Ätzverfahren, unterlegen ist. Die Figürchen, welche erfahrungsgemäß beim chemischen Angriff eines Kristalls oder bei beginnender einfacher Lösung auf seiner Oberfläche entstehen, erläutern im allgemeinen deutlich die Symmetrie einer jeden der 32 Kristallklassen. Das Lauediagramm hingegen gestattet erfahrungsmäßig nur eine Einteilung der kristallographischen Symmetrie in 11 Gruppen. In den Fällen nämlich, wo der Kristallgestalt ein Symmetriezentrum fehlt, zeigt es ein Muster in der Form, als sei dies Symmetrieelement dennoch vorhanden.

Man wird sich das unter der oben erörterten Vorstellung zurechtlegen können, daß die Sekundärstrahlen Reflexe des Primärstrahls an Strukturebenen vorstellen, die den Kristall durchziehen. Wenn nun auch in der äußeren Begrenzung eines Kristalls, wie z. B. in Fig. 16 a, der Mangel eines Symmetriezentrums sich deutlich geltend macht, so kann sich das bei einer Spiegelung an dem Satz paralleler innerer Ebenen, wie Fig. 16 b zeigt, nicht durch Ausfall eines der beiden Reflexe bekunden. Eine theoretisch mögliche Intensitätsverschiedenheit dieser Spiegelungen wird in den Bildern nicht beobachtet.

(Schluß folgt.)

Über die Regeneration durchschnittener Nerven.

Von Prof. Dr. Ludwig Edinger, Frankfurt a. M.

Die Ärzte haben es eben so überaus häufig mit durchgeschossenen oder sonstwie abgetrennten Nerven zu tun, daß ein guter Teil ihrer Arbeit augenblicklich dahin geht, die Bedingungen zu ermitteln, unter denen eine neue Vereinigung möglich ist. Nun ist über die Nervenregeneration seit bald einem Jahrhundert so vielerlei gearbeitet und es haben sich so oft ganz divergente Auffassungen über ihr Wesen gegenübergestellt, daß es jetzt, wo wir durch Verbesserung der experimentellen und besonders der mikroskopischen Technik vielfach klarer sehen, lohnt, zu untersuchen, wie man sich heute diese Dinge vorstellen darf.

Getrennte Gewebe wachsen meist glatt wieder zusammen. Diese Eigenschaft hat man natürlich auch lange für das Nervengewebe angenommen. Aber schon früh stiegen Bedenken auf. Denn schon 1839 hatte Nasse entdeckt, daß das vom Rückenmarke abgetrennte Stück seine Struktur total ändert, während das zentrale ziemlich normal bleibt. Der Zerfallprozeß ist natürlich später sehr genau studiert worden, besonders durch Ranvier, Büngner und zuletzt mit allen Mitteln heutiger Technik durch Doinikow. Was also zusammenzuheilen hätte, wären ganz ungleichartige Gewebsmassen.

In dem abgetrennten Stücke kräuseln sich zunächst die sonst langgestreckten Fibrillen der Achsenzylinder, der leitenden Teile also, und dann

zerreißen sie in kleinste Stückchen, die allmählich verschwinden oder doch der heutigen Beobachtung entgehen. Die sie umgebende Markscheide, ein anscheinend gleichmäßiger Stoff, zerfällt in Klumpen. Die Markscheide liegt regelmäßig in einer feinen Hülle, der Schwannschen Scheide. Diese wird von Zellen, den Schwannzellen, geliefert, deren Kerne an einzelnen Stellen der Scheide sichtbar sind. Erst in dem letzten Jahrzehnt hat man die Bedeutung dieser Zellen erkannt (Nageotte, Doinikow). Es sind nicht, wie man früher meinte, indifferente flache Gebilde, sondern Protoplasmamassen, die mit zahlreichen feinen Fortsätzen die ganze Nervenfasern überall derart durchziehen, daß in den Maschen der Fortsätze das Myelin der Markscheide eingebettet ist, ja daß der Achsenzylinder selbst umscheidet wird. Sie dienen ganz zweifellos dem Stoffwechsel des Nerven, denn sobald in jenem besondere Zerfallprozesse entstehen, was ja schon bei der normalen Funktion geschieht, fassen jene Anteile der Schwannzellen sie ab, lagern sie ein und führen sie den Lymphbahnen zu, die überall die Nerven umscheiden. Nach einer Nerventrennung beladen sich diese Zellen bis zum Platzen fast mit den Trümmern des Myelins. Dasselbe erleidet dabei eine besondere Umwandlung chemischer Art, es gibt nun, was normales Myelin nie tut, mikrochemisch die Fettreaktionen, schwärzt sich tief in Überosmiumsäure und nimmt auch in späteren Stadien die Fett- und Lederfarben der Industrie an. Das eben ermöglicht uns jetzt sehr schnell, zerfallende Nerven im Gewebe aufzufinden. Wenn die Freßzellen nach Wochen alles Fett abgegeben haben, schrumpfen sie zu langen, nun in der Nervenrichtung eng aneinander liegenden Spindeln zusammen. In diesen Spindeln treten dann, allmählich immer deutlicher werdend, zarte Bänder auf, die, wenn einzelne Beobachtungen nicht täuschen, auch untereinander in Verbindung treten. Nervenfasern aber sind das noch nicht. Im Gegenteil, ein abgetrenntes peripheres Nervenstück kann Jahrzehnte in diesem noch durch reichliche Einwanderung von Bindegewebe in die Interstitien komplizierten Zustande verharren. In all dieser Zeit bleibt es völlig leitungsunfähig.

Auch in dem zentralen, dem mit den Nervenursprungszellen im Rückenmarke oder den Spinalganglien noch zusammenhängenden Stücke treten Veränderungen ein. Sie sind aber viel leichter der Natur und alle vorübergehend. Dicht an der Schnittstelle findet sich ein ähnlicher Zerfall wie im peripheren Stücke, und auch in den anscheinend normal bleibenden Teilen weiter zentralwärts müssen Veränderungen, die unserer heutigen Technik noch entgehen, vorhanden sein, denn noch weiter zentral, in den Ursprungszellen, lichtet sich die Körnung, quillt der Kern an. In 1—2 Wochen ist aber all dieses verschwunden. So liegen sich, durch die Schnittwunde getrennt, etwa vom 20. Tage an ein total

entartetes peripheres Stück und ein anscheinend normales zentrales Nervenstück gegenüber.

Wo kommen nun die neuen Fasern her, die man nach einiger Zeit im peripheren Stücke beobachtet, und wie kommt es, daß sie gerade in dieses Stück einwachsen, den Weg unter so vielerlei Möglichkeiten gerade dahin finden? Das sind die zwei Fragen, welche seit bald 30 Jahren die ganze ungeheure hier erwachsene Literatur beherrschen. Wir werden sehen, daß beide gelöst sind.

Man war anfangs durchaus der Meinung, daß das periphere Stück nur von dem zentralen her neue Achsenzylinder erhalte und daß, wenn diese einwachsen, sich auch neues Nervenmark bilde. Diese Lehre erhielt eine sehr wesentliche Stütze, als *His* und andere zeigten, daß auch beim Embryo alle Nerven aus den zentralen Zellen in die Peripherie hineinwachsen, ja als es gar *Harrison* gelang, aus einem Stückchen abgetrennten Rückenmarkes unter dem Mikroskop frei auswachsende Nervenfasern zu beobachten, die an den feinen Gerinnungsfäden, welche das einbettende Nährplasma birgt, entlangkriechen. Diese Versuche und die entwicklungsgeschichtlichen Studien sind oft und vielfach variiert wiederholt worden. Im ganzen kamen die meisten Forscher, die bis heute hier arbeiteten, zu der Ansicht, daß die leitenden Teile des Nerven, eben die Achsenzylinder, nichts anderes wären als lang ausgewachsene Teile der zentralen Ganglienzellen. Jede Trennung, das sah man ja auch immer wieder, von der Ursprungszelle vernichtete den Nerven auf die ganze abgetrennte Strecke. Aber schon 1856 hatte *Schiff* gegen diese Anschauung Einwände aus Versuchen heraus erhoben und die Meinung geäußert, daß irgendwelche Elemente im peripheren Stück ganz selbständig neue Achsenzylinder erzeugen könnten. Aus histologischen Gründen traten ihm später *Philippaux* und *Vulpian* bei, und bald stand der Lehre von der Kontinuität die von der Autoregeneration entgegen. Ein sehr scharf und mit überaus geistreich variierten Versuchen geführter Streit erhob sich, in dem viele tüchtige Männer sich für die Möglichkeit der Autoregeneration erklärten. Namentlich *Bethes* Versuche erregten das größte Aufsehen, weil er zweifellos überaus geschickt isolierte periphere Nervenstücke wieder zu normalen Nerven auswachsen sah. Zwar erlitt dieser Beitrag zur Autoregeneration einen gewissen Eintrag durch den von mehreren Seiten erbrachten Nachweis, daß unter den gewählten Versuchsbedingungen recht wohl Nerven aus der Nachbarschaft in die geleerten Nervenscheiden eingewachsen sein konnten, daß also hier auch eine Neurotisation vom Zentrum her, wenn auch nicht aus dem eigenen zentralen Stück erfolgt war. Machte nun schon *Bethes* vorsichtige Versuchsanordnung derlei sehr unwahrscheinlich, so zeigt ein anderer Umstand, der merkwürdigerweise von allen Kritikern nachher übersehen wurde, ganz klar, daß

andere Verhältnisse vorliegen. *Bethes* „autoregenerierte“ Nerven hatten keinen Bestand, sie gingen im Laufe der Zeit wieder zugrunde, seine Versuche gelangen überhaupt nur an jugendlichen, nie an erwachsenen Tieren. Nervenbahnen, die durch Einwachsen wieder mit dem Zentrum in Beziehung geraten, sind aber dauernd neurotisiert. Die *Betheschen* Versuche beweisen also, daß jugendliche Nerven nach Abtrennung vom Zentralorgane wieder vorübergehend normal werden, aber wir werden nachher sehen, daß sie einer anderen Deutung als der vielfach akzeptierten wohl zugänglich sind, ja daß sie einer solchen bedürfen, wenn das spätere Vergehen erklärt werden soll.

In den letzten Jahren ist es nun gelungen, durch eine besondere Methode der Versilberung die Vorgänge im zentralen Stumpfe durchaus aufzuklären, und jetzt können wir mit aller Sicherheit sagen, daß der nervenlose periphere Stumpf nur von dem zentralen aus neurotisiert wird. Wir können es sagen, weil wir es sehen können, weil die neue Methodik, die namentlich *S. Ramón y Cajal* ausgebildet und musterhaft benutzt hat, jede einzelne Fibrille aus dem zentralen in den peripheren Stumpf zu verfolgen gestattet.

Schon 2 Stunden nach der Nerventrennung treten aus dem Ende jeder zentralen Faser ganz merkwürdige kleine und große Tropfen aus. Sie ziehen einen feinen Faden hinter sich her und wachsen nach allen Seiten in die Narbe hinein. Allemal, wenn sie da einem Widerstand begegnen, weichen sie aus, ja sie spalten sich dann oder sie wenden sich gar wieder rückwärts in den Stumpf hinein, klettern, fortwährend neue Tröpfchen nach rechts und links aussendend, an den alten Fasern wieder rückwärts. Viele umschlingen diese in vielgeteilten Spiralen, wo dann die Endästchen wieder kolbig sind. Daß der Widerstand allein derlei erzeugt, sieht man an den Stellen, wo sich etwa ein harter und sehr fester Blutstropfen findet und noch besser bei einem der *Cajalschen* Versuche, wo das einfache Umliegen eines Fadens um einen unzertrennten Nerven, eines nicht abschnürenden Fadens, schon ausreichte, ganz die gleichen Bilder zu erzeugen.

Daß es sich bei diesen mikroskopisch als Keulenbildung erscheinenden Dingen um ein Austropfen handelt, das haben *Liesegang* und ich erkannt. Wir versuchten die Bilder nachzumachen und konnten in der Tat außerordentlich ähnliche Vorgänge erzeugen dadurch, daß wir Kieselsäuregel in dünnes Wasserglas auswachsen ließen. Die Seitenäste, die Internodien, die Endkolben, ja die Spiralen ließen sich erzeugen. Nebenbei sei erwähnt, daß gelegentlich auch den normalen Ganglienzellen überaus ähnliche Gebilde an diesen Modellen auftraten.

Es lohnt sich diese Versuche einmal nachzumachen, weil auf außerordentlich einfache Weise hier sehr elegante Gebilde entstehen: In ein Trinkglas, das mit zur Hälfte verdünntem Wasserglas gefüllt ist, wirft man einige Stückchen Eisenvitriol und sorgt, daß sie zu Boden sinken. Nach wenigen Minuten schon er-

heben sich über ihnen die Röhren aus Kieselsäuregel, die dann unter allerhand Verzweigungen usw. bis zum Wasserspiegel emporwachsen. Die von dem Salze abgespaltene Salzsäure bewirkt das. (Näheres *Anatomischer Anzeiger* Bd. 47, Nr. 8.)

Aus dem zentralen Ende quellen also nach allen Seiten der Narbe die neuen Nervenfasern aus. Je nach der Dichte der Narbe erreichen von ihnen einige früher, andere später das periphere Stück. Das kann Wochen, es kann aber auch ein Jahr und mehr dauern, wie wir es jetzt im Kriege oft genug sahen. In dem Moment aber, wo jenes erreicht ist, hört das Wachstum nach allen Seiten auf, die ganze neue Masse ergießt sich in die langen, da zu ihrer Aufnahme bereitliegenden Zellreihen und in wenigen Wochen sind lange Strecken neurotisiert, Dauernerven sind entstanden, die sich in nichts von normalen unterscheiden.

tig ermöglicht oder doch über die Grenze hinaus ermöglicht, welche dem Zellwachstum gesetzt ist. So erst gewinnen wir auch ein Verstehen für die Beobachtung, daß gleiche Zellen allemal den beim Embryo auswachsenden Fasern anliegen, ja wir verstehen nun überhaupt die verschiedenen Bilder, welche zu der Meinung Veranlassung gaben, daß der ganze Nerv von peripheren Gebilden geschaffen werde. Und wenn man erwägt, daß in den Schwannzellen, wie oben erwähnt ist, sowohl bei der Entwicklung als bei der Regeneration feinste Faserung auftritt, so erkennt man auch, daß hier das Addiment gegeben ist, das zusammen mit den aus der Ursprungszelle einwachsenden Fasern den Nerven schafft.

Der in diesem langen Streit gewonnene Standpunkt ist also der: *Die Nerven entstehen weder*

Fig. 1. Das zentrale Stumpfende eines durchschnittenen Nerven. Aus den Fasern quellen kleine und große Tropfen. Überall feine, nach den verschiedensten Seiten — auch rückwärts in den Nerven — auslaufende neue Fäserchen. Vergr. ca. 600/1.

Das zentrale Ende aber wächst keineswegs beliebig weit aus, wenn es das periphere nicht erreicht. Wenige Zentimeter kaum. Das wäre nun nicht zu erklären, wenn man annähme, daß die jene Fasern ausstoßenden Ganglienzellen allein in der Lage wären, neue periphere Nerven zu schaffen, denn es wäre nicht abzusehen, warum nicht neben der Narbe, etwa in Muskelzwischenräumen, sich neue Nerven ausbilden sollten. Es wäre auch kaum wahrscheinlich, daß die zentrale Ursprungszelle der embryonal sich entwickelnden Faser Kräfte besäße, jene 50 und mehr Zentimeter vorzutreiben, und gar nicht zu erklären, warum der auswachsende Nerv erst, wenn er in die Zellreihen des alten gelangt, nun plötzlich die Fähigkeit erlangen sollte, beliebig auszuwachsen. So wird uns die Annahme aufgedrängt, daß in jenen Zellreihen etwas ist, was das Auswachsen erst rich-

ganz aus peripheren noch ganz aus zentralen Elementen. Sie bleiben aber in ihrer Existenz viel mehr von den letzteren als den ersteren abhängig, ja sie können als Anteile der Ursprungszelle betrachtet werden, denen durch periphere Elemente ein Längenwachstum ermöglicht wurde.

Und nun gewinnen wir auch Verständnis für die Betheschen Beobachtungen von Neubildung von Nerven im jugendlichen Gewebe, da, wo gar keine Ganglienfasern einwachsen können. Wir wissen nämlich längst, daß jugendliche Gewebs-elemente eine größere Regenerationskraft noch haben als ältere, und es bietet deshalb keine Schwierigkeit anzunehmen, daß die jugendlichen Achsenzylinder selbst abgetrennt noch etwas regenerieren. Aber Dauerelemente entstehen so nicht. Der wichtigste Versuch, der immer für die Autoregeneration in Anspruch genommen wurde,

erfährt so eine andere und nicht weniger befriedigende Deutung.

Wie finden die neu auswachsenden Fasern ihren Weg zu dem alten Stumpfe?

In den Jahren 1882—85 sah *Vanlair* in zahlreichen Versuchen von Nervenvereinigung, daß nichts so wichtig war, als die Vermeidung größerer Widerstände auf dem Wege des gewünschten Auswachsens. Ja, er wollte die Narbe ganz vermeiden, indem er dem Stumpfe hohle Knochen vorlagerte, in die jetzt dessen Fasern in der Tat einwanderten. Er kam zu der Überzeugung, daß die Nerven eben nur nach dem Orte des geringsten Widerstandes auswachsen, und den nahm er als gegeben an in den Zellen des peripheren Stumpfes. Auch als 1909 *Held* das Auswachsen der Nervenfasern beim Embryo studierte, kam er zu dem Schlusse, daß sie in der Tat im wesentlichen dem geringsten Widerstande zuwachsen.

Aber wenn zweifellos der Widerstand eine hemmende Rolle spielt, daß er ausschlaggebend für das Wiederfinden des Stumpfes ist, ist in keiner Weise sicher. Sieht man doch oft genug das periphere Stück erreicht von Fasern, die viel leichter den Weg etwa im Muskel- und Fettgewebe als gerade durch die harte Narbe gefunden hätten. *Forssmann* (1898—1900) hatte deshalb ganz recht, als er nach anderen Ursachen suchte. Der mechanischen Theorie glaubte er die vom Neurotropismus entgegenstellen zu dürfen. Sie besagt, daß der periphere Stumpf irgend etwas enthält, das die zentralen Fasern chemisch anlockt. Aus seinen zahlreichen und oft sehr geistreich angeordneten Versuchen seien nur zwei erwähnt: 1. Neben einen durchschnittenen Nerven wird ein Kollodiumsäckchen mit zerquetschtem Hirn und ein ebensolches mit Milz- oder Lebersubstanz eingenäht. Man findet danach fast alle regenerierten Fasern im ersteren Sacke. 2. Das periphere Stück wird nicht vor dem zentralen gelassen, sondern neben es gelagert. Die aus dem ersteren kommenden Fasern wachsen dann nicht geradeaus weiter, sondern seitwärts in das periphere Stück. Als Anlockungsmittel sieht *Forssmann* die Zerfallprodukte des Myelins an.

Aber weder *Lugaro* noch *Dustin* konnten diese Art des Neurotropismus wiederfinden. Gerade *Dustin* hat viele Versuche wiederholt und auch variiert und *Lugaro* hat weder im verletzten Rückenmark ein Auswachsen von Nervenfasern erreicht, als er einen markhaltigen Nerven einnähte, noch im zentralen Stumpfe zerschnittener Nerven durch Anlagerung normaler oder auch degenerierter Nerven Ablenkung der auswachsenden Fasern erzielt. Dennoch nahm *Cajal* die Lehre von dem Neurotropismus wieder sehr lebhaft auf. Nur sind es für ihn die Schwannschen Scheiden des zerfallenen Nerven, welche anlocken. Allerdings nur die noch lebenden; daß abgestorbene auswachsende Nerven nicht aus ihrer Bahn führen, das zeigten ihm spezielle Versuche. Ich kann aber auch dafür, daß lebende Zellen diesen

Einfluß haben, bei dem Autor keinen rechten Beweis finden. Es ist ihm eher ein Schluß per exclusionem. Er nimmt eben, weil er ohne Neurotropismus das Einwachsen in den Stumpf nicht erklären kann, das einzige in jenem lebende Gewebeelement als anlockend an, bestärkt vielleicht dadurch, daß die neuen Achsenzyylinder in der Tat außerordentlich enge Beziehungen zu den Schwannzellen des degenerierten Stumpfes eingehen.

Fig. 2. Halbschema. Heilungsvorgang im durchschnittenen Nerven. Am unteren Ende des zentralen Stückes fahren die Fasern in der Narbe und ihrer Umgebung nach allen Seiten. Viele kehren vor dem Widerstand wieder um in das leichter passierbare Bindegewebe des normalen zentralen Stückes; auch von denen, welche das periphere Stück — zufällig — erreichen, kehren wieder welche um, eine Zahl anderer aber vermehrt sich da und schafft den neuen Nerven.

Weder die mechanische noch die chemische Hypothese können erklären, warum das periphere Nervenstück von den Fasern des zentralen gefunden wird. So ständen wir dem interessanten Problem noch ratlos gegenüber, wenn die fortgeschrittene mikroskopische Technik nicht die Lösung gebracht hätte. Wir können ja jetzt, wie oben erwähnt wurde, durch eine bestimmte Art

der Versilberung alle Nervenfasern sichtbar machen, die fertigen alten nicht nur, sondern auch die eben auswachsenden Tropfen. Da erkennt man denn (ich benutzte in Fig. 2 ein von *Cajal* zu anderen Zwecken gegebenes Halbschema), daß zu einer Zeit, wo frühere Färbungen noch weite Distanz der Nervenenden aufweisen, überall jene feinen auswachsenden Tropfen umherirren, von denen oben die Rede war. Sie ziehen nach allen Seiten, auch hinwärts und natürlich auch narbenwärts dem peripheren Stücke zu. Nun darf daran erinnert werden, was oben mitgeteilt wurde, daß die Nerven entstehen aus den zentralen Ausläufern, vermehrt durch irgendwelche in den Schwannzellen des Stumpfes auftretende Produkte. Solange diese nicht von den Ganglienzellenausläufern erreicht werden, mag es zu allerhand unregelmäßigen Fasern in der Narbe und in ihrer Umgebung kommen, wie wir es in der Tat sehen. Sobald aber auch nur wenige der herumirrenden Fasern in jenes ihrer Vermehrung so zweckmäßige Bett geraten, fangen sie an sich zu teilen und wachsen schnell durch die Zellen des alten Stumpfes hindurch. Ich glaube also, daß es keiner Anlockung bedarf, sondern, daß eben nur die Fasern zum ordentlichen Auswachsen kommen, welche den alten Stumpf erreichen, daß die andern allmählich, wie wir es in der Tat oft genug sehen, nach solchem Neuauswachsen wieder zugrunde gehen. Soweit sie aus dem zentralen Stumpf her sich schon Schwannzellen mitgebracht haben — das ist beobachtet —, ummarken sie sich auch in der Narbe schon, aber richtige lange Nervenbahnen bilden sie eben nur da, wo ihr Hilfsmaterial richtig angeordnet bereits liegt. Unter diesem Gesichtspunkte sind alle die zahlreichen Versuche der früheren Autoren sehr wohl zu verstehen und zu deuten. Jetzt erkennen wir auch, warum aus dem zentralen Ende sein daneben gelegtes peripheres Stück im Bogen zwischen beiden Enden neurotisiert wird, warum in *Forssmanns* Hirnsäckchen Nerven einwuchsen — das Milzsäckchen durchdrangen sie nicht, weil es anderen Widerstand bietet —, jetzt verstehen wir, warum man die zentralen Enden zweier verschiedener Nerven vereinen kann, wo dann aus jedem in den anderen Fasern wachsen, und schließlich wird jetzt klar, warum gelegentlich nach einer Nerven-naht außerordentlich schnell eine Neubildung erfolgt, die vorher monatelang ausblieb, solange die Narbe zwischen beiden Enden undurchdringlich lag. Warum aber andere Male solche Naht ganz erfolglos bleibt, dann wohl, wenn das zentrale Stück noch Narbe enthielt, oder wenn Blut, das einen unüberwindlichen Widerstand bietet — mikroskopische Bilder zeigen, wie die Fasern jede Blutspur umkreisen —, im Wege lag.

Das ganze so lange in so verschiedener Weise bearbeitete Problem löst sich jetzt befriedigend und überaus einfach und das wird dadurch möglich, daß eine verbesserte Technik alle Vorgänge zu verfolgen gestattete.

Faßt man die Regeneration der Nerven so auf, wie es hier dargestellt wurde, dann gewinnt man auch ein Verständnis für die Versuche, die oben im Gange sind, bei unseren vielen Verwundeten zwischen die getrennten Nerven nach Wegnahme der Narbe leicht passierbare Körper, die in Röhrchen gefüllt sind, einzuschalten, Versuche, die, wie es scheint, zu gutem Ende führen.

Zoologische Mitteilungen.

Im Marburger Zoologischen Institute wird unter anderem seit über 6 Jahren Bau und Lebensweise eines der größten deutschen Käfer erforscht. Schon sind darüber mehrere sehr genaue Einzelarbeiten erschienen, und jetzt wird von *H. Blunck*, der selber einige Abschnitte dieser Sammlung verfaßte, eine vorläufige Zusammenstellung (s. *Zool. Anzeiger* Bd. 46, 1916, S. 271—285, 289—300) mit Ausschluß der Metamorphose gegeben. Es handelt sich dabei nicht etwa um den Maikäfer, an den man zuerst denken möchte, obwohl auch er es wohl verdiente, von neuem gründlich studiert zu werden, sondern um den ökonomisch vielleicht nicht weniger gefährlichen sog. **Gelbrand** (*Dytiscus marginalis*), einen etwa 3 cm langen Schwimmkäfer. Dieser, und in noch höherem Grade seine Larve, ist nämlich ein Feind der Süßwasserfische, besonders deren Brut: die etwa 100 Nachkommen eines einzigen Käferpaares, die reif werden, können während der 14 Tage ihrer Entwicklung gegen 14 000 Fischlein vertilgen, sind daher unter die schlimmsten Schädlinge zu rechnen. Sehr gefräßig sind auch die erwachsenen Käfer. Die Männchen leben in der Regel 1, die Weibchen 1½ Jahr, im Winter unter dem Eise, im Sommer, falls das Wasser austrocknet, in dem Schlamm vergraben. In erster Linie bewohnen sie stille Teiche und Gräben, halten sich bei Tage meist zwischen den Wasserpflanzen versteckt und gehen in der Dämmerung auf Raub aus. Wie alle Schwimmkäfer ist der Gelbrand als ein ans Leben im Wasser angepaßter Laufkäfer anzusehen, genau so wie z. B. die Wale von Landsäugetieren stammen; gleich diesen atmet er die Luft direkt und muß deshalb von Zeit zu Zeit an die Oberfläche kommen, um sich hier einen neuen Vorrat zu holen. Wird er daran verhindert, so erstickt er. Allerdings ist das selten, denn er ist spezifisch etwas leichter als das Wasser, steigt also, wenn er sich nicht absichtlich mit den Mittelbeinen an einer Pflanze festhält, von selbst in die Höhe und kann nur durch kräftige Bewegungen in die Tiefe gelangen. Er gleicht in dieser Beziehung einem Tauchboote, das durch ein Ruderpaar — die Hinterbeine mit ihrem Besatze von langen Borsten, der die Ruderfläche dreimal so breit macht — vor- oder seitwärts getrieben und durch ein Schlepptsteuer — die Mittelbeine — nach unten oder oben gelenkt wird. Hat er am Wasserspiegel gründlich geatmet, so muß er zuweilen einen Teil der Luft wieder entlassen, um überhaupt tauchen zu können. Auf dem Lande ist er ziemlich unbehilflich, denn die Beine vermögen den Leib nicht vom Boden freizumachen, sondern nur auf ihm weiter zu schieben; dagegen fliegt er noch leidlich gut und gern, namentlich in Herbstnächten bei Mondschein. Jedoch bedarf es dazu großer Vorbereitungen: er muß gleich dem Maikäfer sich voll Luft pumpen, auch den Hinter-