gift nützt die Bybergerlin,“ sagt Gesner, „so man sie einnimpt. Allein ist der Unterschied zu wissen, womit man sie anmischen solle, so einen dieses oder jehnes Gift lezt. Sticht einen der Scorpion oder Tarant, so muß man sie auß Wein trinken; wo jemants Spinnen gessen oder von ihnen gestochen, Muckenfaher, Wespen oder Dmehspinnen, oder deren so da in den Früchten stecken, so soll derselbig die Bibergeylin auß Honigwasser trinken, damit er die Spinnen wieder von ihm gebe. Die Halßstärre wird erlindert mit Bibergeylin, so man dieselbig trinkt auß Honigwasser, darinnen Frösch gekotten mit Pfeffer, Honig und Salz. Das Hirn üebt und stärkt es, darumb wo jemants den Witz schlaff hatte, soll man ihm ein Rauch darvon in die Nasen machen, daß er nießen kann. So die Zung vom Schlag getroffen, lege man gepülverte Bibergeylin under die Zungen; die soll man darunder lassen, biß sie von selbst erweicht und einschleufft. Streicht man Bibergeylin mit attischem oder dem besten Honig, so man

bekommen kann, über die Augen, es machet sie lauter. Bibergeylin in die Ohren getreift, stärkt das Gehör. Wo die Lung einem schwirt oder andere Sucht an ihr hat, sol man Bibergeylin ihm in die Nasen räuchern. Herzgesperr oder Reichen heilt man auch mit Bibergeylin, so man den Kranken auß Methessig ein wenig desselben nüchtern eingibt.“

Nach Valentini's Natur- und Materialienkammer, Frankfurt 1714, sind aber auch noch andere Teile des Bibers heilkräftig, „zu vörderst dessen lange Zähne oder dentes castorei, welche wie die wilden Schweinzähne gegen das Seitenstechen dienen. Und das Fett von dem Tier oder *axungia castoris*. Wie angenehm aber die Haut dieses Thieres oder *pellis castoris*, wegen der sehr zarten und saubern Haaren sey, ist zur Genüge bekannt. Die *pili castoris* oder Haar davon werden von den Hutmachern aufgesucht und zu den kostbaren Castor-Hüten employiert, absonderlich die kurze; aus den langen machet man auch Castor-Strümpfe, und wann man sie verbrennet, stillen sie das Nasenbluten.“

Wenn heutzutage dem Biber nachgestellt wird, so geschieht das entweder mit Fallen, oder er wird auf dem Anstand mit der Kugel erlegt. In Kanada bedienen sich die Biberjäger hauptsächlich der Fallen mit Bitterung. Das englische Wort für Pelztierjäger «trapper», leitet sich von dieser Jagdart her: to trap, mit Fallen fangen. Früher hatte man verschiedene Jagdmethoden. Die *Georgica curiosa*, Nürnberg 1716, sagt z. B. „Der Biber wird mit Hunden ausgespührt und aus seinem Geschleiff in Reß oder Fischbeer gejagt, oder wird mit Geeren gestochen, zu Nachts kann man ihn bißweilen zu Land antreffen und hegen.“ Im Adelichen Hausvater sind mehrere Kapitel des V. Bandes der Biberjagd gewidmet. Da werden die Biberneße und ihre Verwendung beschrieben, die Biberhunde und ihre Abrichtung besprochen. Auch von einer Otterzange ist die Rede, die dem Biber, wenn ihn die Hunde gestellt haben, um den Hals gelegt wird, damit er der Meute keinen Schaden mehr zufügen könne. Endlich wurden früher die Biber mit eisernen Haken in höchst grausamer Weise aus ihren Erdbauen hervorgeholt.

Auch in Gefangenschaft wurden und werden Biber öfters gehalten und wenn sie jung eingefangen sind, können sie ohne große Mühe gezähmt werden. Nach mehr-

sachen Reiseberichten hielten die Indianer um die Hudsonsbai Biber fast wie Haustiere. So erzählt La Fontan, er hätte in diesen Dörfern Biber gesehen, so zahm wie Hunde, die im Bach, in den Hecken ungestört hin- und herliefen. Hearne hatte mehrere Biber gezähmt, daß sie auf seinen Ruf erschienen, ihm wie Hunde nachliefen und über Liebkosungen sich freuten. Die Tiere schienen sich besonders wohl in der Gesellschaft indianischer Weiber und Kinder zu befinden; wenn diese lange fortblieben, wurden die Biber unruhig, wenn sie zurückkehrten äußerten die Tiere lebhafteste Freude, krochen ihnen auf den Schoß, machten Männchen, betrugten sich also gleich Hunden, die sich über die Rückkehr des Herrn freuen. Die zahmen Biber lebten von denselben Speisen wie die Indianerfamilien; besonders gern verzehrten sie Reis und Rosinenpudding; auch Fische und Fleisch verschmähten sie nicht.

Der bekannte französische Zoologe Buffon erhielt aus Kanada einen Biber geschenkt und hatte ihn jahrelang im Hause. Das Tier schloß sich zwar niemand an, war aber sehr gutmütig, ließ sich aufheben und herumtragen. Saß Buffon bei Tische, so verlangte der Biber mit einem sanften klagenden Ton und emporgehobener Pfote auch Nahrung. Gab man ihm etwas, so trug er es fort und verzehrte es im Verborgenen.

Der Prinz Max von Wied sah einen zahmen Biber im Fort Union, an der Grenze zwischen Kanada und den Vereinigten Staaten. Er sagt, er sei so groß gewesen wie ein zweijähriges Schwein, gewiß vier Fuß lang, aber blind. Das Tier lief im ganzen Hause herum und war gegen bekannte Personen zutraulich, unbekannte Leute versuchte es zu beißen.

In einem Fischerhause am Ufer der Elbe wurde eine Kage gehalten, der man wie üblich die Jungen ertränkt hatte. Am nächsten Tage brachte die Kage einen frisch gesetzten Biber mit heim und vertrat eifrigst Mutterstelle an ihm, trotzdem ihr Gesänge von den scharfen Biberzähnen arg zugerichtet wurde. Leider nahm man ihr den Biber fort, um ihn sicherer aufzuziehen, was freilich pünktlich sein Ende herbeiführte.

Nach einer Angabe v. Robell's hat 1781 bei Wien ein Biberpark bestanden, aus dem Tiere lebendig nach dem Gewicht verkauft wurden. Später hatte Fürst Schwarzenberg auf seinen Besitzungen in

Südböhmen eine Biberkolonie angelegt; sie war 1873 auf der Wiener Weltausstellung zur Schau gestellt, ist aber seither, mutmaßlich durch Raubschützen, vertilgt worden.

Heute stehen wir vor der bedauerlichen Tatsache, daß der Biber zu den verschwundenen oder aussterbenden Tieren gehört. Doch scheint mir, daß nicht die rücksichtslose Verfolgung allein die Schuld an dieser Erscheinung trägt. Die Familie der Rastoriden ist einmal überhaupt im Niedergang begriffen; den heute noch lebenden zwei Spezies, stehen nicht weniger als sechs fossile gegenüber. Sodann könnte ein Forstfrevler wie der Biber, bei der intensiv betriebenen Waldbwirtschaft von heute unter keinen Umständen mehr in allgemeiner Verbreitung geduldet werden. Er richtet nicht nur sehr beträchtlichen Schaden an durch Fällen von Stangenholz und Bäumen, sondern bewirkt noch eine andere forstliche Veränderung, auf die Agassiz zunächst für den amerikanischen Biber hingewiesen hat. Durch seine Dämme staut der Biber das Wasser der Waldbäche, so daß Teiche entstehen, die öfters einen Flächeninhalt von 10—20 Hektaren haben. In ihrer Umgebung holzt nun der Biber den Wald ab. Es entstehen Lichtungen, die Biberwiesen. Moose und Sumpfpflanzen siedeln sich an; durch allmähliche Verlandung der Teiche entstehen Torfmoore. Agassiz hat unter einer drei Meter hohen Torfschicht Fraßstücke vom Biber gefunden. Die Tätigkeit des Tieres kann somit die primäre Ursache zur Bildung von Torfmooren werden. Für den europäischen Biber haben Keller und Messikommer in schweizerischen Torfmooren ähnliche Feststellungen machen können.

Der Biber ist unzweifelhaft ein kulturfeindliches Tier und hat in der heutigen Wald- und Wasserwirtschaft keinen Platz mehr. Aber als einer der interessantesten Vertreter der Nagetierfamilie, mit einzigartigen Instinkten soll und muß er in Reservationen geschützt und erhalten bleiben. Die Gegenwart, mit ihrem Sinn für Naturschutz, wird diese Aufgabe gewiß an die Hand nehmen und durchführen. Allerdings ist jetzt die zwölfte Stunde für ein solches Unternehmen da, denn der Biber gehört zu den Tieren, deren Geschichte nach Ludwig Rütimyer ausklingt in den Ruf an den Herrn der Schöpfung: Ave Caesar, morituri te salutant!

Neueres von der schweizerischen Molluskenfauna.

Die schweizerische Molluskenfauna ist bei weitem noch nicht vollständig erforscht. Wie es z. T. damit steht, beweist z. B. der Umstand, daß vor kurzem von wissenschaftlicher Seite die Bemerkung gemacht wurde, früher sei bei Bern die Schnecke *Buliminus detritus* Müll. form. *radiatus* Pfr. vorgekommen, jetzt aber nicht mehr zu finden.

Diese Turmschnecke ist wärmeliebend und bewohnt grasige, sonnige Abhänge, gewöhnlich in Gesellschaft von Xerophilen. Nach Prof. Dr. Stoll („Ueber xerothermische Relikten in der Schweizer Fauna der Wirbellosen“, 1902) ist diese Art als ein Relikt einer postglazialen Steppenfauna aufzufassen. In den Alpen soll sie nach den Angaben der verschiedenen Autoren ganz fehlen. Im Rhonetal des Wallis ist sie aber nach Dr. E. Paravicini („Die Molluskenfauna der Walliser Talschale von Brig bis zum Genfersee“, 1918) und nach eigenen Beobachtungen gemein.

Buliminus detritus, form. *radiatus* wurde dann auf die eingangs erwähnte Bemerkung hin bei Bern gesucht und wieder gefunden. Hr. Geyer, der bekannte Malakozoologe in Stuttgart, hatte die Liebesswürdigkeit die gefundenen Stücke, der Gewißheit wegen, nachzuprüfen. Er schreibt mir, daß es sich um eine auffallend kurze und gedrungene Form handle. „Die Art hat bei Bern wohl einen Außenposten gegen die Alpen hin inne, und an solchen Punkten ist das Vorkommen oft ein sehr unsicheres und meist auf kleine Flächen beschränktes.“ Letzteres trifft nur zum Teil zu. Eine der bernischen Fundstellen ist wenig umfangreich, aber eine zweite ist sehr ausgedehnt und das Vorkommen der in Frage stehenden Schnecke an derselben ein häufiges.

Zu gleicher Zeit wurde bei Bern die große *Helix aspersa*, Müll. in zahlreichen Exemplaren und in den verschiedenen Altersstadien gefunden. Es handelt sich um eine Art, die nach S. Gleissin („Die Mol-

luskenfauna Oesterreich-Ungarns und der Schweiz“, 1887) folgende Verbreitung hat: „Nur am Südhange der Alpen, in Südtirol, Grafschaft Görz, Kärnten und Krain, Südschweiz. (Lausanne und Ber eingeschleppt)“. Für Bern handelt es sich wohl auch um eine Einschleppung, die aber schon um viele Jahre zurückliegen muß, da Exemplare in allen Größen gefunden werden konnten. Uebrigens hat vor etwa 100 Jahren schon Defan Studer *Helix aspersa* in Bern gefunden. (Mitteilung des Hrn. Prof. Dr. Th. Studer). Seither wurde diese doch auffallende Schnecke nicht mehr beachtet (von Laien wahrscheinlich als Weinbergsschnecke, *Helix pomatia* L., angesehen.) Im Rhonetal des Wallis hat Dr. E. Paravicini die *Helix aspersa* neben den 69 festgestellten Arten nicht gefunden. (Nachrichtsblatt der Deutschen Malakozoologischen Gesellschaft, Frankfurt a. M., 1918).

Von den wissenschaftlichen Arbeiten über die Erforschung des schweizerischen Nationalparks im Unterengadin ist diejenige über die Molluskenfauna des Gebietes am ersten zum Abschluß gelangt. Der Bearbeiter derselben, Ernst Bütikofer, kommt in seinem Werk („Die Molluskenfauna des Schweizerischen Nationalparks“, 55. Band der „Dentschriften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft“, 1920) zu folgenden Ergebnissen:

Das Gebiet des Nationalparks beherrscht 67 Molluskenarten. Der reichste Teil ist das Innental, talaufwärts langsam verarmend; so hat Schulz 60, Zernez 40 und Scansz nur noch 25 Arten.

Diese postglazial eingewanderte Schneckenfauna setzt sich zusammen aus 51% in der alten Welt allgemein verbreiteten, 15% allgemein alpinen, 11% zentralalpinen, 12% ostalpinen, 7% mediterranean und 4% dem Gebiete eigentümlichen Arten. Eine Art ist für die Wissenschaft neu, nämlich *Vertigo Zechokkei*, Bütikofer.

Albert Heß, Bern.



Mittelschule

Beilage zur „Schweizer-Schule“

Mathematisch-
naturwissenschaftliche Ausgabe

Schriftleitung:
Dr. A. Theiler, Luzern

Inhalt: Die Relativitätstheorie. — Val Canaria. — Literatur.

Die Relativitätstheorie.

Von Dr. G. B. Baum.

II.

Das Resultat des Michelsonschen Versuches war überraschend und stellte die Forschung vor ein Dilemma. Der Fizeau-Versuch scheint zu zeigen, daß die Atmosphäre der Erde den Äther nicht mitführt, die Erde sich also durch den Äther hindurch bewegt, ¹⁾ während der Versuch Michelson ebenso bestimmt darzutun scheint, daß von einer Bewegung der Erde gegen den Äther keine Rede sein kann.

Zur Lösung des hier bestehenden Widerspruches wäre eine höchst einfache Annahme geeignet, nämlich die, daß die Lichtgeschwindigkeit von der Geschwindigkeit der Lichtquelle abhängig sei. In der Mechanik ist diese Addition der Geschwindigkeiten so geläufig, daß die wenigsten Menschen daran denken, oder wer findet es auffallend, daß man z. B. nach Osten ein Stein werfen kann und dieser, nachdem er die Hand verlassen, nicht vielmehr mit einigen Hundert Meter Geschwindigkeit gegen Westen rast?

Die obige Annahme wurde tatsächlich von Ritz als Theorie aufgestellt, der denn auch eine Art Emissionstheorie des Lichtes einführte.

Indessen sprechen alle optischen und elektromagnetischen Beobachtungen gegen eine Addition der Geschwindigkeit und der Energiequelle und auch die Beobachtungen von Sitter scheinen zu beweisen, daß z. B. die Geschwindigkeit des von einem Fixstern ausgesandten Lichtes von der Bewegung des Sternes unabhängig ist. Diese Addition dürfte sich auch schwerlich mit der Nahewirkungstheorie, die jetzt doch allgemein

die Strahlungsphysik beherrscht vereinigen lassen.

Ein merkwürdiger Weg schlug dann Lorentz ein, um dem oben dargelegten Dilemma zu entgehen, Lorentz nahm an, daß jeder Körper, der sich im Äther bewegt, in der Richtung der Bewegung eine Verkürzung erfährt. Wie wir früher fanden, ist das Verhältnis der Laufzeiten für die beiden Lichtstrahlen beim Michelson-Versuch

$$t : t_1 = \frac{2l}{c \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)} : \frac{2l}{c \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \text{ d. h. } t : t_1 =$$

$$1 : \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}. \text{ Nimmt man demnach an, daß}$$

bei diesem Versuch der in der Richtung der Erdbewegung liegende Apparatteil sich in diesem Verhältnis verkürzt, also nur noch

$$l \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \text{ lang ist, so muß die Bewegung}$$

der Erde gegenüber dem Äther unbemerkt bleiben.

Da auch eine Reihe anderer Versuche teils optischer, teils elektromagnetischer Natur genau im Sinne des Michelson Versuches ausfielen, so blieb kein Zweifel, daß die Bewegung gegen den Äther vom mitbewegten Beobachter nicht wahr genommen wird, d. h. also, daß das Relativitätsprinzip der Mechanik auch für die elektromagnetischen (also auch optischen) gilt. Lorentz stellte dann bei einer genaueren Durcharbeitung seiner Kontraktionstheorie fest, daß zur Erklärung dieser Relativität auch in jedem bewegten System ein eigenes Zeitmaß be-

¹⁾ In der vorhergehenden Nummer ist S. 35 zu korrigieren: „d. h. die Erde relativ zum Äther nicht ruht.“

stehen muß, daß er als „Ortszeit“ des betr. Systems bezeichnete.

Daß diese Kontraktionstheorie besonders befriedigen könnte, wird man schwerlich behaupten wollen, sie ist ein ad hoc erfundenes Aus Hilfsmittel.

Auf andere und in ihren Folgerungen radikalere Art suchte Einstein das obgenannte Dilemma zu lösen.

Im früheren Artikel haben wir darauf hingewiesen, daß der Standpunkt des Beobachters bei all diesen Fragen nicht gleichgültig ist, vielleicht ist also das Dilemma nur dadurch ein solches, daß man dies nicht beachtet hatte. Beim Fizeau-Versuch steht der Beobachter außerhalb des (in der Röhre) bewegten Mediums, er beobachtet den Vorgang von einem dazu relativ als ruhend anzusehenden System aus, beim Michelson-Versuch befindet sich der Beobachter im bewegten Medium selbst. Wenden wir dies auf die beiden Versuche an, so ergibt sich folgendes: Der Lichtstrahl, der durch ein Medium (Luft) hindurchgeht, das zum Beobachter bewegt ist, wird von dem Medium nicht mitgeführt, breitet sich also in dem bewegten Medium allseitig mit gleicher Geschwindigkeit aus. Derselbe Lichtstrahl im bewegten Medium zeigt einem mitbewegten Beobachter aber ebenfalls allseitig gleiche Geschwindigkeit. Da dies für jeden Beobachter in jedem beliebigen gleichförmig bewegten System gilt, so gibt es kein System, das vor einem andern bevorzugt wäre. Also kann auch das System des ruhenden Weltäthers nicht bevorzugt sein, ja es kann jeder Beobachter sein System als ruhend betrachten. Es ist natürlich ein Unsinn, vom Äther zu sagen, er sei zu jedem beliebig bewegten Beobachter relativ in Ruhe, d. h. wir müssen die Annahme des Äthers aufgeben.

Die Annahme nun, daß alle gleichförmig bewegte Systeme gleichwertig sind, hat Einstein zum Prinzip seiner Theorie gemacht, das sog. Relativitätsprinzip, dem er folgende Fassung gab: „Die Gesetze, nach denen sich die Zustände der physikalischen Systeme ändern, sind unabhängig davon, auf welches von zwei relativ zu einander in gleichförmiger Translationsbewegung befindlichen Koordinatensystemen diese Zustandsänderungen bezogen werden.“ Zu diesem Prinzip gesellt sich dann noch die obige Folgerung über die Lichtausbreitung, die wieder als ein neues Prin-

zip aufgestellte Konstanz der Lichtgeschwindigkeit.

Wir wollen nun zunächst einmal sehen, welche Beziehungen sich hieraus betr. Längen und Zeiten in verschiedenen Systemen ergeben. Von einem Punkte P aus gehe eine Lichtwelle, die sich nach allen Seiten gleichmäßig, also in Kugelform ausbreite. Wir nehmen P als Nullpunkt eines Koordinatensystems XY, wo also X und Y zugleich Lichtlinien sind, die in der xt Ebene verlaufen. Wir betrachten nun den Verlauf einer solchen Lichtlinie auf der X Achse in einem beliebigen xt System mit demselben Nullpunkt. Für jeden Punkt der X Achse ist $x = ct$, da die Lichtlinie X die Summe aller x Punkte, die die von $x = 0$ zur Zeit $t = 0$ abgehende Lichtwelle zur Zeit t erreicht. Da die X Achse die Gleichung $Y = 0$ hat, und $x - ct = 0$, so muß bei geeigneter Wahl der Einheit gesetzt werden können:

$$Y = x - ct.$$

Da für die Y Achse $x = -ct$, so findet man entsprechend $X = x + ct$ und daraus $XY = (x + ct)(x - ct) = x^2 - c^2 t^2$.

Für ein anderes Bezugssystem im Nullpunkte P muß offenbar ebenso gelten $X'Y' = (x' + ct')(x' - ct') = x'^2 - c^2 t'^2$. Nach dem Relativitätsprinzip ist aber kein System bevorzugt, oder es muß sein: $XY = X'Y'$, oder $XY = x^2 - c^2 t^2$ ist eine Invariante.

Es seien nun zwei Systeme S_1 und S_2 gegeben, die gegeneinander die Geschwindigkeit v haben, so daß demnach der Nullpunkt des Systems S_2 , $x_2 = 0$, die Koordinate $x_1 = vt$ hat. Da die beiden Gleichungen $x_2 = 0$ und $x_1 = vt$ denselben Punkt bedeuten, so muß auch $Kx_2 = x_1 - vt_1$ sein.

Da nach dem Relativitätsprinzip beide Systeme gleichberechtigt sind, so muß die entsprechende Betrachtung über die Bewegung des Nullpunktes von S_1 in Bezug auf S_2 genau so ergeben:

$$Kx_1 = x_2 + vt_2.$$

Drückt man nun t_2 durch x_1 und t_1 aus, so ergibt sich $vt_2 = Kx_1 - x_2 = Kx_1 - x_1 + vt_1$.

$$\frac{x_1 - vt_1}{K} = \frac{1}{K} [(K^2 - 1)x_1 + vt_1] \text{ oder } Kt_2 = \frac{K^2 - 1}{v} x_1 + t_1 \text{ wo } K \text{ noch unbestimmt ist.}$$

Nun haben wir vorhin gefunden, daß aus dem Prinzip der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit folgte $x_1^2 - c^2 t_1^2 = x_2^2 - c^2 t_2^2 = K$.

Indem man in letztere Gleichung die

oben für x_2 und t_2 gefundenen Werte einsetzt, erhält man:

$$\begin{aligned} K^2 K &= K^2 (x_2^2 - c^2 t_2^2) = (x_1 - v t_1)^2 - \\ &- c^2 \left(\frac{K^2 - 1}{v} x + t \right)^2 = x_1^2 - 2 v t_1 x + v^2 t_1^2 \\ &- c^2 \left[\left(\frac{K^2 - 1}{v} \right)^2 x^2 + 2 \frac{K^2 - 1}{v} x t_1 + t_1^2 \right] \\ &= x^2 \left[1 - \frac{c^2}{v^2} (K^2 - 1)^2 \right] - 2 t_1 x \left[v + \frac{c^2}{v} \right. \\ &\left. (K^2 - 1) \right] + t_1^2 (v^2 - c^2). \end{aligned}$$

Damit diese letztere gleich $K^2 (x^2 - c^2 t_1^2)$ sei, muß sein:

$$\left[1 - \frac{c^2}{v^2} (K^2 - 1)^2 \right] = K^2; \left[v + \frac{c^2}{v} (K^2 - 1) \right] = 0; (v^2 - c^2) = -K^2 c^2.$$

Aus der letzten Bedingung folgt

$$K^2 = 1 - \frac{v^2}{c^2} \text{ oder } K = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}.$$

Wir erhalten demnach als Transformationsgleichungen zur Berechnung des Ortes und der Zeit eines sog. „Weltpunktes“ im System S_2 , von dem Ort und Zeit im System S_1 gegeben sind, folgende Gleichungen:

$$x^2 = \frac{x_1 - v t_1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \quad t_2 = \frac{t_1 - \frac{v}{c^2} x_1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (\text{LTa})$$

oder

$$x_1 = \frac{x_2 + v t_2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \text{ und } t_1 = \frac{t_2 + \frac{v}{c^2} x_2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \text{ wenn} \quad (\text{LTb})$$

wir beachten, daß System S_1 sich gegen S_2 mit der Geschwindigkeit $-v$ bewegt.

Die y und z bleiben unverändert, also $y_2 = y_1$ und $z_2 = z_1$.

Diese Formeln werden als Lorentz-Transformation bezeichnet, denn sie wurden schon von Lorentz bei seinen Untersuchungen über die Maxwell'schen Feldgleichungen aufgefunden, ehe noch Einstein seine Relativitätstheorie aufstellte. Die Wurzel $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ war eben der Koeffizient für die Kontraktion in der Richtung der Bewegung.

Wie man sieht, gehen diese Gleichungen für unendlich große Lichtgeschwindigkeit c in die früher gegebene Galilei-Transformation über. Bei den kleinen Werten, die ferner im allgemeinen in der Praxis v hat,

ist es begreiflich, daß man Abweichungen von den Galilei-Gleichungen nicht bemerkte, erst die Kathoden resp. β -Strahlen brachten Geschwindigkeiten, die gegenüber der Lichtgeschwindigkeit ins Gewicht fallen.

Sehen wir nun einmal zu, was die gefundenen Formeln auf die Praxis angewandt bedeuten.

Nehmen wir einmal die scheinbar so einfache Aufgabe, die Länge eines fahrenden Zuges zu messen. Der mitfahrende Beobachter legt einfach einen Meterstab entsprechend oft an und findet so diese Länge. Wie machts aber der auf der Erde stehende Beobachter? Er muß der Bahn entlang Leute aufstellen, die im gleichen Augenblick den Anfang und das Ende des Zuges etwa auf dem Bahndamm markieren und dann diese Strecke messen. Man braucht also in diesem Falle noch Uhren, die genau synchron gehen, denn die Markierung des Anfangs und Endes des Zuges muß gleichzeitig geschehen. Es entsteht hier darum die Frage, wie man es erreichen kann, daß Uhren an verschiedenen Orten genau gleiche Zeit zeigen.

Man benützt dazu zwei Verfahren, nämlich

1) Man reguliert exakt mechanisch gebaute Uhren längere Zeit, bis sie genau gleichmäßig gehen und bringt sie dann an die verschiedenen Orte.

2) Man benützt zur Uhrenvergleichung Zeit-signale zwischen den verschiedenen Orten.

Für eine wirklich exakte Methode kann die erstere nicht angesehen werden. Schon der Umstand, daß der Astronom seine „exakte“ Uhr immer wieder nach seinen Beobachtungen kontrollieren muß, dürfte die Unsicherheit dieses Verfahrens beweisen.

Die zweite Methode der Zeit-signale scheint einwandfrei und wird ja tatsächlich auch beständig angewandt, namentlich jetzt mittels der elektrischen Wellentelegraphie. Aber auch diese Wellen brauchen zu ihrer Fortpflanzung Zeit, die streng genommen in Betracht zu ziehen ist, wobei nur das Fatale ist, daß wir diese Zeit gar nicht kennen. Es scheint ein Weg möglich diese Zeit zu finden, indem man wie folgt verfährt. Am Orte A wird zur Zeit t_1 das Zeichen gegeben, es soll in B zur Zeit t_2 ankommen und dort automatisch ein ebensolches Zeichen auslösen, das zur Zeit t_3 in A ankommt. Dann nimmt man an, daß das Zeichen von A nach B die Zeit $\frac{t_3 - t_1}{2}$

benötigte. Das ist aber doch nur eine unkontrollierbare Annahme, denn wir wissen ja gar nicht, ob zum Hinauf- dieselbe Zeit benötigt wird, wie zum Zurück- laufen, eine eventuelle Bewegung mit resp. gegen den Äther würde diese Bewegung beeinflussen, und da wir die Bewegung gegen den Äther nicht bestimmen können, so ist auch die zweite Methode der Uhren- vergleichung keine exakte. Hieraus folgt, daß für den messenden Physiker eine „Gleich- zeitigkeit“ nicht gibt, d. h. er hat gar kein Mittel eine solche festzustellen.

Wie man sofort ersieht, gibt die von Einstein angenommene Konstanz der Licht- geschwindigkeit erst ein Mittel Uhren synchron zu stellen, denn nach diesem Prinzip gilt jetzt tatsächlich $\frac{t_2 - t_1}{2}$ als wirkliche Fort- pflanzungszeit des Leitsignals von A nach B und umgekehrt.

Wir haben nun aber auch gesehen, daß dieses Prinzip in Verbindung mit dem Relativitätsprinzip in zwei gegeneinander bewegten Systemen nicht gleiche Zeiten er- gibt, daß also einer „Gleichzeitigkeit“ in dem ruhenden System, nicht auch Gleich- zeitigkeit im bewegten System entsprechen kann. Nennen wir nämlich den Zeitpunkt, in dem die Nullpunkte zweier gegeneinander bewegten Systeme S_1 und S_2 sich decken t_0 und hat das System S_2 relativ zu System S_1 die Geschwindigkeit v , so hat der Nullpunkt von S_2 vom Nullpunkt von S_1 stets den Abstand vt , oder für $x_2 = 0$ ist $x_1 = vt$.

Ueber das Verhältnis der Zeiten gibt uns aber die zweite der Lorentz-Trans- formation Aufschluß. (LTa)

Setzen wir hier $x_1 = vt$, so folgt:

$$t_2 = \frac{t_1 - \frac{v}{c^2} vt_1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = t_1 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

d. h. die Zeiteinheit erscheint im bewegten System größer, die Uhren gehen langsamer als im ruhenden System.

Dementsprechend erscheint auch der be- wegte Zug vom Boden aus verkürzt. Liegt der Nullpunkt des bewegten Systems S_2 im Anfang des Zuges und seine Erstreckung in der X_2 -Achse, so komme seinem Endpunkt die Ordinate x_2 zu, demnach im System S_1 die Ordinate x_1 und der Zug hat in S_2 die Länge x_2 und in S_1 wie eben gesagt (Ab- stand des Nullpunktes) $x_1 = vt$. Nach der

ersten Formel der Lorentz-Transformation ist aber

$$x_2 = \frac{x_1 - vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

d. h. also im System S_2 (gehender Zug) er- scheint die Länge größer, als vom System S_1 aus beurteilt, und zwar erscheint sie von S_1 aus im Verhältnis $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} : 1$ verkürzt.

Wegen der völligen Relativität der beiden Systeme gilt aber auch genau das Umge- kehrte, d. h. dem Beobachter im bewegten System erscheint die Strecke im ruhenden System verkürzt und dem Beobachter im ruhenden System scheinen seine System- Uhren langsamer zu gehen, als die im bewegten.

Man bezeichnet die Länge eines Stabes in dem System zu dem er relativ ruht, als Ruhe- oder Eigenlänge und die Zeit- angaben einer Uhr, in dem System, in dem sie ruht als Systemzeit. (Sie entspricht der von Lorentz schon früher angenommenen „Ortszeit“.)

Da in den Formeln für x und t die Be- wegung des Systems vorkommt, so ist klar, daß jedem System eine besondere Längenein- heit und Systemzeit zukommt. Ein Stab hat also nach dieser Theorie verschiedene Längen, je nach dem Standpunkte des Beobachters, von allen ist die „Ruhelänge“ die größte. Ähnliches gilt bezüglich der Zeit, eine „absolute“ Zeit hat keinen physikalischen Sinn, da es nicht möglich ist sie von den unendlich vielen gleichberechtigten „Orts- zeiten“ zu unterscheiden. Zeitangaben haben nur relativ zu einem Bezugs-System einen Sinn.

Von weiteren Folgerungen absehend, wollen wir nur noch eine oft besprochene hier erwähnen. Es seien drei Systeme S_1 , S_2 , S_3 gegeben, deren X -Achsen aufeinander fallen. S_2 bewegt sich gegen S_1 mit der Geschwindigkeit $+v$, S_3 gegen S_1 aber mit $-v$. Im Nullpunkte von S_1 seien zwei genau gleichgehende Uhren, von denen man im Augenblick $t = 0$, d. h. da gerade der Nullpunkt von S_2 an dem von S_1 vorbeigeht, eine an diesem Nullpunkte von S_2 be- festigen könne, so daß sie also jetzt mit S_2 sich fortbewegt. Da sie im Nullpunkt von S_2 , so entspricht ihrem $x_2 = 0$ die Entfernung vom Nullpunkte S_1 stets $x = vt$. Die Zeiger- angabe dieser Uhr und solcher im System S_1 , die mit der dortigen Nullpunkt-Uhr synchron

sind, verhält sich demnach $t_2 : t_1 = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} : 1$,

d. h. die bewegte Uhr geht gegen die ruhenden nach. Nun aber soll die in S_2 bewegte Uhr irgendwo auf dem vorbeieilenden S_3 angebracht werden können, und so zum Nullpunkte von S_1 zurückkommen. Wie werden die Zeitangaben der beiden Uhren jetzt zueinander stehen? Man wird versucht sein zu meinen, jetzt wären sie wieder synchron. Aber weit gefehlt, sie sind noch mehr von einander verschieden, als da die zweite Uhr in S_2 lief; denn auch auf dem Rückweg ging die Uhr gegen die in S_1 nach. Wie die Formel zeigt kommt es auf die Richtung der Bewegung gar nicht an, da v nur in der 2. Potenz vorkommt, die bewegte Uhr geht immer nach!

Das heißt also in die Praxis übersetzt, wenn von zwei Zwillingen einer reist, so wird er bei der Rückkehr jünger sein, als sein Mitzwilling, der zu Hause blieb. —

In den Lorentz-Transformationen kommt betr. x und t der Faktor $\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ vor, dessen

Wert für $v = c$ unendlich, für $v < c$ imaginär wird. Soll also diese Transformation nicht den offenbaren Unsinn ergeben, daß eine Strecke, ein Stab etc. auf irgend ein mit Lichtgeschwindigkeit oder gar schneller bewegtes System bezogen ganz verschwinden oder gar imaginär werden könnte, so muß nach der Relativitätstheorie einfach die Lichtgeschwindigkeit als Grenze angenommen werden, die nicht überschritten werden kann.

Nun galt bisher der Satz der Addierbarkeit der Geschwindigkeiten, d. h. hat ein Körper relativ zu einem System S_2 die Geschwindigkeit v_2 und dieses System S_1 relativ zu einem System S_3 die Geschwindigkeit v_1 , so setzte man die Geschwindigkeit des Körpers relativ zu S_1 $v = v_1 + v_2$.

Nun wissen wir z. B., daß bei Elektronen Geschwindigkeit, die nahe gleich c ist vorkommt, fliegt ein solches Elektron im gleichen Sinne wie die Erde sich bewegt und diese im Sinne der Sonnenbewegung, so addieren sich die Geschwindigkeiten, das Elektron könnte also event. mit Ueberlichtgeschwindigkeit im Weltall voraneilen. Hierauf antwortet die Relativitätstheorie, daß man in ihrer Kinematik, da jedes System ja seine eigenen Längen- und Zeiteinheiten hat, die Geschwindigkeiten nicht einfach addieren darf.

Die Geschwindigkeit ist $\frac{\text{Weg}}{\text{Zeit}}$, also muß man das oben in Formeln L. Th. gefundene x_1 durch die zugehörige Systemzeit t_1 dividieren, also

$$v = \frac{x_1}{t_1} = \frac{(x_2 + v_1 t_2) : \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{\left(t_2 + \frac{v_1}{c^2} x_2\right) : \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{x_2 + v_1 t_2}{t_2 + \frac{v_1}{c^2} x_2}$$

Da der Körper in S_2 die Geschwindigkeit v_2 hat, so ist $x_2 = v_2 t_2$, wodurch die letztere Gleichung übergeht in

$$v = \frac{x_1}{t_1} = \frac{v_2 t_2 + v_1 t_2}{t_2 + \frac{v_1}{c^2} v_2 t_2} = \frac{v_2 + v_1}{1 + \frac{v_1 v_2}{c^2}}$$

Dies ist demnach das Additionstheorem der Geschwindigkeiten in der Relativitätstheorie. Die Formel zeigt einerseits, daß durch Addition zweier Geschwindigkeiten nie die Lichtgeschwindigkeit erreicht wird, denn setzt man $v_1 = c - a$ und $v_2 = c - b$, so erhält man

$$v = c \frac{2c - a - b}{2c - a - b + \frac{ab}{c}}, \text{ also } v < c, \text{ an-}$$

derseits, daß die Lichtgeschwindigkeit durch eine andere Bewegung nicht geändert wird, denn ersetzt man z. B. v_1 durch c , so folgt:

$$v = \frac{c + v_2}{1 + \frac{c v_2}{c^2}} = \frac{c + v_2}{\frac{c + v_2}{c}} = c.$$

Die neue Kinematik der Relativitätstheorie ruft aber dadurch auch einer neuen Dynamik, weil Kräfte durch die erteilten Beschleunigungen bestimmt werden, die hier nicht, wie bei der Galilei-Transformation invariant sind, denn durch Änderung der Geschwindigkeit ändert sich ja auch das Bezugssystem.

Die Impulsformel $m w = J$ der alten Mechanik galt, gleichviel welche Geschwindigkeit der Körper schon besaß, die Zusatzgeschwindigkeit w war vom Bezugssystem unabhängig. In der neuen Kinematik muß man, um w als Invariante betrachten zu können, sie im System messen, in dem sie relativ ruhte, oder es muß die Strecke x in der Systemzeit gemessen werden, d. h.

$$\frac{x}{t \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \text{ also } m_0 \frac{x}{t \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = J, \text{ wo } m_0$$

konstant ist.

Schreibt man dies nach Einsetz $\frac{x}{t} = w$ in der Form $\frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} w = J = Mw$, so ist

hier M offenbar von v abhängig, d. h. die Masse ist abhängig von der Geschwindigkeit und bei $v = c$ wird sie unendlich groß. Bekanntlich wurde dies von Rauffmann aus seinen Messungen an Elektronen auch direkt gefolgert.

Unter Vernachlässigung von höheren Potenzen mit $\frac{v^2}{c^2}$ [man beachte nur, daß c schon $= 3 \cdot 10^{10}$ cm/sec ist] kann man für $\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ schreiben $1 + \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2}$, also auch

$$m_0 \left(1 + \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2} \right) = M, \text{ oder } \frac{m_0 v^2}{2} = c^2$$

($M - m_0$) als neue Formel für die kinetische Energie T . Es ist also die Zunahme der Masse gleich der kinetischen Energie dividiert durch c^2 .

Einstein schloß hieraus, daß die Masse überhaupt von der Form $m = \frac{E}{c^2}$ sei, d. h. daß Masse nur als Energie aufzufassen ist.

Der Ausdruck $m = \frac{E}{c^2}$ wird auch das Gesetz der Trägheit der Energie genannt. Einstein führte den Beweis dafür aus dem Strahlendruck des Lichtes. In Verbindung mit der Quantentheorie Plancks spielt die hier dargelegte Anschauung eine Hauptrolle in der neueren Entwicklung der Atomtheorie, besonders auch bei Erklärung der Spektrallinien. In Anwendung seiner Theorie hat Einstein z. B. auch als Folgerung angegeben, daß die Spektrallinien beim Licht, das von Gestirnen großer Massen herkommt nach Rot verschoben sein müssen.

Was wir hier dargelegt haben, sind die Hauptzüge der sog. speziellen Relativitätstheorie bei der es sich um Systeme mit gleichförmiger, also unbeschleunigter Translationsbewegung handelt. Ueber die allgemeine Relativitätstheorie demnächst einige Worte.

Val Canaria.

Von Dr. M. Diethelm, Rickenbach bei Schwyz.

Die letztjährigen Sommerferien waren den Bergtouren nicht gerade günstig. Reich an Plänen reiste ich nach Airolo, wo ich mich mehrere Tage aufhalten und schöne Touren ausführen wollte, — aber es kam anders. — Zweimal wanderte ich nach dem Gotthardhospiz, einmal allein, ein anderes mal mit einem lieben Kollegen, Hochw. Hr. Prof. D. Flüeler, in der Hoffnung, am folgenden Morgen eine schöne Bergpartie machen zu können. Sehr gute Gesellschaft hatte sich am Abend gefunden — der Morgen aber brachte nur Regen und fahrende Nebel.

Pfiff aber auch um das Hospizhotel der Wind in allen Tönen und regnete es nach Not und war es draußen kalt, desto wärmer war es innen — innen im Hotel und ganz innen im Herzen! Hatte ich draußen Pech, so war mir das Glück drinnen gewogen. Denn da drinnen traf ich nach mehr als zwanzig Jahren meinen ehemaligen lieben Professor der Mineralogie und Petrographie der Zürcher-Hochschule, Herrn Professor Dr. Ulrich Grubenmann. Wie wohl es einem ist im Innern, wenn man nach langer Zeit wieder einmal mit seinem ehemaligen Lehrer,

dem man nicht nur für schöne Unterrichtsstunden zeitlebens zu Dank verpflichtet ist, sondern den man auch als Menschen recht lieb gewonnen hat, herzlich plaudern kann, das weiß ein jeder, der Gleiches erlebt hat. — Doch nun hinunter zum Val Canaria, wo ich schon zuvor etwas Steine gesammelt hatte und nun in regnerischen Tagen, in der einen Hand den Regenschirm und in der andern ein kleines Hämmerlein, fortfuhr, Steine zu klopfen und Steine zu sammeln. Von diesen Steinen möchte ich im Folgenden in ungezwungener Weise etwas wenig erzählen. — Der geneigte Leser wird vielleicht vermuten, daß ich mir auf dem Hospiz droben eine Menge Aufschlüsse und Belehrungen geholt habe und nun mit diesen Hilfsmitteln an meine Steinforschungen herantrete. Nichts von dem! Daß die dunkeln Mineralien in den Gesteinen Hornblende und nicht Augit sei, und daß ein gewisser Garbenschiefer vorkomme, war so ziemlich alles Petrographische, das ich auf dem Hospiz vernommen hatte. Der lb. Leser mag aber getrost sein, denn vermöge späterer Erkundigungen kann ich ihm

dennoch vieles nennen von dem, was ich gefunden habe.

Etwa in einer östlichen Entfernung von einem Kilometer von Airolo öffnet sich das Kanariental, in seiner untersten Partie von zwei malerischen Dörfern flankiert, im Westen von Valle und im Osten von Madrano. Eine Brücke führt hier über den Bach und gerade hier beginnen unsere sehr bescheidenen Studien. — Sofern wir aber nur noch etwas Interesse für die Steine haben, kommen wir hier nicht vorbei, denn gerade etwas oberhalb der Brücke, nahe dem östlichen Ufer liegt ein großer Block, der wie nichts anderes in seiner Umgebung unsere Aufmerksamkeit auf sich lenkt. Einmal sieht er ganz neu aus, muß also offenbar erst seit kurzem herunter gekommen sein und sodann ist er, was ihm ein ganz besonders auffälliges Aussehen gibt, auf seiner hellen Oberfläche über und über mit fingersgroßen und fingersdicken dunkeln Kristallen gesprenkelt. Die Erinnerungen an Schulsammlungen weisen auf Hornblende hin und zudem hat's ja auf dem Gotthard geheißt, daß es hier Hornblende, aber nicht Augit gebe, also muß es Hornblende sein und ich kann heute den lieben Leser versichern, daß es wirklich Hornblende ist in einem quarzitischem Grundgewebe. Auf diesen Block muß man aber unbedingt hinaufkommen und sich die Sache etwas in der Nähe ansehen! Die kleinen Sprünge werden gut belohnt, denn neben der Hornblende entdeckt das Auge die jedem Laien wohlbekannten Granaten von schöner braunroter Färbung, mit den bekannten Rhomben-Dodekaederflächen. Jeder Versuch aber, von dem unversehrten Block mit dem kleinen Hammer ein Stück loszuschlagen, ist vergebens. Der folgende Tag aber ist uns günstiger. Eine gütige Hand hat sich offenbar unser erbarmt. Der Stein liegt heute gesprengt vor uns und zeigt nun viele weit klaffende Sprünge, so daß es nun ein Leichtes ist, ein Stück abzuschlagen, um es als erstes Stück unserer Gesteinsammlung vom Kanariental einzuberleiben.

Steigen wir nun vom Block hinunter und suchen wir das Bachbett hier in kreuz und quere, vorwärts und rückwärts schreitend, weiter ab! Da liegt vor uns ein Stein, der auf rötlich-gelbem und weißlichem Grunde fächerförmig sich ausbreitende, stengelförmige, dunkelgrüne, glänzende Kristalle zeigt. Das wird vermutlich Garbenschiefer sein. Und es ist in der Tat Hornblendegarben-

schiefer! Hier daneben ein schiefriges Gestein, übersät von ähnlich aussehenden, aber nadelfeinen Kriställchen. Es ist feinkörniger Hornblendegarbenschiefer! Da treffen wir einen Stein, auf dessen seidenglänzender Oberfläche sich dunkle Glimmerblättchen in regellosen Häufchen beisammen finden: Sericitschiefer mit Biotitanhäufungen! Dort ein ganz anderes Stück! Auf der Oberfläche ein förmliches Filzwerk von dunklen Glimmerblättchen und darinnen ein halbcentimetergroßer, goldglänzender Kristall: ein Pyritwürfel in Biotit! Ein gneißartiges Stück, von dunkeln, glänzenden Punkten übersät: feinkörniger Biotitgneiß! Ein granitartiges Stück mit dunkeln und hellen Schüppchen und kleinen Granaten: Biotit und Granat in Sericitquarzit! Ein dunkles schieferartiges Stück, bei dem besonders an den Seiten glänzende dunkle Blättchen zu Tage treten: Kalkphyllit mit quergestellten Biotitblättchen! Ein sprödes, dunkles, fein gefaltetes Stück mit stark glänzender Oberfläche: gefalteter Kalkphyllit! Da ein Gestein, welches auf hellem Grunde eine Menge kreuz und quer gestellter Hornblendekristalle aufweist: ein Amphibolit, speziell Garben-Amphibolit. Hier wieder ein seidenglänzendes schiefriges Stück mit dunkeln Glimmerblättchen und schönen roten Granaten: Sericitschiefer mit Granat und Biotitblättchen. Dort ein Gerölle, dessen ganze Oberfläche mit leuchtenden Schüppchen überfüllt ist: ein Lamprophyr. Ein hellgelbes körniges Stück mit hellen Glimmerblättchen: wahrscheinlich Dolomit. Ein Amphibolit mit Granat. Ein Granit. Ein seidenglänzendes Stück mit großen Granaten: Granatglimmerschiefer. Ein dunkler, glänzender Phyllit mit Granaten. Hier wieder Garbenschiefer mit Granaten. Da schöne Granaten in glänzendem, schiefrigen Gestein: Granatglimmerschiefer mit Hornblendenadeln. Ein Quarzit, von einem Kalkspat durchdrungen. Ein Stück Gips mit hellen Glimmerblättchen. Pyrit in glänzendem Glimmerschieferstück.

Mir machte dieses bunte Steinmaterial große Freude und viel Vergnügen. Dich aber, lieber Leser, will ich nun nicht weiter auf die Geduldprobe stellen. Nur noch ein großes, prächtig glänzendes, glimmerartiges Stück aus dem Val de Berri, einem kleinen Seitentälchen, möge erwähnt werden: Sericitphyllit bis Muscovitschiefer. Und noch etwas! Den schönsten Garbenschiefer, den ich entdeckte, fand ich in einem schmalen

Weg, der von Madrano nach der Hauptstraße am Tefsin hinunterführt. Dieser Weg ist da und dort mit großen Platten gepflastert, auf welchen sich die schönsten Farben von Hornblende befinden.

Dank der Literatur, die mir Herr Professor Grubenmann in liebevollster Weise überreichte, ist es mir möglich, etwas Aufschluß zu geben über das erwähnte Gesteinsmaterial. Davon das nächste Mal!

(Fortsetzung folgt.)

Literatur.

Esselborn, Lehrbuch der Mathematik. Zwei Bände. Wilh. Engelmann, Leipzig 1920.

1. Bd.: Algebra, Geometrie, der Ebene und des Raumes, Darstellende Geometrie, Schattenkonstruktion und Perspektive, bearbeitet von F. Meißel, H. Roth u. E. S. Schütz. Gr. Lexikon-Format XIV, 663 S. mit 785 Figuren im Text.

2. Bd.: Trigonometrie, Analyt. Geometrie, Differenzial- und Integralrechnung, Mechanik, Festigkeitslehre und Baustatik, bearbeitet von G. Ehrig u. G. Chr. Mehrtens. Gr. Lexikon-Format XXIV, 770 S. mit 793 Figuren im Text.

Preis pro Band M. 64.—, geb. M. 79.— nebst Zuschlägen.

Wir haben ja gewiß nicht gerade über einen Mangel an Lehrbüchern der Mathematik zu klagen und doch kann man diesem vorliegenden die Berechtigung sicher nicht absprechen. Für den Studierenden wie für den bereits in der Praxis Stehenden ist vorab immer wertvoll, ein Buch zu haben, worin er in allen die verschiedenen mathematischen Disziplinen betreffenden Fragen rasche und gründliche Auskunft finden kann. Diese Forderung ist hier bestens erfüllt, indem jede Abtheilung von einem besondern bewährten Fachmanne bearbeitet ist, wobei hervorgehoben sei, daß hier nicht bloß Theorie geboten wird, sondern diese auch durch viele Beispiele erläutert ist, wie auch der Text durch eine reiche Fülle von Figuren bestens unterstützt wird. Der Lehrer wird auch in methodischer Hinsicht in dem Werke manche Anregung finden, z. B. in der von Meißel bearbeiteten Algebra in der Lehre von Potenzen und Wurzeln, Progressionen und Zinseszins, oder in der Geometrie (E. Schütz) Behandlung der harmonischen Teilung, in der analyt. Geometrie u. s. f. Der Physiker, Techniker und mancher Naturwissenschaftler, den mechanische Fragen in der Natur interessieren, wird in der Mechanik von G. Chr. Mehrtens vieles finden, daß er sonst nur in großen technischen Fachwerken in einer für ihn schwer brauchbaren Form suchen mußte.

Das Werk eignet sich sowohl für die Hand des Lehrers an Mittelschulen, wie für den Studierenden der Hochschulen, wird aber auch unter den praktizierenden Technikern sich sicher manche Freunde erwerben.

Die etwaigen Nachteile, die sich aus der Mehrheit der Verfasser ergeben konnte, sind durch die Redaktion Esselborns so aufgehoben, daß das Werk sich als einheitliches ausgeglichenes Ganzes darstellt.

Die Ausstattung ist gut, die Textfiguren sauber und sorgfältig ausgeführt, so daß der Preis für die heutigen Verhältnisse durchaus mäßig zu nennen ist.

Dr. S. Baum.

Die Atomtheorie in ihrer neuesten Entwicklung. Sechs Vorträge von Dr. L. Graetz. 2. Aufl. Stuttgart, J. Engelhorn & Nachfolg. 1920. 8°, 92 S. mit 30 Abbild. Preis M. 3.50 nebst Zuschlag.

Ein echter „Graetz“, ein wahres Glanzstück kurzer und doch umfassender Darstellung schwieriger Fragen in klarer, im besten Sinne populärer Sprache. Was bei Graetz besonders anspricht, ist die sachliche Behandlungsweise und große Durchsichtigkeit, mit der er die Fülle der Tatsachen und den weitverzweigten Stoff bemeistert. Um eine Andeutung des reichen Inhalts der Schrift zu geben, seien die Titel der einzelnen Vorträge angeführt: 1. Die Moleküle und Atome in der Chemie und der kinet. Gastheorie. 2. Die Atome und Ionen bei den elektrischen Vorgängen in Flüssigkeiten und Gasen. Die Atome der Elektrizität. 3. Der Zerfall der Atome bei den radioaktiven Stoffen. Die Kerntheorie der Atome. 4. Die Spectra der Röntgenstrahlen und die Kerntheorie der Atome. 5. Die Linienspectra und das Bohrsche Atommodell. 6. Weitere Untersuchungen über den Bau der Kerne, Atome, Ionen und Moleküle. Die Zerlegung des Stickstoffs.

Jedem, der sich über diese höchst interessanten Fragen unterrichten will, sei das einzigartige Büchlein bestens empfohlen.

Dr. Baum.

Mittelschule

Beilage zur „Schweizer-Schule“

Mathematisch-
naturwissenschaftliche Ausgabe

Schriftleitung:
Dr. H. Theiler, Luzern

Inhalt: Die Relativitätstheorie. — Val Canaria. — Ueber Zwillingssbildungen. — Quadratdiagonale.

Die Relativitätstheorie.

Von Dr. H. P. Baum.

III.

a) Allgemeine Relativitätstheorie.

Unsere bisherigen Betrachtungen bezogen sich nur auf Systeme, die sich in gegenseitig gleichförmiger, ihre Geschwindigkeit nicht ändernder Translations-Bewegung befanden, d. h. beschleunigte Systeme waren ausgeschlossen. Da liegt denn die Frage nahe, warum diese Systeme gerade nicht als gleichwertige angesehen werden könnten. Bekanntlich machen sich bei Beschleunigungen zwei Erscheinungen geltend, die bei gleichmäßiger Bewegung nicht auftreten, der Trägheitswiderstand und die Fliehkraft. Bei gleichmäßiger noch so rascher Fahrt des Zuges kann man im Eisenbahnwagen ruhig stehen, ein Gegenstand, den man ins Netz gelegt, bleibt dort ruhig liegen u., kurz die Gesetze der Mechanik zeigen trotz der Bewegung des Wagens keine Änderung gegenüber denen im ruhenden Wagen. Plötzlich wird der Zug gebremst, und sofort verändert sich die Sachlage, man muß sich stützen um nicht umzufallen, selbst festverstaute Koffer stürzen aus den Netzen, kurz es macht sich nun plötzlich in den Körpern ein Widerstand gegen die Verlangsamung der Bewegung geltend, ebenso wie sich ein solcher bei Abfahrt des Zuges gegen die Zunahme der Bewegung geltend machte. Wir sprechen von Trägheitswiderständen. Andererseits bemerken wir, daß elastische Körper in Rotation verformt werden, daß starke Schwungräder, Schleifsteine u. infolge schneller Rotation auseinander gerissen werden und ihre Stücke mit großer Kraft weggeschleudert werden. Bei der Rotation treten nach bisheriger Anschauung Fliehkkräfte auf, denen

wir z. B. auch die Abplattung der Erde an den Drehpolen zuschreiben. Nach der Newton'schen Mechanik ist das Auftreten solcher Kräfte das Zeichen einer sog. absoluten Bewegung, andere Erscheinungen, wie z. B. die Drehung des Sternenhimmels verraten ja als solche nur eine relative Drehung. Man kann also auch sagen, solche Bewegungen bei denen Flieh- oder Widerstandskräfte auftreten, sind Bewegungen gegen den ruhenden „absoluten“ Raum, ja unsere Relativitätstheoretiker behaupten sogar Newton habe damit den absoluten Raum zur fiktiven Ursache dieser Kräfte gemacht. Da nun der absolute Raum für die Physik nicht als Bezugs-System in Frage kommt, wegen Mangel einer möglichen Angabe von Bezugspunkten, also „nicht existiert“, so muß für das Auftreten der genannten Kräfte eine andere Ursache gesucht werden, und die Relativitätstheorie fand sie in „fernen Massen“, die als Sterne im Weltall vorhanden sind, diese müssen die Ursache der Flieh- und Trägheitskräfte sein! Damit sind auch für die Fliehkkräfte nur die relative Lage und die relativen Bewegungen von Körpern maßgebend, die Inertialsysteme der klassischen Mechanik wie der speziellen Relativitätstheorie haben keine Eigenstellung vor andern, wir müssen demnach verlangen, daß die Gesetze der Physik für beliebig bewegte Systeme in gleicher Weise Geltung haben.

Nun ist aber der tiefere Grund für die bisherige Bevorzugung und Ausnahme des Inertialsystemes das Trägheitsgesetz.

Nach der neuen Auffassung ist die Trägheit die Wirkung der fernen Massen, sie wird also auch im Grunde verwandt sein

mit der einzigen uns bekannten Massenwirkung, der Gravitation. Hier spielt auch eine bekannte Tatsache der Mechanik eine Rolle. Bekanntlich fallen alle Körper gleich schnell, oder anders ausgedrückt, schwere und träge Masse sind gleich, wo unter schwerer Masse: das Gewicht dividiert durch die Erdbeschleunigung g verstanden ist. Nehmen wir einmal an, ein Beobachter säße in einem völlig geschlossenen Kasten und nehme wahr, daß Körper in diesem Kasten, ohne daß eine Kraft auf sie einwirkt, gleich schnell mit Beschleunigung fallen. Wird er unterscheiden können, ob der Kasten in einem Gravitationsfelde ruht, oder ob er in einem gravitationsfreien Felde sich in beschleunigter Bewegung nach oben befindet? Wir müssen wohl antworten, daß er dazu kein Mittel habe, d. h. beide Erklärungen der „Fall“-Erscheinung findet er äquivalent. Nach diesem „Äquivalenzprinzip“ Einsteins müssen wir, da die Physik Aussagen, die sich nicht feststellen lassen, ablehnen muß, auch den Unterschied zwischen der Trägheitsbewegung und jener unter Einfluß der Gravitation fallen lassen. So wurde Einstein dazu geführt, die Gesetze der Schwerfelder in gleicher Weise wie die beschleunigten Systeme zu behandeln. Man sieht ohne weiteres ein, daß das ganze Schwerfeld der Erde sich in dieser Weise unmöglich behandeln läßt, die Richtung geht ja hier radial auseinander, aber für hinreichend kleine Gebiete steht einem solchen Versuche nichts entgegen. Indessen ergibt die Gleichberechtigung der beschleunigten Systeme eine Folgerung, die für die Maßbestimmung von einschneidender Bedeutung ist, nämlich diese, daß die euklidische Geometrie nicht mehr als Grundlage dienen kann, denn ihr Element ist die gerade Linie. Solange wir den Systemen eine gleichförmige einfache Translation zuschrieben, blieb die Gerade bei der Transformation eine Gerade, wie wir es bei der speziellen Relativitätstheorie sahen. Auch bei ihr war der Lichtstrahl und die Bahn des kräftefrei bewegten Körpers das Ideal der geraden Linie. Im beschleunigten System dagegen ist der Lichtstrahl z. B. krumm, das klassische Trägheitsgesetz mit seiner geradlinigen Fortbewegung fällt dahin. Von den früher gebrauchten Koordinatensystemen mit ihren Axen als Geraden kann hier keine Rede mehr sein, wir müssen zu den sog. Gauß'schen Koordinaten übergehen. Was wir physikalisch von der Welt kennen, sind eigentlich nur raum-

zeitliche Koinzidenzen, d. h. das Zusammentreffen materieller Punkte zu gleicher Zeit, am gleichen Orte, „Weltpunkte“ nach Minkowski. Physik ist die Lehre der Beziehungen solcher markierten Weltpunkte. Diese beziehen wir nun auf die vier Flächenscharen x, y, z, t , die ein unstarrs Bezugssystem bilden. Was beim Uebergang von einem Bezugssystem sich nicht ändert, sind offenbar nur die Weltpunkte, d. h. beim Uebergang von x, y, z, t in $x' y' z' t'$ müssen diese Invarianten sein.

Wir haben früher (S. 42 No. 6) gesehen, daß für die spezielle Relativitätstheorie die Länge $s^2 = XY = x^2 - c^2 t^2$ eine Invariante war, also für den „vier dimensional“ Raum, da y und z unverändert bleiben, auch $s^2 = x^2 + y^2 + z^2 - c^2 t^2$ invariant ist. Nach dem obigen Äquivalenzprinzip kann man aber durch ein entsprechendes Bezugssystem ein kleines Gebiet immer als gravitationsfrei darstellen, wo also die spezielle Relativitätstheorie gültig ist. Man kann dann auch s als die Entfernung des Nullpunktes von dem Weltpunkte (x, y, z, t) , als die Weltlinie die beide Punkte am kürzesten verbindet, auffassen für das Bezugssystem, in dem sie gleichzeitig sind. Für eine zeitlich fließende Weltlinie OP ist $s = ict$ ($i = \sqrt{-1}$), und t die Zeit zwischen dem Eintreffen der Weltpunkte am selben Orte. Setzt man $ict = u$, so ist $s = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2 + u^2}$.

Bei der allgemeinen Relativitätstheorie erhält man einen entsprechenden Ausdruck von der Form $s^2 = g_{11} x^2 + g_{22} y^2 + g_{33} z^2 + g_{44} t^2 + 2g_{12} xy + 2g_{13} xz + 2g_{14} xt + 2g_{23} yz + 2g_{24} yt + 2g_{34} zt$, wo g_{11} zc. die „Faktoren der Maßbestimmung“ des betr. Gauß'schen Koordinatensystems sind. Da diese Formel für ein gravitationsfreies Gebiet in die obige $s^2 = x^2 + y^2 + z^2 + c^2 t^2$ übergehen muß, so ist dann

$g_{11} = g_{22} = g_{33} = 1, g_{44} = -c^2$,
die andern $g = 0$.

Hieraus folgt, daß durch diese g einerseits die Einheiten für Länge und Zeit, andererseits das Gravitationsfeld der klassischen Mechanik bestimmt ist, da ja jede Abweichung eines g von den eben angegebenen Werten ein nicht gravitationsfreies Gebiet angibt. —

Das Gesagte mag betr. der Theorie genügen und es seien nur noch ein paar Folgerungen derselben erwähnt.

Einstein folgerte, daß ein Lichtstrahl im Gravitationsfeld z. B. der Sonne abgelenkt werden müsse, also ein Stern, den wir nahe

bei der Sonne sehen, muß verschoben erscheinen. Wir haben oben schon den Grund genannt, in einem beschleunigten System erscheint eine gerade, gleichförmige Bewegung gekrümmt. Die Leser werden sich wohl noch erinnern, daß vor mehr als Jahresfrist die Zeitungen von der Bestätigung des „Einstein-Effekt“, durch die englische Expedition für die am 29. Mai 1919 stattfindende Sonnenfinsternis berichteten. Die vorhergesagte Verschiebung von 1.7 Bogensekunden wurde gefunden. —

Die Bestätigung einer weiteren Voraussage steht noch aus, die Spektrallinien des Lichtes, das von Sternen großer Maße stammt, sollen eine Verschiebung gegen das rote Ende des Spektrums zeigen. Auf solchen Sternen besteht ein starkes Gravitationsfeld, eine Uhr geht dort langsamer, als bei uns, d. h. das Atomsystem (Atom, Molekel), das dort ebenso gebaut ist wie hier, wird dort langsamere Schwingungen machen. Nach Einstein soll die Theorie mit der Konstatierung bzw. Nicht-Konstatierung dieses Effektes stehen oder fallen. —

b) Einige kritische Bemerkungen.

Die Theorie hat viel Aufsehen erregt und es ist drum wohl gestattet, auch einige Bemerkungen dazu zu machen, denn die obige Darstellung sollte objektiv sein.

Fragen wir zuerst nach der formal mathematischen Seite, so ist die Einstein'sche Durchführung der Theorie ohne Zweifel eine großartige Leistung. Immerhin hat Adler¹⁾ gezeigt, daß in der grundlegenden Arbeit

Einsteins die Formel $t = \frac{\tau - \frac{w}{c^2}}{1 - \frac{w^2}{c^2}}$ zu un-

recht abgeleitet wird, daß die „Systemzeit“ Einsteins tatsächlich die bereits früher von Voigt bestimmte „Ortszeit“ $t = \tau - \frac{w}{c^2}$ ist, aus der sich ohne weitere Voraussetzung die Einsteinschen Gleichungen für zwei gleichwertige Systeme ergeben.

Hieraus folgt dann betr. der Interpretation der Einsteinschen Gleichungen, daß sie, wenn sie für beliebige Systeme gelten sollen, die Lorentz-Kontraktion voraussetzen. Als weitere Interpretationsfehler weist Adler die Ablehnung eines ausgezeichneten Bezugssystems nach, wie die einer allgemeinen Zeit. Nach Einsteins Auslegung

sind nicht nur die „Naturgesetze“ (d. h. Gleichungen) von dem Bewegungszustande der Bezugssysteme unabhängig, sondern auch die Systeme selbst, die sich aber tatsächlich durch ihre „Systemzeiten“ unterscheiden. Dieses letztere kann natürlich nicht als Zeitangabe, sondern nur als verschiedene Zeiteinheit aufgefaßt werden, d. h. im bewegten System geht eine Uhr, deren Konstruktion einer zweiten Uhr völlig gleich ist, langsamer. Wir kommen damit zu der merkwürdigen Folgerung Einsteins: Alle geschlossenen physikalischen Systeme (also z. B. die Uhr) irgend welcher Beschaffenheit sind abhängig vom Bewegungszustand des Bezugssystems, während nach Einstein als Ausgangsprinzip der ganzen Theorie doch festgestellt wurde: Die Naturgesetze sind unabhängig vom Bewegungszustand des Bezugssystems. Wir haben die Folgerung bereits früher an zwei Uhren, von denen eine hin- und zurücklief, betrachtet. Die ganze Folgerung ist unhaltbar, schon aus dem einfachen Grunde, daß nach dem Grundsatz der Relativitätstheorie von der Gleichwertigkeit bei diesem Hin- und Herlaufen, jede der beiden Uhren als ruhend aufgefaßt werden kann, demnach also von jeder derselben mit demselben Rechte behauptet werden kann, sie ginge nach, was doch offenbar Unsinn ist.

Etwas ähnliches gilt auch von den Längen, wenn diese wirklich, wie es die Relativitätstheorie behauptet, für zwei Systeme reziprok verkürzt werden sollen. Uebrigens kann man, wenn die Bewegung eines Systems gegenüber einem zweiten die Geschwindigkeit $+v$ hat, immer auch dieses zweite System als bewegt mit der Geschwindigkeit $-v$ gegenüber dem ersteren betrachten, diese Systeme sind wie früher schon gezeigt, wirklich gleichberechtigt, lassen sich aber beide offenbar auch auf ein System das beiden gegenüber ruht beziehen, wobei dann jedes sich mit halber Geschwindigkeit diesem bevorzugten System gegenüber bewegt. Das reziproke Gleichberechtigtsein, wie es die Relativitätstheorie voraussetzt, fordert eben ein Symmetriesystem, wie es der Spiegel für Objekt und Spiegelbild ist.

Die Nichtbeachtung eines ev. Reziprozitäts haftet aber schon dem ersten Anfang der Theorie an, der Erklärung des Michelson'schen Versuches. Angenommen nämlich dieser ließe sich nicht auch auf andere Weise

¹⁾ Adler, Ortszeit, Systemzeit, Zonenzeit. Wien 1920.

erklären, was aber tatsächlich der Fall ist, so folgte doch aus ihm durchaus nicht ausschließlich die Verkürzung in Richtung der Bewegung, sondern es bestände ebenso gut die Möglichkeit einer Verlängerung senkrecht zur Bewegungsrichtung. Hiermit entsteht aber die Notwendigkeit zu prüfen, welche von beiden Möglichkeiten durch die Erfahrung bestätigt werde.

Man kann noch wohl mit Recht die Frage aufwerfen, ob die Verkürzung real, d. h. extra mental¹⁾ sei. Für die Relativitätstheorie scheint mir das ausgeschlossen. Ich kann wohl die Betrachtung, daß ein System die Geschwindigkeit $+v$ gegenüber einem andern als ruhend angenommen habe, als gleichberechtigt ansehen mit der, daß das zweite System sich gegen das als ruhend angenommene erste System mit der Geschwindigkeit $-v$ bewege, die Gesetze, d. h. Gleichungen, sind dieselben, aber damit wird noch keine extra-mentale Verkürzung gesetzt. Ebenso werde ich auch die Verkürzung, resp. die andere Uhrangabe in zwei Systemen, die ich als ruhend oder bewegt betrachte, so lange als Schein ansehen, bis sie dargetan sind. Aber vorausgesetzt, sie könnten bei einem bewegten System nachgewiesen werden, so bleibt es doch ein Widerspruch, daß darum auch eine Verkürzung im relativ dazu ruhenden eintreten müßte, weil ich es gegenüber den ersteren als bewegt ansehen kann. Die reale Verkürzung ist eben nicht relativ, nicht reziprok. Hierin besteht auch der große Unterschied zwischen der Lorentz-Kontraktion und der Einstein'schen „Verkürzung“, erstere ist nicht reziprok. Daß aber die Relativitätstheorie die Verkürzung als real betrachtet, erfieht man aus folgender Betrachtung, die das Versagen der euklidischen Geometrie dartun soll. Ein Beobachter auf einer ebenen rotierenden Kreisscheibe möchte den Umfang dieser Scheibe resp. die Zahl π bestimmen. Er mißt den Radius und benützt dessen Länge als Einheit. Da hierbei der Maßstab senkrecht zur Bewegungsrichtung liegt, wird er nicht verkürzt. Bei der Anlegung des Maßstabes an der Peripherie, d. h. in der Bewegungsrichtung wird er aber verkürzt, der Beobachter muß also π nicht $= 3,14 \dots$ finden, sondern größer, was gegen die Geometrie Euklids verstößt.

— Entsprechendes²⁾ gilt auch für Uhrangaben: verschiedene auf einem Radius der Scheibe angebrachte Uhren, müssen umso mehr „nachgeben“, so näher sie an der Peripherie, d. h. je größer ihre Geschwindigkeit gegenüber denen mehr nach der Mitte stehenden. Diese merkwürdige Betrachtung scheint einer dem andern ruhig abzuzeichnen ohne sich was dabei zu denken. Und doch scheint mir nichts näher zu liegen, als die einfache Frage, ob denn bei der Bewegung nur der Maßstab verkürzt wird und warum nicht in ganz gleicher Weise auch die Peripherie, auf der der Stab doch darauf liegt? Und wenn die Peripherie sich verkürzt, so muß ja jeder dazu parallele Kreis der Scheibe sich verkürzen, d. h. aus der ebenen Scheibe wird ein Kegel, der frühere Radius wird Seitenlinie des Kegels, und wo behauptet denn die euklidische Geometrie, daß das Verhältnis Seitenlinie zu Umfang des Grundkreises beim Kegel $= \pi$ sei?

Aber die Erfahrung soll ja überhaupt schon sich für Einstein bekundet haben, wenigstens nach den Versicherungen gewisser Lobredner und Zeitschriften. Oben haben wir schon den Einstein-Effekt der Sternverschiebung in der Nähe des Sonnenrandes erwähnt, von dem nicht nur die Zeitungen, sondern auch Bücher „staunend“ berichten, von dem z. B. Born²⁾ schreibt: „die Ausmessung der Platten bedeutete den Triumph der Einstein'schen Theorie, die von Einstein vorhergesagte Verschiebung ... ist in vollem Umfange da. Seit dieser größten Leistung moderner Prophetie kann die Einstein'sche Lehre als gesicherter Besitz der Wissenschaft gelten.“ — Demgegenüber sei kurz bemerkt, daß eine Ablenkung der Strahlen konstatiert wurde, deren Größe, die von Einstein geforderte sogar übertrifft, deren Herkunft aber noch durchaus nicht feststeht, namentlich könnte sie, wie Courvoisier bemerkt hat, von der sog. jährlichen kosmischen Refraktion herrühren.³⁾

Aber Einstein hat doch aus seiner Theorie die bisher nicht erklärbare Abweichung in der Merkurbahn, d. h. die Drehung des Perihels genau im beobachteten Größenbetrag abgeleitet. Dazu bemerkt Riem, daß dies allerdings stimme, aber man müsse nicht vergessen, daß dieselbe Theorie auf

¹⁾ Da über die Bedeutung von „real“, „wirklich“ etc. namentlich unter den Naturwissenschaftlern gestritten wird — für viele ist real und wirklich gleich. „Durch Gleichungen darstellbar“ — so sagen wir lieber extra mental, also außerhalb oder unabhängig vom Gedachtsein existierend.

²⁾ Born, Die Relativitätstheorie Einsteins, Berlin 1920. S. 233.

³⁾ Courvoisier, Astron. Nachrichten 1920, S. 305, Vergl. „Naturwissenschaften“ 1920, S. 814.

andere Planeten angewandt auch Anomalien ergebe, die mit keiner Beobachtung übereinstimmen.¹⁾ Jedenfalls läßt sich diese Abweichung der Bahn durch mit den bisher geltenden Anschauungen übereinstimmende Annahmen erklären. Der Aether z. B. kann und wird wohl in der Umgebung der Himmelskörper in nach außen abnehmender Verdichtung sein, die sich aber bis zur Merkurbahn erstreckt.

Als fernere „Prophetie“ Einsteins haben wir dann schon die Verschiebung der Spektrallinien gegen Rot erwähnt. Auch diese ist für die Anhänger der Relativitätstheorie schon zugunsten der Theorie entschieden oder doch „höchst wahrscheinlich gemacht worden.“²⁾ „Gemacht“ worden mag schon stimmen, konstatiert worden jedoch noch nicht; denn selbst in den „Naturwissenschaften“ steht zu lesen: „Mit dem sog. Snow-Teleskop (der Mount Wilson Sternwarte) und seinen großen Hilfapparaten prüften H. John und Babcock die Rotverschiebung... im Spektrum der Sonne. Wie bei ihrer früheren Arbeit konnte sie nicht nachgewiesen werden.“³⁾ —

Damit wären die physikalischen „Beweise“ für die Theorie erschöpft. Es wäre noch ein astronomisches Kuriosum als Folgerung aus dem „vier dimensional“ Weltraum zu erwähnen. Nach der Theorie wäre es nämlich möglich, daß man hier und bei unsern Gegenfüßlern ein und denselben Stern sehen könnte, an einer Stelle „ihn selbst“ und am andern Orte sein „Spiegelbild“, d. h. die Strahlen laufen in dem „gekrümmten“ Raum so, daß sie sich an einer Stelle desselben wieder vereinigen, d. h. dort steht dann sein reelles Bild. Da der krumme Weltraum leider einen Radius von 10^{12} bis 10^{13} Lichtjahre hat, so wird das Bild eines sichtbaren Sternes leider zu weit von der Erde entfernt sein, als daß es gesehen werden könnte. Es besteht natürlich auch die Möglichkeit, daß unsere Sterne nur Bilder unsichtbarer Sterne sind. Nach neuerer Mitteilung in den „Astron. Nachrichten“ Nr. 5107 erklärt der bekannte Physiker Lenard, daß es ihm gelungen ist, den Michelson-Versuch und die sog. Resultate der Relativitätstheorie auf einfache Weise ohne Relativitätstheorie zu erklären.⁴⁾

Wir haben früher gesehen, daß die Grundlage der Relativitätstheorie das Prinzip

der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit in bezug auf jedes beliebige Bezugssystem ist, und daß ferner die Lichtgeschwindigkeit als größtmögliche Geschwindigkeit überhaupt aufzufassen sei. Der erstere Punkt erscheint mir einfach als ein logischer Widerspruch, die zweite Annahme steht mit Folgerungen aus der Theorie im Widerspruch. Die Fliehkräfte sollen nämlich nicht durch die Rotation des Körpers z. B. der Erde entstehen, sondern durch die fernen Massen. Born⁵⁾ schreibt: „Wer nicht annimmt, daß durch Rotation der Weltkörper um die Erde u. Fliehkräfte auf der Erde auftreten, sondern wie Newton, nur die Rotation der Erde selbst, für den sind die Fliehkräfte Beweis für die Rotation. Soll das nun allgemein gelten, so kommen wir erstens zu dem Unsinn, daß sich all die Fliehkräfte, bei den verschiedensten vorhandenen Rotationsbewegungen auf dieselben fernen Massen beziehen, resp. durch diese hervorgerufen sein müßten, zweitens daß wir zu Geschwindigkeiten kommen, die die Lichtgeschwindigkeit weit übertreffen, falls z. B. die Fliehkräfte der Erde durch Rotation der fernen Weltmassen erklärt werden sollen. Ob man sich bei dieser Schwierigkeit, die mir eine unlösbare scheint, mit der Antwort befriedigen kann: Das würde stimmen, wenn wir unsere Systemzeit in die Formel Geschwindigkeit = $\frac{\text{Weg}}{\text{Zeit}}$ einsetzen wollten, aber

das ist verkehrt, wir müssen eben die Systemzeit der betr. Weltenmassen einsetzen, und die ist eben eine ganz andere, denn sie hängt je von der Geschwindigkeit ab. —

Zum Schlusse sei noch die Frage erörtert, welche Folge die Theorie für die Philosophie hätte, d. h. ob sie sich mit unserer scholastischen Philosophie verträgt. Daß sie sich mit andern philosophischen Richtungen, z. B. dem Positivismus, den Kant'schen und Mach'schen Ideen verträgt ist ja fast selbstverständlich. Was nun unsere Frage angeht, so kann ich denen nicht beistimmen, die der Theorie eine Bedeutung für unsere Philosophie nicht zuerkennen. Sie betonen, daß die Zeit und der Raum, den die Relativitätstheorie meint, eben etwas durchaus Verschiedenes sei, als die, welche wir in der Philosophie behandeln, weil es nur Zeitbestimmungen, gemessene Zeit bezw. Feststellungen an Körper im Raume bedeute.

¹⁾ Naturwissenschaftliche Wochenschrift 1921, S. 420.

²⁾ Born, I. c. S. 232.

³⁾ „Naturwissenschaften“ 1921. S. 438.

⁴⁾ Naturwissenschaftliche Wochenschrift 1921, S. 551.

⁵⁾ Born I. c. wozu auch ebenda S. 61 zu vergleichen.

Dies trifft indessen nicht ganz zu. Es ist ja allerdings richtig, daß man bei den Anhängern dieser Theorie immer wieder die Versicherung hören kann, daß sie eine andere „Zeit“ meinen, als das „psychologische Erlebnis“, aber das ist ja auch nicht unsere „philosophische Zeit“, ebenso leicht lassen sich aber eine Reihe Stellen finden, die zeigen, daß die Relativitätstheoretiker weiter gehen. Oder wird nicht beständig behauptet, eine absolute Zeit, ein absoluter Raum gelte nicht, in dem Sinne, daß die Zeit durch die Uhr, der Raum durch den Körper bewirkt werden. Es wird ausdrücklich erklärt, die gedankliche Konstruktion der „Objektiven“ Raum — Zeit — Mannigfaltigkeit sei schon ein Erfordernis des täglichen Lebens, denn wenn wir von Ort und Gestalt der Körper reden, so denken wir dabei stets an den physischen Raum, der von den Individuen und Sinnesorganen unabhängig gedacht wird.¹⁾ Ferner beachte man, daß als Resultat der Relativitätstheorie bezeichnet wird, daß Raum und Zeit für sich allein gar nichts heißen oder etwas Wirkliches bezeichnen.²⁾ Noch schärfer tritt wohl die Bedeutung der Relativitätstheorie für die Philosophie in Erscheinung, wenn wir die Zeitpunkte und -Bestimmung als „Jetzt“ betrachten.

Die Theorie behauptet, eine Zeitangabe, d. h. doch ein „Jetzt“, hat nur einen Sinn in Bezug auf ein bestimmtes System. Soll das einen vernünftigen Sinn haben, so fällt damit die Grundlage unserer ganzen Philosophie, ja unserer ganzen Denktätigkeit, nämlich das Gesetz des Widerspruches. Sehr richtig schreibt auch Hsenkrafte³⁾ „Ich höre mit dem linken Ohr, daß A mir sagt: Der Sirius existiert jetzt.“ Mit dem rechten Ohr vernehme ich dabei von B die Äußerung: „Der Sirius existiert jetzt nicht.“ Ist es mir dann möglich zu urteilen: A und B können hic et nunc beide die Wahrheit aussprechen, beide Aussagen können objektivzutreffend sein? Kommt dem „Jetzt“ eine absolute Geltung zu,

dann würde mir das Prinzip des Widerspruches die Bejahung der Frage glatt verbieten, kommt dem Jetzt aber nur relative Geltung von irgend einer Bezugnahme abhängige Geltung, so daß das Jetzt des A für B keine Verbindlichkeit zu haben braucht, dann kann ich die Frage bejahen! Schreibt aber nicht Weyl in seinem von Einstein selbst so gelobten Buch: Raum, Zeit, Materie: „In anschaulicher Hinsicht mutet es (das Relat. Prinzip) uns zu, den Glauben an die objektive Bedeutung der Gleichzeitigkeit abzulegen; in der Befreiung von diesem Dogma liegt die große erkenntnistheoretische Tat Einsteins.“⁴⁾

Und wo bleibt eigentlich das Kausalitätsprinzip in einem vernünftigen Sinne, wenn der Relativitätstheoretiker Weyl⁵⁾ schreibt: „... es kann also prinzipiell geschehen, daß ich jetzt Ereignisse miterlebe, die zum Teil erst eine Wirkung meiner künftigen Entschlüsse und Handlungen sind.“!! — — Meines Wissens hat unsere Philosophie für solche geistige Akrobatikstücke kein Verständnis. — Ich muß wirklich Gehrke⁶⁾ zustimmen, der die durch die Relativitätstheorie entstandene Geistesverfassung mit der Lage im Andersen'schen Märchen „Des Kaisers neue Kleider“ vergleicht. Der Kaiser sieht mit seinen Ministern und Untertanen dem Weben seines Gewandes zu, das die Merkwürdigkeit hat, von denen nicht gesehen zu werden, die dazu nicht klug genug sind. Alle stehen schließlich vor den leeren Webstühlen, weil niemand sich getraut einzugestehen, daß er nichts sieht! Wenn es auch nicht gerade so schlimm steht — in neuerer Zeit mehrten sich auch die Stimmen bedeutender Physiker gegen die Theorie — so kann man doch nicht leugnen, daß die Theorie eine Art Massensuggestion zur Folge gehabt hat. Aber wer sollte denn auch nicht einem „Neuen Newton“, einem „Zweiten Kopernikus“ zuzubeln, wer wollte so rückständig sein?! — —

¹⁾ Efr. Schlick, Raum und Zeit in der gegenwärtigen Physik. Berlin 1920. S. 81.

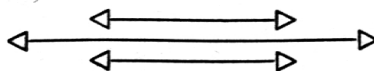
²⁾ Ebenda S. 89.

³⁾ Hsenkrafte, Zur Elementaranalyse der Relativitätstheorie. Braunschweig 1921. S. 30.

⁴⁾ Weigl. Raum, Zeit, Materie. Berlin 1919. S. 136.

⁵⁾ a. a. O. S. 220.

⁶⁾ Naturwissenschaftl. Wochenschrift 1921.



Val Canaria.

Von Dr. M. Diethelm, Rickenbach bei Schwyz.

(Schluß.)

Unsere Kollektion, die wir uns im Flußbett des Val Canaria erworben haben, besteht also aus folgenden Stücken:

Garbenschiefer, Sericitschiefer mit Biotit, Granatglimmerschiefer mit Hornblende, Sericitphyllit, Kalkphyllit mit quergestellten Biotitblättchen, Gefalteter Kalkphyllit, Quarzite (Quarzit als Reibungsbreccie, Quarzit mit großem Kalkspatkrystall, Sericitquarzit mit Biotit und Granat), Granit mit dunklem Glimmer, Biotitgneis (feinkörnig), Lamprophyr, Garbenamphibolit, Hornblendegarne in Quarz-Feldspat, große Hornblendekristalle in quarzitischem Grundgewebe, Pyritwürfel in Biotit, Gips mit Glimmer, Dolomit.

Als mineralogische Bestandteile des soeben erwähnten Materials sind kristallographisch verhältnismäßig gut ausgebildet, die Hornblende, der Granat, der Kalkspat und Pyrit, sodann der blättrige Glimmer, hauptsächlich als Biotit- und Sericitglimmer; nur amorph finden sich Quarz und Gips vor.

Ähnliches Gesteinsmaterial findet sich nun sowohl in östlicher Fortsetzung im Pioratal als auch in westlicher Fortsetzung im Bedrettetal. Der bekannte Schweizergeologe B. Studer hat schon im Jahre 1851 vom Rufenen- und Griefpaß ein diesbezügliches Profil gegeben. Weitere Aufklärungen erfolgten durch R. v. Fritsch und Dr. F. W. Stapf. In den Jahren 1885–87 hat sich dann ganz besonders Dr. U. Grubenmann mit dem bezüglichen Gesteinsmaterial beschäftigt. Er unterschied, vom Canariental nach der Alpe Pontino hinaufsteigend, folgende Abteilungen:

1. Die untere Zone von Gips, Rauchwacke und Dolomit.
2. Die erste Zone der zweiglimmerigen Schiefer.
3. Die Granat führenden Tonglimmerschiefer.
4. Der Kalkglimmerschiefer.
5. Die zweite Zone der zweiglimmerigen Schiefer.
6. Die obere Zone von Gips, Dolomit und Rauchwacke.
7. Die oberste Zone der zweiglimmerigen Schiefer.

Dr. Grubenmann legte schon damals den Plan, durch das Val Piora verschiedene Profile zu legen. Erst aber einer seiner Schüler, Dr. L. J. Krige, hat diesen Plan

ausgeführt und das dabei gesammelte Gesteinsmaterial unter der Leitung seines Lehrers im mineralogisch-petrographischen Institut der Eidg. Technischen Hochschule einer genauen Untersuchung unterzogen.

Aus diesen und den vorausgegangenen Untersuchungen sei im Folgenden nur das Allerwichtigste mitgeteilt. Diese Mitteilungen aber dürften genügen, dem Leser die Mannigfaltigkeit des petrographischen Materials im Val Canaria verständlich zu machen.

Infolge der Alpenfaltung wurden mesozoische Sedimente zwischen das Gotthardmassiv und das Lucomagnomassiv (nördlicher Lappen des Tessinermassivs, welches westlich sich mit den Simplondecken vereinigt, östlich die Abduladecke bildet) eingeklemmt und zu einer isoklinalen Mulde entwickelt. Ihr entspricht das Bedrettetal und das Pioratal. Der bekannte Ritomsee liegt in dieser Mulde. Beim Val Canaria ist die vom Bedrettetal herkommende Sedimentmulde nordwärts abgelenkt und verläuft dann etwa bei Panten wieder ostwärts, das Val Piora bildend. Bei der Alpenfaltung waren Schubkraft und Widerstand nicht überall gleich groß; die Mulde wurde in der Gegend der Garegna etwa 1,5 bis 2 km nordwärts vorgeschoben. Der Richtung der Querverschiebung entspricht etwa das Bett der Garegna (Val Canaria). Die mesozoischen Sedimente wurden infolge des Zusammenschubes petrographisch verändert, sie wurden zu Schiefer (kristalline Schiefer, Bündnerschiefer) umgewandelt. Der Zeit nach gehören die Sedimente, von denen man mehrere Petrefakten kennt, der Trias und dem Jura an. In der Trias haben wir Gips, Rauchwacke, Dolomit und die untern Bündnerschiefer (Phyllite, Glimmerschiefer), im Jura die obern Bündnerschiefer (Marmor, Kalkglimmerschiefer, graue und schwarzgraue Granatphyllite).

Im Norden der erwähnten Mulde befindet sich die südliche Randzone des eruptiven Gotthardmassivs, welche aus verschiedenen Gneisen (Streifengneis im Val Cadlimo) und sedimentogenen Glimmerschiefern (Biotitschiefer) und Hornblendegesteinen (Hornblendegarbenschiefer) besteht.

Die eruptiven Gneise des Lucomagnomassivs, welches östlich im Val Blenio und westlich bei Sotto Rante unter die Triasdecken tauchen, haben an der Triasdecke

keine Metamorphose hervorgerufen und müssen daher prätriasisch, vermutlich gleichalterig wie die Gotthardgesteine sein. Die Hornblendegarbenschiefer (Paragesteine) im Lucomagnomassiv weichen den Amphiboliten gegenüber zurück. Bezugnehmend auf unsere kleine angelegte Sammlung sei als Ganggestein noch der Lamprophyr erwähnt, der mehr im Gotthardmassiv als im Lucomagnomassiv auftritt.

Zum Schlusse spreche ich Herrn Prof. Dr. Grubenmann meinen besten Dank aus für seine gütige Hilfe, die er mir bei meinen Studien geboten hat.

Literatur.

1. Dr. Ulrich Grubenmann. Ueber die Gesteine der sedimentären Mulde von Airolo.
2. Dr. L. F. Krige. Petrographische Untersuchungen im Val Piora und Umgebung.
3. Dr. E. Weinschenk. Petrographisches Bademecum.
Dr. M. D.

Quadratdiagonale.

Die Berechnung der Diagonale eines Quadrates aus der Seite desselben geschieht gewöhnlich mit Hilfe des „Pythagoras“ oder eines Proportionalgesetzes.

Wenn aber einmal der Satz, daß der Inhalt eines beliebigen Dreiecks gleich ist dem halben Produkt aus Grundlinie und Höhe, abgeleitet ist, so kann obige Berechnung ohne weiteres ausgeführt werden. Bezeichnen wir in einem Quadrat eine Seite mit a und die Diagonale mit d , so ergibt sich für den halben Inhalt des Quadrates:

$$J = \frac{a^2}{2}$$

$$\text{oder } J = d \cdot \frac{d}{2} = \frac{d^2}{4}$$

$$\text{daher } \frac{d^2}{4} = \frac{a^2}{2},$$

$$\text{oder } d^2 = 2a^2,$$

$$\text{oder } d = a\sqrt{2}.$$

Anschließend daran möge auf einen Satz

aufmerksam gemacht werden, der sich aus obiger Betrachtung ergibt.

Bezeichnet man in einem beliebigen rechtwinkligen Dreieck eine Kathete mit a , die andere mit b , die Hypotenuse mit c und die Höhe auf die Hypotenuse mit h , so ergibt sich für den Inhalt des Dreiecks:

$$J = \frac{a \cdot b}{2}$$

$$\text{oder } J = \frac{c \cdot h}{2}$$

$$\text{daher } \frac{a \cdot b}{2} = \frac{c \cdot h}{2},$$

$$\text{oder } a \cdot b = c \cdot h,$$

$$\text{woraus } h = \frac{a \cdot b}{c}.$$

In Worten:

Die Höhe auf die Hypotenuse in einem rechtwinkligen Dreieck ist gleich dem Produkt aus den beiden Katheten, dividiert durch die Hypotenuse.

Dr. M. D.



Mittelschule

Beilage zur „Schweizer-Schule“

Mathematisch-
naturwissenschaftliche Ausgabe

Schriftleitung:
Dr. A. Theiler, Luzern

Inhalt: — Die Erforschung der Antarktis. — Ueber Zwillingsbildungen. — Die Quadrate der Zahlen 11 bis 99. — Das Teufelchen im Experimentiertisch. — Literatur. — Zur Beherzigung!

Die Erforschung der Antarktis.

Von Dr. F. R. Brunner, Luzern.

Einer der ersten, die den Weg zum Südpol eröffnet haben, war der englische Admiral Ross. Im Jahre 1839 übernahm er den Befehl über eine britische Forschungsunternehmung in die Antarktis mit den beiden Segelschiffen Erebus und Terror. Nachdem diese unterwegs durch Stürme einander mehreremals verloren hatten, landeten sie schließlich Mitte 1840 in Tasmanien. Um Neujahr 1841 wurde der Polarkreis überschritten. Ross drang mit seinen Schiffen in das Packeis ein, ein kühnes Unterfangen, das vor ihm noch keiner gewagt hatte. Durch lange, schmale Kanäle arbeitete er sich durch. Endlich gelang es ihm, in das offene Meer gegen Süden zu segeln; er hatte das Rossmeer erreicht. Er fuhr der Küste von Königin Viktoria Land entlang und entdeckte die Vulkane Erebus und Terror, die er nach seinen Schiffen benannte. Der erstere ist 4000 m hoch und meistens in Tätigkeit. An dem weitem Vordringen wurde er gehindert durch die Eismauer, die sich bis 60 m hoch erhebt und eine vollständig ebene Oberfläche besitzt. Sie ist die Kante der Eisplatte, die sich weit nach Süden hinzieht und die später nach Ross benannt wurde.

Das 20. Jahrhundert wurde eingeleitet mit der englischen Reise der Discoveri unter dem Befehl von Kapitän Scott. Die Ueberwinterung geschah auf der Rossinsel.

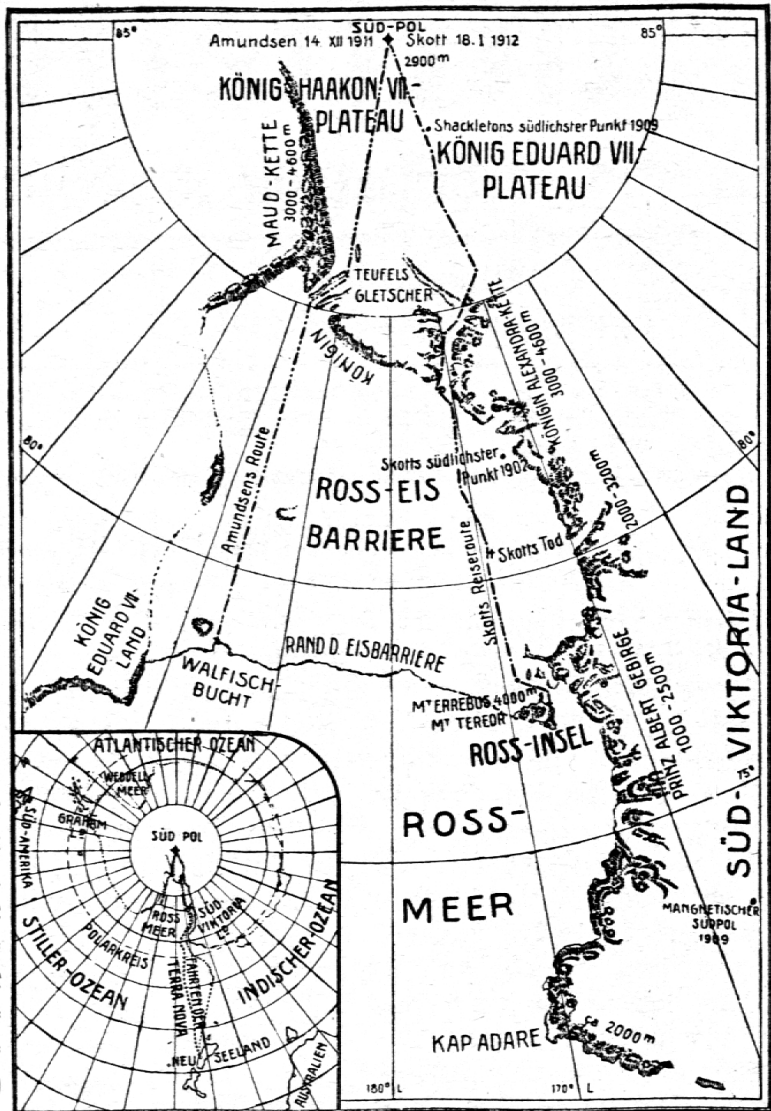
Er hatte 19 Hunde bei sich. Die Wanderung nach Süden machte er mit zwei Begleitern. Er erreichte Neujahr 1903 den 82. Breitengrad. Auf der Rückreise erkrankte einer der Teilnehmer, Lieutenant Shackleton, am Scharb.* Die Hunde gingen ein, und die Schlitten mußten von zwei Mann gezogen werden. Scott kehrte erst im Jahre 1906 mit reicher Ausbeute nach Hause zurück.

Im Jahre 1907 unternahm Shackleton auf dem Nimrod eine zweite Reise nach dem Südpolarland. Sein Winterquartier hatte er ebenfalls auf der Rossinsel. Als Zugtiere verwendete er mandschurische Ponys und als Ersatztiere Hunde. Jedoch hatte er mit erstern schlechte Erfahrungen gemacht. Schon nach zirka einem Monat auf der Reise unterwegs nach Süden hatte er keine Gespanne mehr. Die vier Mitglieder der Abteilung mußten sich selber vor die Schlitten stellen. Die Reise war äußerst beschwerlich, namentlich der Aufstieg in das Bergland. Januar 1909 erreichte er die südlichste Breite von $88\frac{1}{2}^{\circ}$. Wegen Mangel an Lebensmitteln und wegen der vorgeschrittenen Jahreszeit mußte er umkehren.

In hervorragendem Maße haben diese kühnen englischen Pioniere dazu beigetragen, den Schleier zu heben, der über der Antarktika ruhte. Ein voller Sieg war noch nicht errungen. Es blieb dem norwegischen Pol-

*) Der Scharb ist eine Stoffwechselkrankheit, von der namentlich Mitglieder arktischer Expeditionen befallen werden. Sie äußert sich in Zahnfleischblutungen, Anschwellungen der Mundschleimhäute, geschwüriger Entartung der Gewebe in der Nähe der Gelenke, einem allgemeinen Körperzerfall, der schließlich zum Tode führt. Der heruntergekommene Organismus erholt sich aber rasch wieder bei Verabreichung von frischem Obst und Gemüse, Milch und Eigelb. Diese Nahrungsmittel enthalten in minimen Quantitäten Stoffe, sog. Vitamine, die zur Bestreitung des Lebensunterhaltes unentbehrlich sind. Sie scheinen aus dem Pflanzen-, vielleicht sogar aus dem Bakterienreich zu stammen. Längeres Erhitzen der Nahrungsmittel, dann auch Dörren und langes Lagern sind für die Lebensfähigkeit der Vitamine ungünstig. Näheres in „Natur und Technik“ II. Jahrgang, 1. Heft.

fahrer Amundsen vorbehalten, als erster das heiß ersehnte Ziel zu erreichen. Seine ursprüngliche Absicht war eine Reise nach dem Nordpolbecken, wahrscheinlich in letzter Linie die Entdeckung des Pols selber. Mitten in seinen Vorberreitungen traf ihn im Jahre 1909 die Kunde, daß der amerikanische Grönlandsforscher Peary mit seinem schwarzen Diener und vier Eskimos auf dem Nordpol das Sternennpanner aufgerichtet habe. Er änderte deshalb seinen Plan und steuerte die *Fram*, auf der er schon die Polreise Nansens mitgemacht hatte, unter dem Vorwande, noch einige Tiefseemessungen vorzunehmen, direkt nach dem Südpol. Der einzige Eingeweihte war der Kapitän des Schiffes. Der Mannschaft wurde die veränderte Reiseroute erst unterwegs mitgeteilt. Denn Amundsen wußte, daß Scott schon seit längerer Zeit eine zweite antarktische Fahrt vorbereitete. Er benachrichtigte ihn von seinem Vorhaben erst, als die *Fram* den Äquator bereits überschritten. Der Ausgangspunkt für sein Unternehmen war die Walfischbucht (Bay of Whales) in der Eisplatte. Diesen Punkt wählte er auch als Ueberwinterungsplatz. Die Eisplatte ruht hier auf einer festen Unterlage, die aus kleinen Inseln besteht, während sie an den meisten übrigen Stellen auf dem Wasser schwimmt und an ihrem Rande abbröckelt. Amundsen verschaffte sich zirka 100 Polarhunde aus Grönland. Das Ueberwinterungshaus („*Framheim*“) wurde in Norwegen gezimmert, zerlegt nach Süden transportiert und im dortigen Standquartier wieder aufgerichtet. Im Frühjahr 1911 wurden vom 78. bis 82. Breitengrad drei Vorratslager errichtet. Die niedrigste Temperatur während der Ueberwinterung wurde im August gemessen, nämlich -59°C . Im Oktober machte sich die gegen Süden bestimmte Abteilung, fünf Mann mit 52 Hunden, auf den Weg. Im Anfang betrug der tägliche Marsch zirka 50 km. Beim 85. Grad begann der Aufstieg ins Gebirge. Die Berge erheben sich bis zu 4600 m. Der Pol befindet sich auf einem gewaltigen Hochplateau von ungefähr 3000 m über Meer. Die Expedition mußte unterwegs sehr schwierige Gletscher passieren. Viele Umwege mußten



gemacht werden, um die zahlreichen Spalten und offenen Schluchten zu umgehen („Teufels Tansaal“). Im Dezember 1911 erreichte sie den Pol und hißte die norwegische Flagge.

Ende November 1910 fuhr Kapitän Scott, begleitet von einem großen wissenschaftlichen Stab, zum zweiten Mal nach der Südsee. Er führte 15 mandchurische Ponys und 30 sibirische Hunde mit. Auf der Rossinsel teilte sich die Expedition in mehrere Gruppen, die sich die Erforschung der umliegenden Gebiete zum Ziele setzten. Scott stellte sich an die Spitze der Südatteilung. Die Enttäuschung war groß, als er nach außerordentlich beschwerlichem Marsche auf dem Südpol die norwegische Flagge aufgepflanzt fand. Die Polarabteilung kam nicht mehr in das Standquartier zurück, sondern ging auf der Rückreise unter qualvollen Leiden zu Grunde. So endete die Tragödie von Scotts letzter Fahrt. Abnormal strenge Witterungsverhältnisse, ungeheure Stürme, Mangel an Nahrung und namentlich an Brennstoff, der zum Schmelzen des

Schnees und zur Vereitung des Trinkwassers diente, waren die Hauptursachen. Die Petrolkannen, die in den Depots niedergelegt waren, zeigten starke Fehlbeträge, weil die Pfropfen unter der Kälte gelitten, und das Petrol zum Teil verdunstet war. Mit Kapitän Scott trat eine der bedeutendsten Persönlichkeiten unter den Forschungsreisenden der Neuzeit und einer der tapfersten Söhne des britischen Volkes vom Schauplatz des Lebens. Auf seiner Leiche fand man Briefe an seine Familie, an die Angehörigen seiner Begleiter und an seine Gönner in England, worin er angesichts des sichern Todes mit stoischer Ruhe darlegte, daß nicht mangelhafte Vorbereitung den Untergang der Südmannschaft verursacht, sondern höhere Gewalt das Unternehmen zum Scheitern gebracht hätte.

Gegenwärtig ist eine neue englische Expedition unterwegs, die von der Walvischbucht aus den Südpol per Flugzeug erreichen will. Die Maschine kann drei Personen, einen Schlitten, Proviant für einen Monat und eine photographische Ausrüstung tragen. Die Entfernung bis zum Pol beträgt 1300 km. In 85° südlicher Breite soll eine Zwischenstation errichtet werden, wo der überschüssige Benzinvorrat deponiert wird, damit der entlastete Aeroplan die 3000 m hohe Gebirgskette überfliegen kann. Von diesem Depotplatz aus dürfte der 600 km entfernte Pol in ununterbrochener Fahrt erreicht werden. Die Maschine legt diese

Distanz in einem Tag zurück, zu deren Bewältigung mit Hundeschlitten 50 Tagereisen notwendig sind. Der Motor und dessen Zündvorrichtung müssen das Fliegen in stürmisch bewegter, von Schneetreiben erfüllter Luft bei Temperaturen von 30 bis 40° Kälte ermöglichen, eine Aufgabe, der die moderne Flugzeugtechnik wahrscheinlich gewachsen ist. Eine besondere Schwierigkeit wird die richtige Orientierung bei bewölktem Himmel bereiten, da die Richtkraft der Magnethadel nahe dem magnetischen Südpol nachläßt, so daß der Kompaß eine fünfmal größere Empfindlichkeit aufweisen muß als bei uns. Da die Eisberge in dieser Gegend in ihren höchsten Ruppen bis 4600 Meter emporragen, ist der Flieger bei unsichtigem Wetter gezwungen, sich in etwa 5000 Meter Höhe zu halten. Der ganze Plan ist also mit einer Anzahl interessanter technischer Aufgaben verknüpft. Die, welche ihn zu verwirklichen gedenken, sind Ende des vorigen Jahres (1920) auf dem Südpolarsschiff Terra nova, welches schon Scott auf seiner letzten Reise benützte, nach der Bay of Whales aufgebrochen. Ob sie das Ziel schon erreicht haben, ist meines Wissens noch nicht bekannt.

Literatur:

E. S. Shackleton, 21 Meilen vom Südpol. Berlin W 30. Wilh. Süsserott. — Roald Amundsen, Die Eroberung des Südpols. J. F. Lehmanns Verlag in München. — Kapitän Scott, Letzte Fahrt. Leipzig: F. A. Brockhaus.

Ueber Zwillingsbildungen.

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

Es ist keine allzuseltene Erscheinung, daß bei bilateral-symmetrischen Tieren und beim Menschen die Organe der linken Seite nach rechts verlagert sind und umgekehrt. Im Falle des «Situs inversum viscerum» liegt z. B. bei den Säugetieren das Herz rechts. Ueber die mutmaßliche Ursache dieser Verlagerung können vielleicht die Befunde an Zwillingsbildung Aufschluß geben, wie sie von H. Spemann durch mehr oder minder tiefgehende Durchschnürung von Eiern und Entwicklungsstadien des Wassersalamanders erzielt wurden. (H. Spemann und Hermann Falkenberg †, Ueber asymmetrische Entwicklung und Situs inversus viscerum bei Zwillingen und Doppelbildungen, Archiv für Entwicklungsmechanik Bd. 45, 1919). Die an Schnittpräparaten seiner Versuchstiere ge-

wonnenen Ergebnisse faßt Spemann folgendermaßen zusammen:

„Aus Triton-Keimen, welche zu Beginn der Gastrulation median durchtrennt worden sind, entwickeln sich Zwillinge mit sehr stark verkümmelter Innenseite. Dieselbe asymmetrische Ausbildung, wenn auch weniger ausgeprägt, können Zwillinge zeigen, welche aus der median zerschnürten Blastula entstehen; ja selbst nach Zertrennung in noch jüngeren Stadien können die Beichen der inneren Seite eine merklich schwächere Ausbildung, als die der äußeren zeigen. Daneben können aber solche Zwillinge selbst nach Zerschnürung im Blastulastadium noch völlig symmetrisch werden.

Eine Anzahl symmetrisch entwickelter Zwillingspaare wurde bis zur Metamorphose am Leben erhalten; es erscheint durch-

aus möglich, sie bis zur Geschlechtsreife aufzuziehen und zur Fortpflanzung zu bringen. Bei 10 untersuchten Paaren hatten beide Zwillinge dasselbe Geschlecht; 4 Paare waren männlich, 6 Paare weiblich. Die Geschlechtsorgane waren gut entwickelt. Die Organe der inneren Seite können einzeln oder in ihrer Gesamtheit schwächer entwickelt sein; die Verkümmernng kann sie gleichmäßig treffen oder verschieden stark; daraus entstehen verschiedene Formen in großer Mannigfaltigkeit. Häufig ist der Rumpf auf der inneren Seite längs oder quer eingekrümmt, in ganzer Länge gleichmäßig oder an einzelnen Stellen stärker; das ist die Folge einer Verkümmernng der Seitenrumpfmuskulatur, vor allem aber der Haut der inneren Seite des Körpers. Die Larven sind dann in ganzer Länge leicht gebogen bis spiralg aufgerollt, oder haben in verschiedenen Höhen des Rumpfes einen mehr oder weniger scharfen Knick. Meist sind die Augen der inneren Seite kleiner, ebenso die Hörblasen; ganz fehlend habe ich sie nie gefunden. Die Kiemen der inneren Seite sind oft kleiner; ebenso Haftfaden und Beinchen, die nicht selten ganz fehlen. Dabei kann der Rumpf ganz gerade gestreckt sein. Bei verschiedener Größe der zusammengehörigen Zwillinge infolge ungleicher Größe der Teilstücke ist der kleinere Zwilling gegen den größeren in der Entwicklung zurück. Der Vorsprung wird im Lauf der Entwicklung nicht eingeholt, sondern vergrößert sich noch. Er muß daher auf einer dauernden Benachteiligung des kleineren Zwillinges beruhen, die irgendwie mit seiner geringeren Größe zusammenhängt. Dasselbe ist an den kleineren Beinchen der inneren Seite zu beobachten; es gilt wahrscheinlich für alle kleineren Organe dieser Seite, und ist wohl ebenso zu erklären wie die langsamere Entwicklung des kleineren Zwillinges.

Der Kopf der Larven erreicht einen viel höheren Grad von Symmetrie als Rumpf und Schwanz; selbst in Fällen, wo diese zu einer engen Spirale aufgewunden sind, kann er fast normal entwickelt sein. Es entspricht das der schon von Roux und andern gemachten, auch von mir bestätigten Beobachtung, daß die Ergänzung der fehlenden Seite vorn einsetzt und nach hinten fortschreitet. Infolge dieser Verkümmernng ihrer inneren Seite lassen sich die Zwillingslarven fast immer als rechte und linke unterscheiden. Von 55 Zwillingsembryonen des Falkenberg'schen Materials waren 25

linke und 30 rechte; 36 davon gehörten paarweise zusammen. Von den 25 linken Zwillingen war bei 24 der Situs von Darm und Herz normal; bei einem der Situs des Darms unklar, der des Herzens invers. Von den 30 rechten Zwillingsembryonen war bei 15 der Situs von Darm und Herz normal. Sicher bei 12, wahrscheinlich bei 14 war beides invers; bei einem war beides unklar. In allen 14 Fällen war die Durchschnürung erst im Blastulastadium erfolgt, in 2 davon war Einschnürung in früheren Stadien vorhergegangen. Weitere Fälle von Zwillingen und Doppelbildungen sprachen im gleichen Sinn.

Es läßt sich die Regel aufstellen: Bei den Zwillingen- und Doppelbildungen, welche an Tritonkeimen durch mediane Ein- oder Durchschnürung erzeugt werden können, hat das linke Vorderende bezw. der linke Zwilling den normalen Situs viscerum; das rechte Vorderende bezw. der rechte Zwilling zeigt dagegen nicht selten einen typischen Situs inversus.

Die Asymmetrie des Situs kann nicht erst in dem Augenblick entstehen, in dem sie äußerlich sichtbar wird; vielmehr muß sie, da sie eine typische ist, auf eine typische Asymmetrie der Anlage jüngerer und jüngster Stadien zurückgehen, sie muß selbst im befruchteten Ei schon vorhanden sein. Wenn sich das Triton-Ei ebenso verhält wie das Froschei, und wenn bei diesem letzteren nach künstlicher Bestimmung der Medianebene durch den Befruchtungsmeridian (Roux, Brachet, Herlant) oder durch den Strömungsmeridian (Born, D. Hertwig) der Situs viscerum normal bleibt, so muß mit der allgemeinen bilateralen Symmetrie auch die besondere bilaterale Asymmetrie bei der Befruchtung entstehen oder festgelegt werden, und zwar infolge einer Polarität und Asymmetrie des Spermatozoons oder einer bilateral-asymmetrischen Mikrostruktur des Eiplasmas um die Eiachse herum. Von einer solchen Asymmetrie zu Anfang der Entwicklung müssen dann die Wachstumsverschiedenheiten ausgehen, welche zur Asymmetrie des Situs viscerum führen.

In diese Kausalkette könnte nun an verschiedenen Stellen eingegriffen werden. Am radikalsten an ihrem Anfang, durch Inversion der erschlossenen Mikrostruktur, worauf dann alles weitere ablief wie bei der normalen Entwicklung, nur in inversen Sinn. Aber noch viel später, nicht lange bevor die Asymmetrie äußerlich sichtbar wird,

kann sie von geeigneter Stelle aus invertiert werden, wie Versuche von mir, R. Pfeiffer und R. Meyer lehren. Beides könnte für die Inversion des rechten Zwillinges verantwortlich gemacht werden. Auch schließen sich beide Erklärungen keineswegs aus. Nach Durchtrennung in jüngsten Stadien, wo der innenständige Defekt sehr gering ist, könnte die Inversion des Situs auf die Inversion einer Mikrostruktur zurückgehen. Nach Durchtrennung in späteren Stadien, wo eine solche Inversion schwerer verstellbar ist, könnte der gerade dann oft sehr ausgeprägte innenständige Defekt und die daraus folgende spiegelbildliche Verkrümmung der Zwillinge die Ursache des spiegel-

bildlich verschiedenen Situs viscerum sein. Daß es fast immer der Zwilling derselben Seite ist, dessen Situs invertiert wird, erklärt sich unter beiden Annahmen gleich gut; daß er aber, wenn auch seltene Ausnahmen von dieser Regel gibt, wird verständlicher bei der zweiten Annahme. Sie wird auch dadurch gestützt, daß man (nach Warinski und Fol) den Situs eines Hühnerembryo invertieren kann, indem man seine linke Seite durch Hitze in der Entwicklung hemmt und dadurch seiner rechten ein Uebergewicht verleiht, ihn also unter genau dieselben Bedingungen bringt, unter welchen sich der rechte (inverse) Zwilling befinden muß."

Die Quadrate der Zahlen 11 bis 99.

Von Dr. F. L. Brandstetter, Erziehungsrat, Luzern.

Für das Kopfrechnen ist es von Vorteil, wenn man die Quadrate der zweistelligen Zahlen vorerst zu berechnen im Stande ist. Zu diesem Zwecke dient eine kleine Umformung von $(10a + b)^2$ und $(10a - b)^2$.

$$(10a + b)^2 = 100a^2 + 20ab + b^2 = 10a(10a + 2b) + b^2$$

$$(10a - b)^2 = 100a^2 - 20ab + b^2 = 10a(10a - 2b) + b^2$$

$11^2 = 10 \cdot 12 + 1 = 121$	$12^2 = 10 \cdot 14 + 4 = 144$	$13^2 = 10 \cdot 16 + 9 = 169$
$21^2 = 20 \cdot 22 + 1 = 441$	$22^2 = 20 \cdot 24 + 4 = 484$	$23^2 = 20 \cdot 26 + 9 = 529$
$31^2 = 30 \cdot 32 + 1 = 961$	$32^2 = 30 \cdot 34 + 4 = 1024$	$33^2 = 30 \cdot 36 + 9 = 1089$
$41^2 = 40 \cdot 42 + 1 = 1681$	$42^2 = 40 \cdot 44 + 4 = 1764$	$43^2 = 40 \cdot 46 + 9 = 1849$
$51^2 = 50 \cdot 52 + 1 = 2601$	$52^2 = 50 \cdot 54 + 4 = 2704$	$53^2 = 50 \cdot 56 + 9 = 2809$
oder $100 \cdot 26 + 1 = 2601$	oder $100 \cdot 27 + 4 = 2704$	$63^2 = 60 \cdot 66 + 9 = 3969$
$61^2 = 60 \cdot 62 + 1 = 3721$	$62^2 = 60 \cdot 64 + 4 = 3844$	$73^2 = 70 \cdot 76 + 9 = 5329$
$71^2 = 70 \cdot 72 + 1 = 5041$	$72^2 = 70 \cdot 74 + 4 = 5184$	$83^2 = 80 \cdot 86 + 9 = 6889$
$81^2 = 80 \cdot 82 + 1 = 6561$	$82^2 = 80 \cdot 84 + 4 = 6724$	$93^2 = 90 \cdot 96 + 9 = 8649$
$91^2 = 90 \cdot 92 + 1 = 8281$	$92^2 = 90 \cdot 94 + 4 = 8464$	$103^2 = 100 \cdot 106 + 9 = 10609$
$101^2 = 100 \cdot 102 + 1 = 10201$	$100^2 = 100 \cdot 104 + 4 = 10404$	2c.

$14^2 = 10 \cdot 18 + 16 = 196$	$15^2 = 10 \cdot 20 + 25 = 225$	$19^2 = 20 \cdot 18 + 1 = 361^*)$
$24^2 = 20 \cdot 28 + 16 = 576$	$25^2 = 20 \cdot 30 + 25 = 625$	$29^2 = 30 \cdot 28 + 1 = 841$
$34^2 = 30 \cdot 38 + 16 = 1156$	$35^2 = 30 \cdot 40 + 25 = 1225$	$39^2 = 40 \cdot 38 + 1 = 1521$
$44^2 = 40 \cdot 48 + 16 = 1936$	$45^2 = 40 \cdot 50 + 25 = 2025$	$49^2 = 50 \cdot 48 + 1 = 2401$
$54^2 = 50 \cdot 58 + 16 = 2916$	$55^2 = 50 \cdot 60 + 25 = 3025$	$59^2 = 60 \cdot 58 + 1 = 3481$
$64^2 = 60 \cdot 68 + 16 = 4096$	$65^2 = 60 \cdot 70 + 25 = 4225$	$69^2 = 70 \cdot 68 + 1 = 4761$
$74^2 = 70 \cdot 78 + 16 = 5476$	$75^2 = 70 \cdot 80 + 25 = 5625$	$79^2 = 80 \cdot 78 + 1 = 6241$
$84^2 = 80 \cdot 88 + 16 = 7056$	$85^2 = 80 \cdot 90 + 25 = 7225$	$89^2 = 90 \cdot 88 + 1 = 7921$
$94^2 = 90 \cdot 98 + 16 = 8836$	$95^2 = 90 \cdot 100 + 25 = 9025$	$99^2 = 100 \cdot 98 + 1 = 9801$
$104^2 = 100 \cdot 108 + 16 = 10816$		

$18^2 = 20 \cdot 16 + 4 = 324$	$17^2 = 20 \cdot 14 + 9 = 289$	$16^2 = 20 \cdot 12 + 16 = 256$
$28^2 = 30 \cdot 26 + 4 = 784$	$27^2 = 30 \cdot 24 + 9 = 729$	$26^2 = 30 \cdot 22 + 16 = 676$
$38^2 = 40 \cdot 36 + 4 = 1444$	$37^2 = 40 \cdot 34 + 9 = 1369$	$36^2 = 40 \cdot 32 + 16 = 1206$
$48^2 = 50 \cdot 46 + 4 = 2304$	$47^2 = 50 \cdot 44 + 9 = 2209$	$46^2 = 50 \cdot 42 + 16 = 2116$
$58^2 = 60 \cdot 56 + 4 = 3364$	$57^2 = 60 \cdot 54 + 9 = 3249$	$56^2 = 60 \cdot 52 + 16 = 3136$
$68^2 = 70 \cdot 66 + 4 = 4624$	$67^2 = 70 \cdot 64 + 9 = 4489$	$66^2 = 70 \cdot 62 + 16 = 4356$
$78^2 = 80 \cdot 76 + 4 = 6084$	$77^2 = 80 \cdot 74 + 9 = 5129$	$76^2 = 80 \cdot 72 + 16 = 5776$
$88^2 = 90 \cdot 86 + 4 = 7744$	$87^2 = 90 \cdot 84 + 9 = 7569$	$86^2 = 90 \cdot 82 + 16 = 7396$
$98^2 = 100 \cdot 96 + 4 = 9604$	$97^2 = 100 \cdot 94 + 9 = 9409$	$96^2 = 100 \cdot 92 + 16 = 9216$

*) Von hier an ist die Berechnung mit $(a-b)^2$ bequemer.

Das Teufelchen im Experimentiertisch.

Eine beneidenswerte Popularität genießt seit Gutenbergs Tagen das Teufelchen im Sekkasten des Druckers. Gegenüber seiner durchtriebenen Schalkheit und seinem Mutwillen vermögen die peinlichste Sorgfalt und Wachsamkeit der Setzer, Korrektoren und Autoren nicht aufzukommen. Ich habe es weder bis zum Setzer noch zum Autor sondern nur bis zum simplen Physik- und Chemiedozenten gebracht, aber ich zittere deswegen nicht weniger vor einem Rabolde ähnlicher Art, der in meinem Experimentiertisch haust und jenem Sekkastenteufel an Bosheit und Verneinungslust nicht das geringste nachgibt. Allgegenwärtig und unsichtbar belauert es alle meine Handlungen und Schritte, immer auf dem Sprunge, die Schwächen meiner Sinne, die Uebereilungen oder Vergeßlichkeiten des Geistes für seine ruchlosen Spässe auszubenten. Bald sind es gemeine Büberien, bald ausgeflügelte Gauner- und Taschenspielerstücklein, mit denen es meine Lehrarbeit aufhält — und meine Schüler unterhält. Unversehrte Bechergläser, Kochflaschen, Retorten udgl. sind diesem Teufelchen ein Greuel. Raum habe ich einen Schrank geöffnet, um etwas derartiges heraus- oder hinein zu bringen, wupps — ist es mir schon unter der Hand hineingeschlüpft und rumort nun nach Herzenslust in der gläsernen Herrlichkeit herum, indem es sich mit offensichtlichem Kennerblicke gerade an solche Sachen hält, deren Ersatz mir besondere Mühe und Kosten bereitet. Angesichts derartiger Verwüstungen apostrophiere ich bisweilen den unsichtbaren Höllengast etwa folgendermaßen: „Psui über dich, entarteter Sohn der Schlange, der du nichts besseres mehr zu tun weißt, als wie ein Gassenbube den Leuten die Töpfe und Fenster zu zerschlagen. So etwas Rücksicht auf die gegenwärtigen schwierigen Zeitläufe dürfte auch ein richtiger Teufel nehmen und würde damit seinem Renommé mit nichts Eintrag geschehen.“ Oft hat es wirklich den Anschein, als ob mein Laboratoriumsteufelchen sich solche wohlbegründete Vorstellungen zu Herzen nehme. Es begnügt sich eine Zeit lang mit harmlosen Neckereien und Taschenspielerkünsten. Es versteckt die Kreide bald hier- bald dorthin, wirft die Zündholzschachtel in eine Wasserlache, schüttet Wasser in die Spirituslampe, steckt den Schwefelsäurestopfen auf die Sodaflasche, und was es dergleichen Späßchen noch gibt.

Dann aber besinnt es sich mal wieder auf etwas besseres. Ich habe einen Liebig'schen Kühler in üblicher Weise durch Schläuche aus bestem Patentgummi mit der Wasserleitung verbunden, öffne den Hahn, und ein Wasserstrom von gewünschter Stärke zirkuliert durch die Vorrichtung. Während ich nun mit dem sorglosen Gewissen des Gerechten in dem Vortrage weiterfahre, knickt eine scharfklauige Teufelsband den Schlauch an einer mir verborgenen Stelle, die Gummischlange schwillt allmählich in unheimlicher Blähung auf, bis ihre Festheitsgrenze überschritten und der Schlauch gesprengt wird. Eine prachtvolle Fontäne des kühlen Wassers übergießt den Tisch und die nächststehenden Schüler und ruft ihnen in „eindringlicher“ Weise die Gesetze der Hydrostatik in Erinnerung.

Das dankbarste Feld seiner Betätigung findet das Teufelchen des Experimentiertisches in der Elektrizität, woraus man wohl den berechtigten Schluß ziehen darf, daß auch die Teufel stets auf der Höhe der Zeit sind. Und wer einigermaßen mit diesem unsichtbaren Fluidum vertraut ist, sich sein blitzschnelles Wirken, die verschlungenen Windungen der Drähte, die verschiedenen Verbindungs- und Unterbrechungsstellen gegenwärtig, der versteht es ohne weiteres, daß hier für große und kleine Schurkereien und Schelmenstreiche reichlich Gelegenheit geboten ist. Da gibt es Klemmen und Schrauben zu lockern, Isolatoren aufzuheben, mit dem Sicherungen mordenden Feuer des Kurzschlusses zu spielen, zu entladen was geladen und zu laden was ungeladen bleiben sollte. Vor einigen Monaten besuchte ich in einer benachbarten Stadt ein Lehrmittelgeschäft. Man wollte mir da unter anderm eine wichtige elektrische Neuheit vorführen. Nachdem verschiedene Drähte eingespannt, Widerstände reguliert und Klemmen angezogen waren, sollte durch einen Hebeldruck der verkündete Effekt sich mit der Promptheit der Naturgesetze einstellen. — Es gab aber nichts. Noch ein- oder zweimal prüfte man die Kontakte und Pole, konstatierte das Dasein des Stromes, um endlich mit Siegesgewißheit wieder loszudrücken. — Zum zweiten und dritten Mal nichts! Da erklärte man mir resigniert, daß hier ein ganz verteufelter Zufall seine Hand im Spiele habe, sonst sei die Sache immer ohne Störung gegan-

gen. Ich nichte verständnisvoll zu, ich kannte diese Zufallshand — hätte ich ja darauf schwören mögen, das verhaltene Richern eines gewissen Koboldchens aus einem verborgenen Winkel des Experimentiertisches zu hören! Und während eine Regung sündiger Schadenfreude mein Herz

durchzog, kam über meine Lippen der banale Trost, daß mir solches auch schon passiert sei und wohl auch anderwärts in Lehrsälen und Laboratorien vorkommen möge. Oder hatte ich etwa damit ganz Unrecht, meine Herren Kollegen? —

Dr. J. B.

Literatur.

Ausla, Prof. Dr. Julius, Methodik des mineralogisch-geologischen Unterrichtes. Mit 35 Textabbildungen und einer Bildertafel. Lex. 8°. 1920. Geheftet M. 36.—. Verlag von Ferdinand Enke, Stuttgart.

Dieses recht breit angelegte Werk gibt mit jeder nur wünschenswerten Vollständigkeit eine Methodik des mineralogisch-geologischen Unterrichtes auf der Unter- und Oberstufe der Mittelschulen. Nach einem einleitenden ersten Abschnitt über die allgemeine Methodik des Faches, wird die Methodik der Unterstufe unter dem Titel: „Mineralogie und Geologie als Naturkunde“ behandelt. Nicht nur in Deutschland, auch bei uns ist der Unterricht in Mineralogie und Geologie wohl meist auf die Oberstufe beschränkt; eine Ausnahme mag z. B. der Kanton Aargau machen, wo wegen seines ihm eigenen Aufbaues der Mittelschule (4 Klassen Bezirks- und 4 Klassen Kantonschule) der ganze naturwissenschaftliche Unterricht in 2 konzentrischen Kreisen geboten wird. Der Verfasser weist überzeugend nach, daß eine erste Beschäftigung mit den Mineralien bereits auf der Unterstufe erfolgen sollte. In den Mittelschulen, die schon in der 1. Klasse mit Naturgeschichte beginnen, könnte das meines Erachtens geschehen und zwar ohne ein neues Fach zu schaffen, indem neben der Besprechung von Pflanzen und Tieren die einiger bekannter Mineralien wie Kochsalz, Schwefel, Gips u. eingelagert würden.

In einem weiteren Abschnitt: „Mineralogie und Geologie in Verbindung mit dem chemischen Unterricht“ zeigt der Verfasser, daß der Unterricht in Mineralogie weder ein Anhängsel des biologischen noch des chemischen sein kann. Er muß nach eigenen Gesichtspunkten erteilt werden. Freilich werden sich später manche Berührungspunkte ergeben, und der Oberbau des mineralogisch-geologischen Unterrichtes muß ja

ganz auf die chemischen Kenntnisse abstellen können.

Der 4. Abschnitt bespricht recht eingehend die Methodik der Oberstufe, indem er die „Mineralogie und Geologie als didaktische Einheit in selbständige Behandlung“ postuliert. Es ist unmöglich, hier näher darauf einzugehen, wie der Verfasser den Unterricht in allgemeine und spezielle Mineralogie, in Petrographie und Geologie behandeln wissen möchte. Man sieht Schritt für Schritt, den gewiegten Praktiker, der aus dem Vollen schöpft. Recht wertvoll kommt mir auch der 5. Abschnitt vor, der „die Hilfsmittel des Unterrichtes“ behandelt.

Weiter wird auch der Vorbildung und Weiterbildung des Lehrers ein besonderer Abschnitt gewidmet. Da halte ich für besonders wertvoll, was der Verfasser zur „Weiterbildung im Amte“ zu sagen hat. Wie oft kommt es vor, daß ein Lehrer, dessen Hauptfach sicherlich nicht Geologie war, es zu lehren hat! Solchen gibt der Verfasser gute Winke.

In summa: ein vortreffliches, methodisches Werk, das dem ernsthaft vorwärts strebenden Lehrer eine reiche Fülle von Anregungen bietet.

Dr. A. Th.

Jahrbuch der angewandten Naturwissenschaften 1919—1920. 31. Jahrgang. Unter Mitwirkung von Fachmännern herausgegeben von Dr. Joseph Plafmann. Mit 147 Bildern auf 20 Tafeln und im Text. Lex.-8° (XVI u. 394 S.) Freiburg i. Br. 1921, Herder. Geb. M. 40.— und Zusätze.

Die Umgestaltung des Jahrbuches, wie sie im letzten Bande begonnen wurde, — Beschränkung auf die im praktischen Leben zur Geltung kommenden Neuerungen der gesamten Naturwissenschaft — hat in diesem neuen, 31. Jahrgange bedeutende Fortschritte gemacht. Bei der Mannigfaltigkeit

der ca. ein halb Tausend Einzelabhandlungen dürfte wohl jeder eine Reihe Dinge behandelt finden, denen er Beachtung schenkt oder für seinen Beruf wertvoll sind. Eine sehr zu begrüßende Neuerung bilden dann aber Abhandlungen über gewisse abgeschlossene Teilgebiete, die allgemeine Beachtung beanspruchen und vielen als gewissenhafte Ratgeber dienen können. So findet das aktuelle Thema „Das Eigenheim als Volkswohnung“ hier eine eingehende Behandlung

mit besonderer Berücksichtigung der finanziellen Seite und der zahlreichen Vorfragen, das Kapitel „Moderne Liebhaberphotographien“ einen guten Ueberblick über den heutigen Stand des Gebietes nebst richtigen Hinweisen für Beschaffung zweckentsprechender Apparate und Zubehör. In seiner gediegenen Ausstattung steht es wie seine Vorgänge, auch was Tafeln und Textbilder angeht, durchaus auf der Höhe.

Dr. Baum.

Zur Beherzigung!

Einer unserer bewährtesten und vielverdienten Mitarbeiter schreibt dem Schriftleiter: „Vielleicht ruft der eine oder andere Satz auch einem Gedankenaustausch in der „Mittelschule“, den ich so bedauernd vermissen. Ist denn da gar kein Leben in die „Bude“ zu kriegen?! Soll man nicht einmal etwas ganz außerordentlich Dummes schreiben, damit sich vielleicht doch einmal jemand rührt!?“ Ja, da fehlt es in der Tat! Unsere mathematisch-naturwissenschaftliche Ausgabe der „Mittelschule“ hat in den bald 7 Jahren ihres Bestehens eine ganze Reihe vortrefflicher Abhandlungen aus allen möglichen Gebieten unserer Wissenschaften gebracht dank der Mitarbeit einiger eifriger Kollegen. Diese Arbeiten wurden wohl auch meist mit großem Genuß gelesen und privatim verwertet; aber dabei ist es geblie-

ben. Ein reger Gedankenaustausch, der eine Zeitschrift erst recht interessant und ihre Lektüre fruchtbar macht, blieb sozusagen ganz aus. Und doch hätte gewiß mancher Artikel den Ausgangspunkt zu einer wertvollen Diskussion abgeben können, sei es, daß er in uns den Widerspruch wachrief, sei es, daß er in uns verwandte Saiten klingen ließ, die wertvolle Ergänzungen hätten produzieren können.

Wir stehen am Ende des 7. Jahrganges. Wäre es nicht möglich, daß wir insgesamt uns im neuen Jahr in dieser Hinsicht etwas bessern würden? Es wäre zu unserm eigenen Nutzen und würde der Beilage und ihren Lesern zum Vorteil gereichen. Den tapfern Mitarbeitern, die ihn nie im Stich gelassen haben, aber dankt der Schriftleiter von Herzen.

Dr. A. Th.

