

INTERNATIONALE  
WISSENSCHAFTLICHE BIBLIOTHEK.

XXXIX. BAND.

# INTERNATIONALE WISSENSCHAFTLICHE BIBLIOTHEK.

1. TYNDALL, J. Das Wasser in seinen Formen als Wolken und Flüsse, Eis und Gletscher. Mit 26 Abbildungen. 2. Aufl. 8. Geh. 4 M. Geb. 5 M.
2. SCHMIDT, O. Descendenzlehre und Darwinismus. Mit 26 Abbildungen. 2. verbesserte Auflage. Geh. 5 M. Geb. 6 M.
3. BAIN, A. Geist und Körper. Die Theorien über ihre gegenseitigen Beziehungen. Mit 4 Abbildungen. Geh. 4 M. Geb. 5 M.
4. BAGHOT, W. Der Ursprung der Nationen. Betrachtungen über den Einfluss der natürlichen Zuchtwahl und der Vererbung auf die Bildung politischer Gemeinwesen. Geh. 4 M. Geb. 5 M.
5. VOGEL, H. Die chemischen Wirkungen des Lichts und die Photographie in ihrer Anwendung in Kunst, Wissenschaft und Industrie. Mit 96 Abbildungen in Holzschnitt und 6 Tafeln in Lichtpausprozess, Relieffdruck, Lichtdruck, Heliographie und Photolithographie. Geh. 6 M. Geb. 7 M.
6. SMITH, E. Die Nahrungsmittel. 2 Theile. I. Feste Nahrungsmittel aus dem Thier- und Pflanzenreich. II. Flüssige und gasige Nahrungsmittel. Mit 19 Abbildungen. Jeder Theil geh. 4 M.; geb. 5 M.
8. LOMMEL, E. Das Wesen des Lichts. Gemeinfassliche Darstellung der physikalischen Optik. Mit 188 Abbildungen und einer Spectraltafel. Geh. 6 M. Geb. 7 M.
9. STEWART, B. Die Erhaltung der Energie, das Grundgesetz der heutigen Naturlehre, gemeinfasslich dargestellt. Mit 14 Abbildungen. Geh. 4 M. Geb. 5 M.
10. PETTIGREW, J. B. Die Ortsbewegung der Thiere. Nebst Bemerkungen über die Luftschiffahrt. Mit 131 Abbildungen. Geh. 4 M. Geb. 5 M.
11. MAUDSLEY, H. Die Zurechnungsfähigkeit der Geisteskranken. Geh. 5 M. Geb. 6 M.
12. BERNSTEIN, J. Die fünf Sinne des Menschen. Mit 91 Abbildungen. Geh. 5 M. Geb. 6 M.
13. DRAFER, J. W. Geschichte der Conflicte zwischen Religion und Wissenschaft. Geh. 6 M. Geb. 7 M.
14. 15. SPENCER, H. Einleitung in das Studium der Sociologie. Herausgegeben von Dr. Heinrich Marquardsen. 2 Theile. Geh. 8 M. Geb. 10 M.
16. COOKE, J. Die Chemie der Gegenwart. Mit 31 Abbildungen. Geh. 5 M. Geb. 6 M.
17. FUCHS, K. Vulkane und Erdbeben. Mit 36 Abbildungen und einer lithographirten Karte. Geh. 6 M. Geb. 7 M.
18. VAN BENEDEEN, P. J. Die Schmarotzer des Thierreichs. Mit 83 Abbildungen. Geh. 5 M. Geb. 6 M.
19. PETERS, K. F. Die Donau und ihr Gebiet. Eine geologische Skizze. Mit 71 Abbildungen. Geh. 6 M. Geb. 7 M.
20. WHITNEY, W. D. Leben und Wachsthum der Sprache. Uebersetzt von Prof. A. Leskien. Geh. 5 M. Geb. 6 M.
21. JEVONS, W. S. Geld und Geldverkehr. Geh. 5 M. Geb. 6 M.
22. DUMONT, L. Vergnügen und Schmerz. Zur Lehre von den Gefühlen. Geh. 5 M. Geb. 6 M.
23. SCHÜTZENBERGER, P. Die Gärungserscheinungen. Mit 28 Abbildungen. Geh. 5 M. Geb. 6 M.
24. BLASERNA, P. Die Theorie des Schalls in Beziehung zur Musik. Geh. 4 M. Geb. 5 M.
25. BERTHELOT, M. Die chemische Synthese. Geh. 5 M. Geb. 6 M.
26. LUYS, J. Das Gehirn, sein Bau und seine Verrichtungen. Mit 6 Abbildungen. Geh. 5 M. Geb. 6 M.
27. ROSENTHAL, I. Allgemeine Physiologie der Muskeln und Nerven. Mit 75 Abbildungen. Geh. 5 M. Geb. 6 M.
28. BRÜCKE, E. Bruchstücke aus der Theorie der bildenden Künste. Mit 39 Abbildungen. Geh. 4 M. Geb. 5 M.
29. MEYER, H. Grundzüge des Strafrechts nach der deutschen Gesetzgebung unter Berücksichtigung ausländischer Rechte. Geh. 5 M. Geb. 6 M.
30. 31. DE QUATREFAGES, A. Das Menschengeschlecht. 2 Theile. Geh. 9 M. Geb. 11 M.
32. 33. BÖHMERT, V. Die Gewinnbetheiligung. Untersuchungen über Arbeitslohn und Unternehmervergewinn. 2 Theile. Geh. 11 M. Geb. 13 M.
34. SECCHI, A. Die Sterne. Grundzüge der Astronomie der Fixsterne. Mit 78 Abbildungen in Holzschnitt und 9 Tafeln in Farbendruck, Lithographie und Stahlstich. Geh. 8 M. Geb. 9 M.
35. LOCKYER, J. N. Studien zur Spectralanalyse. Mit 51 Abbildungen und 8 Tafeln in Photographie, Farbendruck und Holzschnitt. Geh. 6 M. Geb. 7 M.
36. VIGNOLI, T. Ueber das Fundamentalsgesetz der Intelligenz im Thierreiche. Versuch einer vergleichenden Psychologie. Geh. 4 M. Geb. 5 M.
37. WURTZ, A. Die atomistische Theorie. Mit 1 lithogr. Tafel. Geh. 5 M. Geb. 6 M.
38. HARTMANN, E. Die Völker Afrikas. Mit 94 Abbildungen. Geh. 6 M. Geb. 7 M.

Z-5

DIE NATÜRLICHEN  
EXISTENZBEDINGUNGEN DER THIERE.

VON

KARL SEMPER,  
PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT IN WÜRZBURG.

---

MIT 106 ABBILDUNGEN IN HOLZSCHNITT  
UND 2 LITHOGRAPHIRTEN KARTEN.

---

ERSTER THEIL.



LEIPZIG:  
F. A. BROCKHAUS.

Sm —  
1880.

2255  
1172

*Das Recht der Uebersetzung ist vorbehalten.*

## VORWORT.

---

Jäger sagt einmal — ich weiss nicht mehr wo — es sei von den Darwinisten doch schon genug philosophirt, und die Aufgabe träte nun in ihr Recht, die auf diesem Wege gewonnenen Hypothesen durch exacte Untersuchungen zu prüfen.

Dieser Ueberzeugung bin ich schon lange; das ist indessen leichter gesagt als gethan. Es ist so unendlich leicht, sich Gedanken darüber zu machen, wie wol dieses oder jenes Factum hypothetisch zu erklären sei, und wenig mühselig, sich einen Vorgang zu ersinnen, der von gleichfalls hypothetisch angenommenen Grundursachen aus zu dem wirklich beobachteten Resultat geführt. Will man aber den erdachten Entwicklungsgang durch das Experiment als wirklich oder nothwendig erweisen, so bedarf man langer Zeiträume und mühevoller Untersuchungen oder man stösst gar auf unübersteigliche Hindernisse.

Trotzdem muss einmal dieser Schritt gethan werden. Mit den landläufigen Schlagworten: „biogenetisches Grundgesetz oder Fälschung der Ontogenie, Gesetz der Vererbung in correspondirenden Lebensaltern oder Correlation der Organe, Ontogenie und Phylogenie, Variabilität und Erbllichkeit“ u. dgl. m., ist nichts mehr anzufangen. Denn sie sind alle nur in Gesetzesform gekleidete Aus-

drücke für eine Summe von gleichartigen Erscheinungen, deren eigentliches Wesen durch jene nicht im mindesten ausgedrückt ist. Sie alle wollen erst wieder für sich erklärt sein.

Mir scheint nun vor allem die Variabilität jene Eigenschaft der thierischen Organismen zu sein, welche noch am ehesten durch exact angestellte Untersuchungen auf die bewirkenden Ursachen zurückzuführen sein möchte; und sie ist zweifellos diejenige, um welche momentan noch der heftigste Widerstreit der Meinungen herrscht und die näher zu ergründen daher auch am lohnendsten wäre.

Ich habe mich bestrebt, diese Aufgabe, soviel an mir liegt, zu erleichtern durch Zusammenfassung derjenigen Thatsachen und Hypothesen, welche auf sie Bezug haben und dabei entweder von allgemeiner Bedeutung sind, oder nach meiner Auffassung am ehesten noch die Handhabe zu einer experimentellen Behandlung bieten dürften. Auf Vollständigkeit macht indessen diese Sammlung keinen Anspruch. Wenn sie die Anregung gibt zur Anstellung auch nur einiger wenigen, wirklich planmässig begonnenen und durchgeführten experimentellen Untersuchungen und die Ueberzeugung verbreiten hilft von der Nutzlosigkeit zufällig gemachter zusammenhangslosen Einzelbeobachtungen, so hat sie ihren Zweck erfüllt.

Den äussern Anlass zur Abfassung dieser Arbeit bot ein von mir im Lowell-Institute zu Boston während der Monate October bis December 1877 gehaltener Cyklus von zwölf Vorträgen.

Würzburg, im September 1879.

K. SEMPER.

# INHALT.

---

Vorwort . . . . .	Seite v
-------------------	------------

Einleitung . . . . .	1
----------------------	---

## ERSTER ABSCHNITT.

### Zur speciellern Orientirung.

#### ERSTES KAPITEL.

Die Physiologie der Organismen . . . . .	29
--	----

---

## ZWEITER ABSCHNITT.

### Die Einflüsse der leblosen Umgebung.

#### ZWEITES KAPITEL.

Die Nahrung und ihr Einfluss . . . . .	48
--	----

#### DRITTES KAPITEL.

Der Einfluss des Lichts . . . . .	86
-----------------------------------	----

#### VIERTES KAPITEL.

Der Einfluss der Temperatur . . . . .	123
---------------------------------------	-----

## FÜNFTES KAPITEL.

	Seite
Der Einfluss des unbewegten Wassers . . . . .	173

## SECHSTES KAPITEL.

Der Einfluss der ruhenden Luft . . . . .	218
—	
Anmerkungen . . . . .	245

## VERZEICHNISS DER HOLZSCHNITTE.

Fig. 1. Eingeweide eines Chamäleon in natürlicher Lage	5
» 2. Schematische Darstellung der Lunge und des Kreislaufs von <i>Birgus latro</i> , dem Palmendieb . .	6
» 3. Längsschnitt durch einen Weissfisch . . . . .	9
» 4. <i>a</i> Knochen einer Katze mit Markräumen; <i>b</i> luftführender Knochen eines Vogels an Stelle der Markräume; <i>c</i> durchsägter Schädel eines <i>Buceros</i> mit überall die Knochen durchziehenden Lufträumen . . . . .	9
» 5. <i>a</i> Fliegender Fisch; <i>b</i> Fledermaus . . . . .	11
» 6. Kiemen <i>a—c</i> von Ringelwürmern, <i>d</i> einer Muschel	14
» 7. Schädel vom weiblichen <i>Dujong</i> . . . . .	21
» 8. Reptilienhäutung . . . . .	24
» 9. Häutungsstadien vom Flusskrebspanzer . . . . .	25
» 10. Structur des Geckofusses . . . . .	26
» 11. Keimblätter des Hühnchens nach Kölliker . . . . .	36
» 12. <i>Sacculina carcini</i> und <i>Thompsonia globosa</i> . . . . .	58
» 13. Durchschnitt durch Schlund und Magen der Taube	67
» 14. <i>Larus argentatus</i> . . . . .	74
» 15. <i>Myopotamus Coypu</i> . . . . .	75
» 16. <i>Nestor mirabilis</i> . . . . .	76
» 17. Thiere, in deren Körper Chlorophyllkörner gefunden werden . . . . .	89
» 18. <i>Collozoum inerme</i> Haeckel . . . . .	91
» 19. Längsschnitt durch <i>Sphenopus Steenstrupii</i> S. . . . .	92
» 20. <i>a</i> <i>Proteus</i> aus der Adelsberger Grotte, verkleinert; <i>b</i> Durchschnitt durch sein rudimentäres Auge	96



	Seite
Fig. 21. <i>a</i> <i>Pinnotheres holothuriae</i> , natürliche Grösse; <i>b</i> degenerirte Wasserlunge der Holothurie . . . . .	98
» 22. Zoelarve von <i>Pinnotheres holothuriae</i> . . . . .	99
» 23. Blinde <i>Cymothoe</i> des süssen Wassers . . . . .	102
» 24. <i>Siredon pisciforme</i> der Axolotl aus Mexico . . . . .	108
» 25. Durchschnitt durch die Froschhaut . . . . .	113
» 26. Chromatophoren der Froschhaut . . . . .	114
» 27. Die von Rossbach ermittelten Wärmecurven für die contractile Blase der Infusorien . . . . .	130
» 28. Die von Rossbach bei seinen Untersuchungen be- nutzten Infusorien . . . . .	131
» 29. <i>Desoria glacialis</i> , der Gletscherfloh . . . . .	145
» 30. <i>Aphis beccabungae</i> , eine Blattlaus . . . . .	152
» 31. <i>a</i> <i>Diplozoon paradoxum</i> ; <i>b</i> <i>Polystomum integer-</i> <i>rimum</i> aus der Harnblase des Frosches . . . . .	154
» 32. <i>Phasma</i> sp., eine flügellose Orthoptere . . . . .	157
» 33. <i>Apus</i> . . . . .	158
» 34. <i>Euplectella aspergillum</i> . . . . .	169
» 35. <i>Halobates</i> n. sp. . . . .	178
» 36. <i>Pachydrilus</i> n. sp. im Salzwasser der Saline zu Kis- singen lebend . . . . .	179
» 37. <i>Platurus vulcanicus</i> . . . . .	180
» 38. <i>Bopyrus ascendens</i> . . . . .	181
» 39. <i>Auster</i> aus dem Flusse Cumalaran auf Basilan . . . . .	182
» 40. <i>Cordylophora lacustris</i> . . . . .	183
» 41. <i>a</i> <i>Branchipus stagnalis</i> , <i>b</i> <i>Artemia salina</i> . . . . .	191
» 42. Umwandlung von <i>Artemia salina</i> in <i>Artemia Mil-</i> <i>hausenii</i> . . . . .	193
» 43. Vier gleich alte, demselben Eierhaufen ent- stammende Schalen von <i>Lymnaeus stagnalis</i> . . . . .	198
» 44. Volumcurve für <i>Lymnaeus stagnalis</i> . . . . .	198
» 45. Zeitcurve für das Wachsthum von <i>Lymnaeus</i> <i>stagnalis</i> . . . . .	200
» 46. Eine durch Einwirkung der Temperatur voll- ständig veränderte Wachsthumscurve . . . . .	202
» 47. <i>a</i> <i>Anabas scandens</i> ; <i>b</i> Kaulquappe, <i>c</i> junger Polypterus aus dem Nil; <i>d</i> Haifischembryo . . . . .	207
» 48. Kiemen von Mollusken . . . . .	208

	Seite
Fig. 49. Stück des Magens einer Holothurie . . . . .	210
» 50. <i>Cobitis fossilis</i> , der Schlammpeitzger . . . . .	211
» 51. Durchschnitt durch die Lunge eines Schweins- embryos . . . . .	218
» 52. Tracheensystem in die Silhouette des Thieres eingezeichnet . . . . .	219
» 53. <i>Geonemertes palaensis</i> , eine landbewohnende Ne- mertine in natürlicher Grösse . . . . .	228
» 54. <i>Talitrus saltator</i> , der Küstenfloh . . . . .	230
» 55. Kiemenlunge der Ampullarien . . . . .	234
» 56. <i>Gecarcinus rusticola</i> , Landkrabbe . . . . .	235
» 57. <i>a</i> <i>Lupea</i> ; <i>b</i> <i>Ocypoda</i> . . . . .	240

## Einleitung.

---

Niemand bestreitet heutigentags noch die Thatsache, dass die Darwin'sche Theorie einen weitgehenden Einfluss geäussert hat auf die Entwicklung der Naturwissenschaften sowol wie anderer Disciplinen. Es erscheint überflüssig, hierfür noch Beweise anzuführen. Ebenso gut bekannt ist es, dass die moderne Zoologie ihren wesentlichsten Anspruch darauf, dass sie den andern Wissenschaften als gleichberechtigt zu erachten sei, vor allem oder ganz ausschliesslich dem Einfluss der Ideen Darwin's verdankt.

Es dürfte zweckmässig sein, einen Augenblick bei der Frage zu verweilen, in welcher Art denn dieser Einfluss sich in der Zoologie geltend gemacht habe, da wir es hier ausschliesslich mit diesem Wissenschaftszweige zu thun haben.

Darwin zeigte uns die Möglichkeit, die Wege aufzufinden, welche die Natur eingeschlagen hat, um die endlose Mannichfaltigkeit der verschiedenen Thierformen hervorzubringen, und die Mittel aufzudecken, die sie bei dieser Arbeit gebraucht hat. Daraus entsprang das für uns Zoologen so natürliche Streben, das Verständniss der zeitlichen Aufeinanderfolge der verschiedenen Formen im Thierreich zu erlangen, welches letztere alle, die sich zu Darwin's Lehre bekennen, nicht als eine willkürliche gesetzlose Anhäufung unzusammenhängender

Arten, sondern vielmehr als eine grosse Familie von Organismen anzusehen haben, deren einzelne lebenden oder ausgestorbenen Mitglieder vereinigt sind durch ein wirkliches, nicht bloss gedachtes Band naher Verwandtschaft. Den natürlichen Stammbaum dieser Organismenfamilie aufzusuchen ist eine der vornehmsten Aufgaben, welche jener englische Philosoph unserer modernen Zoologie gestellt hat.

Natürlich verwendeten die Zoologen bei solchen Versuchen vorzugsweise die ihnen bequemsten und bis dahin zur Verfügung gestellten Untersuchungsmittel. Seit Cuvier's Zeiten waren sie gewohnt gewesen, die verschiedenartigen Formen der Thiere zu sondern und die Gestalt und Structur der sie auszeichnenden und unterscheidenden Organe zu beschreiben; und dadurch versuchten sie zugleich die ideale Verwandtschaft der Thierformen untereinander aufzudecken. Mehr geübt im Gebrauch des Messers und der Loupe oder des Mikroskops, als in der Benutzung und Anwendung der häufig recht complicirten Apparate und Untersuchungsmethoden der Physiologen, begannen sie jüngst, durch die Darwin'schen Ideen beeinflusst, die wirkliche, natürliche Verwandtschaft der Thierformen aufzusuchen, indem sie dieselben untereinander der Form nach verglichen und die Art ihrer Entstehung erforschten. So entstand die gemeinlich in vergleichende Anatomie und Embryologie gespaltene moderne thierische Morphologie. Zugleich aber begannen die Zoologen, wieder unter Darwin's Einflusse, Stammbäume aufzustellen für die verschiedenen Gruppen des Thierreichs — bald für das Ganze, bald nur für einzelne Theile desselben —, in denen man versuchte, die Kenntniss graphisch auszudrücken, welche man von dem wirklichen Vorgang gewonnen zu haben glaubte, der unter beständiger Umformung verschiedenster Gestalten schliesslich zur Ausbildung des menschlichen Körpers führte.

Natürlich hatten und haben immer noch die so gefundenen Genealogien einen etwas zweifelhaften Cha-

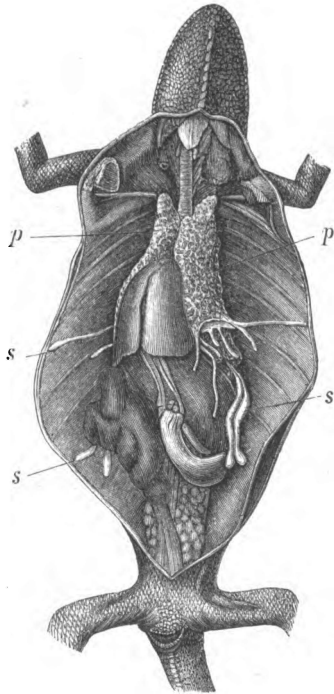
rakter. In jeder zoologischen Untersuchung ist, wie fast überall, ein gewisser Einfluss zu entdecken, den man den persönlichen nennen kann; die Zoologen sind eben nicht im Stande, wie die Mathematiker, von gewissen feststehenden Axiomen ausgehend, die Gestalten der Thierformen und ihr Werden mathematisch im voraus zu berechnen; sie sind vielmehr genöthigt, alle Gesetze ihrer Wissenschaft aus Beobachtung der Erscheinungen abzuleiten. Die Anstellung der Beobachtungen ferner und somit auch die Antwort, welche die Natur auf die gestellten Fragen gibt, hängt wesentlich mit ab von der eigenartigen Natur des Beobachters selbst. Ebenso wenig haben bisjetzt die Zoologen solche Hilfsmittel des Experiments zur Verfügung gehabt, wie sie in grösster Fülle den Chemikern und Physikern, den Physiologen und selbst auch den Botanikern zur Verwendung freistehen. In dieser Beziehung sind in der That die Zoologen sehr schlimm daran, schlimmer als irgendwelche andere Naturforscher; denn sie waren bislang gänzlich angewiesen auf die Interpretation der von der Natur ihnen vorgelegten Thatsachen, ohne aber im Stande zu sein, ihre eigenen Fragen zu formuliren und durch das kritisch angestellte Experiment die Natur zu zwingen, klare Antworten auf jene zu geben. Jeder Stammbaum daher, wie er von diesem oder jenem aus den Thatsachen herausgelesen wurde, welche die Morphologie der Thiere zur Verwendung darbot, konnte und kann nur als Darstellung jener Ideen über die Verwandtschaft der Thiere gelten, welche ihr Autor für die einzig richtigen hielt; er muss daher immer eine mehr oder minder grosse Menge subjectiver Einfälle und zweifelloser Irrthümer enthalten. Man wird somit auch nicht sonderlich erstaunt sein, zu hören, dass gerade jetzt ein hitziger Streit über die Frage entbrannt ist, welche Gruppe wirbelloser Thiere als die der nächsten Verwandten der Wirbelthiere anzusehen sei; man wird sich ebenso wenig wundern zu erfahren, dass der kaum zehn Jahre alten Ansicht von der Ascidienv-

wandtschaft der Vertebraten mit sehr gewichtigen Gründen die andere ihrer Ringelwürmerverwandtschaft entgegengestellt wird, ohne dass die eine oder die andere bisher zum entscheidenden Siege hätte geführt werden können. Subjective Anschauungen spielen nothwendig bei jeder wissenschaftlichen Benutzung der Thatsachen der thierischen Morphologie eine bedeutsame Rolle.

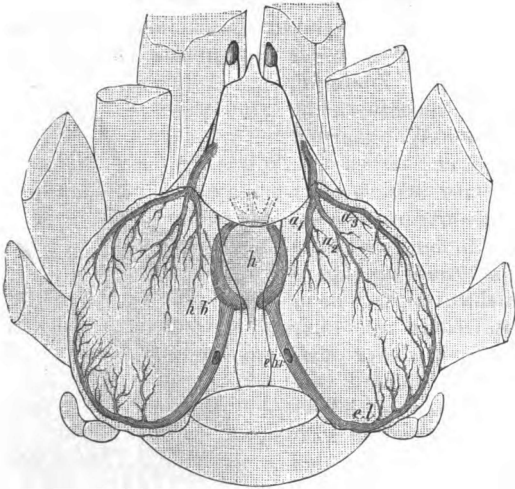
Wir können uns indess in dieser Beziehung mit den gegebenen Andeutungen begnügen und übergehen zu der weitem Frage, wie es denn möglich war, dass die Natur eine so ungeheure Menge verschiedenartiger Formen, wie sie das Thierreich aufweist, zu erzeugen vermochte, ohne auch nur je den Faden der Verwandtschaft zu verlieren, welchen die Zoologen in der Structur der Thiere zu entdecken und in ihren Stammbäumen oder Systemen wiederzugeben versuchen. Darwin hat uns hier die Antwort gegeben. Er hat, und wie mir scheint in durchaus befriedigender und erschöpfender Weise, gezeigt, dass es zwei den Organismen eigenthümliche Eigenschaften waren, welche in Verbindung mit andern äussern Factors der Natur als Mittel zur Erreichung dieses Zieles dienen: einmal die Fähigkeit der Aeltern, ihren Nachkommen ihre wesentlichsten morphologischen und physiologischen Eigenthümlichkeiten zu übertragen — die Vererbung — und zweitens die plastische Kraft der Organismen, welche diese befähigt, durch Veränderung ihrer frühern Eigenthümlichkeiten sich den veränderten Existenzbedingungen in ihren successiven Lebensstadien anzubequemen — oder die Anpassungsfähigkeit. Daraus folgt nun ohne weiteres, dass es die Aufgabe des Morphologen ist, diejenigen Charaktere, welche vielleicht kürzlich erst durch Anpassung entstanden sind, unterscheiden zu lernen von solchen, die durch Vererbung eine lange Reihe von Generationen hindurch übertragen wurden; denn wäre er unfähig, diese Unterscheidung zu üben, so würde er zweifellos eine Unsumme grober Fehler begehen müssen bei den Versuchen, die natürliche Ver-

wandtschaft der Thiere oder deren Genealogie festzustellen. Seit dem ersten Erscheinen des bekannten Darwin'schen Werks war dies in der That die Methode der modernen Zoologie, und ich fürchte nicht erheblichen Widerspruch zu erfahren, wenn ich sage, dass wir bereits ziemlich weit fortgeschritten sind in der Kunst, diejenigen typischen Eigenenthümlichkeiten, welche in langen Reihen scheinbar sehr verschiedener und doch sehr nahe verwandter Arten durch Vererbung festgehalten wurden, zu unterscheiden von den Anpassungseigenschaften, welche hier und dort scheinbar willkürlich und zweifellos unabhängig von den Verwandtschaftsverhältnissen der Thiere entstanden. Die Nothwendigkeit, beide Gruppen von Charakteren scharf voneinander zu sondern, wird durch die nachfolgende Discussion einiger speciellen Punkte klar werden.

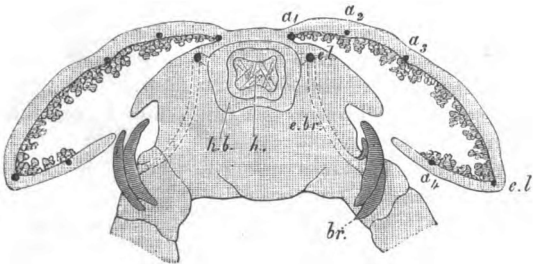
Jedermann weiss, dass die Lungen allen höhern Wirbelthieren absolut nothwendig zu ihrem Leben sind — kein Säugethier, Vogel oder selbst Reptil könnte lange ohne diesen Athmungsapparat leben. Aehnlich gebaute nützliche Luftathmungsorgane kommen auch bei vielen Mollusken und einigen



*Fig. 1.* Eingeweide eines Chamäleon in natürlicher Lage, um die Lungen *p* und die von ihnen ausgehenden langen Luftsäcke *s* zu zeigen.



**Fig. 2.** Schematische Darstellung der Lunge und des Kreislaufs von *Birgus latro*, dem Palmendieb.  
**I.** Die Lungengefäße in die Silhouette des Thieres eingezeichnet  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$  die drei obern zuführenden,  $e l$  das abführende Lungengefäß;  $e br$  Öffnung des abführenden Kiemengefäßes;  $h$  Herz;  $h b$  Herzbeutel.



**II.** Schematischer Durchschnitt, Bezeichnung wie vorhin;  $br$  die Kiemen;  $a_4$  das untere zuführende Lungengefäß;  $l$  die Lungenhöhle, an deren Wand die Lungenbäumchen.

Krebsen vor. Wollte nun ein Zoologe versuchen, zu beweisen, dass alle Thiere, welche solche zur Luftathmung eingerichtete Organe besitzen, deshalb sehr



nahe miteinander verwandt sein müssten, so würde es gar nicht einmal der Mühe lohnen, nachzuweisen, dass sein Versuch ein gründlich verfehlter sei. Es genügt, mit Bezug auf das angezogene Beispiel, darauf aufmerksam zu machen, dass die Lungen der Wirbelthiere mit dem Darmkanal zusammenhängen und sich aus ihm entwickeln, während die der Schnecken und Krebse (Fig. 2) nichts weiter sind, als Höhlungen an den Seiten des Körpers, welche durch seitliche Faltenbildung der äussern Haut entstehen. Ein Organ aber, welches wie die Lungen der Säugethiere und Vögel aus dem Darmkanal seinen Ursprung nimmt, kann niemals durch Umbildung von Organen der äussern Haut (Epidermis) entstanden sein. Dies beweist, dass die Lungen verschiedener Thiergruppen unabhängig voneinander entstanden sein müssen, und man ist daher berechtigt, sie in gewissem Sinne als Anpassungscharaktere zu betrachten.

Ein anderes Beispiel. Es ist jetzt allgemein bekannt, dass die Vorderbeine der Säugethiere, Flügel der Vögel und Brustflossen der Fische morphologisch nur Modificationen desselben Organs sind, des ersten oder Brustfusspaares. Das Ende des letztern ist beim Menschen eine Hand, beim Affen Hand und Fuss zugleich, beim Pferde nur Fuss allein, beim Vogel ein Flug-, beim Fisch ein Schwimmorgan; in allen diesen Fällen ist die Function der Glieder verschieden, obgleich sie morphologisch identisch sind. Es sind ferner nicht alle Flossen morphologisch gleich: wollte man die Brustflossen der Fische mit allen bei Säugethiere, Vögeln und Amphibien auftretenden Flossen identificiren, weil ihre Thätigkeit (Function) die gleiche sei, so würde man einen sehr grossen Irrthum begehen. Gleichermassen falsch würde es sein, die verschiedenartigen Formen der Flügel, wie sie bei Säugethiere (Fledermäusen, Insektenfressern, Nagern) und bei Reptilien (Draco) auftreten, zu erklären, indem man sie aus der Flügelform des Vogels abzuleiten versuchte. Obgleich nämlich der Gebrauch der Flügel aller der genannten Thiere der gleiche

ist, so ist doch in jedem einzelnen Fall dies Organ morphologisch verschieden, d. h. entstanden durch Ausbildung verschiedener nicht aufeinander beziehbaren Theile. Wollte man nun aber aus dem Vorkommen von Flügeln oder Flossen bei den verschiedenen Wirbeltieren eine dadurch angedeutete nahe Verwandtschaft der Thiere selbst folgern wollen, so würde man sicherlich einen argen Fehlschluss begehen. Wir können vielmehr umgekehrt aus den angeführten Thatsachen folgern, dass Flossen oder Flügel unabhängig voneinander und gleichzeitig bei verschiedenen Tiergruppen entstehen konnten, indem verschiedene nicht miteinander vergleichbare Glieder des Körpers durch Anpassung an neue Existenzbedingungen zu solchen physiologisch gleichwirkenden Organen wurden.

Es würden somit in den hier angeführten Fällen Flügel, Flossen oder Lungen nicht Erblichkeits-, sondern nur Anpassungscharaktere darstellen, welche, da unabhängig voneinander entstanden, nicht benutzbar wären, um die Verwandtschaftsgrade derjenigen Thiere zu bestimmen, welche diese Organe besitzen. Dieser Schluss ist indess nur theilweise richtig, wie jetzt gezeigt werden soll.

Um dies zu thun, knüpfen wir am zweckmässigsten an die eben erörterten Beispiele wieder an. Es kann allerdings kein Zweifel daran bestehen, dass die Lungen der Säugethiere nicht durch Umbildung aus derjenigen der Landschnecken entstanden sind; wir wissen oder wir nehmen vielmehr an, dass die Lungen aller Wirbelthiere identisch und als Modificationen der Schwimmblasen der Knochenfische (Fig. 3) anzusehen sind, obgleich diese letzten Organe nicht, oder wenigstens nicht vorzugsweise, der Athmung dienen: die Fische athmen vielmehr mit ihren Kiemen. Die Lungen der Säugethiere aber sind ihrem Bau nach ungemein verschieden von denen der Vögel, und noch verschiedener von denen der niedern Reptilien oder Amphibien. Bei diesen letztern sind es meist einfache, weite Säcke, die sich mit

sehr kurzem Ausführgang (Trachea) in die Mundhöhle öffnen; bei Säugethieren zeigen sie eine schwammige

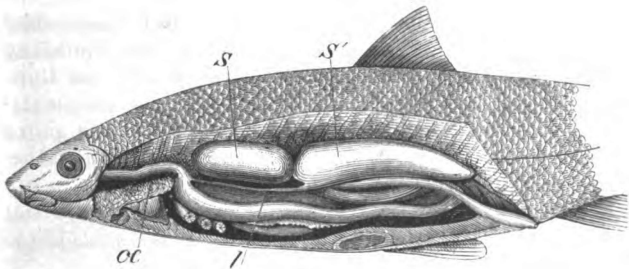


Fig. 3. Längsschnitt durch einen Weissfisch. S vordere, S' hintere Abtheilung der Schwimmblase, oe Schlund (Oesophagus), l Luftgang der Schwimmblase.

Structur und oft sehr lange und complicirt gebaute Luftröhren; bei Vögeln haben die Lungen einen ähnlichen schwammigen Bau, aber mit ihnen sind immer zahlreiche Luftsäcke verbunden, welche theils in der Leibeshöhle liegen, theils in Form von Kanälen oft tief in die Knochen (Fig. 4) des Schädels, der Wirbelsäule oder bis an die Enden der Extremitäten dringen (sogenannte pneumatische Knochen). Diese Verschiedenheiten nun im Bau der Lungen bei den verschiedenen Wirbelthieren gehen mit andern, die Thiere unterscheidenden, Charakteren Hand in Hand, und obgleich wir nicht berechtigt sind, die Genealogie der Wirbelthiere ausschliesslich auf die Eigenthümlichkeiten

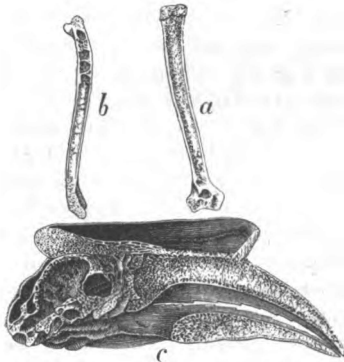
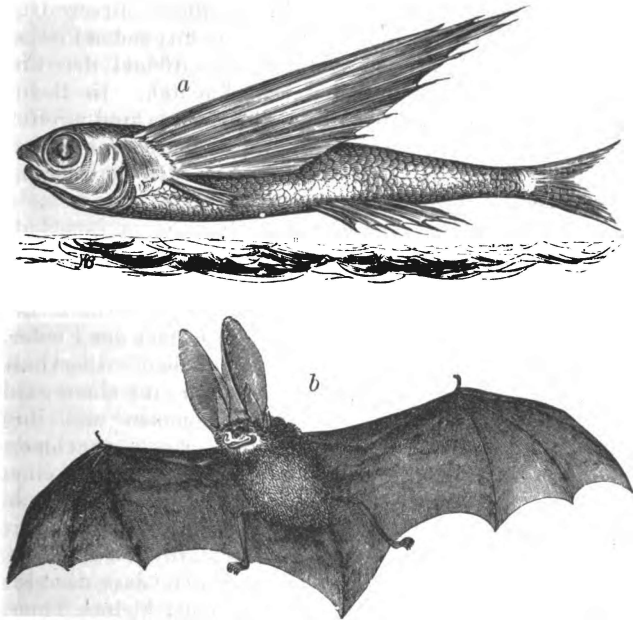


Fig. 4. a Knochen einer Katze mit Markräumen; b luftführender Knochen eines Vogels an Stelle der Markräume; c durchsägter Schädel eines Buceros mit überall die Knochen durchziehenden Lufträumen.

ihrer Lungen zu begründen, so können wir diese doch als Andeutungen solcher Verwandtschaft ansehen und benutzen, namentlich wenn wir sehen, dass die daraus gezogenen Folgerungen mit den aus andern Thatsachen abgeleiteten Schlüssen übereinstimmen. Im Einklang hiermit sehen wir die eigenthümliche Structur der Lungen, welche bei Vögeln zur Ausbildung der pneumatischen Knochen führt, als eine erbliche und für die ganze Ordnung der Vögel in hohem Grade charakteristische, systematisch verwerthbare Eigenthümlichkeit an. Sie zeichnet die Vögel im Gegensatz zu den Säugethieren wie Reptilien aus, kann aber und muss nichtsdestoweniger als durch Umbildung eines einfachern Organs, etwa einer sackförmigen Lunge, entstanden gedacht werden, wie sie den gemeinschaftlichen Ahnen der Reptilien und Vögel eigen gewesen sein mag. Die gleiche Umbildung der Lunge könnte somit wol auch schon bei jenen echten Reptilien vorhanden gewesen sein, welche den Vögeln am nächsten stünden. In der That sehen wir denn auch, dass beim Chamäleon lange dünne Luftsäcke mit der halb-schwammigen Lunge verbunden sind (s. Fig. 1), welche in die Leibeshöhle herabhängen und den grossen Abdominalsäcken, wie sie bei allen Vögeln vorkommen, direct gleichgestellt werden können.<sup>1</sup>

Indem wir nun wieder derartige Vergleiche anstellen, schreiben wir offenbar stillschweigend den Lungen der Wirbelthiere einen andern Charakter zu, als geschah, da wir sie den physiologisch gleichwirkenden Athmungsorganen der Landschnecken und Landkrebse gegenüberstellten. Denn in diesem letztern Falle betrachteten wir sie mit Recht nicht als von denselben Stammformen ererbte, eine nahe Verwandtschaft andeutende Eigenschaften, sondern nur als Anpassungscharaktere, während sie dort bei den Wirbelthieren allein von grossem Werth wurden für die Abschätzung der Verwandtschaftsgrade der einzelnen Wirbelthierklassen. Dadurch erlangten sie für diese offenbar die Bedeutung von Erblichkeitscharakteren, d. i. von Theilen, welche

benutzt werden können bei der Untersuchung der Entwicklung und Umbildung jener Klassen (resp. Ordnungen) aus einander und bei der Feststellung eines, die wirklichen Verwandtschaftsgrade bezeichnenden natürlichen Systems der Wirbelthiere.



*Fig. 5. a* Fliegender Fisch (*Exocoetus*), bei dem die Brustflossen wenigstens theilweise dem Fluge dienen; *b* Fledermaus, deren Flughaut zwischen den vier Gliedmaassen und dem Schwanze ausgespannt ist.

Dasselbe Resultat gewinnt man, wenn die verschiedenen Bewegungsorgane der Wirbelthiere (Flügel, Flossen, Beine, Füße und Hände) in Betracht gezogen werden. Solange die Vergleichung ausgedehnt wurde über den ganzen Kreis der Wirbelthiere, schienen sie nur den Werth von Anpassungscharakteren zu haben. Der

Walfisch hat ebenso gut Flossen wie der Stör oder Hecht; aber ich bezweifle sehr, dass ein Zoologe zu finden wäre, kühn genug, den Versuch zu machen, nun auch die Flossen der Wale morphologisch aus denen der Fische abzuleiten. Ich zweifle ebenso wenig, dass niemand es unternehmen würde zu beweisen, dass die Flügel der Vögel oder Fledermäuse (Fig. 5) durch directe Umbildung der flügelähnlichen Flossen des fliegenden Fisches oder der durch Rippen gestützten Hautflügel der fliegenden Drachen entstanden sein könnten. In Bezug auf die höhern Kategorien der Wirbelthiere sind zweifellos alle diese Organe nur als Anpassungscharaktere zu betrachten und daher ohne Werth für die Bestimmung ihrer Verwandtschaftsgrade.

Betrachtet man aber dieselben Organe nur innerhalb einer Ordnung oder gar einer Familie der Wirbelthiere, so ändert sich die Sachlage sofort. Die Flügel der Vögel haben denselben typischen Bau innerhalb der ganzen Klasse. Dasselbe gilt für die Flügel der Fledermäuse oder die Fallschirme der Drachen. Innerhalb dieser engern Gruppen gewinnen jene Organe einen ganz andern Werth; ihr constantes Vorkommen und ihre Gleichheit in Bau und Entwicklung lassen annehmen, dass sie entstanden sind durch die Umbildung eines einzigen oder mehrerer einfachern Organe der Stammformen jeder Familie. Dasselbe gilt mit Bezug auf die Flossen der Fische, Wale oder andern Wirbelthiere. Wir sehen hier, wie im ersten Beispiel, dass dasselbe Organ oder Glied, welches innerhalb einer kleinen Thiergruppe für diese ein Erblichkeitscharakter ist und die Verwandtschaftsgrade der einzelnen Formen dieser Gruppe mit bestimmen hilft, sofort ein Anpassungscharakter wird, sowie wir die grössern systematischen Gruppen miteinander vergleichen. Und ganz dasselbe Resultat wird gewonnen, mögen wir Organe zur Vergleichung wählen, welche wir wollen; Theile, welche als Anpassungscharaktere geringen oder gar keinen Werth haben, wenn es gilt, die Verwandtschaftsbeziehungen

höherer systematischer Einheiten aufzuspüren, gewinnen einen sehr hohen diagnostischen Werth für kleinere Abtheilungen, da sie innerhalb dieser in der That immer als erblich anzusehen sind.

So gewinnen wir also die Schlussfolgerung, dass die Unterscheidung, wie sie in der modernsten Zoologie zwischen Charakteren der Vererbung und Anpassung gemacht wird, nur einen partiellen Werth hat; denn ein jedes, durch Anpassung entstandene Organ, welches anfänglich für die Erkennung der Verwandtschaftsbeziehungen werthlos ist, kann leicht und muss immer ein durch Vererbung übertragbares Organ werden, wenn es bei gleichzeitiger Ausbildung nach verschiedenen Richtungen hin in mehrern, von derselben Grundform ausgehenden Rassen oder Arten von Thieren festgehalten wird. Aber es kann in noch weiterm Sinne zu einem Erblichkeitscharakter umgewandelt werden, wenn nämlich das durch Anpassung in einer einzigen Art (oder gar Individuum) zuerst entstandene Organ einer langen Reihe in verschiedenen Familien stehender Nachkommen jener Stammart übermittlelt ward.

Es ist nicht gerade schwer, an einem fingirten Beispiel zu erläutern, wie ein solcher Wechsel des Organs unter Festhalten der Grundform erzeugt werden konnte. Man nehme z. B. an, es entstünde auf der Haut irgend-eines niedrig stehenden Thieres, eines Wurmes etwa, durch locale Wucherung eine baumförmig verästelte Verlängerung, welche gegenüber der bisher allgemein geübten Athmungsthätigkeit der Haut ein besonders bevorzugtes Athmungsorgan, eine echte Kieme, sein würde. Diese Kieme müsste mit den Gefäßen des Körpers oder seinen, die Blutflüssigkeit enthaltenden Hohlräumen in solcher Verbindung stehen, dass hier die Sauerstoffaufnahme durch das Blut leichter geschehen könnte als an den übrigen Stellen der Haut; denn erst dann würde sie diesen gegenüber als echte Kieme zu bezeichnen sein. Um aber dieselbe Athmungsthätigkeit wie die Haut ausüben zu können, müsste diese Kieme eine

gewisse Starrheit haben, damit alle ihre Flächen dem umgebenden Wasser ausgesetzt würden, was unmöglich wäre bei schlaff herabhängender Kieme; es müssten

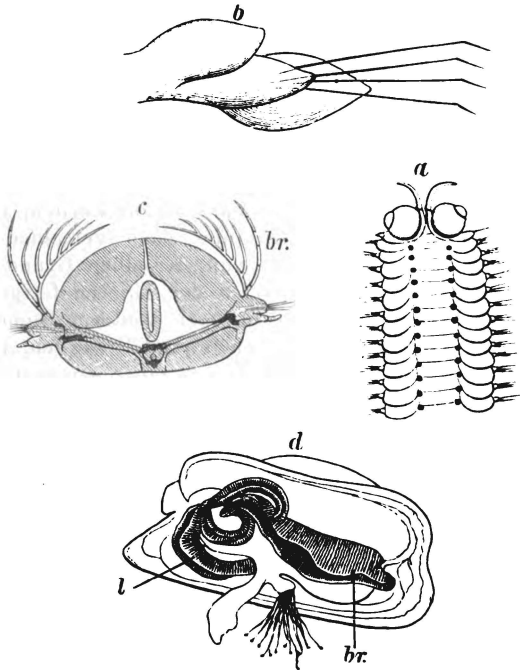


Fig. 6. Kiemen *a—c* von Ringelwürmern (Anneliden), *d* einer Muschel. *a* *Nauphanta celox* Greeff dreimal vergrößert, mit breiten Kiemenrudern; *b* Fussstummel von *Vanadis ornata* Gr. mit zwei breiten Kiemenrudern; *c* Durchschnitt eines Segmentes von *Eunice*, *br* die verästelten Kiemenanhänge der Fussstummel; *d* *Mytilus edulis* mit *br* den Kiemenblättern und *l* den von diesen abgetrennten Lippen.

ferner Hilfsorgane mit ihr verbunden sein, welche den nöthigen Wasserwechsel besorgen, also einen constanten Strom um sie herum erzeugten. Diese Erneuerung des Respirationswassers wird oft genug durch die activen Bewegungen der Kieme selbst oder durch die Fort-



bewegung des Thieres hervorgebracht; aber überall da, wo solche Organe sich von der Aussenfläche der Haut unter Hautduplicaturen oder in innere Theile zurückziehen, finden sich besondere Hülforgane — wie z. B. bei Krebsen, Fischen, Muscheln u. s. w. —, deren ausschliessliche Aufgabe es ist, einen constanten Strom um die Kieme herum zu erzeugen. Es hängt somit die physiologische Wirksamkeit des Hauptorgans nicht blos ab von der Fähigkeit der Hautzellen, aus dem umgebenden Wasser den Sauerstoff (osmotisch) aufzusaugen, sondern auch von jenen Hülforganen, welche der Kieme immer neues Respirationswasser zutragen und die Verminderung ihrer Respirationsoberfläche durch Zusammenfallen verhindern, indem sie ihr Starrheit geben.

Nehmen wir nun weiter an, dass die Kiemen, welche zunächst durch Anpassung an das vielleicht gesteigerte Athmungsbedürfniss entstanden, während der Umbildung dieser ersten Art in mehrere neue Species erhalten blieben, und zugleich ihren Charakter als freistehende Anhangsglieder der äussern Haut behielten: so würden sie nun vielleicht nicht blos als Kiemen, sondern ausserdem noch als Bewegungsorgane fungiren können. Denn durch ihre Stellung, Starrheit und selbstständige Beweglichkeit — wie sie nothwendig waren für ihre Thätigkeit als Kieme — sind sie von vornherein im Stande, den allgemeinen Bewegungen des Körpers einen gewissen Widerstand zu leisten und als Stützpunkt für Bewegungen begrenzter Abschnitte des Körpers zu dienen in einer Weise, die sicherlich für das ganze Thier vortheilhaft sein dürfte. So könnte eine Kieme theilweise oder ganz in ein Bewegungsorgan umgewandelt werden, und in Uebereinstimmung hiermit finden sich denn auch bei vielen Anneliden kiementragende Organe (s. Fig. 6 a, b), welche zum Kriechen oder Schwimmen benutzt werden und die mehr specialisirte Form darstellen, in welcher die ursprünglich durch dasselbe Glied gleichzeitig ausgeübten Functionen der Bewegung und der Respiration

auf zwei verschiedene Abschnitte desselben morphologischen Theils übertragen sind. Es könnten ferner die Kiemen zu innern werden — wie bei Fischen, Krebsen, Muscheln, Ascidien u. s. w. Der nothwendige Respirationstrom könnte in solchem Falle einfach hervorgebracht werden durch Entwicklung von Wimperhaaren auf den Epithelzellen der Kiemenmembranen, wie dies z. B. bei allen Muscheln und den Ascidien der Fall ist. Dieser selbe Strom aber würde dann auch leicht einem andern Zwecke noch dienen können, dem nämlich, Futter dem Munde zuzuführen; und dies ist in der That auch der Fall bei den ebengenannten Thieren, welche ihre aus mikroskopischen Organismen bestehende Nahrung ganz ausschliesslich durch den in die Kiemenhöhle eintretenden Respirationstrom erhalten. Würde nun die Respirationfunction auf irgendeine Weise einem andern Theile des thierischen Körpers übertragen, oder auf einen bestimmten Abschnitt der Kieme selbst beschränkt werden, so könnte der übrigbleibende Theil der letztern in ein Organ umgewandelt werden, welches ganz ausschliesslich der Nahrungsaufnahme zu dienen hätte. Die Lippen in der Nähe des Mundes der Muscheln scheinen in der That solche umgewandelte Abschnitte ihrer Kiemenblätter zu sein.

Aber hiermit ist noch keineswegs der Spielraum für solche Functionsänderungen abgeschlossen. Jede thierische Zelle im lebenden Organismus ist fähig verschiedene Arten molecularer Bewegungen, welche sie von aussen her treffen, zu empfinden: es ist das Allgemeingefühl eine Eigenschaft der lebenden Substanz der Zelle. Nun wäre es offenbar von einem gewissen Vortheil für das Thier, wenn die Bewegungs- oder Athmungsorgane (äussere Kiemen) mit gewissen Sinnesorganen verbunden oder direct in sie umgewandelt würden; so für unser Beispiel, wenn die Lippenanhänge der Muschelkiemen in Tast- oder Geschmacksorgane umgebildet würden. Da nun jede lebende Zelle, somit auch die der Kiemen- oder Lippenschleimhaut, das Allgemeingefühl besitzt,

dieses aber in gewissem Sinne auch die Fähigkeit zur Entwicklung des ausschliesslichen Tast- oder Geschmacksvermögens in sich begreift, so sehen wir, dass ein Glied der Haut, welches ursprünglich als einfache Kieme entstand, leicht vermöge der ihm innewohnenden Eigenschaften umgebildet werden kann in ein Bewegungsorgan, Gefühls- oder Geschmacksorgan; ebenso wol möchte es leicht als Organ zur Einführung der Nahrung (wie bei Ascidien) oder zu noch andern Benutzungen verwerthet werden können. Dabei ist zu beachten, dass solche Metamorphosen nicht plötzlich, gleichsam revolutionär, einzutreten haben; denn sie brauchten nicht erst durch neu hinzutretende Ursachen geschaffen werden, da sie bedingt waren dadurch, dass von Anfang an die erste Kieme, wenn sie als solche fungiren, leben und wachsen sollte, zugleich alle Elemente enthalten und alle elementaren Functionen ausüben musste, welche sie befähigten, sich nach den Richtungen hin, wie sie diese Functionen andeuten, zu besondern und scheinbar ausschliesslich für eine einzige Leistung berechneten Organen umzubilden.

Zu demselben Resultat gelangen wir durch eine ganz allgemeine Betrachtung. Wir wissen, dass das einfachste, nur aus einem Schleimklumpen bestehende Urthierchen eine Amöbe etwa, so gut wie die protoplasmareiche Eizelle oder selbst auch nur junge und wachsende Zellen in den Geweben der Thiere alle Functionen ausübt und ausüben muss, welche bei den höhern Thieren scheinbar ausschliesslich von besondern Organen verrichtet werden. Die protoplasmareiche Zelle oder die Amöbe nimmt Nahrung, selbst oft genug fest geformte Nahrung in sich auf; sie bewegt sich mehr oder minder rasch und freiwillig; sie empfindet die Eindrücke, die ihr durch die Bewegungen oder die chemischen Eigenschaften des sie umgebenden Mediums zugetragen werden; sie setzt organische Materie an (assimilirt) und athmet, indem sie die dabei entstehende Kohlensäure aushaucht; sie empfindet mehr oder minder deutlich gewisse Sinnes-

eindrücke, da sie die ihr zusagende Nahrung auswählt, und sie wächst und vermehrt sich in oft recht complicirter Weise. Alle diese Eigenschaften müssen sich in jeder lebenden, protoplasmareichen Zelle aller wachsenden Organe finden; aber freilich nicht alle Zellen des Organismus sind in diesem Sinne lebend. So findet sich z. B. bei Nägeln und Haaren, deren verhornte Zellen kein frisches unverändertes Protoplasma mehr enthalten, und dem entsprechend auch nicht mehr wachsen oder sich vermehren können, nur in den tiefern Schichten der Haut eine Lage frischer lebenskräftiger Zellen; von diesen aus werden immer neue verhornende Zellen gebildet und vorwärts geschoben als Ersatz für die an den Nagelkanten und Haarspitzen sich abstossenden alten Zellen. Für jene tiefer liegenden, protoplasmareichen und sich vermehrenden, so recht eigentlich lebenden Zellen können wir Brücke's Ausdruck „elementare Organismen“ sehr wohl anwenden. Da nun aber das Leben jedes einzelnen Organs die Summe der Einzelleben der in ihm enthaltenen lebenden Zellen ist, so leuchtet ein, dass jedes noch wachsende lebende Organ ohne Ausnahme in gewissem Sinne die Fähigkeit besitzen muss, nach solchen verschiedenen Richtungen hin umgebildet zu werden, wie sie durch die allgemeinen Eigenschaften der lebenden Substanz des Protoplasmas angedeutet werden. Abstract und paradox formulirt, hiesse der gewonnene Satz etwa so: aus jedem einzelnen lebenden Organ kann vermöge der ihm durch seine lebenden Zellen inwohnenden Eigenschaften jedes andere Organ werden.

Kehren wir nun zu unserm Ausgangspunkt zurück. Wir hatten gesehen, dass jeder Anpassungscharakter in gewissem Sinne erblich sein muss; denn wenn die Individuen einer Species, welche zuerst jene Eigenschaft durch Anpassung erwarben, nicht fähig waren sie als einen Theil der Erbschaft ihren Nachkommen mitzugeben, so konnte leicht — wenn nämlich die sie bedingenden Ursachen wegfielen — jene neu erworbene Eigenthüm-

lichkeit verloren gehen. Die Erbllichkeit dieses neuerworbenen Charakters könnte aber auch noch erweitert werden, wenn er nämlich unter gleichzeitiger Modification durch eine lange Reihe von Varietäten oder Arten hindurch ererbt würde; dies könnte geschehen, wenn er von Anfang an die Grundeigenschaften besässe, die zu einer Specialisirung seiner Functionen führen müssten. Nun haben wir gesehen, dass selbst ein so sehr specialisirtes Organ, wie es eine Kieme ist oder doch zu sein scheint, immer noch zahlreicher Umwandlungen fähig sein muss; denn ihr primärer Gebrauch hing zum Theil mit ab von andern Functionen, welche in analoger Weise, wie die Kieme als Athmungsorgan, noch weiterer Umbildung, d. h. Specialisirung fähig waren. Je zahlreicher nun die miteinander vereinigten latenten Eigenschaften eines neu gebildeten Anpassungsorgans sind, um so grösser wird auch die Wahrscheinlichkeit sein, dass es allen veränderten Nachkommen der Stammart durch Vererbung mitgegeben und zugleich den veränderten functionellen Ansprüchen entsprechend modificirt werden wird. Je specialisirter aber ein Organ ist, d. h. je mehr ein einziger Gebrauch gegenüber latenten Functionen bevorzugt ist, desto schwieriger wird es sich einem andern neuen Gebrauch anpassen können und desto unveränderter wird es wahrscheinlich den Nachkommen der Stammart erblich übertragen werden. Es ist daher unmöglich, eine a priori Unterscheidung zwischen adaptiven (Anpassungs-) und erblichen Eigenthümlichkeiten aufzustellen, und wir erkennen, dass wol die meisten und vielleicht alle jetzt in hohem Maasse erblichen Eigenschaften entstanden sind durch Modification jener ursprünglich adaptiven Organe, welche die Elemente zu lange andauernder und weitgehender allmählicher Umwandlung in sich trugen.<sup>2</sup>

Diese Schlussfolgerung enthält die andere in sich, dass alle structurellen Eigenthümlichkeiten der Thiere

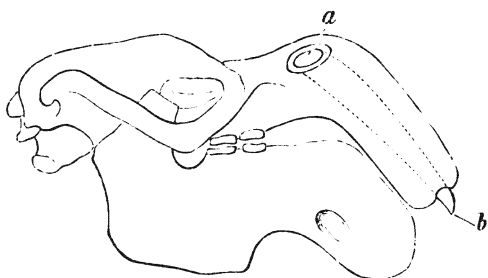
2\*

\*

echte Organe seien, die einem bestimmten Gebrauch (einer Function) dienen müssen und nicht nutzlose Ornamente sein dürfen. Denn sonst würde es nach Darwin'schen Gesichtspunkten — die ich wie gesagt als maassgebend annehme — völlig unverständlich sein, wie gänzlich nutzlose Theile des Körpers vererbt und umgebildet werden könnten durch eine lange Reihe sich verändernder Nachkommen der Stammart. Könnte schlagend gezeigt werden, dass wirklich Organe ohne irgendeinen physiologischen Nutzen für den Träger derselben existirten, doch aber als den Typus der Formen bestimmende Theile in einer ganzen Klasse, Ordnung oder Familie vorhanden wären, so erschiene der Schluss unabweisbar, dass diese functionslosen Organe nach irgendeinem transcendenten Entwicklungsgesetz (oder Plan) gebildet worden seien.

Nun wird, allerdings häufiger von Botanikern als von Zoologen, mitunter behauptet, dass in der That derartige functionslose Organe existirten. Ich spiele hiermit nicht auf die rudimentären Organe<sup>3</sup> an; denn obgleich sie in dieser oder jener Gruppe von Thieren in der That ohne deutlich erkennbare Function zu sein scheinen, so sind sie doch zweifellos nur durch Degeneration aus echten Organen entstanden, deren Functionen bei andern Thieren ungemein in die Augen springen. Das beste mir bekannte Beispiel solcher rudimentären Organe wird geliefert vom weiblichen Dujong (*Halicore dujong*). Dieses Thier besitzt enorme Hauer, welche fortwährend mit dem Thiere wachsen und bei erwachsenen Individuen sogar relativ grösser sind, als bei den jungen; es wachsen die weiblichen Hauer also stärker, als der Schädel. Trotzdem sind sie beim Weibchen gänzlich functionslos, d. h. sie werden nie als Hauer oder Zähne benutzt, denn sie sind völlig versteckt in den Kieferknochen und ihre stumpfe Spitze ist bedeckt von einem kolossalen weichen, durch die Oberlippe gebildeten Rüssel. Der männliche Dujong benutzt diese Hauer, die bei ihm seitlich zum Munde

herausstehen, in der That als Waffen oder zu irgendeinem andern Zweck; es wird dies dadurch bewiesen, dass die Aussenflächen der Hauerspitzen an den in den Sammlungen befindlichen Schädeln ausnahmslos stark abgenutzt sind. Als Zähne sind die Hauer des weiblichen Dujong somit rudimentäre Organe, functionslos. Diese aber, wie alle ähnlichen rudimentären Organe, fallen nicht in die Gruppe der oben bezeichneten, functionslosen Organe, welche trotz ihrer weitgehenden Mannichfaltigkeit und oft grossen Auffälligkeit weder als jetzt functionirende noch auch als degradirte echte



*Fig. 7.* Schädel vom weiblichen Dujong (*Halleore dujong*), dessen kolossale Hauer im Oberkiefer nie die dicke fleischige Lippe durchbrechen, trotzdem aber immer mit dem Kiefer fortwachsen. *a* Wurzel, *b* Spitze des Zahns.

Organe angesehen werden können: die in der wissenschaftlichen Sprache sogenannten „morphologischen Charaktere“. Man stellt sie den „physiologischen Charakteren“ gegenüber, d. h. solchen, deren Gebrauch auf der Hand liegt oder jetzt schon bekannt ist. Das Vorkommen solcher morphologischen Charaktere wird, wie gesagt, auch für Thiere behauptet; doch scheint es immer noch fraglich zu sein, ob die Organe oder Theile des thierischen Körpers, welche wir in diese Kategorie stellen, in der That mit Recht dazu gehören und nicht vielleicht bloß deshalb dahin gebracht werden, weil wir bis jetzt nichts über ihre functionelle Bedeutung wissen.

Denn selbst, wenn wir diesen Theilen eine so geringe Bedeutung als möglich im Leben des Thieres beimessen, so dürfen wir doch nicht vergessen, dass sie aus lebenden Zellen bestehen oder direct von solchen abhängen; wir sind daher berechtigt, die Thesis aufzustellen, dass jeder Theil, den wir wegen Mangels hervorstechender physiologischer Eigenschaften als morphologischen Charakter anzusehen uns gewöhnt haben, doch eine gewisse functionelle Bedeutung für die Gesamttökonomie des Thieres haben muss, da er einen, wenn auch noch so geringen Bruchtheil aller jener Stoffe produciren und aller jener Eigenschaften besitzen muss, welche im lebenden Körper gebildet werden und zur Geltung kommen.

Es lässt sich indess nicht bestreiten, dass es auch bei Thieren — hier allerdings in geringerer Zahl als bei Pflanzen — Eigenthümlichkeiten des Baues gibt, welche für das Leben ihres Besitzers gänzlich nutzlos zu sein scheinen, obgleich sie nicht rudimentäre Organe sind. Solche Körpertheile sind z. B. die Färbungen der Haut mancher vorzugsweise mariner Thiere; manche Verlängerungen der Haut, die so mannichfaltigen Sculptureigenthümlichkeiten der Haut der Reptilien, Krebse und Insekten scheinen dahin zu gehören; die relative Lagerung der verschiedenen Organe, welche mitunter sogar höchst unzweckmässig genannt werden kann, die Zahl der Extremitäten bei den verschiedenen Thieren und mancherlei andere Verhältnisse gehören hierher. Es würde eine höchst wichtige und wie ich glaube, auch dankbare Aufgabe für den Zoologen sein, alle diese Fälle ausführlich zu discutiren, um zu sehen, ob oder inwieweit unsere jetzige Kenntniss schon ausreicht, dieselben zu erklären, d. h. zu zeigen, dass bei Thieren solche morphologischen Charaktere in der That nicht existiren. An diesem Orte muss die Erörterung eines einzigen Beispiels genügen.

Allen Lesern ist es bekannt, dass die Reptilienhaut in Schuppen den Körper umgibt. Diese Schuppen sind



durch sehr verschiedenartige und für die einzelnen Species recht charakteristische Sculpturen ausgezeichnet. Abgesehen von ihrer systematischen Bedeutung scheinen sie keinen Werth für das Leben des Thieres zu haben; man betrachtet sie zwar als Schmuck, ohne zu bedenken, dass sie (mikroskopisch) viel zu fein sind, um von andern Thieren ihresgleichen gesehen werden zu können. Es möchte daher völlig hoffnungslos erscheinen, ihre Existenz auf Grund Darwin'scher Principien als nothwendig und damit sie selbst als physiologisch wirksame Organe zu erweisen. Dennoch hat eine auf diesen Punkt gerichtete Untersuchung der Neuzeit die Möglichkeit dazu geliefert.

Man weiss, dass viele Reptilien, so vor allen die Schlangen, ihre ganze Haut auf einmal abwerfen, während wir Menschen dies nur stückweise thun. Sind sie durch irgendeine Ursache daran verhindert, so sterben sie unfehlbar, da die Zähigkeit der alten hart gewordenen Haut gross genug ist, die für das Wachsthum nothwendige Volumvergrösserung des Thieres zu verhindern. Die Häutung wird eingeleitet durch eine im Innern der Epidermis sich bildende Lage von sehr feinen und gleichmässig vertheilten Härchen, welche offenbar dazu dienen, durch ihre Starrheit und Steilung die alte Haut, welche abgeworfen werden soll, mechanisch abzuheben. Man kann daher diese mikroskopischen Haare als Häutungshaare bezeichnen. Die Berechtigung zu solcher Bezeichnung sehe ich in der durch Dr. Braun festgestellten Thatsache, dass auch bei den Flusskrebse die Häutung auf genau dieselbe Weise eingeleitet wird durch Ausbildung eines Haarkleides, welches die alte Haut von der neuen mechanisch lockert. Nun ist durch die Untersuchungen von Braun und Cartier gezeigt worden, dass diese Häutungshaare, welche in beiden in der systematischen Scala so ungemein weit voneinander abstehenden Thiergruppen demselben Zwecke dienen, nach der Häutung zum Theil umgewandelt werden in die concentrischen Streifen, scharfen Spitzen,

Leisten oder Wülste, welche die Aussenseite der Hautschuppen bei Reptilien oder des Panzers bei Krebsen schmücken. Man ist daher berechtigt, die so entstan-

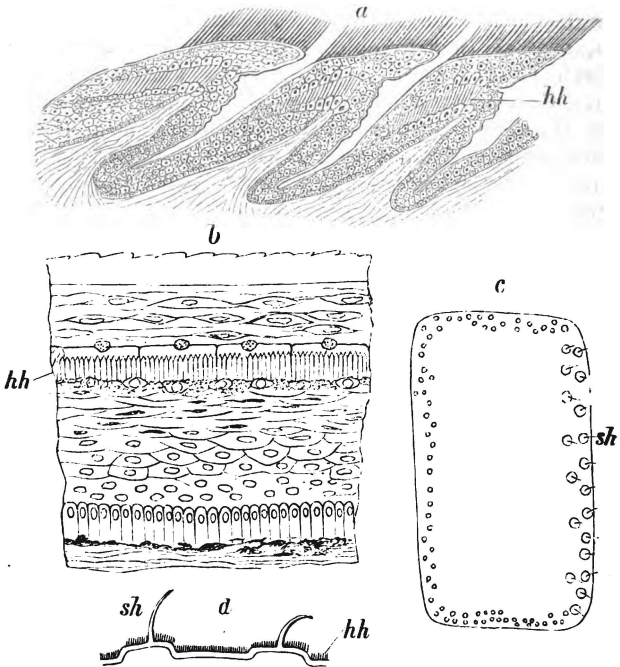
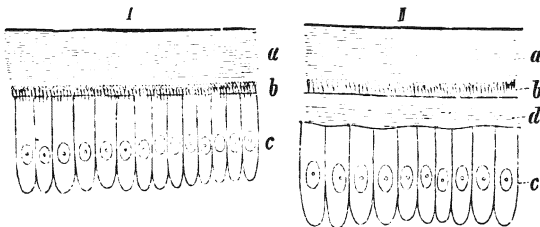


Fig. 8. Reptilienhäutung. *a* Häutung der Haftbürsten vom Fuss der Geckotiden; im Innern der Epidermis sieht man die Häutungshaare (*hh*), welche bestimmt sind die neuen Bürsten nach der Häutung zu liefern. *b* Häutung der Natter. *hh* die Häutungshaare, der darüberliegende Theil der Epidermis wird abgestossen, die Haare selbst verschmelzen zu den Leisten und Vorsprüngen auf der neuen Haut. *c* Schuppe von Phyllodactylus mit den kleinen Sinneshaaren *sh* an der rechten Kante. *d* Sinneshaare *sh* und Häutungshaare *hh*, die nicht verändert werden bei der Häutung, von Thecadactylus. Nach Cartier.

dene Sculptur der Oberhaut dieser Thiere als ein rudimentäres Organ anzusehen; denn die mikroskopischen Häutungshaare blieben, nachdem sie während der Häu-

tung ihren Dienst gethan, dort stehen, wo sie gebildet wurden, zwar etwas in Form verändert, aber ohne spätern offenbaren Nutzen.

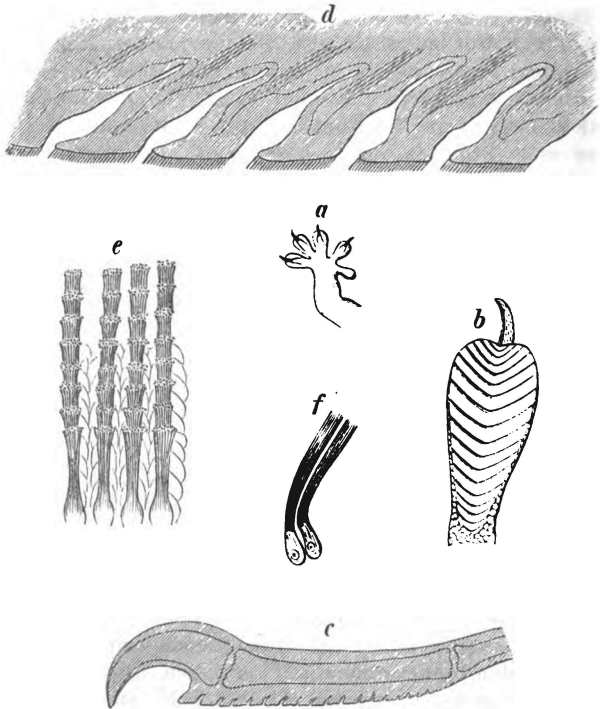
Mitunter sind indess auch diese Haare, nachdem sie bereits der Häutung ihren Dienst geleistet haben, umgebildet worden in Organe, welche auch später noch demselben Thiere zu einem andern nützlichen Gebrauch zu dienen vermögen. So sind z. B. von Leydig entdeckte Organe in der Reptilienhaut, welche er als Organe eines sechsten Sinnes bezeichnet, regelmässig verbunden mit langen elastischen Haaren, welche weit über



*Fig. 9.* Häutungsstadien vom Flusskrebspanzer. Nach Braun.  
**I.** Erstes Stadium; *a* die zwei alten Cuticularschichten, *b* die Lage der Häutungshaare, *c* die Epidermiszellen.  
**II.** Zweites Stadium; *a*, *b*, *c* wie in I; zwischen *b* und *c* hat sich die neue Cuticula *d* eingeschoben.

die Oberfläche der Haut hinausragen und vortrefflich geeignet erscheinen, irgendeinen Stoss oder molekulare Bewegung auf die mit ihnen verbundenen empfindenden und leitenden Sinnesorgane zu übertragen. Diese Sinneshaare aber gehören zu jenen erwähnten Häutungshaaren, von denen eben einige wenige, an der passenden Stelle stehend, zu solchen Sinnesorganhaaren umgewandelt wurden (*Fig. 8 sh*). Manche der durch die Verschmelzung der Häutungshaare entstehenden Zacken und Leisten auf der Schuppenoberfläche sind auch so gestellt, dass sie bei dem sehr schwierigen Process des Abstreifens der alten Haut, auf deren Oberfläche sie ja sitzen, von Nutzen sein mögen, indem sie das Festhaken an der

rauen Oberfläche von Steinen erleichtern. Ein anderes noch schlagenderes Beispiel liefert die Familie der Geckos, welche sich alle dadurch auszeichnen, dass



*Fig. 10.* Structur des Geckofusses. *a* Fuss von oben; *b* eine Zehe mit ihren Haftleisten von unten, schwach vergrößert; *c* schematischer Längsschnitt durch eine Zehe, auf der Unterseite die durchschnittenen Haftleisten; *d* einige dieser Haftleisten stärker vergrößert mit ihren Bürsten; *e* vier Reihen von Bürstenzellen stark vergrößert; *f* zwei isolirte Bürstenzellen stark vergrößert. Nach Cartier.

an der Unterseite ihrer Fusssohlen eine enorme Menge von langen steifen und beweglichen Haarbürsten angebracht sind, welche den Thieren die bekannte Fähig-

keit verleihen, an senkrechten Wänden oder an der Decke des Zimmers, den Rücken nach unten, mit grösster Schnelligkeit entlang zu laufen, ohne zu fallen.<sup>4</sup> Nun aber sind auch diese Haare, so gut wie die früher erwähnten, nichts weiter als eigenthümlich umgewandelte Häutungshaare, denn sie entstehen in derselben Weise, zur selben Zeit wie diese, und helfen mit bei der Häutung (Fig. 8 a). Beim Embryo der Geckos fehlen die Haftbürsten und sie treten erst mit der ersten Häutung auf, indem sie diese einleiten helfen; dies beweist am besten, dass sie nicht gleich von vornherein zu dem Gebrauch als Haftorgane bestimmt waren, sondern ihn erst erlangten, nachdem sie vorher einer andern Function gedient hatten. Die Sculptur der Reptilienschuppen kann dagegen als ein umgewandelter und nun nutzlos gewordener Rest eben derselben Häutungshaare angesehen werden, deren Gebrauch endigte mit der Vorbereitung der Häutung durch schwaches Lockern der alten abgestorbenen Haut; während andere Reste derselben Häutungshaare zu auch noch später functionirenden Organen wurden (Sinneshaare, Haftbürsten), weil sie Eigenschaften besaßen, welche sie zu dem ihnen eigenthümlichen Gebrauch befähigten. Wir können daher sagen, dass die Sculptur auf den Schuppen derjenigen Reptilien, welche sich häuten, nicht länger als ein „morphologischer Charakter“ zu bezeichnen sei, denn es ist gezeigt worden, dass sie entsteht durch Umbildung von Theilen, welche eine ganz bestimmte, sehr specialisirte und ausserordentlich nothwendige oder nützliche Function im Leben der Thiere auszuüben haben.

Dieses eine Beispiel mag und muss hier genügen, um zu zeigen, dass wir nicht die Hoffnung aufzugeben brauchen, die allerdings oft schwer verständliche Natur der „morphologischen Charaktere“ einer Erklärung nach Darwin'schen Grundsätzen zugänglich zu machen. Gibt man nun die Möglichkeit zu, oder gestattet man überhaupt nur den Versuch, nachzuweisen, dass in der That alle bisher unverständlichen sogenannten „morphologi-

schen Charaktere“ jetzt noch eine bestimmte Function haben oder einstmals eine solche hatten und also als echte oder als rudimentäre Organe anzusehen sind, welche durch ihre lebenden Elemente befähigt wären, noch weitere Umbildungen und Functionsänderungen zu erleiden — gibt man dies hypothetischerweise als berechtigt zu, so ist damit auch die Richtung unserer Untersuchungen klar bezeichnet und die Berechtigung erwiesen, sie festzuhalten. Da wir alle Theile des thierischen Körpers als echte Organe betrachten und die Gesamtsumme ihrer Leistungen die Lebensfähigkeit der Arten bestimmen sehen, so erkennen wir als Aufgabe des Zoologen zu untersuchen, wie die Lebensbedingungen auf die einzelnen Thiere und ihre Organe wirken müssen, um zurück schliessen zu können auf die physiologischen Ursachen des Entstehens verschiedener Thierformen. Wir werden dabei nicht dem Morphologen folgen, der die Verwandtschaftsgrade, welche zwischen allen Thieren bestehen müssen, aufzufinden sucht, indem er die Formen der jetzt lebenden, wie der ausgestorbenen Thiere und ihrer Organe, wie die Vorgänge ihres Entstehens aus dem Ei untersucht und vergleicht. Denn obgleich der morphologische Abschnitt der Biologie der Thiere uns mit Wahrscheinlichkeit lehrt, dass diese Species oder jenes Organ diesen oder jenen besondern Gang der Umbildung in der Thierreihe genommen haben, und dass sie auf diesem Umbildungsgange durch eine ganze Reihe verschiedenartiger Formen hindurchgegangen sind, so kann doch nur die physiologische Forschung uns die Nothwendigkeit ihrer Existenz aufweisen, indem sie die ursächlichen Bedingungen derselben aufdeckt.

## ERSTER ABSCHNITT.

### Zur speciellern Orientirung.

---

#### ERSTES KAPITEL.

##### Die Physiologie der Organismen.

Die allgemeine Richtung der Zoologie wird, wie wir in der Einleitung gesehen haben, bestimmt durch zwei Wissenschaftszweige: die Morphologie und die Physiologie. Obgleich beide die Aufgabe haben, die Phänomene, wie sie uns das Thierreich bietet, verstehen zu lernen, so sind beide sowol nach ihrem Inhalt, wie nach den Wegen, die sie zur Lösung derselben einschlagen, so durchaus verschieden, dass man wol berechtigt ist, sie als zwei gesonderte Wissenschaftszweige auseinanderzuhalten.

Die Morphologie hat die Aufgabe, die wirklich bestehenden Verwandtschaftsbeziehungen zwischen den Thieren zu entdecken und dadurch ein natürliches System des Thierreichs zu begründen. Sie erreicht dies Ziel oder strebt danach durch Erforschung der morphologischen Verschiedenheiten und der, eine wirkliche Verwandtschaft andeutenden Aehnlichkeiten mittels der vergleichenden Methode (vergleichende Anatomie und Embryologie). Die Physiologie dagegen sucht nicht jene Verwandtschaften festzustellen, sondern vielmehr die

allgemeinen Bedingungen der Existenz und der Functionen lebender Organismen zu erkennen, welche im Stande wären, neben andern Dingen auch die That- sachen des durch die Morphologie gewonnenen natür- lichen Systems auf Grund des Causalitätsgesetzes zu er- klären. Die Morphologie stellt eben nur die Verwandt- schaftsbeziehungen zwischen den einzelnen Thieren selbst fest; gelangte sie jemals dazu, ein wirklich natürliches, solchen Beziehungen entsprechendes System zu finden, so würde dieses an und für sich der beste morpholo- gische Beweis für die Richtigkeit einer der Hauptsätze der Darwin'schen Theorie sein, nämlich für die Annahme genealogischer Verwandtschaft aller Thiere. Die Physio- logie aber, indem sie ein solches Resultat als Thatsache hinnimmt, sucht es zu erklären durch die Aufdeckung seiner physiologischen Nothwendigkeit, d. h. seiner Ab- hängigkeit von äussern und innern Ursachen, deren ver- einigte Wirkung die (langsame oder rasche) Umwandlung der einen Thierform in eine andere bedingte.

Zur Erklärung dieses Satzes wird es zweckmässig sein, ein specielles Beispiel hier kurz zu discutiren. Die Morphologie lehrt uns, dass zwei Paare von Be- wegungsorganen (Gliedmaassen) für die Wirbelthiere in hohem Grade charakteristisch sind, und dass bei keiner andern Thiergruppe nur zwei Paare solcher Glied- maassen gefunden werden. Wir haben ferner durch sie gelernt, dass diese zwei Paare von Extremitäten die grösste Plasticität besessen haben müssen, da sie in den mannichfaltigsten Formen ausgebildet innerhalb der Wirbelthierreihe gefunden werden; zugleich sind sie so charakteristisch in ihrer Umwandlung, dass sie leicht anwendbare Mittel an die Hand geben, selbst sehr nahe Verwandtschaftsbeziehungen der verschiedenen Thiere aufzudecken. Die Physiologie aber ist bisjetzt voll- ständig unfähig gewesen, die Ursachen aufzufinden, welche zur Entwicklung von nur zwei Gliedmaassen- paaren bei Wirbelthieren führten; denn kein in die Augen springender Nutzen kann gerade der Vierzahl



der Bewegungsorgane zugeschrieben werden, und es ist unleugbar, dass sehr viele Wirbelthiere gerade so gut mit sechs und mehr Beinen vorwärts kommen könnten, als mit nur vier; auch gibt es Fische, wie die Aale, welche sich ganz ohne solche und doch mit grosser Raschheit durch die Schlängelungen ihres Körpers fortbewegen, und die Schlangen, die ebenso wenig jene vier Beine besitzen, laufen bekanntlich mit bedeutender Schnelligkeit auf den Spitzen ihrer zahlreichen Rippen. Einen Nutzen für die Vierzahl der Extremitäten bei Wirbelthieren und damit die Ursache ihrer Existenz zu finden ist gerade die Aufgabe der Physiologie. Denn selbst, wenn einmal ein wirbelloses Thier gefunden werden sollte, welches überhaupt als das, den Wirbelthieren nächstverwandte Wirbellose anzusehen wäre und das ferner in seinem Larven- oder Embryonalzustande Organe aufwiese, welche in Stellung und Structur dem einfachsten der vier typischen Bewegungsorgane bei Wirbelthieren gleichzustellen wären, so würden zwar die Morphologen eine solche Entdeckung<sup>1</sup> mit der grössten Freude begrüssen, aber das physiologische Problem würde trotzdem gänzlich ungelöst bleiben, da es eben nur von der Gruppe der Wirbelthiere auf diejenige übertragen wäre, welcher jenes hypothetisch angenommene Thier angehörte. Vom allgemeinsten Gesichtspunkt aus aber ist das rein physiologische Problem mindestens von genau derselben Bedeutung wie das morphologische.

Nach dieser Erörterung können wir nun die Morphologie gänzlich beiseiteschieben und übergehen zu einer vorläufigen allgemeinen Orientirung über den Inhalt dieser Vorlesungen, die allgemeine Physiologie des Thierreichs, oder wie ich sie zuerst genannt habe, die Physiologie der thierischen Organismen; eine Bezeichnung, durch welche ich einen gewissen Gegensatz andeuten wollte, in welchem die allgemein bekannte thierische oder menschliche Physiologie zu dem hier zu behandelnden Thema steht.

Jedermann weiss, dass diejenige Wissenschaft, welche allgemein und schlechthin Physiologie genannt wird, fast ausschliesslich die Functionen der einzelnen Organe aufzuklären versucht, und dass sie oft genug in noch engere Grenzen gespannt wird in Uebereinstimmung mit jener Behauptung eines bekannten deutschen Physiologen, dass diese Wissenschaft nur oder vorwiegend nützlich sei für die praktische Medicin und dieser zu dienen habe. Diese wohlbekannte Physiologie ist eben nur eine Physiologie der Organe: sie versucht die Gesetze festzustellen, nach welchen die Sinnesorgane wie das Gehirn, Muskel und Magen, das Herz, das Rückenmark, die Lungen und Niere, kurz, jedes der zahlreichen Organe für sich wirken. Es liegt mir natürlich vollständig fern, den hohen Werth dieser Disciplin anzufechten oder gar zu glauben, dass ihre Resultate von dem Zoologen unberücksichtigt bleiben dürften. Trotzdem aber muss behauptet werden, dass nach anderer Richtung hin ein fast gänzlich unbebautes Feld für physiologische Forschung offen steht; und ferner, dass die Physiologie der Organe nicht den grossen Nutzen der Zoologie geleistet hat, wie sie hätte thun können, wäre sie nicht ausschliesslich oder doch fast so im Dienste der praktischen Medicin betrieben worden. Es werden eine Unmasse von Fragen der höchsten allgemeinen wissenschaftlichen Bedeutung der physiologischen Forschung geboten durch die grosse Zahl verschiedenartiger Thiere; aber sie sind nie oder selten beantwortet oder auch nur bearbeitet worden, weil sie nicht gelöst werden können durch jene wenig zahlreichen Thiere, an welchen allein der Physiologe seine Experimente anzustellen gewohnt ist. Sicherlich ist es keine Uebertreibung zu sagen, dass es nur sechs bis acht oder höchstens doch zwölf Thiere unter den vielen Tausenden des Thierreichs sind, von welchen bisher die Physiologie, wie sie auf unsern Universitäten herrscht, Gebrauch gemacht hat.

Aber nähme man selbst an, die Physiologie der Or-

gane hätte ihre Gesetze nicht durch Untersuchung nur einiger wenigen, sondern der Mehrzahl aller lebenden Thiere gewonnen, so würde sie dennoch nicht ausreichen zur Beantwortung der Fragen, welche sich aus den allgemeinen Wechselbeziehungen der Thiere untereinander und zu den äussern Existenzbedingungen ergeben. Diese aber sind es vor allem, die uns interessiren, wenn es gilt, die allgemeinsten Gesetze der Entwicklung der Organismen festzustellen, sowie der Umwandlung der einen thierischen Form in die andere.

Um diesen Punkt in klareres Licht zu stellen, erachte ich es für zweckmässig, hier zwei Gruppen von Thatsachen kurz in allgemeinste Weise zu vergleichen, welche scheinbar gar keine Berührungspunkte miteinander gemein haben: die geographische Verbreitung der Thiere und die gesetzmässige Lagerung und Function der Organe in jedem einzelnen Thiere.

Alle Organe eines Thieres sind, sowol physiologisch als morphologisch, einander coordinirt. Obgleich die Leber und die Blutgefässe, Gehirn und Muskel und alle andern Organe ihre besondern Leistungen scheinbar unabhängig voneinander auszuüben haben, so sind sie doch wieder so durchaus abhängig voneinander, dass sie unfähig werden, ihre Pflicht zu thun, sobald ihre mitunter recht entfernten Beziehungen zu den andern Organen unterbrochen werden. So können die Muskeln selbst des unverletzten Arms nicht mehr zweckmässig wirken, sobald sie nicht mehr abhängig von unserm gesunden Willen sind; dieser selbst hängt von der normalen Function unsers Gefässsystems ab; denn würden die Gefässe des Gehirns übermässig oder nicht genügend angefüllt, so würde die Thätigkeit unsers Willens darunter leiden. Und gerade so ist jedes einzelne Organ durch andere oder alle übrigen in seiner Thätigkeit beeinflusst und bestimmt. Man verändere dieses eine Organ, und man wird mehr oder minder jedes andere beeinflussen und auch wol verändern.

Der gleiche Satz lässt sich bis zu gewissem Grade

auch auf die augenblickliche Vertheilung der Thiere auf unserer Erdoberfläche anwenden. Es leuchtet zwar ein, dass die heutigentags in Australien lebenden Thiere so gänzlich von denen Englands getrennt sind, dass es — abgesehen von besondern Umständen — völlig unmöglich für die einen sein dürfte, die andern zu beeinflussen. Aber fasst man geschlossene Regionen ins Auge, wie die Nord- oder Südamerikas u. s. w., wo die verschiedenartigsten Thiere untereinander und zugleich auch mit den dort vorkommenden Pflanzen in enger, aber beständig wechselnder Berührung leben, da verhält sich die Sache ganz anders. Würden die amerikanischen Prairien nicht länger Gras erzeugen, so würde die nächste Folge die völlige und rasche Ausrottung der jetzt noch sehr zahlreichen Büffelheerden sein, auf deren Vorhandensein die Existenz der noch lebenden Ueberbleibsel der alten indianischen Bevölkerung Amerikas vorzugsweise beruht. Vernichtete man die verschiedenen insektenfressenden Vögel Nordamerikas, so würden zweifellos binnen wenigen Jahren alle Plantagen der reichen Ackerbaudistricte dieses Reichs zerstört sein. Man verändere nur die Lebensweise dieses oder jenes Thieres: die Veränderung wird augenblicklich ihren Einfluss äussern müssen auf alle jene andern Thiere, deren gesundes Leben abhing von den normalen Functionen jenes ersten vor seiner Veränderung. Obgleich nun allerdings selbst die verschiedenen miteinander in demselben Lande lebenden Thiere durchaus nicht so innig miteinander verbunden sind, wie die Organe eines einzelnen Thieres, so sind ihre Beziehungen in beiden Fällen doch direct miteinander vergleichbar. Die normale Menge, Lebensweise und Vertheilung der Thiere wird in ganz ähnlicher Weise durch die Ausrottung einer einzigen Thierspecies verändert oder gestört werden können, wie der ganze Körper eines Thieres mit allen seinen Organen leidet, wenn eines derselben zerstört oder beschädigt wird. In beiden Fällen stehen der Natur analoge Heilmittel zu Gebote.

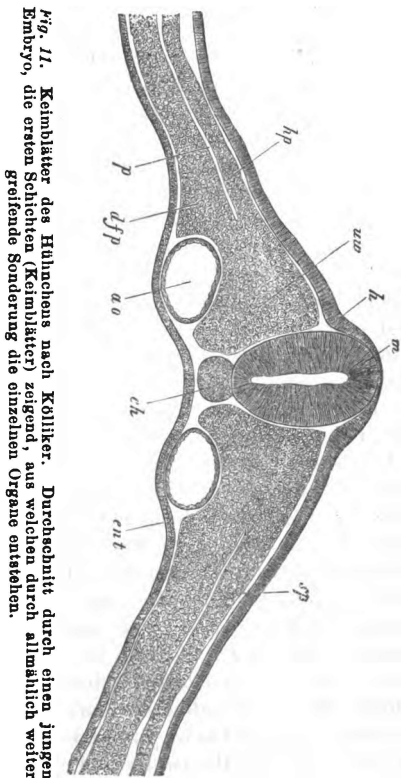
In einem Falle kann die Function eines verloren gegangenen Organs bis zu einem gewissen Grade wenigstens übernommen werden durch irgendein anderes noch unverletztes Organ; gerade so gut wie im andern Falle die Function eines ausgerotteten Thieres innerhalb des durch die Fauna des Landes dargestellten Ganzen ausgeübt werden könnte durch irgendein anderes Thier. Ein vollständiger Ersatz für den Verlust aber wäre in keinem der beiden Fälle möglich.

Die Parallele zwischen einem Organismus und dem augenblicklich herrschenden Verbreitungszustand der Thiere lässt sich aber auch in Bezug auf die rein morphologischen Verhältnisse durchführen.

Jeder thierische Körper ist gewissermaassen nach einem bestimmten Muster gebaut und jedes Einzelthier einer Art wiederholt die Organisation seiner Aeltern, ohne sonderlich stark oder regellos von ihr abzuweichen. Nun weiss man aber, dass dies nicht blos gilt in Bezug auf die Existenz oder Wiederholung derselben Organe, sondern vor allem auch mit Rücksicht auf ihre Lagerung. Diese Topographie der Organe eines Thieres ist zum mindesten ebenso bedeutungsvoll als die Existenz einzelner Organe; und dies in der That so sehr, dass die Entwicklung unserer modernen Ansichten über die Lebensgeschichte (Embryologie) der Thiere wesentlich auf dem Axiom beruhte, es müssten die topographischen Relationen der einzelnen Organe zueinander immer denselben allgemeinen Typus zeigen trotz der mannichfaltigsten Verschiedenheiten in der Form der Organe selbst oder der Thierformen, denen sie angehörten, wenn diese nur zu derselben systematischen Gruppe gehörten. So würde beispielsweise ein Wirbelthier mit dem Gehirn im Fuss — wo es theilweise bei den Mollusken liegt — oder mit einem Ohr im Schwanze — wie bei verschiedenen Crustaceen — einfach eine Unmöglichkeit sein; jenes muss bei Wirbelthieren immer in der Schädelkapsel, dieses immer am Kopfe liegen. Jedes Organ,

selbst das scheinbar unbedeutendste, hat seine bestimmte Lage, aus welcher es nur selten gerückt wird.

Diese Topographie oder Schichtung der Organe wird eingeleitet und ist erkennbar schon in einer sehr frühen



*Fig. 11.* Keimblätter des Hühnchens nach Kölliker. Durchschnitt durch einen jungen Embryo, die ersten Schichten (Keimblätter) zeigend, aus welchen durch allmählich weiter greifende Sonderung die einzelnen Organe entstehen.

Lebensperiode jedes Einzelthiers. Eine irgendwelche zu ganz bestimmtem Gebrauch passend gebaute Organe auftreten, bilden sich im Embryo zwei oder drei embryonale Lagen oder Schichten (s. Fig. 11) von Zellen, die von den

Embryologen sogenannten „Keimblätter“. Jedes dieser letztern bildet sich allmählich um oder gliedert sich in ganz bestimmte Organe. So ist z. B. jetzt nachgewiesen, dass das centrale Nervensystem bei fast allen Thieren direct aus der äussern Lage, dem sogenannten „Ektoderm“ des Embryo entsteht; so wissen wir gleichfalls, dass Augen und Ohren in gleicher Weise aus diesem äussern Keimblatt und zugleich aus dem schon davon abgegliederten centralen Nervensystem entstehen. Gleiches gilt auch von allen übrigen Organen, von denen einige überall aus dem innern Keimblatt, andere wieder ebenso übereinstimmend aus dem mittlern entstehen; die im grossen und ganzen ziemlich übereinstimmende Stratification des Thierkörpers und das frühzeitige Auftreten der drei Hauptschichten der Keimblätter kann nicht wohl länger bezweifelt werden.

Betrachten wir nun aber eine Erdkarte, auf welcher die verschiedenen faunistischen Districte verschieden gefärbt sind, und vergleichen wir z. B. die Listen der Vögel oder Säugethiere, Reptilien u. s. w., welche in jedem derselben gefunden werden, so sehen wir, dass eine grosse Zahl von Arten, Gattungen und selbst Familien nur in dem einen vorkommen, nicht aber in den übrigen. Dieser Punkt ist kürzlich in vortrefflicher Weise von dem wohlbekannten englischen Zoologen Wallace behandelt worden. Sein Buch über geographische Verbreitung der Thiere wird auf lange Zeit das Hauptnachschragebuch für alle diejenigen bilden, welche Interesse an dem Gegenstande nehmen. Ich glaube daher, indem ich auf Wallace's Buch verweise, davon Abstand nehmen zu dürfen, hier zahlreiche Beispiele anzuführen, um zu beweisen, dass in der jetzigen Vertheilung der Thiere auf unserer Erde eine ebenso scharf ausgesprochene Stratification der einzelnen Gruppen des Thierreichs zu erkennen ist, wie eine Topographie der Organe in jedem Organismus. Niemand wird erwarten, lebende Beutelthiere in England oder Deutschland zu finden oder Büffel, Hirsche und andere

Wiederkäuer in Australien. Wer Wallace's Arbeiten über den Gegensatz zwischen den Faunen der australischen und indo-malaisischen Regionen gelesen hat, wird nicht erstaunt gewesen sein, vielmehr etwas wie Befriedigung empfunden haben, bei der Nachricht, dass kürzlich in Neuguinea ein zu den Monotremen gehöriges Thier entdeckt wurde, welches dem australischen Schnabelthier nahe steht. Könnten wir mit Sicherheit die Embryologie dieser faunistischen Gruppen beschreiben, d. h. wären wir im Stande, die Entwicklung jeder in sich abgeschlossenen Fauna von den frühesten geologischen Perioden an bis in unsere Zeit hinein nur annähernd so gut darzustellen, wie wir dies jetzt mit der Embryologie vieler Thiere schon thun können, so würden wir sicherlich dadurch befähigt sein, die jetzige Vertheilung der Thiere in ihren Anlagen bis auf sehr weit zurückliegende geologische Epochen hinab zu verfolgen. Die brillanten, alles bisher Dagewesene übertreffenden Resultate der paläontologischen Forschungen in Nordamerika werden sicherlich bald den eifrigen amerikanischen Forschern, die gewohnt sind alljährlich ihr Leben an die Gewinnung eines wissenschaftlichen Resultats zu wagen, in Stand setzen, eine nahezu vollständige Geschichte der zeitlichen Entwicklung der nordamerikanischen Thierwelt zu geben; und ich bin überzeugt, dass die Aufhellung dieser Thiergeschichte nicht bloß noch zahlreichere wichtige Uebergangsformen zwischen den verschiedenen Wirbelthieren aufdecken wird, als jetzt schon bekannt sind, sondern auch, dass dann die jetzige Vertheilung nordamerikanischer Wirbelthiere ihren Grundzügen nach auch schon in der Vertheilung der fossilen Thiere erkennbar werden wird, gerade so wie in den primitiven drei Keimblättern schon die allgemeine ähnliche Anordnung aller Organe bei den verschiedensten Thieren von Anfang an angedeutet erscheint.

Hoffentlich genügt das bisher Gesagte, um zu zeigen, dass wir berechtigt sind zu einer Vergleichung der



Organe eines Individuums, ihrer Wirksamkeit und ihrer Lagerung mit den verschiedenen Thierspecies in ihrer gegenwärtigen Verbreitung und Thätigkeit auf der Erde. Dann erscheint uns die Fauna wie ein grosser Organismus, dessen einzelne Glieder, die verschiedenen Thierspecies, lebende Theile sind und welcher seine Embryologie, d. h. seine Entwicklung in der Zeit gehabt hat. Man kann diese Arten, der Gesetzmässigkeit ihrer Verbreitung nach, morphologisch den Gliedern eines riesigen Organismus gleichstellen, der einzelne derselben hoch über die höchsten Berggipfel hinaus in die Atmosphäre hinaufschickt, während er andere in die tiefsten Tiefen des Oceans oder in unterirdische Höhlen, Seen und Flüsse verbannt. Man kann sie aber auch physiologisch den Organen gleichstellen, da sie alle ihre Functionen und ihre Bedeutung für das Leben des Ganzen haben, und durch die mannichfaltigsten physiologischen Beziehungen untereinander verknüpft sind, wie die Organe eines gesunden, lebenden Organismus.

Dieser Erörterung entsprechend dürfen wir den Ausdruck „allgemeine Physiologie“ oder „Physiologie der Organismen“ — im Gegensatz zu derjenigen der Organe — für jenen Theil der Biologie der Thiere in Anwendung bringen, welcher die Species der Thiere als Wirklichkeiten ansieht und die Beziehungen untersucht, welche zwischen der Existenz einer Art und ihren natürlichen äussern Existenzbedingungen obwalten (wobei dieser letztere Ausdruck natürlich in seinem weitesten Sinne zu nehmen sein wird). Jedes einzelne Organ hat, wenn auch unter der Beeinflussung durch andere Körpertheile, seine eigenen specifischen Thätigkeiten (Functionen) auszuüben. Die Summe, oder besser gesagt die Resultante aller der Kräfte, welche gleichzeitig im Einzelthier thätig sind, nennen wir sein individuelles Leben; das allgemeine Wohlbefinden desselben, seine Fähigkeit, die einmal erworbene Stellung in dem Kampfe um die Existenz zu behaupten, sind das Resultat der

Combination zahlreicher verschiedenartiger und oft auch einander widerstreitender Handlungen (Functionen) aller einzelnen Organe. Dasselbe gilt für die Species, wenn man sie als Glieder eines einzigen grossen Organismus ansieht; auch dieser erhält die erworbene Stellung im Leben — d. h. die augenblickliche Vertheilung seiner Glieder auf der Erdoberfläche — nur durch die mitunter zusammenwirkenden, mitunter auch einander entgegenwirkenden Thätigkeiten (Functionen) der verschiedenen, ihn zusammensetzenden Arten unter oder gegen den Einfluss der äussern Lebensbedingungen.

Unter der Bezeichnung „Physiologie der Organismen“ können wir daher alle jene Gesetze vereinigen, welche erkannt werden durch die Untersuchung der Lebensbeziehungen verschiedener Thierarten zu einander und zu ihren, sie als Art erhaltenden, zerstörenden oder umformenden Lebensbedingungen. Die specielle Physiologie dagegen — welche in ihrem augenblicklichen Zustande auch oft schlechthin als „Physiologie des Menschen“ bezeichnet wird — oder besser die „Physiologie der Organe“ umfasst alle diejenigen Thatfachen und Gesetze, welche sich vorzugsweise oder ausschliesslich auf die specifischen Actionen oder Reactionen der Organe untereinander beziehen.

Der Inhalt der nachfolgenden Kapitel ist nun hinreichend genau abgegrenzt. Wir werden die von der Morphologie aufgedeckten Gesetze der Verwandtschaftsbeziehungen der Thiere gänzlich ausser Betracht lassen, da wir sie, so wie sie sind, ohne Kritik annehmen. Im Bereiche der Physiologie werden wir gleichfalls, soweit möglich, die Physiologie der Organe unberücksichtigt lassen; denn es hat, zunächst wenigstens, für unsere allgemeinere Aufgabe keine Bedeutung, den Nutzen jedes einzelnen Organs für sich zu bestimmen. Das Interesse an solchen speciellen Fragen geht für uns nur so weit, als diese von Bedeutung sein mögen für die Beurtheilung der Existenzfähigkeit der Art als solcher. Doch darf man dabei nie vergessen, dass die Resultate

der allgemeineren Untersuchung niemals in Widerspruch stehen dürfen mit den wirklich gut begründeten Thatsachen und Gesetzen der speciellen Physiologie; und wir werden dem entsprechend oft genug auch dieses letztere Gebiet zu betreten haben, vor allem dann, wenn die Möglichkeit einer Art, sich in dem Kampf für ihre Existenz zu behaupten, vorzugsweise oder gar ausschliesslich beruht auf der gesunden, kräftigen Thätigkeit irgendeines einzelnen Organes.

Ehe wir indess zur eigentlichen Untersuchung übergehen, dürfte es zweckmässig sein, den Ausdruck „äussere Existenzbedingungen“ möglichst correct zu definiren. Ich sagte vorhin, dass ich dieses Wort in seinem weitesten Sinne gebraucht zu sehen wünschte, sodass jeder, noch so unbedeutende und schwer erkennbare Einfluss auf die Existenzfähigkeit einer Art dahin zu stellen und also auch in seinen Wirkungen zu untersuchen wäre. Diese Erklärung könnte genügen; doch ziehe ich es vor, sie noch durch einige eingehendere Betrachtungen genauer zu erläutern.

Alles, was die Fortführung des Lebens des Einzelthieres und die Fortpflanzung der Art als solcher zu hindern oder zu begünstigen vermag, muss als eine Existenzbedingung für sie angesehen werden. In diesem Sinne ist jeder auf der Erde existirende Organismus sowol, wie alle unorganischen Bestandtheile unserer Erdoberfläche und ihrer Atmosphäre eine solche Existenzbedingung für alle Thiere. Die Beziehungen dieser letztern zu jenen sind nur dem Grade nach voneinander verschieden, mehr oder weniger entfernt. Hitze oder Kälte, Licht wie Nahrung, Dichtigkeit der Atmosphäre, das Wasser oder der Erdboden, in oder auf dem Thiere leben; Elektrizität und die chemische Constitution der umgebenden Media (Luft, Wasser u. s. w.); Pflanzen oder Thiere, mit denen sie eng vereinigt leben oder auch nur vergesellschaftet sind; kurz alles mag und wird einen gewissen Einfluss auf Thiere üben können, mag er nun schädlich oder fördernd sein, und es

gibt daher nichts auf unserer Erdoberfläche, was nicht als nothwendige Existenzbedingung für einzelne Thierarten betrachtet werden könnte.

Der Einfluss dieser mannichfaltigen Existenzbedingungen muss selbstverständlich höchst verschieden sein. Dieses eine Thier braucht zu seinem Leben eine hohe, jenes andere eine sehr niedrige Temperatur; einige Formen leben in sehr feuchter Luft, andere in trockener; manche sind bestimmt, immer unter Wasser oder in der Erde zu leben, während ebenso zahlreiche Arten sich in dem leichter beweglichen Medium der Luft tummeln. Man verkehre plötzlich alle die in dieser Lebensweise sich kundgebenden Existenzbedingungen, und man wird alles thierische Leben auf unserer Erde vernichtet haben; denn kein Fisch kann in der Luft schwimmen, kein Vogel beständig unter Wasser leben, ein Maulwurf nicht klettern, ein Salamander nicht in der Wüste existiren, noch eine Wüstenschnecke im tropischen Urwald. Man verändere dagegen diese Lebensbedingungen langsam, aber doch uns deutlich bemerkbar, so ist es wahrscheinlich, dass die Mehrzahl der Thiere zu Grunde gehen werde, einzelne dagegen wol leben bleiben. Nimmt man aber an, dass solche Veränderungen z. B. in unserer Atmosphäre, der Zusammensetzung des Wassers oder Erdbodens u. s. w. für uns gänzlich unbemerkbar, weil zu langsam seien, so wird höchst wahrscheinlich die Zahl der den Wechsel überlebenden Formen recht gross sein. Aber der Einfluss der so veränderten Existenzbedingungen ist mitunter auf sehr nahe stehende Formen sehr verschiedenartig; beispielsweise kann eine Art von *Neritina* gleichzeitig im süssen, brakigen und salzigen Wasser des Meeres leben, während andere nur in diesem oder in jenem vorkommen und eine Verminderung oder Erhöhung des Salzgehaltes des Wassers, in dem sie leben, nicht ertragen würden. Der einfache Grund für dieses Phänomen ist die Thatsache, dass das Leben eines Thieres nicht bloß abhängt von den Einflüssen der

äussern Lebensbedingungen, sondern auch von der Reaction seines eigenen Körpers. Setzt man einen Stichling (*Gasterosteus aculeatus*) direct aus süßem in salziges Wasser und lässt man ihn hier tage- und wochenlang, so geht er nicht zu Grunde, wenn man ihm nur hinreichende Nahrung gibt. Bringt man aber zugleich mit ihm eine unserer gewöhnlichen Süßwassermuscheln (*Unio*, *Anodonta*) in das Seewasser, so wird diese sehr rasch sterben, mitunter schon in wenig Stunden. Der auffallende Unterschied im Verhalten beider Thiere ist leicht durch eine Hypothese erklärlich. Bei beiden Thieren dringt das Seewasser durch die Haut in den Körper ein, aber bei der Muschel thut es dies in einem relativ höhern Grade als bei dem Fisch und schädigt daher jene, während dieser ungestraft die geringe aufgenommene Salzmenge mit sich herumträgt. Würden unsere Wanderfische, so z. B. die Lachse, dieselbe Affinität zum Salz des Meerwassers haben wie unsere Muscheln, so würden sie schwerlich länger leben können oder sich ganz an den Aufenthalt im süßen Wasser gewöhnen müssen.

Jeder Wechsel in den Existenzbedingungen muss also verschiedene Thiere in verschiedener Weise beeinflussen. Die Aufgabe ist somit, diese Verschiedenheiten der Wirkungsweise einer veränderten Existenzbedingung genauer zu untersuchen.

Nimmt man an, dass auf irgendeine Weise ein solcher (säcularer) Wechsel der Existenzbedingungen erzeugt worden sei, oder dass verschiedene Thiere auf irgendeine Weise von ihrem alten Standorte entfernt und in andere Umgebungen versetzt worden wären: so kann der Einfluss dieses Wechsels in beiden Fällen derselbe oder ein doppelt verschiedener sein. Es kann einmal dadurch, dass nicht alle Arten mit den neuen Lebensbedingungen zu Grunde gehen, gewissermaassen eine Auswahl zwischen jenen durch diese getroffen werden, wie in dem oben angeführten Beispiel des Stichlings und der Malermuschel. Dieser auswählende Ein-

fluss kann aber nicht bloß auf die einzelnen Arten im ganzen, sondern auch auf einzelne mehr oder minder verschiedene Individuen, sowie selbst auf die Organe dieser letztern ausgeübt werden; ein für ein ganz bestimmtes Medium eingerichtetes, oder ein zu einem einzigen engbegrenzten Gebrauch passendes Organ muss, selbst wenn das Thier als solches durch den Wechsel der Existenzbedingungen nicht am Leben verhindert wird, degeneriren und schliesslich verschwinden, wenn es durch den Wechsel ausser Gebrauch gesetzt wird. Zweitens kann das Thier, wenn auch nicht vernichtet, so doch mehr oder minder geschädigt oder verändert werden; ein nicht mehr wie früher zum Gebrauch kommendes Organ kann sich der veränderten Umgebung anpassen und dem entsprechend ändern, wenn es die dazu nöthigen (oben erörterten) Bedingungen in sich enthält. Dann ist der Einfluss des Wechsels der Existenzbedingungen nicht mehr ein auswählender, sondern ein umbildender.

Dieser letztere Satz mag vielleicht allen denen etwas gewagt erscheinen, welche wissen, dass Darwin in seiner Selectionstheorie den direct umbildenden Einfluss der Umgebung fast gänzlich beiseitegeschoben hat. Doch scheint er neuerdings geneigter geworden zu sein, zuzugeben, dass er sowol den umbildenden, als auch den auswählenden Einfluss der äussern Existenzbedingungen unterschätzt habe. Und es will mir scheinen, als ob seine Opposition gegen die Annahme eines solchen Einflusses wesentlich bedingt wurde durch die Art seiner Argumentation, welche nöthig zu sein schien, um seine Selectionstheorie und Hypothese über die Umwandlung der Arten in scharfes Licht zu stellen und gut zu begründen. Durch Umordnung seines Argumentenmaterials aber gewinnen wir, wie ich glaube, die Ueberzeugung, dass die äussern Existenzbedingungen nicht bloß einen sehr starken auswählenden, sondern auch einen umbildenden Einfluss üben können, obgleich dieser letztere beschränkter zu sein scheint. Wir werden

bald sehen, dass in manchen einzelnen Fällen directe Einwirkungen dieser Art wirklich beobachtet und durch systematisch angestellte Experimente völlig sichergestellt sind. Die Erörterung dieser Punkte kann natürlich nur in den verschiedenen Kapiteln passenderweise geschehen.

Schliesslich habe ich noch einige Worte über eine andere Einwendung zu sagen, welche gegen die hier vorgetragene Ansicht schon öfter gemacht worden ist. Man nimmt ziemlich allgemein an und es scheint in der That auch oft so zu sein<sup>2</sup>, dass diejenigen Veränderungen von Organen oder Organismen, welche durch den directen Einfluss irgendeiner äussern Ursache hervor gebracht wurden, weder constant noch erblich sind, sodass solchermaassen entstandene Varietäten unfähig zu sein scheinen, an dem Process der allmählichen Umwandlung einer Art in die andere theilzunehmen. Denn jeder spätere Wechsel in den Existenzbedingungen würde das Thier abermals verändern, vorwärts und rückwärts, sodass es ihm unmöglich gemacht sein dürfte, sich in einer bestimmten Richtung weiter zu entwickeln. Bei solcher Annahme würde selbstverständlich die Untersuchung des Einflusses der äussern Umgebung auf Thiere, deren Organe und Lebensweise ziemlich überflüssig erscheinen.

Aber dieser Einwurf ruht, wie mir scheint, auf der falschen Annahme, dass die äussern Existenzbedingungen beständig und rasch sich veränderten, sodass eine Variation, die durch solche hervorgerufen wäre, schon in dem nächsten Augenblick durch einen entgegengesetzt wirkenden äussern Einfluss wieder aufgehoben würde. Die Annahme steht indess, wie man weiss, mit den Thatsachen in Widerspruch, denn in Wirklichkeit bleiben die äussern Lebensbedingungen constant durch ausserordentlich lange säculare Perioden hindurch; es erscheint daher auch die Annahme statthaft, dass Thiere durch die immer sich gleichmässig wiederholenden Einflüsse schliesslich stark genug beeinflusst werden möch-

ten<sup>3</sup>, um im Stande zu sein, die durch jene erworbenen Eigenthümlichkeiten auch dann beizubehalten, wenn durch einen abermaligen Wechsel die äussern Gründe, welche jene hervorriefen, hinwegfielen. Es ist daher unmöglich, bei unserer Untersuchung die umgestaltenden Einflüsse der Existenzbedingungen zu ignoriren, blos um dogmatisch einer ziemlich allgemein geltenden Meinung zu folgen; denn nur dadurch, dass wir solche Einwirkungen als möglich annehmen und unsere Experimente und Untersuchungen danach einrichten, wird es uns möglich werden über die Frage Gewissheit zu erlangen, inwieweit wirklich jener umbildende Einfluss der Umgebung eine Rolle gespielt haben mag in dem Process der Bildung thierischer Formen oder nicht.

Nach dieser etwas langen, aber nothwendigen allgemeinen Orientirung würde nun endlich noch kurz die Eintheilung und Ordnung des Materials zu bestimmen sein, welche das Studium des Einflusses der äussern Existenzbedingungen auf das thierische Leben am meisten zu erleichtern im Stande wäre. Beim ersten Anblick könnte es scheinen, als thäte man gut die umbildenden Einflüsse von den auswählenden zu sondern. Eine solche Eintheilung würde aber manche Uebelstände mit sich führen. Vor allem würden die beiden Abtheilungen ungleich an Grösse werden; denn wenn wir auch in Bezug auf den auswählenden Einfluss der Existenzbedingungen kein sonderlich reiches Material an experimentell festgestellten Thatsachen haben, so wissen wir in Bezug auf ihren direct umbildenden Einfluss so gut wie nichts. Ich ziehe es daher vor, eine scheinbar ganz willkürliche und unlogische Eintheilung anzuwenden, indem ich die äussern Einflüsse theile in solche, welche der unorganischen oder doch leblosen Natur angehören, und zweitens in die, welche von lebenden Organismen, vor allem von lebenden Thieren anderer Arten geboten werden. In die erste Abtheilung gehören natürlich auch alle Beziehungen, wie sie entstehen durch das Bedürfniss der Thiere nach



organischer Nahrung, welche, wenn sie auch oft genug in Form lebender Thiere verzehrt wird, doch erst nach dem Tode der letztern ihren specifischen Einfluss zu äussern im Stande ist.

Diese Eintheilung erscheint, wie bemerkt, auf den ersten Blick etwas unlogisch. Aber sie hat, ganz abgesehen von der momentan vorhandenen Unmöglichkeit, eine andere anzuwenden, doch den Vorzug, dass durch sie fast fundamentale Verschiedenheiten beider Gruppen angedeutet werden. Die Einflüsse der ersten nämlich können gleichzeitig umbildend und auswählend sein, während diejenigen der zweiten Gruppe vorzugsweise auswählender Art sind. Ganz scharf ist indess auch dieser Unterschied nicht, wie man sehen wird.

---

## ZWEITER ABSCHNITT.

### Die Einflüsse der leblosen Umgebung.

---

#### ZWEITES KAPITEL.

##### Die Nahrung und ihr Einfluss.

Nothwendigkeit der Nahrung. Man weiss allgemein, dass die meisten Thiere ihr individuelles Leben als ganz kleine, oft selbst mikroskopische Elemente beginnen, als Eier, welche einfache Zellen und meistens sehr viel kleiner sind, als die aus ihnen hervorgehenden erwachsenen Thiere. Die Verschiedenheit ihrer Grösse ist am bedeutendsten bei den Säugethieren, also bei den höchst entwickelten Formen des Thierreichs, wo die Eizellen immer mikroskopisch klein, die Thiere aber oft riesig gross sind. Selbst bei Vögeln, deren Eier die relativ grössten sind, erreichen sie nur selten ein Viertel oder etwas mehr vom Volum des erwachsenen Thieres. Diese Grössendifferenz lehrt ohne weiteres, dass in den meisten Fällen zu dem ursprünglich im Ei vorhandenen Nahrungsmaterial noch Zuschüsse<sup>1</sup> von organischer Substanz geliefert werden müssen, damit das Thier seine ihm zukommende Grösse erreiche; da nun Thiere diese organische Nahrung nicht, wie die Pflanzen, durch Zersetzung von Kohlensäure selbst bilden

können, so müssen sie dieselbe von aussen her in Form bereits vorgebildeter organischer Körper aufnehmen, d. h. Thiere müssen den organischen Theil ihrer Nahrung andern Organismen entnehmen. Das Bedürfniss des wachsenden Thieres nach solcher organischen Nahrung ist, wie man weiss, sehr gross.

Aber diese Nothwendigkeit, während der Wachstumsperiode neue Quantitäten organischer Materie den Nährstoffen hinzuzufügen, welche vom jungen Thier aus dem Ei mit übernommen wurden, ist nicht die einzige Ursache, welche die Thiere zwingt sich um Futter zu bemühen; noch eine zweite ist, in den spätern Lebensjahren wenigstens, mindestens ebenso einflussreich. Bestünde eine solche nicht, so würden die Thiere aufhören können, zu fressen und zu verdauen, sobald sie das Ende ihres Wachstums erreicht hätten. Nun weiss aber jedermann, dass regelmässige und oft recht reichliche Mahlzeiten nothwendig, und alle Thiere dem entsprechend genöthigt sind, auch im spätesten Lebensalter ihr Futter zu suchen, trotzdem das Wachsthum dann schon lange aufgehört hat. Die Ursache davon ist sehr einfach. Die Summe verschiedenartiger Thätigkeiten, welche wir Leben nennen, wird nur unterhalten durch den Verbrauch von organischen, im lebenden Körper enthaltenen Stoffen. Die Thätigkeit der Muskel wie des Gehirns, die Aufnahme äusserer Eindrücke durch die Sinnesorgane, Ausscheidung von Urin oder Sch weiss, Respiration, Fortpflanzung und Assimilation der Nahrung, kurz alle im lebenden Individuum sich abspielenden Lebensvorgänge sind nur möglich durch den Verbrauch, oder besser gesagt durch die Zersetzung einer entsprechenden Menge seiner in den arbeitenden Organen enthaltenen organischen Materie. Das so täglich zerstörte Minimum mag grösser oder kleiner bei verschiedenen Thieren, und mitunter selbst verschwindend klein sein; immer wird die Zerstörung dieses Minimums organischer Stoffe hinreichen müssen über kurz oder lang das Leben des Thieres zu gefährden, wenn der

Verlust nicht rasch ersetzt wird. Um diesen Ersatz leisten zu können und damit auch im Stande zu sein, den normalen Zerstörungsprocess der eigenen Materie ununterbrochen fortzusetzen, muss das Thier je nach Bedürfniss Nahrung in verschiedenen Quantitäten zu sich nehmen. Scheinbar existiren indess einige Ausnahmen von dieser Regel: jene wohlbekanntten Fälle von Thieren (Amphibien, Mollusken u. s. w.), die Jahre hindurch ohne Futter zu leben im Stande sein sollen. Ich selbst halte seit Jahren verschiedene Arten von Landschnecken, eingewickelt in Papier, trocken in kleinen Holzschachteln, also ganz ohne Nahrung, und manche derselben sind noch heute lebensfähig.<sup>2</sup> Die Erklärung dieser auffallenden Erscheinung ist leicht zu geben. Die Menge von Nahrung, deren irgendein Thier täglich bedarf, muss natürlich an Bildungsstoffen äquivalent sein mit der organischen Masse, welche täglich in den verschiedenen Organen verbraucht wird, um die Lebensvorgänge in ihnen zu unterhalten. Je activer nun ein Thier ist, um so mehr Futter wird es benöthigen. Die Lebensprocesse solcher Thierformen aber, welche so niedrig auf der thierischen Stufenleiter stehen, wie die Amphibien oder gar die Schnecken, sind ungewein schwach; ihre Athmung, selbst im aufgeregten Zustande der Fortpflanzungsperiode, ist nicht energisch genug, um die Wärme ihres Körpers erheblich über die des umgebenden Mediums (Luft oder Wasser) zu erhöhen. In solchen Thieren kann die Nothwendigkeit, Nahrung aufzunehmen, für lange Zeit in der That wegfällen, da ihre Lebensvorgänge leicht auf ein Minimum reducirt werden können, ohne das Leben des Thieres zu gefährden. Dennoch aber wird, trotz Enthaltung von Nahrung, beständig ein, wenn auch geringer Verbrauch von organischen Bestandtheilen in solchen Thieren stattfinden müssen; denn ein solcher ist unzertrennlich verbunden mit der Respiration. Diese aber kann, wenn auch noch so sehr vermindert, doch niemals völlig aufgehoben werden, ohne das Leben des Thieres zu

gefährden. Es beweist also in solchem Falle die Enthaltung der Nahrungsaufnahme nicht, dass die Thiere ein actives Leben ohne Nahrung zu führen vermöchten, sondern nur, dass ihre Lebensthätigkeit gewissermaassen latent werden kann für eine lange Reihe von Jahren, jedoch nicht in die Ewigkeit; es ist vielmehr sicher, dass selbst bei scheinbar ganz latentem Leben doch ein gewisser Verbrauch organischer Stoffe stattfindet, da ohne ihn die immer nothwendige, wenn auch aufs äusserste beschränkte Respiration nicht stattfinden kann, und dass somit auch für diese so resistenten Thiere früher oder später der wirkliche Tod eintreten muss. Unterschiede sind also eigentlich nur gegeben durch die Verschiedenheiten in den Verbrauchsmengen und die dadurch bedingte mehr oder minder starke Resistenzfähigkeit. So können z. B. im allgemeinen Warmblüter kaum einige Wochen ohne Futter leben, während kaltblütige Thiere ohne Nahrung viele Monate hindurch am Leben erhalten werden können. Höchst interessant ist es dabei, zu sehen, dass so hoch stehende Thiere, wie die Winterschläfer unter den Säugethieren, gleichfalls viele Monate hindurch ohne Nahrungsaufnahme zu leben vermögen, wie Landschnecken oder Amphibien mit latentem Leben; sie leiden nicht blos nicht, sondern bedürfen sogar zu normalem Leben dieser enthaltsamen Winterruhe. Man hat sie, aus gewissen später zu discutirenden Gründen und wahrscheinlich wol mit Recht, während dieser Periode direct den Kaltblütern gleichgestellt.

Menge und Art der Nahrung. Die innerhalb einer gewissen Zeit benöthigte Nahrungsmenge steht, wie schon bemerkt, in innigster Beziehung zu der grössern oder geringern Lebensthätigkeit der einzelnen Organe, zu der Masse des Thieres selbst und auch, wie ich jetzt hinzufügen will, zu besondern Anpassungen an eine bestimmte Lebensweise. Es ist klar, dass ein grosses Thier absolut mehr Nahrung zu sich nehmen muss, als ein kleines; aber im Verhältniss zu der Körper-

masse eines jeden Thieres kann sich dies Verhältniss geradezu umkehren. So weiss man z. B., dass eine Raupe während der Periode ihres stärksten Wachstums relativ sehr viel mehr isst, als ein Hund oder ein Elefant. Die Bestimmung der absoluten und relativen Nahrungsmengen, deren die verschiedenen Thierarten zu ihrem Gedeihen benöthigen, ist an und für sich sehr schwierig und auch für uns von geringer Bedeutung; sie bietet eigentlich nur zwei Punkte von allgemeinerem Interesse, von denen der eine jetzt zu discutiren ist, während der andere (das Verhältniss der Nahrungsmengen herbivorer und carnivorer Thiere) später untersucht werden soll.

Die tägliche Nahrungsmenge ist ungemein verschieden auch bei den verschiedenen Individuen derselben Species; das eine isst, das andere trinkt mehr, als die übrigen. Doch aber gedeihen sie alle scheinbar gleich gut, mit Ausnahme der Fälle von Ueberessen oder zu starker Nahrungsenthaltung. Zwischen diesen Extremen, bei denen der Tod erfolgt, weil das Maximum der noch nützlichen Nahrungsmenge überschritten oder das Minimum der absolut nothwendigen nicht erreicht wurde, finden sich zahllose Zwischenstufen, welche um so schädlicher zu wirken vermögen, je näher sie den gefährlichen Extremen, dem Maximum oder Minimum liegen. Es muss somit zwischen ihnen ein Punkt liegen, welcher der günstigste in Bezug auf die in den Magen einzuführende Masse ist. Wir wollen diesen kurzweg als das Optimum der Nahrungsmenge bezeichnen.

Es liegt aber dieses Optimum durchaus nicht, wie es scheinen könnte, gerade in der Mitte zwischen den Extremen, sondern es wird je nach den Bedürfnissen des Thieres näher dem Maximum oder dem Minimum liegen können. Es ist natürlich von grossem Interesse, dieses Optimum der täglichen Nahrungsmenge der verschiedenen Thiere zu kennen, da diese mit zu den kräftigsten Einflüssen gehört, welche die beständig wechselnde Zahl der einzelnen Arten und Individuen

regeln. Unglücklicherweise existiren hierüber keine allgemein gültigen Untersuchungen<sup>3</sup>; wir wissen zwar ziemlich genau das Optimum der Nahrungsmenge für den Menschen, die Hausthiere, die physiologischen Thiere und einzelne andere, welche — wie manche Vögel und Insekten — für den Landwirth von Interesse sind. Aber diese Kenntniss, an und für sich schon gering, ist gewonnen entweder durch nur zufällig gemachte Beobachtungen oder durch Experimente, welche sich fast ausschliesslich auf Thiere beziehen, die dem Menschen entweder schädlich oder nützlich sind; die allgemeine biologische Bedeutung dieser Verhältnisse ist in keiner Weise bisjetzt durch Untersuchungen gewürdigt worden. Ich kann mich daher auch specieller Angaben enthalten; und es wird genügen, hier noch einmal hervorzuheben, dass jede Abweichung von dem Optimum der Nahrungsmenge nach der einen oder andern Richtung hin dem Thiere mehr oder weniger schädlich werden muss.

Die Qualität der Nahrung hat womöglich einen noch grössern Einfluss auf das Leben des Einzelthieres und damit auch der Art, und sie bildet einen der mächtigsten Regulatoren der Beziehungen zwischen Thieren und ihren Umgebungen. Es gibt kaum einen Bestandtheil der Erdrinde, auf dem Lande oder unter Wasser, kein Thier oder Pflanze, mag es nun lebend, todt oder gar schon verfault sein, welche nicht von diesem oder jenem Thier zur Nahrung benutzt würden. Einige Insekten leben in trockenem und todttem Holze, andere von lebenden Blättern oder Wurzeln. Fast alle Holothurien (Seegurken) und manche Seeigel und ein eigenthümliches Geschlecht von Mollusken (*Onchidium*) verschlingen Sand oder Schlamm, während sie Thiere oder Pflanzen verschmähen, die rund um sie herum liegen. Parasiten saugen das Blut ihrer Wirthes oder nähren sich von den Säften bestimmter Organe; gewisse Larven von Rundwürmern (*Ascaris nigrovenosa* des Frosches) verzehren die Organe ihrer eigenen Mutter

und einigen Menschenrassen ist Menschenfleisch ein Leckerbissen.

In diesen und allen andern Fällen aber bedürfen die Thiere ausnahmslos zweier ganz verschiedener Arten von Nahrung; sie muss organischen und anorganischen Ursprungs zugleich sein. Lässt man die eine Art fort, so wird die andere, nun ausschliesslich gereichte, nicht mehr denselben günstigen Einfluss auf Wachstum und andere Lebensäusserungen haben, wie vorhin bei richtiger Mischung mit der andern. Diese Thatsache ist in Bezug auf den Menschen und die Hausthiere allgemein bekannt; aber sie besteht auch im ganzen Thierreich, obgleich sie nicht überall gleich leicht ersichtlich ist. So scheinen z. B. Parasiten, wie Bandwürmer, Spulwürmer u. s. w. ausschliesslich nur einer einzigen Art organischer Nahrung zu bedürfen, da sie in ganz bestimmten Organen leben: die eine Species in der Leber, eine andere im Darne, wieder andere im Gehirn (der Drehwurm der Schafe) oder in Augen, Muskeln, der Haut, in Knochen selbst u. a. m. Alle diese Thierarten nehmen nur eine Art von Nahrung zu sich, die sie eben nur in jenen Organen finden können, in denen sie ihren Wohnsitz aufschlagen. In gewissem Sinne hat man hier allerdings das Recht, zu sagen, die Thiere nährten sich ausschliesslich von organischer Nahrung. Wenn wir aber bedenken, dass die Flüssigkeiten, die in jedem Organ enthalten sind, regelmässig eine mehr oder minder grosse Menge von Salzen in Lösung enthalten, so scheint jener Gegensatz doch eigentlich nicht ganz vorhanden zu sein; denn es wird natürlich als völlig gleichgültig erscheinen müssen, ob ein Thier die überhaupt zu seinem Leben benöthigten Erdsalze und Wasser direct in derselben Form zu sich nimmt wie wir, oder indirect mit den Säften der Pflanzen oder Thiere, von denen es sich nährt; nur wird es im letztern Falle, wenn die Menge der anorganischen Bestandtheile in den Organen ihm vollauf



genügt, überhaupt nicht mehr eines Zuschusses von Salzen und Wasser bedürfen.

Die neuere Physiologie hat festgestellt, dass beim Menschen und einigen physiologischen Versuchsthiere das Verhältniss zwischen organischer und anorganischer Nahrung wenigstens annähernd immer das gleiche bleiben muss, wenn die Gesundheit jener nicht beeinträchtigt werden soll. Wir wissen ferner, dass die Nahrung, dem Menschen wenigstens, gegeben wird in Combinationen, in denen Reizmittel eine beträchtliche Rolle spielen, welche durch ihre Beimischung zur Nahrung die verschiedenen Drüsen im Munde, Magen u. s. w. so stark reizen, dass diese ihren Dienst in günstigster Weise versehen. Das am meisten gebrauchte Reizmittel ist Salz. Man darf wol annehmen, dass auch für alle andern Thiere ein ähnliches Verhältniss zwischen organischer und anorganischer Nahrung, sowie auch die Nothwendigkeit besteht, den eigentlichen Nährstoffen nicht nährende Reizmittel zuzumischen; so weiss man z. B., dass Wiederkäuer sehr gern Salz lecken. Aber wir wissen hierüber nichts Allgemeingültiges und das Einzige, was wir mit einiger Wahrscheinlichkeit behaupten können, ist: dass die Reizmittel namentlich der niedern Thiere, wenn sie überhaupt derselben bedürfen, ganz verschieden sein müssen von denen des Menschen und der höhern Thiere.

Für uns Menschen bestehen diese Reizmittel, wie man weiss, abgesehen vom Salz, vorzugsweise in Wein, Bier oder andern alkoholischen Getränken, Kaffee, Thee u. s. w. und den zahlreichen Gewürzen. Obgleich wir sie nun den eigentlichen Nährstoffen gegenüberzustellen pflegen, da sie nicht in lebende organische Gewebe umgebildet werden, so scheinen sie doch jetzt nahezu unentbehrliche Hilfsmittel für die Assimilation der wirklichen Nahrung zu sein. Man könnte sie daher zweckmässig mit dem in jeder arbeitenden Maschine verbrauchten Oel vergleichen; auch dieses fügt der in der Maschine zur Wirkung kommenden Kraft — wel-

chen Ursprungs diese auch sein möge — nichts an solcher hinzu; dennoch kann jene nicht auf längere Zeit ungehindert arbeiten, wenn sie nicht geschmiert wird. So auch befähigen die Stimulantia (Reizmittel) den Körper, die grösste Wirkung seiner Verdauungskräfte auszuüben. Sollten andere Thiere nun solcher „Schmiermittel ihrer Maschine“ entbehren können? Das ist sehr unwahrscheinlich. Es entsteht also die Frage, welcher Art diese sind und zugleich die weitere, ob nicht Substanzen, die sicherlich für uns keine Reizmittel bilden, doch für niedere Thiere solche sein möchten; es wirft sich endlich die dritte Frage auf, ob nicht auch noch andere Einflüsse, unabhängig von der eigentlichen Nahrungsaufnahme durch den Darmkanal, dennoch als mächtige Reizmittel für die Absorption der wirklichen Nahrung zu wirken vermögen. Diese letztere Frage kann hier einstweilen als überflüssig betrachtet werden. Doch scheint es zweckmässig zu sein, hier schon darauf hinzuweisen, dass im Kapitel 6 über den Einfluss des ruhenden Wassers auf die in ihm lebenden Thiere der Nachweis geliefert werden wird, dass bei gewissen Wassermollusken (*Lymnaeus*) die Assimilation der Nahrung nicht blos von dieser selbst, der Gesundheit des Organs, Temperatur u. s. w. abhängt, sondern auch von der durch die Haut erfolgenden Aufnahme eines (bisher unbekanntes) Bestandtheils des Wassers.

Organe für die Aufnahme, Zubereitung und Assimilation der Nahrung. Jedermann weiss, dass solche Verdauungsorgane im ganzen Thierreich verbreitet sind; und es darf ebenfalls als allgemein bekannt vorausgesetzt werden, wie im allgemeinen diese Organe gebaut sind und wie sie wirken, sodass es überflüssig sein dürfte, hier die endlosen Variationen solcher Theile zu schildern. Jedes Lehrbuch der Zoologie gibt hierüber rasche Belehrung.

Einige ganz allgemeine Verhältnisse müssen indess kurz besprochen werden. Zunächst ist die Lage dieser Verdauungsorgane im Innern des Körpers bemerkens-

werth. Es wird dadurch die Nothwendigkeit der Anwesenheit anderer Organe herbeigeführt, welche gewissermaassen als Diener ihres Herrn, des Magens und Darmes, einige Hilfsarbeiten zu verrichten haben. Die Organe zur Aufnahme der Nahrung, der Mund, Zähne und entfernter auch die vordern Extremitäten oder andere äussere Theile, sind besonders geeignet und bestimmt die Nahrung zu ergreifen, zu zerreißen und in kleinen Stückchen gut zugeschnitten dem Magen zuzuführen, während der Mensch zur genügenden Vorbereitung der Speisen auch noch der Köche bedarf. Obgleich nun, vom rein physiologischen Gesichtspunkt aus betrachtet, diese Hilfsorgane von geringerer Wichtigkeit sind, als der verdauende Darmkanal selbst, so sind sie doch für uns insofern vom höchsten Interesse, als sie in endloser Mannichfaltigkeit eine Reihe von Verkettungen zwischen Thieren und ihren Existenzbedingungen derjenigen hinzufügen, welche durch die Qualität und Quantität der benötigten Nahrung schon an und für sich gegeben ist.

Die eigenthümliche Art der Nahrungsaufnahme durch verschiedene Parasiten verlangt ferner eine kurze Schilderung. Es gilt als nahezu ausnahmslose Regel, dass die Larven der Parasiten schwimmen oder doch sich frei im Wasser bewegen (ein recht unpassend sogenanntes „actives“ Leben führen). Während dieses Stadiums des freien Wanderlebens sind die jungen Parasiten meist recht hoch ausgebildet. Die Larve eines parasitischen Copepoden oder Cirrhipeden, z. B. einer *Sacculina* (s. Fig. 12), ist in der Zoologie bekannt als Nauplius; dies Thier hat ein Nervensystem, äussere Bewegungsorgane von complicirter Structur, ein nach dem Crustaceentypus gebautes Muskelsystem, einen wohl entwickelten Darmkanal, wie er bei den ähnlichen Naupliuslarven der nichtparasitischen niedern Krebse vorkommt, und meist selbst Sinnesorgane (Augen). Allmählich verliert dieser Nauplius, nachdem er sich auf den Kiemen und der Haut eines Fisches oder unter dem Schwanz

einer Krabbe (*Sacculina*) festgesetzt hat, seine Bewegungsorgane, den grössern Theil seiner bewegenden Muskulatur, Nervensystem und Sinnesorgane, ja selbst oft genug Mund, Magen und Darmkanal. So wird die bewegliche Krebslarve in einen unförmlichen Sack umgewandelt, der äusserlich keine Andeutung seiner Krebsnatur zu erkennen gibt. Das Thier aber

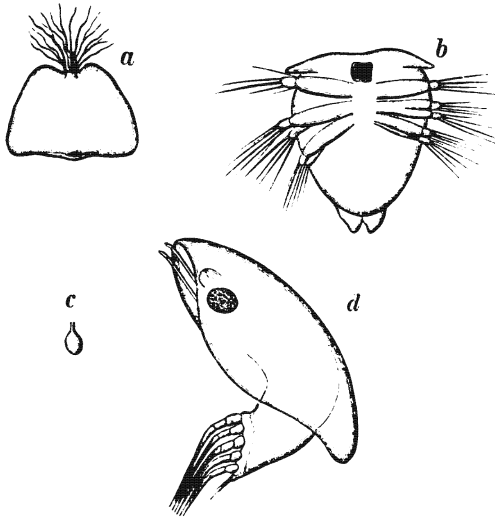


Fig. 12. *a* *Sacculina carcini* mit dem Büschel von Haftwurzeln, der sich in den Leib des Wirththieres eingesenkt hat; *b* ihre Larve (Nauplius); *c* *Thompsonia globosa* Kossmann; *d* ihre Larve (cyprisförmiges Stadium).

bedarf eines Haltes, um an dem Wirthe, der ihm die Nahrung geben soll, festsitzen zu können; so entwickeln sich besondere Haftorgane (s Fig. 12 *a*) statt der verloren gehenden Bewegungsorgane; und jene übernehmen dann nicht selten auch noch gleichzeitig die Aufgabe, den Thieren Nahrung aus ihrem Wirthe zuzuführen. Dies ist z. B. der Fall bei den parasitischen Krebsen, welche wie *Sacculina* (s. Fig. 12) an dem Ab-

domen des Einsiedlerkrebse (Pagurus) oder anderer Krabben leben. Sie besitzen ausnahmslos lange fadenartige Fortsätze des Vorderendes, mit dem sie sich anheften und die sie durch die Haut der Krabbe in deren Leibeshöhle einbohren, um einen Theil ihrer Organe und vor allem ihre Leber mit den langen vielfach gewundenen Endfäden zu umschlingen. Aber diese dünnen Fäden sind weichhäutige Röhren, deren Hohlraum sich in die Leibeshöhle der Parasiten öffnet; so dass es sehr wahrscheinlich ist, dass die Anheftungsfäden zugleich auch als Organe zur Nahrungsaufnahme dienen mögen, da sie im Stande sind, sie aus der Leibeshöhle der Krabbe in flüssiger Form durch ihre dünne Haut hindurch einzusaugen. Allerdings bringen sie diese flüssige Nahrung in keinen Darmkanal, da dieser ja den Parasiten mangelt. Dies ist indess kein Argument gegen die Annahme, dass die so endosmotisch durch die Wurzeln aufgenommene Flüssigkeit auch als Nahrung dienen müsse; denn wir wissen, dass bei allen mit einer Leibeshöhle versehenen und eines Gefäßsystems entbehrenden Thieren die Nahrung erst in die Leibeshöhle treten muss, um von dieser aus den in ihr angebrachten Organen zugeführt zu werden. Ob aber in dem einen Falle die assimilirbare Nahrungsflüssigkeit erst aus dem Darne in die Leibeshöhle tritt oder (wie bei *Sacculina*) durch die Saugwurzel direct in diese eingeführt wird, ist in Bezug auf die Rolle, welche jene Anheftungsfäden als Ernährungsorgane des Parasiten übernommen haben, offenbar vollständig einerlei.

Wir ersehen daraus, dass die Art und Weise, wie sich die Thiere die ihnen nöthige Nahrung verschaffen, ungemein verschieden ist; selbst Anhänge der Körperoberfläche, wie jene Wurzeln der *Sacculina* (*Rhizocephalen*), können zu Ernährungsorganen umgewandelt werden. Aber auch noch in anderer Beziehung ergibt sich ein wesentlicher Unterschied in der Art der Nahrungsaufnahme bei den verschiedenen Thieren. Alle Thiere mit wohl entwickelten innern Ernährungsorga-

nen sind genöthigt, unter der Leitung und Beeinflussung ihres Willens und ihrer subjectiven Empfindungen von Hunger oder Durst, mehr oder minder grosse willkürliche Kraftanstrengungen zu machen, um sich die ihnen zusagende Menge und Art der Nahrung zu verschaffen. Selbst Thiere von so einfachem Bau wie die Infusorien folgen diesem Gesetz; denn obgleich ihr Darm, Magen und Mund nicht besondere Organe, sondern nur Theile ihres protoplasmatischen Körpers sind, und sie wie alle einzelligen Thiere ihre feste Nahrung direct in das verdauende Protoplasma hineindrücken, so zeigen sie doch ebenso gut wie alle höhern Thiere, Neigung für diese und Abneigung gegen jene Art der Nahrung; die letztere verschlingen sie niemals, selbst wenn zufällig mit den zusagenden Nährthieren auch jene unbrauchbaren Organismen in die Nähe ihres Mundes gelangten.

Ganz anders ist dies nun bei allen echten Parasiten, welche eines wirklichen Darmkanales entbehren. Diese können ihre Nahrung nur in flüssigem Zustande aufnehmen, indem ihre Haut allein durch ihre osmotische Kraft dieselbe aufsaugt; das aber hängt durchaus nicht mehr vom Willen des Thieres ab. So beruht also die Existenz und die Gesundheit der Cestoden, der wunderbaren schmarotzenden Schnecke *Entoconcha*, vieler ausgewachsenen parasitischen Crustaceen und der Larven der schmarotzenden Trematoden (*Leberegel* u. s. w.) und selbst einiger Insekten, da sie alle ohne Darmkanal ihre Nahrung durch die Haut aufsaugen, auf den Wechselbeziehungen zwischen der Haut des Thieres und der sie umgebenden Flüssigkeit. Da nun die Osmose durch die Haut, d. h. die Aufsaugung jener in dem umgebenden Medium vorhandenen flüssigen Nährstoffe nie, soweit wir wissen, unterbrochen werden kann, so sind im Grunde alle jene Thiere genöthigt, unausgesetzt zu fressen und zu assimiliren. Auch wird dabei der Parasit unfähig sein, eine Auswahl unter den Nahrungstoffen zu treffen, da er auf der Haut oder in bestimmten Organen festsitzt; er wird also auch immer dann

sterben müssen, wenn durch irgendeinen Umstand die Flüssigkeit, welche seine Haut umspült, so verändert wird, dass sie nicht mehr für die Ernährung des Parasiten geeignet ist.

Durch das eben besprochene Verhältniss ist eine fundamentale Verschiedenheit zwischen den echten Nährstoffen und gewissen andern Substanzen schon angedeutet. Wollte man nämlich — wie dies mitunter geschieht — alles, was irgendwie betheiligte wäre bei der Verdauung, Aufnahme des Verdauungssaftes und Umsetzung eines Theils derselben in organische Substanz, Wärme oder Bewegung, auch als Nahrung bezeichnen, ohne Rücksichtnahme darauf, wie und auf welchen Wegen jene Stoffe in den Organismus und damit zur Wirksamkeit gelangten: so würde man genöthigt sein, nicht blos Sauerstoff und Ozon, welche durch die Respirationswege, oder Wasser und Salze, welche auf die verschiedenste Weise — auch oft durch die Haut — in den Körper eindringen, so zu nennen, sondern auch alle andern Einflüsse, die zum Leben und Wachsthum jedes Einzelthieres nöthig sind. Ja, selbst die Sonnenstrahlen mit ihren chemischen Licht- und Wärmewellen würden dann auch hierher zu rechnen sein, da ohne ihre Mithülfe der Magen und Darm so wenig ihre Function ausüben können, als Kiemen oder Lungen, das Gehirn oder die Sinnesorgane zu wirken vermögen ohne eine gesunde Ernährung durch den Darmkanal. Wir sind daher berechtigt bei der Untersuchung der Einwirkung, welche die Nahrung auf den thierischen Organismus hat, nur diejenigen innern Verdauungsorgane zu berücksichtigen, welche der äussern Hilfsorgane bedürfen, und die Ernährung durch die Haut ausser Acht zu lassen; denn wenn diese letztere auch in Bezug auf den Einfluss, den sie auf das Leben des Individuums gewinnt, genau so wirkt wie die eigentliche Nahrung, so erzeugt sie doch keine andern Verkettungen mit den äussern Existenzbedingungen, als wie sie auch bei allen übrigen Thieren durch die Haut

und ihre Beziehung zum umgebenden Medium (Luft, Wasser u. s. w.) gegeben sind. Diese letztern bedürfen niemals besonderer vom Willen, Neigung oder Abneigung abhängiger Hilfsorgane, da die Wirksamkeit der Haut in allen solchen Fällen lediglich abhängt von den molecularen Contactbeziehungen<sup>4</sup> zwischen ihr und der umgebenden Flüssigkeit.

Das bisher gewonnene Resultat lässt sich kurz so zusammenfassen. Wir haben gesehen, dass die eigentliche Nahrung Beziehungen zwischen den Thieren und ihrer Umgebung in folgender Weise hervorruft: alle Thiere bedürfen eines gewissen Optimums der Nahrung; gezwungen organische Nahrung neben anorganischer zu sich zu nehmen, werden sie abhängig von Pflanzen, welche allein im Stande sind, durch Zersetzung von Kohlensäure organische Substanzen zu bilden; Qualität wie Quantität der Nahrung erzeugen eine Unmenge verschiedenartiger Beziehungen zur unorganischen Natur und lebenden Wesen; endlich die Hilfsorgane für die Einführung der Nahrung stehen in directer Beziehung zur Lebensweise der Thiere.

Jede Veränderung dieser einmal gegebenen Beziehungen muss nothwendigerweise einen Einfluss auf die davon betroffenen Thiere üben; es kann derselbe hier, wie überall, ein doppelter sein: auswählend oder umbildend. Die in Obigem kurz angedeutete Mannichfaltigkeit jener Beziehungen zwingt uns, einzelne Fälle von hervorragendem Interesse gesondert zu discutiren, um erkennen zu können, inwieweit wirklich jene directen oder indirecten Einwirkungen von seiten der Nahrung auf die verschiedenen Thierformen geübt werden.

Monophage und polyphage Thiere. Eine Scheidung der Thiere in zwei Gruppen, wie sie durch die Ueberschrift angedeutet ist, hat natürlich nur rein physiologischen Werth; auch ist sie nicht ganz durchgreifend, wie wir gleich sehen werden, obgleich ein gewisser Gegensatz zwischen monophagen Thieren, welche nur eine einzige Art von Nahrung zu sich nehmen, und



polyphagen, die vielerlei oder alles fressen, doch unverkennbar und von einer gewissen allgemeinen Bedeutung ist. Wir beginnen mit der Untersuchung der monophagen Thiere.

Wenn wir den Gegensatz zwischen den zwei Arten organischer Nahrung, der pflanzlichen und thierischen festhalten, so sind gewissermaassen alle rein carnivoren oder herbivoren Arten monophage Thiere. In beiden Gruppen aber gibt es wiederum im strengsten Sinne des Wortes monophage Thiere, indem zahlreiche Species beider in der That auf eine einzige Art ernährenden Organismen angewiesen sind. Eine nähere Betrachtung der dadurch erzeugten Beziehungen wird von Interesse sein.

Zunächst leuchtet ein, dass eine gewisse Abhängigkeit zwischen Fleisch- und Pflanzenfressern bestehen muss, die ihren Ausdruck in der Zahl der überhaupt auf der Erde vorhandenen Individuen beider Gruppen findet. Man weiss, dass die Oberfläche der Erde, der trockenen sowol als auch der unter Wasser stehenden, nur im Stande ist eine gewisse durch verschiedene Einflüsse des Standortes beschränkte Zahl von Pflanzen hervorzubringen. Vorausgesetzt nun, dass eine gegebene Menge von Pflanzen — die im Maximum ihrer Zahl vorhanden wären — sagen wir tausend Einheiten von Nahrungsstoffen den zweierlei Thierformen zu bieten hätten, so würden sich carnivore und herbivore Arten nicht zu gleichen Theilen in jene und in das Areal zu theilen vermögen. Die Fleischfresser würden dem Boden die Nahrung nur entnehmen können durch die Hülfe der Pflanzenfresser. Nun ist aber die Umsetzung der nährenden Pflanzentheile in das Fleisch der Pflanzenfresser mit einem gewissen Verlust an Masse selbst verbunden; denn zur Erzeugung von thierischer Wärme, zur Bewegung und Ausübung aller Functionen des thierischen Körpers ist die Oxydation einer gewissen Menge organischer Bestandtheile nothwendig. Nehmen wir nun einmal ganz willkürlich an, es sei

das Verhältniss zwischen der vom Boden erzeugten Pflanzenmenge und der durch Umsetzung dieser ermöglichten Masse von Pflanzenfressern wie 10 : 1, so würden in dem vorhin angenommenen Areal von 1000 Einheiten Pflanzen nur 100 Einheiten (Individuen) pflanzenfressender Thiere leben können. Das Maximum von Nahrung, welches damit den monophagen Fleischfressern geboten wäre, würde nur noch 100 Einheiten betragen. Aber bei der Umsetzung dieser 100 Einheiten thierischer Nahrung in die Organe der Fleischfresser würde abermals ein sehr bedeutender Verlust entstehen; organische Substanz würde verbrannt, das Unverdauliche (Haare, Hufe, Hörner) würde ausgestossen werden; und wenn nun das Verhältniss wieder so wäre, dass zehn Einheiten thierischer Nahrung nur eine Einheit thierischen Körpers bilden könnte, so würden von dem Maximum der Nahrung, wie es durch 100 Pflanzenfresser dargeboten wäre, höchstens 10 Fleischfresser wirklich existiren können. Dasselbe Areal kann also niemals ebenso viel Individuen einer carnivoren wie einer herbivoren Art hervorbringen und ernähren; ein Schluss, der durch die Thatsachen vollauf bestätigt wird. Es ist bekannt, dass die Zahl der Species und Individuen der Pflanzenfresser bei weitem grösser ist, als die der Fleischfresser; im Zusammenhang damit steht die Thatsache, dass unter Wirbelthieren wenigstens die meisten in grossen Heerden lebenden Thiere sich von Pflanzen nähren, während die carnivoren Individuen, überhaupt in geringerer Zahl vorhanden, eine viel grössere Neigung besitzen, sich in kleinen Familien abzusondern. So hängt also die Individuenzahl der monophagen Thiere in hohem Maaße von der Art ihrer Nahrung ab, ja selbst die primitivste Lebensgewohnheit, sich zu isoliren von seinesgleichen oder gesellig in grossen Heerden zu leben, wird in entschiedenster Weise durch sie beeinflusst, wenn nicht vielleicht geradezu hervorgerufen.

Die hierdurch scharf bezeichnete grosse Abhängigkeit

der carnivoren von den herbivoren Thieren stellt eine andere Frage auf: die nach der Möglichkeit thierischen Lebens an Orten, wo keine Pflanzen wachsen, also auch keine Pflanzenfresser existiren können. Dies letztere ist der Fall z. B. in den grossen Tiefen des Meeres; man weiss jetzt, dass — entgegen der eine kurze Zeit lang herrschenden Ansicht von der Unbewohnbarkeit des Meeresgrundes — eine sehr bedeutende Menge der mannichfaltigsten Thiere an Orten leben, wohin kein Sonnenstrahl dringen und also auch keine Pflanze wachsen kann. Nach Forel hören chlorophyllhaltige Pflanzen im Genfersee in der Tiefe von etwa 100 Faden auf; die Grenze im Meere scheint nahezu dieselbe zu sein; trotzdem finden sich dort im Genfersee, der viel tiefer ist als 100 Faden, und überall am Boden der sehr tiefen Weltmeere eine Menge lebender Thiere. Diese können demzufolge sich nicht von lebenden Pflanzen ernähren; sie werden alle Fleischfresser sein müssen, was durch die Beobachtung bestätigt wird. Da sie aber nicht organische Substanzen aus Kohlensäure, Wasser und Ammoniak erzeugen können, so müssten sie bald zu Grunde gehen, wenn nicht Ersatz für die zerstörten Nährthiere geleistet würde; man wird daher annehmen dürfen, dass einem Theil derselben die in Pflanzen an der Meeresoberfläche erzeugte organische Nahrung auf irgendeine Weise von oben her zugeführt werde. Dies Problem ist jüngst von Professor Möbius in Kiel einer Untersuchung unterzogen worden. Er kam zu dem Schluss, dass die organische Materie an der Meeresoberfläche, wie sie hier durch Verwesung der Pflanzen und Thiere entsteht, durch sogenannte Senkströme — erzeugt durch Temperaturdifferenzen in der Tiefe und an der Oberfläche — nach unten geführt werde. Diese Theorie kann indess nicht als durch das Experiment bewiesen angesehen werden, welches Möbius zu diesem Behufe anstellte. In kleinen Aquarien, welche völlig vor jeder Erschütterung geschützt waren, traten infolge von Temperatur-

verschiedenheiten Senkströme auf, welche hinreichten, den ungleich hohen Schlamm Boden des Aquariums allmählich ganz zu ebnen. Man weiss nun zwar, dass im Meere vielfach Strömungen vorhanden sind, die bis auf den Grund reichen, und welche von der Oberfläche aus andern Gegenden stammend ganz geeignet zu sein scheinen, den Tiefseethieren die Nahrung von der Höhe her zuzuführen. Aber Möbius deutet selbst schon an, dass eine Voraussetzung dabei noch unbewiesen sei: dass nämlich die von zerfallenden Pflanzen und Thieren der Oberfläche herrührenden organischen Theile auf ihrer Reise in die Tiefe unzersetzt bleiben müssten, wenn sie wirklich den Thieren dort zur Nahrung dienen sollten. Ob dies aber der Fall ist, wissen wir nicht; und die recht feine Theorie Möbius' wird wol einstweilen auch noch unbewiesen bleiben, oder vielleicht gar bald durch andere nicht minder plausible ersetzt werden.

Wir wollen nun einige mit der Monophagie gewisser Thiere verknüpfte auffallende Erscheinungen näher untersuchen, und durch Discussion einiger Beispiele die äusserst mannichfaltigen Beziehungen aufzudecken versuchen, welche hervorgebracht zu sein scheinen durch die Anpassung verschiedener Thiere an eine einzige Nahrungsart. Es ist klar, dass ein Thier, welches zu seiner Existenz einer einzigen ganz bestimmten Nahrung bedarf, ein Sklave derjenigen Pflanze oder des Thieres sein muss, welches allein dieselbe zu liefern im Stande ist; ein solches monophages Thier muss somit in vielen Fällen zugleich auch noch der Lebensweise desjenigen Organismus angepasst sein, von welchem es lebt. Viele Vögel nähren sich, wie man weiss, ganz ausschliesslich von harten Pflanzensamen. Da nun der Vogelschnabel nur selten geeignet ist, solche Körner zu zerbeissen, so müssen die körnerfressenden Vögel ein anderes Organ besitzen, mit welchem sie jene zu zerkleinern vermögen. Dies Organ ist ihr sogenannter Körnermagen. Derselbe hat an seiner Innenseite eine sehr dicke harte

braune Haut, welche vortrefflich geeignet ist, die harten Körner mit Hülfe der gleichzeitig gefressenen Sandkörner und Steinchen zu zerreiben und die weichern Theile des Magens gegen die schädlichen Einwirkungen der letztern zu beschützen. Hier findet sich also eine Eigenthümlichkeit, die ihren Besitzern gestattet, sich eine besondere Nahrungsmasse zu Nutze zu machen, welche zu sich zu nehmen, z. B. den mit weichem Magen versehenen Raubvögeln versagt ist. Eine noch schlagendere Illustration für die Thatsache, dass solche, auf eine einzige Art der Nahrung berechneten Organe mitunter in sehr unerwarteter und von der Schule fast für unmöglich gehaltenen Weise auftreten, bildet unter den Schlangen die Gattung *Dasypeltis*, deren Arten in Afrika vorkommen und sich von Vogeleiern ernähren. Die *Dasypeltis*arten verschlingen ihr Futter, die Eier, wie andere Schlangen Frösche oder Fische, Schnecken oder Säugethiere. Aber die eigentliche, im Ei enthaltene Nahrung wird von einer festen kalkigen Hülle, der Eischale, verschlossen. Wäre die Schlange, um zu dem Inhalt des Eies zu gelangen, in Stand gesetzt, durch ihre Zähne und Kiefer jene Eier zu zerquetschen, so würde sie doch wol den grössten Theil des flüssigen Inhalts verlieren. Das einzige Mittel, nichts davon einzubüssen, ist also das Verschlingen der völlig unversehrten Eier; so gelangen diese freilich uneröffnet in den Magen. Hier nun haben sich in höchst merkwürdiger Weise Organe gebildet, welche sonst ausnahmslos

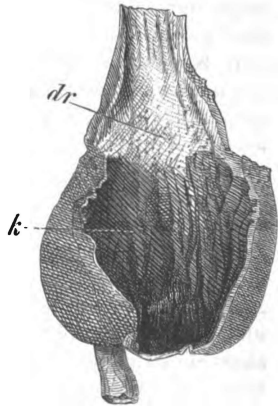


Fig. 13. Durchschnitt durch Schlund und Magen der Taube; *dr* Drüsenmagen; *k* der mit einer dicken braunen Haut ausgekleidete Körnermagen.

auf die Knochen der Mundhöhle beschränkt sind, nämlich echte Zähne. Diese stehen fest eingewachsen auf der Unterseite der Wirbel über der Vorderseite des Magens und sie durchbrechen mit ihren Spitzen die Magenwand so weit, dass sie geeignet zu sein scheinen, die an ihnen vorbeipassirenden Eier zu zerbrechen; in der That auch müssen sie so wirken, da es die einzigen festen Theile im Magen sind, welchen eine solche Aufgabe zuertheilt sein könnte. Es ist dies, wie gesagt, der einzige Fall des Vorkommens von echten, als solche wirkenden Zähnen an einer andern Stelle, als den Knochen, welche die Mundhöhle umstellen; eine Ausnahme, welche aber, wie man sieht, in innigster Abhängigkeit steht von der Liebhaberei jener *Dasypeltis*-arten, Vogeleiern als ausschliessliche Nahrung zu sich zu nehmen.

Diese wenigen Beispiele, denen jedermann leicht zahlreiche andere hinzufügen kann, da viele allgemein bekannt sind, können hier für den Nachweis genügen, dass Monophagie der Thiere oft gebunden ist an das Auftreten besonderer Organe oder Structurverhältnisse, und dass demzufolge die Erhaltung dieser Arten ganz ausschliesslich beruht auf der Wirksamkeit dieser letztern. Unzureichende Ausbildung derselben würde unfehlbar die Art vernichten — vorausgesetzt allerdings, dass diese nicht im Stande wäre, sich an eine andere Nahrungsweise zu gewöhnen.

Mitunter auch hängt die Anpassung an eine einzige Art der Nahrung nicht, wie in den hier betrachteten Fällen, von der Existenz specieller Organe ab, sondern von einem eigenthümlichen Entwicklungscyklus jedes Einzelthieres. Das ist z. B. der Fall mit allen Eingeweidewürmern. Diese würden aussterben müssen, wenn nicht ihre Larven im Stande oder gezwungen wären, auszuwandern und sich ihr Futter an andern Stellen zu suchen wie ihre Aeltern. Man nehme z. B. an, dass der Bandwurm oder selbst die Trichine fähig wäre, ihren ganzen Entwicklungscyklus innerhalb des-

selben Wohntieres zu vollenden, so wäre ihre Erhaltung als Arten nur möglich, wenn alle Menschen gewohnheitsmässige Kannibalen wären. Dem entsprechend finden wir, dass alle Eingeweidewürmer mehr oder weniger lange Wanderungszeiten als junge, geschlechtslose Thiere oder als Larven durchzumachen haben; sie wechseln dabei mehrmals die Zwischenwirthe — da sie oft gleich anfänglich nach kurzer Zeit des Freilebens im Wasser zu Parasiten werden —, bis sie endlich geschlechtsreif geworden wieder in ein ähnliches Thier oder Organ gelangt sind, wie das war, welches sie als Embryonen oder als Larven verliessen. Diesem Gesetze der nothwendigen Wanderung sind alle Entoparasiten, d. h. solche, die im Innern eines Thierkörpers oder seiner Organe leben, unterworfen. Es findet selbst seine Anwendung auf die wohlbekanntete *Trichina spiralis*, welche alle Stadien ihrer Entwicklung in demselben Thier durchzumachen im Stande ist; sie unternimmt trotzdem ihre Wanderungen in der Jugendzeit, nämlich vom Darm aus zu den Muskeln. Von diesen aus aber ist sie unfähig, wieder zu demselben Darm zurückzukehren, obgleich sie in ihm sehr wohl im Stande sein würde, sich geschlechtlich zu entwickeln und Eier zu erzeugen; sie muss unbedingt von den Muskeln aus in den Darm eines andern Thieres (Ratte, Maus u. s. w.) gelangen, um von hier aus in der zweiten Generation erst wieder in den Menschendarm einwandern zu können. Erreicht die Muskeltrichine den Darm eines andern Einzelthieres nicht — wie es meist bei den Menschen der Fall sein wird — so stirbt sie unfehlbar ab, obgleich ihre Lebensfähigkeit eine enorme ist; zehn Jahre lang kann eine solche Trichine eingeschlossen in einem Muskel leben. Es beruht also auch hier die Erhaltung der Art als solcher auf der Fähigkeit ihrer Larven zu wandern und ihre Nahrung in andern Thieren zu suchen, welche ihnen die Uebertragung in jene Formen sichern, in denen allein sie die zur vollen Ausbildung und Ausübung der Geschlechtsthätigkeit nothwendigen speciel-

len Nahrungsstoffe finden. Würde sich ein junger Parasit verirren, oder von dem unrichtigen Thiere verschlungen werden — eine Muskeltrichine z. B. von einem Fisch — so würde er unfehlbar zu Grunde gehen, es sei denn, dass er fähig wäre, sich an die ihm eigentlich nicht zukommende Nahrung rasch zu gewöhnen. Solche Fälle von Angewöhnung parasitischer geschlechtsreifer Würmer an ungewohnte Nahrung sind aber nicht bekannt. Es scheint daher, als ob hier ausnahmslos der mit der Wanderung im Jugendleben verbundene Nahrungswechsel der Species denselben Dienst leistet, wie bei andern Thieren specielle, auf ganz bestimmte Nahrungsweise eingerichtete Organe; die Erhaltung der Art als solcher hängt dort ebenso sehr von jenem Nahrungswechsel und Wanderung, wie hier von der Einrichtung und Arbeitsfähigkeit einzelner Organe ab.

Eine ähnliche Abhängigkeit der Art von ihrer Nahrung findet sich natürlich nicht bei den rein polyphagen Thieren. Ihre Polyphagie gestattet ihnen eben, ihre Nahrungsweise beliebig zu ändern, ohne irgendwie oder erheblich zu leiden, wenn sie durch irgendeine äussere Ursache zur Aenderung ihrer Lebensweise gezwungen werden sollten. Es darf indess doch nicht vergessen werden, dass auch für diese Thiere eine gewisse, wenn auch nicht sehr weitgehende Abhängigkeit von der Nahrungsart besteht. Es ist jetzt allgemein bekannt, dass bei vielen Thieren ein bestimmtes Verhältniss zwischen den Mengen und den Arten der Nahrung obwalten muss, wenn jene im Stande sein sollen, den grösstmöglichen Nutzen aus der aufgenommenen Nahrung zu ziehen. Der Mensch liefert das in dieser Beziehung am besten gekannte Beispiel. Stärkemehl oder Zucker, Fett oder Fleisch, Salze, Wasser und Stimulantia müssen von ihm in gewissen Quantitätsverhältnissen aufgenommen werden — welche als Optima der Nahrungsweise zu bezeichnen sind —, wenn sie alle die ihnen eigenthümlich zukommende und dem Organismus zuträgliche Wirkung wirklich hervorbringen



sollen. Wir sind sicherlich zu der Annahme berechtigt, dass ähnliche Beziehungen zwischen den verschiedenen Nahrungsbestandtheilen auch bei den übrigen polyphagen Thieren vorhanden sind. Aber wir wissen nichts oder nur sehr wenig hierüber; obgleich es sehr interessant sein würde, zu erfahren, ob ähnliche oder ganz abweichende Mischungsverhältnisse der Nahrungsbestandtheile, wie beim Menschen, für niedriger stehende polyphage Thiere, z. B. Insekten, Krebse oder Schnecken bestehen. Eine Aufzählung der polyphagen Thiere hat daher einstweilen kein Interesse, da wir durch sie nichts über die Abhängigkeit der polyphagen Thiere von bestimmter Nahrungsmischung oder über ihre gänzliche Unabhängigkeit davon erfahren.

Manche Fälle von Polyphagie sind indess von einem andern Gesichtspunkt aus aufgefasst von grosser Bedeutung. Wenn man nämlich die physiologischen Leistungen eines Thieres mit seiner systematischen Stellung in Verbindung bringt, so würde man vielleicht erwarten mögen zu finden, dass alle Arten einer Gattung und noch vielmehr alle Einzelthiere einer Species ganz gleichmässig abhängig sein würden von derselben Nahrungsmischung; man würde ganz besonders geneigt sein zu dieser Annahme in allen solchen Fällen, in denen, wie man weiss, die Nahrungsaufnahme geradezu abhängt von der Anwesenheit eines einzigen Organes von ganz bestimmtem Bau und Wirkungsweise. Ein solcher Schluss würde nichtsdestoweniger völlig unberechtigt sein. Wir wollen die Frage, inwieweit verschiedene Einzelthiere derselben Species im Stande sein mögen, ihre Nahrungsweise zu ändern, einstweilen bis auf später zurückstellen und hier nur diejenigen Fälle untersuchen, welche zeigen, dass manche polyphage Arten in Gattungen gefunden werden, die sonst nur rein carnivore oder herbivore Monophagen enthalten.

Die Mehrzahl aller Papagaien sind, wie man weiss, Pflanzenfresser, d. h. sie nähren sich von Körnern und Früchten. Viele indess fressen auch leidenschaftlich

Insekten, ja selbst Fleisch und es scheint jetzt ziemlich allgemein in Zoologischen Gärten geübter Brauch zu sein, eine gewisse Menge Speck der vegetabilischen Nahrung für grössere Papagaien hinzuzufügen. Die Eidechsen der östlichen Hemisphäre sind fast ausnahmslos carnivor, die der westlichen dagegen meist herbivor. Unter jenen aber gibt es einige Arten (*Lacerta agilis*, *muralis* u. s. w.), welche mitunter, wie die Hunde, Gras, auch Früchte verzehren. Auf der Balearischen Insel Ayre, dicht bei Mahon auf Minorca, lebt eine völlig blauschwarze Varietät der *Lacerta muralis*, die ich selbst dort gefangen habe. Die Insel ist ganz kahl; nur niedrige Sträucher bedecken ihren steinigen Boden und während der trockenen Monate Juni bis October sind nicht einmal grabende Insekten auf ihr zu finden. Während dieser Zeit nähren sich die Eidechsen von Pflanzen und vor allem von den Früchten, welche die Bewohner der Insel dort hintragen. Zahlreiche Exemplare, die ich lebend mitbrachte, habe ich viele Monate lang auch während unsers Winters mit süssen und saftigen (eingeweichten) Früchten erhalten können. Nun steht aber in allen Lehrbüchern der Zoologie zu lesen, dass die Eidechsen der Alten Welt ausgezeichnet sind durch am Kiefer festgewachsene Zähne, während die pflanzenfressenden Arten des Westens Zähne besitzen, die in Gruben des Kiefers wurzeln. Die angegebenen Thatsachen genügen, um zu zeigen, dass jener Parallelismus zwischen Nahrungsweise und systematischer Stellung — wie sie durch die Zähne angedeutet erscheint — thatsächlich schon in einzelnen Fällen aufgehoben ist, und man darf die Vermuthung aussprechen, dass er zu grossem Theile wol nur auf ungenügender Beobachtung der Gewohnheiten der Eidechsen von seiten der Zoologen beruhen mag. Die meisten kleineren Affen nähren sich von Früchten; unter ihnen aber zeichnet sich *Jachus vulgaris*, das bekannte *Uistiti*, aus durch eine absonderliche Liebhaberei für die so übelriechenden Küchenschaben (*Blattaarten*).

Unser gewöhnlicher Flussbarsch, sowie einige Cypri-  
noiden fressen häufig Entengrütze (*Lemna*), obgleich  
sie einer carnivoren Fischgruppe angehören; Eichhörn-  
chen sind die grössten Feinde unserer Singvögel, deren  
Eier und Junge sie in grosser Menge verzehren; ein-  
zelne Individuen des russischen braunen Bären nähren  
sich von Hafer, andere von Honig, wieder andere von  
Ameisen oder Fleisch. Schliesslich will ich nur noch  
eine, von andern und von mir selbst häufig in Aqua-  
rien beobachtete Thatsache anführen. Die wohlbekannte  
europäische Teichhornschnecke (*Lymnaeus stagnalis*) ge-  
hört zu einer Gruppe von Schnecken, welche sich alle  
von Pflanzen nähren; allgemein auch werden ihre Zähne  
von den Malacologen als typische Zähne eines echten  
Pflanzenfressers angesehen. Nichtsdestoweniger verzehrt  
die Teichhornschnecke mit Vorliebe die gewöhnlichen  
kleinen Wassersalamander (*Triton*); ich habe öfters be-  
obachtet, dass sie rasch ganz gesunde, lebende Exem-  
plare des *Triton taeniatus* anfiel und auch überwältigte  
und verspeiste, obgleich das Aquarium voll war von  
üppig wachsenden Pflanzen, von denen sich für gewöhn-  
lich diese Wasserschnecken nähren.

Diese Fälle<sup>5</sup> werden, denke ich, genügen, um zur  
Vorsicht zu mahnen wenn es gilt von der systematischen  
Stellung eines Thieres und der Structur seiner Organe  
aus auf die Lebens- und Nahrungsweise zu schliessen;  
sie lehren ferner, dass ein polyphages Thier mitunter  
leicht genug in ein monophages umgewandelt werden  
kann, ohne dabei sonderlichen Schaden zu leiden.

Im allgemeinen sind also die polyphagen Thiere we-  
niger abhängig von ihrer Nahrung als die monophagen;  
es kann daher das Futter auch nur einen schwächern  
auswählenden Einfluss auf jene ausüben als auf diese.  
Nimmt man z. B. an, es werde ein Thier, welches bis  
dahin auf eine ganz bestimmte Art von Thieren oder  
Pflanzen als Nahrung angewiesen gewesen sei, plötzlich  
in ein fremdes Land versetzt, wo diese fehlen; oder es  
würden seine Futterthiere oder Pflanzen ausgerottet

werden, während jenes nicht vernichtet würde: so könnte doch in beiden Fällen das Fortbestehen der Art als solcher dadurch ermöglicht werden, dass die überlebenden Exemplare sich rasch an den Einfluss der veränderten Nahrung gewöhnten. Solche Angewöhnung an neues, nicht eigentlich dem Thiere zukommendes Futter möchte bei monophagen Thieren fast als unmöglich erachtet werden, weniger so bei polyphagen.



Fig. 14. *Larus argentatus*, eine der beiden Mövenarten, mit denen Hunter und Higginbottom experimentirt haben.

Aus beiden Gruppen sind indess doch schon manche Formen bekannt, welche absichtlich oder gezwungen ihre Nahrung und dem entsprechend selbst auch ihre Lebensweise zu ändern vermögen. Der bekannte Anatom und Physiolog John Hunter hat schon vor langer Zeit die Beobachtung mitgetheilt, dass eine Mövenart (*Larus tridactylus*) von Körnern leben kann, obgleich sie einen auf Fleischnahrung berechneten Magen hat; sie nährt sich für gewöhnlich von Fischen. Eine andere Art (*Larus argentatus*) soll, wie Dr. Edmonstone

uns mittheilt, auf den Shetlandsinseln im Sommer Körner, im Winter Fische fressen. In ähnlicher Weise hat sich der Coypu (*Myopotamus Coypu*) auf den Chonosinseln, nahe der Westküste von Südamerika, an thierische Nahrung gewöhnt; hier frisst er vorzugsweise Meeres-schnecken der Küsten, wo sich das Thier allein aufhält; auf dem Festlande nährt es sich ausschliesslich von Wurzeln, die es hoch oben im Lande an den Ufern der Ströme und Bäche ausgräbt. Ein sehr interessantes



Fig. 15. *Myopotamus Coypu*.

Beispiel liefert uns der Kia (*Nestor mirabilis*) auf Neuseeland; dies zu den Papagaien gehörige Thier nährte sich früher vom Saft der Pflanzen und Blumen, neuerdings aber hat es sich angewöhnt, das Blut der frisch geschlachteten Schafe aufzulecken, und es wird angegeben, dass der ursprünglich so harmlose Vogel durch die immer mehr sich steigernde Liebhaberei für Schafblut geradezu zu einem gefährlichen Feind der Schafherden Neuseelands geworden sei, da er selbst den lebenden Thieren jede noch so kleine nasse Wunde ableckt und dadurch eine Reizung hervorruft, die oft

genug den Tod der Schafe herbeiführen soll. Dr. Philipp, der rühmlichst bekannte Zoologe der Universität Santiago de Chile, hat kürzlich einen noch wunderbaren Fall mitgeteilt. Zwei Pferde auf dem Gute eines Herrn Nikolaus Paulsen sollen nach ihm Wochen hindurch die üble Gewohnheit geübt haben, alltäglich vom Hühnerhofe einige junge Tauben und Hühner zu verzehren. Im Zoologischen Institut hier zu



Fig. 16. *Nestor mirabilis*, der Papagai Neuseelands, der sich allmählich gewöhnt hat, Blut und Eiter der Schafe abzulecken.

Würzburg halte ich seit sechs Jahren ein Pärchen ausgewachsener, vollständig zahm gewordener Prairiehunde. Das Männchen, dem ich den urdeutschen Namen Hans gegeben, weicht in seinem Geschmack ganz auffallend vom Weibchen Gretel ab. Diese, in jeder Beziehung eine Zierde ihres Geschlechts, immer sanft, bescheiden und zärtlich, aber auch schüchtern, zieht Pflanzennahrung — frische Pflanzen, Brot, Nüsse und Korn u. s. w. — vor, obgleich sie mitunter auch Fleisch und Leber

nicht verschmäht. Hans aber, unverschämt, heftig und misstrauisch und ein echter Haustyranne seinem Weibchen gegenüber, frisst leidenschaftlich alles, was überhaupt von thierischen Nahrungsstoffen zu fressen ist. Als früher noch Aquarien in dem Zimmer standen, in dem Hans und Grete leben, suchte er öfters Fische oder Krebse zu fangen, die er gierig verzehrte; Fett wie Leber oder Fleisch, Eier oder Frösche, Ameisen-eier und Insekten, kurz alles Thierische ist ihm als Nahrung willkommen; das frische Blut eben geschlach-

teter Thiere leckt er mit grösstem Behagen auf. Offenbar wird sich Hans an viele dieser Nahrungsstoffe erst in meinem Institut gewöhnt haben. An und für sich ist freilich die Sache nicht so sehr auffallend, da die meisten — oder doch sehr viele — Nagethiere zu den polyphagen oder gar omnivoren Thieren gehören; aber sie wird interessant durch die Thatsache, dass das Weibchen sich durchaus nicht in gleicher Weise an thierische Nahrung gewöhnt hat wie das Männchen. Dies bringt mich auf eine Beobachtung, die ich während meines Wanderlebens ganz wider meinen Willen zu machen Gelegenheit fand. Das ägyptische Krokodil (*Crocodylus biporcatus*) ist, wie man weiss, sehr weit verbreitet, und es lebt in grossen Mengen auch in den Flüssen und am Meeresufer der Philippinischen Inseln. In Aegypten gilt dies Thier für äusserst gefährlich, und es soll hier eine ganz ausgesprochene Neigung für Menschenfleisch haben. Als ich die Philippinischen Inseln bereiste, wurde mir oft von Eingeborenen erzählt, dass man zwei Arten von Krokodilen unterscheide, die einen frässen vorzugsweise gern Menschen, die andern nicht; manche der erstern sollen den Eingeborenen wohl bekannt sein und in Cagayan auf Luzon, wo ich das Skelet eines kürzlich gefangenen Thieres von reichlich 22 Fuss Länge sah, wurde mir versichert, dass in dem Flusse ein riesiges anthropophages Krokodil lebe, das nicht zu fangen sei und seit langen Jahren von den Einwohnern einen besondern Beinamen erhalten habe. Ich war sehr abgeneigt, diese Geschichten zu glauben, bis ich ein kleines Abenteuer erlebte, welches sie mir dann allerdings als nicht ganz unwahrscheinlich erscheinen liess. Auf einer meiner Excursionen im Nordosten Luzons hatten wir (mein Diener Antonio und ich) einen breiten, aber seichten Fluss am frühen Morgen mit einem Canoe überschritten; als wir am Abend zurückkehrten, war der Kahn verschwunden und kein lebender Mensch in der Nähe zu sehen. Nach langem vergeblichen Warten beschlossen wir den Fluss zu durch-

waten. Ich setzte mich, um Uhr und andere Instrumente vor dem Nasswerden zu schützen, rittlings auf Antonio's Schultern. Als wir nun gerade halbwegs im Flusse waren, wo das Wasser fast bis zu meines Dieners Hals heraufreichte, erschien ein Mann am Ufer des Flusses. Bei seinem Anblick rief ich ihn an und halb scherzend fragte ich ihn: „Gibt es hier Krokodile im Fluss?“ Man kann sich meine Gefühle denken bei der Antwort, die ich erhielt: „O ja, Herr, es sind hier sehr viele Krokodile im Wasser — aber sie fressen keinen Menschen!“ Jeder wird hierbei an die zahlreichen ähnlichen Geschichten erinnert, die man sich von Haien, Alligatoren und andern Bestien erzählt und die alle darauf hinauslaufen, zu beweisen, dass bei ihnen oft die wunderbarsten Liebhabereien in der Wahl ihrer Nahrung obwalten und selbst Individuen derselben Thierart hierin gewaltig voneinander abweichen.

Es wird unnöthig sein, noch weitere Beispiele anzuführen, oder gar die Glaubwürdigkeit der in Umlauf befindlichen Geschichten über Krokodile zu untersuchen; denn auch ohne diese letztern genügen die im Obigen angeführten Beispiele, um zu zeigen, dass Polyphagie oder Monophagie nicht unwandelbare Eigenschaften sind, sondern dass vielmehr fast jede Species mehr oder minder die Art ihrer Nahrung zu verändern vermag. Die Abhängigkeit eines Thieres von seiner Nahrung ist daher auch nicht eine absolute und die auswählende Kraft der Nahrungsmittel ist somit, wie man sieht, in Etwas eingeschränkt durch die Fähigkeit der Thiere, sich mit sehr wechselndem Erfolg an bisher ungewohnte Nahrungsstoffe zu gewöhnen. Immerhin wird jener auswählende Einfluss der letztern noch gross genug bleiben müssen, namentlich bei monophagen Thieren; und es ist mehr als wahrscheinlich, dass ein rascher und plötzlicher Wechsel der Nahrungsweise, wie er mitunter den Thieren durch äussere Umstände aufgezwungen werden kann, den meisten Arten ebenso rasch den Tod wird bringen müssen.<sup>6</sup>



Nimmt man nun an, dass wirklich ein solcher plötzlicher Wechsel der Nahrungsweise vielen Thierarten auf einmal aufgenöthigt worden wäre — wie das z. B. immer bei den Wanderungen der Larven vieler Meeres-thiere und aller Parasiten geschieht — so mussten einige Arten aussterben, weil sie nicht im Stande waren von der ungewohnten Nahrung zu leben; andere konnten überleben, weil sie omnivor waren oder weil sie, wenn monophag, im Stande waren, ihre Functionen den neuen Lebensumständen rasch anzupassen. Im letztern Falle konnte der Bau der Thiere und ihrer Organe unverändert bleiben, trotz der Veränderung der Nahrungsweise, wie dies z. B. mit dem Coypu der Fall gewesen zu sein scheint, dessen auf den Chonosinseln lebende Exemplare sich nicht, soweit wir wissen, von ihren Stammesgenossen des Festlandes irgendwie unterscheiden. Es hätte aber schliesslich jener Nahrungswechsel doch auch die Structur vor allem der nächstbetheiligten Organe hinreichend verändern können, um diese Veränderungen in die Augen springend zu machen; ein direct verändernder Einfluss der durch die Nahrung gegebenen Existenzbedingungen wäre damit erwiesen.

Direct verändernder Einfluss der Nahrung. Es ist allgemein bekannt, dass die Nahrungsmenge sowol auf das Wachsthum des Einzelthieres und seiner Organe, als auch auf seine Gesamtgrösse einen ganz entschieden bestimmenden Einfluss übt, der niemals geleugnet wurde, oft aber auch fälschlich als Erklärungsgrund hat herhalten müssen in Fällen, die man keiner sorgfältigen Untersuchung unterzog. Natürlich kann niemals bestritten werden, dass ein Thier sein, mit den verschiedenen Lebensaltern wechselndes Optimum an täglicher Nahrung zu sich nehmen muss, wenn es seine normale Grösse erreichen soll; wir mögen selbst die Meinung aussprechen, dass wol manche lebende oder fossile Thierarten bei reichlicherer Nahrung, als ihnen zur Verfügung stand, eine noch bedeutendere Grösse erreicht haben würden, als sie so schon thaten. Aber

es würde höchst unlogisch sein, umgekehrt nun auch ohne experimentellen Beweis anzunehmen — wie leider fast allgemein geschieht —, dass die Kleinheit irgend-eines Einzelthieres an bestimmtem Orte immer bedingt sein müsse durch die geringe ihm dargebotene Nahrungsmenge, welche das Optimum nur selten oder nie erreichte. Wir werden später sehen, dass gewisse von mir angestellte Experimente nachweisen, wie sehr un-recht man bisher gethan hat, alle Zwergrassen von Wirbelthieren oder Wirbellosen auf solche Weise zu erklären, und wie selbst die im Optimum vorhandene oder dasselbe übersteigende Nahrungsmenge gar nicht zu wirken vermag, wenn nicht auch in den andern Existenzbedingungen das Optimum erreicht wird. Hier wie überall kann wegen der ausserordentlichen Complicirtheit des thierischen Körpers und seiner Verrichtungen dieselbe Wirkung auf vielerlei Weisen erzielt werden.

Aber die Nahrungsmenge wirkt nicht blos auf die Grösse des Thieres, sondern auch auf gewisse Lebens-verrichtungen bestimmend und auch verändernd ein. Es ist selbstverständlich, dass ein Optimum der Nah-rung allein auch das normale Functioniren aller Organe als solcher sichert; wird jenes nicht erreicht, so werden alle Organe in ihrer Leistungsfähigkeit beeinträchtigt. Dabei treten auch Veränderungen in ihrer Structur ein, d. h. die Thiere magern ab, werden unfähig zur Aus-übung ihrer Geschlechtsthätigkeit u. s. w. Am inter-essantesten in dieser Beziehung sind wol die Einflüsse ungenügender Nahrungsmenge auf Larvenformen oder Entwicklungsverhältnisse. Leider ist hierüber so gut wie nichts Zuverlässiges bekannt und es wäre sehr zu wünschen, dass die verschiedenen zufällig gemachten und beliebig gedeuteten Beobachtungen einmal zum Ausgangspunkt wirklich experimenteller Untersuchungen jener Frage gemacht würden. Einige derselben, die mir noch am meisten Zutrauen zu verdienen schei-nen, will ich hier anführen. Mr. T. G. Gentry von

Philadelphia hat gezeigt, dass die Larven eines Nachtschmetterlings (*Acronycta* sp.) die Gewohnheit, sich vor der Verpuppung einzuspinnen, vollständig verloren, wenn ihnen ungenügende Nahrungsmengen gegeben wurden; auch blieben dann Puppen wie Schmetterlinge kleiner. Sehr interessant sind die sporadisch an Hydroidpolyphen gemachten Beobachtungen von Hincks, Allmann und Schneider. Nach ihnen soll einmal eine Qualle aus der Gruppe der Hydroiden durch Nahrungsmangel bestimmt werden können, die Polypenform, d. h. also die Larvenform, anzunehmen. Zweitens sollen die Hydren der höhern Scheibenquallen (*Medusa*, *Chrysaora* u. s.w.) in Gefangenschaft viel weniger Quallen erzeugen als im freien Meere, und man hat dies, wahrscheinlich etwas voreilig, durch die Annahme erklärt, es sei Mangel an Nahrung die Ursache. Der experimentelle Beweis für die Richtigkeit dieser Vermuthung ist indess nicht geführt worden.

Auch die Qualität der Nahrung übt, neben ihrer Menge, einen direct verändernden Einfluss aus, der in vielen Fällen wol zunächst an den meist beteiligten Organen, den Verdauungsorganen, sich zeigen wird, doch aber auch auf andere Theile übergreifen kann; seltener dürfte auch die Gesamtgrösse des ganzen Thieres dadurch erheblich beeinflusst werden. So interessant dieser Punkt nun auch ist, so besitzen wir darüber doch nur wenig zuverlässige Beobachtungen und noch viel weniger brauchbare, aber doch so nothwendige physiologische Experimente. Die Aermlichkeit des in dieser Richtung verwertbaren Materials macht es nöthig, dasselbe hier ausführlich zu besprechen.

Zunächst wären die von Wallace und andern gemachten Angaben über Einfluss der Nahrung auf Farben zu erwähnen, da Seidlitz denselben in seinen verschiedenen Arbeiten sehr hohe Bedeutung beimisst, obgleich er, wie mir scheint, dabei etwas als erwiesen annimmt, was es im Grunde genommen doch nicht eigentlich ist. Wallace erzählt nämlich, dass ein bra-

silianischer Papagai (*Chrysotis festiva*) gezwungen werden kann, das Grün seiner Federn in Gelb und Roth umzuändern, indem man ihn mit dem Fett gewisser welsartiger Fische füttert, eine Methode, welche die Indianer in der That nach ihm in grossem Maasstabe anwenden. Derselbe Reisende gibt ferner an, dass der ostindische prächtig gefärbte Lori rajah seine glänzenden Farben durch eine besondere Fütterungsmethode erhalten soll. Der Gimpel soll schwarz werden, wenn er mit Hanfsamen gefüttert wird; neuerdings hat man eine blendend gelbrothe Varietät des Canarienvogels in den Handel gebracht, von der gesagt wird, dass man sie durch Fütterung gewöhnlicher Exemplare dieses Vogels mit spanischem Pfeffer erzeugt. Allgemein bekannt ist die Behauptung, dass Schmetterlinge, ganz besonders Arten der Gattung *Euprepia*, eine andere Färbung als die gewöhnliche annehmen, wenn ihre Raupen mit ihnen für gewöhnlich nicht zu Gebote stehenden Blättern gefüttert werden; so soll *Euprepia caja* einfarbig braun werden, wenn man ihre Larven mit Walnussblättern ernährt. Indess ist diesen Behauptungen auch oft genug widersprochen worden; eine systematisch und bewusst auf das Ziel lossteuernde experimentelle Untersuchung ist meines Wissens nie gemacht worden, denn die unzusammenhängenden zufällig oder auf gut Glück von Entomologen oft genug unternommenen Fütterungsversuche können in der That nicht als physiologische Experimente gelten. Noch weniger aber können als solche gelten die von Reisenden, wie Wallace, gemachten Angaben, da sie lediglich auf Hörensagen von seiten roher Indianer beruhen, nicht aber auf den Ergebnissen von ihm selbst angestellter Versuche. Natürlich bin ich weit davon entfernt, zu behaupten, dass ein solcher direct verändernder Einfluss der Nahrung auf die Farbe der Thiere nicht existire oder unwahrscheinlich sei; ich wollte nur betonen, dass wir bisjetzt doch eigentlich nichts *Exactes* hierüber wissen, und dass im Grunde nur die Möglichkeit oder

Wahrscheinlichkeit solches Einflusses der Nahrung auf die Hautpigmente verschiedener Thiere erwiesen ist. Ueber die Natur dieses chemisch-physiologischen Vorganges — was doch das recht eigentlich Wissenswürdige sein möchte — hat man, soviel ich weiss, bisjetzt auch noch nicht einmal eine hypothetische Ansicht geäussert.

Besser angestellt sind einige Experimente, welche beweisen, dass durch directen Einfluss der Nahrung gewisse Structurverhältnisse der Thiere vollständig verändert werden können. Der englische Anatom Hunter fütterte absichtlich eine Seemöve (*Larus tridactylus*) ein ganzes Jahr lang mit Körnern; und es gelang ihm auf diese Weise die ursprünglich weiche innere Magenhaut ihres auf Fischnahrung eingerichteten Magens so vollständig zu erhärten, dass sie in ihrem Aussehen und Structur der harten sogenannten Hornhaut des Körnermagens einer Taube glich. Dr. Edmonstone versichert uns, dass dieses Experiment alljährlich von der Natur ausgeführt wird; die Heringsmöve (*Larus tridactylus*) der Shetlandsinseln ändert die Structur ihres Magens alljährlich zweimal, je nachdem sie sich im Sommer an Getreidekörner, im Winter an Fische zu gewöhnen hat; dieselbe Möve hat dann thatsächlich im Sommer den Magen eines Körnerfressers, im Winter den eines fleischfressenden Raubvogels. Derselbe Naturforscher hat die gleiche Veränderungsfähigkeit der Structur des Magens bei dem Raben beobachtet; Ménétrières gibt das Gleiche für eine Eule (*Strix grallaria*) an.

Diese Experimente reichen aus zum Nachweise, dass der Magen eines fleischfressenden Vogels (Eule, Möve, Rabe) in den eines Körnerfressers umgewandelt wird, wenn ihm die hierzu nothwendige Nahrung während längerer Zeit gereicht wird. Es liegt selbstverständlich nahe, zu fragen, ob denn auch das Umgekehrte stattfinden könne, d. h. ob der Körnermagen eines echten Körnerfressers in den weichhäutigen Magen eines Fleischfressers umgewandelt werden könne. Die Experimente

des Dr. Holmgrén beweisen in der That, dass bei Tauben, wenn hinreichend lange mit Fleisch gefüttert, allmählich der Körnermagen in einen echten Raubvogelmagen umgewandelt wird.<sup>7</sup>

Es war mir nicht möglich, eine grössere Zahl wirklich glaubwürdiger oder experimentell festgestellter Angaben zu sammeln, und ich glaube, dass ich nicht viele wirklich wichtige und benutzbare Mittheilungen dieser Art übersehen habe. Ich sehe dabei natürlich ab von dem in der Anmerkung 8 kurz besprochenen Einfluss der Nahrungsweise auf die Pubertät und die secundären Geschlechtscharaktere der Hausthiere, da wir nicht berechtigt sind, die an künstlich gezüchteten Hausthierrassen gewonnenen Resultate ohne weiteres auch auf alle Thiere, die nicht Hausthiere sind, zu übertragen. So mager nun aber auch die obige Liste ist, so genügt sie doch wol, um zu beweisen, dass Veränderung der Nahrungsweise auch einen directen Einfluss auf manche Structurverhältnisse der Organe zu äussern vermag, obgleich bekannt werden muss, dass wir nichts, absolut gar nichts wissen über die Grenzen der so durch directen Einfluss bestimmter Nahrungsmittel hervorgerufenen Veränderlichkeit. Auch sind die durch Hunter, Edmonstone und Holmgrén experimentell nachgewiesenen Veränderungen in der Structur des Vogelmagens nur äusserst unbedeutend; ebenso wissen wir nicht, ob mit ihnen Umänderungen auch anderer Theile verbunden waren, oder ob solche später hätten daraus entstehen können. Wenn wir nun bedenken, dass trotz des grossen allgemeinen Interesses, welches die Experimente von Hunter und Holmgrén bieten, doch seit jener Zeit weder durch die moderne Zoologie noch auch von seiten der Organphysiologie die mindeste experimentell festgestellte Thatsache hinzugefügt worden ist, weil man dieselben nicht aufsuchte: so kann wol die Meinung als nicht unwahrscheinlich ausgesprochen werden, es dürften zweckmässig und an einer grossen Zahl möglichst verschied-

denartiger Thiere angestellte Experimente eine viel grössere Menge von Resultaten liefern, als uns jetzt in dieser Richtung zur Verfügung stehen. Es ist ferner nicht unmöglich, dass durch veränderte Nahrung fundamentalere Veränderungen, als sie an dem Magen der Taube und der Heringsmöve erzeugt worden sind, bei andern Thieren bewirkt werden möchten, da wir wissen, dass verschiedene Thierarten in sehr verschiedenartiger Weise auf identische Einflüsse reagiren. Schon die oben angeführten Fälle von dem durch Nahrung hervorgerufenen Wechsel der Hautfarbe bei Vögeln und Schmetterlingen beweisen dies; denn es gibt eine grosse Anzahl von Thieren, bei welchen ein Futterwechsel ohne allen Einfluss auf das Hautpigment bleibt.

Der Schluss unserer in diesem Kapitel geführten Untersuchung ist nicht sehr befriedigend: wir sahen, dass in Bezug auf den direct umformenden Einfluss der Nahrung im Grunde noch alles zu thun übrigbleibt. Immerhin genügten die wenigen gut begründeten Fälle, um die Wahrscheinlichkeit darzuthun, dass wir wol nur deshalb wenig Positives über diesen Einfluss wissen, weil keine systematisch durchgeführte Untersuchung desselben vorliegt.<sup>8</sup> Zur Entschuldigung kann allerdings angeführt werden, dass die Zoologen, denen angesichts der Haltung der Physiologen diese Aufgabe vorzugsweise zufallen würde, durch die Entwicklungsrichtung, welche ihre Wissenschaft bisher eingeschlagen hat, sowie vor allem durch absolut ungenügende Ausstattung ihrer Institute daran verhindert wurden.

## DRITTES KAPITEL.

## Der Einfluss des Lichts.

Der poetische Ausdruck, es seien die jetzt lebenden Pflanzen und Bäume die verkörperten Sonnenstrahlen unserer Zeit und die Steinkohlen diejenigen längst vergangener, Millionen von Jahren zurückliegenden Epochen, ist, wie jedermann weiss, in hohem Grade zutreffend; denn die Mehrzahl der pflanzlichen Organismen hängen in ihrem Leben und Wachsthum gänzlich von der directen Einwirkung der Lichtstrahlen ab. Ebenso bekannt ist, dass die Thiere sich in gewissem Sinne von diesem Einflusse freigemacht haben. Gleichwol ist er auch bei ihnen vorhanden; und es könnte selbst die Frage aufgeworfen werden, ob nicht dennoch die Thiere in ebenso hohem Grade vom directen Einfluss des Lichts abhängig seien wie die Pflanzen, wenngleich die Art dieser Abhängigkeit durchaus verschieden wäre. Bei der Discussion dieses Punktes wollen wir den Einfluss der Lichtstrahlen von dem der Wärmestrahlen trennen, wenn auch beide miteinander factisch verbunden sind; wir sind berechtigt dies zu thun, da wir wissen, dass beide Arten von Bewegung in ganz verschiedenartiger und oft selbst entgegengesetzter Weise auf lebende Organismen einwirken.

Verschiedenheit zwischen Thieren und Pflanzen. — Wenn wir die niedrigsten Organismen ausnehmen, so scheinen die Beziehungen zwischen dem Licht und den Organismen vermittelt zu werden durch zweierlei ganz verschiedene Organe — das Auge der Thiere und die Chlorophyllkörper der Pflanzen — welche nichtsdestoweniger mitunter miteinander verglichen wurden.<sup>1</sup> Beide Organe scheinen sich auszuschliessen. Allerdings kennen wir hochorganisirte Thiere, die keine Augen haben, und echte Pflanzen ohne Chlorophyll; aber diese entbehren immer der Augen und jene be-



sitzen kein Chlorophyll. Auch scheint in solchen Fällen der Einfluss des Lichts ganz oder fast ganz ausgeschlossen zu sein. Wir dürfen behaupten, dass dieser Gegensatz für die weitaus grösste Zahl aller Thiere und Pflanzen gilt; und es ist sicher, dass echte Augen nie bei Pflanzen gefunden werden, während es immer noch etwas zweifelhaft sein dürfte, ob Chlorophyll, wie öfter behauptet wurde, wirklich bei niedrigen Thieren vorkomme. Theoretisch ist die Anwesenheit desselben in Thieren allerdings nicht unmöglich; und diese theoretische Möglichkeit hat vielleicht auch öfter den Grund zu jener Behauptung abgegeben,

Das allgemeine Interesse, welches sich an solche Annahme knüpft, mag es rechtfertigen, wenn wir hier die einschlägigen Angaben ein wenig genauer discutiren.

Die Chlorophyllkörper der Pflanzen sind, wie man weiss, mikroskopische Elemente von eigenthümlicher Structur und ganz bestimmter Function; ihre Haupteigenschaft ist, Kohlensäure unter dem Einflusse des Lichts zu zersetzen und organische Verbindungen durch Vereinigung von drei oder vier Elementen zu erzeugen. Dies echte Chlorophyll hat aber ausserdem Eigenschaften, welche dem Botaniker, wenn nöthig, gestatten zu entscheiden, ob das Grün dieser oder jener neu entdeckten Pflanze wirklich von Chlorophyll herrühre, ohne erst untersuchen zu müssen, ob diese grünen Theile auch wirklich Kohlensäure zersetzten (und assimilirten). Bestimmte Absorptionsbänder im Spectrum der Chlorophylllösungen, die directe Abhängigkeit von Anwesenheit oder Mangel des Lichts, Reactionen gegen bestimmte chemische Agentien, die eigenthümliche mikroskopische Structur sind solche Eigenschaften. In den meisten Fällen genügt es dem Botaniker, die eine oder andere derselben nachgewiesen zu haben, wenn es sich darum handeln sollte, eine bei Pflanzen auftretende grüne Färbung als von Chlorophyll herrührend zu erweisen. Es ist ferner bisjetzt — soweit ich weiss — keine nennenswerthe Ausnahme von der Regel bekannt,

dass alles Pflanzengrün nicht durch echte Pigmente, sondern durch Chlorophyll erzeugt werde. Mit Thieren aber verhält sich die Sache ganz anders. Wir wissen, dass die meisten Thiere positiv nicht im Stande sind, Kohlensäure zu zersetzen; aber sie sind trotzdem sehr häufig grün gefärbt. In weitaus den meisten Fällen wird diese grüne Färbung sicherlich nicht durch Chlorophyll hervorgebracht, sondern durch echtes Pigment. Wir können daher bei Thieren nicht ohne weiteres das Vorhandensein von Chlorophyll behaupten, selbst wenn es gelang, die directe Abhängigkeit der Thiere vom Licht, oder die Aehnlichkeit des Spectrums von Lösungen des grünen Pigments mit dem des Chlorophylls oder eine vielleicht vorhandene Uebereinstimmung in der mikroskopischen Structur nachzuweisen; der positive Beweis seiner Existenz kann nur erbracht werden durch den Nachweis des Vorhandenseins aller charakteristischen Eigenschaften des echten Chlorophylls im Thiergrün. Da muss denn von vornherein bemerkt werden, dass der Hauptpunkt, die Zersetzung von Kohlensäure durch grüne Thiere, niemals durch exacte Experimente nachgewiesen worden ist.

Die Thiere (Fig. 17), bei denen die Existenz von Chlorophyll behauptet wird, gehören ausschliesslich zu den Wirbellosen. Unter den Protozoen sind hauptsächlich bekannt: Euglena, Stentor, viele Radiolarien und Spongilla; unter den Coelenteraten der grüne Süßwasserpolymp (Hydra) und unter den Würmern einige Turbellarien.<sup>2</sup>

Die Argumente für die Behauptung, dass die grüne Farbe aller dieser Thiere wirklich von Chlorophyll herrühre, sind verschiedenartig. Herr Sorby hat gezeigt, dass die grüne Varietät (oder Species) unsers gemeinen Süßwasserschwammes (*Spongilla fluviatilis*) ihre Farbe kleinen Farbstoffpartikeln verdankt, welche identisch mit Chlorophyll zu sein scheinen, indem er nachwies, dass das Spectrum beider völlig übereinstimmte. Dieselbe Vergleichungsmethode wurde von Herrn Ray Lankester

angewendet, welcher in Bezug auf *Spongilla* allerdings zu einem andern Resultat kam als Herr Sorby, dagegen die Anwesenheit von Chlorophyll bei *Hydra viridis* erkannte. Der vielbeklagte Max Sigismund Schulze, dem wir die ersten genauern Notizen über thierisches Chlorophyll verdanken, suchte seine Identität mit dem der Pflanzen durch die chemischen Reactionen verschiedenartiger Lösungen beider Farbstoffe zu erweisen, sowie durch die Beobachtung, dass Vortex

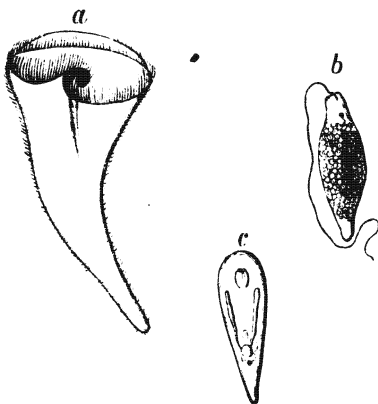


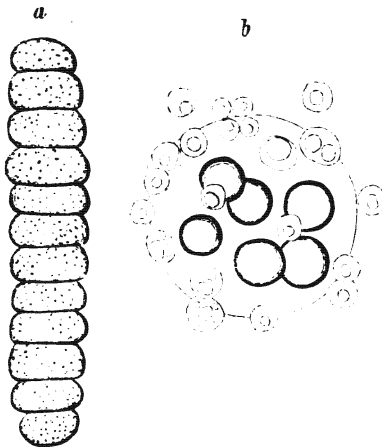
Fig. 17. Thiere, in deren Körper Chlorophyllkörner gefunden werden; *a* *Stentor viridis*, *b* *Euglena viridis*, *c* *Vortex viridis*. Die beiden ersten gehören zu den Infusorien, das letztere zu den Plattwürmern (Turbellarien).

*viridis* seine Farbe im Dunkeln verliert und dass das Thier, gerade wie die Pflanzen, immer der hellsten Lichtseite des Aquariums zustrebt. Aber die Zersetzung von Kohlensäure durch das thierische Chlorophyll wurde von niemand nachgewiesen, obgleich Sorby schon hervorhebt, dass es sehr interessant sein würde zu wissen, ob ein solcher Vorgang wirklich in den Thieren mit Chlorophyll vorkomme; denn durch den Nachweis der Kohlensäurezersetzung bei diesen niedrig stehenden Thieren würde bewiesen sein, dass sie in derselben Weise or-

ganische Materie zu bilden (zu assimiliren) vermöchten wie die Pflanzen, doch aber auch wieder wie alle übrigen Thiere präformirter organischer Nahrung zu ihrem Gedeihen bedürften. Dies aber wäre eine Thatsache von sehr weittragender Bedeutung, die sich in gewisser Weise dem von den insektenfressenden Pflanzen (*Drosera*, *Dionaea* u. s. w.) gelieferten Beispiel anschliessen würde.

Es muss indess hiergegen hervorgehoben werden, dass — die Chlorophyllnatur des Pigments der Chlorophyllthiere unbedingt zugegeben — die Anwesenheit desselben in Thieren auf zweierlei verschiedene Weise erklärt werden könnte. Wären erstlich die Chlorophyllkörper, z. B. eines *Stentor*, wirklich dem Thiere angehörige, durch directe Einwirkung des Lichts aus dem Protoplasma desselben erzeugte Gewebselemente, dann — aber auch nur dann allein — würde man sagen können, dass es wirklich Thiere gäbe, welche in derselben Weise assimilirten wie Pflanzen. Aber es wäre zweitens auch möglich, dass die grünen Bestandtheile nicht integrirende Elemente des Thieres wären, sondern in ihm lebende fremde Körper, Hausgenossen oder sogenannte Commensalen desselben. Die Beobachtungen von Kleinenberg über *Hydra viridis* sind entschieden der erstern Annahme günstig; Schulze's Angaben über *Vortex viridis* sprechen ebenso entschieden für die zweite. Denn dieser sagt ausdrücklich, dass die Chlorophyllkörper dieses Wurmes echte Zellen seien — ungleich denen der Pflanzen; er sagt, sie theilten und vermehrten sich spontan wie Zellen — was die Chlorophyllkörper der Pflanzen ebenso wenig thun — und endlich, dass sie mitunter in einigen Individuen derselben Species gänzlich fehlten. Die Bedeutung dieser Argumente wird erhöht durch andere Thatsachen. Man weiss, dass die meisten Radiolarien regelmässig in ihrem Körper eigenthümliche Körper tragen, die sogenannten gelben Zellen (Fig. 18), und dass in diesen immer einige Stärkekörner zu finden sind. Dieselben gelben (oder

grünen) Zellen finden sich in vielen Süßwasserradiolarien, welche neuerdings häufig zum Gegenstand eingehender Untersuchungen gemacht wurden. Durch dieselben und vor allem durch die sehr sorgfältigen Arbeiten von Cienkowsky ist nun kürzlich bewiesen worden, dass diese gelben Zellen der Radiolarien in der That nichts anderes als einzellige Algen sind, welche als Commensalen mit dem Wohnthier ungefähr in derselben Weise



*Fig. 18.* Collozoum inermis Haeckel, ein Colonien bildendes Radiolar; *a* eine Colonie; *b* ein Einzelthier oder vielmehr die Binnenkapsel eines solchen mit den dunkelcontourirten Fetttropfchen und den aussenliegenden zahlreichen gelben Zellen.

vereinigt leben, wie gewisse Pilze und Algen, die sich bekanntlich zu dem scheinbar einfachen und in der Systematik auch jetzt noch meistens als besondere Pflanzengruppe aufgeführten Pflanzenkörper der Flechten verbinden. Es möchte auf den ersten Blick etwas gewagt erscheinen, anzunehmen, es könnten lebende Pflanzen, obgleich von der denkbar einfachsten Structur, immer oder fast immer mit bestimmten Thieren so vergesellschaftet sein, dass sie scheinbar histologische

Elemente dieser letztern würden; aber wenn wir bedenken, dass zahlreiche Parasiten ganz regelmässig in bestimmten Organen aller oder der meisten Individuen eines Wirththieres vorkommen — wie z. B. gewisse Nematodenlarven im Fusse unserer gewöhnlichen Wegschnecken; wenn wir ferner in Betracht ziehen, dass sehr oft todte oder lebende fremde Körper von ver-

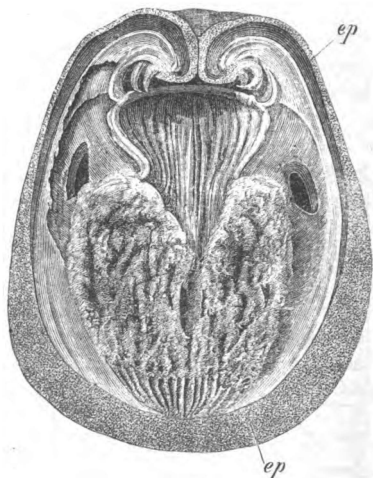


Fig. 19. Längsschnitt durch *Sphenopus Steenstrupii* S. Die Haut des Thieres *ep*, oben am dünnsten, ist in ihrer ganzen Dicke durchsetzt von Sandkörnchen.

schiedenen Thieren — meist von Spongien und Polypen (Fig. 19) — aufgenommen und als normale Gewebselemente verwerthet werden: so gewinnt jene Annahme bedeutend an Wahrscheinlichkeit. Natürlich kann eine entscheidende Antwort nicht auf diese Weise gegeben werden; nur das Experiment ist hierzu im Stande. Aber es erschien mir zweckmässig, die beiden denkbaren Möglichkeiten einander entgegenzustellen und diejenigen Thatsachen aufzuführen, welche uns vielleicht bald

zwingen werden im Vorkommen von echtem Chlorophyll bei Thieren nur einen interessanten und eigenthümlichen Fall von Parasitismus oder Vergesellschaftung zweier so verschiedenen Organismen zu sehen, wie es echte aus Geweben und Organen bestehende Thiere und einzellige Pflanzen sind.<sup>3</sup>

Allgemeine Beziehungen zwischen Licht und Lebensthätigkeiten der Thiere. — Weitaus die grösste Zahl der Thiere hängen vom Licht nur ab durch die Vermittelung des Auges. Dies wird direct bewiesen durch die interessanten, weiter unten genauer zu beschreibenden Versuche von Lister und Pouchet.

Die allgemeinsten Einwirkungen des Lichts, der verschiedenen Intensität und gänzlichen Mangels desselben sind wohlbekannt. Sie zeigen sich bei den meisten Thieren in täglich und regelmässig sich wiederholendem Wechsel; Dunkelheit erzeugt bei den Tagthieren Schlafsucht; und damit ist auch eine Einwirkung auf bestimmte Organe und deren Thätigkeit verbunden, wie z. B. die Menge der ausgehauchten Kohlensäure bei Säugethieren im Schlaf verschieden ist von derjenigen im Wachen. Diese Verhältnisse sind indess hier von keinem besondern Interesse. Wichtiger ist schon die durch Beobachtungen sichergestellte Thatsache, dass alle activen Tagthiere während einer Sonnenfinsterniss rasch in Schlaf verfallen; die Dunkelheit täuscht sie in der Zeit und unterbricht so die Periodicität ihrer Lebensthätigkeit. Aber es reagiren nicht alle Thiere gleichmässig gegen den Wechsel von Licht und Dunkelheit; während die einen (Tagthiere) mit Eintreten der Nacht sich zur Ruhe begeben, werden andere (Nachtthiere) gerade dann munter; und man könnte hiernach versucht sein, alle Thiere in Tag- und Nachtthiere zu scheiden. Indess hätte eine solche Theilung nur einen biologischen Werth; denn man weiss, dass sie nicht parallel geht mit den Verwandtschaftsbeziehungen der Thiere. Wir kennen Tagthiere sowol wie Nachtthiere unter Säugethieren wie Vögeln; einige Schmetterlinge

oder Käfer und andere Insekten sind nächtliche Thiere, die Mehrzahl fliegt am Tage; ja selbst innerhalb einer kleinen Familie oder gar Gattung gibt es einzelne Arten, welche am Tage, und andere, die in der Nacht munter sind. Um nur ein Beispiel zu geben: jeder Entomologe weiss, dass gewisse nächtliche Schmetterlinge — nächtlich nach ihrer Verwandtschaft und Structur, wie z. B. die Sesien oder *Aglia Tau* u. a. — ihre Ruhe in der Nacht halten, dagegen am Tage und oft im hellsten Sonnenschein munter herumfliegen, um nach Futter zu suchen oder die Weibchen zu erhaschen. Die Ursachen dieser Verschiedenheiten in der Lebensweise nahe verwandter Formen sind gänzlich unbekannt, und es erscheint momentan selbst unmöglich, in dieser Beziehung eine Hypothese aufzustellen, die genügen würde, um solchen Wechsel in den Lebensgewohnheiten auf bestimmte Ursachen zurückzuführen.

Bei weitem die meisten nächtlichen Thiere, obgleich ganz munter selbst in der dunkelsten Nacht, besitzen ebenso gut und vollkommen entwickelte Augen wie die Tagthiere. Obgleich nun in der That hier und da — so z. B. bei den Nachtvögeln — gewisse Verschiedenheiten im Bau der Netzhaut ihrer Augen und derjenigen der Tagvögel beobachtet worden sind (M. S. Schultze), welche man hypothetischerweise mit ihrer abweichenden Function oder Zeit des Functionirens in Verbindung bringen möchte: so ist dennoch durch die bisher vorliegenden Untersuchungen keine, auch nur hypothetische Antwort auf die Frage gegeben, warum einzelne mit Sehorganen ausgerüstete Thiere ausschliesslich in der Nacht herumfliegen. Bedenkt man, dass selbst in der dunkelsten Nacht immer eine gewisse Menge Licht auf unsere Erde gelangt, so könnte man allerdings die Hypothese aufstellen, dass den Nachtthieren eben diese geringe Menge von Licht vollkommen ausreiche zum deutlichen Sehen. Aber diese Hypothese würde uns doch eigentlich keine Erklärung der beobachteten That- sachen geben; diese würde erst dann gegeben sein,



wenn es möglich wäre, zugleich auch die Verschiedenheiten in der Structur der Retina bei Nacht- und Tagthieren in directe Beziehung zu den verschiedenen Abstufungen der Lichtintensität, denen dieselben ausgesetzt sind, zu bringen.

Wichtiger, weil direct beziehbar auf gewisse allgemeine Lebensverhältnisse der Thiere, ist das Vorkommen von halbblinden oder blinden Thieren an solchen Orten, wo — wie in tiefen Höhlen, innersten Theilen der Organe grosser Thiere, den tiefsten Stellen des Oceans oder grosser Süsswasserseen — das Tageslicht nicht eindringen kann. Der blinde Flusskrebz der Mammuthhöhle in Kentucky ist ebenso allgemein bekannt wie die blinden Fische, Insekten, Krebse, Amphibien und Säugethiere (Maulwurf) der Alten und der Neuen Welt; so scheint es unnöthig hier im Text<sup>4</sup> eine vollständige Aufzählung dieser Fälle zu geben. Diese allbekannten Thatsachen wurden bisher und werden auch jetzt immer noch als ebenso viele vollgültige Beweise für den Satz angesehen, dass wirklich vollständige Dunkelheit bei ursprünglich sehenden Thieren die Augen allmählich zerstöre; da hier diese Organe absolut nicht gebraucht werden könnten, so müssten sie im Laufe von Generationen allmählich verschwinden nach dem Princip der Degeneration durch mangelnden Gebrauch der Organe. Natürlich setzt diese Erklärung voraus, dass alle solche blinden Thiere von ursprünglich sehenden abstammen; und es lässt sich nicht leugnen, dass gar viele der bisher bekannt gewordenen Thatsachen sehr für die Richtigkeit jener Ansicht sprechen. Einige der sogenannten blinden Thiere sind nicht eigentlich blind, so z. B. der blinde Proteus (Olm, Fig. 20a) aus den krainer Höhlen; dies Amphibium hat ein tief im Körper liegendes und von der Haut gleichmässig bedecktes Auge. Die Structur dieses Organs ist sehr merkwürdig; es enthält alle charakteristischen Theile, die im annähernd embryonalen Stadium verharrten, mit Ausnahme der Linse, von welcher jede



Spur fehlt (Fig. 20*b*); die Pigmentschicht der Retina ist kaum zusammenhängend und besteht nur aus einzelnen zerstreuten Pigmentzellen. Man darf daher wol bezweifeln, dass der Olm im Stande sein werde, ein scharfes Bild von den umgebenden Objecten

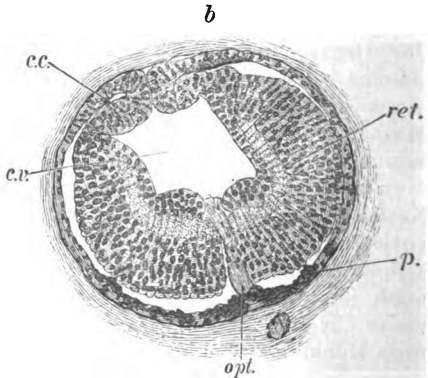


Fig. 20. *a* Proteus aus der Adelsberger Grotte, verkleinert; *b* Durchschnitt durch sein rudimentäres Auge; *opt* der Opticus; *cc* Corpus ciliare, dessen innere Theile aneinander stossen, weil die Linse fehlt; *ca* innere Augenhöhle, aber ohne Glaskörper. Die Zellschichten der Retina ungemein dick, *ret*; die Pigmentschicht *p* nur schwach entwickelt.

zu empfinden, selbst an lichtreichen Stellen; aber Beobachtungen, die ich vielfach an einer seit vier Jahren gehaltenen Proteusfamilie angestellt habe, beweisen unwiderleglich, dass dies Thier sehr empfindlich gegen diffuses Tageslicht ist. Da dieses keine Wärmestrahlen enthält, so kann das Auge des Olm nur die Einwirkung des Lichts empfinden. Nun ist es aber unmöglich anzunehmen, dass die Augen neu entstanden seien

in einem ursprünglich blinden Amphibium, welches, wie der Proteus, in vollständiger Dunkelheit lebte; denn selbst, wenn einmal ein solches Organ unter diesen Umständen hätte entstehen können, so hätte es doch niemals im Kampf um die Existenz beständig werden können, da es ohne wirklichen Nutzen in diesem Kampf gewesen wäre. Die entgegengesetzte Annahme dagegen, dass die rudimentären Augen des Proteus durch Degeneration ursprünglich besser ausgebildeter Augen der Vorältern dieses Genus entstanden seien, erscheint durchaus natürlich, wenn man bedenkt, dass alle übrigen Amphibien gut ausgebildete Augen tragen und zeitweilig ans Licht kommend diese sehr wohl zu benutzen wissen.

Der allbekannte Maulwurf liefert uns ein noch viel besseres Beispiel. Dieses Thier, dessen eigenthümliche Gewohnheiten jedermann kennt, hat echte Augen, denen keiner der wesentlichen Theile des Wirbelthierauges fehlt, obgleich sie alle viel einfacher gebaut, fast von embryonalem Charakter sind. Das ganze Auge ist sehr klein, tief in der Muskulatur liegend und ganz überzogen von der Haut, sodass es äusserlich völlig unsichtbar ist; die Linse besteht nur aus einer sehr geringen Zahl kleiner, wenig veränderter embryonaler Zellen; die Retina ist gleichfalls einfacher als bei den Augen der andern Wirbelthiere. Eine wirkliche Degeneration des Auges, welche dieses unfähig machte zum Sehen, hat demnach hier nicht stattgefunden; dennoch aber ist das Auge des Maulwurfs meist zu gänzlicher Unthätigkeit verdammt selbst dann, wenn es zufällig einmal Gelegenheit fände, sich im Gebrauch zu üben. Diese fast vollständige Blindheit des Maulwurfs ist nämlich nur hervorgebracht durch die gänzliche Degeneration des Sehnerven, sodass bildliche Eindrücke, die im Auge selbst vielleicht entstanden, doch niemals dem Bewusstsein des Thieres übermittelt werden konnten. Mitunter aber wird der Maulwurf doch auch wol etwas sehen können; denn es ist nachgewiesen, dass nicht

immer beide Sehnerven desselben Individuums degeneriren, sodass das eine Auge noch mit dem Gehirn in Verbindung stehen mag, während das andere bereits davon getrennt ist. Ursprünglich aber sind beim Embryo ausnahmslos beide Augen durch den wohlentwickelten Opticus mit dem Gehirn verbunden, also auch theoretisch

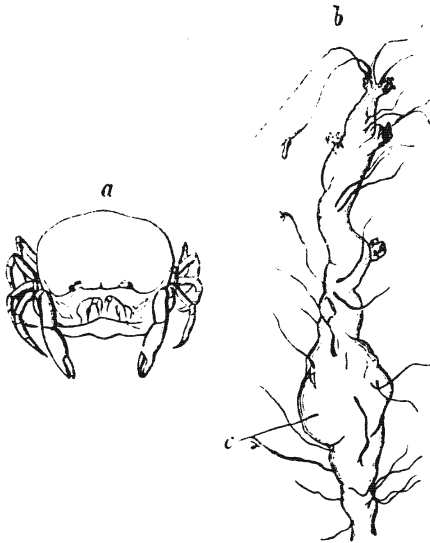


Fig. 21. a *Pinnotheres holothuriae*, natürliche Grösse; b degenerirte Wasserlunge der Holothurie mit der Anschwellung c, in der ein kleinerer *Pinnotheres* sitzt.

völlig functionsfähig. Dies kann in der That als ein vollständig schlagender Beweis für die Richtigkeit der Ansicht gelten, dass der blinde Maulwurf von gut sehenden abstamme; auch scheint es zu beweisen, dass die Blindheit der alten Thiere nicht durch Vererbung, sondern durch den directen verderblichen Einfluss der Dunkelheit auf den Sehnerven jedes einzelnen Individuums hervorgebracht werde.

Diesen Fällen will ich noch einen andern anreihen, den ich selbst beobachtet habe. Unter den Krabben gibt es eine eigenthümliche Familie, die der Muschelwächter (Pinnotheridae), deren zahlreiche Arten gewöhnlich in der Kiemenhöhle von Muscheln leben; einige leben in Wurmröhren, andere (Fig. 21), die ich auf den Philippinen aufgefunden habe, in den sogenannten Wasserlungen der Holothurien. Dies sind lange verästelte Röhren, welche mit dem Enddarm (Cloake) in Verbindung stehen; Parasiten derselben können nur durch den Anus hineingelangen. Haben nun die Krabben als junge Larven ihren Weg dahin gefunden — was wegen der starken durch die Cloake hervorgerufenen rhythmischen Inspirationen von Wasser nicht schwer sein dürfte —, so scheinen sie ihren Platz nie freiwillig wieder zu verlassen; zugleich reizen sie das Organ stark und verstopfen mit zunehmender Grösse mehr und mehr die Röhren, wodurch schliesslich eine starke Degeneration (s. Fig. 21 *b*) der Wasserlung hervorgerufen wird; der Hauptstamm wird stark erweitert, während die Seitenzweige, welche sonst einen reich verästelten Baum bilden, vollständig verkümmern und nur noch als feine, mitunter schwach verästelte Fädchen sichtbar sind. Die hier erzeugten jungen Larven müssen, dem für alle Entoparasiten gültigen Gesetze folgend, auswandern; sie thun dies in der gewöhnlichen Larven-(Zoea-)Form (Fig. 22) aller Krabben und sie haben dem entsprechend wohl entwickelte Augen von typischem Bau. Auch bei der Einwanderung haben sie noch diese Augen; aber allmählich werden sie mit zunehmendem Wachsthum blind oder halbblind; ihre Stirn wächst nämlich über die Augen weg und bedeckt sie schliesslich so voll-

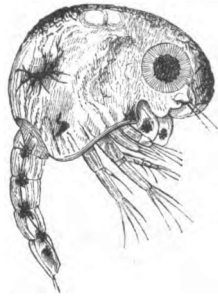


Fig. 22. Zoealarve von *Pinnotheres holothuriae*.

ständig, dass (bei den ältesten Individuen) nicht die geringste Spur derselben oder ihres Pigmentes durch die dicke Haut hindurch mehr zu sehen ist; in derselben Zeit scheint das Auge einer mehr oder minder weitgehenden regressiven Metamorphose zu verfallen.

Die hier angeführten Fälle zeigen nun ganz deutlich, dass Mangel des Lichts mitunter durch Unthätigkeit der Augen auch eine Degeneration derselben erzeugt und zwar bei jedem Individuum innerhalb seiner individuellen Lebensperiode. Es sind aber, wie jeder Zoologe weiss, dies nicht die einzigen Fälle. Die meisten blinden parasitisch lebenden Crustaceen haben Larven mit wohl entwickelten Augen; die jungen Thiere mancher parasitischen Würmer (Trematoden), vieler Muscheln u. s. w., deren ausgewachsene Individuen völlig blind sind, können sehen; in der Mehrzahl dieser Fälle — so z. B. bei allen innern Parasiten — dürfen wir den Verlust der Augen derselben Ursache zuschieben, die wir oben erkannten: dem Mangel des Gebrauchs dieser Organe.

Aber obgleich wir hiernach vollständig berechtigt sind zu sagen, dass völlige Dunkelheit, welche den Gebrauch der Augen nicht mehr gestattet, oft genug einen schädlichen Einfluss auf die Existenz und die Structur derselben geübt hat, so würde es trotzdem gänzlich falsch sein, wollte man nun auch annehmen, dass Mangel des Lichts nothwendig immer zu theilweiser oder vollständiger Blindheit der Thiere führen müsse. Wir kennen jetzt eine Anzahl direct gegen solchen Schluss sprechender Thatsachen. Unter den vielen Höhleninsekten gibt es auch manche, welche vollständig gut entwickelte Augen haben und doch mit den blinden an denselben Stellen leben. In einigen Höhlen, welche ich auf den Philippinen und den Palaos untersuchte, fand ich selbst in den tiefsten absolut dunkeln Stellen nur Insekten mit Augen; *Hadenococcus*, eine Heuschreckenart, welche in den Höhlen von Kentucky lebt, hat gut entwickelte Augen, wie auch andere gleichzeitig mit ihr dort ge-

fundene Thiere.<sup>5</sup> Warum hat nun die Dunkelheit nicht auf diese Thiere ebenso gut gewirkt wie auf die wirklich blind gewordenen? Man könnte vielleicht sagen — und das ist in der That geschehen — dass jene sehenden Höhlenthiere erst kürzlich in die Höhlen eingewandert seien und dem Einfluss der Dunkelheit noch nicht lange genug ausgesetzt gewesen wären; während die blinden oder halbblinden, vor langer Zeit schon eingewandert, ihre Sehorgane infolge des lange anhaltenden Nichtgebrauchs derselben ganz oder theilweise verloren hätten. Aber dieser Erklärung widerspricht schon die oben hervorgehobene Thatsache, dass jeder Maulwurf, Pinnotheres u. s. w. ursprünglich Augen besitzt, die vollständiger Weiterentwicklung und normaler Function fähig zu sein scheinen, und dass der Einfluss der Dunkelheit sich in jedem Individuum direct wirkend und nicht als ein vererbter erweist. Ganz schlagend aber wird jene Erklärung widerlegt durch eine Thatsache, welche in weitem Kreisen sehr wenig und auch unter den Zoologen wol vorzüglich nur den eigentlichen Entomologen bekannt sein wird. Ich verdanke die Kenntniss derselben meinem Freunde Dr. Hagen in Cambridge (Amerika). Bei sämtlichen Arten des Höhlenkäfers *Machaerites* sind nur die Weibchen blind, während die Männchen wohl entwickelte Augen haben; trotzdem leben immer beide zusammen in absolut dunkeln Höhlen. Dies beweist, dass dasselbe Resultat — totale Blindheit — hervorgerufen werden kann durch verschiedene Ursachen; denn wir dürfen unmöglich annehmen, dass im letzterwähnten Fall die Dunkelheit in der Höhle auf die Weibchen allein, nicht aber auf die Männchen zu wirken vermöge; die Blindheit der erstern kann also auch nicht in der Einwirkung der Dunkelheit ihren Grund haben. Zur Bestätigung dieses Satzes kann endlich auch noch das wohlbekanntes umgekehrte Factum, angeführt werden, dass es nämlich manche blinde oder halbblinde Thiere gibt, welche an hellen Orten leben, wo die mittlere Intensität des Lichts

ihnen den Gebrauch von Augen wohl erlauben würde; dies ist z. B. der Fall bei manchen Muscheln (allen Süßwassermuscheln, manchen Seemuscheln), verschiedenen Anneliden (Chaetogaster), Crustaceen (Cyclopiden) u. s. w. Ich selbst habe eine vollständig blinde kleine Asselart (eine Cymothoe, Fig. 23) aufgefunden, welche in einem kleinen durch einen Kalkfels überschatteten Bassin mit schwach brakigem Wasser lebte, an Stellen, wo helles

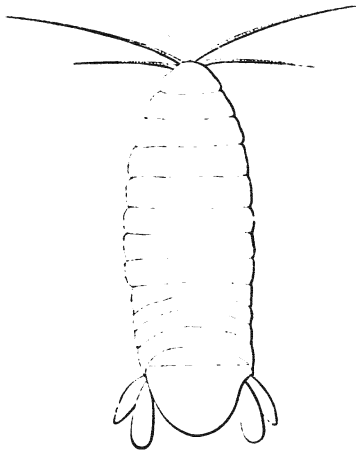


Fig. 23. Blinde Cymothoe des süßsen Wassers, in kleinen Pfützen auf Peleliu (Palauinseln); etwa zehnmahl vergrößert.

Tageslicht hindrang. So sehen wir uns durch die hier erwähnten und eine grosse Menge nicht aufgezählter That-sachen zu der Frage gedrängt: welche verschiedenartigen Ursachen können oder müssen zur Ausbildung neuer und zur Erhaltung oder Zerstörung einmal vorhandener Augen führen? Eine exacte Antwort auf dieselbe kann aber leider in Ermangelung aller experimentellen Untersuchungen vorerst nicht gegeben werden; doch, glaube ich, dürfen wir Zoologen die Schwierigkeit solcher Experimente oder gar die Unmöglichkeit, sie anzustellen,



wol auch als genügenden Entschuldigungsgrund dafür anführen, dass wir sie bisjetzt nie versucht haben.

Wo wir aber ausser Stande sind — wie hier — eine physiologische Frage wirklich experimentell zu behandeln, da muss es auch gestattet sein, hypothetische Erklärungsversuche für die beobachteten Erscheinungen zu machen. Ich halte mich daher auch für berechtigt, hier eine geistreiche Hypothese zu erwähnen, welche schon vor einiger Zeit aufgestellt wurde, um das Vorkommen von sehenden Thieren in den grossen Tiefen des Meeres, wohin absolut gar keine Lichtstrahlen von oben dringen, zu erklären. Es ist noch nicht sehr lange her, da glaubten wir in Uebereinstimmung mit den hyper-dogmatischen Ansichten von Edward Forbes, dass alles thierische Leben am Meeresboden da aufhöre, wo keine Lichtstrahlen mehr hindringen (in einigen hundert Metern). Es ist jetzt aber allgemein bekannt, dass selbst hoch entwickelte Thiere in den enormen Tiefen von 2—3000 Faden sowol im Stillen wie Atlantischen Ocean leben. Wir haben ferner, vorzüglich durch die fortgesetzten mühevollen Untersuchungen der Engländer, Amerikaner und Norweger, eine wunderbare Fauna von Tiefseethieren kennen gelernt, welche dieselbe auffallende Mischung<sup>6</sup> von blinden und sehenden Thieren zeigt, wie wir sie auch in der Höhlenfauna bemerkt haben. Dieser Fall ist um so verwirrender, als die Mehrzahl solcher sehenden Tiefseethiere ausserordentlich verschieden sind von ihren nächsten an der Oberfläche des Meeres im Licht lebenden Verwandten, sodass wir verhindert sind, anzunehmen, es seien erst kürzlich von der Oberfläche her zur Tiefe ausgewanderte Arten; es leidet wol kaum einen Zweifel, dass die meisten sehenden Tiefwasserthiere sehr alte Thierformen sind, Ueberbleibsel vergangener geologischer Perioden. MacCulloch und Dr. Coldstream haben nun, um diese auffallende Thatsache zu erklären, eine hübsche Hypothese aufgestellt, welche später von den Naturforschern der Expedition des „Porcupine“

(1869—70) aufgenommen und erweitert wurde. Diese Hypothese, die in England den Namen der „abyssal theory of light“ erhielt, besteht wesentlich in der Annahme, dass das Licht phosphorescirender Thiere das Sonnenlicht in solchen Tiefen, wo dieses nicht hindringen könne, zu ersetzen bestimmt und befähigt sei. Es ist klar, dass die Correctheit dieser Idee unmöglich auf experimentellem Wege geprüft und festgestellt werden kann; aber gleichzeitig können wir doch auch wol wieder ihre grosse Wahrscheinlichkeit zugeben. Denn obgleich man als Argument gegen diese Annahme darauf hingewiesen hat, dass die Phosphorescenz nicht ausschliesslich eine Eigenschaft von Tiefseethieren<sup>7</sup> sei, sondern — soweit man weiss — im Gegentheil häufiger bei an der Oberfläche lebenden Thieren gefunden werde, so kann dieser Einwurf doch gewiss nichts weniger als ein schlagender genannt werden. Wir kennen durch genaue Untersuchung einzelner Fälle, besonders desjenigen der Leuchtkäfer, dass das phosphorescirende Licht das Product eines chemisch-physiologischen Processes im lebenden Thierkörper ist, ganz ebenso wie Kohlensäure ein natürliches Product der Athmung ist. Was zwingt uns also anzunehmen, dass es nur bei Tiefseethieren vorkommen dürfe, wenn jene Theorie richtig sein solle? Die offenbare Basis des Widerspruchs gegen diese ist die stillschweigend gemachte Annahme, dass, wenn das phosphorescirende Licht für irgendwelche Thiere von Nutzen sein sollte, es auch nur dort hervorgebracht werden müsste, wo es allein in Gebrauch kommen könnte. Dies aber liefert ein Beispiel jenes häufig vorkommenden, aber sehr groben Irrthums, dass die Resultate der Thätigkeit eines Organs oder die Thätigkeit selbst — in unserm Beispiel die Erzeugung von Licht in Leuchtorganen — hervorgebracht sein könnten durch die erst später hinzutretende Nützlichkeit der eben durch jene Function erzeugten Producte. Das phosphorescirende Licht, wie es in den lebenden Geweben der Oberflächenthier entwickelt wird, mag vielleicht niemals als solches

seinen Trägern oder den ihnen nachstellenden Feinden von Nutzen sein; aber dasselbe Product des gleichen chemischen Processes kann darum doch noch von Vortheil sein für andere Thiere, welche, wie die Tiefseethiere, sonst ausnahmslos dazu bestimmt wären, in absoluter Finsterniss zu leben. Wir kennen bisjetzt weder die verschiedenen chemischen Vorgänge, welche bei verschiedenen Thieren das phosphorescirende Licht erzeugen, noch auch den Nutzen, welchen diese Vorgänge selbst für die Thiere haben; aber wir kennen unter den Insekten wenigstens einige Thiere, welchen das von ihnen dabei erzeugte Licht ein Mittel ist, sich gegenseitig aufzufinden — wie bei den männlichen und weiblichen Glühkäferchen (*Lampyris*); und ein solches Licht würde am Grunde des Oceans sicherlich allen Thieren — den verfolgenden wie den verfolgten — gleichmässig von Nutzen sein können, da ohne dieses in völliger Finsterniss das Entrinnen sowol wie das Jagen gänzlich vom Zufall abhinge. Dadurch aber würde auch die merkwürdige Thatsache, dass die Augen bei den Tiefseethieren durchaus nicht immer verkümmern, so weit erklärt worden sein, als es überhaupt möglich sein dürfte.

Nur eine Schwierigkeit scheint dabei obzuwalten. Man weiss, dass zugleich mit jenen sehenden Thieren auch blinde am Grunde des Meeres vorkommen, deren nächste Verwandte von der Oberfläche gut entwickelte Augen besitzen. Warum denn haben diese ihre Augen verloren? Dieselbe Frage stellte sich uns auch schon mit Bezug auf die Höhlenthiere entgegen, wo sie aber nicht einmal hypothetischerweise zu beantworten war. Mit Bezug auf Tiefseethiere — genauer Tiefseefische — hat nun jüngst Dr. Günther in London einen bemerkenswerthen Versuch zur Erklärung gemacht, dessen wesentlichste Bestandtheile, obwol noch unpublicirt, er mir freundlichst mitgetheilt hat. Er hat nämlich unter den von der Challenger-Expedition mitgebrachten Tiefseefischen sehr eigenthümliche blinde und sehende Formen

aufgefunden; diese letztern haben ausnahmslos sehr grosse Augen, welche dadurch ganz besonders befähigt zu sein scheinen, das schwache phosphorescirende Licht in grösster Menge aufzunehmen; die blinden Fische dagegen sind ebenso ausgezeichnet durch mitunter kolossale eigenthümliche Organe auf dem Kopf, welche die Augen gänzlich verdrängt haben und welche eine sehr merkwürdige charakteristische Structur zeigen, die nach Dr. Günther uns zu der Annahme berechtigt, es seien besonders stark ausgebildete phosphorescirende Organe.<sup>8</sup> Diese letztern könnten nun — so meint Dr. Günther — wol in derselben Weise von ihren Trägern benutzt werden, wie Fackeln und anderes künstliches Licht von Fischern gebraucht werden, um Fische anzulocken und zu fangen. Aber wie Piraten durch dieselben Fischerlichter bei ihren Angriffen geleitet werden könnten, so würde auch nebenher das Licht, welches jene blinden Fische in ihren zwei Laternen auf dem Kopfe einhertragen, um ihre Beute anzulocken, zugleich auch ihre Feinde leiten und überhaupt allen übrigen sehenden Fischen in ihren Bewegungen behülflich sein. So könnte man verstehen, dass in dem Kampf um die Existenz, welcher nothwendig zwischen den verschiedenen, am Meeresgrunde lebenden Thieren entstehen müsste, alle Formen mit kleinen Augen und kleinen Leuchtorganen, weil unfähig deutlich zu sehen oder hell genug zu leuchten, bald vertilgt werden müssten, während nur die extrem entwickelten Arten sich in diesem Kampf erhalten konnten. Neuankömmlinge müssten demzufolge entweder im Stande sein, grössere und besser sehende Augen oder gut leuchtende Leuchtorgane zu entwickeln, um nicht dem Aussterben zu verfallen. Selbstverständlich aber setzt dies voraus, dass die Laternenfische des Meeresgrundes, weil blind, andere Mittel statt der Augen zur Unterscheidung und Erkennung der sich nähernden Beute oder Feinde besitzen; und das scheint in der That auch der Fall zu sein, denn es finden sich an ihrer Schnauze lange Fühlfäden (Bar-

teln u. s. w.), in deren Spitzen oder geknöpften Enden sehr wohl Tast- oder Geruchsorgane angebracht sein könnten, die ihnen zu solchem Zwecke dienen möchten.

Specielle Beispiele des Lichteinflusses auf Thiere. Unter den zahlreichen speciellen Einflüssen verschiedener Intensitätsgrade des Lichts oder ihres regelmässigen periodischen Wechsels auf die verschiedenen Functionen des thierischen Organismus sind für uns nur diejenigen von Interesse, welche jetzt schon in Verbindung gesetzt werden können mit der Existenzfähigkeit der Art unter gewissen äussern Lebensbedingungen. So können wir gänzlich ausser Acht lassen, z. B. den Einfluss des rothen Lichts auf die Bildung von Kohlensäure bei der Athmung, die Verschiedenheit der bei Tag und bei Nacht ausgeathmeten Kohlensäuremenge u. a. m., obgleich diese Vorgänge für das Leben der Organe wie der Thiere von höchster Wichtigkeit sind. Schneiden wir diese und andere ähnliche Einflüsse des Lichts ganz ab, so bleiben nur zwei Punkte, welche wir zu discutiren haben werden, nämlich erstens die Abwesenheit oder Anwesenheit von Pigment in der Haut der Thiere und die sogenannte chromatische Function.

Alles thierische Pigment der Haut wurde, wie bekannt, in früherer Zeit als durch directe Einwirkung des die Haut treffenden Lichts entstanden angesehen; und als nothwendiges Corollar zu dieser Ansicht wurde dann auch behauptet, dass Mangel des Lichts immer das Auftreten von Pigment verhindere oder bereits gebildetes zerstöre. Die Thatsache, dass der grösste Theil der Höhlenthiere und fast alle Entoparasiten gänzlich oder fast ganz weiss sind, galt als schlagender Beweis für die Richtigkeit dieses Satzes. Selbst noch im Jahre 1870 wurde von dem berühmten französischen Abgeordneten und Physiologen Paul Bert behauptet, dass die Larven des bekannten Axolotl (Fig. 24) unfähig wären Pigment zu bilden, wenn sie im gelben Licht aufgezogen würden: er bezeichnete in sehr unglücklicher Weise

dies Verschwinden des Hautpigments als „Etioliren“. Dieses Wort hat, wie man weiss, eine ganz bestimmte Bedeutung in der Pflanzenphysiologie; es bezeichnet ganz ausschliesslich jene Fälle von Verschwinden des Blattgrüns bei Pflanzen, die im Dunkeln wachsen, wodurch die Neuerzeugung der assimilirenden und Nahrungsstoff bildenden Organe, der Chlorophyllkörper, verhindert wird; zu gleicher Zeit nehmen die Blätter

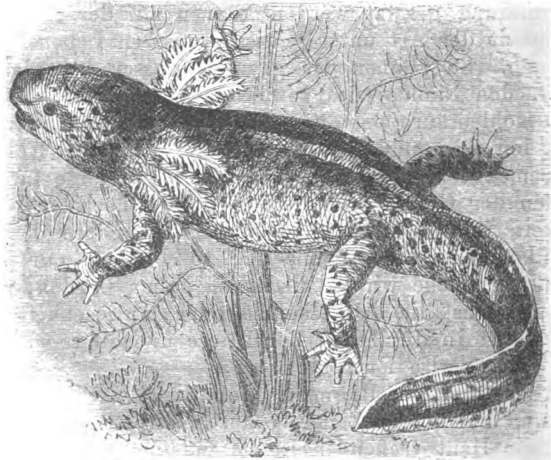


Fig. 24. Siredon pisciforme der Axolotl aus Mexico.

und Zweige der Pflanzen, da nunmehr das Licht nicht mehr als ein Hinderniss gegen excessives Wachstum zu wirken vermag, die ausserordentliche Länge und weisslichgelbe Farbe an, wie man sie z. B. in jedem dunkeln Keller zu Beginn der Treibzeit an den auswachsenden Zweigen und Blättern der Kartoffelknollen beobachten kann. Dagegen ist in den von Bert beschriebenen Fällen von sogenanntem „Etioliren“ der Axolotllarven erstlich kein abnormes Wachstum als Folge des Etiolirens beobachtet worden; zweitens muss

aufs entschiedenste bestritten werden, dass das thierische Pigment zum Etioliren fähig sein könnte, denn es ist sicherlich kein Organ, wie das Chlorophyll der Pflanzen, das im Stande wäre, Kohlensäure unter dem Einflusse des Lichts zu zersetzen. Der Name ist also entschieden falsch von Bert auf solche Fälle angewendet worden, bei denen infolge irgendeiner Ursache das Hautpigment verschwindet; ob die von Bert angegebene Ursache — gelbes Licht oder gänzlicher Mangel des Lichts — wirklich die primäre Ursache des Verschwindens des Hautpigments sei, ist durchaus nicht erwiesen. Wir wissen, dass bei Pflanzen alles echte Pigment — nicht das Grün des Chlorophylls oder das Braun und Roth des Xanthophylls u. s. w. —, also das wirkliche gelbe, rothe, blaue Pigment der Blumen ebenso gut in vollständigster Dunkelheit wie im vollen Tageslicht erzeugt wird. Tulpen z. B., welche im Dunkeln zur Blüte gebracht werden, machen einen sonderbaren Eindruck durch den Gegensatz der glänzenden Farben ihrer Blumen und der ungestalteten Formen und weissgelben Farbe ihrer etiolisirten Blätter. Dasselbe gilt aber auch, wenn nicht für alle, so doch für die meisten Thiere; sie erhalten ihre Farben trotz mehr oder minder vollständigen Lichtmangels, wie man sich bei Schmetterlingen oder Reptilienembryonen, Hühnchen u. s. w. leicht überzeugen kann; echte Tiefseethiere, die in 2—3000 Faden Tiefe leben, zeigen<sup>9</sup> oft ebenso glänzende Färbungen, wie die Thiere der Oberfläche; ja man kann leicht durch das Experiment zeigen, dass Froschlarven oder die Kaulquappen der Wassersalamander ihr Pigment gleich rasch und vollständig entwickeln, mögen sie im vollsten Tageslicht oder in absoluter Finsterniss aus dem Ei erzogen worden sein. Die ältesten darauf bezüglichen Experimente, die ich kenne, sind die von Herrn Higginbottom<sup>10</sup>; obgleich er nicht ausdrücklich hervorhebt, dass Pigment auch im Dunkeln normal entstand, so kann dies doch aus seinen Bemerkungen gefolgert werden; und ich selbst

kann ihnen die Resultate zweijähriger Versuchsreihen hinzufügen, durch welche festgestellt wurde, dass sich bei den Kaulquappen unserer Kröten und Frösche das Pigment sowol im gelben, blauen und rothen Licht, als auch in der Dunkelheit entwickelt. Es ist unnöthig, diese Experimente hier einzeln zu discutiren; denn in allen Fällen, in denen die übrigen Lebensbedingungen das Optimum erreichten, entwickelte sich das Pigment der Haut in ganz normaler Weise bei allen so in verschiedenfarbigem Licht oder in Dunkelheit erzeugten Kaulquappen.

So steht hier also Experiment gegen Experiment. Es ist nicht schwer, hierfür hypothetisch eine Erklärung zu finden. Bei keinem der bisher gemachten Experimente, auch denen von Bert nicht, wurden die Wärme- oder die chemischen Strahlen, die mit den Lichtstrahlen vereint die jungen Thiere trafen, ausgeschlossen; das den kleinen Larven zuträgliche oder nothwendige Futter kann im dunkeln Raume nicht immer herbeigeschafft werden; kurz, das Verschwinden des Pigments, wie es von Bert bei den jungen Axolotl beobachtet wurde, beruht wahrscheinlich nicht auf Mangel des Lichts oder Anwesenheit des gelben Lichts, sondern auf der Einwirkung anderer bis dahin unbekannter Ursachen, mangelnder oder schlechter Nahrung, Sinken oder Steigen der Temperatur u. s. w.; vielleicht ist es selbst nur echter Albinismus und somit eine Krankheit gewesen. Es ist allen Züchtern des mexicanischen Axolotl wohlbekannt, dass mitunter weisse Varietäten (nicht echte Albinos) plötzlich auftreten; bisjetzt ist die Ursache dieser Veränderung völlig unbekannt geblieben. So hat z. B. Professor Kölliker hier in Würzburg eine ganze Familie von solchen weissen Axolotl gezüchtet, die mit ihren blutrothen Kiemen in der That einen prächtigen Anblick bieten; in meinem Institut dagegen, wo ein sehr viel grösserer Lichtmangel herrscht als in dem Kölliker's, war es mir bisjetzt völlig unmöglich auch nur einen einzigen weissen Axolotl zu züchten, obgleich ich



während der letzten sechs Jahre viele Hunderte von Exemplaren unter den verschiedenartigsten Lebensbedingungen aufgezogen habe. Ich bin völlig ausser Stande, einen plausibeln Erklärungsgrund für diese Differenz zu finden; sie erscheint um so auffallender, als die sechs alten Thiere, von denen ich bisjetzt mindestens sechs bis sieben Bruten gehabt habe, von derselben Brut herrühren, aus welcher Kölliker so zahlreiche weisse Exemplare grosszuziehen vermochte. Ich kann schliesslich nur noch einmal meine auf Experimente begründete Ueberzeugung aussprechen, dass wir erstlich keine Ahnung von den Ursachen haben, welche mitunter das Verschwinden des Hautpigments bei Amphibien und andern Thieren bedingen (so z. B. auch bei Ratten und Mäusen, wo diese unbekanntn Ursachen sogar erblich geworden sind); und zweitens, dass dies Verschwinden durchaus nicht mangelndem Lichte zugeschrieben werden darf, da wir wissen, dass thierisches Pigment, gerade so wie das pflanzliche, in völliger Dunkelheit gebildet werden kann und normalerweise bei vielen Thieren gebildet wird.<sup>11</sup>

In vollständigem Widerspruch zu dieser alten Hypothese, welche das Hautpigment der Thiere durch directe Einwirkung des Lichts entstehen liess, steht eine andere, welche unter dem fast allmächtigen Einflusse der Darwin'schen Theorie jetzt dieselbe Geltung findet, wie jene andere früher: fast allgemein sagt man heutigentags, die Farben bei Thieren seien entweder durch natürliche oder geschlechtliche Zuchtwahl entstanden. Wir könnten daher die Discussion dieser Ansicht verschieben bis auf ein späteres Kapitel, in welchem der den Thieren aus ihren Färbungen erwachsende Nutzen besprochen werden soll; da aber nun der vollgültige Beweis dafür geliefert ist, dass wenigstens eine besondere Art der schützenden Aehnlichkeiten, die Anpassung der Hautfärbung gewisser Thiere an die Farben ihrer Umgebung, abhängt von der Einwirkung des Lichts durch Vermittelung der Augen, so wird es zweck-

mässig sein, diesen hier schon zu untersuchen. Durch Pouchet wurde die durch die Augen vermittelte Farbenanpassung an die Umgebung mit dem Namen der „chromatischen Function“ belegt, um die hier einschlägigen Fälle scharf unterscheiden zu können von jenen andern, in welchen — soweit wir bisjetzt sehen — die Farbenvertheilung nicht in der gleichen Weise durch das Licht beeinflusst wird.

Das Wort „chromatische Function“ bezieht sich also weder auf constante Färbungen, selbst wenn diese eine schützende Aehnlichkeit bedingen sollten, noch auf solche Wandlungen in der Färbung, wie sie z. B. bei Tintenfischen und den Chamäleons durch psychische Erregung erzeugt werden, ohne dass durch dieselben eine schützende Aehnlichkeit hervorgerufen würde. Der nicht allzu glückliche Ausdruck ist neu; die That- sache aber, dass ein solcher schützender Farbenwechsel bei vielen Thieren vorkommt, ist seit langer Zeit bekannt. Schon 1830 machte Stark dahin gehörige Beobachtungen an Arten der Gattung *Leuciscus*, am Süsswasserstichling (*Gasterosteus*), *Cobitis barbatula* und dem gemeinen Flussbarsch (*Perca fluviatilis*). Alle diese Fische wechseln ihre Farbe ziemlich rasch, die einen in wenigen Stunden, die andern in zwei bis drei Minuten; und wir wissen jetzt, dass viele der reichgefärbten Fische des Meeres dieselbe Fähigkeit und zwar oft in einem ganz erstaunlichen Grade haben, wie z. B. Arten der Gattung *Serranus*. Shaw scheint der Erste gewesen zu sein, welcher (1838) bemerkte, dass solche Fische, die anscheinend willkürlich ihre Farben veränderten, in Folge davon mehr oder minder geschützt sein müssten gegen ihre Feinde durch die bei dem Farbenwechsel entstehende grosse Uebereinstimmung ihrer Hautfärbung mit derjenigen der Umgebung. Aehnliche Bemerkungen wurden mit Bezug auf die Lachse der Vereinigten Staaten von Agassiz, Ayres und Storer gemacht, während vor allem europäische Forscher mit Amphibien experimentirten, welche in ganz ähnlicher

Weise die Eigenschaft der schützenden Farbenanpassung aufweisen. Ganz kürzlich endlich hat Heincke in Kiel eine sehr sorgfältige Beschreibung des schützenden Farbenwechsels<sup>12</sup> von *Gobius Ruthensparri* veröffentlicht, der die bedeutendsten Farbenveränderungen aufweist, welche bisher beschrieben worden sind.

Es wird zweckmässig sein, vor der Discussion der Lister'schen und Pouchet'schen Experimente über die chromatische Function, durch welche zuerst ein Verständniss der oben kurz angeführten Beobachtungen eröffnet wurde, die Structur der Haut und die Art der Vertheilung des Pigments in ihr zu beschreiben. Ein Beispiel — das der Froschhaut — reicht hin für alle

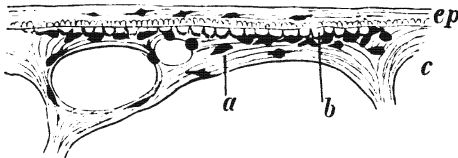


Fig. 25. Durchschnitt durch die Froschhaut. *ep* Epidermis mit fünf Pigmentzellen darin; *c* die Cutis mit schwarzen sternförmigen tiefer liegenden Zellen *a* und einer dichten aber einfachen Lage gelber Pigmentzellen *b* dicht unter der Epidermis.

Fälle. Die Haut (Fig. 25) besteht aus zwei verschiedenen Theilen: Epidermis und Cutis. Die erste (s. Fig. 25 *ep*) wird ganz und gar von Zellen gebildet, deren innerste Lage Cylinderzellen enthält; die Cutis ist vorzugsweise faserig und enthält Nerven, grosse Höhlungen zur Aufnahme von Drüsen und zellige Elemente. Diese letztern sind in der Regel erfüllt von Pigment; und die merkwürdige Farbenveränderung der Froschhaut beruht ausschliesslich auf der Vertheilung dieser meist verästelten Pigmentzellen und ihrer Fähigkeit, sich, auf gewisse Weise gereizt, zusammenzuziehen. Das Pigment in diesen contractilen Zellen — den sogenannten Chromatophoren (Trägern des Farbstoffes) — ist verschieden nach den verschiedenen Thieren und Körperstellen,

gelb, braun, schwarz oder mitunter selbst roth oder grün. Ausserdem verändert sich die Färbung der Chromatophoren nach dem jeweiligen Zustande der letztern; bei der Ausdehnung der Zellen ist sie anders als bei der Contraction. Heincke hat z. B. bei *Gobius Ruthensparri* gezeigt, dass die (in ausgedehntem Zustande) gelben oder grün-gelben Chromatophoren orangefarben werden bei der Zusammenziehung; die orangefarbenen oder rothen

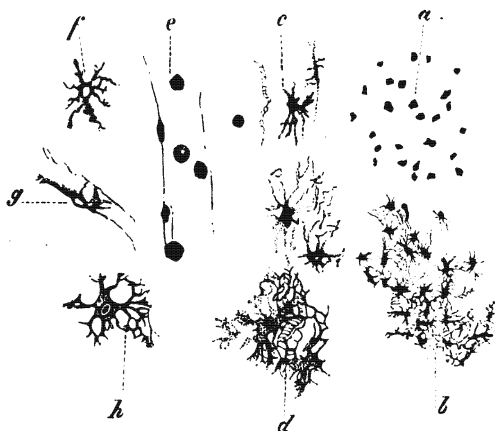


Fig. 26. Chromatophoren der Froschhaut, Copie der Lister'schen Figuren. *a* ganz zusammengezogene; *b* und *c* halb expandirte; *d* ganz expandirte; *e* ganz zusammengezogene an einem Haargefäss (Capillare) liegende, *f g h* expandirte Farbzellen oder Chromatophoren.

werden contrahirt braun oder gar schwarz. Diese sozusagen activen Bewegungen der Chromatophoren sind schon von Lister beobachtet worden, dessen sorgfältige Zeichnungen der Chromatophoren eines Frosches im ausgedehnten und zusammengezogenen Zustande in dem beigegebenen Holzschnitt (Fig. 26) copirt worden sind; es ist dabei kaum nöthig, besonders hervorzuheben, dass die Abbildungen der verschiedenen Contractionszustände nach dem lebenden Thiere und denselben

Chromatophoren gemacht wurden, und dass es in der That recht leicht ist, diese Beobachtungen an der ausgespannten Schwimnhaut eines Frosches zu wiederholen.

Diese Chromatophoren nun liegen in der Haut in ziemlich regelmässiger Weise vertheilt; Reptilien, Fische und Amphibien unterscheiden sich in dieser Beziehung gar nicht oder nur wenig voneinander. Gewöhnlich finden sie sich nur in der Cutis; mitunter aber dringen sie auch in die Epidermis ein, wie das z. B. in dem in Figur 25 abgebildeten Schnitt durch ein Hautstück des gemeinen Frosches der Fall war; aber wir wissen nicht, ob sie hier ihre Contractionsfähigkeit behalten oder verlieren. Mitunter sind die Epidermiszellen z. B. bei manchen Reptilien durchweg pigmentirt; diese sind aber gewiss nicht eigentliche Chromatophoren, und daher auch nicht im Stande der Haut eine wechselnde Farbe zu geben; natürlich aber wird ihre constant bleibende Farbe auch die der Haut im allgemeinen und die durch die darunterliegenden Chromatophoren gegebene Zeichnung beeinflussen. Die echten Chromatophoren liegen in der Cutis in verschiedener Lage; hart an der Epidermis finden sich gewöhnlich die hellern (gelben) Zellen, dann folgen die rothen oder braunen und endlich in der tiefsten Schicht die schwarzen. An andern Stellen wieder fehlt die eine oder andere Art der Pigmentzellen; hier bilden die schwarzen dicke Haufen, während dort die gelben oder rothen viel häufiger sind, als die braunen oder schwarzen; ganz pigmentlos sind nur sehr wenig Hautstellen. Auf dieser Vertheilung und Schichtung der Chromatophoren, und ihrem wechselnden Spiel zwischen Contraction und Expansion beruht die Zeichnung, welche ein Frosch im gegebenen Moment zeigt. Sind alle Chromatophoren ausgedehnt, so wird Braun oder Schwarz vorherrschen und an Stellen, wo helle Chromatophoren gehäuft stehen, die Farbe der letztern modificiren; ziehen sich jene zusammen, während die hellen ausgedehnt bleiben,

so wird die Farbe der letztern mehr zum Vorschein kommen. Heincke hat endlich bei *Gobius Ruthensparri* noch eine andere Art von Chromatophoren entdeckt, solche nämlich, die erfüllt sind mit irisirenden Krystallen von ausserordentlicher Feinheit; sie erzeugen je nach dem Contractionszustande Flecken von metallischem Glanz oder bleiben unsichtbar.

Die Eigenschaft, auf welcher die Contractionsfähigkeit der Chromatophoren beruht, ist bisjetzt noch unbekannt, obgleich verschiedene hypothetische Erklärungsversuche in dieser Beziehung angestellt worden sind. Für unsern Zweck ist es ziemlich gleichgültig, zu erfahren, welche dieser einander entgegenstehenden Hypothesen schliesslich als die richtige zu erweisen sein wird; denn wir wissen, dass alles lebende Protoplasma an und für sich contractil ist, und wir wissen ferner, dass alle Zellen ohne Membranen — wie junge Eizellen, die weissen Blutkörperchen u. s. w. — diese Fähigkeit mitunter in sehr hohem Grade besitzen. Die Chromatophoren aber gehören gerade zu dieser Abtheilung von membranlosen Zellen; wir brauchen uns also auch nicht darüber zu wundern, dass sie sich ebenso zusammenziehen wie andere ähnliche Zellen.

Früher nahm man an, dass der Reiz, welcher die Chromatophoren zur Zusammenziehung zwang, direct auf sie wirken müsste, sodass z. B. Veränderungen in der Intensität des Lichts, der Wärme u. s. w. nur solche Zellen zur Contraction, resp. Expansion, bringen könnten, welche direct von den Strahlen selbst getroffen würden. Allerdings liegen einige Beobachtungen, so namentlich von von Wittich, vor, welche beweisen, dass bei Thieren mit chromatischer Function (Frosch) auch eine directe Einwirkung durch Lichtstrahlen in geringem Maasse stattfindet; aber es ist jetzt definitiv festgestellt, dass dies nicht allgemein der Fall ist und dass die so hervorgebrachten Veränderungen der Farbe nicht unter den Begriff der chromatischen Function gestellt werden können, da durch sie keine Anpassungen an

die Färbung der Umgebung bewirkt werden. Lister hat vielmehr schon 1858 durch seine hübschen Experimente am Frosch gezeigt, dass die Thätigkeit der Chromatophoren in Fällen chromatischer Function gänzlich abhängt von der Gesundheit der Augen. Solange diese in Verbindung mit dem Gehirn blieben durch den Sehnerven, solange wirkte auch das von den Umgebungen reflectirte Licht in energischer Weise auf die Chromatophoren ein; aber sobald die Augen zerstört oder die Sehnerven durchschnitten waren, trat auch vollständige Unfähigkeit der Chromatophoren ein, die verschiedenen Schwankungen in der Farbe und Lichtintensität der Umgebung zu empfinden. Das von den Gegenständen reflectirte Licht kann also nur durch Vermittelung des Auges auf die Hautfärbung einwirken.

Diese Beobachtungen wurden später von Pouchet, der offenbar die Experimente seines Vorgängers nicht kannte, an Fischen und Krebsen wiederholt; und er kam, wie Lister, zu dem Schluss, dass der auf die Chromatophoren wirkende Reiz nur durch das Auge und den Sehnerven, nicht aber direct den Pigmentzellen zugeführt werde. Unter zahlreichen, zum Theil recht instructiven neuen Beispielen, die er anführt, ist vor allem der an einer Scholle beobachtete Fall interessant. Diese Fische haben, wie allgemein bekannt, eine weisse nach unten gerichtete Körperseite, und eine mannichfaltig gefärbte, die nach oben gerichtet ist. Diese letztere zeigt die „chromatische Function“ in einem sehr hohen Grade. Unter vielen normalen Exemplaren dieser Art, welche auf weissem Sandgrunde gleichfalls weiss oder sehr hell waren, fiel ihm ein einziges dunkles Thier auf, bei welchem also die Chromatophoren sich in Ausdehnung befinden mussten; dies Exemplar stach ebenso lebhaft von seinen Verwandten, wie vom Grunde des Aquariums ab. Die nähere Untersuchung ergab, dass das Thier völlig blind war, also auch nicht mehr im Stande sein konnte, die Färbung

der Umgebung anzunehmen, da das Auge nicht mehr die Rolle des Vermittlers zwischen ihr und den Chromatophoren der Haut zu spielen vermochte.

Soweit ist also eigentlich nichts Neues in Pouchet's Untersuchung. Aber er verfolgte die natürliche Frage weiter, auf welchem besondern Wege denn der durch das Auge vermittelte Eindruck vom Sehnerven bis zu den in der Haut liegenden Chromatophoren dringe. Zweierlei Verbindungen stehen hierzu offen: die eine wird gegeben durch das Rückenmark und die von diesem aus segmentweise in die Muskel und Haut eintretenden Nervenpaare, die man als Spinalnerven bezeichnet; die andere durch zwei der Länge nach unter der Wirbelsäule verlaufende, mit dem Gehirn und eben jenen Spinalnerven in Verbindung stehende Längsnerven, die sogenannten sympathischen Nerven. Pouchet hat nun gezeigt, dass die Leitung nicht aufgehoben, die chromatische Function nicht beeinträchtigt wird, wenn man dicht hinter dem Gehirn das Rückenmark völlig durchschneidet und somit den ersten Verbindungsweg zwischen Auge, Sehnerv und Chromatophoren abschneidet. Andererseits verloren die Chromatophoren ihre Fähigkeit, sich zu contrahiren, vollständig, sowie nur die beiden sympathischen Nerven an ihrer Wurzel zerstört wurden. Diese beiden stehen, wie schon bemerkt, mit den feinsten, wahrscheinlich an die Chromatophoren herantretenden Hautnerven in Verbindung durch Vermittelung der sogenannten Spinalnerven, die in regelmässigen Abständen aus dem Rückenmark jederseits hervorkommen. Durch Abschneiden der Verbindung einiger dieser letztern mit dem Sympathicus derselben Seite, gelang es ferner Pouchet die chromatische Function auf solche Stellen der Haut zu beschränken, deren Nerven noch ihre Verbindung mit dem Sympathicus behalten hatten; und so war er im Stande eine zetrartige Streifung an der einen Seite eines Fisches hervorzurufen, dessen andere Seite die natürlichen Farben und normalen Wechsel derselben je nach der reflectir-



ten Farbe der veränderten Umgebung behalten hatte. Auf diese Weise ist es zweifellos erwiesen, dass nicht das Rückenmark, sondern der Sympathicus der leitende Weg ist für den optischen Reiz, der die Chromatophoren zur Bewegung zwingt; und wir können nun einen Versuch wagen, zu untersuchen, wie durch diese vom Licht indirect abhängige Veränderung der Hautfärbung eine Anpassung an die Farben der Umgebung bewirkt werden kann.

Professor Dewar hat kürzlich<sup>13</sup> gezeigt, dass die verschiedenen Farben des Spectrums das Auge und die Retina in sehr verschiedenartiger Weise beeinflussen, indem sie einen elektrischen Strom, den man den „optischen Strom“ genannt hat, erzeugen; die Intensität desselben soll nach Dewar am stärksten in gelbem Licht, am schwächsten in Purpur sein und gänzlich fehlen in völliger Dunkelheit. Natürlich darf man den Reiz, welcher von den Lichtstrahlen ausgehend durch den optischen Nerv zum Sympathicus, dann durch die Spinalnerven zu den Hautnerven und endlich zu den Chromatophoren wandert, nicht direct mit jenem „optischen oder Retinastrom“ vergleichen; denn elektrische Ströme nehmen immer den kürzesten Weg, was jener erste entschieden nicht thut. Aber nimmt man an, dass die Kraft der Einwirkung des Auges auf die Chromatophoren annähernd gemessen werden könnte durch die Kraft des Retinastromes, so wäre eine Erklärung für die Erscheinungen der „chromatischen Function“ leicht zu geben. Jeder Körper reflectirt das Licht nach der Natur seiner Färbung; schwarze Oberflächen absorbiren — wenn nicht zu glatt — die Lichtstrahlen am stärksten, darauf folgen rothe, endlich gelbe; Weiss reflectirt fast alle Strahlen. Ein schwarzer, nur wenig Licht reflectirender Hintergrund wird daher nur einen sehr schwachen Reiz im Auge ausüben, der — analog der festgestellten Wirkung des Retinastromes — wahrscheinlich nicht stark genug sein wird, die schwarzen Chromatophoren zur Zusammenziehung zu bringen;

diese bleiben ausgedehnt und geben der Haut eine dunkle Färbung. Ist das Licht von rothen oder blauen Körpern reflectirt, so wird der etwas stärkere Strom die schwarzen oder braunen Chromatophoren zur Contraction bringen, während er die rothen oder gelben unbeeinflusst lässt; das Thier erhält somit eine röthliche oder bläuliche Farbe. Ein noch stärkerer Reiz wird bei dem von grünen oder gelben Körpern reflectirten Licht auf die Chromatophoren geübt werden, bis endlich bei reinstem Weiss der Unterlage alle Chromatophoren sich zusammengezogen haben und das Thier auch nahezu farblos geworden ist. Diese Erklärung stimmt vollkommen mit den Beobachtungen von Pouchet, während freilich Heincke<sup>14</sup> einige widersprechende Angaben macht. Er sagt, dass wenn ein *Gobius Ruthensparri* auf rothe Unterlage gesetzt wird, sowol die schwarzen wie die gelben Chromatophoren sich zusammenziehen, obgleich die letztern dies entschieden viel weniger stark thun, als jene; aber nach Pouchet's Erklärung sollten die gelben Chromatophoren sich im rothen Lichte überhaupt noch gar nicht zusammenziehen, da es ja nicht einmal im Stande ist die rothen Chromatophoren zu reizen. Dies deutet an, dass es hier noch allerlei zu thun gibt, und es ist zu hoffen, dass Forscher, welche Interesse nehmen an der Sache und im Stande sind, selbständige Untersuchungen zu machen, nicht annehmen werden, es sei das Thema erschöpft durch die interessanten und weitgehenden Experimente von Lister und von Pouchet.

Ganz besonders aber muss davor gewarnt werden, eine andere hier eintretende Frage durch ihre Untersuchungen als erledigt anzusehen, die nämlich nach der ersten Entstehung des Pigments in den Chromatophoren, eine Frage, welche oft genug, aber irrthümlich als mehr oder minder identisch angesehen wird mit der andern, wie eine besondere Art der Färbung oder besser der Pigmentvertheilung zu erklären sei. Diese letztere ist in unserm Falle der chromatischen Function in der

That durch Lister und Pouchet vollgültig beantwortet worden. Aber es ist klar, dass die zweite Frage dabei gar nicht berührt wird; denn Chromatophoren, d. h. also in auffallender Raschheit und Eigenthümlichkeit sich contrahirende Zellen der Haut müssen existirt haben, ehe die durch die Einwirkung des reflectirten Lichts der Umgebung hervorgerufene Zusammenziehung zu einer nützlichen Function werden konnte. Das Festhalten und selbst die Steigerung der chromatischen Function bei solchen Thieren, welche mehr als andere eines dadurch bedingten Schutzes bedürfen, kann natürlich leicht genug durch die Principien der Darwin'schen Theorie erklärt werden — durch natürliche Zuchtwahl im Kampf um die Existenz; aber ihr primäres Vorhandensein beruht ausschliesslich auf der Präexistenz von Pigment in leicht contractilen Zellen.

Dabei bietet uns die Fähigkeit der Chromatophoren, sich zusammenzuziehen, wie schon oben bemerkt, keine weitere Schwierigkeit dar, denn wir wissen, dass membranlose, protoplasmareiche Zellen, wie es die Chromatophoren sind, allgemein diese Fähigkeit besitzen; eine jede membranlose Bindegewebszelle der Cutis könnte zu einem Chromatophor werden, wenn sich in ihrem Protoplasma Pigmentkörnchen abgelagerten. Es bleibt also nur diese eine Schwierigkeit: die nothwendige Präexistenz des Pigments. Warum und wie entsteht das Pigment? das ist die Frage, die so wenig durch die neuere darwinistische, wie durch die frühere alte Ansicht von der Entstehung der Farbstoffe durch directe Einwirkung des Lichts beantwortet wird. Es steht unumstösslich fest, dass das Licht allein kein Pigment erzeugt, wie man früher annahm; und es ist sehr wahrscheinlich, dass wenn mitunter die Erzeugung dunklerer Färbung vom Licht abzuhängen scheint, sie vielmehr den mit den Lichtstrahlen immer verbundenen chemischen oder Wärmestrahlen zuzuschreiben sein wird. Ebenso gewiss auch ist es, dass alle die Eigenschaften zusammengenommen, welche das thierische Pigment für

den Träger nützlich machen, nicht die Existenz desselben nothwendig machen; wie denn auch in unserm Specialfall die chromatische Function eben nur die verschiedenartige An- und Umordnung des bereits vorhandenen Pigmentes erklärt; aber sie vermag kein Licht in das Dunkel zu bringen, das über der Existenz solcher Chromatophoren schwebt, mögen diese auch noch so sehr durch die Natur der in ihnen enthaltenen verschiedenen Pigmente, durch ihre Vertheilung und Abhängigkeit vom Auge und dem Opticus, die hohe Nützlichkeit erlangen, die sie wol ohne Zweifel für das Thier besitzen. Ebenso unlösbar bleibt dieselbe Frage in Bezug auf alle andern Arten von Färbungen der Thiere. Diese mögen — wie in der chromatischen Function — hervorgebracht und beeinflusst sein durch die indirecte Wirkung des Lichts, oder sie mögen — wie man jetzt vielfach annimmt — durch geschlechtliche oder natürliche <sup>15</sup> Zuchtwahl entstanden sein; immer bleiben, wenn man das Zustandekommen des Pigmentes überhaupt ins Auge fasst ohne Rücksicht auf seine besondere Vertheilung, diese Ursachen unfähig, das Pigment selbst zu erzeugen. Das Auge kann nie durch das Sehen hervorgerufen worden sein, obgleich es — war es einmal vorhanden — durch diese Thätigkeit wol umgebildet werden mochte; das Auge musste existiren, ehe es gebraucht werden konnte. Ganz ebenso verhält es sich mit dem Pigment. Ich lege einigen Nachdruck auf diesen Vergleich, weil man sowol in populären Schriften, als auch oft genug in wissenschaftlichen Werken den Ausdruck findet, diese oder jene Farbe sei hervorgebracht durch Zuchtwahl oder Anpassung; ein Ausdruck, der zweifellos in manchen Fällen von den Autoren gebraucht wurde statt der correctern: Färbung, Zeichnung oder Farbenanordnung. Die Antwort auf die allein übrigbleibende Frage, wie denn das Pigment wirklich entstand, kann also einstweilen nicht gegeben werden. Und obgleich wir bereits einige Experimente und Beobachtungen besitzen,

welche uns die Möglichkeit einer baldigen Lösung in Aussicht stellen, so sind sie doch bei weitem nicht vollständig<sup>16</sup> genug, um hier discutirt werden zu können. Nur das Eine mag jetzt noch kurz bemerkt werden. Sind die Darwin'schen Principien die richtigen, so muss man annehmen, dass das Pigment als solches — nicht durch seine wandelbare Vertheilung — neben der später hinzugekommenen Nützlichkeit für die Erhaltung der Art durch den auswählenden Einfluss der Existenzbedingungen, entweder eine direct nützliche primäre Function für das normale Leben des Individuums haben oder dass es das unvermeidliche Nebenproduct eines nothwendigen physiologischen Vorganges sein müsse. Es sind einige seltene Fälle der letztern Art wirklich bekannt; sie wurden von Darwin unter dem Begriff der „correlational colouring“ zusammengefasst. Aber es ist zu hoffen, dass die Zeit nicht mehr fern sei, da die Anwesenheit aller Arten von Pigment ebenso verständlich, d. h. auf bestimmte Ursachen zurückführbar sein wird, wie gewisse Veränderungen der Färbung bei chromatischer Function jetzt schon als direct und absolut abhängig von den Einwirkungen des Lichts auf das Auge der Thiere erkannt worden sind.<sup>17</sup>

---

## VIERTES KAPITEL.

### Der Einfluss der Temperatur.

Dieselbe Quelle, welcher das Licht entstammt, bringt auch noch einen andern kräftigen Reiz für das organische Leben auf unsere Erde. Alle Wärme, welche jetzt von Einfluss auf die Entwicklung und Continuität

des Lebens ist oder früher war, entspringt aus der Sonne, in deren Strahlen zugleich Licht- und Wärmestrahlen miteinander vereinigt sind. Der Einfluss der letztern für sich allein auf das thierische Leben und die Verbreitung der Thierformen auf der Erde soll in diesem Kapitel näher untersucht werden.

Es dürfte fast überflüssig sein, specielle Thatsachen anzuführen, um zu beweisen, dass Wärme oder der jeweilige Temperaturgrad einen sehr entschiedenen Einfluss auf das Leben der Thiere wie aller Organe derselben hat. Jedermann weiss, dass das Schwitzen, d. h. die Thätigkeit unserer Schweissdrüsen vermehrt wird durch Erhöhung der Temperatur, und dass recht hohe Wärme dazu gehört, wenn das Ei einer Henne zur vollen Entwicklung gebracht werden soll; die Hitze, welche im Sommer in den östlichen Staaten Amerikas oder in Madrid, Neapel und andern Orten herrscht, ist oft genug untrennbar verbunden mit und wol selbst Erzeugerin von tödlichen Krankheiten; die meisten Europäer werden träge und schläfrig, wenn sie genöthigt sind die heisse Jahreszeit in tropischen Ländern oder selbst nur in Neapel oder Madrid zuzubringen. Umgekehrt macht sich der Eintritt des Winters ebenso fühlbar; man kann dreist behaupten, dass viele Millionen von Menschen ihre Existenz nur fristen durch diesen oft schädlichen Einfluss des Ueberganges von der warmen Sommertemperatur in die kalte des Winters. Nähme man z. B. an, dass die 30 oder 40 Millionen Menschen, welche in Amerika die Kälte des dort oft sehr strengen Winters fühlen, auf irgendeine Weise der Nothwendigkeit überhoben würden, etwa alle drei bis vier Jahre einen Winterüberrock zu kaufen, so würde auch die Nothwendigkeit, die dafür nöthige jährliche Summe von gewiss mehr als hundert Millionen Dollars jährlich aufzutreiben, wegfallen und es würden dadurch einer grossen Zahl von Einwohnern die Existenzmittel entzogen werden. Die Thiere verhalten sich indess in dieser Beziehung sehr ungleich, und es sind die nie-

dern Thiere, vor allem aber die im Meere lebenden, bei weitem nicht so abhängig von den Schwankungen der Temperatur wie die Menschen und alle übrigen warmblütigen Thiere: dennoch sind auch selbst die einfachsten Formen, die Protozoen, in oft recht charakteristischer Weise abhängig davon.

Manche meiner Leser werden wol einmal genöthigt gewesen sein, die Acclimatisation in einem tropischen Klima durchzumachen. Jeder, der einige Zeit in den Tropen gelebt hat, weiss, dass man sich früher oder später an die höhere Temperatur gewöhnt und dass man dabei gemeiniglich den guten Appetit verliert, welchen man in seinem kältern Heimatlande hatte. Jeder wird ferner die Beobachtung gemacht haben, dass der Einfluss einer constanten hohen Temperatur auf die Lebensthätigkeit der Schweissdrüsen und Nieren ein anderer war als in den kältern Gegenden. Der Europäer sieht in Tropenländern die Eingeborenen schläfrig werden oder vor Frost zittern bei einem Temperaturgrad, welcher, niedrig für jene heissen Regionen, in seinem eigenen Lande den lebhaften Wunsch rege gemacht haben würde, alle seine Kleider von sich, sich selbst aber in Eiswasser zu werfen; bei längerem Aufenthalt in jenen Ländern wird er sich allmählich die Empfindlichkeit der Eingeborenen gegen unbedeutende Veränderungen der Luftwärme angewöhnt haben. Die Bewohner von Mahon auf Minorca waren höchlichst erstaunt zu sehen, dass ich und zwei andere Deutsche regelmässig Seebäder im Monat September nahmen, nachdem die ersten Regen der beginnenden feuchtern und kühlern Jahreszeit die Atmosphäre ein wenig abgekühlt hatten, obgleich auch so noch die Temperatur des Seewassers im Hafen von Mahon, wo wir badeten, sicherlich nicht weniger, höchst wahrscheinlich aber noch mehr als 18° C. betrug.

Diese Thatsachen mögen genügen. Ich würde auch diese nicht erwähnt haben, wenn es mir nicht darauf angekommen wäre, gleich von vornherein jedermann mit dem Satz vertraut zu machen, dass der Einfluss

der Temperatur auf die Thiere nicht bloß von dem absoluten Wärmegrade, sondern auch von den Schwankungen derselben abhängt, welchen fast ohne Ausnahme jedes Thier während seiner Lebensdauer unterworfen ist. Die oben aufgeführten Thatsachen beweisen ferner ohne weiteres, dass Thiere im Stande sind, sich dem Einfluss veränderter Temperaturgrade hinzugeben und anzupassen, ohne dass als ausnahmslos nothwendige Folge davon Veränderungen der Structur eintreten müssten, während solche in der Function deutlich erkennbar sind; endlich drittens, dass derselbe Grad oder Schwankung der Temperatur die verschiedenen Organismen in ungleicher Weise beeinflusst. Man würde vielleicht geneigt sein auf Grund theoretischer Erwägungen anzunehmen, es müssten alle miteinander in demselben Klima lebenden Thiere auch in gleicher Weise durch die normalen Schwankungen in der Wärme berührt werden; aber eine solche Annahme wäre, wie jeder mann weiss, gänzlich falsch. Es geht vielmehr aus allbekannten Thatsachen hervor, dass in dieser Beziehung enorme Verschiedenheiten herrschen, und dieselben Thatsachen lehren uns zugleich, dass das Wohlleben der miteinander vergesellschafteten Thiere viel mehr abhängt von den Extremen der Temperatur und den Schwankungen zwischen ihnen, als von dem absoluten Wärmegrade, den sie zu irgendeiner bestimmten Zeit gleichzeitig empfinden.

Das so etwas dogmatisch anticipirte Resultat — dessen ausführliche Begründung weiter unten gefunden werden wird — gibt uns das Recht, einstweilen freilich hypothetisch, den Werth zu leugnen, welchen man häufig und bis in die neueste Zeit hinein den von Meteorologen construirten Temperaturcurven beigemessen hat. Jahres-Isothermen oder Isochimenen und Isotheren oder andere ähnliche Curven werden bekanntlich construirt, indem man sogenannte Mitteltemperaturen zunächst für die Tage, dann für die Wochen, Monate, Jahreszeiten oder das ganze Jahr berechnet; aber diese so durch



Mitteltemperaturen berechneten Curven haben in der That, wenn überhaupt eine, so doch nur sehr geringe Bedeutung für die hier zu discutirenden Fragen. So ist es z. B. sicher, dass ein bestimmter Temperaturgrad, welcher als absolut wirkend gedacht, auf das eine Thier den günstigsten Einfluss äussert, für ein anderes weniger günstig ist oder dasselbe gar schädigen mag. Nun aber gibt die Mitteltemperatur, wie sie der Meteorologe für jeden Tag construiert und als Basis aller seiner Curven benutzt, durchaus kein Maass für den Einfluss der Wärme während dieses Tages ab, da sie eben nicht gleich ist mit den verschiedenen während des Tages beobachteten Temperaturen, und dasselbe Mittel durch sehr verschiedene Temperaturextreme erzielt werden könnte. Eine Teichhornschncke entwickelt sich, lebt und verdaut am besten bei einer mittlern Temperatur von etwa  $20^{\circ}$  C. Dieser Wärme-grad als mittlere Tagestemperatur könnte aber das Mittel von Extremen sein, welche sehr verschieden weit auseinander lägen. Nun assimilirt, d. h. verdaut und wächst diese Wasserschncke aber nur, wenn die Wärme des Wassers etwa  $14-15^{\circ}$  C. erreicht hat, und sie hört gänzlich auf dies zu thun, wenn das Wasser etwa  $30-32^{\circ}$  C. warm geworden ist. Daraus folgt, dass die Teichhornschncke lange nicht so günstig situirt ist wie ein Vogel oder ein Säugethier, welche neben dem Teich oder in ihm dicht neben der Schncke leben; denn diese wie alle warmblütigen Thiere können den Verdauungsprocess fortsetzen, selbst wenn die Temperatur dort unter den Gefrierpunkt fällt oder über  $36^{\circ}$  C. und noch mehr steigt, während gleichzeitig der Lymnaeus in seinem Wachsthum wesentlich behindert oder vielleicht gar getödtet werden würde. Dennoch aber könnte die meteorologisch construirte Mitteltemperatur des Tages diejenige sein, welche für die Teichhornschncke die absolut günstige Wärme böte. Es leuchtet daher ein, dass die Scheidung der Thiere nach den Klimaten, in denen sie zufälligerweise vereint

leben, in Thiere der tropischen, gemässigten und borealen Zonen keine reelle Bedeutung hat, sondern nur kurz die Thatsache ausdrückt, dass eben in verschiedenen Klimaten verschiedene Thiere leben. Alle solche, auf Schreibweisen der Meteorologie gegründeten Unterscheidungen verhüllen nur die wahren Beziehungen der Thiere zu der beeinflussenden Wärme, sie können somit auch nicht als wissenschaftlich begründete oder brauchbare angesehen werden. Wir wollen daher eine andere Eintheilung anwenden, welche sich besser verträgt mit der Art der Beziehungen, wie sie nachweisbar zwischen Thieren und den Temperaturschwankungen bestehen, denen sie unterworfen sind.<sup>1</sup>

Fast alle Thiere sind mehr oder minder bedeutendem Wechsel der Temperaturgrade innerhalb eines Tages ausgesetzt. Nimmt man nun an — wozu die später mitzutheilenden Beobachtungen die Berechtigung geben — dass ein bestimmter Wärmegrad, der in keiner Weise mit dem meteorologischen Tagesmittel identisch zu sein braucht, derjenige sei, bei welchem eine oder mehrere Thierarten am besten gedeihen, so muss nothwendig jedes Fallen der Temperatur unter oder Steigen über diesen günstigsten Höhepunkt das Thier mehr oder weniger schädigen. Die Amplitude aber zwischen den täglich einwirkenden Extremen kann gross oder klein sein, ohne dass das tägliche meteorologische Mittel verändert zu werden braucht; es kann ferner der für das Thier günstigste Temperaturgrad — das Optimum der Temperatur — entweder mit jenem meteorologischen Mittel zusammenfallen, oder einem der beiden Extreme, dem Minimum oder Maximum, näher liegen, als dem andern. Wir hatten angenommen, dass alle Thiere dasselbe Optimum haben sollten; darum aber könnten sie doch noch in sehr verschiedenartiger Weise durch die Temperaturschwankungen beeinflusst werden, je nach der Stärke des Wechsels selbst. Diejenigen Thiere nun, welche die stärksten Schwankungen nach beiden Extremen hin zu ertragen vermögen, stehen offenbar in

gewissem Gegensatz zu den andern, welche nur bei sehr geringen Schwankungen um das Optimum herum gedeihen würden; und davon hängt wesentlich die Verbreitungsfähigkeit dieser Thiere ab. Allerdings sind die so bezeichneten Gegensätze nicht absolut; aber wir thun dennoch gut, sie als Eintheilungsmittel zu benutzen und dem entsprechend jene erstern mit Möbius<sup>2</sup> als eurytherme, die letztern als stenotherme Thiere zu bezeichnen.

Wir wissen ferner, dass das Optimum der Temperatur ungemein verschieden sein kann für verschiedene Thiere; denn es existiren solche sowol nahe den Polen wie um den Aequator herum, auf dem Eise wie in heissen Quellen. Nichtsdestoweniger wird ein Steigen der Temperatur über dieses Optimum hinaus hier wie dort jedes einzelne Thier in analoger Weise beeinflussen müssen, mag es nun auf Eis am Nordpol und auf Gipfeln hoher Berge oder in der brennenden Ebene tropischer Länder leben; ebenso muss ein Fallen der Temperatur unter das jeweilige Optimum überall ähnliche (nicht identische) Erscheinungen hervorrufen. In gewissem Sinne dürfen wir daher für alle Thiere das Optimum der Temperatur gleichstellen, um die Basis zur Untersuchung der Frage: wie der Temperaturwechsel auf die Thiere einwirkt? zu gewinnen; und wir können dem entsprechend dieses Kapitel in drei Abschnitte theilen, deren erster den Einfluss sinkender, deren zweiter die Wirkung steigender und deren dritter endlich die Abhängigkeit der Thiere von gleichmässiger Temperatur behandelt (bei welcher letztern starke Schwankungen, d. h. Steigen oder Fallen der Wärmegrade ausgeschlossen sind).

I. Einfluss sinkender Temperatur auf das thierische Leben. Dieser Einfluss kann sich in sehr mannichfaltiger Weise äussern. Ein geringer Fall der Temperatur kann auf dieses Thier ebenso schädlich einwirken, wie ein starker auf ein anderes, während eine dritte Art in beiden Fällen gänzlich unbeeinflusst bleibt.

Oft wird das thierische Leben ertödtet, ehe der Gefrierpunkt erreicht ist, während in andern Fällen selbst Einfrieren die Thiere nicht zu vernichten vermag, sondern sie nur in einen Zustand latenten Lebens versetzt. Mitunter bedingt die Einwirkung der Temperaturerniedrigung nur Veränderungen in den Functionen, mitunter aber auch Abänderungen in den Structurverhältnissen. Wir wollen zur Erläuterung dieser Sätze die leider wenig zahlreichen experimentell festgestellten Einzelfälle genauer untersuchen.

*Intervalle zwischen zwei Contractions.*

in Sec. 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 Temperaturgrade O.

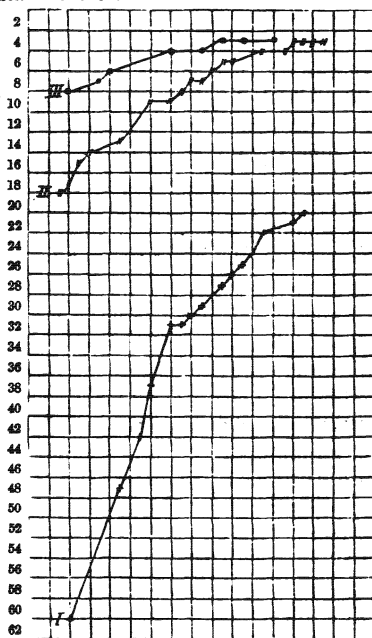


Fig. 27. Die von Rossbach ermittelten Wärmecurven für die contractile Blase der Infusorien. I von *Euplotes charon*. II von *Stylonychia pustulata*. III von *Chilodon cucullulus*. Abbildungen der Thiere, s. Figur 28.

Eine Erniedrigung der Temperatur, welche nicht einmal den Gefrierpunkt des süßen Wassers erreicht, kann unter Umständen doch schon das Aufhören verschiedener Functionen des thierischen Körpers bedingen. Rossbach<sup>3</sup> hat gezeigt, dass die rhythmischen Contractionen

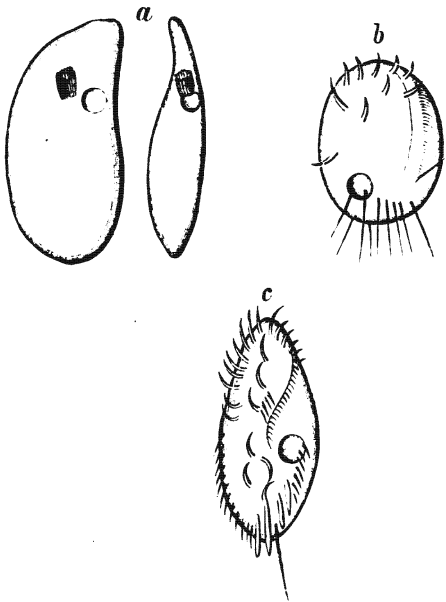


Fig. 28. Die von Rossbach bei seinen Untersuchungen benutzten Infusorien (s. Fig. 27). a *Chilodon cucullulus*; b *Euplotes charon*; c *Stylonychia pustulata*. Starke Vergrößerung.

der sogenannten contractilen Blase bei Infusorien in sehr auffallender Weise beeinflusst werden durch niedrige Temperaturgrade. Er fand durch sehr sorgfältig angestellte Untersuchungen (Fig. 27), dass die Pulsationen dieser Blase im allgemeinen am normalsten und raschesten vor sich gehen bei einer Wärme, die zwischen

15° C. und 25° C. schwankt. Die Wirkung einer Erniedrigung der Wärme bis auf 5° C. über den Gefrierpunkt ist ganz verschieden bei den verschiedenen Infusorienspecies; so contrahirt sich die Blase von *Chilodon cucullulus* bei 5° C. sieben mal in der Minute, die von *Stylonychia pustulata* aber nur drei mal, während beide bei 25° C. sich funfzehn mal zusammenziehen. Bei 10° C. über Null ist die Zeitdauer einer Contraction bei einer Species (*Chilodon cucullulus*) 7 Secunden, bei einer andern (*Euplotes charon*) 48. Man ersieht zugleich hieraus, dass das active Leben der Thiere auch bei 5° C. noch nicht aufgehoben wird; denn obgleich die Pulsationen weniger schnell aufeinanderfolgen als bei höherer Wärme, so treten sie doch immer in ganz normaler Weise ein, und die Entleerung des Inhalts der Blase erfolgt gleichfalls regelmässig. Wird aber die Temperatur noch mehr erniedrigt bis zu 3° oder 2° C. über Null, so hören die Pulsationen der Blase, sowie alle Bewegungen der verschiedenen Gliedmaassen (Wimpern, Borsten u. s. w.) vollständig auf; ein Zustand des thierischen Protoplasmas, der nicht dem Tode gleichzustellen ist — wengleich er ihm oft vorangeht — und den Rossbach mit dem passenden Namen der „Kältestarre“ belegt hat. Hält nämlich diese Kältestarre der Infusorien nicht allzu lange an, so kann durch Erhöhung der Temperatur das Thier wieder ins Leben zurückgerufen werden; dauert jene aber längere Zeit, oder erniedrigt man den Temperaturgrad noch unter den Kältestarregrad, so wird das Thier schliesslich getödtet.

Unsere gewöhnliche Teichhornschncke (*Lymnaeus stagnalis*) liefert ein weiteres interessantes Beispiel für den Einfluss der Kälte auf die Functionen ihrer Organe. Ich fand durch Experimente, dass dies Thier, wenn jung, seine Nahrung erst zu assimiliren und dem entsprechend zu wachsen beginnt, wenn das Wasser eine Wärme von etwa 12° C. hat. Trotzdem übt selbst eine viel niedrigere Temperatur, als diejenige ist, welche

bei Infusorien die Kältestarre hervorbringt, keinen schädlichen Einfluss auf das Leben des Thieres, während sie allerdings das Wachsthum vollständig aufhebt. Es sind sogar Beobachtungen verzeichnet, welche zu beweisen scheinen, dass ein Lymnäus vollständig einfrieren kann ohne getödtet zu werden. Die Wachsthumsschnelligkeit dieser Schnecken ist ziemlich gering; selbst in den günstigsten Verhältnissen aufgezogene Thiere brauchen etwa drei Monate, um eine Schalenlänge von 24 Mmtr. zu erreichen, und erst im zweiten Jahre erlangen sie die volle ihnen zukommende Länge, obgleich im ganzen wol die Lebensdauer des Individuums kaum drei oder vier Jahre höchstens betragen dürfte. Angenommen nun, es würde ein junger Lymnäus in einen See oder Fluss gesetzt, dessen Wärme nur während zweier Monate im Jahre das Temperaturminimum constant übersteigt, bei welchem das Thier zu wachsen beginnt, und vielleicht niemals das hohe Optimum ( $25^{\circ}$  C.) erreicht, so würde die Schnecke unfähig sein, im ersten Jahre die ihr nothwendige und überhaupt auch im zweiten Jahre die volle Länge der Schale zu erreichen; es würde nothwendig aus ihr eine Zwergform entstehen müssen. Diese Zwergform würde aber doch im Stande sein, sich zu vermehren; denn die Reifung der Keimstoffe — Eier und Samen — findet während des Winters und im Anfange des Frühjahrs zu einer Zeit statt, zu welcher die noch niedrige Wassertemperatur jedes Wachsthum verhindert; das Temperaturoptimum der Geschlechtsreife liegt eben bedeutend niedriger als das des Wachsthums. Und so würde leicht eine constant klein bleibende Rasse<sup>4</sup> erzeugt werden können, wenn in dem See, wohin die jungen Thiere oder vielleicht die Eier gelangten, die oben angenommenen Temperaturverhältnisse viele Jahre hindurch constant blieben. Auch hat man oft genug — und in vielen Fällen sicherlich mit Recht — angenommen, dass die Zwergrassen von Thieren, die auf hohen Bergen oder in den Polargegenden gefunden werden, wo sie gerade unter

den oben gesetzten Temperaturbedingungen leben, durch den direct das Wachstum behindernden Einfluss der niedrigern Temperatur hervorgerufen wären. Diese Annahme steht, wie man sieht, in völligem Einklang mit den Resultaten meiner Experimente an *Lymnäus*; doch darf dabei nicht vergessen werden, dass auch ungenügende Nahrung, und noch andere Einflüsse, die wir in den nächsten Kapiteln kennen lernen werden, ganz dieselbe Wirkung zu äussern vermögen.

Wir haben also gesehen, dass ein Kältegrad nahe dem Gefrierpunkt des süßen Wassers die Infusorien tödtet, nicht aber die *Lymnäen*; wir sahen ferner, dass bei Infusorien actives Leben — wie es die Contractionen der pulsirenden Blase beweisen — schon bei  $4^{\circ}$  C. über Null beginnt, während beim *Lymnäus* die Assimilation und damit auch die Thätigkeit der übrigen Organe erst bei  $12^{\circ}$  C. über Null anfängt, obgleich für beide Thierformen das Optimum der Temperatur des Wassers, welches die stärkste Organthätigkeit hervorruft, fast identisch ( $25^{\circ}$  C.) ist. Die hierdurch — und zahlreiche andere nicht weiter zu erwähnende Beispiele — bewiesene enorme Verschiedenheit in der Resistenzfähigkeit verschiedener Thierarten gegen das Sinken der Temperatur zeigt, dass der Einfluss des letztern nicht absolut, d. h. auf alle ihm ausgesetzten Thierarten gleichmässig wirken kann, sondern dass das Absterben der Thiere bei irgendeiner säcularen Erniedrigung der Temperatur in dieser oder jener Hemisphäre des Erdballs zum Theil auch abhängt von der Natur der so beeinflussten Thiere selbst.

Diese Reaction gegen den Kälteeinfluss ist aber in hohem Grade verschieden bei den verschiedenen Arten. Einige hier einschlagende specielle Erscheinungen — nämlich die Phänomene des Winterschlafs und des Wiederauflebens nach dem Gefrieren — sollen hier noch kurz untersucht werden.

Es ist allgemein bekannt, dass es sowol unter den Wirbelthieren wie Wirbellosen Formen gibt, welche



sich von ihren nächsten Verwandten dadurch unterscheiden, dass sie bei Beginn des Winters durch das Sinken der Temperatur in den sogenannten Winterschlaf eingelullt werden; sie fallen in einen Ruhezustand von mehr oder minder langer Dauer, während dessen ihr actives Leben, wenn auch nicht völlig aufgehoben, so doch auf ein Minimum reducirt ist. Die Neigung, diesen Winterschlaf zu beginnen, tritt bei verschiedenen Thierarten unter verschiedenen Graden niedriger Temperatur ein. Meine zahmen Prairiehunde, Hans und Grete, fühlen den Einfluss sinkender Wärme schon bei  $7-10^{\circ}$  C.; Amphibien empfinden ihn in unsern Gegenden erst bei einer Temperatur, welche wenig höher als der Gefrierpunkt des Wassers ist, während sie ihm in Cuba unterliegen bei Wärmegraden, die zwischen  $7^{\circ}$  C. und  $24^{\circ}$  C. schwanken; unsere gemeine Weinbergsschnecke (*Helix pomatia*) wirft den sie während ihres viermonatlichen Winterschlafs schützenden kalkigen Deckel erst ab, wenn die Temperatur der Luft am Tage etwa  $10-12^{\circ}$  C. erreicht hat. In den Tropenländern fallen verschiedene Thiere — Schlangen, Eidechsen u. s. w. — in einen dem Winterschlaf ganz ähnlichen „Kälteschlaf“ bei einer sehr viel höhern Temperatur als die ist, bei welcher die Winterschläfer unserer nordischen Länder<sup>5</sup> schon wieder ganz activ geworden sind (ein Beweis für den Satz, dass die Abweichung von dem Optimum, nicht die absolute Höhe der Lufttemperatur auf die Thiere einwirkt). Auf den Philippinen habe ich selbst oft genug unter Steinen früh am Morgen ganz steif gewordene Schlangen gefunden, obgleich die Temperatur am Boden unter Steinen und gegen Ausstrahlung durch den Schatten der Waldbäume geschützt niemals geringer als  $16-18^{\circ}$  C. war. Man würde vielleicht hier einwenden mögen, dass ebendeshalb der Winterschlaf unserer Thiere nicht direct dem Kälteschlaf der in den Tropen lebenden gleichzustellen sei; indess, wie ich glaube, mit Unrecht. Allerdings bleibt die Temperatur in Tropenländern nie für längere Zeit, durch

Tage oder gar Wochen hindurch, so niedrig, dass dadurch ein während dieser Periode ununterbrochen andauernder Kälteschlaf hervorgerufen würde. Aber es ist offenbar von geringem Gewicht, ob der durch Erniedrigung der Temperatur hier wie dort hervorbrachte Effect kürzere oder längere Zeit anhält; auch bei unsern Winterschläfern schwankt die Zeitdauer ihres Schlafens ganz ungemein; die wesentliche Gleichheit des Einflusses, den überhaupt Temperaturerniedrigung auf die Thiere im hohen Norden, wie in den Aequatorialgegenden ausübt, dürfte nicht zu bestreiten sein. Dieser Einfluss besteht vor allem darin, dass jede Erniedrigung der Temperatur — wie hoch oder wie niedrig auch das Optimum sei — die vitale Energie vieler, aber nicht aller Thiere in einem solchen Grade herabstimmt, dass sie allmählich einschlafen und in einem schlafähnlichen Zustande so lange liegen, als der ihn bedingende niedrige Wärmegrad andauert.

Im allgemeinen scheinen die warmblütigen Thiere dadurch gegen den Effect der Temperaturerniedrigung geschützt zu sein, dass sie im Stande sind, die zu ihrem Leben nöthige Wärme in sich selbst durch Verbrennung zu produciren. Es entgehen aber auch diese nicht immer jenem Einfluss. Jedermann, der längere Zeit in den Tropen gelebt und die Menschen dort beobachtet hat, weiss, dass die Einwohner bei plötzlichen und starken Erniedrigungen der Temperatur ausserordentlich schläfrig werden; dass gerade die Winterschläfer *par excellence* zu den warmblütigen Säugethieren gehören, ist jedermann bekannt. Es setzt niemand in Erstaunen zu hören, dass eine kaltblütige Schnecke, Muschel oder Frosch lethargisch während des Winters werden, wenn die Wintertemperatur sehr niedrig ist; denn da ihre Körperwärme immer ganz (oder doch fast) genau der Temperatur des umgebenden Mediums (Luft oder Wasser) entspricht, und da sie unfähig sind, durch innere Processe eine solche Wärme zu produciren als nöthig ist zur energischen Lebens-

äusserung ihrer Organe: so werden sie allemal in Schlaf, d. h. in inactives Leben fallen müssen, wenn eine Erniedrigung der Luft- oder Wasserwärme unter den Punkt eintritt, wo bei ihnen die Assimilation beginnt. Wohl aber könnte man sich wundern, zu sehen wie ein warmblütiges Thier, dessen Körpertemperatur durch innere Prozesse auf dem hohen Stande von  $36\text{--}38^{\circ}\text{C.}$ <sup>6</sup> constant erhalten wird, doch unfähig ist, dem herabstimmenden, einschläfernden Einfluss der Kälte zu widerstehen. Es ist indess in dieser Beziehung eine, erst in neuester Zeit bekannt gewordene Thatsache von höchster Wichtigkeit. Wir wissen nämlich durch ziemlich zahlreiche Beobachtungen, dass bei den darauf untersuchten Winterschläfern (unter den Säugethieren) die Körpertemperatur recht bedeutend erniedrigt ist, solange sie im Winterschlaf liegen. Die niedrigste überhaupt bei einem solchen Säugethier beobachtete Körpertemperatur ist die von  $2^{\circ}\text{C.}$  beim Ziesel (*Spermophilus citillus*) nach Horvath's Angaben. Diesem Forscher<sup>7</sup> verdanken wir nun die viel interessantere Beobachtung, dass die im Winterschlaf liegenden Ziesel allemal annähernd oder genau die Temperatur der umgebenden Luft haben; in einem Falle war die Zimmertemperatur  $2^{\circ}\text{C.}$  über Null, und das Rectum hatte, durch ein in dasselbe eingeführtes Thermometer gemessen, genau dieselbe Wärme; bei einem andern Versuche schlief das Thier bei einer Zimmertemperatur von  $9\text{--}10^{\circ}\text{C.}$  mehrere Tage hindurch und seine eigene Körperwärme (im Rectum) betrug  $8,4^{\circ}\text{C.}$  Dies beweist, dass während des Winterschlafes die warmblütigen Thiere echte Kaltblüter werden — wenigstens gilt dies für den Ziesel —, denn sie nehmen wie diese die Temperatur der Umgebung an. Einige andere durch Horvath's hübsche Untersuchung festgestellte Thatsachen, die von zu speciellem physiologischen Interesse sind, um sie hier zu erörtern, habe ich in der Anmerkung 7 mitgetheilt, da sie mir einer grössern Verbreitung, als sie bisjetzt gefunden haben, werth zu sein scheinen.

Ein zweiter Punkt von allgemeinerem Interesse ist die manchen Thieren zukommende grosse Resistenzfähigkeit gegen extreme Kältegrade und ihr Vermögen, selbst das Gefrieren zu ertragen, ohne in ihrer Lebensfähigkeit dadurch beeinträchtigt zu werden. In dieser Beziehung haben sicherlich Kaltblüter den Vorzug vor Warmblütern. Der Mensch ist genöthigt, die ihm fehlenden natürlichen Schutzmittel gegen starke Kälte auf die verschiedenste Weise zu ersetzen oder solche von Pelzthieren zu bergen; ein Kaninchen wird unfehlbar getödtet, wenn man seine Körpertemperatur bis auf  $15^{\circ}$  C. über Null herabsetzt. Für dieses Nagethier, dessen normale Körperwärme etwa  $31\text{--}32^{\circ}$  C. ist, genügt also schon die verhältnissmässig unbedeutende Erniedrigung von 16 Graden, um seinem Leben ein Ende zu machen; und es ist anzunehmen, dass, mit Ausnahme der Winterschläfer, alle andern Säugethiere sich ebenso verhalten werden. Anders ist dies bei den Kaltblütern. Bei ihnen ist, wie wir gesehen haben, die Körpertemperatur immer ganz oder nahezu gleich der Wärme des sie umgebenden Mediums, mit dessen Wärmeschwankungen auch jene steigt oder fällt.<sup>8</sup> Aber auch unter diesen Kaltblütern ist das Vermögen, bedeutenden Kältegraden zu widerstehen, ungemein verschieden, und selbst dasselbe Einzelthier verhält sich in seinen verschiedenen Entwicklungsstadien ganz ungleich. Frösche und Kröten können das Einfrieren oder eine dem Gefrierpunkt nahestehende Kälte nur als ausgebildete Thiere ertragen, viele Fische (Lachse) sowol als Embryonen im Ei wie auch erwachsen — Lachseier mit Embryonen darin werden bekanntlich auf Eis bis nach Amerika und Australien transportirt —, wieder andere Thiere nur im Eizustande. Manche Insekten sterben im Winter ab, während ihre Eier überwintern; überhaupt sind die im Ei liegenden Embryonen vieler Insekten selbst bei sehr niedrigen Kältegraden nicht zum Gefrieren zu bringen. Die sogenannten Wintereier mancher niedrigen Krebse — der Daphniden z. B. —

und die Keimkörper (Statoblasten) der Moosthierchen (Bryozoa) oder unserer Süßwasserschwämme widerstehen jeder Kälte, während die erwachsenen Thiere regelmässig im Herbst, wahrscheinlich durch Kälte, zerstört werden. Eine Erklärung dieser Thatsache, dass der weiche Inhalt so kleiner Körper, wie es die Eier oder Keimkörper der wirbellosen Thiere sind, nicht gefriert, solange er von der festen, aber doch immerhin recht dünnen Kapsel umgeben ist, wurde meines Wissens bisjetzt nicht gegeben, noch überhaupt in richtiger Weise zu geben versucht.

In Bezug auf die Fähigkeit mancher Thiere oder selbst einzelner Organe derselben, das Einfrieren zu ertragen, ohne nach dem Aufthauen das mindeste von ihrer Lebensfähigkeit eingebüsst zu haben, liegen wol zahlreiche Beobachtungen, aber so gut wie gar keine consequent durchgeführten Experimentreihen vor. Jene sind oft geradezu Staunen erregend. So wird z. B. angegeben, dass Frösche und Kröten nicht sterben, selbst wenn sie so vollständig gefrieren, dass Haut, Muskel und Knochen gleichmässig in kleine Stücke zerbrochen werden können. Die so zarten Nacktschnecken des Meeres sollen, wie manche andere Mollusken, das Einfrieren in Eis ohne allen Schaden ertragen. Herausgeschnittene Theile — wie das Herz, Muskel, Nerven — sollen einfrieren können, ohne dabei die ihnen eigenthümlichen Fähigkeiten einzubüssen. Andererseits wird dagegen von Pouchet auf Grund zahlreicher Experimente behauptet, dass das Gefrieren einzelner Theile sowol wie ganzer Thiere unfehlbar tödtet; nach ihm sollen zunächst die Blutkörperchen durch Erfrieren zerstört werden, diese abgestorbenen Elemente dann aber nach dem Aufthauen als Gift wirken und das Thier, resp. Organ tödten. Diese letztere Ansicht ist freilich durch Horvath's<sup>9</sup> Versuche, wenn auch nicht schlagend widerlegt, so doch sehr unwahrscheinlich gemacht worden; denn diese lehren, dass ein Frosch, dessen Beine durch Gefrieren abgetödtet wor-

den waren, trotzdem weiter lebt, also auch nicht durch die in seinen Kreislauf hineingezogenen abgestorbenen Blutkörperchen des erfrorenen Beines vergiftet wird. Man könnte hiergegen von Pouchet's Standpunkt aus einwenden, dass die Menge des durch die Erfrierung im Bein gelieferten Giftes nicht hingereicht habe, um nach dem Aufthauen auch den Frosch selbst dauernd schädigen zu können. Es ist diese Frage indess für uns von keinem Belang.

Andererseits machen die Resultate Horvath's, die mit denen Pouchet's in Bezug auf die tödliche Wirkung des Gefrierens übereinstimmen, jene zahlreichen Beobachtungen über völlig gefrorene und nach dem Aufthauen wieder auflebende Thiere in hohem Grade unwahrscheinlich. Horvath zeigte, dass ein Frosch oder Theile desselben unfehlbar absterben, wenn sie bei einer Temperatur von mindestens  $5^{\circ}$  C. des sie umgebenden Mediums (Wasser, Quecksilber) zum Gefrieren gebracht werden; dagegen sollen bei  $0-4^{\circ}$  C. erkältete oder auch eingefrorene Nerven, Muskel und Herzen aufgethaut wieder functionsfähig sein. Man kann daraus folgern, dass diejenigen Theile der Muskelfasern oder Nerven, auf deren Lebensthätigkeit die Wirkung jener Fasern beruht, durch eine Abkühlung bis zu  $5^{\circ}$  C. nicht zum Gefrieren gebracht werden. Aber wir dürfen jenes Resultat nicht ohne weiteres auf ganze Thiere übertragen, da wir nicht wissen, ob nicht andere Theile (z. B. Blut oder Drüsenzellen) bei noch höherer Temperatur gefrieren und infolge dessen absterben, wodurch denn doch unfehlbar das Thier selbst getödtet werden würde. Genaue Bestimmungen der innern Körperwärme solcher hartgefrorenen ganzen Thiere liegen aber nicht vor; aus ihrer Härte allein folgerte man ohne weiteres, dass sie durch und durch gefroren seien, ohne im mindesten in Betracht zu ziehen, dass der Gefrierpunkt der verschiedenen im Körper befindlichen Säfte ein verschiedener sein könne und dass dem entsprechend selbst in den anscheinend hartgefrorenen Thieren doch

diejenigen Theile nicht wirklich gefroren zu sein brauchen, auf deren Eigenschaften die Erhaltung des Lebens nach dem Aufthauen beruhte. Die Horvath'schen Versuche müssten in umfassender Weise an unversehrten Thieren wiederholt werden, um über die frühern Beobachtungen<sup>10</sup> ein positives Urtheil abgeben zu können.

Immerhin aber zeigen diese, wie die Horvath'schen Experimente, dass es Thiere gibt, welche ein Einfrieren und ein theilweises Gefrieren ertragen können. Es wird dadurch eine Weite des Spielraumes in der Resistenzfähigkeit gegen Schwankungen der Temperatur gewährleistet, welche von grösster Bedeutung sein muss für die Frage, inwieweit säculare Schwankungen in der Temperaturverbreitung auf unserer Erdoberfläche von auswählendem Einfluss sind auf die sie bevölkernden Thiere. Mit der durch eine bedeutende Erniedrigung der Wärme z. B. in unsern Breiten vielleicht einmal wieder auftretenden Auslese der jetzt lebenden Thierformen und der Einführung neuer Arten aus dem hohen Norden (Fauna der Eiszeit) könnte aber zugleich auch eine Veränderung in der Structur der einzelnen den Wechsel überlebenden Species hervorgebracht werden.

Nun ist allerdings soviel ich weiss keine einzige Untersuchung vorhanden, durch welche bewiesen würde, dass in der That die gröbere Structur verschiedener Organe der Thiere durch Temperaturerniedrigung verändert werden könnte. Dagegen können wol viele Veränderungen im Pelz und in den Farben der Säugethiere, Vögel und Insekten auf den directen oder indirecten Einfluss der Temperaturerniedrigung mit gutem Grund zurückgeführt werden; ja für die Insekten liegt jetzt sogar ein positiv diesen Einfluss beweisendes Experiment vor. (Ein anderer Einfluss sinkender Wärme, der auf die Eierproduction, wird später discutirt werden.)

Dagegen ist in neuerer Zeit häufig behauptet worden, dass der Wechsel der Farben im Winter, wie er bei Säugethieren und Vögeln oft sehr regelmässig ein-

tritt, nicht durch die Kälte, sondern vielmehr durch Zuchtwahl hervorgebracht wurde. Ich muss bekennen, dass ich nicht recht begreife, wie man zu einer solchen Behauptung kommen konnte. Es liegt doch auf der Hand, dass die Zuchtwahl als solche die Farbe, d. h. das Pigment selbst, auch nicht im mindesten zu verändern vermag; die Ursachen, welche bewirken, dass ein brauner Pelz mehr oder minder rasch weiss wird, müssen unbedingt anderer Art sein. Wir wissen, dass das Weisswerden der Haare beim Menschen für gewöhnlich ein Zeichen des herannahenden Alters ist, und dass es mitunter (und oft genug erblich) schon in früher Jugend eintreten, aber auch durch heftige und plötzliche Gemüthseregungen binnen wenigen Stunden hervorgerufen werden kann; in allen diesen Fällen werden die bewirkenden Ursachen wol sehr verschieden sein. Welcher Art sie sind, wissen wir nicht. Aber wir dürfen, allerdings unter Vorbehalt und mit Vorsicht, die Ansicht aussprechen, dass die mit dem Herbst eintretende Temperaturerniedrigung wol in irgendeiner Weise (direct oder indirect) eine Wirkung auf die in der Haut abgelagerten Pigmente übe. Wie dagegen durch Zuchtwahl eine Rasse ganz brauner Thiere allmählich in eine im Winter schneeweiss werdende Abart umgewandelt werden könnte, scheint schwer verständlich. Gesetzt, es würde durch irgendwelche Ursachen — äussere oder innere — ein braunes Wiesel in ein zur Winterszeit weiss und braun geflecktes umgewandelt werden, so würde dies nicht im mindesten gegenüber den braunen bevorzugt sein durch das Weiss in seinem Pelz, da es ebenso sehr oder vielleicht selbst noch mehr, als ein einfarbig braunes Thier vom rein weissen Grund des mit Schnee bedeckten Bodens abstechen müsste. Von einer allmählich durch Cumulation des Weiss im scheckigen Pelz entstehenden rein weissen Abart könnte nicht die Rede sein. Wohl aber wäre es möglich, dass eine Auswahl erfolgte, wenn bei der zum ersten mal eintretenden Veränderung der



Farbe des Sommerpelzes gleich von vornherein rein weisse Varietäten erzeugt würden; denn diese wie alle fast weissen würden in der That gegenüber den braunen oder bunten wesentlich bevorzugt sein. Dann aber hat doch die Zuchtwahl jene rein weisse Winterfärbung nicht hervorgebracht durch Cumulation kleiner und nützlicher Färbungsänderungen, sondern sie hat eben nur ausgewählt zwischen den ihr gebotenen weissen und braunen; und die Frage nach der Entstehung des weissen Winterpelzes bleibt somit nach wie vor ungelöst. Das Gleiche gilt natürlich auch für alle rein weissen in arktischen Gegenden oder auf den höchsten Gipfeln der grossen Bergketten auf Schnee und Eis lebenden Thiere; diese, wie alle im Winter weiss werdenden Arten<sup>11</sup>, die ich hier aufzuzählen für überflüssig halte, können ihre Winterfärbung nicht auf dem Wege der Zuchtwahl erhalten haben. Dagegen kann allerdings, nachdem durch andere uns unbekanntere Ursachen einmal die constante weisse oder die abwechselnd braune Sommer- und weisse Winterfärbung hervorgebracht worden war, diese befestigt worden sein durch raschere Vernichtung der weniger gut gegen ihre Feinde geschützten braunen oder bunten Varietäten. In dieser Weise erklärt Wallace denn auch das Vorkommen weisser Thierarten im Norden; die Frage nach der Entstehung des Weiss existirt für ihn gar nicht.

Welcher Art diese Ursachen aber sind, wissen wir nicht; vielleicht irrte man sich doch, als man für alle oben bezeichneten Fälle annahm, es sei dies Weiss, d. h. die Pigmentlosigkeit hervorgebracht durch directe Einwirkung der Kälte des Winters, oder der Polar-gegenden und Regionen des ewigen Schnees auf Berggipfeln. In einem einzigen Falle können wir indess mit Bestimmtheit sagen, dass wirklich die sogenannte Winterfärbung eines Thieres durch den directen Einfluss der im Herbst eintretenden Temperaturerniedrigung hervorgebracht wird. Professor Weismann in Freiburg, dem wir bereits die Kenntniss mancher hübschen ex-

perimentell festgestellten Thatsache verdanken, hat nämlich gezeigt, dass zwei, von vielen Entomologen für verschiedene Arten gehaltene Formen einer *Vanessa*-art (*Vanessa prorsa-levana*) nur Winter- und Sommervarietäten derselben Species sind, da es gelingt, durch Züchtung der Sommerbrut bei künstlich erniedrigter Temperatur der die Raupen und Puppen umgebenden Luft regelmässig schon im Sommer die Wintervarietät (*Vanessa levana*) zu erzeugen.<sup>12</sup> Es wäre zu wünschen, dass die Zoologen häufiger derartige Experimente anstellten; geschähe dies, so würde — ich zweifle nicht daran — sehr bald ein sehr viel weiter gehender Einfluss der Kälte auf die Thiere nachgewiesen und in seinen Grenzen festgestellt werden können, als momentan möglich ist.

II. Einfluss steigender Temperatur auf die Thiere. Schwankungen der Temperatur unter dem Gefrierpunkt der Körpersäfte können keinerlei Einfluss auf die Thiere und ihre Eigenschaften äussern, da durch eine unter diesen Punkt fallende Kälte entweder das Leben vollständig zerstört oder latent gemacht wird; es wird für einen völlig gefrorenen Frosch gleichgültig sein, ob er bei 5 Grad unter Null oder bei 10 oder 20° C. gefror. Erst wenn das ihn umgebende Wasser und die in seinen Geweben befindliche Flüssigkeit durch Aufthauen flüssig wird, kann ein weiteres Steigen der Wärme Einfluss auf die Lebensthätigkeiten des Thieres gewinnen. Denn obgleich zahlreiche Thiere auf Schnee und Eis oder selbst im Eise leben, wie z. B. der Gletscherfloh (Fig. 29) *Degeeria nivalis*, zwei *Sminthurus*-arten, *Chionea araneoides* u. s. w., so haben sie darum doch nicht in ihrem Innern die Temperatur des Eises; einmal gehören solche Thiere meist den Warmblütern an, die aus sich heraus die ihnen zusagende Wärme produciren; dann aber ist auch die Wärme der Luft an der Oberfläche des Eises oder Schnees durchaus nicht immer unter dem Gefrierpunkt, ja oft sogar erheblich über demselben. Die Thatsache, dass Thiere auf oder unter

dem Eise leben, darf daher nicht als Beweis angenommen werden dafür, dass actives thierisches Leben bei Temperaturen unter Null möglich sei, oder dafür, dass ein Steigen der Luft- oder Wassertemperatur von  $-10^{\circ}$  C. auf  $-5^{\circ}$  C. von irgendwelcher Bedeutung für das thierische Leben sein könne. Ein Steigen der Temperatur vom Gefrierpunkte des Wassers und der Körpersäfte an muss dagegen die Thiere beeinflussen; aber es wirkt, wie wir gleich sehen werden, durchaus nicht immer in der gleichen Weise auf alle Thiere, welche miteinander vereint an demselben, der Wirkung steigender Temperatur ausgesetzten Orte leben.

Die Wirkung steigender Wärme auf die Thiere hängt natürlich von der Natur dieser letztern ab; da diese

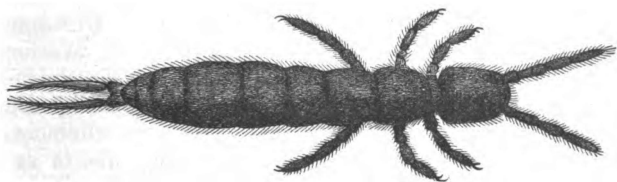


Fig. 29. *Desoria glacialis*, der Gletscherfloh.

nicht gleich ist, so wird auch jene sich in verschiedener Weise äussern müssen. Dies ist denn auch allbekannt und leicht zu beobachten. Einige Thiere erwachen aus ihrem Winterschlaf früher, andere später; diese Formen liegen bei niedriger Temperatur noch ganz steif im Morgenschlaf, während jene zu ihrem Liebesleben erwachend ihre Reize entfalten und noch andere längst damit beschäftigt sind, Eier zu legen oder lebendige Junge zur Welt zu bringen. Kurz, steigende Wärme beginnt gleich über dem Gefrierpunkt ihren stimulirenden Einfluss auf die Lebensthätigkeiten aller Thiere zu äussern, bis diese zu ihrer höchst möglichen Anstrengung gereizt werden bei einem Temperaturoptimum, welches — wie die angedeuteten That-sachen beweisen — für jedes Thier ein anderes ist.

Steigt die Wärme noch mehr, über dieses Optimum hinaus, so tritt der umgekehrte Einfluss ein, die Thätigkeit der Organe wird mehr und mehr herabgestimmt, bis endlich ein schlafähnlicher Zustand oder die Wärmerstarre dem durch zu grosse Hitze bewirkten Tode vorgeht.

Aber diese Optimaltemperatur variirt nicht blos mit jeder einzelnen Art, sondern auch mit jedem Individuum, ja selbst mit allen einzelnen Organen jedes Einzelthieres. Die beste, d. h. die bestbekannte Illustration dieser Thatsache wird durch die Infusorien geliefert. Rossbach hat in der schon oben angeführten Arbeit gezeigt, dass die rhythmischen Contractionen ihrer contractilen Blase immer schneller vor sich gehen bei steigender Temperatur, bis sie ihr (bei den verschiedenen Arten verschiedenes) Maximum erreichen bei einer Wärme von  $30^{\circ}$  C. Steigt aber die Wärme noch höher, so vermindert sich wieder die Geschwindigkeit der Contractionen, während gleichzeitig die Schnelligkeit der Cilienbewegung immer noch zunimmt. Hat endlich die Temperatur die Höhe von  $35^{\circ}$  C. erreicht, so zeigt sich ein auffallender Unterschied in der Reaction zweier Arten von Wimpern; die einen, welche die Rotation erzeugen, bewegen sich, ohne vom Willen des Thieres irgendwie beeinflusst zu werden, während die andern, durch welche die Bewegungen des Thieres vorwärts und rückwärts hervorgebracht werden, vollständig vom Willen des Infusoriums abhängig sind. Die Schnelligkeit beider Arten von Bewegungen nimmt nun gleichmässig zu, solange die Wärme bis zu  $35^{\circ}$  C. ansteigt; dann aber wird die fortschreitend gradlinige Bewegung dem Willen des Thieres gänzlich entzogen und es erzeugt sich eine eigenthümliche Combination richtungslos fortschreitender und rotirender Bewegungen. Erreicht endlich die Wärme  $40^{\circ}$  C., so hört die bei  $35^{\circ}$  C. unwillkürlich gewordene fortschreitende Bewegung gänzlich auf, während die rotirende Bewegung mit ungeschwächter Kraft fort dauert, bis sie endlich bei  $42$  oder

45° C. mit der Wärmestarre und dem Tode des Thieres erlischt. Wir sehen hieraus, dass selbst zwei so nahe verwandte Functionen, wie Contractilität und Wimperbewegung sind, oder selbst zweierlei nur wenig verschiedene Arten von Wimperhaaren (willkürlich und unwillkürlich wirkende) in äusserst verschiedener Weise durch die gleiche Steigerung der Wärme beeinflusst werden, gerade so wie auch die Einzelthiere sich in ihrer Reaction gegen steigende Wärme ungemein verschieden verhalten. Eine, infolge säcularer Schwankungen eintretende Steigerung der Temperatur eines Bezirks oder veränderte Vertheilung derselben während der Jahreszeiten wird daher die in jenem vergesellschaftet lebenden Thiere ungemein verschieden beeinflussen müssen, und die oft geäusserte Meinung — die sich auch in der Classification der Thiere als tropische, subtropische, gemässigte u. s. w. ausspricht —, als ob alle an demselben Ort miteinander lebenden Thiere auch gleichmässig gut der dort herrschenden Temperatur (Klima) angepasst wären, und als ob sie deswegen auch alle in gleicher Weise auf etwaige Temperaturschwankungen reagiren müssten, entbehrt jeder soliden Grundlage.

Wir wollen nun einige specielle Beispiele discutiren, um das Vorangehende etwas genauer durch Anführung extremer Fälle zu erläutern.

Da wir wissen, dass das Optimum der Temperatur nicht für alle Thiere gleich<sup>13</sup> ist, so dürfen wir uns auch nicht wundern zu sehen, dass einzelne Arten noch in einer Temperatur leben, welche auf andere unbedingt tödlich wirkt. Thiere der Nordsee, welche bei directer Sonne einer Temperatur von 30° C. ausgesetzt werden, sterben, wie es scheint, regelmässig und rasch, während gerade dies die Optimalwärme für den Kiemenfuss unserer Tümpel (*Branchipus stagnalis*) zu sein scheint. Die unter den Tropen lebenden Thiere sind im allgemeinen einer sehr viel höhern (und gleichmässigeren) Wärme ausgesetzt als unsere nordischen oder gar die

borealen Formen; einen Transport derselben aus einer Region in die andere ertragen daher auch lange nicht alle Arten. Auf diesen Punkt komme ich später zurück. Wirklich auffallend aber erscheint die nicht abzuleugnende Thatsache, dass gewisse Thiere (und auch Pflanzen) im Stande sind eine Temperatur zu ertragen, welche höher<sup>14</sup> ist als diejenige, die für gewöhnlich das Protoplasma, die Grundlage alles organischen Lebens, abzutöden scheint. Man weiss, dass thierisches Protoplasma gewöhnlich bei 40° C. oder doch immer bei 50° C. Wärme gerinnt und abstirbt; dies stimmt recht gut mit dem, was vom pflanzlichen Protoplasma bekannt ist. Man würde von vornherein geneigt sein, daraus zu schliessen, dass Thiere nicht an solchen Stellen leben könnten, wo, wie in vielen heissen Quellen, die Temperatur jene Maximalgrenze für das Protoplasma überschreitet. Aber diese Annahme würde im Widerspruch mit den Beobachtungen stehen. Es ist überflüssig, diese hier aufzuzählen; es genügt, zu constatiren, dass Thiere von ziemlich hoher Organisation — wie Krebse, Insektenlarven u. s. w. — in Quellen leben, die eine Temperatur von 50—60° C. oder selbst noch mehr haben. Wir sind, gegenüber der grossen Zahl dieser Angaben und bei der Glaubwürdigkeit der meisten Beobachter, nicht berechtigt jene Thatsachen zu bezweifeln, obgleich das so gebotene physiologische Räthsel einstweilen weder gelöst werden kann, noch bisher einmal zu lösen versucht wurde. Wir könnten uns hier mit der Annahme helfen, dass die Fähigkeit mancher Thiere, in solcher Hitze zu leben und sich fortzupflanzen, auf der Fähigkeit ihres Protoplasmas beruhte, dem schädlichen Einflusse jener auf 50° C. und mehr gesteigerten Temperatur zu widerstehen. Damit wäre dann aber auch eine Adaptationsfähigkeit des thierischen Protoplasmas erwiesen, welche bei weitem grösser sein würde, als man bisjetzt für möglich gehalten hat.

Vielleicht indess möchte es manchem plausibel schei-

nen anzunehmen, dass die Immunität gegen die Einwirkung sehr hoher Hitzegrade derjenigen gegen starke Kältegrade gleichzustellen sei. Ein Parallelismus zwischen beiden ist indess bei genauerm Zusehen doch nicht vorhanden. Jede Erniedrigung der Temperatur unter das Optimum stimmt die vitale Energie des Thieres immer mehr und mehr herab, bis endlich beim Minimum das Leben latent wird; in diesem Zustande kann das Thier ungefährdet lange Zeit verweilen, da der Verbrauch organischer Nährstoffe dann minimal oder, wie wahrscheinlich bei überwinternden Eiern, auf längere Zeit fast gänzlich aufgehoben ist. Steigt dagegen die Temperatur über das Optimum hinaus, so wird die Energie der Lebensthätigkeiten immer mehr gesteigert, allerdings oft unter Begleiterscheinungen, die ein Herabsetzen derselben anzudeuten scheinen; aber ein Zustand latenten Lebens tritt dann nie ein, vielmehr wird schliesslich immer der Tod durch einen zu starken Verbrauch organischer Substanzen des Thierkörpers hervorgerufen. Es bleibt also die Fähigkeit mancher Thiere, warmblütiger wie kaltblütiger, einen höhern Hitzegrad als der ist, welcher Protoplasma tödtet, ohne Schaden auszuhalten, noch ein unaufgeklärtes, auch durch den eben gemachten Vergleich nicht aufzuklärendes Räthsel, dessen Lösung aber ohne Zweifel vom grössten Interesse wäre.

Auf alle Fälle genügen jedoch die vorliegenden Beobachtungen und Experimente, um zu beweisen, dass die Optimaltemperatur verschieden ist für jedes Einzelthier und selbst für jedes Organ desselben. Wir haben gesehen, dass die Controle, welche ein Infusorium über seine Vorwärtsbewegung hat, bei einem Wärmegrade verloren geht, über welchen hinaus durch Steigen der Wärme doch immer noch eine Verschnellerung derselben Bewegungsweise bewirkt wird; ebenso sahen wir, dass die rotirende Bewegung fortwährend bis zur Temperatur, die den Tod bewirkt, gesteigert wird, während schon bei geringerer Hitze die fortschreitende

Bewegung aufhört. Es kann daher auch nicht überraschen, zu sehen, dass steigende Wärme mitunter Erscheinungen hervorruft, welche denjenigen, die bei intensiver Kälte eintreten, gleich zu sein scheinen. Jedermann weiss, dass Europäer in den Tropen oder auch im eigenen Lande an heissen Sommertagen sehr schläfrig werden, gerade wie Tropenbewohner in kalten Ländern einem ähnlichen Einfluss durch Kälte verfallen. Wir haben das Recht hier anzunehmen, dass die übermässige Hitze in solchen Fällen denjenigen Reiz aufhebt, der uns für gewöhnlich während des Tages wach erhält. Auf einen lange andauernden derartig einschläfernden Einfluss hoher Sommerwärme hat man versucht, analog wie beim Winterschlaf, auch den „Sommerschlaf“<sup>15</sup> mancher Thiere in heissen Ländern zurückzuführen, gewiss aber mit Unrecht; in allen solchen Fällen ist höchst wahrscheinlich die grosse, während der heissen Jahreszeit herrschende Trockenheit die bewirkende Ursache, wie weiterhin genauer erörtert werden soll.

Es muss hier nun noch ein Einfluss steigender Temperatur auf eine Function besprochen werden, auf deren normalem Verlauf die Existenz aller Arten beruht: die Vermehrung der Individuen oder die Fortpflanzung durch Eier oder durch Theilung und Knospung. Jeder Wechsel in dieser Function muss unbedingt einen bedeutenden auswählenden oder umbildenden Einfluss auf die einzelnen Arten äussern. Nimmt man z. B. an, dass die Jahrestemperatur in irgendeinem Lande so verändert würde, dass das Optimum für die Production von Eiern nicht zur richtigen Zeit einträte und hinreichend lange andauerte, so würden alle die so betroffenen Thiere gänzlich ausgerottet werden; die Fauna wäre mit einem Schlage vollständig verändert. Von annähernd gleicher Bedeutung für die Zusammensetzung einer Landesfauna wäre auch der Einfluss steigender Wärme auf die abgelegten und nach der Winterruhe sich entwickelnden Eier. Ehe wir auf Einzelheiten eingehen, wird es vielleicht gut sein nochmals daran zu



erinnern, dass ich mit dem Worte „steigende Wärme“ nicht ein Steigen von einem bestimmten Minimum bis zu einem und demselben Maximum meine, sondern das Ansteigen von irgendeinem über dem Nullpunkt liegenden Grade bis zu einem andern beliebigen Optimum: zwei Punkte, welche, wie wir gesehen haben, nicht dem Grade der Temperatur, sondern nur der mit ihnen verbundenen Wirkung nach für alle Thiere direct vergleichbar sind.

Es erscheint mir überflüssig, durch Anführung besonderer Beispiele den allgemein bekannten Satz zu belegen, dass der Anfang der Eierproduction (der Eintritt der Geschlechtsreife) zweifellos beeinflusst wird durch steigende Wärme. Darüber aber, wie in solchem Falle die letztere wirkt, ob für sich allein oder nur im Verein mit concurrirenden Umständen und über die weitere Frage, bei welchen Temperaturgraden denn bei verschiedenen Thieren derselbe Einfluss steigender Wärme zuerst sich äussert, liegen keine experimentellen Untersuchungen vor. Zahlreiche zufällig gemachte Beobachtungen<sup>16</sup> wurden scheinbar glücklich durch die Annahme dieses Temperatureinflusses erklärt; aber eine exacte Beantwortung der doch eigentlich erst durch jene gestellten Frage wurde wenigstens nie in umfassender Weise zu geben versucht. So wird z. B. ohne weiteres die Thatsache, dass zahlreiche Thiere im Sommer andere Eier legen als im Herbst, direct auf den Einfluss der zu beiden Jahreszeiten so sehr verschiedenen Temperaturen bezogen und man nennt sie dem entsprechend Sommer- und Wintereier. Nun aber hängt die Ausbildung der Eier sicherlich nicht blos von der Wärme, sondern auch von der Nahrung (in Quantität wie Qualität) ab, ferner wol auch von dem Chemismus des umgebenden Mediums, Feuchtigkeit der Luft und andern Verhältnissen, sodass es nicht ohne weiteres als ausgemacht anzunehmen ist, dass jene klimatologische Bezeichnung der zweierlei Formen von Eiern, wie sie bei manchen Krebsen, Insekten, Räderthieren u. s. w.

vorkommen, wirklich auch in allen Fällen vollkommen zutreffend sei; vielmehr müsste unbedingt experimentell der Nachweis hierfür in jedem einzelnen Falle geliefert werden. In umfassender Weise aber ist dies, wie gesagt, bisher nie geschehen.

Nur in einigen Fällen liegt der experimentell geführte Beweis vor, dass wirklich die Ausbildung einer bestimmten Art von Eiern (und Fortpflanzung) von einer Steigerung der Temperatur (resp. Erniedrigung derselben) direct abhängt. So weiss man z. B. von den Aphiden (Fig. 30), einer Familie von Wanzen (Hemipteren), die unter dem Namen der Blattläuse allen Men-



Fig. 30. *Aphis beccabungae*, eine Blattlaus; links die ungeflügelte, rechts die geflügelte Form des Weibchens.

schen wohlbekannt sind, dass sie mitunter in einem einzigen günstigen Sommer bis zu vierzehn Generationen durch Parthenogenesis liefern, indem die dann erzeugten Eier nicht der Befruchtung durch den Samen zu ihrer Entwicklung bedürfen. Bei Beginn der kalten Jahreszeit erst erscheinen Männchen, und die durch sie befruchteten Eier liegen als sogenannte Wintererier den Winter hindurch bis zum nächsten Frühjahr, in welchem steigende Wärme die Embryonen zur Ausbildung und zum Ausschlüpfen bringt. Werden nun parthenogenetisch sich vermehrende Sommeraphiden nicht der Einwirkung durch die Winterkälte ausgesetzt, sondern in constanter Sommertemperatur das ganze Jahr

hindurch gehalten und dabei in passender Weise ernährt, so treten keine Männchen auf und die Jungen entstehen ohne Unterbrechung durch eine geschlechtliche Generation unausgesetzt auf parthenogenetischem Wege. Es ist auf diese Weise Réaumur gelungen, während 3—4 Jahren über 50 parthenogenetisch erzeugte, von einer einzigen Mutter abstammende Generationen künstlich hervorzubringen. Das umgekehrte Experiment: zu versuchen, ob es durch künstliche Erniedrigung der Temperatur auch schon im Frühjahr gelingt, Männchen zu erzeugen, obgleich diese eigentlich erst viel später auftreten sollten und so die Zahl der normal im Sommer aufeinanderfolgenden parthenogenetischen Generationen zu vermindern, ist, soviel ich weiss, nie gemacht worden; es ist aber sehr wahrscheinlich, dass es gelingen dürfte.

Nicht minder interessant sind die Thatsachen, welche kürzlich Zeller mitgeteilt hat. Er fand, dass im schroffen Gegensatz zu den eben besprochenen Aphiden einige Parasiten (*Diplozoon paradoxum* und *Polystomum integerrimum*, Fig. 31)<sup>17</sup> nur im Sommer echte Eier erzeugen, welche befruchtet werden müssen, wenn sie sich entwickeln sollen, und dass bei ihnen die Eierbildung mit Eintritt der kältern Jahreszeit ganz aufhört. Es kann aber die Eierzeugung künstlich durch den ganzen Winter verlängert werden, wenn die Fische, auf deren Kiemen z. B. das *Diplozoon* lebt, in Zimmeraquarien gehalten werden, deren constante Temperatur die des Sommers ist. Es ist dabei anzunehmen, dass auch hier, wie in dem Experiment mit den Aphiden, alle übrigen Lebensbedingungen und vor allem die Nahrung in ihrem Optimum vorhanden waren, da der Einfluss schlechter Ernährung wahrscheinlich den Erfolg des Experiments überhaupt in Frage gestellt haben würde. Leider erfahren wir hierüber durch Réaumur und Zeller nichts, sowenig wie über die exact festgestellten Temperaturgrenzen oder Curven, durch welche wir einen Einblick erhielten in die gesetz-

mässige Abhängigkeit der Eiproduction von zwischen bestimmten Grenzen auftretenden Schwankungen der Temperatur. Wir dürfen indess aus der Thatsache, dass die Temperatur der Bäche und Ströme, an deren Grunde die mit jenen Parasiten behafteten Fische leben, bedeutend niedriger ist als die der Luft während des Sommers, auch wiederum folgern, dass solche Temperaturcurven für die Aphiden und die Diplozoen ganz

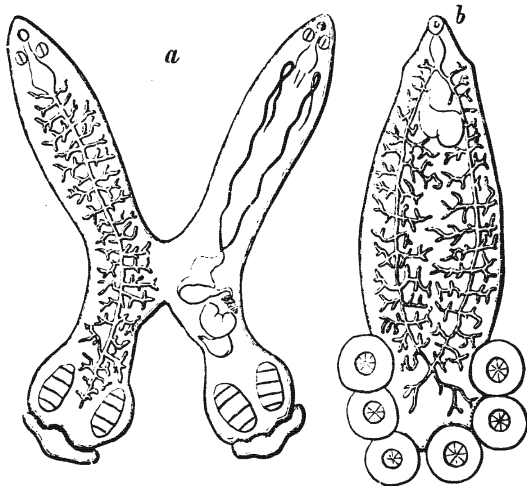


Fig. 31. *a* Diplozoon paradoxum, auf den Kiemen der Süßwasserfische; *b* Polystomum integerrimum aus der Harnblase des Frosches.

unähnlich und dass wahrscheinlich auch die Optimaltemperaturen für die Ausbildung befruchtungsfähiger Eier bei beiden sehr verschieden sein werden. Dadurch aber wäre wiederum bei einem etwa eintretenden allgemeinen Temperaturwechsel ein auswählender Einfluss auf die Thiere der durch denselben betroffenen Region bedingt, da die Existenz der Art zu gutem Theile auch von der normalen Aufeinanderfolge der Generationen abhängt.

Wir haben früher (S. 132) gesehen, dass das Wachstum eines Thieres indirect auch von der Temperatur der Umgebung beeinflusst wird, da die Assimilation der zum Wachstum nöthigen Menge und Art der Nahrung in günstigster Weise nur bei einem für die verschiedenen Thiere sehr verschiedenen Temperaturoptimum geschehen kann. Wir sind zweitens berechtigt, anzunehmen, dass dieses Optimum für das Wachstum des Thieres nicht identisch sei mit dem für die Ausbildung der Eier.<sup>18</sup> Wenn wir dann ferner bedenken, dass das Ausreifen der Eier gewöhnlich nur kurze Zeit<sup>19</sup>, das Wachstum selbst ganz kleiner Thiere dagegen oft sehr lange Zeit (bei Polystomum z. B. mehrere Jahre) in Anspruch nimmt, so folgt daraus unmittelbar, dass die Geschlechtsreife durchaus nicht, wie oft angenommen, das Ende des individuellen Wachstums bezeichnen muss. Beides kann zusammentreffen, braucht es aber nicht; und statt sich darüber zu wundern, wie häufig geschieht, dass Larven, d. h. also nicht ausgewachsene Thiere geschlechtsreif werden (Salamandra, Siredon, Blatta u. s. w.), dürfte man eher darüber erstaunt sein, dass man erst in neuester Zeit angefangen hat, solche Fälle aufzusuchen und der Mittheilung für werth zu halten. Ein neuerdings von mir beobachtetes hierher gehöriges Beispiel liefern die Landschnecken der Mittelmeerprovinz. Wir wissen, dass auf hohen Bergen oder im hohen Norden Landschnecken oft durch die niedrige dort herrschende Temperatur verhindert werden, innerhalb gegebener Zeit ebenso viel Nahrung zu assimiliren wie ihre Speciesgenossen, die in der Ebene oder in wärmern Breiten leben, sodass sie nicht so gross werden wie diese, doch aber im Stande sind, sich fortzupflanzen. Hier wäre es möglich, dass die erste Geschlechtsreife und Ende des Wachstums zusammenfielen, obgleich die geschlechtsreifen Thiere klein geblieben wären. Anders ist es mit den Landschnecken der heissen Mittelmeergegenden. Diese werden, wie ich aus eigener Beobachtung weiss, durch die kurze, aber

intensive mit der hinreichenden Feuchtigkeit verbundene Frühjahrshitze schon zur Geschlechtsreife gebracht, wenn sie erst ein halbes Jahr alt und noch ganz unausgewachsen sind; eine zweite Periode der Eiablage tritt dann bei Beginn des Winters nach dreimonatlicher durch Trockenheit bedingter Sommerruhe ein, obgleich die volle Ausbildung, wie sie durch den normal ausgebildeten Mundsäum angedeutet wird, erst nach dieser zweiten Periode der Geschlechtsthätigkeit erreicht wird. Arten derselben Gattungen also, oder vielleicht selbst identische Arten bringen bei uns im kältern und feuchtern Klima erst eine neue Generation hervor, wenn sie bereits ausgewachsen sind, während sie im trockenen und wärmern Mittelmeerreiche schon zwei Generationen erzeugt haben, ehe sie erwachsen waren. Hieraus lassen sich vielleicht die in der Phrasologie der Zoologie als sogenannte „Larvenformen“<sup>20</sup> bezeichneten Thiergruppen erklären; so nennt man nämlich alle solchen Thiere, welche die systematischen Charaktere der Larven anderer Arten besitzen, doch aber ausgewachsen und im Stande sind sich geschlechtlich fortzupflanzen. Derartige „Larvenformen“ werden fast in allen Thiergruppen gefunden, bei Wirbelthieren, Mollusken, Ascidien, Würmern u. s. w.; unter den physiologisch so hoch entwickelten Insekten ist ein sehr auffallendes Beispiel das wohlbekannte Heuschreckengeschlecht der Stabheuschrecken (Fig. 32), dessen Arten mehr oder weniger frischen oder abgestorbenen Pflanzenzweigen ähnlich sehen. Viele dieser Arten sind flügellos, sodass sie den Larven der andern geflügelten Formen ungemein gleichen. Nähme man nun an, dass die geflügelten Arten Nachkommen der flügellosen Arten seien, so würde die Entstehung der erstern sehr wohl erklärbar sein durch die weitere Annahme, dass die für das Reifen der Eier nothwendige Optimaltemperatur hinreichend erhöht worden wäre, um mehr Zeit für Assimilation und Wachstum und somit auch für weiter gehende Veränderungen in der Structur zu

gewähren. Würde man aber die flügellosen Formen als die später aus ursprünglich geflügelten Arten entstandenen ansehen, so würde die Ausbildung jener leicht erklärt werden können durch die Annahme, dass die Optimaltemperatur für die Reifung der Eier erniedrigt würde, während die für das Wachstum gleich bliebe. Denn wir wissen, dass in vielen Fällen und ganz besonders bei Insekten das Leben des Individuums be-

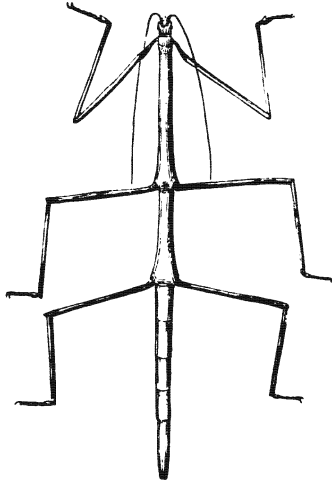


Fig. 32. *Phasma* sp., eine flügellose Orthoptere.

endigt wird durch die Reifung und Ablage der Eier, da diese Function ihre Lebensenergie vollständig zu absorbiren scheint; ein Thier also, welches durch derartige äussere Umstände, wie wir sie annahmen, gezwungen wurde, seine Eier im Larvenstadium abzulegen, wird, da es bald nachher vor Erschöpfung stirbt, immer nur geschlechtsreif werdende Larvenformen erzeugen können, solange die bedingende Ursache — hier die niedrige Optimaltemperatur für die Reife der Eier — dieselbe blieb.

Wir wollen diese Kette von Hypothesen hier abbrechen, da sie überhaupt nur geknüpft wurde, um die Möglichkeit zu zeigen, ein Verständniss der scheinbar so paradoxen geschlechtlichen Larvenformen zu gewinnen.

Auf einen andern Gegenstand müssen wir indess noch kurz eingehen, da er deutlich den directen Einfluss erkennen lässt, welchen Schwankungen der Temperatur auf das Wachsthum und die Entwicklung der Einzelthiere zu gewinnen vermögen.

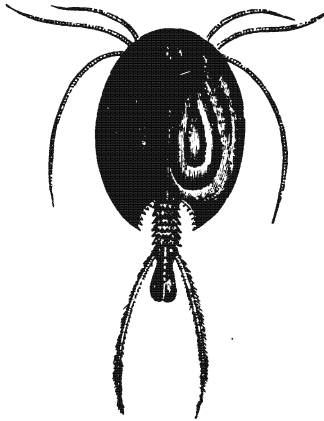


Fig. 33. Apus.

Die allgemeine Einwirkung einer Steigerung der Temperatur auf die Entwicklung von Embryonen und jungen Thieren ist wohlbekannt. Wir wissen, dass das Hühnerei zu seiner normalen raschesten Entwicklung einer möglichst constanten Temperatur von 40° C. bedarf; bei geringerer Wärme wird die Entwicklung verlangsamt, während sie gänzlich aufhört bei gewöhnlicher Zimmertemperatur. Die Eier gewisser Krebse dagegen, wie Apus (*Lepidurus*, Fig. 33) und Branchipus können viel grössere Schwankungen ertragen, denn sie



entwickeln sich gleichmässig gut zwischen  $0^{\circ}$  und  $30^{\circ}$  C.; die Differenz zwischen den überhaupt noch fördernden Extremen wird wahrscheinlich bei diesen eurythermen Eiern noch viel grösser sein, obgleich auch bei ihnen die Raschheit der Entwicklung sehr von der raschen Steigerung der Wärme bis zu ziemlicher Höhe<sup>21</sup> abhängt. So habe ich selbst beobachtet, dass die Larve von Branchipus und Apus, der sogenannte Nauplius bei einer Temperatur von  $30^{\circ}$  C. innerhalb 24 Stunden aus-schlüpft, aber bei  $16-20^{\circ}$  C. dazu einiger Wochen bedarf. Derselbe Einfluss gesteigerter (resp. erniedrigter) Wärme wurde von Higginbottom für Froschlarven nachgewiesen; er fand, dass sie bei einer Temperatur von  $51^{\circ}$  F. ( $10,5^{\circ}$  C.) am 21. Tage, bei der von  $60^{\circ}$  F. ( $15,5^{\circ}$  C.) aber schon am 10. Tage ausschlüpften. Eine Erhöhung der Wärme um nur  $9^{\circ}$  F. ( $5^{\circ}$  C.) verdoppelte somit genau die Wachstumsgeschwindigkeit des Embryos. Diese Differenz tritt noch schärfer hervor, wenn man die Zeiten vergleicht, welche in beiden Fällen vom Legen des Eies bis zur Vollendung der Metamorphose benöthigt wurden; bei der niedrigern Temperatur ( $51^{\circ}$  F.) brauchte es dazu 235, bei der höhern ( $60^{\circ}$  F.) nur 73 Tage. Diesen Beispielen liessen sich noch viele andere anfügen, die alle jenen Einfluss steigender Wärme beweisen; aber leider liegen, soviel ich weiss, gar keine exact festgestellten Temperaturcurven für einzelne Thierarten vor und alles, was sich zunächst aus jenen oft nur zufällig gemachten Beobachtungen ergibt, ist die Thatsache, dass die Eier der verschiedenen oft sehr nahe verwandten Thierarten sich ganz ungemein verschieden verhalten. Eine durch irgendwelche kosmische Ursachen bewirkte Steigerung der Temperatur eines Landes wird also auf einzelne Thiere ungemein günstig einwirken, während sie andere schädigt, da bei jenen erst das Optimum dadurch erreicht, bei diesen aber vielleicht das überhaupt noch zulässige Maximum überschritten wurde. Neben dem dadurch bewirkten unter den Arten auswählenden Einfluss kann

dann vermittels der Einwirkung auf die Geschlechtsthätigkeit und Wachstumsgeschwindigkeit der jungen Thiere und Embryonen auch ein umgestaltender verbunden sein. Es würde sicherlich eine dankenswerthe Aufgabe sein, diesen Punkt experimentell genau zu verfolgen.

III. Einfluss constanter aber verschieden hoher Temperaturen. Wir sahen, dass eine Erniedrigung unter das Optimum der Temperatur oder eine Erhöhung über dasselbe hinaus das Leben des Thieres um so mehr schädigt, je näher die Wärme dem überhaupt tödlich wirkenden Maximum oder Minimum kommt. Gäbe es einen Wohnort, dessen Wärme absolut nicht schwankte, so würde dessen Wärmegrad auch dem Optimum des Thieres entsprechen, und da auf diese Weise die schädlichen Einflüsse der Schwankungen ausgeschlossen wären, so würde hier ein absolut günstiges Verhältniss für das Leben und Wachstum der Thiere vorhanden sein, soweit die Wärme in Betracht kommt. Offenbar leben aber nur sehr wenig Thiere in einem solchen jahraus jahrein gleichmässigen Klima; es sind eben nur die im Innern warmblütiger Thiere lebenden Parasiten und die am Grunde tiefer Oeane und Seen vorkommenden Thiere in solcher Weise bevorzugt. Alle übrigen sind mehr oder minder der Einwirkung verschieden starker periodischer Schwankungen ausgesetzt. Unter diesen aber werden jene Thiere am meisten begünstigt erscheinen, bei welchen jene Schwankungen um das Optimum herum am kleinsten sind. Ein Klima, dessen mittlere jährliche Temperatur sich nur unbedeutend von dem Winter- und Sommermittel oder den überhaupt auftretenden Extremen unterscheidet, würde somit das Günstigste sein; ein solches gleichmässiges Klima kann sowol in hohen Breiten als auch im Tropengürtel vorkommen, da seine Entstehung weniger von der geographischen Breite als von der Configuration des Landes, der Nähe der See und der vorherrschenden Richtung der Winde und Ströme abhängt. So ist beispiels-

weise die östliche Hälfte des alten wie neuen Continents gegenüber der westlichen unterschieden durch ein sogenanntes „excessives“ Klima, in welchem die beiden Extreme sehr weit auseinander liegen, während England und noch mehr Irland durch ein ausserordentlich gleichmässiges Klima ausgezeichnet sind gegenüber viel südlicher liegenden Theilen des Continents, die wie die Länder im Südosten Europas ein continentales (excessives) Klima, also sehr bedeutende Hitze im Sommer und starke Kälte im Winter haben.

Ehe wir nun aber auf eine Discussion der Frage eingehen, wieweit jener theoretisch anzunehmende günstige Einfluss eines gleichmässigen Klimas wirklich gehe, muss ich noch einer Ansicht entgegentreten, welche man geneigt sein könnte, als nothwendige Consequenz des im Vorhergehenden aufgestellten Satzes anzusehen. Es könnte nämlich scheinen, als ob dieser in schroffstem Gegensatze zu dem andern, häufig gehörten und durch zahlreiche Beispiele belegten Satze stände, dass thierisches Leben und vorzüglich die Cultur der Menschen ihre höchste Entwicklungsstufe nur in kalten Klimaten erreichen könnten, obgleich diese in der Regel — wenn auch nicht ausnahmslos — grössere Schwankungen zwischen den Temperaturextremen aufzuweisen haben als tropische oder subtropische Gegenden. Die hohe Culturstufe europäischer Völker sei, so sagt man, nur erreichbar gewesen in den Zonen des nördlich-gemässigten Klimas. Der Widerspruch ist indess in Wahrheit nicht vorhanden. Einmal liesse sich fragen, warum denn in den kalten oder excessives Klima besitzenden Ländern der südlichen Hemisphäre weder die Menschheit eine so hohe Culturentwicklung erreicht hat, noch auch die Thierwelt selbst zu solcher Vollkommenheit entwickelt wurde wie bei uns in Europa. Aber ganz abgesehen von diesem Einwand, welcher der Discussion allerdings offen wäre, ist die einer bestimmten Art durch günstige Umstände gegebene Gelegenheit, alle zu ihr gehörigen Einzelthiere

zu einer mittlern Vollkommenheit und Existenzfähigkeit zu bringen, noch durchaus nicht identisch mit dem Nutzen, welchen grössere Gegensätze in der Temperatur, d. h. also wirklich ungünstigere Lebensbedingungen für die Umbildung und Weiterentwicklung jeder einzelnen noch bildungsfähigen Art haben mögen. Denn es liegt auf der Hand, dass der Nothwendigkeit, bedeutende Hitze und Kälte in schroffem Wechsel zu ertragen, nur durch grössere Widerstandskraft der Einzelnen und Fähigkeit zur Adaptation entsprochen werden kann; und es wird daher die in extremen Klimaten nothwendigerweise durch die Gegensätze in der Temperatur bedingte Auswahl zwischen den schwachen und starken Individuen eine Verbesserung der Rasse bewirken müssen, während in gleichmässigem Klima, wo dies Moment zur Auswahl wegfällt, die Schwächlinge (in dieser Beziehung) ebenso gut wie die Kräftigen Aussicht auf längere Existenz und auf Vererbung ihrer Eigenthümlichkeiten haben. Beide Sätze stehen also nicht im Widerspruch, sondern ergänzen sich vielmehr. Eine Art, deren Individuen sich bereits am Ende ihrer Umbildungsfähigkeit befinden, wird am günstigsten in einem gleichmässigen Klima fortkommen, da hier alle Einzelthiere ohne Ausnahme die gleich günstige Gelegenheit zur Reproduction finden — natürlich vorausgesetzt, dass nicht andere Mittel auswählend einwirken. Solange aber eine Species sich in umbildungsfähigem Zustande befindet, werden die stärksten Aenderungen ihrer Existenzbedingungen, d. h. also in unserm Falle möglichst starke Temperaturschwankungen die günstigsten Bedingungen für ihre wirklich eintretende Um- und Weiterbildung liefern, da durch sie die stärkste Auswahl zwischen den schwächlichen und den starken Individuen gewährleistet ist.

Unter den zahlreichen hier sich zur Discussion stellenden Beispielen müssen aus Mangel an Raum einige der bedeutungsvollsten ausgelesen werden. In erster Linie scheint mir hier ein Fall zu stehen, der von

Möbius zuerst in seinem allgemeinen Werthe erkannt und auf die bewirkende Ursache in wahrscheinlich richtiger Weise zurückgeführt worden ist. Er hebt die Thatsache hervor, dass dieselben Arten<sup>22</sup> von Mollusken, je nachdem sie an der Küste von Grönland oder in der Ostsee leben, sehr gross werden oder klein und dünnschalig bleiben; und er versucht die Differenz in der Grösse dadurch zu erklären, dass die Thiere in der Ostsee sehr bedeutenden Schwankungen der Temperatur zwischen Winter und Sommer ausgesetzt sind und selbst mitunter einfrieren, während die bei Grönland in einer allerdings niedrigen, aber Winter und Sommer fast gleich bleibenden Temperatur leben. Diese letztern können also das ganze Jahr hindurch ununterbrochen ihre Assimilationsarbeit fortsetzen, da sie weder durch zu hohe Sommerwärme, noch durch zu niedrige Winterkälte darin gestört werden, während bei den Ostseethieren eine Verhinderung des Wachstums durch ungünstige, zu hohe oder zu niedrige Temperaturgrade in regelmässigem Wechsel alljährlich eintritt. Obgleich nun die mittlere Meerestemperatur in der Ostsee höher ist als die im Grönländischen Meere, so ist hiernach doch die constante niedrige Wärme, d. h. gleichmässiges Klima des letztern, ungleich viel günstiger für das Wachsthum der Thiere als die im Mittel höhere, aber starken Schwankungen ausgesetzte Temperatur der Ostsee.

Derselbe Schluss kann aus den zahlreichen Fällen gelungener Acclimatisation gezogen werden. Man hat jetzt, soviel ich weiss, in allen zoologischen Gärten das alte System verlassen, wonach man fremden Thieren in Häusern oder Kästen das ihnen gewohnte Klima künstlich herzustellen suchte, und statt dessen das entgegengesetzte eingeführt, indem man bestrebt ist, sie so schnell und so gründlich als möglich an das neue Klima und an das Leben in freier Luft zu gewöhnen. Leider ist es ohne eine Riesenarbeit nicht möglich, eine Uebersicht zu gewinnen über die hierbei

in den verschiedenen zoologischen Gärten Europas erzielten Resultate; im allgemeinen nur scheint festzustehen, dass solche Versuche am besten dort gelingen, wo die Thiere in ein gleichmässiges Klima gebracht werden, nicht so gut aber in den östlicher gelegenen Gärten mit entschieden continentalem, d. h. excessivem Klima. Für jenen ersten Satz, dass die Acclimatisation selbst tropischer Thiere in einem gleichmässigen, aber doch viel kältern Klima recht gut gelingt, liegt ein sehr schlagender und auch noch in anderer Richtung interessanter Beweis vor. Mr. Charles Buxton<sup>23</sup>, ein reiches Parlamentsmitglied Englands, machte einen solchen Versuch in grossartigstem Maassstabe. Er hatte viele Jahre hindurch in zahlreichen Exemplaren elf Arten von Kakadus und andere Papagaien der Tropen in einem grossen Glashause gehalten; diesen gab er einst die Freiheit, indem er sie alle in dem an seinen Garten anstossenden Walde aussetzte. Gewohnt ihr Futter im Hause zu bestimmter Stunde zu erhalten, erschienen sie regelmässig auf dem Hofe; statt aber die im offenen Glashause aufgestellten Nistkästen zum Brüten oder zur Ueberwinterung zu benutzen, bauten sie sich selbst ihre Nester in hohlen Stämmen, brüteten und durchwinterten hier, ohne dass ein einziges Exemplar durch eine Kälte von 7° C. unter Null getödtet worden wäre. Prächtig soll das Schauspiel gewesen sein, wenn sich mitten im Winter die Scharen buntgefärbter Papagaien auf dem Schnee des Hofes tummelten, um das ihnen vorgeworfene Futter aufzupicken. Manche Arten pflanzten sich auch fort und selbst eine Hybridation zwischen einem weissen und rothen Kakadu gelang; die aus derselben hervorgehenden jungen Thiere zeichneten sich durch einen schönen orangefarbenen Büschel auf dem Kopfe von ihren Aeltern aus. Angesichts des bekannten Einflusses der Hybridation wäre es natürlich thöricht, dies Resultat als eine Wirkung des den Aeltern ungewohnten Klimas aufzufassen; aber es beweist, dass Thiere, denen wir gemeinlich die

Fähigkeit bei uns im Freien zu existiren absprechen, weil sie aus den Tropen kommen, nicht blos dieselbe besitzen, sondern selbst sich fortpflanzen und freiwillig Hybridationsexperimente machen, die künstlich mit ihnen anzustellen vielleicht nicht einmal in ihrem Heimatlande gelingen möchte. Das Klima Englands aber ist ein sehr gleichmässiges, und es ist daher mehr als fraglich, ob das gleiche Experiment auch bei uns in Mitteldeutschland oder gar im östlichen Europa gelingen würde.

Jedermann weiss, dass in unsern europäischen Ländern eine sehr ausgesprochene Periodicität im Thierleben herrscht. Die Mehrzahl unserer Vögel verlassen uns während des Winters; viele Säugethiere, Insekten, Mollusken u. s. w. überwintern in einem dem Schlaf ähnlichen Zustande der Winterruhe; wieder andere sterben gänzlich ab (Spongien, Bryozoen, manche Krebse, Insekten u. s. w.), legen aber vorher noch Eier, die sich nach der Ueberwinterung im nächsten Frühjahr entwickeln; die in Flüssen und Seen, ja selbst am Meeresufer lebenden Thiere brüten nur ein- oder höchstens zweimal im Jahre, die einen im Frühjahr oder Sommer, die andern selbst noch im Spätherbst oder zu Beginn des Winters (Lachse). Wahrscheinlich hängt diese Periodicität nur von der directen Einwirkung der starken Extreme des Winters und Sommers ab, welche die in gemässigten continentalen Klimaten lebenden Thiere ertragen müssen. Dies Resultat ist durch die folgende Ueberlegung leicht zu gewinnen.

Jedes Einzelthier bedarf einer gewissen Zeitdauer, um seine individuelle Entwicklung vom Ei bis zur Geschlechtsreife oder bis zum Erwachsensein zu vollenden; die hierzu benöthigte Zeit ist sehr verschieden und durchaus nicht immer proportional zur erreichbaren Grösse. Die Thiere wachsen eben verschieden rasch; so braucht das kleine in der Harnblase des Frosches schmarotzende *Polystomum* (Fig. 31) nach Zeller's neuesten Untersuchungen etwa fünf Jahre, um

das Ende seines Wachstums zu erreichen, während die sehr viel grössern Krebse *Apus* (Fig. 33) und *Branchipus* bei Sommerwärme ihre volle Länge in wenig Wochen erlangen. Diese Zeit — die wir ganz allgemein als individuelle Wachstumsdauer bezeichnen können — ist aber auch nicht einmal gleich für alle Individuen derselben Species; sie hängt vielmehr von dem Zusammenwirken so vieler verschiedenartiger Factoren ab, dass sie nothwendigerweiser bedeutend schwanken muss. Würde nun durch irgendeine Ursache die individuelle Wachstumsdauer, z. B. der Lachse, verändert durch Verlängerung der Entwicklungsdauer im Ei oder jungen Larve, so würden bei uns wol die meisten oder alle so veränderten jungen Lachse sterben, da die erhöhte Wärme im Frühjahr ihnen in jenem Entwicklungsstadium schädlich ist; oder umgekehrt ein Thier, welches während des Sommers aus dem Ei ausschlüpft und rasch genug wächst, um im Herbst diejenige Grösse zu erreichen, in welcher es der Kälte des Winters zu widerstehen vermag, würde wahrscheinlich während des letztern sterben, wenn durch irgendeine Ursache sein Wachstum im Sommer verzögert würde. Es muss also ein Klima, das zwischen grossen Temperaturextremen schwankt, eine scharf markirte Periodicität hervorbringen, da es jene Formen ausscheidet, welche mit verlängerter individueller Wachstumsdauer versehen dadurch bei noch nicht völlig befriedigtem Wachstumsbedürfniss mit den ihrem Wachstum hinderlichen Temperaturgraden in Conflict gerathen.

Das Gegentheil wird aber in gleichmässigen und vor allem in tropischen Klimaten eintreten können, wo die Temperaturschwankungen auf ein Minimum reducirt sind; die Periodicität im Thierleben wird hier grösstentheils verschwinden müssen, wenigstens soweit sie ausschliesslich von der Wärme abhängt. Denn alle Einzelthiere einer Art, deren individuelle Wachstumsdauer länger oder kürzer ist, als die mittlere der Species, werden trotzdem leben und sich fortpflanzen können,



da sie überhaupt nie absolut tödlichen Wärmegraden ausgesetzt sind; ihre Nachkommen werden nach dem Gesetze der Vererbung wahrscheinlich die Tendenz besitzen, sich langsamer oder rascher zu entwickeln, und so wird allmählich ein Individuum mit kürzerer Entwicklungsdauer, sagen wir sechs Generationen im Jahre erzeugen, während ein anderes derselben Art, aber von längerer individueller Wachsthumsdauer deren nur etwa vier hervorbringt. Dadurch aber wird die Periodicität nach Winter und Sommer vollständig verwischt werden müssen und es werden schliesslich zu jeder Jahreszeit, in jedem Monat erwachsene und junge Thiere, Larven und eben abgelegte Eier zugleich nebeneinander vorhanden sein. Solche Fälle sind in der That gar nicht selten, wenngleich sie bisher wenig beachtet wurden. Nichts frappirte mich auf den Philippinen so sehr, als die Beobachtung, dass dort eigentlich jede Periodicität selbst im Leben der Insekten, Landmollusken und anderer Landthiere ausgeschlossen war; immer fand ich Eier, Larven und geschlechtsreife Thiere zu gleicher Zeit, während des Winters wie im Sommer. Wohl aber war die Trockenheit Ursache einer gewissen Periodicität, die sich durch die geringere Individuenzahl in den trockenen Monaten, die grössere Menge in den nassen zu erkennen gab; es scheint, als ob dort bei grösserer Trockenheit eine sehr viel geringere Menge von Eiern zum Ausschlüpfen kommen, als wenn die Luft recht feucht ist. Selbst im kältesten und trockensten Monat Januar fand ich Landschnecken, die sehr der Feuchtigkeit bedürfen, nur an beschatteten Stellen, in Wäldern oder am Ufer der Bäche, dann aber immer in allen Lebensstadien. Noch viel frappanter aber ist dort der Mangel aller Periodicität im Leben der Meerthiere, namentlich der wirbellosen, unter denen ich nicht eine Art beobachtet habe, von der ich nicht jederzeit ausgebildete Thiere, Junge und frisch gelegte Eier hätte bekommen können. Selbst in viel kältern Meeren ist öfter, als man anzunehmen scheint, die Periodicität der

Thiere verwischt. Nordmann erzählt, dass er Eier einer Seeschnecke (*Tergipes*) zu jeder Zeit, selbst mitten im Winter gefunden habe, wenn die Temperatur des Wassers nur wenige Grade über dem Gefrierpunkte stand; Möbius<sup>24</sup> gibt an, dass Eier von Mollusken und Würmern zu jeder Jahreszeit selbst in der Ostsee gefunden werden; und ich hoffe, dass die Dohrn'sche Zoologische Station zu Neapel uns bald mit einer langen Liste jener Thierarten beschenken wird, von denen man das ganze Jahr hindurch Erwachsene, Larven und Eier zugleich zur Untersuchung erhalten kann. Nach meinen eigenen, allerdings durchaus nicht abschliessenden Beobachtungen sind die Schnecken diejenigen Thiere, deren Reproduction die wenigst periodische ist.

Noch in anderer Weise äusserst sich der Einfluss gleichmässiger Temperaturen auf die Bewohner des Meeres. Wir wissen, dass in unsern nordischen Meeren der tägliche Temperaturwechsel am Ufer oder selbst noch in einiger Tiefe nicht unbedeutend ist, während in tropischen Meeren selbst die Differenz zwischen mittlerer Winter- und Sommerwärme an der Oberfläche viel geringer ist (auf den Philippinen beispielsweise nur 2° C.); dieselbe unbedeutende Schwankung wird in der Ostsee, wie Meyer und Möbius<sup>25</sup> in einem trefflichen Werke gezeigt haben, erst in viel grösserer Tiefe erreicht. Hiermit scheint die Thatsache in Verbindung gebracht werden zu können, dass manche sogenannte boreale Meerthiergattungen im Norden in grossen Tiefen leben, während sie in tropischen Meeren oft viel näher der Oberfläche<sup>26</sup> gefunden werden. So habe ich in meiner Monographie der Seewalzen (*Holothurien*) gezeigt, dass eine grosse Zahl derjenigen Gattungen, welche man bis dahin als typisch nordische anzusehen gewohnt war, gleichfalls im Philippinischen Meere gefunden werden und dass sie hier in nur geringer Tiefe leben, während sie in den nordischen Meeren erst in theilweise sehr bedeutenden Tiefen ge-

gefunden werden. Das Gleiche scheint in Bezug auf manche derjenigen Thierformen gesagt werden zu können, welche als lebende Ueberreste einer längst vergangenen geologischen Periode jetzt am Grunde aller Weltmeere gefunden werden und in ungeahntem Formenreichtum vor allem durch die Challenger-Expedition ans Tageslicht gezogen worden sind. Eine der schönsten dieser Arten ist die hier abgebildete, zu den Schwämmen gehörige *Euplectella* (Fig. 34). Obgleich nun die Resultate der Challenger-Expedition bisjetzt noch nicht in ausführlicher Weise mitgetheilt worden sind, sodass es unmöglich ist eine vollständige Liste der verschiedenen Tiefseeformen und ihrer verticalen Ver-



Fig. 34. *Euplectella aspergillum*, ein Kieselschwamm aus einer Gruppe, die der Mehrzahl nach fossile Arten enthält.

breitung zu geben, so scheint es doch ziemlich sicher zu sein, dass dieselben in tropischen Meeren eine viel grössere verticale Verbreitung haben als in den nördlichen Oceanen; in diesen letztern ist z. B. keine *Euplectella* oder ihr verwandte Schwammgattung (der sechsstrahligen Kieselspongien) in geringerer Tiefe als 300 Faden gefunden worden, während sie im Indischen Ocean schon bei 100 Faden oder selbst weniger recht häufig sind. Es ist also die höhere Temperatur, welcher diese Kaltwasserthiere<sup>27</sup> im tropischen Meere ausgesetzt sind, durchaus nicht nachtheilig für ihr Leben, und dies kann wol nur darauf beruhen, dass Thiere besser im Stande sind, eine Veränderung der Wärme zu ertragen, wenn sie nur gleichmässig bleibt, als Schwankungen zwischen

weit auseinander liegenden Extremen, deren Einwirkung sie mehr oder minder plötzlich ausgesetzt werden.

Hier muss zum Schluss nun noch eine Anwendung kurz besprochen werden, welche von den obigen Sätzen auf die Paläontologie zu machen ist. Gewöhnlich nimmt man an, dass man berechtigt sei, die Lebensweise der ausgestorbenen Thierarten zu bestimmen nach derjenigen ihrer nächstverwandten jetzt lebenden Formen. Da ist es nun zunächst schon oft recht schwierig, festzustellen, welcher Art denn die Verwandtschaftsbeziehungen zwischen ausgestorbenen und lebenden Thieren sein möchten, und es lässt sich nicht bestreiten, dass wir bei solcher Vergleichung oft genöthigt sind, nach Merkmalen zu urtheilen, die durchaus nicht immer einen sichern Schluss gestatten. So hat man z. B. den ungedeckelten auf dem Lande lebenden Lungenschnecken in dieser Richtung einen viel zu hohen Werth beigelegt; denn es ist meiner Ueberzeugung nach vollständig unmöglich, allein durch die Vergleichung der von den ausgestorbenen Arten ausschliesslich vorhandenen Schalen auf die Verwandtschaft der Thiere zu schliessen, da nach den neuern Untersuchungen über lebende Lungenschnecken oft genug Arten derselben Gattung vollständig unähnlich den Schalen nach sind, andererseits oft die Schalen mehrerer, ganz verschiedenen Gattungen oder selbst verschiedenen Familien angehörenden Species so ähnlich sind, dass sie von allen Conchologen bis in die neueste Zeit hinein als Arten einer Gattung betrachtet wurden. Auf diese Fälle werde ich später genauer einzugehen haben.

Wollte man aber oder müsste man zugeben, dass die versteinerten Ueberbleibsel in allen Fällen, nicht blos bei Wirbelthieren, sondern auch bei Wirbellosen, vollständig sichere Bestimmung der Verwandtschaftsverhältnisse der Arten zu den jetzt lebenden erlaubten, so würde doch noch die Thesis gestellt und mit Glück verfochten werden können, dass jene ausgestorbenen Species durchaus nicht nothwendig unter denselben

klimatischen Bedingungen leben mussten wie ihre sogenannten nächsten gegenwärtig lebenden Verwandten. Denn wir haben gesehen, dass oft Thiere, welche an einzelnen Orten stenotherm sind, doch in sehr verschiedenen Temperaturen existiren können, wenn man ihre Gesamtverbreitung ins Auge fasst; so leben die Euplectella und Semperella im Philippinischen Meere in etwa 15° C. constanter Wärme, während sie oder ihre nächsten Verwandten anderswo selbst in so niedriger Temperatur gedeihen können wie 1° C. über Null (Temperatur der grossen Tiefen in den Weltmeeren). Wir sahen ferner, dass Thiere (Papagaien), welche fast ausschliesslich in den Tropen lebend einer mittlern Jahreswärme von 26—28° C. ausgesetzt sind (bei einer Variation von höchstens 6—8° C. innerhalb der Extreme) noch im Freien in England ausdauern, sich hier vermehren und sogar neue Spielarten erzeugen, obgleich sie hier nur in der mittlern Jahreswärme von 12—13° C. bei einer Schwankung zwischen den Extremen bis zu 17° C. leben. Das Vorkommen eines Papagaien oder von Kieselpongien und Crinoiden in irgendwelchen Schichten im hohen Norden ist also noch kein zwingender Beweis, dass diese Schichten abgelagert wurden, während dort ein tropisches Klima herrschte. Noch viel weniger in dieser Richtung zu verwerthen sind aber eurytherme Thiere, da man weiss, dass sie gerade durch ihre mitunter ganz ausserordentlich weitgehende Anpassungsfähigkeit an verschiedene weit auseinanderliegende Temperatur-extreme gekennzeichnet sind. Will man durchaus durch die Vergleichung fossiler und lebender Formen zu einer Reconstruction der Lebensweise jener erstern und ihrer klimatischen Lebensbedingungen zu kommen versuchen, so sind in dieser Beziehung alle Landthiere ganz entschieden den Wasserthieren vorzuziehen; aber auch jene geben, wie mir scheint, durchaus keine absolut sichern Beweismittel ab; höchstens könnte man sie als solche verwenden, solange die fossilen und lebenden Thiere

sich so nahe stehen, dass man genöthigt wäre; sie als identische Arten anzusehen. Dies ist bekanntlich mit den sogenannten Thieren der Eiszeit der Fall; wo aber in etwas tiefern Schichten die Identität der Species mit jetzt lebenden aufhört, da verschwindet auch bald die Berechtigung, durch eine Vergleichung der fossilen und lebenden Arten das Klima vergangener Epochen reconstruiren zu wollen. Die ziemlich allgemein herrschende Meinung, dass dies doch möglich sei, beruht zum Theil wol auf der alten, aber absolut falschen Idee, dass bestimmte absolute Wärmegrade und zwar die jährlichen Temperaturmittel von bestimmender Wirkung auf das Leben der Thiere seien und zweitens auf der unbestreitbaren Thatsache, dass Verschiedenheit im Klima zweier Länder immer Hand in Hand geht mit einer Ungleichheit ihrer Faunen. Aber man hätte nicht vergessen sollen, dass die täglichen und jährlichen Schwankungen der Temperatur nicht die einzigen Mittel sind, welche die Natur zu ihrer Verfügung hat bei der Auswahl der Arten und der geographischen Begrenzung oder Verbreitung einzelner Formen in aufeinanderfolgenden geologischen Perioden; und man hätte ebenfalls beachten müssen, dass der — günstige oder ungünstige — Einfluss, den ein irgendwo eintretender Temperaturwechsel auf die Lebensweise oder die Existenz der Thiere ausübt, oft genug gänzlich aufgehoben werden kann durch die Einwirkung<sup>28</sup> anderer Existenzbedingungen, welche in keiner Weise abhängig ist von der Temperatur und ihren Schwankungen.

---

## FÜNFTES KAPITEL.

## Der Einfluss des unbewegten Wassers.

Die umgebenden Medien, in denen die Thiere leben, sind bald gasförmig wie die Luft, bald flüssig — wie das Wasser der Flüsse und Meere — bald auch fest; diese letztern, wie Erde, Holz, Stein u. s. w., können den Thieren gegenüber als absolut ruhend betrachtet werden, da sie nur durch ihre wechselnde Härte oder ihre chemischen Veränderungen von Einfluss auf die in ihnen lebenden Thiere werden können. Aber flüssige oder gasförmige Media können nicht als vollständig inactiv betrachtet werden; sie sind eigenthümlicher rascher Veränderungen fähig, welche man als Ströme oder als Winde bezeichnet. Wir sind daher genöthigt, den Einfluss des Wassers und der Luft auf die in ihnen lebenden Thiere in zwei gesonderten Abschnitten zu untersuchen, je nachdem dieses Wasser oder die Luft als ruhend oder als bewegt gedacht wird, da sich bewegende Luft oder Wasser die Thiere anders beeinflusst, als es unbewegtes Wasser oder Luft thut. — Ausserdem aber werden wir die Untersuchung des Einflusses, welchen Luft ausübt, von derjenigen des Wassers zu trennen haben; denn beide wirken ausserordentlich verschieden ein auf die Thierwelt. Ich beginne daher mit der Discussion derjenigen bekannten Thatsachen und Experimente, welche den — auswählenden oder umgestaltenden — Einfluss des ruhenden Wassers beweisen und illustriren.

I. Orientirende Vorbemerkungen. Wasser ist nothwendige Lebensbedingung für die Thierwelt. Ein gefrorener Frosch, Fisch oder Ei irgendeines Insekts führt nur ein latentes, kein actives Leben. Im Protoplasma, dem eigentlich lebenden Theil aller thierischen Zellen, findet sich eine grosse Menge von Wasser; würde

es ihnen durch Trocknen ganz entzogen werden, so könnten sie nicht länger leben. Man kennt den alten Satz: „Corpora non agunt, nisi fluida.“ Aber diese ganz allgemeine Wirkung einer für das Leben der einzelnen Zellen wie der ganzen Organismen nothwendigen Lebensbedingung ist in ihrer Allgemeinheit für unsere Frage von keinem besondern hervorragenden Interesse. Dagegen wird es nöthig sein, eine Anzahl specieller Einwirkungen des Wassers genauer zu untersuchen, um jene Fälle, in denen sie bloß eine Auswahl zwischen verschiedenen Thierformen bedingen, den andern gegenüberstellen zu können, welche beweisen, dass jene Einflüsse auch eine Umformung der Gestalten hervorzurufen vermögen. Sowenig zahlreich diese letztern Fälle sind, so sehr fordern sie gerade deshalb unser Interesse heraus.

II. Einfluss der chemischen Constitution des Wassers. Um diese Einwirkung zu untersuchen, wird es gut sein zunächst unsere Aufmerksamkeit auf zwei extreme Fälle zu richten, nämlich auf den Einfluss des sogenannten süßen und salzigen Wassers.

Der salzige Geschmack des Meerwassers wird bekanntlich hervorgebracht durch die Anwesenheit einer ziemlich bedeutenden Menge von Chlornatrium, welches im täglichen Leben schlechthin Salz genannt wird. Spricht man vom Einfluss des Meerwassers auf das thierische Leben, so wird derselbe gemeiniglich eben nur jenem Salze zugeschrieben. Da indess ausser Chlornatrium noch zahlreiche andere Stoffe (Kalksalze, Magnesiumsalze, Brom, Iod oder andere Metalle, Kohlensäure u. s. w.) im Meere gefunden werden, so ist anzunehmen, dass auch diese nicht ohne Bedeutung bei der Regelung des thierischen Haushalts im Meere sein werden. Aber wir wissen nicht, wie gross dieselbe ist; und da man sich nun einmal gewöhnt hat, alle Differenzen, welche man zwischen den Wirkungen des süßen und salzigen Wassers beobachtet, ohne weiteres als durch das Salz hervorgebracht zu bezeichnen,



und man dem entsprechend immer auch nur die Verschiedenheit im Procentsatze der aufgelösten Chlornatriummenge anzugeben pflegt, so wollen wir uns bei unserer Untersuchung an den herrschenden Gebrauch anschliessen, ohne jedoch zu vergessen, dass zahlreiche andere Stoffe ihre — allerdings ganz unbekannte — Wirkung mit derjenigen des reinen Chlornatriums verbinden.

In erster Linie könnte man nun geneigt sein, die Thatsache, dass im Meere eine sehr viel grössere Mannichfaltigkeit der Formen herrscht, als im süssen Wasser, durch die Annahme zu erklären, es begünstige das Salz der Oeane die Ausbildung von Verschiedenheiten in den Thieren. Es ist bekannt, dass wenigstens in unsern Zeiten ganze Gruppen von Thieren völlig vom süssen Wasser ausgeschlossen sind; dahin gehören die Echinodermen, Sipunculiden, polychaeten Anneliden, die Tunicaten, Brachiopoden und Cephalopoden; während andere Gruppen nur sehr wenig zahlreiche Süsswasserbewohner unter ihren Mitgliedern zählen. Hierher gehören z. B. die Spongien, von denen nur eine Gattung, die Polypen (Coelenterata), von denen zwei im Süsswasser leben, die Bryozoen und Anneliden mit je zwei Familien im Süsswasser. Andere Gruppen wieder finden sich im salzigen wie süssen Wasser in ziemlich gleicher numerischer Verbreitung. Dagegen ist die Zahl der das Süsswasser ausschliesslich bewohnenden Klassen oder Ordnungen beschränkt auf eine einzige, die der Amphibien. Wenn man die kleinern Gruppen, Familien oder Gattungen in Betracht zieht, so finden sich dann allerdings zahlreichere typische Süsswasserformen; dahin gehören die Melanien, Neritinen, Planorbiden, Lymnaeiden, Unioniden und Anodontiden unter den Mollusken, die Astaciden und Aselliden unter den Crustaceen, die Bryozoa Phylactolaemata unter den Moosthierchen; die echten Blutegel, Naiden, Tubifex und Chaetogaster unter den Anneliden, die Cypriniden unter den Fischen u. s. w. Aber ihre Zahl ist verschwindend gegenüber der grossen

Menge der typischen und exclusiv im Meere lebenden Familien.

Die Thatsache also, dass eine viel grössere Fülle verschiedenartiger Formen im Meere zu finden ist als im Süsswasser, kann somit nicht bestritten werden. Aber es ist fraglich, ob dieser Formenreichthum wirklich, wie man annimmt, von der grossen Menge des Salzes im Meerwasser abhängt. Die Möglichkeit, dass dem so sei, ist natürlich ohne weiteres zuzugeben, und ich werde selbst einzelne Thatsachen anführen, welche für die Richtigkeit oder Wahrscheinlichkeit dieser Ansicht sprechen; aber man darf doch auch nicht vergessen, dass erstlich das Meer drei Viertel der Erdoberfläche bedeckt, und daher der Entwicklung der Thierformen eine unendlich viel grössere Bodenfläche darbot, als die von den Süsswasser-Seen und -Strömen gelieferte ist. Dieser Umstand könnte allein schon die grössere Mannichfaltigkeit der meerischen Formen erklären. Es darf aber auch zweitens nicht vergessen werden, dass das thierische Leben auf unserer Erde wahrscheinlich im Meere entstand, und dass daher die oceanische Thierwelt eine sehr viel länger dauernde (geologische) Entwicklungsgeschichte hatte als die Süsswasserfauna; drittens, dass der Einfluss der natürlichen Auswahl im süssenen Wasser schon allein wegen dem schroffen Temperaturwechsel sehr viel stärker ist als im Meere, und endlich, dass — wenn man annimmt, es sei die Thierwelt im Meere ursprünglich entstanden — nur solche Meerthiere sich an das Leben im süssenen Wasser gewöhnen konnten, welche gute Schwimmer waren, zu den eurythermen Thieren gehörten und nicht dem schädlichen Einfluss des plötzlichen Wechsels in Nahrung und Salzgehalt des Wassers unterliegen mussten. Man sagt — um ein specielles Beispiel anzuführen — gewöhnlich, dass der Formenreichthum der Fauna des Rothen und des Mittelmeeres durch ihren hohen Salzgehalt bedingt sei; das erstere hat 4,31 Procent und das zweite 3,79 Procent nahe der Oberfläche. Aber man lässt

dabei ausser Acht, dass durch die schmale Meerenge, welche beide Meere von den benachbarten Oceanen trennt, ein ganz oberflächlich verlaufender Strom ohne Unterbrechung hineintritt, während ein Gegenstrom am Grunde des Meeres das Wasser der Binnenmeere wieder zum Ocean zurückführt. Da nun die meisten schwimmenden und vor allem die Larven der festsitzenden Thiere dicht unter der Oberfläche schwimmen, so werden in beide Meere sehr viel mehr Thiere ein- als ausgeführt werden müssen und es könnte somit der Reichtum an verschiedenartigen Formen in ihnen gewiss ebenso wol durch jene Stromrichtungen, wie durch ihren grössern Salzgehalt hervorgerufen worden sein.

Bei dem vollständigen Mangel aller auf diesen Punkt gerichteten Experimente können wir indess solche vage Speculationen beiseiteschieben und übergehen zur Discussion derjenigen Thatsachen, welche zu beweisen scheinen, dass eine vollständig scharfe Trennung zwischen Süsswasser- und Meerthieren nicht existirt, und dass eine Angewöhnung derselben an den Aufenthalt in dem ihnen fremden Element nicht absolut unmöglich sei. Die allgemeine Bedeutung dieser Frage verlangt ein Eingehen in Einzelheiten.

A. Süsswasserthiere, die im Meere leben. Man pflegt solche Thiergruppen (Species, Gattungen, Familien, Ordnungen), welche ausschliesslich oder fast ganz im süssen Wasser leben, Süsswasserthiere schlechthin zu nennen. Es versteht sich von selbst, dass wenn diese ins Meer auswandern sollten, sie einem gewissen Einfluss des Salzes ausgesetzt sein würden, und es läge nahe anzunehmen, diese Einwirkung sei schädlich und stark genug, um ein Fortleben der ins Meer wandernden Süsswasserthiere ganz unmöglich zu machen. Es gibt indess doch zahlreiche sogenannte Süsswasserformen, welche thatsächlich im Meere leben, bald als Gäste, bald als ständige Bewohner desselben. Es ist wol kaum nöthig, hier an die wohlbekannteren wandernden Fische zu erinnern (Lachse, Aal, manche Heringe,

Schollen u. s. w.). Interessanter, weil weniger allgemein bekannt, sind die meerbewohnenden Insekten und Insektenlarven. Schon Slabber beschreibt eine Fliegenlarve, welche im Meere lebt; ich selbst habe eine ganz ähnliche im Philippinischen und Chinesischen Meere häufig gefunden; Audouin hat die Lebensweise eines Käfers (*Blemus flavescens*) studirt; welcher ähnlich wie die Süsswasserspinnne (*Argyroneta aquatica*) im Meere lebt; Packard hat eine Liste der Insekten gegeben,

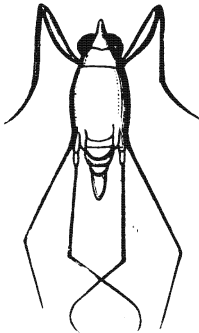


Fig. 35. *Halobates* n. sp.  
Von mir auf hohem Meere  
in der Chinesischen See  
gefangen.

welche in den Salzwasserseen Nordamerikas vorkommen, und er zählt schon jetzt nicht weniger als zehn dahin gehörende verschiedene Arten von Käfern, Fliegen und Wanzen auf. Im Stillen Ocean und Philippinischen Meere habe ich selbst oft verschiedene Insekten und selbst Spinnen im Meere gefunden, bald in grossen Mengen an der Oberfläche schwimmend, bald zwischen Felsblöcken am Ufer unter Wasser herumkriechend. Ganz besonders häufig ist in jenen Meeren, ausser der oben erwähnten Mückenlarve eine Wanze aus der Gattung *Halobates* (Fig. 35), welche von

Eschscholtz entdeckt nun schon in vierzehn die verschiedensten Meere bewohnenden Arten bekannt ist; sie läuft in grossen Mengen und in allen Entwicklungsstadien nach Art unserer Wasserwanzen (*Hydrometra*) auf dem hohen Meere herum, Hunderte von Meilen vom Lande entfernt. Unter den Mollusken lebt eine Species von *Unio* im Brisbane-Fluss in Australien im Bereiche der Flut. Dr. Carpenter fand *Planorbis glaber* Jeffreys in einer Tiefe von 1415 Faden am Cap Teneriffa. Seit langem bekannt ist die *Neritina viridis*, welche in Westindien, und die *Neritina Matonia* Risso, welche bei Nizza im Meere lebt. Von den Phi-

lippinen, den Palauinseln und aus China habe ich eine grosse Zahl von Meeresneritinen mitgebracht, welche auch durch ihre Variationen von grossem Interesse sind. Einige Melanien habe ich gleichfalls in brakigem Wasser gefunden; mehrere Arten von Lymnäus und eine Neritina leben in der Ostsee bei Bornholm an Stellen, wo das Wasser bereits 1—1,5 Proc. Salz enthält. Die oligochäten Anneliden (wozu der Regenwurm gehört) sind typische Süsswasser- oder Landformen; nichts-

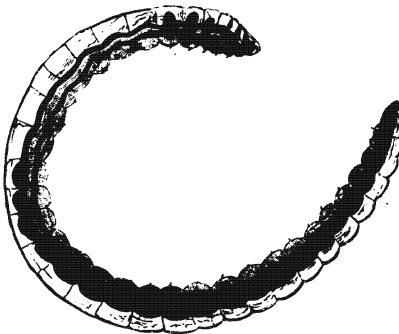


Fig. 36. *Pachydrilus* n. sp. im Salzwasser der Saline zu Kissingen lebend; gehört einer Würmergruppe (*Oligochaeta*) an, die vorzugsweise auf das Leben im Süsswasser beschränkt ist.

destoweniger kennt man jetzt schon mindestens neun oder zehn Arten, welche an der Meeresküste im salzigen Wasser leben; sie gehören den Gattungen *Saenuris*, *Enchytraeus*, *Tubifex* u. s. w. an. Marion hat in Marseille ein dem gewöhnlichen Regenwurm nahe verwandtes neues Genus entdeckt, das er *Pontodrilus* nannte; dieser Wurm lebt dort unter Steinen und verwesendem Seetang fern von allem Süsswasser und unter der Flutlinie, sodass er wahrscheinlich abwechselnd von salzigem und süssem (Regen-) Wasser umspült wird. In der sehr starken Soole von Kissingen habe ich selbst eine neue Art des Genus *Pachydrilus* (Fig. 36) gefunden,

von welchem Claparède eine andere Species, auf welche die Gattung gegründet wurde, in der Soole von Kreuznach entdeckte; sie steht der Süßwasserform Tubifex ungemein nahe. Endlich will ich noch erwähnen, dass der gewöhnlich im süßen Wasser lebende gemeine Stichling (*Gasterosteus aculeatus*) im Meerbusen von Kiel, sowie in der Nordsee lebt und dort vollkommen gut gedeiht; selbst Exemplare dieses Fisches, die hier im Mai bei Würzburg gefangen wurden, können ohne allen Nachtheil direct in Seewasser versetzt werden.<sup>1</sup>

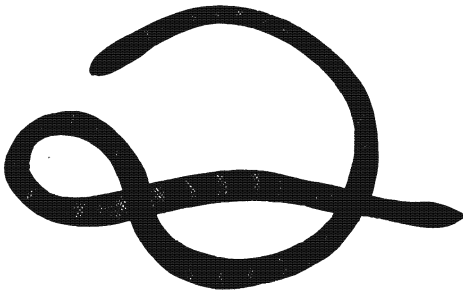


Fig. 37. *Platurus vulcanicus*, eine im Süßwasser des Sees von Taal auf Luzon (Philippinen) lebende Wasserschlange mit Ruderschwanz.

B. Meerthiere im süßen Wasser. Fälle dieser Art sind gerade so häufig wie die eben besprochenen, sowol unter Wirbelthieren als Wirbellosen. Unter jenen ist zunächst der amerikanische *Manatus* zu erwähnen, der Hunderte von Meilen vom Meer entfernt in den grossen Flüssen Südamerikas lebt; dann ein echter Delphin aus der Gattung *Globiocephalus*, welcher tief im Lande im Irawaddy 600 Meilen weit von der See vorkommt und ganz verschieden ist von dem im Indischen Meer hausenden *Globiocephalus indicus*. Unter den Reptilien enthält die Familie der *Hydrophidae* nur Seeschlangen, welche in den Meeren der östlichen Hemisphäre sehr gemein sind und hier oft auf hohem

Meere schwimmend gefunden werden; nur zur Brütezeit<sup>2</sup> gehen sie ans Land. Die einzige Ausnahme von dieser Regel bildet eine neue, hier zuerst abgebildete Art (Fig. 37) der Gattung *Platurus*, welche ich in dem durch seinen jetzt noch thätigen Vulkan berühmten Süsswassersee von Taal auf Luzon entdeckte; allerdings steht dieser See durch einen nicht sehr langen Fluss mit dem Meere in Verbindung. Zugleich mit dieser Schlange leben in dem See noch andere Meerthiere — wie der auch in der prächtigen Laguna de Bay bei Manila sehr gemeine Sägehai (*Pristis Perrotteti*) — vergesellschaftet mit typischen Süsswasserthieren (*Neritina*, *Melania*, *Palaemon* u. s. w.). Seefische, die im Süss-

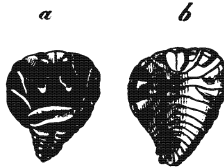


Fig. 38. *Bopyrus ascendens*, *a* vom Bauche, *b* vom Rücken gesehen. Lebt in der Kiemenhöhle von *Palaemon ornatus* Oliv. und steigt mit diesem im Süsswasser bis zu 4000 Fuss über dem Meere empor; alle andern Arten derselben Gattung und Familie leben ausschliesslich im Meere.

wasser normal leben oder, wenn hineingebracht, dort gut gedeihen, sind gar nicht selten; so fand Peters Rochen tief im Innern von Ostafrika; der See von Acqua bei Padua, welcher rein süsses Wasser enthält, ist bekannt geworden durch den gelungenen Versuch, in ihm Seefische (*Mugil* und *Labrax*) in grossen Mengen für den Marktbedarf aufzuziehen. Unter den Wirbellosen sind solche Fälle noch häufiger. Die fast ausschliesslich das süsse Wasser bewohnende Krebsgattung *Palaemon* gehört einer Familie an, welche sonst nur Meerthiere enthält; verschiedene Arten dieser Gattung steigen auf den Philippinen in reissenden Gebirgsbächen bis zu mehr als 4000 Fuss über dem Meere empor. In der Kiemenhöhle einer dieser Arten lebt eine noch unbeschriebene Art (Fig. 38) der Gattung *Bopyrus*, die

ich *Bopyrus ascendens* nenne; es ist die einzige bisher bekannte Süßwasserform, während die übrigen zahlreichen Species ganz ausschliesslich in der Kiemenhöhle von Meerkrebsen leben. Aucapitaine gibt an, dass eine echte *Cypraea* (die Geld- oder Kaurischnecke) im Innern von Afrika bei Timbuktu von den Eingeborenen in Menge gefangen werde; verschiedene Muscheln aus der Familie der Schiffsbohrer (*Nausitara Dunlopi* Wright und *Teredo senegalensis* Blainv.) und der Pholadiden (*Martesia rivicola*) leben in den Strömen Indiens und Javas, während alle übrigen Arten derselben Familien

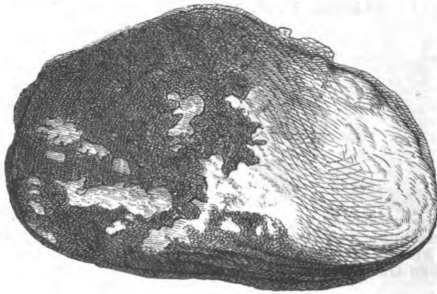


Fig. 39. Auster aus dem Flusse Cumalaran auf Basilan (südlich von Mindanao), lebt an Stellen, wo das Wasser ganz süß ist.

echte Seethiere sind. Auf Basilan im Süden von Mindanao (Philippinen) habe ich selbst Austern (Fig. 39) gegessen, welche, obgleich sie salzigen Geschmack hatten und bei Flutzeit wol von brakigem Wasser umspült werden, doch bei Ebbe und umgeben von stark strömendem rein süßem trinkbarem Wasser ihre Schalen geöffnet hatten. Verschiedene Meeresbryozoen kommen ebenfalls im süßen Wasser vor. Unter Anneliden scheinen die Fälle seltener zu sein; ich habe in der Literatur nur einen von Leidy mitgetheilten Fall auffinden können, von dem ein zu den Kopfkiemern gehörender Wurm, *Manayunkia*, im Schuykillfluss bei Philadelphia.



entdeckt wurde. Die im Meere so häufigen Nemertinen haben im süßen Wasser nur einige, allerdings abweichende Formen; von den Schwämmen ist nur eine einzige Gattung (Spongilla), von den Hydroiden nur zwei (Hydra und Cordylophora, Fig. 40) bekannt, welche echte Süßwasserthiere im Laufe der Zeiten geworden sind.<sup>3</sup>

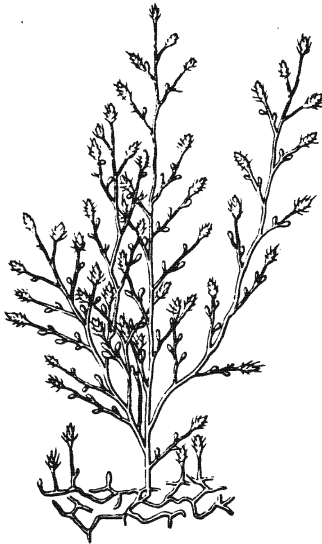


Fig. 40. *Cordylophora lacustris* (nach F. E. Schultze), ein Brakwasserpolyp, welcher in den letzten Decennien allmählich in rein süßes Wasser eingewandert ist.

C. Einfluss des verschiedenen Procentgehaltes salzigen Wassers. Die in Obigem angeführten Fälle beweisen, dass es oft unmöglich ist, nach den systematischen Charakteren allein zu entscheiden, ob ein Thier eine Salz- oder Süßwasserart sei, da es ja viele Species im süßen Wasser gibt, deren nächste Verwandten im Meere leben und umgekehrt. Theore-

tisch müsste man also zugeben, dass für die Thiere keine allgemein zwingende Unmöglichkeit besteht, die Lebensweise in dem einen Medium mit der im andern zu vertauschen. Aber diese theoretische Möglichkeit ist, soviel wir wissen, nicht überall realisirt; denn ganze Gruppen — wie Brachiopoden, Sipunculiden, Echinodermen — sind bisher immer nur im Meere gefunden worden. Es fragt sich nun, welche Ursachen verhindert haben oder jetzt verhindern, dass nicht häufiger als wirklich geschieht Uebertragungen von Meerthieren in süßes Wasser oder umgekehrt erfolgen.

Ich habe schon oben angedeutet, dass häufig die Strömungsstärke eines Flusses oder die Brandung an seiner Ausmündung, die Temperatur desselben und die Art der Nahrung, die er bietet, ebenso starke Hindernisse für den Uebertritt eines Meerthieres in süßes Wasser bereiten müssen, als die Nothwendigkeit, im salzarmen Wasser fernerhin zu existiren. So werden z. B. die so ungemein zarten Larven der Echinodermen, Seescheiden, See-Anemonen, Hydroiden u. s. w. wol kaum im Stande sein, jene Hindernisse zu überwinden, sodass selbst unter der Annahme, sie wären fähig, ohne Salz im Wasser zu leben, ihre Uebertragung in süßes Wasser trotzdem fast unmöglich zu sein scheint; dies ist vor allem dann anzunehmen, wenn die erwachsenen Thiere sich — wie Ascidien, Korallen, Polypen u. s. w. — nicht frei am Grunde bewegen können, da sie an ihm festgewachsen sind. Wenn wir aber jene mit dem variirenden Salzgehalt oft combinirten Einflüsse hier ausser Acht lassen dürfen — da sie anderswo discutirt worden sind — so haben wir hier zunächst das Optimum und die überhaupt noch nützlichen Extreme des Salzgehaltes verschiedener Thiere zu bestimmen, um erkennen zu können, inwieweit Wechsel im Salzgehalt der Gewässer auswählend auf die in ihnen hin- und herwandernden Thiere einwirken mögen. Zweitens haben wir die Frage zu discutiren, ob und inwieweit eine Veränderung des Salzgehaltes auch die morphologischen

Charaktere einer Thierart direct zu verändern im Stande ist. Zuvor muss aber noch der Weg bestimmt werden, auf welchem das im Wasser aufgelöste Salz in das Innere des Körpers eindringt, wo allein es zu wirken vermag.

Claude Bernard hat gezeigt, dass Salz, welches in Wasser aufgelöst wird, in den Körper eines Thieres eindringt ohne sein Zuthun, nur durch die endosmotische Kraft seiner Haut. Setzt man einen Frosch in ein Gefäss mit Seewasser in einer solchen Stellung, dass er verhindert ist, Salz zu schlucken, so wird er trotzdem bald Salz in seinem Körper haben. Absorbirt er mehr, als ihm zuträglich ist, so muss er sterben und sein Tod wird um so früher eintreten, je stärker der Salzgehalt des Wassers anfänglich war.

Um nun zu bestimmen, welches Minimum im Procentgehalt des Salzes dem Frosche überhaupt noch schädlich sein würde, habe ich zahlreiche Experimente in folgender Weise angestellt. Um zu verhindern, dass die Thiere Wasser verschluckten und somit an Erstickung stürben, band ich sie in solcher Stellung an beschwerte Holzleisten, dass sie unfähig waren ihren Mund und Nase in das Wasser zu tauchen, selbst wenn sie bei eintretender Schwäche ihrer Muskel den Kopf zu senken begannen. Eine grosse Zahl von Thieren wurden einzeln in Gefässe gesetzt, welche gleiche Wassermengen von ungleichem (aber bekanntem) Salzgehalt enthielten; der Eintritt des Todes wurde als erwiesen angenommen, wenn die Augenlider des Frosches gar nicht mehr auf Reize reagirten und ihre Sensibilität auch nicht wiedererlangten, nachdem das Thier herausgenommen und abgewaschen worden war. So fand ich, dass ein Frosch im Mittel  $2\frac{1}{2}$  Stunden braucht, um in einer 5procentigen Salzlösung zu sterben, 3 Stunden in solcher von  $3\frac{1}{2}$  Procent, fast 7 Stunden in 2procentiger und mehr als 24 Stunden in  $1\frac{1}{2}$ procentiger Lösung. Alle ohne Ausnahme ertrugen aber 1procentige Salzlösung ohne jeglichen Schaden, d. h., sie lebten

in der für sie sehr unbequemen Stellung genau so lange, nämlich 3—4 Tage, wie diejenigen Frösche, welche ebenso angebunden im rein süßen Wasser standen. Es bleibt dabei natürlich fraglich, ob ein Frosch wirklich gerade so gut im salzigen Wasser von 1 Procent zu leben vermag wie im süßen; Experimente hierüber habe ich nicht angestellt. Aber in der Ostsee bei Greifswald leben und laichen Frösche, wie ich von meinem Assistenten Dr. Braun erfuhr, sodass höchst wahrscheinlich eine 1procentige Lösung ungefähr die Grenze bildet, an welcher das Salz im Wasser für die Frösche schädlich zu werden beginnt. Aehnliche Experimente sind von Plateau an Wassergliederthieren gemacht worden, und er scheint nicht den leisesten Zweifel darüber zu hegen, dass auch hier das Salz des Wassers durch die Haut in den Körper eindringt; obgleich bei ganz in das Wasser eingetauchten Thieren eine Aufnahme durch den Mund nicht ausgeschlossen zu sein scheint. Da aber die Wassergliederthiere nicht an Erstickung zu Grunde gehen können, wenn nur das Wasser hinreichende Mengen von Luft enthält oder den Thieren das Athmen an der Oberfläche gestattet ist, so ist diese Frage für uns von keiner praktischen Bedeutung. Das wichtigste, durch die oben angeführten und durch die Experimente Plateau's festgestellte Resultat ist nun, dass eine Gleichheit der Reaction verschiedener Thiere auf die Einwirkung desselben Concentrationsgrades nicht existirt; das Maximum des Procentgehaltes, welches für den Frosch noch völlig unschädlich ist, liegt etwa bei 1 Procent, während der Stichling selbst 2 und  $2\frac{1}{2}$  Procent erträgt. Die wandernden Fische (Alosa, Lachse, Aale u. s. w.) sind noch resistenter, denn sie vermögen selbst bis zu  $3\frac{1}{2}$  oder 4 Procent Salz im Wasser zu ertragen.<sup>4</sup>

Es geht also hieraus hervor, dass Variationen in der osmotischen Kraft der Haut und in Zusammenhang damit Verschiedenheiten in der Resistenzfähigkeit der Thiere gegen die in ihre Gewebe aufgenommenen Salz-

mengen in gewissem Sinne die Erzeuger und Erhalter der Verschiedenheiten sind, welche zwischen den Faunen der Oeane einerseits und der Flüsse und Süswasserseen andererseits herrschen. Man darf annehmen, dass die Aufnahme des Salzes am raschesten vor sich geht in Thieren mit weicher Haut; wir wundern uns nicht, wenn wir sehen, dass die weiche gelatinöse Qualle fast momentan getödtet wird, sobald sie mit Süswasser in Berührung kommt, während Krokodile mit ihrer festen hornigen Schuppenhaut, in welche das Salz wahrscheinlich gar nicht einzudringen vermag, gleichmässig gut in der See wie im süßen Wasser leben. Zwischen diesen beiden Extremen gibt es endlose Uebergänge. Jeder Wechsel der Salzbeimengung in süßem oder salzigem Wasser wird daher die in ihm lebenden Thiere verschieden beeinflussen; die einen werden getödtet, andere am Eierlegen verhindert und im Wachstum zurückgehalten werden, während noch andere die Veränderung ohne jeglichen Schaden ertragen. Es würde eine sehr interessante Aufgabe sein, die Resistenzcurven zahlreicher Arten gegen die Absorption von Salz durch die osmotische Kraft der Haut mittels exacter Experimente festzustellen.

Leider besitzen wir deren kaum; die wenigen aber, die uns vorliegen, bieten selbst in ihrer kaum erschöpfenden Behandlung so viel des Interessanten, dass wir sie hier etwas genauer kennen lernen müssen.

Zunächst ist ein Experiment zu erwähnen, welches die Natur selbst mit einem Polypen angestellt hat; es ist meines Wissens das einzige Beispiel eines nachweisbar aus dem Meere oder dem Brakwasser stammenden Thieres, welches sich in unsern Zeiten allmählich an das Leben im rein süßen Wasser gewöhnt hat. Als ich noch Student war, wurde die *Cordylophora lacustris* (s. Fig. 40) nur in Aestuarien und am Eingang der Flüsse gefunden, welche wenigstens zeitweilig See- oder Brakwasser führen; sie wurde fast gleichzeitig in England und Belgien entdeckt und etwas später auch von

mir in der Schlei bei Schleswig gefunden. Seitdem (1854) ist das Thier an vielen Stellen die Flüsse hinaufgewandert; in der Seine ist es jetzt schon bis Paris und in die Süßwasseraquarien des Jardin des Plantes gedrungen, wo es sehr gemein sein soll. Noch merkwürdiger war sein Wanderleben in der Elbe. Nachdem es in dieser bis nach Hamburg und, wenn ich nicht irre, selbst bis in die Alster hinein vorgedrungen ist, hat es gleichzeitig Besitz genommen von den grossen Wasserleitungsröhren der Stadt, in denen es vergesellschaftet mit der bekannten Muschel *Dreissena polymorpha* in so enormen Mengen lebte, dass es die Circulation des Wassers in den Röhren hemmte. Dieser Fall ist um so interessanter, als die *Cordylophora* ein ganz weiches zu den Polypen gehörendes Thier ist, das sich trotzdem rasch an eine Verminderung des Salzgehaltes gewöhnen konnte, welche zweifellos eine grosse Menge scheinbar viel stärkerer Thierarten gänzlich zerstören würde. Es würde vielleicht nutzbringend und von Interesse sein, Exemplare der *Cordylophora* von verschiedenen Fundorten miteinander zu vergleichen, um zu sehen, ob nicht vielleicht doch die Veränderung der Lebensweise auch Verschiedenheiten in der Structur der an verschiedenen Orten lebenden Thiere hervor gebracht hat. Dieser Punkt ist bis jetzt, soviel ich weiss, noch nicht näher untersucht worden.

Nur drei von Menschen angestellte grössere Experimente sind mir bekannt, welche vorgenommen wurden in der klaren Absicht, zu bestimmen, welche Thiere eine Versetzung von süssem in salziges Wasser und umgekehrt zu ertragen vermögen. Die sehr alten Experimente von Beudant mit Mollusken hierüber sind bisher nie wiederholt worden. Er fand, dass verschiedene Süßwassermollusken schnell getödtet wurden, wenn sie plötzlich aus süssem Wasser in ganz concentrirtes Mittelmeerwasser versetzt wurden. Wenn er aber ganz langsam den Gehalt an Salz vermehrte, so erhielt er sehr abweichende Resultate. Er begann im April da-

mit, Thiere in Salzwasser zu setzen, welches nur 1 Procent Salz enthielt; bis zum September hatte das Wasser durch allmähliches Zusetzen von Salz eine Concentration bis zu 4 Procent angenommen. Arten der Gattung *Lymnaeus*, *Physa*, *Planorbis* und *Ancylus* lebten in diesem Salzwasser ebenso gut wie im rein süßem Wasser; von *Paludina vivipara* aber, *Bythinia tentaculata* und *Neritina fluviatilis* war eine sehr viel grössere Menge von Individuen im salzigen Wasser gestorben als im süßem. Von Muscheln (*Unio*, *Anodonta*, *Cyclas*) waren alle Exemplare zu Grunde gegangen, ehe das Wasser seinen stärksten Concentrationsgrad von 4 Procent erreicht hatte. In Marseille experimentirte er später in umgekehrter Weise, indem er echte Meerthiere in süßem Wasser setzte. Er fand dabei, dass plötzliche Versetzung fast alle Arten tödtete, während allmähliche Zufügung von süßem Wasser zum salzigen, bis dieses nach einigen Monaten ganz süß geworden war, von manchen Arten ertragen wurde, sodass schliesslich echte Meerthiere mit der Teichhornschncke und *Planorbis* zusammenlebten. Ganz besonders resistent schien die essbare Miesmuschel zu sein, da nicht ein einziges Exemplar davon während der Dauer des Experiments zu Grunde ging. Unter 610 Individuen verschiedener Arten, die allmählich an süßem Wasser gewöhnt wurden, starben nur 37 Procent, während von der gleichen Menge derselben Species, die beständig und gleichzeitig mit jenen im Seewasser gehalten wurden, 34 Procent starben. Die Sterblichkeit in der an ein fremdes Element allmählich gewöhnten Gruppe von Thieren ist also nur um 3 Procent grösser, als wenn sie in ihrem natürlichen Element geblieben wären; allerdings kommt aber dies Resultat dadurch zu Stande, dass einzelne Arten — wie *Mytilus* — vollständig unberührt blieben, während andere gänzlich ausstarben. Für Einzelheiten verweise ich auf die angehängte Anmerkung.<sup>5</sup>

Wir ersehen aus diesen Beudant'schen Versuchen, dass einige Molluskenarten gleichmässig gut in süßem wie

salzigem Wasser leben könnten, obgleich sie thatsächlich exclusive Süßwasser- oder Salzwasserformen sind. Leider sind nun auch die Experimente nicht weit genug geführt worden, um jetzt schon weitgehende Consequenzen daraus ziehen zu können. Beudant hat zwar bewiesen, dass eine erwachsene Miesmuschel an süßes Wasser gewöhnt werden kann, nicht aber, dass sie in diesem auch sich zu vermehren vermag. Gesetzt, es träte eine allmähliche Umwandlung des salzigen Wassers der Ostsee in süßes Wasser ein, so würden in Uebereinstimmung mit Beudant's Versuchen eine Anzahl erwachsener oder halb ausgewachsener Thiere sich an das süße Wasser gewöhnen können; aber trotzdem würden die Arten vielleicht aussterben, dann nämlich, wenn ihre Eier und Larven nicht in gleicher Weise befähigt wären, im süßen Wasser auszudauern. In der quaternären Periode lebten in der Ostsee zahlreiche Austernbänke<sup>6</sup>, welche seitdem gänzlich verschwunden sind; doch aber gehört die Auster nach Beudant's Tabellen zu jenen Formen, welche fast ebenso gut in rein süßem wie in salzigem Wasser zu existiren vermöchten. Das Aussterben der Austern in der Ostsee kann, wie allerdings zugegeben werden muss, durch vielerlei Ursachen bedingt worden sein; aber gegenüber dem vollständigen Mangel aller Beweismittel ist die Annahme nicht ohne weiteres als unbegründet zurückzuweisen, dass es hervorgerufen worden sei durch die Unfähigkeit der jungen Austernlarven, dem schädlichen Einfluss der Verringerung des Salzgehaltes in der Ostsee zu widerstehen.

Etwas weiter als Beudant kam Plateau in seinen Versuchen über Wassergliederthiere. Ganz besonders interessant sind seine Experimente mit der gemeinen Wasserassel (*Asellus aquaticus*). Er brachte erwachsene Thiere dieser Species durch Gewöhnung an immer stärker salziges Wasser dazu, in reinem Meerwasser zu leben und Eier zu legen. Die in süßem Wasser geborenen jungen Asseln sterben nach ihm weit früher, als die alten, wenn beide zusammen plötzlich in Meerwasser



gebracht werden. Während nun junge Süßwasserasseln nur 5 Stunden lebten, wenn sie in Meerwasser kamen, hielten sich diejenigen Jungen, welche im bereits salzigen Wasser geboren worden waren, nahezu 108 Stunden am Leben. Ob sie dann an Nahrungsmangel zu Grunde gingen oder am Einfluss des Salzes wurde nicht ermittelt. Aber selbst, wenn wir willkürlicherweise annehmen, das letztere sei hier die Ursache ihres Todes gewesen, so geht doch aus obiger Angabe hervor, dass einmal der schädliche Einfluss des Salzes für die verschiedenen Altersstadien desselben Thieres verschieden

ist und zweitens, dass die schädliche Einwirkung auf junge Thiere ganz erheblich vermindert werden kann, wenn die alten geschlechtsreifen Individuen an das ungewohnte Element gewöhnt und in ihm zur Fortpflanzung gebracht werden. Diese Experimente sowohl, als auch die von Beudant sollten einmal in mehr systematischer Weise wiederholt werden; aber unvollständig, wie sie sind, lehren sie doch schon, dass manche Wasserthiere an ein

ihnen fremdes Medium gewöhnt werden und dass sie selbst in ihm zur Fortpflanzung kommen können. Obgleich nun eine weitgehende Anwendung dieses Satzes einstweilen wegen der Unvollständigkeit jener Experimente nicht möglich ist, so gestatten sie doch die Aufstellung der Ansicht, dass eine vollständige Angewöhnung einzelner Süßwasserspecies an das Leben im Meere und umgekehrt von Salzwasserarten an das in Flüssen oder Seen nicht mehr unmöglich genannt werden darf.

Ein noch höheres Interesse aber knüpft sich an die in neuester Zeit angestellten Experimente von Schmanke-witsch. Der Süßwasserkrebs *Branchipus stagnalis* (Fig. 41a) ist einer andern ausschliesslich im salzigen Wasser der

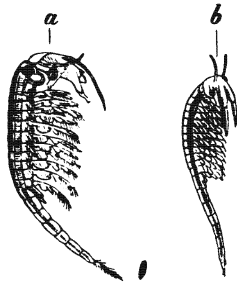


Fig. 41. a *Branchipus stagnalis*, b *Artemia salina*.

Salzseen Amerikas, Europas und Afrikas gefundenen Gattung, der *Artemia salina* (Fig. 41 b) ungemein ähnlich. Doch aber sind die Verschiedenheiten immer bedeutend genug gewesen, um ihre Trennung in zwei Gattungen als gerechtfertigt erscheinen zu lassen; dies sind gewisse Unterschiede in der Form der Antennen der Männchen und der Zahl und Gestalt der Hinterleibsglieder, von denen *Artemia* nur acht, *Branchipus* aber neun besitzt.<sup>7</sup> Von *Artemia* gibt es in Europa mehrere Arten; die am meisten verschiedenen sind *Artemia salina* und *Milhausenii*; die letztere ist ausgezeichnet durch den Mangel von Stacheln am Schwanzlappen, die Kleinheit dieser letztern und die verhältnissmässig bedeutende Grösse der Kiemenanhänge ihrer Beine. Schrankewitsch zeigte nun, dass es möglich sei aus *Artemia salina*, welche in Salzwasser von 4° B. lebte, eine Generation von *Artemia Milhausenii* zu züchten, indem man allmählich den Salzgehalt des Wassers steigerte bis zu 25° B. Diese Veränderung trat erst allmählich und successive im Laufe mehrerer Generationen ein. Denselben Vorgang beobachtete er aber auch in freier Natur. Ein Damm, welcher einen See mit Salzwasser von 4° B. von einem andern trennte, dessen Wasser 25° B. hatte, brach im Jahre 1871 durch; dadurch wurde die Concentration des Wassers im untern See bis auf 8° B. erniedrigt. Zugleich mit der Flut wurden zahllose *Artemia salina* in den untern See fortgeführt, wo sie sich rasch eingewöhnten und fortpflanzten. Nach der Reparatur des Dammes nahm natürlich die Concentration des Wassers im untern See wieder zu; 1872 hatte sie 14° B., 1873 schon 18° B. und am Ende September 1874 wieder den alten Standpunkt von 25° B. erreicht. Während dieser Zeit hatten sich allmählich die eingewanderten *Artemia salina* vollständig in *Artemia Milhausenii* umgewandelt; die Umwandlungsstadien, wie sie thatsächlich von Schrankewitsch successive aufeinander folgend beobachtet wurden, sind in dem bei-

stehenden Holzschnitt (Fig. 42) nach Schmankewitsch's Zeichnung wiedergegeben.

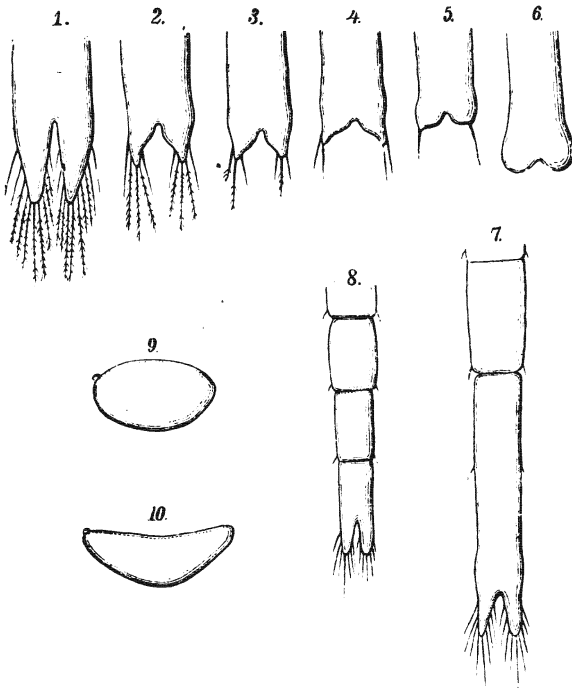


Fig. 42. Umwandlung von *Artemia salina* in *Artemia Milhausenii*. 1 Schwanzlappen von *A. salina* übergehend durch Züchtung in 2, 3 bis 6 Schwanzlappen von *A. Milhausenii*, 7 Postabdomen von *A. salina*, 8 Postabdomen einer durch Züchtung in schwach salzigem Wasser erzeugten Form. 9 Kieme von *A. salina*, 10 Kieme von *A. Milhausenii*. Nach Schmankewitsch.

Er stellte auch das umgekehrte Experiment mit günstigem Erfolge an, indem er *Artemia Milhausenii* zurückführte in *Artemia salina* durch Züchten zahlreicher Generationen in immer schwächer werdendem Salzwasser. Nun sind die Unterschiede zwischen beiden Arten so

gross, dass kein Zoologe bisher ihre Artberechtigung in Zweifel ziehen konnte, und dies um so weniger, als beide sich in ihrem Vorkommen ausschliessen; durch Schmanke-witsch's Versuche ist trotzdem die Zusammengehörigkeit beider erwiesen und das Factum, dass sie nie zusammenleben, sehr einfach erklärt. Es ist eben die Constanz der äussern Lebensbedingung, des geringern und stärkern Salzgehaltes, welche dort die Charaktere der *Artemia salina*, hier die der *Artemia Milhausenii* hervorbringt. Aber Schmanke-witsch war so glücklich, das Experiment noch weiter treiben zu können. Er hielt *Artemia salina* in Salzwasser, das er durch zugesetztes Süsswasser immer mehr verdünnte, bis es endlich vollständig süss geworden war; die Krebse hatten unterdessen zahlreiche Generationen hervorgebracht, aber ihre Charaktere allmählich so vollständig umgewandelt, dass sie schliesslich diejenigen der Gattung *Branchipus* erworben hatten.

Diese Entdeckungen sind sicherlich vom höchsten Interesse, da sie uns den wol kaum anzuzweifelnden Nachweis liefern, dass ein Wechsel im Salzgehalt des Wassers eine regelmässig eintretende und sehr hervorstechende Veränderung der specifischen und selbst generischen Eigenschaften gewisser Thiere hervorbringen kann. Darwin's Opponenten werden wahrscheinlich sagen, dass in diesem Falle die Zoologen eben im Irrthum waren, als sie jenen Verschiedenheiten zwischen *Artemia Milhausenii*, *salina* und *Branchipus stagnalis* specifischen und gar generischen Werth beilegte, und dass alle diese Formen jetzt nur noch als Varietäten einer einzigen Species zu betrachten wären, da der Nachweis geliefert sei, dass sie ineinander übergangen. Gegen eine solche Auffassung hier zu opponiren liegt nicht in meiner Absicht; es genügt dagegen zu bemerken, dass dann im Grunde jede Berechtigung für die Krebsbeschreiber aufhört, Arten zu unterscheiden und zu beschreiben, da jene Unterschiede, welche nach ihnen bei *Branchipus* und *Artemia* weder specifischen noch

generischen Werth haben sollen, gerade solche sind, welche sie fortwährend bei andern Krebsen zur Unterscheidung ihrer Arten und Gattungen benutzen.

Es ist also in diesem Kapitel der Nachweis geliefert, dass Veränderungen im Salzgehalt des Wassers nicht bloß einen auswählenden Einfluss auf die ihnen ausgesetzten Thiere üben müssen, sondern auch mitunter eine bemerkenswerthe Umformung derselben bewirken; und es ist wahrscheinlich, dass auch noch andere lösliche Beimengungen des Wassers, als gerade Chlornatrium, einen ähnlichen Einfluss werden äussern können. Wir stehen hier erst am Anfang unserer Kenntnisse. Eine sorgfältige Wiederholung der verschiedenen hier kurz besprochenen Versuche mit möglichst verschiedenen Thieren und ebenso consequente Durchführung derselben, wie Schmankewitsch sie geübt hat, werden zweifellos noch viele wichtige Thatsachen ergeben. Aber sie würden sicherlich das auch so schon erlangte Resultat befestigen, dass von einer Gleichmässigkeit des Einflusses der gleichen Veränderung einer bestimmten Lebensbedingung auf verschiedene Thiere nicht die Rede sein kann<sup>8</sup>, eine Folgerung, welche sich im Grunde von selbst ergibt, wenn man bedenkt, dass das Resultat der Einwirkung die Resultante sein muss zwischen der einwirkenden äussern Kraft und der inhärenten Bildungskraft des beeinflussten Organismus.

III. Einfluss des Wasservolumens. Es ist allgemein bekannt, dass das Wasservolumen einen bestimmten Einfluss auf das Wachsthum und die vom erwachsenen Thier erreichte endliche Grösse hat. Jeder Liebhaber der Kunst, Lachse, Forellen oder andere Süßwasserfische zu fangen, weiss, dass diese Thiere gewöhnlich klein bleiben in kleinen Strömen und Seen und nur in grössern ihre volle Grösse erreichen. Diese Thatsache ist sowol in Amerika als in Europa häufig constatirt worden. Alle experimentirenden Zoologen wissen ferner, dass es oft sehr schwer oder unmöglich

ist, Süsswasserthiere in kleinen Aquarien zu der gleichen Grösse heranzuziehen, welche sie normalerweise bei freiem Leben in Flüssen, Teichen oder selbst nur in Tümpeln erreichen.<sup>9</sup> Dies wurde, wenn nicht ausnahmslos, so doch meistens auf Mangel an Nahrung geschoben. Ohne jede experimentelle Untersuchung, und unter der stillschweigenden Annahme, dass alle andern Einflüsse — Temperatur, Zusammensetzung des Wassers, Sauerstoffreichthum desselben, und die absolute Menge der Individuen — gleichblieben in den Aquarien, wie in kleinen Teichen oder grossen Seen, behauptete man, es könnte die grössere Kleinheit der Thiere in kleinern Wassermengen nur davon abhängen, dass die absolute Nahrungsmenge, wie sie jedem Einzelthier zur Verfügung gestellt würde, in einem kleinen Wasservolum nothwendig bedeutend kleiner sein müsse, als in einem grossen und daher in jenem nicht zur vollen Grössenbildung der Thiere ausreiche. Es ist natürlich nicht zu bestreiten, dass ein Fisch klein bleiben muss, wenn die ihm gebotene Nahrungsmenge nicht das tägliche Optimum erreicht. Aber man hat nie untersucht, ob wirklich das Kleinbleiben der Thiere in kleinen Wassermengen ausnahmslos abhängt von der geringern verfügbaren Nahrungsmenge, etwa durch den Nachweis, dass diese thatsächlich geringer gewesen sei, als nöthig für das Wachsthum der Thiere, oder durch den Versuch, alle andern Einwirkungen als unmöglich zu erweisen. Es existiren im Gegentheil Beobachtungen, welche geeignet sind, in dieser Beziehung zur Vorsicht zu mahnen. Ich will hier nur an die von mir beobachtete Thatsache erinnern, dass Wasserasseln, welche in grösserer Anzahl in luftdicht verschlossenem Glase fast zwei Jahre hindurch gehalten wurden und hier drei oder vier Generationen hervorbrachten, in der letzten ganz ausserordentlich klein blieben, obgleich die Nahrung (Algen und andere Pflanzen) beständig in übermässiger Menge vorhanden war und die Luft über dem Wasser beim Oeffnen vollständig rein befunden

wurde. Hier war Futtermangel sicherlich nicht die Ursache des Kleinerwerdens der Asseln; vielleicht war es nur ein Resultat der fortgesetzten Inzucht, obgleich dies bei der geringen Zahl erzeugter Generationen (vier) kaum wahrscheinlich ist. Es ist daher eine vollständig unbegründete Behauptung, wenn man sagt, das Kleinbleiben der Thiere in kleinen Wassermengen sei immer eine Folge des dabei eintretenden Futtermangels, da dann auch jedesmal, wenn mehr als die hinreichende Menge Futter im kleinen Wasservolum gereicht wird, die volle Grösse erreicht werden müsste. Da dies aber nicht immer der Fall ist, so ist damit erwiesen, dass der häufig beobachtete Einfluss des Wasservolums auf die Grösse der Thiere, die in ihm leben, bisjetzt gänzlich unverstanden ist und noch immer seiner Erklärung harrt.

Um dieses Problem wenn möglich zu lösen, stellte ich eine grosse Reihe von Experimenten an mit der gewöhnlichen Teichhornschnecke (*Lymnaeus stagnalis*). Ich wählte dieses Thier, weil sein Wachstum ziemlich rasch ist im Vergleich zu dem anderer Thiere, und weil die langgezogene Schale ein treffliches leicht zu benutzendes Maass für die Wachstumsgeschwindigkeit abgibt. Es ist aber ferner dies Thier, wie ich aus einigen zufällig gemachten Beobachtungen wusste, so ausserordentlich stark dem Volumeinfluss des Wassers unterworfen, dass in Zwischenräumen von sechs zu sechs Tagen die Differenz zwischen den in verschiedenen grossen Wassermengen erreichten Längen leicht und genau bestimmt werden kann.

Selbstverständlich kann ich hier nur die allgemeinsten Resultate der mehr als zwei Jahre hindurch fortgeführten Experimente mittheilen.

Ich richtete zwei Gruppen von Experimentenreihen ein; die eine, indem ich gleichzeitig aus demselben Eihaufen ausgekrochene Thiere gleich nach dem Ausschlüpfen voneinander trennte und in verschiedenen grosse Wassermengen setzte; die andere, indem ich verschie-

dene Mengen von Thieren desselben Eierhaufens in gleich grosse Aquarien brachte. Alle andern Lebensbedingungen und vor allem das Futter wurden auf oder über dem Optimum erhalten. Es waren somit sämtliche Thiere unter gleich günstigen Bedingungen, abgesehen



Fig. 43. Vier gleich alte, demselben Eierhaufen entstammende Schalen von *Lymnaeus stagnalis*, in verschiedenen grossen Wassermengen erzogen; a in 100 Kubikcmtr., b in 250 Kubikcmtr., c in 600 Kubikcmtr. und d in 2000 Kubikcmtr.

von der verschiedenen Wassermenge, welche jedem Einzelthier zu Gebote stand; diese variierte meistens zwischen 100 und 2000 Kubikcmtr. In beiden Experimentenreihen war der Erfolg der gleiche (Fig. 43); je kleiner

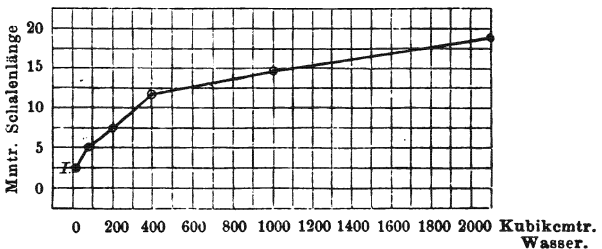


Fig. 44. Volumcurve für *Lymnaeus stagnalis*.

das Wasservolum war, das jedem Thier zukam, um so kürzer war auch seine Schale geblieben, und es machte ferner keinen Unterschied in Bezug auf die in bestimmten Mengen erreichte Schalenlänge, ob jedem isolirten Einzelthier von vornherein die ihm bestimmte Quantität gegeben worden war (1. Reihe) oder ob sich mehrere zusammenlebende Individuen in eine in demselben Ver-



hältniss grössere Wassermenge zu theilen hatten. So gelang es mir, bei sonst gleichen Lebensbedingungen, eine Wachsthumcurve der Lymnäen herzustellen, wie sie dem Volumeinfluss des Wassers entspricht. Diese Curve (Fig. 44) zeigt, dass der günstige Einfluss einer Vermehrung des Wasservolumens am stärksten ist zwischen 100 und 500 Kubikcmtr. für je ein Individuum, und dass er dann allmählich abnimmt, bis er schliesslich bei wahrscheinlich 5000 Kubikcmtr. gänzlich aufhört, d. h. eine weitere Steigerung des Volumens über dieses Maximum hinaus hat, wie es scheint, gar keinen Einfluss mehr auf die Wachsthumsgeschwindigkeit. Das Optimum des Wasservolums, welches einem Lymnaeus gestattet innerhalb einer gewissen Zeit die grösstmögliche Schalenlänge zu erreichen, liegt also annähernd zwischen 4- und 5000 Kubikcmtr.; diesen Punkt genau zu bestimmen, war mir indess aus verschiedenen Gründen unmöglich. Der obenstehende Holzschnitt Fig. 43 gibt die Schalen wieder, wie sie einer dieser Curven entsprechen. Die erste der Schalen, in 100 Kubikcmtr. Wasser erzogen, erlangte nur eine Länge von 6 Mmtr.; die zweite in 250 Kubikcmtr. die von 9 Mmtr., die dritte in 600 Kubikcmtr. eine solche von 12 Mmtr. und endlich die vierte eine Länge von 18 Mmtr. in 2000 Kubikcmtr. Wasser. Es braucht wol kaum noch einmal hervorgehoben zu werden, dass diese so enorm verschiedenen langen Thiere demselben Eihaufen entstammten, gleichzeitig eingesetzt wurden und das gleiche Alter von 65 Tagen erreichten.

Meine Experimente gestatten mir ferner die Construction einer Curve für die Wachsthumsgeschwindigkeit der Lymnäen in der Zeit. Man möchte dem vorhin Gesagten gegenüber vielleicht bemerken, dass es nach jenen Volumcurven möglich sein dürfte, einem Lymnaeus zu seiner vollen Länge von etwa 24 Mmtr. (des ersten Jahres) auch in dem Volum von 100 Kubikcmtr. zu verhelfen, wenn man ihn nur längere Zeit darin liesse, als nöthig wäre, um ihn bei 2000 Kubikcmtr.

Wasser zu jener Länge zu bringen. Dies wäre indess nur dann möglich, wenn die Wachstumsgeschwindigkeit, wie sie durch das Wasservolumen bedingt ist, zu allen Zeiten gleich bliebe. Das ist aber nicht der Fall; zuerst ist das Wachstum sehr langsam, dann tritt eine Periode des raschesten Wachstums ein, bis je älter das Thier wird, es auch um so langsamer wächst. Die im beigefügten Holzschnitt (Fig. 45) gegebene Curve, welche aus Versuchen mit einem Wasservolumen von

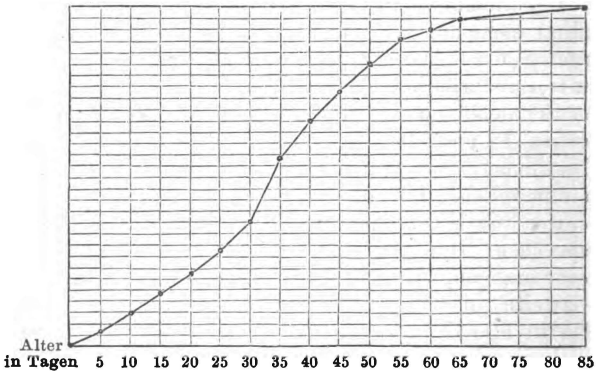


Fig. 45. Zeitcurve für das Wachstum von *Lymnaeus stagnalis*. Das stärkste Wachstum findet in der vierten bis fünften Woche statt.

1000—2000 Kubikcmtr. per Individuum construiert wurde, lässt erkennen, dass während der ersten drei Wochen nach dem Ausschlüpfen aus dem Ei das Wachstum der jungen Thiere nur 5 Mmtr. im Mittel betrug; darauf folgte eine etwa drei Wochen dauernde Periode sehr raschen Wachstums, während welcher sie um 10,2 Mmtr. Schalenlänge zunahmen; in der dritten Periode (40. bis 60. Tag) nahmen sie nur um 6 Mmtr. zu und dann trat wieder sehr langsames Wachstum ein (nur 1,6 Mmtr. für fast vier Wochen). Es ist hiermit erwiesen, dass auch für den *Lymnaeus* dasselbe Gesetz gilt wie für alle

andern Thiere: dass nur dann das Maximum der Grösse wirklich erreicht werden kann, wenn innerhalb der richtigen Periode des raschesten Wachsthum's auch die übrigen Bedingungen dazu gleich günstig sind; die einmal versäumte Gelegenheit findet sich nachher nie wieder. Ein Lymnaeus, welcher nicht bereits im ersten Jahre eine Schalenlänge von mindestens 20 Mm. erreicht hat, wird der Stammvater einer Zwerggrasse werden müssen, wenn die Ursachen, welche ihn im Wachsthum zurückhielten, sich in den nächsten Jahren regelmässig wiederholen.

Ein von Nahrungsmenge — und andern Einflüssen — unabhängiger Volumeinfluss des Wassers auf die in ihm wachsenden Schnecken ist hiermit erwiesen.<sup>10</sup> Eine kurze Discussion der Einzelheiten wird zeigen, ob wir bereits im Stande sind die eigentliche Ursache dieses Volumeinflusses zu bestimmen.

Es liegt auf der Hand, dass gar mancherlei Einflüsse die gleiche Wirkung — das Kleinbleiben der Thiere — hätten haben können; dahin gehören Nahrung, Temperatur, schädliche Gase oder Mangel der nützlichen u. s. w. In einigen meiner Experimente zeigte sich der Einfluss derselben sehr deutlich. In einem derselben unterhielt ich, um ein Maximum der den Thieren zur Athmung gebotenen Luft zu erzielen, in den Gefässen einen constanten Wasserstrom; aber der Versuch schlug vollständig fehl, weil die jungen Thiere unfähig waren sich in ihm an den Futterpflanzen zu halten. Ein anderes mal trat eine plötzliche und sehr starke Erniedrigung der Temperatur der Luft ein, nämlich bis fast zu 13° C.; dies aber ist der Wärmegrad, bei welchem die Assimilation der jungen Lymnäen und damit auch ihr Wachsthum aufhört. Die Einwirkung auf die Volumcurve war eine sehr auffallende (Fig. 46). Die ungleich grossen Gefässe mit ungleichen Mengen Wassers standen alle nebeneinander in derselben Entfernung von einem Fenster, welches am Nachmittag höchstens auf zwei Stunden von der Sonne beschienen

wurde; dadurch konnte in den kleinern Gefässen die für die Assimilation günstige Temperatur erreicht werden, nicht aber in den grossen. So kam es, dass Schnecken, welche in 2000 Kubikcmtr. Wasser lebten und dem entsprechend nach 25 Tagen schon hätten 10 Mmtr. lang sein müssen, kaum länger — etwa 3 Mmtr. lang — waren als die, welche in geringerer, aber hinreichend erwärmter Wassermenge erzogen wurden. Die Nahrung war dabei in allen Gläsern eine so reichliche und gesunde, dass weder schlechte Luft noch Nahrungsmangel die Ursache jener auffallenden Knickung der normalen Volumcurve hätte sein können; auch hätte

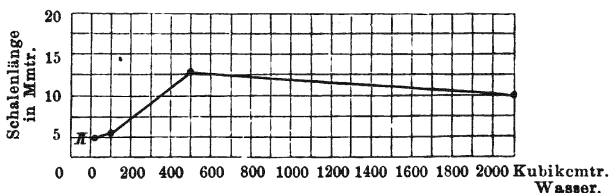


Fig. 46. Eine durch Einwirkung der Temperatur vollständig veränderte Wachsthumcurve. Sie steigt normal an bis zu 500 Kubikcmtr. Wasser, von da fällt sie, anstatt weiter zu steigen, weil die Erwärmung der grössern Wassermengen nicht hinreichte, um die in ihnen lebenden Lymnäen assimiliren zu lassen.

sich dann die Einwirkung ebenso wol bei den in kleinem, als bei den in grossem Wasservolum lebenden zeigen müssen.

Ein Ueberfluss von Futter wurde überhaupt in allen Experimenten absichtlich herbeigeführt, und alle Gläser, in welchen die Futterpflanzen (Algen, Elodea canadensis und Wasserlinsen) nicht üppig wucherten, wurden ausgegossen. Damit war von vornherein bei allen den Curven zu Grunde liegenden Experimenten der schädliche Einfluss etwaigen Futtermangels ausgeschlossen.

Die Wärme des Wassers hat, solange sie nur unbedeutend um das Temperaturoptimum wachsender Lymnäen schwankt, ebenso wenig Einfluss auf die Volumcurve oder wenigstens nur sehr unbedeutenden; wäre

der Volumeinfluss durch die Schwankungen in der Wasserwärme bedingt, so hätten in den zahlreichen Experimenten alle Thiere, die in verschiedenen grossen Wassermengen, aber in gleicher Temperatur aufwachsen, dieselbe oder nahezu dieselbe Grösse erreichen müssen. Einen wirklich entscheidenden Einfluss übt die Temperatur erst dann, wenn sie sich den beiden ertragbaren Grenzen nähert.

Man würde ferner glauben können, es sei der verschiedene Gehalt an sauerstoffreicher Luft oder Kohlensäure die bewirkende Ursache gewesen; aber dies widerlegt sich leicht. Einmal ist nicht recht einzusehen, wie dabei so regelmässige Volumcurven entstehen konnten, da der Luftmangel in den verschiedenen Gefässen dann auch immer in demselben Verhältnisse hätte stehen müssen wie die Wassermenge. Das ist jedoch wol kaum als wahrscheinlich anzunehmen. Andererseits aber war dieser Einfluss auch schon dadurch ausgeschlossen, dass die im Uebermaass im Wasser wachsenden Pflanzen so viel Sauerstoff ausschieden, dass das Wasser in allen Gläsern unbedingt mit solchem gesättigt und die auf ihm ruhende Luftschicht, an welcher die Lymnäen bekanntlich athmen, gleichfalls vollständig rein sein musste. Aus demselben Grunde muss die von den Thieren ausgeschiedene Kohlensäuremenge immer vollständig von den Pflanzen resorbirt worden sein.

Die nachweisbar im Wasser vorhandenen Salze können ebenso wenig die Ursache des Kleinbleibens gewesen sein. Mit der Beihülfe eines befreundeten Chemikers, Professor Hilger in Erlangen, wiederholte ich meine Versuche mit destillirtem oder mit solchem Wasser, welches die nachgewiesenermaassen in ihm normal vorkommenden Bestandtheile (kohlensaurer Kalk, schwefelsaure Magnesia u. s. w.) bis zur Sättigung enthielt. Der regelmässig eintretende normale Verlauf zeigte, dass die im Wasser vorhandenen und chemisch nachweisbaren Salze von gar keinem bemerkbaren Einfluss waren.

Auch schädliche Gase, wie sie sich in einem gewissen Quantitätsverhältniss zur Wasser- und Thiermenge aus den Fäces und andern sich zersetzenden organischen Stoffen bilden könnten, sind keinesfalls als die Ursachen des Volumeinflusses anzusehen. Gesetzt, man setzte zwei Gläser mit gleichem Volum Wasser an, aber thäte in das eine nur ein Thier, in das andere zwanzig, so würden diese allerdings im Anfang mehr schädliche Gase entwickeln als jenes, und es könnte somit durch diese in der That anfänglich eine gewisse Zurückhaltung im Wachstum hervorgerufen werden. Aber da das eine isolirte Individuum ungemein viel rascher wächst als die zusammenlebenden, so würde jenes sehr bald ebenso viel und endlich mehr Fäcalstoffe liefern als die zwanzig; es müsste also auch bei jenem mindestens ebenso früh das Wachstum aufhören als bei diesen. Da es aber gerade nicht der Fall ist, sondern die Zeitcurve für beide gleich bleibt, während die innerhalb eines bestimmten Zeitraumes erlangte Grösse allein wechselt, so ist, wie mir scheint, damit erwiesen, dass die von den Thieren selbst producirten schädlichen Gase nicht die Ursache des Volumeinflusses sein können.

Was aber ist denn die wirkliche Ursache? Leider weiss ich keine Antwort darauf zu geben. Ich habe mich unter Beihülfe meines Freundes Hilger lange, aber durchaus vergeblich, bemüht, irgendeinen in minimalen Mengen im Wasser vorhandenen Stoff aufzufinden, welchem man jene Volumwirkung hätte zuschreiben können. Aber ich glaube doch, dass man zu folgender Hypothese berechtigt ist. Es scheint aus meinen Experimenten gefolgert werden zu können, dass im Wasser irgendein — bisher unbekannter — Stoff vorhanden sein muss, wahrscheinlich in minimalen Mengen, welcher durch seine Beziehungen zum Wasser, das ihn gelöst enthält, und seine osmotische Verwandtschaft zur Haut des Thieres von dieser letztern in bestimmten Zeiträumen und Wassermengen nur in ganz bestimmter und zwar geringer Menge absorbirt werden kann.<sup>11</sup> Wenn

nun dieser Stoff fernerhin zu den Reizmitteln gehörte, und also, ohne zum Wachsthum selbst beizutragen, doch für dieses nothwendig wäre — dem Oel in der Dampfmaschine vergleichbar — so würde er im Optimum absorbirt werden müssen, wenn die normale Grösse in bestimmter Zeit erreicht werden sollte. Da aber nach jener Hypothese die Menge des überhaupt in bestimmter Zeit absorbirbaren Stoffs vom Volum des Wassers abhängt und mit diesem steigt oder fällt, so würde das Wachsthum gänzlich aufhören, wenn die Wassermenge so klein wäre, dass diese eine grössere Verwandtschaft zu dem unbekanntem Stoff hätte als die Haut des Thieres. Andererseits wäre die Erreichung der vollen Grösse innerhalb der entsprechenden Zeit nur möglich, wenn das Wasservolum so gross wäre, dass der Lymnaeus jederzeit die ihm nöthige Menge jenes unbekanntem Reizmittels aus dem Wasser absorbiren könnte.<sup>12</sup>

IV. Einfluss von Sauerstoff oder Luft im Wasser. Wir sahen in den vorhergehenden Kapiteln, dass der Einfluss der im Wasser gelösten Stoffe und wahrscheinlich damit auch der des Wasservolumens abhängt von der osmotischen Kraft der Haut der Thiere. In ganz ähnlicher Weise muss auch noch ein anderer im Wasser enthaltener Stoff zur Wirkung kommen, nämlich die zum Athmen von vielen Wasserthieren verwendete Luft. Man weiss, dass jedes Thier, auch das einfachste im Wasser lebende Infusorium, der Luft oder vielmehr des Sauerstoffs zur Athmung bedarf; und da die meisten Wasserthiere keine besondern Organe zum Einathmen der Luft selbst haben — wie die meisten Wirbelthiere, Insekten, Arachnoiden, Myriapoden und manche andere Thiere — so hängt ihre ausgiebige Athmung ausschliesslich ab von der Absorption der im Wasser gelösten Luft (Sauerstoffs) durch die Haut, oder durch die Membranen solcher innern Organe, in welche Wasser in constantem Strome ein- und austritt.

Es liegt auf der Hand, dass jede wachsende oder junge Zelle im Stande sein muss, zu athmen, d. h.

Sauerstoff aufzunehmen und Kohlensäure auszuschleiden, wenn diese Respiration eine Function des Protoplasmas selbst ist. Alle wachsenden Theile, welche mit sauerstoffreichen Medien (Luft, Wasser) in Berührung stehen, werden somit athmen müssen<sup>13</sup>, vorausgesetzt, dass ihre Oberfläche der Absorption des Sauerstoffs keinen Widerstand entgegengesetzt. Die Neigung aber, solchen aufzunehmen, kann an verschiedenen Stellen des Körpers verschieden gross sein; und man pflegt solche Theile, welche andern gegenüber für die Aufnahme von Sauerstoff besser eingerichtet zu sein scheinen, schlechthin als Athmungsorgane zu bezeichnen.

Solche bevorzugten Athmungsorgane der meisten im Wasser lebenden und Wasser athmenden Thiere<sup>14</sup> sind einmal ihre Haut, dann Anhänge der letztern (sogenannte Kiemen) und endlich das Innere des Darmkanales. Bei sehr vielen wirbellosen Thieren tritt nämlich — so bei Holothurien, Anneliden, Planarien, Wasserinsekten u. s. w. — ein constanter Wasserstrom in den After ein und auch ein in einigen Fällen (Holothurien) sehr leicht nachweisbarer Strom aus demselben heraus. Bei einfachstem Verhalten dient also die sogenannte Schleimhaut des Darmes, wie die Epidermis eines Thieres zur Respiration, und in dieser Beziehung hat der bekannte französische Physiologe P. Bert vollkommen recht, wenn er sagt, dass ein Streit darüber, ob dieser oder jener Körpertheil eines Thieres sein Athmungsorgan sei, im Grunde genommen völlig überflüssig sei. Wenn sich aber auf der Haut besondere Anhänge in Form von Blättern oder Bäumchen — sogenannte Kiemen — entwickeln, welche durch ihren Bau und die Zartheit ihrer Wandungen geeignet zu sein scheinen, aus einer bestimmten Wassermenge mehr Luft zu ziehen, als die Haut dies kann, und dem in jenen Kiemen kreisenden Blut (oder Leibeshöhlenflüssigkeit) direct mitzutheilen, so ist man allerdings wol berechtigt, diese Anhänge als die eigentlichen Athmungsorgane zu bezeichnen.



Derartige Kiemen kommen nun bei den verschiedensten Wasserthieren im Darm wie auf der Haut vor.

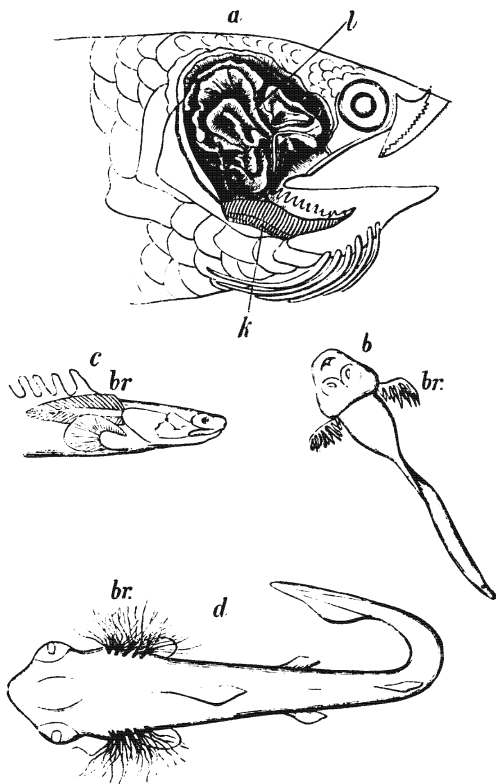


Fig. 47. *a* *Anabas scandens*, Kopf mit geöffneter Kiemenhöhle *k* und der Nebenhöhle für das blätterförmige Labyrinthorgan *l*. — *b* Kaulquappe, *c* junger *Polypterus* aus dem Nil; *d* Haiembryo, alle drei mit äussern Kiemen *br*.

Die Kiemen der äussern Haut stehen in so auffallenden Beziehungen zu der Lebensweise der Thiere, dass sie hier kurz besprochen werden müssen. Bei

Fischen (Fig. 47 *a*) und vielen Amphibien liegen die Kiemen an den Seiten des Kopfes oder theilweise unter diesem, wo sie zwischen mehr oder minder grossen Falten der Haut versteckt sind, welche mit den sie

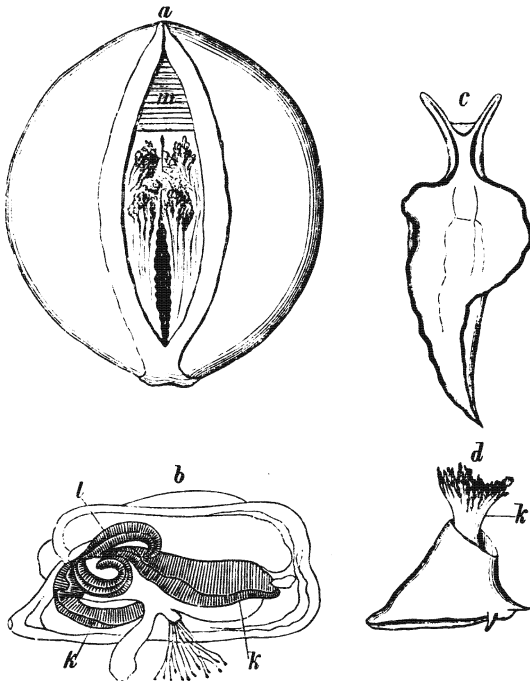


Fig. 48. Kiemen von Mollusken. *a* *Lucina philippinensis* mit ihren vier Mantelkiemen hinter dem Muskel *m*; *b* *Mytilus* mit *k* den Kiemen und *l* den Lippenblättern; *c* *Elysis grandis* Bergh. ganz ohne Kiemen; *d* *Doris* sp. mit einem hohen Büschel von Rückenkiemen.

tragenden Knochenplatten als sogenannter Kiemendeckel bezeichnet werden. Bei den Embryonen von Haifischen (Fig. 47 *b*, *d*) und Amphibien treten vor diesen innern Kiemen äussere baumförmig verzweigte auf, welche bei jenen

später zu Grunde gehen, bei den Amphibien aber mitunter zeitlebens (Perennibranchiaten) bestehen bleiben. Bei Krebsen findet man oft Kiemen an analoger Stelle, wie bei Fischen, nämlich an den Seiten des Kopfbrustschildes (des Cephalothorax) und bedeckt von einer grossen Hautfalte des letztern; dies ist der Fall bei den Krabben (Brachyuren) und vielen Garneelen (Macrourea). Bei andern Krebsen dagegen stehen sie, wie z. B. bei unserer Wasserassel (Asellus) oder der Meerassel (Idotea) am Ende des Abdomens, oder sie sind bei noch andern Arten Anhänge der Beine irgendeines beliebigen Körpertheiles. In der Klasse der Mollusken finden sich nicht weniger als fünf morphologisch verschiedene Kiemen; nämlich erstens die gewöhnlichen Kiemen der Muscheln (Fig. 48*b*), dann die auf dem Rücken mancher Nacktschnecken des Meeres, wie Aeolidia, Doris (Fig. 48*d*) u. s. w., drittens die dorsalen Kiemenhöhlen solcher Gattungen wie Neritina und Melania; viertens seitliche Kiemen wie bei Phyllidia, und endlich fünftens die sehr interessanten Mantelkiemen einiger Arten von Lucina (Fig. 48*a*), die am ventralen Rande des Mantels stehen. Bei Anneliden sind die Kiemen gewöhnlich Anhänge der Beine, mitunter aber finden sie sich auch direct am Körper oder am Kopfende (Sabella, Serpula, Terebella u. s. w.). Es ist endlich die Zahl derjenigen Wirbellosen, welche derartig hervorragender Athmungsorgane gänzlich entbehren, und somit nur durch ihre Haut athmen, durchaus nicht gering; unter den Schnecken sind es die Elysiadae (Fig. 48*c*) und Verwandte, unter Anneliden die Blutegel und die Oligochaeten (Regenwürmer u. s. w.); viele niedere Crustaceen — parasitische sowol als nicht schmarotzende —, alle Infusorien, Coelenteraten, wol auch viele Echinodermen u. s. w.

Weniger Mannichfaltigkeit findet sich bei den innern Kiemen, welche mitunter im Darmkanal der Wasserthiere vorkommen. Bei den Libellenlarven z. B. finden sich blattförmige Organe im Innern des Rectums, welche wahrscheinlich der Athmung dienen; von den Holothu-

rien habe ich selbst ein System blattartiger Vorsprünge (s. Fig. 49) der Schleimhaut des Magens beschrieben, welche alle Attribute echter Kiemen besitzen (grosse Oberfläche, Dünne der Haut, Blutgefässreichthum und constante Erneuerung des die Blätter umspülenden Wassers). Bei den meisten Anneliden und manchen andern Wirbellosen tritt zweifellos ein regelmässiger Strom frischen Wassers in den Darm ein, der aber trotzdem keine besondern Kiemen trägt; die mehr oder

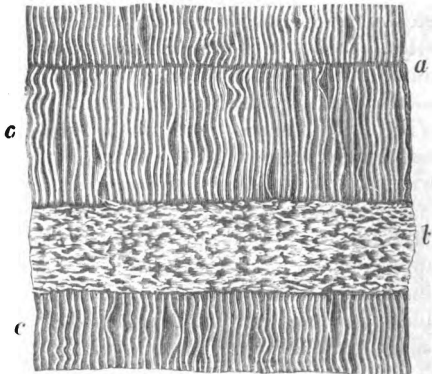


Fig. 49. Stück des Magens einer Holothurie (*Stichopus variegatus*) der Länge nach aufgeschnitten und ausgebreitet. *a* die dorsale Furche zwischen den zwei Kiemenblätterreihen, *b* die breite sie trennende ventrale wulstige Fläche, *c* die Kiemenblätter.

minder starken Falten seiner Schleimhaut werden hier an die Stelle der fehlenden Organe treten. Beiläufig mag hier erwähnt werden, dass auch ein Fisch (*Cobitis fossilis*, Fig. 50) mit seinem Darne athmet; doch ist hier das Verhalten insofern ein wenig anders, als er Luftblasen an der Oberfläche des Wassers mit dem Munde aufschnappt und verschluckt, sodass hier Luft direct mit der athmenden Oberfläche des Darmes in Berührung tritt.<sup>15</sup>

Alle diese verschiedenen Respirationsorgane<sup>16</sup> müssen in wesentlich gleicher Weise arbeiten, nämlich durch

Absorption von Sauerstoff (Luft) aus dem Wasser vermöge der osmotischen Kraft ihrer Membranen. Diese letztere wechselt mit den verschiedenen Thieren; Bert<sup>17</sup> hat gezeigt, dass die Absorptionskraft selbst bei nahe verwandten Species von Süßwasserfischen ungemein verschieden ist. Wir brauchen uns daher auch nicht darüber zu wundern, dass mitunter die Sauerstoffmenge, welche durch die typischen Athmungsorgane in das Blut gebracht wird, nicht völlig ausreicht, sodass dann das Fehlende auf andere Weise ersetzt werden muss. Ebenso wenig auch erstaunen wir nun, wenn wir hören, dass die allgemeine Hautrespiration so gesteigert werden kann, dass sie unter Umständen völlig ausreicht für den Bedarf des Thieres und die Verwendung der eigentlichen Respirationsorgane überflüssig macht.

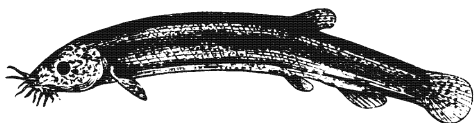


Fig. 50. *Cobitis fossilis*, der Schlammpeitzger. Verschluckt Luftblasen durch das Maul und bringt diese in den Darm, dessen Schleimhaut den Sauerstoff der Luft aufnimmt zur Athmung.

Der erstere Fall ist bei Krebsen und Fischen constatirt worden. Fritz Müller beobachtete, dass Krabben verschiedener Gattungen (*Grapsus*, *Sesarma* u. s. w.) den hintern Theil ihres Kopfbrustschildes öfters aufheben, um Luft direct in die Kiemenhöhle eintreten zu lassen, da die durch ihre Kiemen aus dem Wasser ausgezogenen Sauerstoffmengen nicht im Stande sind, den Bedarf zu decken. Viele unserer Süßwasserfische, so vor allen die Arten der Weissfische (*Cyprinoiden*), verschlucken regelmässig Luft, um das ihre Kiemen umspülende Wasser mit Sauerstoff zu sättigen, da auch hier die direct aus dem Wasser gezogene Sauerstoffmenge meist nicht ausreicht. Das Bedürfniss dieser Fische nach Sauerstoff muss ziemlich gross sein; denn es ist viel leichter möglich, einen Fisch zum Ertrinken

zu bringen, als einen Frosch, wenn man beide verhindert, an der Oberfläche des Wassers Luft zu schnappen; und doch ist der Frosch ein Lungen-Luftathmer, der Fisch dagegen ein echter Kiemen-Wasserathmer.<sup>18</sup>

Ein Beispiel des zweiten Falles — dass nämlich die allgemeine Hautathmung vollständig an die Stelle der Athmung durch besondere Organe treten kann — liefern die für gewöhnlich durch Lungen athmenden Frösche. Der ältere Milne-Edwards hat schon vor langer Zeit gezeigt, dass Frösche im Stande sind, unter Wasser zu leben, wenn man sie verhindert an die Oberfläche zu kommen, ohne aber die Möglichkeit Nahrung zu erlangen und die freie Zufuhr frischen Wassers abzuschneiden. In solchem Falle muss nothwendigerweise die allgemeine Hautrespiration die Lungenathmung ersetzen. Seitdem hat Paul Bert<sup>19</sup> gezeigt, dass bei Fröschen die Lungenathmung nur dann durch die mittels der Haut ersetzt werden kann, wenn (in der kalten Jahreszeit) die Wärme zwischen 0 und 13° C. schwankt.

Die hier angeführten Fälle beweisen nun ohne weiteres, dass die absolute Menge des zur Athmung nöthigen und aus dem Wasser aufgesogenen Sauerstoffs wechselt nach der Eigenart der verschiedenen Species und vielleicht selbst der Individuen und ferner, dass ihre Aufnahme abhängt von gewissen äussern Bedingungen, so vor allem der Temperatur. Daraus folgt ferner, dass es für jedes Einzelthier ein Optimum des in gegebener Zeit benöthigten Sauerstoffs geben muss; wird dieses Optimum durch die gewöhnlichen Respirationsorgane nicht erreicht, so stirbt entweder das Thier den Erstickungstod oder es muss der Ausfall gedeckt werden auf andere Weise, wie es z. B. beim Milne-Edwards'schen Experiment mit dem Frosch durch die allgemeine Hautathmung geschah. Hierher gehört auch in gewisser Weise die Schwimmblase der Fische, welche nach den neuesten Untersuchungen unter Umständen als ein Hilfsorgan der Athmung angesehen werden kann. Es wird

nämlich in ihr aus dem Blut eine Gasmenge abgelagert, welches auch Sauerstoff enthält, und dieser wird rasch verbraucht, wenn der Fisch in luftarmem Wasser gehalten wird; obgleich nun meist von aussen her keine Luft in die Schwimmblase eingeführt werden kann, so dient sie doch, wie es scheint, als Reservoir für den Ueberschuss an Sauerstoff, welcher durch die absorbirende Thätigkeit der Kiemen und der Haut in das Blut geschafft worden ist. Die über diese Frage vorliegenden sehr zahlreichen Untersuchungen haben indess so manche, einander widersprechende Resultate ergeben, dass es überflüssig ist, hier näher auf eine Discussion einzugehen, und ich verweise jeden, der sich dafür interessirt, auf das bekannte Werk von Milne-Edwards: „Leçons d'anatomie et de physiologie comparée“. In der Anmerkung 20 habe ich die Titel einiger neuern, bei Milne-Edwards nicht erwähnten Arbeiten gegeben.

V. Fähigkeit das Austrocknen zu ertragen. Alle Wasserthiere bedürfen eines sehr hohen Feuchtigkeitsgrades der Luft oder des flüssigen Wassers selbst, um leben zu können; wird ein Frosch in trockene Luft gebracht, so wird er rasch sein Wasser an diese abgeben und schliesslich durch Austrocknen zu Grunde gehen.

Von manchen Wasserthieren ist es indess oft genug angegeben worden, dass sie vollständige Austrocknung ertragen könnten, ohne zu sterben. Die Experimente von Spallanzani, Dugès, Doyère u. a. sind allgemein bekannt. Infusorien und gewisse niedrige Würmer, die Räderthiere (Rotatoria) sowol als auch die ziemlich hoch stehenden Bärenthierchen (Tardigrada) und verschiedene Krebse sollten danach im Stande sein, nach vollständiger Eintrocknung wieder aufzuleben. Die Thatsache, dass durch Begiessen von ganz trockenem Moos oder Heu allerlei Thiere hervorgehört werden, lässt sich nicht bezweifeln; aber die Pouchet'schen Experimente geben hierfür eine sehr natürliche Erklärung, während sie zugleich, wie mir scheint, schlagend nach-

weisen, dass eine wirkliche Austrocknung erwachsene Thiere unfehlbar tödtet. Er zeigte nämlich, dass auf Objectträgern eingetrocknete Infusorien, Räderthiere und Tardigraden immer sterben, wenn sie wirklich eingetrocknet sind, dass aber mitunter in ihnen Keime (resp. Eier) vorkommen, welche durch ihre Hüllen gegen vollständiges Austrocknen geschützt werden und nach abermaliger Befeuchtung sich rasch, noch umgeben von der eingetrockneten mütterlichen Hülle, entwickeln und auskriechen. Diese aus Eiern oder Keimen ausgekrochenen jungen Thiere hat man nun wahrscheinlich immer für die wiederauflebenden getrockneten gehalten.

Nicht ganz so unrichtig sind die Angaben der Beobachter über die Fähigkeit mancher höhern Thiere, selbst Wirbelthiere, das Eintrocknen zu ertragen; denn es ist hiermit nicht gesagt, dass sie selbst auch ausgetrocknet seien. In Tropengegenden oder auch den Ländern des Mittelmeergebietes, wo ein schroffer Gegensatz zwischen nasser und trockener Jahreszeit besteht, fallen viele Thiere während der letztern in sogenannten Sommerschlaf; der Protopterus Afrikas gräbt sich in den Schlamm ein und umgibt sich mit einer dicken, vollständig ausgetrockneten Kruste, in welcher er monatelang latent zu leben vermag, bis der Regen die Hülle aufweicht und den Fisch befreit; viele Landschnecken hängen sich während des Tages oder während anhaltender Dürre an Pflanzen, Steine u. s. w. an, vergraben sich in Erde und verschliessen ihre Schalenöffnung mit einem kalkigen Deckel — dem sogenannten Diaphragma; so warten sie die nächste nasse Jahreszeit ab, um von neuem ein actives Leben zu beginnen. Hier ist nun sehr leicht der Nachweis zu liefern, dass die Thiere nicht wirklich eingetrocknet sind; denn wenn man das Gehäuse einer solchen in Sommerschlaf befindlichen Schnecke zerschlägt, so sieht man sofort, dass das Thier noch eine sehr bedeutende Menge von Feuchtigkeit zurückgehalten hat, welche die hygroskopische



trockene Luft dem durch Schale und Diaphragma geschützten Thier nicht hat entreissen können.

Auf derselben Eigenschaft des lebenden Thieres, eine gewisse, wenn auch kleine Menge von Feuchtigkeit in seinen Geweben lange Zeit zurückzuhalten und dem entsprechend nicht abzutrocknen, beruht nun offenbar auch die Fähigkeit der Eier und Keime der oben genannten Thiere, jahrelang<sup>21</sup> in scheinbar trockenem Zustande zu verharren, ohne ihre Lebensfähigkeit einzubüssen. Auffallend ist es allerdings, dass eingekapselte Infusorien, Eier oder Keimkörper von Krebsen, Tardigraden, Würmern, Spongien u. s. w. im Stande sind, dem lange anhaltenden austrocknenden Einflusse der Luft zu widerstehen; wenn man indess bedenkt, dass es ungemein schwer hält, selbst todte Eiweisskörper vollständig zu trocknen, so verliert jene Thatsache doch etwas von ihrer Auffälligkeit. Auch lebende Pflanzen halten den letzten Rest ihres Wassers oft sehr hartnäckig zurück. An der Richtigkeit jener Thatsache ist allerdings aber nicht zu zweifeln. Ich besitze seit nunmehr sechs Jahren einen Kasten voll getrockneten Schlamms mit Eiern von Apus und Cypris, den mir Ehlers im Frühjahr 1872 aus Erlangen sandte; bisjetzt ist noch jederzeit ein Versuch, durch Aufweichen eines Theiles desselben Apuslarven zu erziehen, geglückt sowohl im Sommer als auch im Winter; die Schnelligkeit ihrer Entwicklung ist dabei verschieden, aber dies hängt, wie wir in einem frühern Kapitel gesehen haben, von dem jeweiligen Temperaturgrade ab.

So auffallend nun schon an und für sich die lange Resistenzfähigkeit der Eier gegen Austrocknen ist, so kennen wir doch eine noch viel wunderbarere und in der That bisjetzt gänzlich unerklärbare damit verbundene Thatsache: Eier verschiedener Crustaceen, so z. B. von Apusarten entwickeln sich nie<sup>22</sup>, wenn sie nicht zuvor einige Zeit im trockenen Schlamm gelegen haben. Lebende, hier in Würzburg gefangene Apus legten mir eine grosse Menge von Eiern ab in das Wasser meiner

Aquarien; kein einziges entwickelte sich. Mit Eiern angefüllter Schlamm aus derselben Pfütze, der ich jene erwachsenen Apus entnommen hatte, lieferte mir, nachdem er ein volles Jahr trocken gelegen hatte, beim Aufgiessen keine Larven; erst im zweiten erhielt ich einige wenige, von da ab aber gelang es regelmässig, sie in grössern Mengen und zu beliebigen Zeiten zur Entwicklung zu bringen. Die Angaben von Brauer und andern stimmen hiermit überein. Die Eier der mit Apus so nahe verwandten Branchipus theilen diese Eigenschaft nicht, sie entwickeln sich gleichmässig gut, mag man sie nun zuvor getrocknet oder beständig in feuchtem Schlamm gehalten haben. Brauer weist schon in einem seiner interessanten Berichte über seine Zuchtversuche darauf hin, dass es sehr leicht sein würde, Thiere dieser Gruppen aus den verschiedensten Welttheilen in unsern Laboratorien zu züchten und bequem zu studiren; denn man bedarf dazu eben nur der Zusendung von getrocknetem Schlamm aus den Gewässern, in denen sie leben. Auf solche Weise wurde z. B. Professor Claus kürzlich in Stand gesetzt, in Wien die Anatomie der schönen *Daphnia Atkinsoni* aus Jerusalem sorgfältig zu untersuchen. Es würde sicherlich eine sehr lohnende Aufgabe sein, genau festzustellen, welche Thierarten Eier haben, die das Austrocknen ertragen können oder desselben geradezu (wie Apus) zu ihrer Entwicklungsfähigkeit bedürfen, und ferner zu erforschen, welches das Maximum der Zeitdauer ist, währenddessen sie das Trockenliegen ohne Schädigung ihrer Lebensfähigkeit zu ertragen vermögen. Eine gründliche Untersuchung dieser Fragen würde sicherlich viel zu einer befriedigenden Aufklärung über manche eigenthümliche Thatsachen in der geographischen Verbreitung niederer Thiere beitragen können.<sup>23</sup>

Schlussbemerkungen. Vergleichen wir nun die in den einzelnen Abschnitten dieses Kapitels festgestellten Thatsachen mit den früher gewonnenen, so ergeben sich auch hier wieder dieselben allgemeinen Sätze;

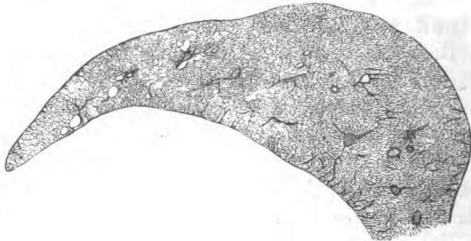
Thiere, welche an denselben Stellen unter scheinbar ganz gleichen äussern Existenzbedingungen leben, reagieren trotzdem in ganz verschiedener Weise gegen die im Wasser aufgelöst enthaltenen Stoffe (Salze, Sauerstoff, Kohlensäure u. s. w.); Eier verschiedener, aber doch sehr nahe verwandter Formen können jahrelanges Trockenliegen ertragen oder bedürfen desselben sogar zu ihrer Entwicklungsfähigkeit. Jeder Wechsel z. B. in der Constitution des Wassers eines Sees oder Flusses wird daher die in ihm lebende Fauna nicht als ein Ganzes gleichmässig beeinflussen, sondern nur auf ihre einzelnen Mitglieder wirken; einige derselben werden den Wechsel ertragen, ohne irgendwie beeinflusst zu werden, andere werden sterben und noch andere wieder werden leben bleiben, aber ihre Lebensgewohnheiten ändern und zugleich sich körperlich verändern (Beispiele: Branchipus und Artemia). Die Constanz der Wasserfauna irgendeines Ortes beruht daher auf einer Constanz aller in ihm zur Geltung kommenden äussern Existenzbedingungen, und jeder noch so kleine Wechsel in diesen wird eine Auswahl zwischen den alten Formen treffen, neuen Arten den Zutritt erleichtern und mitunter selbst die Umbildung einer Form in eine andere bedingen. Ueber diesen letztern, ganz besonders wichtigen Punkt wissen wir allerdings bisjetzt erst sehr wenig; aber die alten Experimente von Beudant, dann die neuern von Plateau und vor allem die neuesten von Schmankewitz zeigen, dass ein solcher Mangel an Kenntniss nicht als beweiskräftiges Argument gegen die Vermuthung angeführt werden kann, es müsse sorgfältiges Experimentiren in dieser Richtung einen viel weiter gehenden direct umformenden Einfluss des ruhenden Wassers und der in ihm enthaltenen Theile nachweisen, als man bisjetzt für möglich gehalten hat.

---

## SECHSTES KAPITEL.

## Der Einfluss der ruhenden Luft.

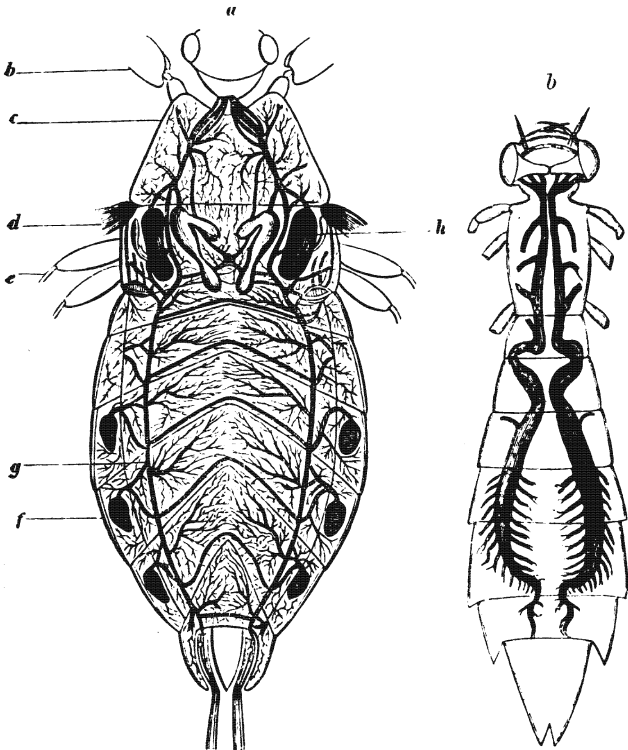
Der weitest gehende Einfluss ruhender Luft auf die in ihr lebenden Thiere äussert sich in sehr auffälliger Weise durch Organe derselben, welche dazu bestimmt sind, Luft aufzunehmen und in das Innere des Körpers einzuführen. Diese Luftathmungsorgane wirken physiologisch genau so, wie die Haut und Kiemen bei den im Wasser athmenden Thieren; sie bringen das Blut in möglichst nahe Berührung mit dem sauerstoffreichen



*Fig. 51.* Durchschnitt durch die Lunge eines Schweinsembryos, um die schwammige Textur dieses Organes zu zeigen.

Medium. Dem Bau nach aber kann in der That kaum ein grösserer Gegensatz gedacht werden, als wie er zwischen der Kieme eines Fisches und den Lungen (*Fig. 51*) der höhern Wirbelthiere oder den sogenannten Tracheen der Insekten, Myriapoden und Arachnoiden besteht. Diese letztern (*Fig. 52*) sind gewöhnlich feine Röhren mit elastischen spiralig verdickten Wandungen, welche sich nach allen Richtungen hin baumförmig verästeln und die dadurch, dass durch Athembewegungen ihre äussern Mündungen (Stigmata) regelmässig abwechselnd geschlossen und geöffnet, und sie selbst erweitert oder verengert werden, abwechselnd Einfuhr

frischer Luft und Ausfuhr verdorbener (kohlen säure-reicher) gestatten. Diese Tracheen führen also die Luft in ausserordentlich feiner Vertheilung in alle Or-



*Fig. 52.* Tracheensystem in die Silhouette des Thieres eingezeichnet, *a* von einer Wasserwanze, *b* von der Larve einer Aeschna. Die Tracheen sind dunkel gehalten.

gane<sup>1</sup>, sodass die lebenden feinsten Theile dieser letztern gewiss vielfach direct den ihnen nöthigen Sauerstoff aus der Luft aufsaugen, welche durch die Tracheen

ihnen entgegengebracht wird. Anders ist es bei Wirbeltieren. Hier wird die Luft aufgenommen in schwammartig gebaute Säcke (s. Fig. 51), deren Wandungen ein äusserst reiches Blutgefässnetz enthalten; auf demselben Wege, wie die Kiemen oder die Haut der Fische den Sauerstoff aus dem Wasser aufnehmen, tritt hier endosmotisch der Sauerstoff der Luft durch die Lungenschleimhaut in das Blut über; dies sauerstoffreiche Blut wird dann in alle Organe geführt, deren lebende Theile aus ihm den Sauerstoff ausziehen, gerade so wie die entsprechenden Elemente bei Insekten dies direct aus der Luft in den Tracheen thun. Bei allen durch solche Lungen athmenden Thieren findet sich ein scharf ausgesprochener Gegensatz<sup>2</sup> zwischen dem in verschiedenen Theilen des Gefässsystems enthaltenen Blut; dasjenige, welches von den Lungen aus zum Herzen zurückgeführt wird, ist reich an Sauerstoff (sogenanntes arterielles Blut), dasjenige aber, welches in den vom Körper zum Herzen oder von diesem zur Lunge führenden Gefässen kreist, ist sauerstoffarm (sogenanntes venöses Blut).

Wir brauchen hier indess weder die Beziehungen des Gefässsystemes zu den Athmungsorganen, noch auch den physiologischen Contrast genauer zu untersuchen, wie er in den verschiedenen Respirationsorganen und deren Bau begründet liegt. Wesentlich ist dagegen zunächst zu bestimmen, welche der in der Luft enthaltenen Theile für das Leben der Thiere nützlich oder schädlich sind.

Die Luft enthält, wenn sie rein ist, fast 21 Procent Sauerstoff mit etwa 79 Procent Stickstoff und einer veränderlichen Spur von Kohlensäure, ausserdem aber Wasser, welches je nach der Höhe der Temperatur in verschiedenen Mengen in ihr aufgelöst ist. Alle andern, hin und wieder noch in der Luft vorkommenden Gasarten sind von keiner Bedeutung; sie sind entweder irrespirabel oder geradezu schädlich, während die oben angegebene Mischung der Luft die normale, d. h. also die für thierisches Leben günstigste ist. Allerdings

können wir diesen Satz nur mit einiger Reserve hinstellen; denn wir wissen einmal, dass verschiedene Thiere in der Regel auch durch das Medium, in welchem sie leben, in verschiedenartiger Weise beeinflusst werden, und wir können auch nicht auf Grund experimenteller Untersuchungen behaupten, dass nicht doch gewisse, für den Menschen oder die Vögel schädliche Gase für andere Thiere indifferent oder wol gar nützlich sein könnten. So ist es z. B. allgemein bekannt, dass manche Insektenlarven an Stellen leben (in Moderstoffen z. B.), wo die Luft wol zweifellos mit Gasen gemengt ist, welche höhere Wirbelthiere nicht ohne Schaden einathmen könnten; bekannt ist ferner, dass die Fähigkeit, dem Einfluss irrespirabler oder tödlicher Gase zu widerstehen, bei verschiedenen Thieren ungewein verschieden ist. Erschöpfende Experimentreihen über diesen Punkt liegen nicht vor; wir können daher aus den mit den Thieren der Physiologen gemachten Versuchen nur den auf alle Thiere übertragbaren ganz allgemeinen Schluss ziehen, dass jedes in der Luft enthaltene Gas auf die Thiere, die es einathmen, einwirkt nach seiner relativen Menge und der Eigenart jedes einzelnen Thieres. So ist beispielsweise die ungewein giftig wirkende Kohlensäure für den Menschen nicht mehr schädlich, wenn sie in dem Verhältniss von 1 : 2000 (dem Volum nach) in der Luft enthalten ist; aber direct nützlich ist sie für Thiere selbst dann nicht, wenn nicht ihre stimulirende Wirkung vielleicht doch noch einmal als ein nicht unwesentlicher Factor im Leben der Thiere erkannt werden mag. Hierüber indëss wissen wir bis jetzt sehr wenig. Dagegen wissen wir positiv, dass kein luftathmendes Thier im Stande ist Kohlensäure zu zersetzen und zu assimiliren nach Art der Pflanzen<sup>3</sup>; ja es kann sogar, wie wir früher gesehen haben, immer noch bezweifelt werden, ob selbst diejenigen Wasserthiere (Spongien, Infusorien, Würmer u. s. w.), welche echte Chlorophyllkörper in ihren Geweben haben sollen, in der That wie die Pflanzen diese Theile als Organe zur

Zersetzung von Kohlensäure benutzen. Ob aber das für die wenigen physiologischen Thiere ertragbare und vielleicht theilweis nützliche Maximum der Kohlensäure auch für alle andern Luftathmer ertragbar ist oder vielleicht sogar für manche Thiere höher liegt, wissen wir nicht; wahrscheinlich aber werden sich in dieser Beziehung die verschiedenen Species und vielleicht gar verschiedene Individuen derselben Art ganz verschieden verhalten.<sup>4</sup>

Wichtiger, als die Beimischung verschiedener Gase zur Luft, ist für unsere Untersuchung, in diesem Augenblick wenigstens, die Menge des in bestimmtem Volum und zu bestimmter Zeit aufgelösten Wassers. Persönliche Erfahrung lehrt jeden, dass trockene oder feuchte Winde ganz verschiedene Einwirkungen auf verschiedene Individuen haben; phthisische Personen werden in Nordamerika vorzugsweise in die trockensten Gebirgsgegenden der Union (Colorado), bei uns in Europa häufig an sehr feuchte Orte (Madeira u. s. w.) gesandt. Feuchtigkeit in der Luft erzeugt leicht Rheumatismen; aber auch in dieser Beziehung verhalten sich die verschiedenen Individuen ganz verschieden. Wir wollen nun einzelne besonders interessante Fälle der Resistenz gegen hohe Trockenheit der Luft oder vollständige Sättigung derselben mit Feuchtigkeit genauer untersuchen.

I. Resistenzfähigkeit gegen Trockenheit der Luft. Die auf unserer Erde lagernde Atmosphäre ist niemals vollständig trocken; aber wir nennen sie gewöhnlich so, wenn sie trockener ist, als für unser Wohlsein gut oder für unsere Empfindung angenehm ist. Das tritt z. B. hier in Würzburg ziemlich regelmässig jedes Jahr im Sommer ein; ein sehr trockenes Klima zeichnet manche tropischen Regionen und die Sahara, wie die Wüstenebenen Australiens oder der Wüstenküste Südamerikas aus, wo es nie oder nur sehr wenig regnet; selbst in tropischen Ländern, denen man, wie z. B. Java oder den Philippinen ein sehr feuchtes Klima



mit Recht zuschreibt, spricht man doch von einer trockenen Jahreszeit und jedermann, der längere Zeit auf diesen Inseln gelebt hat, weiss, dass die Trockenheit der Atmosphäre dann sehr unangenehm einzuwirken vermag, obgleich doch immer noch mindestens 50 Procent Feuchtigkeit in der Luft enthalten ist. Alle an solchen Plätzen lebenden Thiere müssen daher im Stande sein, dem austrocknenden Einfluss der Atmosphäre zu widerstehen, wenn sie nicht aussterben sollen; und würde ein ursprünglich feuchtes Klima plötzlich oder auch nur allmählich durch locale Störungen oder säculare Veränderungen zu einem trockenen werden, so würden sicherlich eine grosse Anzahl Arten diesem Wechsel der Existenzbedingungen zum Opfer fallen.

Trotzdem aber leben Thiere selbst an den trockensten Stellen der Erde, von denen sogar manche zu den Thiergruppen gehören, deren grösste Zahl zu ihrem Leben eines sehr starken Feuchtigkeitsgehaltes der Luft bedarf. Dies ist z. B. der Fall mit manchen Landmollusken. Unsere gewöhnlichen Wegschnecken und die an Bäumen herumkriechenden Gehäusschnecken bedürfen bedeutender Luftfeuchtigkeit, um fressen, verdauen und wachsen zu können. Während des trockenen Sommers in den Mittelmeergegenden wird, selbst auf Inseln, z. B. den Balearen, das active Leben und Wachsthum dieser Thiere unterbrochen; sie graben sich tief in der austrocknenden Erde oder zwischen Felsplatten ein und schliessen hier ihre Schalenmündung mit einem oft mehrfachen häutigen und kalkigen Deckel, welcher offenbar dazu beiträgt, die vollständige Austrocknung der Thiere zu verhindern. Andere Arten wieder hängen sich fest an Steine oder Pflanzen an, wo sie wochenlang sitzen und anscheinend gegen die Austrocknung geschützt sind. Vollständig ist indess die Resistenzfähigkeit dieser Thiere doch nicht; jeder Sammler weiss, dass alljährlich eine gewisse Anzahl durch Vertrocknen zu Grunde gehen; und dies sind nicht etwa vorzugsweise altersschwache Thiere, die überhaupt am Ende

ihres Lebens angekommen waren, sondern meist un-  
ausgewachsene junge Individuen. Es scheint hieraus  
hervorzugehen, dass die jungen Thiere dem Austrocknen  
weniger Widerstand entgegenzusetzen vermögen als die  
ältern oder ganz ausgewachsenen. Die gleiche Erschei-  
nung ist in Tropengegenden mit insularem Klima zu  
beobachten; auch hier wirkt die trockene Jahreszeit  
im allgemeinen ähnlich auf die Landschnecken ein wie  
in den Mittelmeerländern. Mitunter wirken indess locale  
Ursachen den Einfluss der trockenen Jahreszeit entgegen.  
So fand ich z. B. bei Manila (Philippinen) mitten in  
der trockensten und kältesten Periode — im Januar  
und Februar — Landschnecken in Begattung, deren  
Eier und junge Thiere in einem Garten, während die-  
selben oder nahe verwandte Arten an andern Plätzen  
im Sommerschlaf gefesselt lagen. Dies war natürlich  
bedingt durch die an erstem Orte local vermehrte  
Feuchtigkeit der Luft unter dem dichten Laubdach  
grosser Bäume; nichtsdestoweniger war auch hier der  
absolute Gehalt an Feuchtigkeit bedeutend geringer  
als während der nassen Jahreszeit. Ganz analog ist  
das Verhalten der Landschnecken in Wüsten, in denen  
man nicht erwarten würde, Thiere leben zu sehen, welche  
so leicht, wie es Schnecken thun, das Wasser aus ihrem  
Körper an die trockene Luft abgeben. Diese Wüsten-  
schnecken führen nun, wie es scheint, ein actives Leben  
nur während der Nacht oder früh am Morgen, wenn  
starker Thau den Boden befeuchtet; die durch Ver-  
dunstung der Atmosphäre zugeführte Feuchtigkeit wird  
aber sehr bald wieder absorbirt und die Schnecken  
hängen sich dann während der trockenen Tageszeit  
irgendwo fest, wo sie gegen Austrocknen geschützt sind.  
Die Zeit, während welcher sie die nöthige Feuchtigkeit  
aufsaugen, ist also bei diesen Thieren etwa oder kaum  
so gross wie bei den Landschnecken der Philippinen  
zur trockenen Jahreszeit; doch darf nicht unberück-  
sichtigt bleiben, einmal, dass sie vielleicht durch die  
aus den dickblättrigen Saftpflanzen der Wüste be-

stehende Nahrung eine grössere Menge von Wasser aufnehmen mögen, als andere Schnecken thun, und zweitens, dass sie wol auch befähigt sein könnten, in kürzerer Zeit eine bedeutendere Wassermenge endosmotisch durch die Haut einzusaugen, als unsere in feuchterm Klima lebenden Landschnecken. Leider existiren, soviel ich weiss, gar keine Beobachtungen und Experimente über die Wachstums-Geschwindigkeit und -Zeiten der Landschnecken in Ländern mit sehr wechselndem oder verschiedenem Feuchtigkeitsgehalt der Luft; selbst von unsern gewöhnlichsten Schnecken, die alljährlich zu Tausenden gesammelt werden, sind mir, abgesehen von einigen zufälligen Beobachtungen, gar keine systematisch und richtig angestellte Versuchsreihen bekannt<sup>5</sup>, sodass z. B. die bekannte Agassiz'sche Angabe, ein jeder Anwachsstreifen an der Schale einer Helix entspreche, ähnlich wie die Jahresringe der Bäume, je einem Jahre, einstweilen gar nicht auf ihre allgemeine oder theilweise Richtigkeit geprüft werden kann. Versuche in dieser Richtung würden sicherlich, wie ich aus einigen orientirenden Beobachtungen mit Recht schliessen darf, Resultate von allgemeinsten Bedeutung ergeben; einstweilen lässt sich aus dem vorhandenen geringfügigen Material über das Verhalten der Landschnecken gegenüber verschiedenem Wassergehalt der Luft nur der eine Schluss mit Wahrscheinlichkeit ziehen, dass die verschiedenen Arten in dieser Beziehung sich ganz verschieden verhalten, sodass eine etwaige Aenderung der Luftfeuchtigkeit in irgendeinem Lande die Schneckenfauna desselben gründlich verändern müssen.

Andere Thierarten entgehen der Vernichtung durch Austrocknung auf ganz andere Weise. So sterben z. B. in den Tropen, wie auch in Nordamerika, sehr viele Insekten fast vollständig aus während der trockenen Jahreszeit, welche durchaus nicht immer, wie in Amerika, der heissesten Jahreszeit zu entsprechen braucht. So ist gerade an der Westseite von Luzon (Philippinen) der trockenste Monat Januar auch der kälteste.

Allerdings finden sich selbst während desselben immer eine Anzahl von Insekten, so vor allem Individuen der gemeinern Arten, aber dies sind meist alte, abgeflogene Thiere und man kann mit Grund bezweifeln, dass sie lange genug leben würden, um bei Eintritt der nächsten nassen und warmen Jahreszeit im Monat Mai die Erhaltung der Species durch Vermehrung zu sichern. Dies geschieht vielmehr höchst wahrscheinlich ausschliesslich oder doch vorzugsweise durch Eier, welche während der trockenen Jahreszeit geruht haben; es spricht dafür die Thatsache, dass gleich bei Beginn der nassen Jahreszeit eine Menge junger Larven zu finden sind, was nicht der Fall sein könnte, wenn jene alten Exemplare sich dann erst hätten begatten und Eier legen sollen. Die Eier also, obgleich klein und nur von dünnen Hüllen umgeben, sind vorzugsweise resistent gegen das Austrocknen. Parallel damit geht die Fähigkeit der Eier mancher Wasserthiere, das Austrocknen zu ertragen; ich verweise in dieser Beziehung auf das oben Gesagte. Dass aber die in der Luft abgelegten Eier der Insekten, wenngleich recht geschützt durch ihre Hüllen, doch nicht ganz unzugänglich sind für die Luft, und dass sie vielmehr des Zutritts derselben zum Protoplasma der Eizelle bedürfen, geht vielmehr aus folgendem leicht anzustellenden Experiment hervor. Ueberzieht man die Insekteneier mit einer ganz dünnen Schicht von Harz oder Oel, welche jeglichen Lufteintritt durch die Poren der Eischale verhindert, so gehen die Embryonen ausnahmslos zu Grunde, da der zu ihrer Athmung benötigte Sauerstoff nicht zum Protoplasma gelangen kann. Es folgt daraus, dass, wenn auch die Eizelle zum Theil durch die sie umgebende Hülle gegen das Austrocknen geschützt sein mag, doch die so vollständige Immunität dagegen, wie sie den meisten Insekteneiern zukommt, zum Theil auf Eigenschaften des lebenden Protoplasmas selbst beruhen muss.

II. Einfluss der völlig feuchten Atmosphäre. In vielen Fällen erreicht die Luftfeuchtigkeit ihr für

den jeweiligen Temperaturgrad erreichbares Maximum; dies ist z. B. in unsern europäischen Ländern nicht selten im Winter der Fall, in den Tropen während der Regenzeit oder unter dem schützenden Laubdach ihrer Urwälder.

Leider wissen wir nun so gut wie gar nichts über den Einfluss solcher absolut feuchten Luft auf die in ihr lebenden Thiere; wir können nur sagen, dass sie manchen durchaus schädlich und andern wiederum ungemein zuträglich ist. Eine hiervon abhängige sehr eigenthümliche Thatsache in der geographischen Verbreitung und Lebensweise gewisser Thiere verlangt eine genauere Besprechung.

Man würde von vornherein natürlich geneigt sein anzunehmen, dass Thierarten, deren Organisation auf Wasserathmung und auf die Bewegung im Wasser hinweist, nicht in der Luft zu leben im Stande wären; denn ihre Haut müsste in der Luft sehr bald austrocknen, sodass sie die ihr zukommenden Leistungen nicht mehr auszuüben vermöchte, und sie würden in vielen Fällen nicht im Stande sein, ihre Bewegungsorgane als solche zu gebrauchen. Die beobachteten Thatsachen entsprechen indess dieser, früher wol etwas voreilig gefassten Anschauung nicht. Wir wissen vielmehr, dass es eine ziemlich grosse Zahl von echten Wasserthieren gibt, welche beständig oder zeitweilig auf dem Lande leben. Dahin gehören z. B. die echten sogenannten Landblutegel (Fig. 53f), welche mitunter in den Wäldern Indiens und der hinterindischen Inselgruppen in so ungeheuern Mengen leben, dass es dem Menschen ganz unmöglich ist, auch nur einige Stunden lang in jenen zu existiren. Ich selbst wurde mehr als einmal aus den für Insekten und Landconchylien günstigsten Wäldern Luzons und Mindanaos (Philippinen) vertrieben durch die in Milliarden dort auf den Bäumen und Gesträuchen lebenden Blutegel, von denen sie sich wie Thautropfen auf die vorübergehenden Menschen fallen liessen; und ich las einst, dass ein ganzes englisches

Heer während des Sikhaufstandes seinen Rückzug antreten musste, weil es in einem Walde von diesen kleinen Blutsaugern in solcher Menge angefallen wurde,

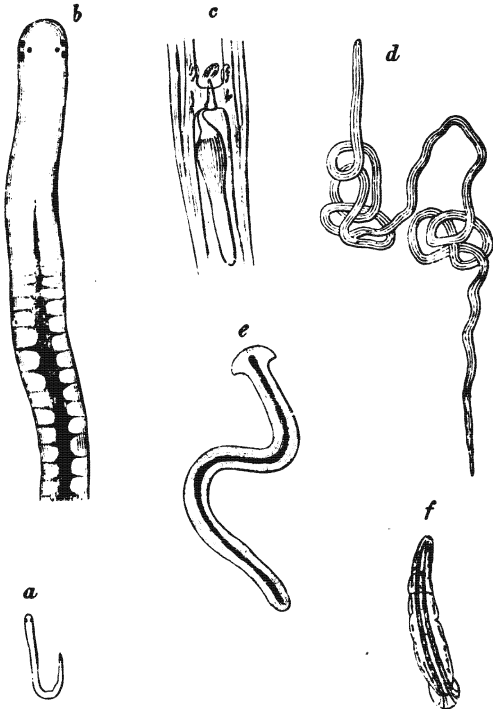


Fig. 53. *a* *Geonemertes palaensis*, eine landbewohnende Nemertine in natürlicher Grösse; *b* Kopfende derselben vergrössert; *c* Stachelapparat mit Giftdrüse derselben Nemertine; *d* *Dolichoplana striata* Moseley; *e* *Biparium* sp., beides philippinische Landplanarien; *f* Landblutegel von den Philippinen.

dass an ein Passiren des Waldes gar nicht gedacht werden konnte. Sie trocknen ungemein leicht aus; da aber die Luft in diesen Wäldern beständig, selbst in der trockensten Jahreszeit, mit Feuchtigkeit übersättigt

ist, so leben sie dort in Indien gerade so gut in freier Luft auf Bäumen, wie ihre nächsten Verwandten, die medicinischen Blutegel, hier bei uns im Wasser. Noch interessanter sind die sogenannten Landplanarien.<sup>6</sup> Sie athmen wie die Blutegel (s. Fig. 53 *d, e*) durch ihre Haut, trocknen aber noch viel leichter aus als diese; sie bewegen sich mittels feiner mikroskopisch kleiner Härchen, sogenannter Cilien oder Wimpern, die auf ihrer Haut sitzen, und welche durch ihre eigenthümliche Bewegung das Thier mit fortzuziehen vermögen, wenn dies von der hinreichenden Menge tropfbar-flüssigen Wassers oder von Schleim umgeben ist. Auf gänzlich trockenen Oberflächen können sie daher nicht lange Zeit herumkriechen; die rasch austrocknende Haut würde bald jene Feuchtigkeit abgegeben haben, deren die Cilien an der Unterseite zu ihrer Bewegung bedürfen. Man findet daher diese Thiere immer nur an ganz feuchten Orten, hier aber sowol an Felsen, wie hoch auf Bäumen, oder selbst an Mauern der Wohnhäuser. Einige wenige Landplanarien, zwei oder drei Arten, gibt es selbst noch bei uns in Europa, wo sie in Dänemark, Deutschland, Belgien, Spanien und Frankreich schon gefunden worden sind; die schon von O. F. Müller am Ende des vorigen Jahrhunderts entdeckte *Planaria terrestris* habe ich vor zwei Jahren auch auf den Balearen (Menorca) beobachtet, wo ich sie unter Steinen an einem schattigen und sehr feuchten Platz fern von allem stehenden oder fliessenden Wasser fand.

Ausser den ebengenannten gibt es aber noch eine bedeutende Zahl anderer Wasserthiere, die normal auf dem Lande leben. Zu der von mir auf den Palauinseln im Stillen Ocean aufgefundenen Landnemertine (*Geonemertes palaensis*, s. Fig. 53 *a—c*) ist eine zweite von Willemoes-Suhm hinzugefügt worden; sie leben mit Landplanarien zusammen unter Steinen oder niedrigen Pflanzen.<sup>7</sup> Manche Krebse aus der Familie der *Orchestidae* (Fig. 54) leben ganz ausschliesslich auf dem Lande, obgleich sie die allen im Wasser lebenden Arten zukommenden Kiemen besitzen.

Im Sommer 1876 fand ich auf Menorca eine enorme Menge von Individuen einer Art<sup>8</sup> unter grossen Steinen in einem völlig ausgetrockneten Bachbette während der trockensten Jahreszeit; und auf den Inseln des Indischen Archipels sind sie in feuchten, immer schattigen Wäldern oft ebenso häufig wie die Landblutegel. Verschiedene Species von Neritina<sup>9</sup> fand ich oft genug auf trockenem Lande, weit entfernt von allem Wasser; andere Arten leben beständig oder die längste Zeit des Jahres hindurch hoch auf Bäumen in Mangrovesümpfen (Gruppen von Neritina dubia und Ziczac).

In den meisten der hier angegebenen Fälle scheint nun, soweit wir wissen, die Organisation der Thiere

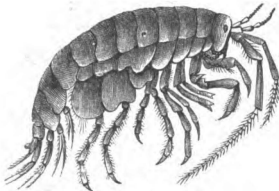


Fig. 54. *Talitrus saltator*, der Küstenfloh.

ganz die eines im Wasser lebenden und athmenden Thieres geblieben oder nur sehr unbedeutend verändert worden zu sein. Die Orchestiden, Nemertinen, Schnecken und Landblutegel zeigen nicht die geringsten Unterschiede von ihren im Wasser lebenden nächsten Verwandten; bei den Landplanarien hat

sich indess an der Unterseite eine Kriechsohle entwickelt, welche physiologisch ähnlich wirkt wie die des Fusses bei unsern Landschnecken, aber nicht bei den im Wasser lebenden Planarien gefunden wird. Wohl aber gibt es, so z. B. unter Fischen und Krabben (Brachyuren), manche Formen, welche beständig oder nur zeitweilig an feuchten Plätzen auf dem Lande leben und eine mehr oder minder bedeutende Umwandlung vor allem in ihren Respirationsorganen erfahren haben. Da diese Fälle von allgemeinerer Bedeutung sind, so wollen wir sie hier etwas genauer untersuchen.

III. Gewöhnung der Wasserathmer an Luftathmung. Die Fische athmen bekanntlich durch ihre Kiemen, welche, an den Seiten des Kopfes angebracht



und bedeckt durch das sogenannte Operculum, den Sauerstoff aufsaugen aus einem Wasserstrom, der zum Munde hereintritt, die Kiemen umspült und hinter dem Operculum aus den sogenannten Kiemenspalten wieder austritt. Die Fische scheinen hierdurch ganz ausschliesslich an das Leben im Wasser gebunden zu sein. Nichtsdestoweniger gibt es einige Formen, welche im Stande sind, ausserhalb des Wassers zu athmen, und thatsächlich auch einen grossen Theil ihres Lebens ausser Wasser zubringen. Dahin gehören z. B. die Arten der zwei, zu den Gobiidae gehörigen Gattungen *Periophthalmus* und *Boleophthalmus*; dieselben hüpfen hart an der Wasserlinie am Meeresstrande entlang, wo sie nach Schnecken (*Onchidium*) und Insekten jagen. Sie haben in ihrer Kiemenhöhle, wie alle Fische, echte Kiemen, aber diese, obgleich im Bau nicht sonderlich abweichend von denen anderer beständig im Wasser lebenden Fische, füllen die ziemlich grosse Kiemenhöhle bei weitem nicht aus; auch scheint diese nicht bloss Wasser, sondern ausserdem noch Luft zu enthalten. Bei andern zeitweilig auf das Land gehenden Fischen ist die Kiemenhöhle jeder Seite nach oben hin in tief zum Kopf eindringende Höhlen verlängert, deren Schleimhaut sich in mitunter sehr complicirt gebauten labyrinthförmig gewundenen Falten (s. Fig. 47) erhebt; dadurch wird die Oberfläche derselben oft selbst grösser, als die der eigentlichen Kiemen. Früher stellte man die Arten, welche dieses accessorische Labyrinthorgan der Kiemenhöhle besitzen, in einer Familie der Labyrinthfische (*Labyrinthici*) zusammen, da man glaubte, es sei ihre innige Verwandtschaft eben durch jenes Organ klar an den Tag gelegt. Jetzt dagegen vertheilt man sie in mehrere verschiedene Familien<sup>10</sup>, da man sich für überzeugt hält, dass ihre wirkliche Abstammungsverwandtschaft durch andere Charaktere bezeichnet wird, während das Labyrinthorgan unabhängig bei Formen dieser verschiedenen Familien, doch aber mit grosser Aehnlichkeit des Baues und identischer

physiologischer Wirksamkeit entstanden sein soll. Diese letztere wurde früher in der — nicht auf Beobachtung beruhenden — Annahme gesucht, dass in den verschliessbaren Höhlen des Labyrinthorganes Wasser aufgespeichert würde, welches, da sauerstoffreich und unfähig, aus der Kiemenhöhle herauszufließen, die Thiere befähige, während ihrer Spaziergänge auf dem Lande doch in oder durch Wasser zu athmen. Es leidet keinen Zweifel, da hierüber zahlreiche Beobachtungen vorliegen, dass sie im Stande sind tagelang ausserhalb des Wassers zu leben; viele derselben machen weite Reisen über Land und einzelne sollen sogar (*Anabas scandens*) mittels der Stacheln an ihren Schuppen und Kiemendeckeln die Palmenbäume zu erklettern vermögen. Ich selbst habe dies allerdings nie gesehen, obgleich ich den *Anabas scandens* häufig auf den Philippinen gefangen habe. Die Annahme aber, es seien ihre Labyrinthorgane nur Hülfskiemen, bestimmt, den Thieren auf dem Lande die Wasserathmung zu ermöglichen, findet keine Bestätigung in den von tüchtigen Naturforschern gemachten Beobachtungen; auch ist es an und für sich völlig unbegreiflich, wie in der geringfügigen Wassermenge, welche im Labyrinthorgan Platz findet, so viel Sauerstoff sein sollte, als das Thier auch nur während weniger Stunden verbrauchen würde. Von einer Erneuerung des seines Sauerstoffs beraubten Wassers im Labyrinthorgan durch einen Wasserstrom kann aber nicht die Rede sein, solange die Thiere auf dem Lande leben. Es ist übrigens jetzt fast überflüssig, die Absurdität jener frühern und oft angefochtenen Annahme durch eine Analyse der physiologischen Vorgänge zu erweisen; denn directe Beobachtungen des durch sein grosses Werk über die Malabarische bekannten Sir Francis Day<sup>11</sup> haben bewiesen, dass die sogenannte accessorische Kiemenhöhle oder das Labyrinthorgan der Labyrinthfische nie Wasser, sondern immer nur Luft enthält. Es müssen diese Organe daher geradezu als Luftathmungsorgane, d. h. als Lungen bezeichnet werden, welche

sich durch Umbildung eines Theiles der wasserathmenden Kiemenhöhle gebildet haben; und die sie tragenden Fische sind genau ebenso oder vielleicht selbst mit besserm Grunde, als Frösche oder Kröten, als Amphibien zu bezeichnen, da sie die Art ihrer Athmungsweise — ob durch Wasser oder Luft — willkürlich und plötzlich ohne jegliche Störung zu ändern befähigt sind und auch wirklich zu ändern pflegen. Bei einigen brasilianischen Fischen endlich (*Sudis gigas*, *Erythrinus taeniatus* und *brasiliensis*) dient die Schwimmblase, wie Jobert kürzlich entdeckt hat, geradezu als Lunge neben ihren Kiemen, indem jene durch den Verbindungsgang, der zwischen dem Schlund und der Schwimmblase besteht, Luft aufnimmt. Unterbindet man diesen Luftgang (*ductus pneumaticus*), so sterben die Fische an Erstickung, da die durch die Kiemen gelieferte Luftmenge ihnen nicht zur Athmung genügt. Durch diese Beobachtungen ist es verständlich gemacht, wie eine Schwimmblase sich in eine Lunge umwandeln konnte; ungenügende Absorption durch die Kiemen brachte die Fische zum Luftschlucken; statt zwischen den Kiemenspalten — wie bei unsern Süßwasserfischen — durchzutreten, trat die Luft in den Darm oder selbst in den Luftgang zur Schwimmblase ein und so konnten beide Organe zu Athmungsorganen werden, da ja im Grunde jede wachsende oder lebende Zelle athmen muss, sobald sie mit einem sauerstoffreichen Medium in Berührung kommt.

Auch unter Wirbellosen kennen wir Thiere, welche in diesem Sinne als echte Amphibien bezeichnet werden dürfen. Die Deckelschnecke *Ampullaria* (Fig. 55) hat eine wohl entwickelte Kiemenhöhle und Kieme, über dieser aber eine von ihr abgetrennte Lungenhöhle, deren Structur genau dieselbe ist, wie die der Lunge unserer bekannten Landschnecken. Beide Organe benutzt die *Ampullaria* in raschem Wechsel; nicht weit von der Oberfläche des Wassers sitzend, streckt sie eine Athemröhre aus demselben heraus und athmet durch diese Luft ein; dann schliesst sie die Lunge,

öffnet die Athemröhre und lässt durch diese nun Wasser in die Kiemenhöhle<sup>12</sup> strömen. Einige Arten von Neritinen der Philippinen und Palauinseln leben beständig auf Land, und sie gehen wahrscheinlich

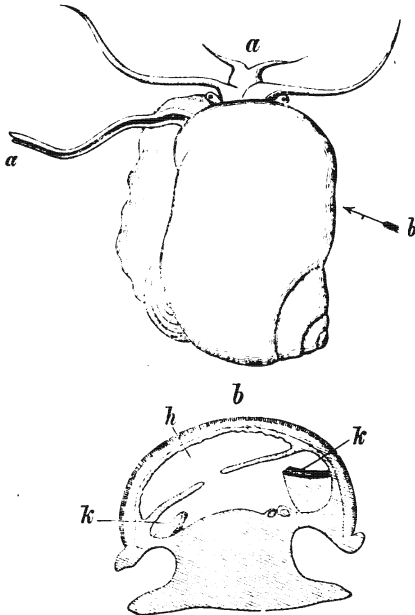


Fig. 55. Kiemenlunge der Ampullarien. *a* *Ampullaria insularum* d'Orb. *a* die lange Luftathmungsröhre; *b* Durchschnitt in der Richtung des Pfeiles *b*; *h* die obere Lungenhöhle; *k* die Kiemenhöhle mit der linken und rechten Kieme. Beide communiciren durch ein die Scheidewand in der Mitte durchbohrendes Loch.

nur dann ins Wasser, wenn sie ihre Eier ablegen wollen; andere wirklich im Wasser lebende Arten machen oft weite Reisen über Land, wie ich selbst mehrfach auf den Palauinseln zu beobachten Gelegenheit hatte. Bei diesen Arten nun sind die Kiemen vergleichsweise klein, aber das Dach ihrer Kiemenhöhle ist ausgestattet

mit einem dichten Gefässnetz, dessen Stämme sich zu einem einzigen grossen Gefäss sammeln; dies letztere senkt sich in das Herz (den Vorhof desselben) ein und es steht daher zu diesem wie zu der Lunge genau in derselben Beziehung wie die Lungenvene der echten Landschnecken (*Helices*). Hier scheint also die Kiemenhöhle selbst sowol als solche wie zugleich auch als Lunge fungiren zu können. Man weiss<sup>13</sup> ferner, dass manche Krabbenarten (*Birgus latro*, *Gecarcinus*, s. Fig. 56, *Grapsoiden*, *Sesarma* u. s. w.) fern von allem fliessen-

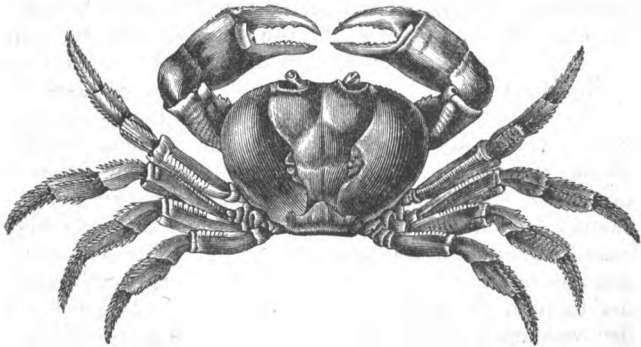


Fig. 56. *Gecarcinus rusticola*, Landkrabbe.

den oder stehenden Wasser in feuchten Wäldern unter Steinen und vermodernden Bäumen leben, und selbst im Stande sind stundenlang sich der Sonne auszusetzen. Bei den meisten dieser Arten kommen echte Kiemen in der Kiemenhöhle vor, aber sie erfüllen die letztere höchstens zu einem Dritttheil oder Viertheil; auch enthält die Kiemenhöhle ausser Wasser recht viel Luft, wie daraus hervorgeht, dass sie beständig an ihren Seiten Luftblasen hervortreiben. Die so ausgestossene Luftmenge kann aber natürlich nur durch Luft wieder ersetzt werden, da die Thiere in der Luft leben, und es folgt hieraus unmittelbar, dass die Thiere mit ihrer

Kiemenhöhle für gewöhnlich Luft und nur ausnahmsweise Wasser athmen.<sup>14</sup> In einem einzigen Falle hat dieser Functionswechsel auch eine Aenderung der Structur des Organes herbeigeführt; dies ist nach eigenen Beobachtungen bei *Birgus latro* der Fall. Von der untern Hälfte der rings offenen Kiemenhöhle (s. Fig. 2), in welcher die zahlreichen, aber kleinen Kiemen sitzen, ist die obere durch eine querstehende Falte abgetrennt, die am Rande des Thoraxschildes sich nach innen zu einschlägt. Diese so abgegrenzte Höhle (s. Fig. 2) ist eine echte Lunge, da sie immer nur Luft enthält und die Anordnung der in ihrer Wandung verlaufenden Gefässe beweist, dass sauerstoffarmes Blut aus dem Körper in sie eintritt, und die aus ihr ausführenden Gefässe direct in den Vorhof des Herzens einmünden. An der äussern und obern Lungendecke trägt die Haut eine grosse Menge verästelter Büschel, welche die athmende Oberfläche vergrössern, und in ihrem Innern ein ausserordentlich stark entwickeltes Maschenwerk von Gefässräumen enthalten, welches sich zwischen die ein- und ausführenden Lungengefässe einschiebt. Jene entspringen aus einem grossen, jederseits aus der vordern Hälfte der Leibeshöhle kommenden Gefäss, das sich gleich an der vordern Lungenspitze in vier Lungengefässe theilt, von denen drei an der obern und eins an der untern Lungendecke verlaufen. Diese lösen sich in das vorhin erwähnte Maschennetz auf, welches die Lungenbäumchen durchzieht. Aus diesen sammeln sich wieder mehrere Gefässe, die in der Lungenkante zu einem grossen Stamm, dem ausführenden Lungengefässe, zusammentreten; es geht das letztere erst von vorn nach hinten, biegt dann um, entsprechend der Krümmung des Thoraxschildes, läuft nun von hinten nach vorn zu und vereinigt sich mit dem aus der Tiefe kommenden ausführenden Kiemengefäss (Kiemenvene) kurz vor dem Eintritt in den Vorhof des Herzens. Diese Anordnung der Gefässe ist eine solche, wie man sie in einer echten Lunge zu finden erwarten müsste; die Vermehrung der athmenden Ober-

fläche, wie sie hier durch die Lungenbäumchen gegeben ist, entspricht gleichfalls dem typischen Verhalten aller Luftathmungsorgane; endlich ist thatsächlich festgestellt, dass die Thiere den grössten Theil ihres Lebens auf dem Lande zubringen und in ihrer Lungenhöhle wirklich Luft und nie Wasser in grösserer Menge enthalten, als nöthig ist zur Feuchterhaltung der athmenden Oberfläche. Da nun diese Lunge morphologisch vollständig der obern Hälfte der Kiemenhöhle anderer Krabben entspricht, so ist damit der Beweis geliefert, dass hier ein Theil einer Kiemenhöhle in ein Luftathmungsorgan umgewandelt worden ist und zugleich sehr charakteristische Gestaltveränderungen erlitten hat.

Die Abneigung, welche gewisse Morphologen empfinden, zuzugeben, dass die Landkrabben und vor allem auch *Birgus latro* wirklich luftathmende mit Lungen versehene Thiere sind, scheint durch ihre Unfähigkeit bedingt zu sein zu begreifen, dass dasselbe Organ, welches heute als Lunge fungirt, morgen durch Verwendung der in ihr oder neben ihr angebrachten Kieme als wasserathmendes Organ benutzt werden könne. Dies ist um so mehr zu verwundern, als von denselben Zoologen bereitwillig zugegeben wird, dass derselbe Vorgang, die Umwandlung einer Kiemenhöhle in eine Lunge, bei den Schnecken wirklich stattgefunden hat. Die oben besprochene Lunge von *Ampullaria* wäre hier anzuführen; doch könnte vielleicht gesagt werden, es sei nicht bewiesen, dass sie morphologisch der Kiemenhöhle angehöre, sie könnte ein neues, eben nur dieser Gattung zukommendes Organ sein. Der gleiche Einwand könnte aber nicht in Bezug auf die Lungen der *Helicinidae*, *Cyclostomaceae*, *Siphonariadae* und zwittrigen *Pulmonata* gemacht werden; denn bei allen diesen Schnecken existirt nur eine einzige Athemhöhle, welche Luft athmet, aber wegen ihrer Lage und Beziehungen zu den übrigen Organen als eine zur Lunge umgewandelte Kiemenhöhle angesehen werden darf und auch hierher übereinstimmend von allen Zoologen als solche

aufgefasst wurde. Nun gibt es aber unter ihnen einige Formen (Siphonaria, Wasserlungenschnecken, Auriculaceen), welche in dieser Lunge, die trotzdem mit Luft erfüllt ist, eine kleine Kieme tragen oder ein kiemenähnliches Organ; es müssten also auch jene Zoologen, welche dem *Birgus latro* die Luftathmung abstreiten, bloß weil er Kiemen besitzt, consequenterweise nun auch die oben genannten Lungenschnecken als Wasserathmer ansehen. Das thun sie aber nicht, da sie die Thatsache der Luftathmung jener Schnecken nun einmal nicht negiren können. Dann aber werden sie sich allmählich auch dazu bequemen müssen, die Luftathmung der Landkrabben anzunehmen und bei diesen, wie bei den Schnecken, die Lungen als Kiemenhöhlen anzusehen, die ihre normale oder primäre Function eingetauscht haben für eine andere.

Auf den ersten Blick muss es nun allerdings auffallend erscheinen, dass ein Wasserthier, dessen Athmungsorgane auf Wasserathmung eingerichtet sind, im Stande sein soll, mit diesen Luft athmen zu lernen. Wenn wir indess etwas tiefer den Einzelheiten des Vorganges nachspüren, so verliert er viel von seiner Wunderbarkeit. In beiden Fällen nämlich wird der Sauerstoff aus dem umgebenden Medium durch eine feucht erhaltene Membran aufgesogen, für die es wol ziemlich gleichgültig sein wird, ob sie dies aus der Luft oder aus dem Wasser thun soll; und da, bei in beiden Fällen gleichbleibender osmotischer Kraft der athmenden Haut, die innerhalb eines bestimmten Zeitraumes aufgenommene Sauerstoffmenge natürlich auch abhängt von der Menge des in bestimmtem gleichem Volum der Luft oder des Wassers enthaltenen Sauerstoffs, so wird, da die Luft reicher ist an beigemengtem Sauerstoff als das Wasser, die athmende Oberfläche auch im Stande sein können, in derselben Zeiteinheit mehr Sauerstoff aus der Luft aufzunehmen als aus dem Wasser. Sind also sonst keine Hindernisse gegen eine Veränderung der Lebensweise vorhanden, so wird unter obiger Annahme



ein Thier, das bisher im Wasser athmete, sich leichter an Luftathmung gewöhnen, als umgekehrt ein in der Luft lebendes an Wasserathmung; denn in diesem letztern Fall muss ein nothwendig entstehender Ausfall erst gedeckt werden durch Hilfsorgane (z. B. durch die Haut), während in jenem das ursprünglich geringe Bedürfniss des wasserathmenden Thieres sehr viel leichter durch Gewöhnung an die ergiebigere Luftathmung gedeckt werden kann als durch Festhalten der Wasserathmung. Ob nun durch einen solchen Wechsel der Function, bei welchem eine ärmere mit einer reichern Sauerstoffquelle vertauscht wird, auch ausnahmslos ein Vortheil für das Thier bedingt sein muss, ist damit natürlich nicht erwiesen; auf der andern Seite ist aber auch nicht zu bestreiten, dass ein solcher<sup>15</sup> damit verbunden sein kann.

Die Ursachen, welche ein Thier veranlassten, das Wasser zu verlassen und sich an Luftathmung zu gewöhnen, können sehr verschiedener Natur sein; die wichtigste Rolle spielten dabei vielleicht Mangel an Nahrung, Schutzbedürfniss und Verfolgen der Beute oder Feinde. Es ist indess auch möglich, dass andere Ursachen, die weniger auf der Hand liegen, denselben Erfolg gehabt haben mögen; so z. B. kann sicherlich unter Umständen die geringe absolute im Wasser aufgelöste Luftmenge denselben Einfluss üben. Wenn Flusskrebse in stagnirendem Wasser gehalten werden, so sterben sie bald darin aus Sauerstoffmangel, oder sie verlassen dasselbe und halten sich lieber in der Luft auf; man weiss, dass sie nicht in Wasser, sondern immer nur zwischen feuchtem Moos versandt werden können. Weiter oben schon (S. 211) habe ich erwähnt, dass Fische sehr leicht ertrinken, wenn man sie verhindert, die aus dem Wasser aufgesogene Luftmenge, die ihnen zu ihrer Athmung nicht genügt, dadurch zu ergänzen, dass sie an der Wasseroberfläche Luft schnappen. Mit einigen andern Beispielen hat uns Fritz Müller bekannt gemacht. Er zeigte, dass die halb auf

dem Lande lebende und zum Theil Luft athmende Ocypoda (Fig. 57 *b*) leicht ertränkt werden kann, wenn man sie in Seewasser hält, welches noch genügend Sauerstoff besitzt, um eine *Lupea diacantha* (Fig. 57 *a*) sich vollständig erholen zu lassen, die durch gezwungenen Aufenthalt in der Luft fast getödtet worden war. Es geht daraus hervor, dass die osmotische Kraft der athmenden

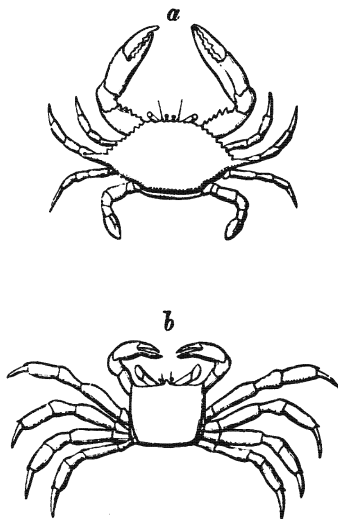


Fig. 57. *a* *Lupea*, eine nur im Wasser athmende Schwimmkrabbe. — *b* *Ocypoda*, eine Meerkrabbe, welche im Wasser leicht erstickt.

Hautfläche bei beiden Thieren sehr ungleich ist und dass sie bei der *Ocypoda* nicht genügt, um die ihr nöthige bedeutende Sauerstoffmenge in derselben Zeit aus dem an Luft ärmern Meerwasser zu ziehen, als direct aus der Luft. Die *Lupea* dagegen konnte vielleicht nur deshalb nicht in der Luft athmen, weil ihre Kiemen die Kiemenhöhle vollständig erfüllen und dadurch wol der Luftzutritt zu den einzelnen dicht an-

einander liegenden Kiemenblättern verhindert worden war; in ähnlicher Weise sterben auch die meisten Fische nur deswegen in der Luft so rasch, weil ihre Kiemen zusammenfallen und so die athmende Oberfläche sehr bedeutend verringert wird.

Es ist indess doch nur eine Hypothese, wenn in Obigem immer von einer Umwandlung der Kiemenhöhle in eine Lunge gesprochen wurde; denn in keinem einzigen dieser Fälle haben wir den Vorgang selbst beobachtet oder bisjetzt durch ein Experiment nachzumachen versucht; ja wir wissen nicht einmal, ob auf dem Lande lebende und Luft athmende Krebse, wie z. B. *Birgus latro* oder *Gecarcinus*, ihre Lunge mit Wasser füllen und durch Wasser athmen, oder ihre Kiemen ausschliesslich zur Athmung benutzen, solange sie sich unter Wasser befinden. Vom Standpunkte des Morphologen aus ist jedoch diese Hypothese als zutreffend anzusehen; denn einmal ist der Bau jener Kiemenlungen genau ein solcher, wie man ihn Luftathmungsorganen zuschreiben würde, und zweitens ist ihre Stellung am Körper derartig, dass dadurch ihre Entstehung aus der Kiemenhöhle oder einem Theil derselben unmittelbar ersichtlich ist.

Zum Ueberfluss gibt es endlich auch noch ein seit langem bekanntes Beispiel solcher Umwandlung einer Kiemenhöhle in eine Lunge, dessen allgemeine Bedeutung erst in neuester Zeit recht gewürdigt worden ist. Die im süssen Wasser lebenden Lymnäen haben echte Lungen; sie gehen von Zeit zu Zeit an die Oberfläche des Wassers, um Luft in dieselben aufzunehmen, deren Sauerstoff ihnen dann für eine Weile genügt als Zugabe zu dem durch die Hautathmung aufgenommenen. Nun weiss man schon seit langem, dass die Lungenhöhle der aus dem Ei ausschlüpfenden jungen Lymnäen mit Wasser erfüllt ist und wahrscheinlich so lange als Kiemenhöhle fungirt, als die Thiere nicht an der Oberfläche des Wassers angelangt sind, Luft in ihre Kiemenhöhle eingesogen und dadurch diese zu einer Lunge

umgewandelt haben. Für gewöhnlich dauert allerdings diese Periode der Wasserathmung durch die Kiemenlunge nicht sehr lange, vielleicht nur wenige Stunden. Professor Forel in Lausanne hat uns aber mit einigen Erfahrungen bekannt gemacht, die beweisen, dass es wirklich Lymnäen gibt, welche zeitlebens durch ihre Lunge Wasser athmen. Bei seinen Untersuchungen der Tiefenfauna des Genfersees brachte er aus 130 Faden Tiefe unter andern Thieren auch Lymnäen herauf, welche keine Luft, sondern Wasser in ihren Lungen enthielten und dort in grosser Zahl und in allen Altersstufen lebten. Sobald nun die mit dem Schleppnetz heraufgebrachten Thiere in ein kleines Gefäss mit Wasser gesetzt worden waren, krochen Junge wie Alte bald an die Oberfläche, öffneten hier ihre Lungenöffnung und sogen Luft ein in die eben noch mit Wasser gefüllte Athemhöhle, mit welcher sie bis vor wenig Augenblicken ihr Leben lang nur Wasser geathmet hatten. Dies beweist unwiderleglich, dass ein Athmungsorgan nicht bloß allmählich, sondern ganz plötzlich seine Function zu ändern vermag, und der scheinbare Gegensatz zwischen Luft- und Wasserathmung verliert somit viel von seiner ihm bislang zugeschriebenen Bedeutung. Jede Wasser athmende Oberfläche kann vielmehr leicht dazu gebracht werden, in Luft zu athmen, wenn nur zwei Bedingungen erfüllt sind: die Feuchterhaltung der athmenden Oberfläche durch in der Luft enthaltenes tropfbar-flüssiges Wasser und zweitens die Verhinderung des Zusammenfallens der Athmungsorgane und dadurch bedingte Verminderung der athmenden Oberfläche.

Diese von Forel zufällig gemachten Beobachtungen haben nun Anlass gegeben zu einer sehr interessanten experimentellen Behandlung der Frage durch Dr. Pauly. Er zeigte, dass die in der Tiefe verschiedener Seen (Genfer-, Boden- und Starnbergersee) lebenden Lymnäen, wo sie nicht mehr zur Athmung an die Oberfläche kommen können, sich erhalten können durch Hautathmung und Verwendung der Lunge als Kieme; aber es ist

nach Pauly dabei der erstern die Hauptwirkung zuzuschreiben. Er fand ferner, dass sie häufig, ohne an die Oberfläche des Wassers zu kommen, Luft in ihrer Lungenhöhle enthalten und dass sie diese bekommen, indem sie die zahlreich an Wasserpflanzen oder Steinen hängenden Luftblasen mit ihrer Athemöffnung aufsaugen. Er bewies endlich durch das Experiment, dass ein Lymnäus aus der Tiefe, welcher sich erst einmal an die Athmung in der Luft gewöhnt hat, nie wieder zur Kiemenathmung zurückkehrt; es hält das Thier vielmehr seine Athemböhle vollständig geschlossen und athmet von da an ausschliesslich durch die Haut.<sup>16</sup>

Schlussbemerkungen. In Bezug auf den auswählenden Einfluss der Luft und der in ihr enthaltenen Theile (Sauerstoff, Wasser, Kohlensäure u. s. w.) lässt sich, wie aus Obigem ersichtlich, wieder dasselbe allgemeine Resultat ziehen, das wir in den andern Abschnitten auch schon gewannen; sein Eintreten hängt eben davon ab, dass die verschiedenen Thiere oder Individuen nie ganz gleich auf die Einwirkung der Luft reagiren. Jeder Wechsel in der Zusammensetzung dieser letztern muss daher auch die Fauna irgendeines Landes oder Ortes wesentlich alteriren durch solche Auswahl, wenn die Veränderung nicht bloß vorübergehend wirkte — sodass ein schädlicher oder günstiger Einfluss wieder compensirt werden konnte —, sondern längere Zeit andauerte. Bei der durch die hier untersuchte Existenzbedingung getroffenen Auswahl braucht aber so wenig, wie bei irgendeiner andern ihrer bisher untersuchten Formen ein Conflict zwischen den einzelnen beeinflussten Thieren einzutreten; nur da, wo Ueberfüllung durch Individuen das für ihre Athmung verfügbare Quantum an Luft zu sehr theilen würde, um für alle gleichmässig günstig wirken zu können, wird in gewissem Sinne ein solcher entstehen können. Während wir aber in allen vorhergehenden Kapiteln nicht bloß solchen auswählenden, sondern auch mit mehr oder minder Glück einen direct umbildenden Einfluss der Existenzbedingung

erkennen und mitunter selbst experimentell nachweisen konnten, war das hier mit der Luft nicht der Fall. Der Nachweis, dass eine Veränderung der Athmungsfunction möglich sei, liess sich zwar experimentell führen; eine nicht unbedeutende Zahl von Verschiedenheiten in der Structur der betreffenden Athmungsorgane liess sich ferner ungezwungen als eine unmittelbare Folge einer solchen Functionsänderung auffassen; aber in keinem einzigen Falle ist es bisjetzt gelungen nachzuweisen, dass ein solcher Functionswechsel, wie es die Umwandlung einer Kiemenhöhle in eine Lunge ist, nothwendigerweise von bestimmten Aenderungen in der Structur dieser Organe begleitet sein muss. Doch darf man dabei nicht vergessen, dass wir in dieser Beziehung noch nicht über das Stadium der alleroberflächlichsten Vorbereitung hinaus sind.

---

## Anmerkungen.

### Zur Einleitung.

1) zu S. 10. Kürzlich wurde von Prof. Marsh ein kolossales fossiles Reptil entdeckt, welches zur Familie der Atlantosauridae gehört und eine so erstaunliche Grösse besessen hat — über 80 Fuss Länge —, dass es diesem Ungeheuer unmöglich hätte gelingen können, sich auf dem Boden fortzuschleppen oder gar sich aufzurichten, wenn dessen Knochen wirklich relativ so schwer gewesen wären, wie sie dies bei den jetzt lebenden Reptilien oder Säugethieren sind. Thatsächlich aber sind die Knochen dieses fossilen Sauriers verhältnissmässig ungemein leicht, im Vergleich zu ihrer Grösse, sodass die Ansicht von Professor Marsh, eigenthümliche grosse Höhlungen in sämtlichen Knochen des Skelets seien luftführende Hohlräume und die Knochen somit wirklich pneumatische gewesen, ungemein plausibel erscheint.

2) zu S. 19. Natürlich wird es eine Menge Anpassungscharaktere geben müssen, welche nicht als allgemein bedeutungsvolle Erblichkeitscharaktere zu benutzen sind, da sie nur in kleinen Gruppen, etwa Gattungen oder Species oder selbst nur gar Individuen auftreten können; diese verlieren jeden diagnostischen Werth bei Untersuchung der Verwandtschaftsverhältnisse aller höhern Kategorien, zu welchen die verglichenen Thiere gehören. Es erwächst daraus eben die im Text betonte Nothwendigkeit, zu untersuchen, inwieweit die allgemein bedeutungsvollen Vererbungscharaktere von denen der Anpassung zu unterscheiden sein werden. Ein jeder Charakter aber, welcher wirklich als Symbol der Stammverwandtschaft zwischen grossen Thiergruppen betrachtet werden darf, wird schliesslich doch immer zu einem Stadium zu verfolgen sein, in welchem er zuerst auftritt und dadurch zu einem Anpassungscharakter wird.

Ein Beispiel mag dies erläutern. Wir wissen, dass bei allen Wirbelthieren ohne Ausnahme das Auftreten des Skelets, des wichtigsten Organsystems der Wirbelthiere, gebunden ist an das Vorhandensein eines Achsenstabes, der sogenannten Chorda dorsalis. Diese selbst geht nicht in die Wirbelsäule über, sondern wird von ihr verdrängt; sie ist gänzlich ungegliedert, ein einfacher Zellenstrang. Die grosse Uebereinstimmung in ihrem ersten Auftreten, Structur und Lagerung bei allen Wirbelthierembryonen zeigt, dass wir es hier mit einem Erblichkeitscharakter zu thun haben; und ihr grosses Beharrungsvermögen beruht offenbar darauf, dass an ihr Vorhandensein die Ausbildung eines so ausserordentlich reicher morphologischen und physiologischen Gliederungsfähigen Organs geknüpft ist, wie es die Wirbelsäule (und das Skelet) der Wirbelthiere ist. Aber weiter zurück, in die Reihen der Wirbellosen hinein, verlieren wir zunächst das Skelet vollständig, und auch die Chorda dorsalis verschwindet hier bald. Es geht hieraus hervor, dass sich einmal (oder auch mehrmal) in irgendeiner Tiergruppe der Wirbellosen ein solcher Achsenstrang (chorda) neu gebildet, d. h. aus früher bei andern Formen schon vorhandenen Zellen hervorgebildet haben muss. Diese erste Chorda aber muss — nach unserer Auffassung — eine bestimmte Function gehabt haben; nach allem, was wir über die histologische Natur der Chordazellen wissen, dürfen wir in ihr, selbst in ihrer einfachsten Form, einen elastischen Stützstab für die Bewegungen des Thieres sehen; und es war somit die erste Chorda ein Organ, welches durch die Anpassung (und dadurch bedingte Umbildung) an die Aufgabe, den Thierkörper zu stützen, seine Existenzfähigkeit erhielt. Sie konnten also im ersten Anfang nur den Werth eines Anpassungscharakters haben. Diesen Werth würde sie ferner nothwendig haben behalten müssen, wenn sie nicht in sich selbst und durch ihren Einfluss auf die mit ihr in Verbindung stehenden andern Organe die Elemente zur mannichfachsten Ausbildung zahlreicher verschiedenen Formen enthalten hätte; nur dadurch, dass sie mit den zunächst sie umgebenden Gewebsschichten im höchsten Grade umbildungsfähig war, gewann sie ihren Werth als Vererbungscharakter. Man wird bei folgerichtiger Analyse jedes einzelnen Organs einmal auf einen Zustand desselben treffen, in welchem seine Existenz durchweg abhängig erscheint von der speciellen Anpassung an irgendeine bestimmte Aufgabe — oder bestimmte Lebensbedingung.

3) zu S. 20. Rudimentäre Organe sind ausserordentlich zahlreich und lassen sich in mehr oder minder grosser



Prägnanz bei den meisten Thieren nachweisen. Die hohe theoretische Bedeutung derselben ist von Darwin in seinen allgemein zugänglichen Schriften zur Genüge hervorgehoben worden; ihre wesentlichste Eigenthümlichkeit ist ihre Unfähigkeit, diejenige Function auszuüben, für welche sie ihrem Bau und Stellung am Körper nach ausschliesslich bestimmt zu sein scheinen. Es fragt sich indessen, wie schon Leuckart mit Recht hervorgehoben hat, ob wir darum berechtigt sind zu sagen, dass solche rudimentäre Organe wirklich ohne jeden Gebrauch seien. Zähne der Wirbelthiere werden, wie man weiss, nur zum Kauen und Beissen oder als Waffen benutzt. Der männliche Dugong benutzt seine Hauer in der That als solche, wie ihre ausnahmslos an den beiden Aussenflächen abgeschliffenen Spitzen beweisen. Das Weibchen hat ebenso grosse, ja sogar grössere Hauer, aber sie werden nicht gebraucht, wenigstens nicht in derselben Weise. Aber es erscheint nicht unwahrscheinlich, dass sie allein durch ihr sehr bedeutendes Gewicht gewisse Bewegungen des Kopfes, z. B. beim Abgrasen der Seepflanzen, zu unterstützen vermöchten: in Bezug hierauf hätten sie dann wirklich eine physiologische Bedeutung gewonnen, ohne dass sie dabei ihren Charakter als rudimentärer Zähne verlören. Das Extrem in der Reihe rudimentärer Organe, die sich ihres ursprünglichen Gebrauches entwöhnt haben, bilden wol die Wurzeln (s. Holzschnitt, Fig. 12a) der Rhizocephalen (Peltogaster), welche diese in die Leibeshöhle ihrer Wirththiere einsenken, und mit denen sie ihre Nahrung einsaugen. Wenn nämlich die Parasiten ein gewisses Alter erreicht haben, so fallen sie ab, lassen aber die Wurzeln in dem Körper ihres Wirthes zurück; diese leben ruhig weiter, haben aber natürlich ihre Bedeutung als Ernährungsorgane des Peltogaster vollständig verloren.

4) zu S. 27. Dieser Gebrauch der Hauffüsse der Geckotiden ist allbekannt. In den Handbüchern der Zoologie (auch in Claus) steht zu lesen, dass dieses Haften dadurch hervorgebracht wird, dass Drüsen der Zehen einen klebrigen Saft absondern. Woher diese Sage rührt, ist mir unbekannt; aber es ist thatsächlich nichts Wahres an ihr. Drüsen sind überhaupt am Fuss und den Zehen gar nicht vorhanden; das Anheften wird vielmehr durch die unter den Zehen befindlichen Bürstenreihen rein mechanisch in ähnlicher Weise hervorgebracht wie bei den Saugscheiben der Fliegen oder Blutegel. Beim Anpressen des Fusses an eine glatte Wand wird die Luft zwischen beiden gänzlich ausgetrieben, die Elasticität und Steifheit der Haare wird beim Nachlassen des Drucks die Innenfläche des Fusses emporheben und

diese Wirkung wird verstärkt durch besondere Muskeln, welche jeden einzelnen Bürsten tragenden Lappen zu bewegen vermögen; so entsteht zwischen Wand und Fusssohle ein luftleerer Raum und der atmosphärische Druck hält dem entsprechend den Fuss fest.

### Zum ersten Kapitel.

1) zu S. 31. In jüngster Zeit hat Thacher (Connect. Acad., 1877, Vol. III, Median and Paired Fins, a Contribution to the History of vertebrate limbs) versucht, dies Problem morphologisch zu lösen. Er meint, man könne die vier Extremitätenpaare der Wirbelthiere als Reste longitudinaler Hautfalten betrachten, wie solche bei dem unseligen Amphioxus zu finden seien. Liesse sich dieser Versuch wirklich durchführen, so würde man nicht mehr bei Wirbellosen nach Anklängen an die Extremitäten der Wirbelthiere zu suchen haben, wie dies Dohrn kürzlich gethan hat. Die physiologische Seite der Frage würde aber dadurch in keiner Weise berührt werden; denn diese lautet dahin: warum konnten gerade nur vier Extremitäten und nicht auch 6, 8 oder noch mehr aus diesem Hautsaum entwickelt werden? Thacher geht hierauf gar nicht ein. Dohrn freilich meint in seinem „Princip des Functionswechsels“ die Nützlichkeit der Vierzahl der Gliedmaassen gefunden zu haben; nach ihm soll ein langgestreckter dünner Fisch am besten zum Schwimmen befähigt sein, wenn er zwei möglichst weit voneinander entfernte Flossenpaare, eins vorn und eines hinten, besitzt. Zuerst frappirt diese Idee, aber sie steht sowol mit den Thatsachen wie mit den Gesetzen der Mechanik in Widerspruch.

2) zu S. 45. In Bezug auf die Beständigkeit der durch äussere Einflüsse hervorgerufenen Charaktere sagt z. B. Sachs in seinem Lehrbuch der Botanik: „Dass die erblichen Eigenschaften oder solche, die es werden können, nicht von äussern elementaren Einflüssen hervorgerufen werden, folgt am bestimmtesten daraus, dass Samen aus derselben Frucht verschiedene Varietäten oder eine Varietät neben der erblichen Stammform liefern.“ Ferner ebenda: „Man kommt zu dem Schluss, dass die erblichen Varietäten unabhängig von den directen äussern Einflüssen entstehen, dass aber die Möglichkeit ihrer fernern Existenz von den äussern Einflüssen abhängt.“ Es leidet gewiss keinen Zweifel, dass eine grosse Menge von Veränderungen, die in hohem Grade erblich sind, hervorgebracht werden durch Ursachen, welche

man nicht gerade — wie z. B. die geschlechtliche Vermehrung und Hybridation — als äussere Einflüsse zu bezeichnen gewohnt ist (obgleich ich sie dazu rechne); aber es kann ebenso wenig daran gezweifelt werden, dass auch die immer sogenannten äussern Lebensumstände, also z. B. das Klima, Nahrung, Bodenbeschaffenheit u. s. w. einen verändernden Einfluss auf die lebenden und wachsenden Thiere zu gewinnen im Stande sind. Es müssen also auch alle so hervorgerufenen Veränderungen immer wieder auftreten, solange jene Ursachen constant bleiben. Ich werde im Laufe dieser Untersuchungen einige Beispiele zu erörtern haben, welche als directe Belege hierfür aufzufassen sind. Meines Wissens hat Helmholtz zuerst darauf aufmerksam gemacht, dass die Constanz einer veränderten Lebensbedingung auch das Constantbleiben einer durch sie direct hervorgerufenen Abweichung von der Stammart (oder Stammform des Organs) zur Folge haben muss.

3) zu S. 46. Hierfür brauche ich nur einige Citate anzuführen: „Es kann indessen nicht bezweifelt werden, dass veränderte Lebensbedingungen eine fast unbegrenzte Kraft fluctuirender Variabilität erzeugen, durch welche die ganze Organisation in gewissem Sinne plastisch gemacht wird“ (Darwin, *Descent of Man*, I, 113); ferner: „Solche Veränderungen entstehen offenbar dadurch, dass nicht ein einzelnes Paar, sondern alle Individuen denselben Einflüssen unterworfen waren“ (Darwin, ebenda, S. 236 von Pferden); dann endlich: „Wir wissen nicht, was die zahllosen kleinen Verschiedenheiten zwischen den Individuen derselben Species erzeugt, denn Rückfall führt das Problem nur um einige Schritte zurück, aber jede Eigenthümlichkeit muss ihre eigene bewirkende Ursache gehabt haben. Wenn diese Ursachen, welcher Art sie gewesen sein mochten, gleichmässiger und energischer während einer längern Periode gewirkt hätten (und kein Grund kann angegeben werden, warum dies nicht mitunter eintreten sollte), so würden als Resultat wahrscheinlich nicht zahlreiche unbedeutende individuelle Verschiedenheiten, sondern vielmehr gut ausgeprägte constante Modificationen auftreten“ (Darwin, ebenda). Auch noch an andern Stellen des angezogenen Buchs wie seiner andern Werke finden sich zahlreiche Aeusserungen Darwin's, welche beweisen, dass er den Einfluss der Lebensumstände (äussern Ursachen) bei der Umbildung der Formen (der Species wie der Organe) nicht mehr so gering anschlägt, wie dies in den ersten Auflagen seines „*Origin of Species*“ der Fall zu sein schien.

## Zum zweiten Kapitel.

1) zu S. 48. Bisjetzt kennt man nur eine einzige Thiergattung, deren Arten mitunter ihren vollständigen Entwicklungszyklus zu vollenden vermögen, ohne dass sie vom Ausschlüpfen aus dem Ei an bis zu ihrem Tode Nahrung aufzunehmen genöthigt wären. Die männlichen Individuen einiger Arten von Ixodes nehmen niemals Nahrung zu sich, nachdem sie das Ei verlassen haben, sie sterben gleich nach der Copulation. Die Menge der Nahrung, welche im Ei enthalten war, muss daher den Bedürfnissen des Individuums während seines ganzen Lebens genügen können. (Vgl. Mégnin, On the Power possessed by certain Mites with or without mouths of living without food through entire Phases of their Existence or even during their whole life. Ann. Magaz. Nat. Hist., 4. Ser., Vol. 19, 1877, S. 270; Comptes rendus, 1876, S. 993.)

2) zu S. 50. Zahlreiche Beispiele solcher lange anhaltenden Resistenzfähigkeit gegen Nahrungsmangel sind bekannt, von Wirbellosen wie von Wirbelthieren. Hervorzuheben sind in dieser Beziehung die Schnecken, welche mit ihren Gehäusen jahrelang im Britischen Museum aufgeleimt in der Sammlung ausgestellt, endlich einmal durch besonders günstige Witterungsverhältnisse zum Davonkriechen veranlasst wurden. Am meisten haben von jeher jene Fälle die Aufmerksamkeit erregt, durch welche scheinbar nachgewiesen wurde, dass Amphibien (Kröten, Salamander etc.) aus längstverschwundenen Zeitaltern erhalten geblieben wären durch vollständig hermetischen Einschluss in einen Stein. Die Angaben über die einzelnen Fälle sind indessen immer so wenig erschöpfend, dass es unmöglich ist, durch sie eine Erklärung zu begründen; es erscheint mir daher auch überflüssig, hier specielle Fälle mitzutheilen, und ich verweise somit auf die von Schmarda (Geographie der Thiere, I, 13, Anmerk. 50, S. 101) gegebene Literatur. Aber es ist sehr wahrscheinlich, dass alle ohne Ausnahme zu erklären sein werden in derselben Weise, wie dies durch Frauenfeld für einen im Jahre 1867 beschriebenen Fall geschah. Ein Stein von der Grösse der Handfläche etwa enthielt im Innern zwei Höhlungen, die miteinander in Verbindung standen, und in einer derselben ein 2 Zoll langes Amphibium (wahrscheinlich Triton cristatus) zusammengekrümmt, welches, als der Stein auseinander geschlagen wurde, lebte. Die Höhlung stand mit der Aussenwelt durch ein kleines Loch in Verbindung; das Loch war 1 Mmtr. hoch und gegen 3 Mmtr.

breit. Frauenfeld nimmt nun an, es sei die Larve durch diesen Spalt in den innern Hohlraum gelangt, habe sich hier weiter entwickelt und sei endlich zu gross geworden, um herauszukommen; es habe ferner durch den Spalt nicht genügende Nahrung erhalten, (wahrscheinlich war es ein mindestens ein- oder zweijähriges Thier) um bis zu zwei Zoll Länge heranwachsen zu können. Vollständige Enthaltbarkeit hat hiernach der Triton nicht geübt; aber man darf wol als sicher annehmen, dass das Thier trotzdem nur sehr unbedeutende Nahrungsmengen erhalten haben wird, da solche durch einen so engen Spalt unmöglich in genügender Menge zugeführt werden konnten. Man hat auch Experimente in dieser Richtung angestellt, indem man Amphibien lebend in Gipsmasse einschloss und längere Zeit so eingeschlossen liegen liess; sie lebten mehr als ein Jahr darin. Genügende bis zum Ende durchgeführte Versuchsreihen liegen indessen, soviel ich weiss, nicht vor.

3) zu 53. Selbst auch die in den Handbüchern (Milne-Edwards, *Leçons d'Anatomie et de Physiologie comparée*, VIII, 169, 184) oder in Specialwerken enthaltenen Angaben über das nothwendige Minimum (oder das Optimum) der Nahrungsmenge (vollständige Nahrung, Hermann, *Grundriss der Physiologie*, 5. Aufl.) leiden an grossen Fehlern, weil es unmöglich ist, durch das Experiment vollständig befriedigende Auskunft über die Verhältnisse von Einnahme und Ausgabe zu erhalten. So sagt Hermann (l. c., S. 188): „Weit unsicherer noch sind die Angaben über die absolute Grösse der Minimalausgabe oder der zu ihrer Deckung nöthigen Minimalnahrung, namentlich wegen der Unsicherheit der früher angeführten Ermittlungsmethoden“; und er unterlässt es daher auch, die absoluten Zahlen für das Minimum des Stoffwechsels, wie sie nach diesen Methoden gefunden worden sind, mitzutheilen. Es ist ferner meines Wissens dieser Gegenstand nie von einem allgemeinem Gesichtspunkt, als dem rein medicinischen aus, behandelt worden. So wird z. B. (Hermann, l. c., S. 188) die Thatsache, dass ein Kilogramm Taube mehr Nahrung verbraucht, als ein Kilogramm Hund, dieses wieder mehr als ein Kilogramm Mensch erklärt durch den Hinweis auf die grössere Lebhaftigkeit der Lebensprocesse in kleinern Organismen. Diese Begründung ist richtig, wenn man sie nur auf Warmblüter einschränkt, aber falsch in Bezug auf Kaltblüter; denn da bei diesen die Körpertemperatur nahezu oder vollständig mit den schwankenden der Umgebung (des Wassers oder der Luft) übereinstimmt, so braucht bei den kleinern Thieren nicht mehr Wärme producirt und dem entsprechend Nahrungs-

stoff verbraucht zu werden, als bei den grössern. Ausserdem wissen wir über diese Verhältnisse bei Kaltblütern gar nichts.

4) zu S. 62. Schon weiter oben wurde auf ein ähnliches Beispiel hingedeutet (S. 56), als ich darauf aufmerksam machte, dass die Assimilation der Nahrung bei *Lymnaeus stagnalis* nicht bloß davon abhängt, dass die Nahrung unter dem Einflusse der günstigsten Temperatur in hinreichender Menge und richtiger Zusammensetzung dem Thiere zugeführt wird, sondern auch bedingt ist durch die osmotische Wirkung der Haut selbst. Ist die Temperatur zu niedrig, z. B. unter 12° C., so hört bei jener Schnecke jegliche Assimilation auf, obgleich sie fortfährt zu fressen; bei etwa 20° C. wird die grösste Nahrungsmenge verdaut und das schnellste Wachsthum erreicht. Aber dies auch nur dann, wenn der nur auf osmotischem Wege durch die Haut mögliche Volumeinfluss des Wassers sich auf günstigste Weise zu äussern vermag. Genaueres hierüber im fünften Kapitel und in den Anmerkungen zu demselben.

5) zu S. 73. Für alle diejenigen, welche meinen, dass die Zahl der im Text aufgeführten Fälle noch nicht hinreichende zur Begründung des oben ausgesprochenen allgemeinen Satzes, führe ich hier kurz noch eine Anzahl ähnlicher auf. Aale, die sich vorzugsweise von animalischer Kost nähren, fressen auch Brot (Friedel im Zoologischer Garten, 1871, S. 313). Spinnen nähren sich fast durchgängig von Gliederthieren; einige wenige Arten, so unsere europäische *Atypus Sulzeri* (Zoologischer Garten, 1872), nähren sich von Schnecken; die tropischen *Mygale*-Arten sollen kleine Vögel fressen, hier in Würzburg nähre ich sie, wie Menge, mit jungen Mäusen. Der Schlammpeitzger (*Cobitis fossilis*), eigentlich auf thierische Nahrung angewiesen, frisst auch häufig Lemnaarten. Viele Raupen (der Noctuiden, z. B. *Agrotis*-Arten) fressen sich untereinander auf, wenn sie miteinander in Schachteln eingesperrt werden, obgleich sie sich im Freien nur von Wurzeln oder Blättern nähren. Die Larven unserer Frösche fressen Pflanzen, die ausgewachsenen Thiere nur Insekten, Würmer oder selbst Amphibien. Alle Affen, obgleich scheinbar ihren Zähnen nach auf pflanzliche oder Früchtenahrung angewiesen, lieben thierische Nahrung leidenschaftlich, Vögel, Eier, Insekten u. s. w.; sie benagen selbst Knochen. Viele Papagaien verzehren Butter, Speck, Grieben, Schnecken, rohe Eier, Käfer, Gehirn kleiner Vögel, Mark von Knochen. Die meisten Nematoden leben als Parasiten in Thieren, einige wenige aber auch in Pflanzen; dahin gehört z. B. der in den Weizenblüten lebende

Tylenchus tritici und der Tylenchus dipsaci. Die meisten Holothurien schaufeln mit ihren Tentakeln Meeréssand in ihren Mund hinein und überlassen es dem Darm, die beigemengten organischen Nahrungstheile aus diesem auszu ziehen; Thyonidium molle von der peruanischen Küste nährt sich dagegen von Pflanzen des Meeres. Fast alle Hymenopteren sind phytophag, nur einige von todtten Thierstoffen sich nährende Wespen, Hornissen und die Ameisen sind aufgenommen. Einzelne Schlangen (Leptognathus, Amblycephalus, s. Günther, Ann. Mag. N. Hist., 1872, IX, 29) nähren sich von Schnecken, während alle übrigen Arten Wirbelthiere oder mitunter Insekten fressen. Cyclura lophoura, eine iguanartige Eidechse von Jamaica, ist herbivor, obgleich sie einer carnivoren Gruppe angehört. Die meisten Schildkröten leben von Thieren, nur einige Landschildkröten von Vegetabilien. Alle Raubvögel nähren sich von Säugethieren, Vögeln oder Reptilien; der auf hohen Stelzbeinen, wie ein Reiher, einhergehende Secretär grundelt wie die Enten im Schlamm nach Wasserthieren aller Art. Eins der interessantesten Beispiele liefert die Gattung Onchidium unter den Lungenschnecken. Die Zungenzähne derjenigen Schnecken, welche ausschliesslich von Thieren leben, unterscheiden sich sehr scharf von denen der herbivoren Species; einige der letztern, so Lymnaeus stagnalis, sind allerdings auch noch carnivor (s. Text S. 73); aber im allgemeinen würde man sich doch für berechtigt halten, solche Lungenschnecken für herbivor zu erklären, deren Zähne die Structur derjenigen von Helix oder Lymnaeus hätten. Die sämtlichen Arten der Gattung Onchidium nun, die ich bisher habe untersuchen können (etwa vierundzwanzig) haben exquisitherbivore Zähne; nichtsdestoweniger benutzen sie dieselben nicht zum Abbeissen von Pflanzen, sondern ganz ausschliesslich zum Hereinschauen von Meeréssand oder -Schlamm. Wir sehen also, dass selbst die Kauorgane, die doch so ganz besonders auf die jeweilige Nahrung und Art der Nahrungsaufnahme eingerichtet sein müssen, unter Umständen in ganz verschiedenartiger Weise benutzt werden können; und wir müssen daraus folgern, dass bei der Vergleichung lebender Thiere mit fossilen diese Organe durchaus keine absolut untrüglichen Hilfsmittel für die Bestimmung der Nahrungs- und Lebensweise jener vorweltlichen Thiere abgeben können. Es liefern uns ferner diese Ausnahmen ein weiteres Beispiel für den oben im Text erörterten Satz, dass selbst Organe, welche uns auf eine ganz specielle Leistung abgerichtet zu sein scheinen, doch immer noch im Stande

sind, und ihrer innern Natur nach im Stande sein müssen, sich einer andern anzubequemen.

6) zu S. 78. Es scheint mir zweckmässig, die im Text aufgeführten Fälle von willkürlichem Wechsel der Nahrung monophager Thiere hier noch durch einige andere zu vermehren. — Der Palmendieb (*Birgus latro*), in der freien Natur von Früchten sich nährend (Cocosnüsse), verzehrt in Gefangenschaft auch seinesgleichen, wie ich aus eigener Erfahrung weiss. Canarienvögel und Hühner essen gern und häufig Speck. Die amerikanischen Prairiehunde Hans und Grete, die ich bereits im Text erwähnt habe, haben sich rasch an die ihnen ganz unbekannte Nahrung von Fischen, Muscheln und Fleisch gewöhnt. Meinem Freund Prof. Hagen in Cambridge (Massachusetts, Nordamerika) verdanke ich die folgenden interessanten Notizen. Am Cape Cod werden die Kühe regelmässig mit Heringsköpfen gefüttert; in Norwegen bereitet man den Kühen eine Suppe durch Vermischung und Abrühren von Pferdedünger mit abgekochten Dorschköpfen; sie dient ihnen nur während des Winters als Futter, im Sommer fressen die Thiere Gras, wie überall. Rennthiere sollen nach Brehm mitunter Lemminge fressen.

7) zu S. 84. Der Structurwechsel, welcher dabei im Magen der Tauben und Möven vor sich geht, als Folge des ihn bedingenden Functionswechsels, besteht in Folgendem. Der Magen der von Fleisch sich nährenden Vögel hat eine verhältnissmässig schwach entwickelte Muskulatur und weiche Schleimhaut, welche sich in langen Schläuchen in die umgebenden Magenhäute einsenkt; diese Schläuche sind die den Magensaft absondernden Drüsen. Bei den körnerfressenden Vögeln ist die Muskulatur des Magens ungemein kräftig entwickelt; statt der weichen Schleimhaut bedeckt eine dicke braune Haut die Innenfläche des grössten Theils des Magens, während der kleinere vordere Abschnitt dieselbe weiche Haut und Drüsenschicht aufweist, wie sie überall im Raubvogelmagen vorkommt. Jene braune Haut des Körnermagens (s. Holzschnitt Fig. 13) der Taube ist sehr fest; sie senkt sich mit langen feinen Fäserchen in die Höhlungen von Schläuchen ein, welche senkrecht in die Muskelhaut des Magens hineintreten. Wenn nun durch Fleischnahrung der Taubenmagen hinreichend lange beeinflusst wurde, so zieht sich jene braune Haut (eine sogenannte Cuticula) ganz aus den Schläuchen heraus und wird ausgestossen; diese scheiden nun keine feste Substanz mehr, sondern nur noch eine Flüssigkeit aus und werden somit zu echten Drüsen. Es wäre interessant zu untersuchen, ob das von diesen nun im Körnermagen producirte Secret auch chemisch in Bezug



auf seine verdauenden Eigenschaften dem Verdauungssaft im Raubvogelmagen gleichzustellen wäre. Umgekehrt soll bei den Möven, welche an Körnernahrung gewöhnt werden, das sonst flüssig aus den Drüsenöffnungen des Magens ausfliessende Secret erstarren und eine mehr oder minder dicke feste Haut im Innern des Magens bilden.

8) zu S. 85. Ich habe im Text eine Anzahl von Einwirkungen der Nahrung unerörtert gelassen, welche sich theils der Besprechung in einem öffentlichen Vortrage entziehen, theils aber auch auf die hier immer im Auge zu behaltende Frage — inwieweit die Erhaltung der Species oder die Entstehung neuer Formen dadurch gewährleistet sein mag — noch nicht anzuwenden sind. So schien es z. B. durch die Voit'schen Untersuchungen über den Stoffwechsel der Süswassermuscheln ausser allem Zweifel festgestellt zu sein, dass der grösste Theil der Aschenbestandtheile ihres Körpers, welche sich fast ausschliesslich in der Schale ablagern, aus dem Wasser stammt, das nach ihm durch die Niere aufgenommen werden soll. Nun ist aber die Frage, wie das Wasser in den Muschelkörper hineinkommt, immer noch controvers; einige Autoren haben die alte Ansicht, dass die Niere (ganz oder zum Theil) die Wasseraufnahme zu besorgen habe, vollständig beseitigt; nach ihnen soll sie durch Poren in der Haut stattfinden. Diese sind auch trotz allem, was schon darüber gesagt worden ist, noch nicht völlig ausser Zweifel gestellt. Solange die morphologische Grundlage physiologischer Speculationen noch so wenig gesichert ist wie in dem angezogenen Falle, so lange muss auch eine Discussion über jene verfrüht erscheinen.

Der zweite hier kurz zu berührende Punkt bezieht sich auf den Einfluss der Nahrung auf die Geschlechtsthätigkeit und die von dieser zum Theil abhängigen äussern Kennzeichen des Geschlechts. Man weiss, dass bei eingetretener Reife gewisse Nahrungs- oder Reizmittel einen stimulirenden Einfluss üben auf die Absonderung des Samens. Eine zu geringe Nahrungsmenge ist für die normale Function der Keimdrüsen ebenso verderblich wie eine zu grosse; auch für diese so überaus wichtige Seite des thierischen Lebens existirt also ein Optimum der Nahrungsmenge, und die Ueberschreitung desselben gegen das Maximum oder Minimum zu muss dem entsprechend einen immer stärkern schädlichen Einfluss üben. Leider besitzen wir hierüber gar keine brauchbaren Experimente; denn die mit Hausthieren gemachten können in keiner Weise als solche angesehen werden, da ihre Resultate sich nicht auf die andern frei in der Natur lebenden Thiere übertragen lassen. Jüngst hat Sanson sehr in-

teressante Versuche mit Hausthieren angestellt, welche zu beweisen scheinen, dass das Eintreten der Pubertät sehr beschleunigt werden kann durch eine sorgsame und spezifische Hygiene, eine reichliche Nahrungsmenge und Beimengung gewisser Stoffe zu dieser. (Sanson, Comptes rendus, 1874, LXXIX, 1768, und Journal de l'Anatomie et Physiologie, 1872, S. 113.) Die in dieser Weise aufgezogenen Thiere sollen ganz bestimmte Körperformen annehmen — zu Rassen werden; die Zeichen der beschleunigten Entwicklung und frühzeitigen Reife sind Durchbrechen der permanenten Zähne und Verwachsen der Epiphysen (der Gelenkenden der Röhrenknochen) in einer Jugendzeit, zu welcher sonst bei in gewöhnlicher Weise ernährten Thieren diese Anzeichen der herannahenden Geschlechtlichkeit noch nicht auftreten. Ganz ähnliche Einflüsse äussern, wie wir später sehen werden, Steigerungen der Temperatur. Schliesslich will ich noch erwähnen, dass von Wittich angibt, bei Fröschen entstehe durch Nahrungsmangel dunklere Färbung der Haut.

### Zum dritten Kapitel.

1) zu S. 86. Die Gleichstellung des Auges der Thiere und der Chlorophyllkörper der Pflanzen als eines gleich werthvollen Maasses zum Messen der Intensität des Lichts ist in der That einmal durch Prillieux versucht worden. Sachs hat diesen Versuch in seiner gewohnten geistreichen und eingehenden Weise zurückgewiesen und hoffentlich ein für allemal beseitigt. Vgl. Arbeiten aus dem botanischen Institut zu Würzburg, Bd. I, Heft 2, 1872, S. 278. „Alle mittels des Auges vollzogenen Vergleichen der Stärke verschiedenartig zusammengesetzten Lichts haben keinen von der Natur des Auges unabhängigen Werth.“ Die so gemessene Intensität verschiedener Farben des Spectrums kann daher auch nicht benutzt werden, um die Gasausscheidung der Pflanzen, welche durch die Chlorophyllkörper geschieht, zu messen, wie dies Prillieux thut.

2) zu S. 88. Ich gebe hier eine vollständigere Liste derjenigen Thierarten, bei welchen Chlorophyll oder dem ähnliche Körper (Xanthophyll u. s. w.) vorkommen sollen.

#### Protozoa

*Euglena viridis*

*Stentor viridis*

fast alle Radiolarien. Ausgenommen sind unter den Meeresradiolarien die meisten Acanthometriden (Haeckel, Monographie der Radiolarien), unter den Süswasserradiolarien Actinophrys, Actinosphaerium u. a. m.

Nicht zu verwechseln mit diesen Chlorophyllkörpern der Protozoen sind die eigenthümlichen grünen oder braungrünen Farbstoffplatten, wie sie bei manchen Monadinen vorkommen, so z. B. bei Chromulina, Chilomonas, Paramecium Uvella virescens, Mallomonas Ploeslii u. s. w. (S. Bütschli, Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, 1878, Bd. 30, S. 245.)

Spongilla viridis (Sorby in Quart. Journ. Microsc. Sc., 1875, Vol. XV, S. 47.)

Coelenterata

Hydra viridis

Platyelmia

Vortex viridis M. Sch.

Eine nicht bestimmte Planarie des Meeres nach Geddes in Acad. d. Sc. de Paris Séance, 30 Déc. 1878. Von dieser wird behauptet, dass sie Kohlensäure zersetze; ein genauer Bericht darüber liegt noch nicht vor, sodass nicht zu entscheiden ist, ob diese Angabe sich auf Experimente stützt oder nur gefolgert wird aus Beobachtungen, die an sich nichts beweisen.

Gephyrea. Bonellia viridis Rolando. Schenk (Sitzungsberichte der wiener Akademie 1875, Bd. LXXII) sagt, der grüne Farbstoff dieses Wurms sei Chlorophyll. Sorby (Quart. Journ. Microsc. Sc., 1875, Nr. LVIII, S. 166) weist dagegen in einer viel sorgfältigern Arbeit nach, dass dasselbe ganz von Chlorophyll verschieden ist.

Jüngst hat Leydig die Hypothese aufgestellt, es möchte auch Chlorophyll bei Insekten vorkommen; er begründet dies durch die Beobachtung, dass das lebhaftes Grün verschiedener Käfer, Orthopteren etc. gegen den Herbst zu sich verfärbt in ganz ähnlicher Weise, wie es die Blätter der Bäume thun. Ich bedaure, hier nicht mit ihm einverstanden sein zu können; aus dieser Erscheinung lässt sich meines Erachtens gar kein solcher Schluss ziehen. Durch nichts ist die Ansicht zu begründen, dass Chlorophyll von den Insekten selbst gebildet werden könnte. Es ist ebenso wenig wahrscheinlich, dass Chlorophyll als solches aus der Nahrung in den Kreislauf eines Insekts gerathen und dann in seiner Haut abgelagert werden könnte, ohne vollständig verändert zu werden; aber selbst wenn es auf diesem Wege die grüne Farbe und sonstigen Eigenschaften beibehalten könnte, so müsste es wohl sicherlich die Haupteigenschaft des Chlorophylls, Kohlensäure unter dem Einflusse von Licht zu zersetzen, eingebüsst haben.

3) zu S. 93. Fremde Körper als integrirende Gewebsbestandtheile thierischer Organismen kommen gar nicht selten vor. Selbst wenn wir absehen von jenen Fällen, in

denen Parasiten zu ganz normalen, d. h. regelmässig vorhandenen Bestandtheilen in Körpertheilen jedes einzelnen Individuums werden, wie z. B. bei den Nacktschnecken und den in ihrem Fuss lebenden Nematoden, so bleiben immer noch zahlreiche Beispiele übrig. Unter den Coelenteraten gibt es, ausser Sphenopus, noch verschiedene andere Gattungen, welche sich Sandkörnchen direct in ihre Haut hineindrücken, nämlich alle oder fast alle Zoanthinae (*Zoanthus*, *Palythoa* u. s. w.), wodurch sie ihrer Haut die ihr sonst mangelnde Festigkeit geben. Die Spongien haben häufig die Gewohnheit, fremde Kieselkörper, Kalkschalen von *Polylthalamien*, Bruchstücke von Korallen und Molluskenschalen oder auch nur einfach Sand in ihre Hornfasern hineinzuziehen; solche fremde Körper kommen in weitaus der Mehrzahl der Hornschwämme vor. Dass in diesen Fällen die Kieselnadeln sehr oft nur fremde sein können, wird dadurch bewiesen, dass sie ausnahmslos mit abgebrochenen Enden gefunden werden; dies wäre unmöglich, wenn sie in den Hornfasern von dem Thiere selbst gebildet worden wären. Da die Hornfaser auch in den lebenden Schwämmen viel zu fest ist, um bei der Lebensweise der Spongien ein passives Hineindrücken der fremden Körper in jene Faser zu erlauben, so kann deren Einbettung in diese nur dadurch geschehen, dass der Schwamm willkürlich solche heranzieht und an den wachsenden Spitzen der Hornfaser zwischen deren Schichten ablagert. Eins der merkwürdigsten Beispiele von Benutzung fremder Körper zum Aufbau integrierender Körperbestandtheile liefern unter den Mollusken die verschiedenen *Xenophora*arten; sie backen willkürlich an ganz bestimmten Stellen andere Muschelschalen oder Schnecken, Steinstückchen, Korallenrümpfer in ihre Schale ein; die feste Verbindung derselben mit dieser zeigt, dass diese Verkettung geschehen muss, solange die Schale noch nicht erhärtet ist, und jede einzelne *Xenophora*art scheint dabei mehr oder weniger Auswahl unter dem zur Verfügung stehenden Material zu treffen. Bergh hat kürzlich von *Stauodoris Januarii*, einer Nacktschnecke des Meeres, nachgewiesen, dass sie Spongiennadeln frisst und in ihrer Haut ablagert (Bergh, *Malacologische Untersuchungen*, Heft 43). Hier mag auch hingewiesen werden auf die Benutzung von Blättern, Schnecken- schalen, Wurzeln u. s. w. durch *Phryganiden*larven zum Aufbau ihrer Gehäuse.

Die oben erwähnte regelmässige Vergesellschaftung von zweierlei Thierarten, deren eine als beständiger Parasit in der andern lebt, bietet manche auffallende Erscheinungen. Man weiss z. B., dass die *Einsiedlerkrebse* (*Pagurus*) mit-

unter heimgesucht werden von schwarzbraunen Krebsen aus der Gruppe der Rhizocephalen; wenn diese vorhanden sind, entwickeln sich bei dem Träger die weiblichen Keimdrüsen nie, Eier und Parasiten werden nie an demselben Individuen zusammengefunden. An gewissen Orten nun sind diese letztern so häufig, dass unter Hunderten kaum ein Einsiedlerkrebs ohne einen solchen Gast erscheint, trotzdem aber ist die Individuenzahl der erstern an diesen Stellen nicht geringer als an andern ganz benachbarten Orten, wo die Parasiten fast ganz oder ganz fehlen. Dies beweist, dass das Wachstum der Paguren nicht im mindesten durch die fremden Gäste verlangsamt, das Eintreten der Geschlechtsreife allerdings aber völlig verhindert wird; wir ersehen ferner daraus, dass die Bedingungen für die Annahme der Parasiten durch den Pagurus oder deren Ablehnung an zwei benachbarten Orten ganz verschieden sein können. (S. hierüber Fraisse, Die Gattung *Cryptoniscus*, Fr. Müller in Arbeiten aus dem Zoologisch-Zootomischen Institut in Würzburg.) Ich selbst habe ähnliche Beobachtungen in Bezug auf *Lymnaeus stagnalis* gemacht; die diese Wasserschnecke infestirenden Trematodenlarven zerstören zunächst jedenfalls und fast ausschliesslich, wie es scheint, die Keimdrüsen der Schnecke, aber sie verhindern ihr Wachstum nicht. Die Parasiten mögen in noch so grosser Zahl vorhanden sein, die Schnecke wächst immer weiter, aber sie wird an der Begattung und am Eierlegen regelmässig dadurch verhindert. Inwieweit die so erzeugte Sterilität den Individuen doch vielleicht auch bei diesen Thieren Aenderungen in äussern oder innern Verhältnissen hervorzurufen vermag, ist gänzlich unbekannt und ununtersucht. Die Larve einer Fliege, *Cuterebra emasculator*, zerstört die Testikel verschiedener amerikanischen Eichhörnchenarten, ohne diesen die Lebensfähigkeit zu nehmen; die Zahl solcher alljährlich von Jägern geschossenen anscheinend gesunden und doch castrirten Eichhörnchen soll sehr gross sein. (Dr. Hagen.)

4) zu S. 95. Vollständig blinde, d. h. der Augen gänzlich entbehrende Wirbelthiere gibt es nicht viele. Alle Maulwurfsarten haben rudimentäre Augen, ebenso der Olm (*Proteus*) und die sogenannten blinden Höhlenfische Amerikas (*Amblyopsis spelaeus*, *Typhlichthys subterraneus*, *Stygicola dentatus* und *subterraneus* [Höhlen in Cuba], *Gronias nigrilabris*, *Stygogenes cyclopum*) oder Asiens (*Ailia*, *Shilbichthys*, *Bagroides* u. s. w.). Wirklich blinde Fische sind bisjetzt nur in den grossen Tiefen des Meeres gefunden; ihre Kenntniss verdanken wir ausschliesslich der Challenger-Expedition. Es sind Scopeliden oder Lophioiden. Was

sie vor allem interessant macht, ist das von Willemoes-Suhm schon hervorgehobene und von Günther genau untersuchte Vorkommen eigenthümlicher am Kopfe angebrachter Organe, welche Günther für phosphorescirende Organe ansieht. (S. Anmerkung 7.)

Viel zahlreicher sind die wirklich blinden wirbellosen Thiere. Die meisten der Entoparasiten sind völlig blind. Die Menge der blinden Höhleninsekten, die sich noch von Tag zu Tag mehrt, beläuft sich jetzt wol schon auf Hunderte. Wer sich speciell für diese Thiere interessirt, findet eine sehr vollständige Zusammenstellung der Literatur über blinde Höhlenthiere in einer verdienstlichen Arbeit der Herren Simon und Bedell in der Revue Zoologique. Vergesellschaftet mit den Höhleninsekten leben auch blinde Spinnen, Crustaceen und Myriapoden; der sogenannte blinde Krebs der Höhlen in Kentucky hat nach Hagen (Monograph of the North American Astacidae) allerdings nur rudimentäre Augen, andere Krebse aber, wie *Caecidotea stygia*, *Titanethes albus* u. s. w. scheinen völlig blind zu sein. In der Arbeit von Putnam und Packard über die Mammuthhöhle in Kentucky findet man eine Aufzählung dieser Formen mit recht guten Abbildungen. Verschiedene sogenannte blinde Crustaceen sind aus Höhlen und unterirdischen Gewässern Europas bekannt, dahin gehören *Niphargus puteanus*, *Titanethes albus*, *Crangonyx*, *Asellus Sieboldii*. (Vgl. Rougemont, Étude s. l. faune d. Eaux Priveés d. Lumière, 1876.) Abgesehen von einigen parasitisch lebenden Schnecken, scheinen diese immer Augen zu haben, eine von Rougemont in München lebend gefundene und in tiefen Brunnen lebende *Hydrobia* schien keine Augen zu besitzen; Wiedersheim hat bei Hydrobien der Falkensteiner Höhle rudimentäre Augen gefunden. Vgl. hierzu auch Dr. Gustav Joseph, Ueber das Zusammentreffen von theilweisem und gänzlichem Lichtmangel mit Lageveränderung, Verkümmern, Vermehrung der Zahl, Verlust und Ersatz der Sehorgane. Vortrag in der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur, naturwissenschaftliche Section 10. November 1875. Die Challenger-Expedition hat auch hier wieder einen sehr reichen Beitrag geliefert. Der leider so früh verstorbene Willemoes-Suhm hat uns mit einer grossen Zahl eigenthümlicher blinden Krebse bekannt gemacht, die zum Theil in Tiefen bis zu mehr als 2000 Faden leben, dahin gehören z. B. *Petalophthalmus* (verschiedene Arten), alle *Munopsiden*, mehrere *Mysideen*, mehrere blinde Larven, den *Zoea-* und *Megalopsformen* zugehörig, *Astacus zaleucus*, *Aspeudes caeca*, *Deidamia* u. s. w. Viele Notizen

hierüber finden sich in seinen in der Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie publicirten Reiseberichten, ausführlichere Mittheilungen in der Nature, Annals and Magazine of Natural History, Proceedings of the Royal Society and Transactions of the Linnean Society. Ein hierauf bezügliches vollständiges Literaturverzeichniss findet sich in dem durch von Siebold herausgegebenen Nachtrage zu Willemoes' Challenger-Briefen (Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, 1877, Bd. 27). Der jüngst erschienene Aufsatz Pagenstecher's „Ueber die Thiere der Tiefen“ enthält gleichfalls eine Liste der blinden wie sehenden Tiefseethiere, allerdings in etwas anderer Anordnung, als ich sie hier gegeben habe. (Virchow und Holtzendorff, Vorträge, 1879.)

5) zu S. 101. In Höhlen leben noch folgende mit wohl entwickelten Augen ausgerüstete Thiere: *Machaerites* 7 sp. (Coleoptere), *Anthomyia*, *Phora* (zu den Dipteren gehörig), *Hadenoecus* (2 Species, Orthoptere) *Spirostrepton* (mehrere Species in Höhlen, Myriapode). *Nesticus* 2 sp., *Linyphia* 3 sp. (Spinnen, Höhlen von Kentucky).

Zum Theil müssen auch die mit rudimentären Augen versehenen Thiere hierher gerechnet werden. Eine Augen tragende *Melania* wurde von mir in einer Höhle auf den Palauinseln aufgefunden; in derselben lebte auch eine sehende Heuschrecke. Ferner von Fischen *Chologaster Agassizii* (in Höhlen Kentuckys), *Umbra Crameri* in unterirdischen Seen Oesterreichs (nach Schmarda, Geographie der Thiere, I, 13). Die Höhlen von Utah enthalten nach Packard (Bulletin N. S. Geolog. und Geograph. Survey, III, 1877) eine sehende Phalangide (*Nemastoma troglodytes*), eine sehende Schnecke (*Hyalina subrupicola*), eine Poduride (*Tomocerus plumbeus*) neben einem blinden Myriapoden (*Polydesmus caricola*). Fries gibt an (Zoologischer Anzeiger, 1879, S. 33), dass der blinde *Gammarus puteanus* der Falkensteiner Höhle mitunter die Region der absoluten Dunkelheit verlässt.

6) zu S. 103. Vergesellschaft mit den oben zum Theil namentlich aufgeführten wirklich blinden Thieren der Tiefsee leben viele, welche mit wohl ausgebildeten Augen versehen sind. Ein Versuch, diesen scheinbaren Widerspruch zu erklären, ist im Text erwähnt worden. Aus der nun schon recht grossen Zahl solcher sehenden Thiere der Finsterniss will ich folgende namentlich hier aufführen *Bathytroctes* n. g. Günther 675—1090 Faden; *Bathylagus* 1950—2040 Faden; *Platytroctes* 1500 Faden; *Chlorophthalmus gracilis* 1100—1450 Faden, alles durch die Challenger-Expedition entdeckte Fischformen; ferner von Fischen *Macrurus* und *Halosaurus* 1375—1600 Faden (Willemoes,

Challenger-Briefe); Mollusken: Chiton und Patella, 1075 Faden (Willemoes), Pleurotoma n. sp. aus 2090 Faden und Fusus sp. aus 1207 Faden (Thomson, Depths of the sea, S. 465); Krebse: eine Palinuride in 700 Faden, eine Nephropide, eine Amphionide zwischen 1875 und 3125 Faden (Willemoes); verschiedene Krabben (Galathea, Calappa) Isopoden (Serolis), Macrouren (Penaeiden, Carididen). Ferner Bathynomus giganteus M. Edw., eine gigantische Isopode (23 Cmtr. lang) mit grossen Augen, jedes mit etwa 4000 Facetten u. s. w. Eine vollständige Liste zu geben ist einstweilen unmöglich, liegt aber auch ausser dem Plane der Arbeit. Andere Tiefseethiere haben rudimentäre Augen, so z. B. Aphyonus gelatinosus aus 1500 Faden, Typhlonus nasus aus 2150 Faden von Nord-Ost-Australien u. s. w.

7) zu S. 104. Phosphorescirende Thiere der Oberfläche sind im Meere ungemein häufig, wie alle Welt weiss. Sie gehören den verschiedensten Klassen an, meistens sind es wirbellose Thiere (Infusorien, Quallen, Polypen, Würmer, Tunicaten u. s. w.) Durch die Challenger-Expedition hat man auch phosphorescirende Fische kennen gelernt; Willemoes hat das Phosphoresciren direct an Sternoptyx beobachtet und nach den Günther'schen Untersuchungen (s. unten) ist es in hohem Grade wahrscheinlich, dass eigenthümliche bei den blinden Fischen vorkommende Organe auch solche Leuchtorgane seien. Die Fischer in Nizza behaupten, dass auch der bekannte Mondfisch, Orthogoriscus mola, leuchte. Auf der Oberfläche der Erde leben nur wenig phosphorescirende Thiere; es sind neben den allgemein bekannten Leuchtkäfern Europas (Lampyris) und der Tropen (Elateriden u. s. w.) nur einige Myriapoden und Anneliden. Die Literatur über diesen Gegenstand ist ausserordentlich umfassend; Ehrenberg, der sich fast mehr als irgendein anderer damit beschäftigte, hat uns noch in seinen letzten Lebensjahren mit einem Werk beschenkt, das folgenden Titel trägt: Die das Funkeln und Aufblitzen des Mittelmeeres bewirkenden unsichtbaren Lebensformen (Berlin 1873).

8) zu S. 106. Die Fische, auf denen Günther diese phosphorescirenden Organe gefunden hat, sind bisjetzt anatomisch nicht beschrieben, ich verdanke die oben angegebenen Bemerkungen einer mündlich mitgetheilten Notiz meines verdienstvollen Freundes in London.

9) zu S. 109. Siehe hierüber die kurzen Bemerkungen in Sir Wyville Thomson's The depths of the sea, second edition, S. 465. Verschiedene Bemerkungen über schön gefärbte Holothurien und Krebse finden sich auch in Willemoes' Berichten. Dies beweist, dass der Mangel des Lichts



Pigmentbildung nicht direct verhindern kann. Aber es ist sehr wohl möglich, dass es indirect von Einfluss sei durch Veränderung derjenigen (unbekannten) physiologischen Vorgänge, welche zur Bildung von Pigment führen.

10) zu S. 109. Higginbottom, Influence of Physical agents on the development of the Tadpole of the Triton and the Frog. Philosophical Transactions, 1850, S. 431. Er hat die Larven in tiefen Kellern und in vollständiger Dunkelheit erzogen, ohne irgendwelche Unterschiede in ihrer Entwicklung zu bemerken, abgesehen von der durch niedrigere Temperatur hervorgebrachten Verzögerung derselben.

11) zu S. 111. Das Pigment der Schmetterlinge, deren Puppen tief in der Erde vergraben werden, entwickelt sich noch vor dem Auskriechen, also in vollständiger oder fast vollständiger Dunkelheit, die Chitinhaut vieler Puppen (Schwärmer u. s. w.) ist auch so dunkel, dass sie fast vollständig undurchgängig ist für das Licht; trotzdem entwickelt sich in ihnen sehr verschiedenartiges Pigment. Man darf wol annehmen, dass bei den meisten lebendig gebärenden Thieren die Entwicklung des Embryos in völliger Dunkelheit erfolgt, nichtsdestoweniger haben sie alle beim Auskriechen ganz lebhaft Farben. Hierher gehört auch die von Kerbert (Ueber die Haut der Reptilien und anderer Wirbelthiere, Archiv für mikroskopische Anatomie, 1867, Bd. XIII) mitgetheilte Beobachtung, dass beim Hühnchenembryo die etwa am funfzehnten Tage auftretenden Pigmentzellen der Cutis schon am dreiundzwanzigsten wieder vollständig verschwinden. Man darf annehmen, dass nicht sonderlich viel oder gar kein Licht durch die Eihüllen bis zum Embryo zu dringen vermöge, nichtsdestoweniger entstehen hier Pigmentzellen, ja sie vergehen wieder während des embryonalen Lebens. Eine Erklärung dieser auffallenden Thatsache ist bisjetzt nicht gegeben. Ziemlich allgemein wird angenommen, dass das Vorhandensein dunkeln Pigments in der Haut des Menschen von der grössern Intensität des Lichts abhängt, wie das Vorwiegen der dunkelfarbigem Menschenrassen gegen die Tropen zu oder die Bräunung unserer Haut im Sommer beweise. Da indessen gar keine Experimente vorliegen, bei welchen die mit dem Licht gleichzeitig die Haut treffenden chemischen oder Wärmestrahlen ausgeschlossen wurden, und der Einfluss der Luft selbst, wie auch derjenige veränderter Nahrungsweise unberücksichtigt geblieben ist, so kann der Schluss, die starke Entwicklung des Hautpigments sei durch das Licht bedingt, selbst auch in Bezug auf den Menschen nicht als zulässig oder bewiesen erachtet werden.

12) zu S. 113. Heincke (Bemerkungen über den Farbenwechsel einiger Fische, Schriften des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schleswig-Holstein, 1875, I, xix) beschreibt die Farben des *Gobius Ruthensparri* folgendermaassen: Zunächst fällt ein tiefsammtscharer Fleck in das Auge, der an der Basis der Schwanzflosse liegend, von einem schönen goldgelben Saum umgeben ist. Ein ähnlich schwarzer Fleck, aber ohne gelbe Umrahmung, findet sich beim Männchen jederseits hinter der Basis der Brustflosse, er fehlt dem Weibchen. Die Grundfarbe der Rückenseite des Männchens im Hochzeitskleide ist ein dunkles Braunschwarz, oft mit einem Stich ins Grüne, am Kopf heller mit rother Nuance, fünf sattelförmige helle Flecken mit metallischem Schimmer, die Unterfläche des Kopfes intensiv kupferfarbig mit goldigem Glanz. An der Grenze zwischen heller und dunkler Färbung des Körpers liegt jederseits, etwas unterhalb der Seitenlinie, eine Reihe intensiv wie Edelsteine bald blau, bald grün leuchtender Flecke, ein gleicher Fleck findet sich an jedem, sonst blutrothen Kiemendeckel. Die zwei Rücken-, die Schwanz- und die Afterflossen zeigen kirschroth und gelb, oder auch grün gefärbte Binden und Streifen auf dunkelm Grunde. Die Pupille leuchtet tiefblau. Nach dieser hier etwas verkürzten Beschreibung fügt er dann hinzu: „Ich habe eine so umfangreiche Beschreibung gegeben, um dem Leser eine Vorstellung darüber möglich zu machen, welche Schönheit der *Gobius* in einem bestimmten Moment aufzuweisen vermag. Ich sage «in einem bestimmten Moment», denn fast alle jene prachtvollen Färbungen können in mehr oder weniger kurzer Zeit vollkommen verschwinden, um dann in nicht längerer Zeit wieder in alter Pracht hervorzutreten.“ Dann beschreibt er die einzelnen Chromatophoren und ihre Thätigkeit ausführlich.

13) zu S. 119. Dewar, *The physiological action of light. Nature*, 1877, S. 433 fg.

14) zu S. 120. Heincke, l. c., Bemerkungen über den Farbenwechsel einiger Fische u. s. w.

15) zu S. 122. Darwin selbst braucht oft genug das Wort *colour*, wo es besser durch „*distribution of colours*“ oder „*mode of colouring*“ ersetzt worden wäre; doch ist bei ihm immer aus dem Zusammenhang ersichtlich, dass er eben nur jene verschiedenen Differenzen in der Färbung, wie sie z. B. zwischen Weibchen und Männchen derselben Art vorkommen, durch geschlechtliche Zuchtwahl oder Färbungen, wie sie direct den Thieren Schutz und dadurch Nutzen gewähren, durch natürliche Zuchtwahl entstanden wissen will. Voraussetzung der Färbung, d. h. der bestimmten Art und

Weise der Farbenvertheilung ist gerade die Präexistenz der Farben selbst; die Frage, wie diese entstanden seien, ist meines Wissens in neuerer Zeit nie zu lösen versucht worden und vielleicht gerade deshalb oft genug mit jener andern nach der Entstehung der Färbung verwechselt worden. (Vgl. Darwin, *Descent of Man*, Chapter *Sexual Selection*.) Andere Naturforscher indessen haben wol sicherlich diese Verwechslung gemacht. So ist z. B. die Veränderung des Grün in Braun, wie sie bei manchen Sphingidenraupen eintritt (s. Weismann, *Studien zur Descendenz-Theorie*. Die Entstehung der Zeichnung bei den Schmetterlingsraupen, S. 80), der Naturzüchtung in die Schuhe geschoben worden; aber diese konnte unmöglich die Veränderung des Pigments bewirken, sondern erst eintreten, nachdem vorher eine solche vorgegangen war.

16) zu S. 123. S. Kunckel. Ueber die Umsetzungen der thierischen Farbstoffe, Sitzungsberichte der Würzburger medicinischen physikalischen Gesellschaft, 1876.

17) zu S. 123. Es gibt zahlreiche hier unberücksichtigt gebliebene Arbeiten über die Einwirkung des Lichts auf den thierischen Organismus. Theils sind sie zu specieller Natur, zu sehr auf die medicinische Physiologie zugespitzt, so z. B. die Beobachtung, dass Frösche mehr Kohlensäure im grünen Licht als im rothen absondern, die Abhängigkeit der Hautfarbe von gewissen constitutionellen Krankheiten u. s. w., theils sind sie zu wenig ausführlich, um hier ihre Benutzung zu gestatten. Dahin gehört z. B. Strethill Wright's Beobachtung, dass Polypen der höhern Acalephen sich im Dunkeln durch Knospen reichlich vermehren sollen, während sie im Licht (und bei ungenügender Nahrung) Quallen hervorbringen. Dahin gehört ferner alles, was über die Abhängigkeit der hellern und dunklern Farbentöne von der verschiedenen Intensität des Lichts gesagt worden ist. Thury's Beobachtung (*L'Institut*, 1874, 23. December), dass Kaulquappen im grünen Licht die Kiemenathmung beibehalten und keine Beine ausbilden, um dann schliesslich zu sterben, gehört gleichfalls hierher. Ferner die Erscheinungen des Melanismus und Hyperchromismus (s. Ridgway, *On the relation between colour and geographical distribution in Birds, as exhibited in Melanism and Hyperchromism Silliman's American Journal*, 3. Ser., Vol. IV, 1872, S. 454), welche bald der Einwirkung der Hitze oder des Lichts oder ganz allgemein dem Klima in die Schuhe geschoben werden. Auch die Angabe, dass weisse Kaninchen am leichtesten und sicher zu züchten seien in weissem reflectirten Licht, verdient Beachtung; ich verdanke diese Notiz Herrn

Dr. Braun von hier, der sie in irgendeinem Journal für Thierzucht kürzlich gelesen hat. Es gilt hier, wie überall beim Experiment, die concurrirenden Ursachen zu trennen und die Einwirkung jeder einzelnen für sich zu untersuchen. Wir Zoologen haben uns bisher diese physiologische Arbeit sehr leicht gemacht. Hartmann und mit ihm ein Herr Hesse sagen, Mangel des Sonnenlichts, Kälte und Nässe seien vereint die Ursachen des Auftretens von Albinos (!) bei Schnecken; hilft das eine nicht, so hilft das andere. (Nachrichtenblatt der Deutschen malacologischen Gesellschaft, 1878, Bd. 10, Nr. 5.)

#### Zum vierten Kapitel.

1) zu S. 128. Die meteorologische Schreibweise würde höchstens da anwendbar sein, wo überhaupt keine jährlichen oder täglichen Schwankungen der Temperatur stattfinden, also bei Thieren, die in Tiefen des Meeres und der Süswasserseen, oder in tiefen Brunnen und im Innern der Eingeweide warmblütiger Thiere leben. Von praktischer Anwendbarkeit wären übrigens solche Curven doch auch hier nicht, da sie uns weder gestatteten, von den Thieren, für welche sie gelten, auf unbekannte, z. B. fossile Thiere zu schliessen, noch auch ein Urtheil darüber zu bilden erlaubten, wie sich die Thiere so gleichmässiger Temperaturen verhalten würden, wenn sie plötzlich oder allmählich dem Einfluss anderer Wärmegrade unterworfen würden. Im Grunde hat die durch Humboldt eingeführte Anwendung der klimatischen Curven — auch in ihrer mehr eingeschränkten Form — nur die Entwicklung unserer Kenntnisse von der wirklichen Einwirkung der Wärme auf das Leben der Thiere gehindert.

2) zu S. 129. „In den flachen Meeren mittlerer Breiten können nur solche Thiere bestehen und sich durch Fortpflanzung erhalten, welche alle im Laufe der Jahreszeiten auftretenden Temperaturverschiedenheiten zu ertragen im Stande sind, nur eurytherme Thiere, wie man sie mit einem einzigen Worte bezeichnen kann. Die Zahl der eurythermen Seethiere ist viel geringer als die Anzahl solcher Arten, welche nur in Meeresgebieten mit gleichmässiger oder sehr wenig veränderlicher Temperatur leben, oder der stenothermen Thiere, wie sie genannt werden können.“ Möbius, Die äussern Lebensverhältnisse der Seethiere. Rede, gehalten in der zweiten allgemeinen Sitzung der Versammlung der deutschen Naturforscher zu Hamburg.

3) zu S. 131. Rossbach, Die rhythmischen Bewegungserscheinungen der einfachsten Organismen und ihr Verhalten gegen physikalische Agentien und Arzneimittel in Arbeiten

aus dem Zoologisch-Zootomischen Institut zu Würzburg, 1872—74, I, 9.

4) zu S. 133. Es muss indessen vor der Annahme gewarnt werden, als ob jede solche Zwerggrasse durch den hier hervorgehobenen Einfluss bewirkt werde. So gibt es z. B. an manchen Orten, wo man früher wahrhaft riesige Teichmuscheln fand, jetzt nur noch ganz kleine und alle Welt weiss, dass unsere europäischen Austern allmählich immer kleiner werden. Dies beruht darauf, dass beide Muschelarten schon fortpflanzungsfähig werden, während sie noch ganz klein sind, aber jetzt nicht mehr auswachsen können, da sie vor Beendigung ihrer normalen Wachstumszeit vertilgt werden. Andere Einflüsse wieder scheinen die Zwerggrassen verschiedener Libellen im Süden Europas zu bedingen. S. Hagen, Entomologische Zeitung, 1847, S. 63. Die Mannichfaltigkeit der Umstände, durch deren Zusammenwirken eine Zwerggrasse hervorgebracht werden kann, ist wahrscheinlich sehr gross; einen etwas genauer untersuchten Fall werden wir in einem andern Kapitel zu discutiren haben; irgendwie allgemein genügende Experimente liegen aber leider gar nicht vor.

5) zu S. 135. Winterschläfer, d. h. Thiere, welche während des Winters in einen schlafähnlichen Zustand verfallen und in demselben Wochen und selbst Monate hindurch verharren können, ohne zu sterben, gibt es fast in allen Thiergruppen. Ich verweise hier auf die in Schmar-da's Thiergeographie, I, 9—11, gegebene Aufzählung. Man thäte vielleicht gut, hierbei zweierlei Gruppen von Thieren zu unterscheiden, je nachdem sie warmblütig oder kaltblütig sind. Diese letztern scheinen — wie man allerdings nur aus einigen Beobachtungen, nicht aus Experimenten folgern kann — ohne weiteres die Fähigkeit zu besitzen, ein latentes Leben zu führen bei sehr niedrigen Temperaturgraden, d. h. zu schlafen; nimmt man an, dass dabei keine Veränderung im Stoffwechsel, sondern nur eine Verlangsamung desselben stattfindet, so wird auch jedes kaltblütige Thier in Winterschlaf verfallen können. Anders mit den Warmblütern. Diese erfrieren bekanntlich ungemein leicht; durch die Horvath'schen, wacher genauer anzuführenden Untersuchungen ist es nun sehr wahrscheinlich gemacht, dass nur diejenigen Warmblüter wirklich zu Winterschläfern werden können, welche im Stande sind, bei hinreichend niedriger Temperatur zu echten Kaltblütern zu werden. Selbst junge Thiere der andern Arten, deren Körpertemperatur bei der Geburt ungemein niedrig ist und fast der eines Kaltblüters gleichkommt, sind nicht im Stande, lange Zeit

niedrige Temperaturen zu ertragen; sie schlafen zwar ein, aber sterben zugleich. Wirkliches Erfrieren können natürlich auch die winterschlafenden Säugethiere nicht ertragen.

6) zu S. 137. Die hohe Körperwärme der eigentlichen Warmblüter, der Vögel und Säugethiere schwankt innerhalb sehr enger Grenzen. Bei dem Menschen beträgt sie 36—38° C., beim Hunde etwa 39; beim Schaf 40 oder etwas mehr; bei den Vögeln ist sie höher, selten unter 40°, steigt sie meist bis zu 42 und 43° C. Sehr vollständige Angaben s. bei M. Edwards, Anatomie et Physiologie Comparée, VIII, 16—18. Bei den Kaltblütern ist sie auch immer um einiges wärmer als die des umgebenden Mediums, aber sie steigt und fällt mit dieser, während die echten Warmblüter dieselbe oder doch fast die gleiche Temperatur trotz aller Schwankungen der Luft- oder Wasserwärme beibehalten. Inwieweit dies auch zutrifft für Kaltblüter, deren Körpertemperatur erheblich die des umgebenden Mediums übertrifft, ist noch nicht untersucht; man weiss z. B. durch Davy, dass bei Boniten die Körperwärme um 10° C., bei *Pelamys sarda* (Knochenfisch) um 7° C. höher ist als die des Wassers; nach Czermak soll der Olm der Adelsberger Grotte eine innere Wärme haben, die mitunter bis zu 5,6° C. höher ist als die des Wassers. Beigefügt mag auch noch werden, dass die Pythonarten zur Zeit der Eiablage 6° C. eigene Körperwärme haben, und dass im Bienenstock mitunter eine sehr erheblich gesteigerte Temperatur herrscht.

7) zu S. 137. Die Horvath'schen Mittheilungen stehen unter dem allgemeinen Titel „Zur Physiologie der thierischen Wärme“ im Centralblatt für die Medicinische Wissenschaft, 1872, Nr. 45, 47. Er verspricht in dieser vorläufigen Mittheilung eine ausführliche Darstellung seiner Experimente mit Winterschläfern, es liegt von derselben bisjetzt aber nur die erste Lieferung vor. (Horvath, Beitrag zur Lehre über den Winterschlaf. Physikalisch-medicinische Verhandlungen, 1878.) Die in dem angezogenen kleinen Aufsatz mitgetheilten Thatsachen sind indess auch so schon von hohem Interesse. Physiologisch ist wol Folgendes das Bedeutsamste. Man nimmt gewöhnlich an, dass das Erwachen der Winterschläfer bedingt wird durch steigende Luftwärme; in den Horvath'schen Versuchen war dies aber durchaus nicht der Fall; während der 2 Stunden 45 Minuten, welche bei dem einen mitgetheilten Experiment zum völligen Aufwachen benöthigt waren, blieb die Temperatur des Zimmers genau dieselbe (nämlich 10° C.), wie sie an den vorhergehenden drei Tagen während des Schlafs des Thiers geherrscht hatte. Dies beweist, dass das Erwachen des Ziesels bedingt sein

muss durch innere Ursachen, die wir noch nicht kennen. Viel merkwürdiger aber ist die andere Beobachtung, dass nämlich während des Erwachens die Körpertemperatur des Ziesel's ungemein rasch und zwar in der zweiten Hälfte des Processes viel rascher, als in der ersten steigt; beispielsweise stieg sie in dem ausführlich mitgetheilten Versuch in den ersten 1 Stunde 55 Minuten nur um  $6,6^{\circ}$  C., in den dann folgenden 50 Minuten aber um  $17^{\circ}$  C. Diese auffallend rasche Steigerung der Körperwärme trat dabei ohne irgendwelche starke Bewegungen — die man etwa als Ursache derselben hätte auffassen können — ein; auch die Zahl der Athemzüge zeigte keine der Erhöhung der Wärme entsprechende Zunahme.

Ich darf hier übrigens nicht verschweigen, dass mir kürzlich der durch seine vortrefflichen Untersuchungen über die Ameisen so vortheilhaft bekannt gewordene Dr. August Forel in München auf Grund von bisher unpublicirten Beobachtungen die Ansicht ausgesprochen hat, es hänge der Winterschlaf gar nicht von einer Erniedrigung der Luftwärme im Winter ab, sondern vielmehr von durch die Nahrung bedingten Einflüssen. Eine von ihm gehaltene Haselmaus schläft auch bei hoher Lufttemperatur ein (im August und September) und schläft dann ebenso fest, wie sie es im echten Winterschlaf thut; dabei ist ihre Körpertemperatur — nach den mir gütigst mitgetheilten Zahlen — immer nur um einige Grade höher, als die der Luft.

8) zu S. 138. Es ist Thatsache, dass Frösche oft genug ihren Laich ablegen in Wasser, dessen Temperatur kaum über dem Gefrierpunkt steht, in ebenso kaltem Wasser leben eine Menge wirbelloser Thiere. Dieselben Individuen gehen aber nicht zu Grunde, wenn auch ihre eigene Körpertemperatur im Sommer um mehr als  $30$  oder selbst gar  $40^{\circ}$  C. erhöht wird. Inwieweit sie dabei leiden, ist leider nicht festgestellt.

9) zu S. 139. Horvath, Ueber das Verhalten der Frösche und deren Muskeln gegenüber der Kälte. Physisch. medic. Verhandl., N. F., Bd. IV.

10) zu S. 141. Eine Aufzählung der beobachteten oder angegebenen Fälle vom Aufleben ganz eingefrorener Thiere findet sich in Schmarda's Thiergeographie, I, 8 u. 98. Es figuriren in dieser Liste Insekten, Fische, Kröten, Aotinien, Krebse, Mollusken, Nematoden. Bekannt ist, dass Fische auf Eis oder auch selbst gefroren transportirt werden, und nach dem Aufthauen wieder weiter leben; nur muss in allen solchen Fällen das Aufthauen langsam vorgenommen wer-

den; geschieht dies zu rasch, so sterben die Thiere. Gleiches Verhalten zeigen die Pflanzen.

11) zu S. 143. Es ist schwer, ja in vielen Fällen ganz unmöglich, zu beurtheilen, ob die Angaben Vertrauen verdienen oder nicht, zufällig gemachte vereinzelte Beobachtungen müssen oft einem allgemein ausgesprochenen Satz als Beweismittel dienen. So sagt man, der arktische Fuchs sei im Winter weiss, im Sommer verschieden gefärbt, dies wird von Payer als unrichtig bezeichnet, nach ihm soll *Canis lagopus* weiss, blau oder grau sein können zu allen Jahreszeiten (Petermann's Mittheilungen, 1871, XVII, 413.) Theilweise stehen damit schon die Bemerkungen in Giebel's Säugethieren, S. 832, in Einklang.

12) zu S. 144. Weismann, Studien zur Descendenz-Theorie. I. Ueber den Saison-Dimorphismus der Schmetterlinge (Leipzig 1875). Auch bei *Pieris Napi* ist es Weismann gelungen, durch Erniedrigung der Temperatur alle Individuen einer Sommergeneration in die Winterform zu verwandeln. Uebrigens muss ich in Bezug auf Weismann's Verwerthung der von ihm mitgetheilten Thatsachen über die Zucht von *V. levana-prorsa* bemerken, dass ich nicht mit ihm übereinstimmen kann; so interessant seine Versuche auch sind, so scheinen sie mir weder vollständig noch systematisch genug angestellt zu sein, um die Ableitung zwingender Schlüsse jetzt schon zu gestatten, oder die von Weismann angestellten Speculationen als durchaus begründet erweisen zu können.

13) zu S. 147. „Die Assimilation der Pflanzen ist nur zwischen einem specifischen Minimum und Maximum der Temperatur möglich; zwischen beiden Extremen liegt ein Optimum der Einrichtung.“ Pfeffer, Die Wirkung farbigen Lichts auf die Zersetzung der Kohlensäure in Pflanzen, Arbeiten des Botanischen Instituts zu Würzburg, 1871, Heft 1. Wie man sieht, gilt für die Pflanzen das gleiche Gesetz wie für die Thiere. Leider aber können wir nicht sagen, dass wir bereits, wie dies die Botaniker für manche Pflanzen gethan haben, Temperaturcurven für Thiere haben feststellen können. Dies hängt allerdings zum grossen Theil von der Schwierigkeit ab, welche die Thiere dem Experiment bereiten; ihre Lebenserscheinungen sind viel mannichfaltiger als die der Pflanzen, sie wachsen viel langsamer und lassen sich dabei weder leicht messen noch anbinden wie diese. Immerhin gibt es eine Anzahl rasch wachsender kaltblütiger Wasserthiere (Wasserschnecken, *Naiden*, *Branchipus*, *Apus* u. s. w.), welche nicht gerade sonderlich schwer zu züchten und auch leicht zu messen sind; mit ihnen vernünftig angestellte Experimente werden ohne Zweifel hübsche Resultate liefern.



Die Brauer'schen Versuche mit den Phyllopoden (Sitzungsberichte der k. k. Akademie der Wissenschaften, 1877) sind ein sprechender Beweis hierfür. Er fand z. B., dass Exemplare einer Chirocephalusart in einer Temperatur von 19° C. zwar wochenlang lebten, aber nicht geschlechtsreif wurden, dann aber innerhalb zwei Tagen die Geschlechtsreife erlangten, nachdem sie einer Temperatur unter 11° C. ausgesetzt waren. Die Eier einer Branchipusart konnten durch ihn erst dann zur Entwicklung gebracht werden, als er sie auf klein geschlagene langsam schmelzende Eisstückchen ausgestreut hatte. Es ist zu bedauern, dass Brauer keine genauen Temperaturcurven für die einzelnen von ihm gezüchteten Arten mitgetheilt hat, aber auch so schon scheint aus seinen Bemerkungen gefolgert werden zu dürfen, dass selbst nahe verwandte Thiere oft ganz verschiedene Optima der Temperatur besitzen.

14) zu S. 148. In Bezug auf diese Thiere verweise ich auch wieder auf die in Schmarda's Thiergeographie gegebene Liste. Die höchste bisjetzt beobachtete Temperatur, welche ausgewachsene Thiere ertragen können, ohne irgendwie belästigt zu werden, beträgt 75° C. (*Sparus Desfontainesii* in den Quellen von Tozer und Cafra in Tunis.) Die Beobachtungen von Plateau (*Recherches physico-chimiques sur les Articulés Aquatiques, 2<sup>e</sup> Partie, Bruxelles 1872*) widerlegen diese Angaben nur scheinbar; denn er hat eben nur mit solchen Thieren experimentirt, welche im kalten Wasser leben oder in Thermen von niedriger Wärme. Auch ist zwischen den Resultaten seiner Experimente und den von ihm selbst mitgetheilten Thatsachen von der Existenz der Thiere in diesen Thermen ein gewisser Widerspruch; denn diese haben nach Plateau's Liste eine Temperatur, welche genau den Maximalgraden entspricht, die überhaupt von jenen Thieren noch ertragen werden können, sie würden also, wenn man Plateau's Experimente als beweisend ansehen wollte, in einer Temperatur leben und sich fortpflanzen, welche die äusserste Grenze der Lebensfähigkeitscurve bezeichnet und demzufolge auch nicht mehr als wirklich günstig angesehen werden kann. Ausserdem sind die Experimente selbst nicht in zweckmässiger Weise angestellt, da weder eine allmähliche Abkühlung des erwärmten Wassers verhindert, noch die Versuche selbst hinreichend lange fortgesetzt wurden. Man darf aber hiermit nicht jene allbekannteren Fälle grosser Widerstandsfähigkeit gegen starke Hitze identificiren, welche sich auf Eier niederer Thiere (Insekten, Rotatorien, Nematoden u. s. w.) oder auf die eingekapselten Infusorien oder Larven beziehen. Es scheint,

als ob diese dabei genau ebenso, wie durch starke Kältegrade, in einen Zustand latenten Lebens versetzt werden, währenddessen ihre Lebensthätigkeiten inactiv sind, während bei den Thieren heisser Quellen z. B. genau der gleiche Stoffverbrauch stattfinden muss wie bei den im kälteren Wasser lebenden. Die Resistenzfähigkeit der Keime (oder Eier) niederer Thiere gegen hohe Hitzegrade einmal experimentell und im grossen Maassstab zu untersuchen, dürfte eine lohnende Aufgabe sein. Brauer gibt an, dass die Eier von *Apus cancriformis*, *Branchipus stagnalis* und *torvicornis* der grössten Sonnenhitze ausgesetzt werden können, ohne zu Grunde zu gehen.

15) zu S. 150. Solche Sommerschlafthiere gehören den verschiedensten Thiergruppen an. Allgemein bekannt ist der Tenrec Madagascars (*Centetes*); Insekten, Spinnen, Landschnecken Kröten und Eidechsen fand Darwin in Brasilien im Sommerschlaf; die Mehrzahl der mittelmeerischen Landmollusken machen einen Sommerschlaf durch, das Gleiche gilt von denen der Tropen. Vgl. hierüber Schmarda, *Thiergeographie*, I, 12. Wie schon im Text hervorgehoben, ist in den meisten Fällen, vielleicht in allen, die wirksame Ursache die grosse Trockniss der Luft, welche gewöhnlich mit hoher Lufttemperatur verbunden ist. Experimente, welche nachweisen, dass während des Sommerschlafes die Lebensvorgänge nicht bloss auf ein Minimum der Intensität herabgedrückt, sondern auch ihrer Natur nach verändert worden wären — wie beim Winterschlaf — liegen nicht vor.

16) zu S. 151. Man weiss, dass z. B. beim Menschen die Geschlechtsreife viel früher in den Tropen eintritt als in nordischen Klimaten; Mädchen von 12 Jahren werden in Cuba schon als erwachsen und zur Heirath fähig betrachtet. Noch viel frappanter ist diese Erscheinung bei Schweinen. Ich selbst habe in Manila gesehen, dass kaum drei Wochen alte männliche Schweine sich mit ganz erwachsenen Weibchen zu begatten versuchten und dass dabei eine Samenentleerung stattfand. Bei der Mannichfaltigkeit der auf die Geschlechtsthätigkeit einwirkenden Umstände ist es indessen sehr die Frage, ob eine solche Frühreife wirklich, wie angenommen, ausschliesslich durch die hohe Wärme der Tropen bedingt wird. Wir haben weiter oben einen durch passende Nährweise hervorgebrachten Fall von Frühreife kennen gelernt (2. Kapitel, 8. Anmerkung).

17) zu S. 153. Zeller, Untersuchungen über die Entwicklung des *Diplozoon paradoxum*, *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*, 1872, XXII, 169, und Zeller, Weiterer

Beitrag zur Kenntniss der Polystomen, Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, 1876, XXVII, 251.

18) zu S. 155. Man weiss, dass die Frösche während des Winters wenig fressen und gar nicht wachsen, trotzdem aber entwickeln sich bei ihnen die Eier während dieser Zeit. Ganz das Gleiche gilt für die Lymnaeen, für die ich nachgewiesen habe, dass das Minimum der Temperatur, welches ihnen Assimilation der Nahrung erlaubt und somit Wachstum bedingt, viel höher ist, als die Wintertemperatur, während welcher sie die Eiablage vorbereiten. Es ist ferner bekannt, dass Froschlarven, welche im ersten Jahre nicht rasch genug wachsen, um die Verwandlung rechtzeitig durchzumachen, als Kaulquappen überwintern und erst im nächsten Sommer weiterwachsen; es wäre interessant, zu untersuchen, ob bei solchen durch Kälte im Wachstum zurückgehaltenen Larven die Keimdrüsen sich weiter ausbildeten, als eigentlich im Larvenzustande geschehen sollte.

19) zu S. 155. Nach meinen viele Jahre hindurch gemachten Versuchen sind bei grossen Exemplaren des Axolotl etwa 48 Stunden hinreichend, um eine grosse Menge Eierstockseier in den Eileiter treten, mit der Eiweisschülle umgeben, befruchten und ablegen zu lassen. Die Experimente, welche dies beweisen, habe ich viele Jahre hindurch mit immer gleichem Erfolge angestellt. Hält man Axolotl in kleinen Aquarien ohne Pflanzen und Sand, doch unter täglichem Wasserwechsel, so legen geschlechtsreife Thiere keine Eier ab, selbst wenn man sie gut füttert. Ich habe auf diese Weise acht alte Axolotl, die mir früher bereits sieben Generationen von Jungen geliefert hatten, gezwungen, zwei volle Jahre steril zu bleiben; als ich sie dann in ein grösseres Aquarium mit strömendem Wasser, Sand, Steinen und Pflanzen brachte, begannen sie etwa 50 Stunden nachher Eier zu legen und lieferten nun ungefähr zwischen 900—1000 Eier, von denen mindestens 700 sich entwickelten. Es hängt dies auch nicht von der Jahreszeit ab, und von demselben Weibchen kann man im Laufe eines Jahres mindestens drei Generationen erzielen. Das Experiment ist indessen ein wenig gefährlich, da nicht selten die Männchen in der geschlechtlichen Aufregung zu Grunde gehen, wenn jenes zu früh unterbrochen wird.

20) zu S. 156. Zu diesen Larvenformen gehört auch der vielbesprochene Axolotl, dessen Fähigkeit, sich unter gewissen Umständen in ein kiemenloses Landthier (*Amblystoma*) umzuwandeln, unverdientermaassen als eine ganz wunderbare Erscheinung gepriesen wurde. Man nahm dabei an, dass er in Mexico, wo seine Heimat ist, sich

nie umwandelt. Das aber ist unrichtig, denn im wiener Museum befinden sich Exemplare des *Amblystoma* und *Axolotl*, welche gleichzeitig im See von Mexico gesammelt wurden. Die Notiz verdanke ich meinem Freunde Steindachner. Die *Axolotl* in Lake Como an der Central-Pacific-Eisenbahn auf dem Gipfel der Rocky-Mountains wandeln sich dort nach Aussage des Herrn Carlin immer in *Amblystoma* um; es ist das *Amblystoma mavortium*. Auch die Einwirkung ungenügender Wassermenge, welche nach Weissmann die Umwandlung des mexicanischen *Axolotl* bedingen sollte, kann bei dem Rocky-Mountain-Axolotl nicht die Ursache der Veränderung sein; denn sie geht im Wasser vor sich und die *Amblystoma* leben, solange sie noch klein sind, ausschliesslich im Wasser, wie ich aus eigener Erfahrung weiss. Ein längere Zeit bei mir lebendes junges *Amblystoma mavortium* ging freiwillig nie aus dem Wasser, während ein doppelt so grosses Thier fast immer auf dem Lande lebt und nur mitunter ein Bad nimmt. Es geht allemal ins Wasser, wenn die Lufttemperatur des Kellers, wo meine Aquarien stehen, unter die des Wassers, etwa bis auf 6 oder 8° C. sinkt.

21) zu S. 159. Die schon weiter oben kurz berührten Untersuchungen Brauer's über Phyllopoden enthalten eine Menge werthvoller Beobachtungen über diesen Punkt, die ich ihres allgemeinen Interesses halber hier zusammenstellen will. Leider lassen sie sich in keine tabellarische Form bringen. Bei allen Branchipusarten (z. B. *Chirocephalus Braueri*), die im ersten Frühjahr in Schneewasserpfützen vorkommen, ist ein rasches Steigen der Temperatur vom Gefrierpunkt an beginnend Hauptbedingung zur Entwicklung. Dieselben Arten gehen bei über 19° C. zu Grunde. Bei geeigneter Temperatur (etwa 11° C.?) ist die Entwicklungsdauer der *Chirocephalus* vom Ei bis zur Geschlechtsreife nur 12 Tage.

Für *Apus cancriformis*, *Branchipus stagnalis* und *torvicornis* wirkt das Gefrieren des Bodens dem Austrocknen gleich und sie entwickeln sich in warmen Frühlingstagen in den Schneewasserrachen gerade so rasch wie im Hochsommer in warmen Regenlachen.

Eier von *Lepidurus productus*, in feuchter Erde von April bis December aufbewahrt und dann 14 Tage lang dem Gefrieren ausgesetzt, lieferten bis 6° C. eine grosse Menge Larven. Der entwickelte *Lepidurus productus* verträgt nur eine Temperatur von 0 bis 18° C.

Eier einer *Apus*art aus *Charatum* entwickelten sich dagegen in grosser Menge bei 25° C.

Man vergleiche hierzu auch die Angaben Weissmann's im „Saison-Dimorphismus“ über die bei verschiedenen Individuen von Raupen derselben Art ganz verschiedene Beschleunigung der Entwicklung durch Temperaturerhöhung.

22) zu S. 163. Möbius sagt (Die äussern Lebensverhältnisse der Seethiere, S. 3): „In den tiefern Theilen des Nördlichen Eismeeres werden Muscheln, Krebse und Würmer, welche auch in den flachen Theilen der Ostsee vorkommen, viel grösser als in unsern mildern Breiten, weil dort keine grossen Temperaturdifferenzen den ruhigen Fortgang der Lebensthätigkeiten stören wie in unsern wechselwarmen Meeren.

23) zu S. 164. Herr Buxton hat uns nicht selber hierüber berichtet; ich entnehme die Notizen einem interessanten Aufsätze von Herrn E. Friedel im „Zoologischen Garten“ 1871, S. 65. Im Winter 1867/68 war die Kälte in Mr. Buxton's Wäldern — 7° C., trotzdem ging kein einziger Kakadu zu Grunde. Merkwürdig genug litten carolinische Papagaien (*Psittacus carolinensis*), die in Amerika bis nach Canada hinauf streichen, im Park Buxton's am meisten, die echt tropischen Kakadus der Molukken gediehen vortrefflich. Leider werden diese Versuche von dem Bruder des inzwischen verstorbenen Herrn Buxton nicht fortgesetzt.

24) zu S. 168. Möbius (Meyer und Möbius, Fauna der Kieler Bucht, 1865, I, xxix) sagt: „Man darf sich daher nicht wundern, in der Kieler Bucht in jeder Jahreszeit, selbst wenn sie mit dickem Eis bedeckt ist, in der Tiefe Eier von Schnecken und Würmern zu finden. Am 26. Januar 1862 wurde vom Eise aus, das seit acht Tagen das Wasser bedeckte, ein Muschelpfahl gezogen, woran Eierschnüre von *Dendronotus arborescens* und Aeolidien hingen. Die meisten unserer Hinterkiemer laichen jedoch vom Mai bis Juli am reichlichsten.“ Dadurch wird im Kieler Meerbusen eine gewisse Periodicität doch erzeugt, es erscheint nach Möbius die junge Brut am reichlichsten bald nach der Zeit, wo die Eierzeugung ihren höchsten Grad erreicht hatte, während grosse Exemplare zu allen Jahreszeiten gefangen werden. In dem angezogenen Werk von Meyer und Möbius, Bd. 1 und 2 findet man überhaupt eine grosse Menge trefflicher Notizen über Biologie der kieler Seethiere.

25) zu S. 168. In der Kieler Bucht (Meyer und Möbius, II, 11) schwankt die mittlere Monatstemperatur in 16 Faden Tiefe noch zwischen dem Maximum von 14° und einem Minimum von 1,5° C. Auf den Philippinen beträgt die Differenz zwischen den extremen Monatsmitteln der Lufttemperatur

höchstens 7° C. In der Nordsee und in England wird, wie Meyer und Möbius bemerken, in derselben Tiefe das Wasser schon weniger stark beeinflusst durch die Schwankungen der Lufttemperatur. Wie tief der Einfluss der letztern in unsern Meeren überhaupt reicht, ist unbekannt, jedenfalls ist dies von sehr verschiedenen localen Bedingungen abhängig. 26) zu S. 168.

Mehrzahl der	der Philippinen	des Mittelmeeres	des Nordatlantischen Meeres
Aspidochiroten	in 0 F.	20—30 F.	30—60 F.
Dendrochiroten	„ 1—10 „	10 „	20—60 „
Synaptidae	„ 0 „	1—10 „	1—10 „

Brachiopoden, welche in nordischen Meeren nur in grossen Tiefen vorkommen, finden sich in tropischen Meeren schon nahe der Oberfläche, mitunter selbst dem Einfluss von Ebbe und Flut ausgesetzt. (Lingula).

27) zu S. 169. Wenn man annimmt, dass die grösste Zahl der Individuen, Arten und Gattungen, die zusammen leben, eben dadurch auch den primären Wohnort (sogenanntes Verbreitungscentrum) bezeichnen, so sind die jetzigen am Grunde des Meeres lebenden Crinoiden, Spongien und mancherlei andere auffallende Formen ganz entschieden als Kaltwasserthiere zu bezeichnen. Denn die bei weitem grösste Mehrzahl derselben lebt in Meerestiefen, wo die Temperatur ohne irgendwelche erhebliche Schwankungen das ganze Jahr hindurch auf dem niedrigen Grade von 1—2° C. über Null steht.

28) zu S. 172. Von grossem Interesse versprechen in dieser Beziehung die Beobachtungen von Schmankewitsch über *Artemia* und *Branchipus* zu werden. Er fand, dass bei Individuen, welche durch zu bedeutende Erhöhung oder Erniedrigung des Salzgehalts in ihrer Assimilation beeinträchtigt wurden, durch Erniedrigung resp. Erhöhung der Temperatur des Wassers der verderbliche Einfluss des veränderten Salzgehaltes gänzlich aufgehoben werden konnte. Er beobachtete ferner, dass die Grösse der Kiemensäcke von *Artemia* direct abhängig sei von der Temperatur des Wassers, und zwar entspricht die bedeutendere Grösse dem höhern Wärmegrad. Er beeinträchtigt indessen den Werth seiner Mittheilungen dadurch, dass er gänzlich unbekannte Verhältnisse, nämlich die Menge der (bei seinen Experimenten) im Wasser enthaltenen Luft in die Berechnung zieht, und alles durch die wechselnde Luftmenge des verschieden salzigen Wassers bei verschiedener Temperatur zu erklären versucht. Allgemeine

Sätze, wie er sie hypothetisch in Bezug auf die Rolle der Luft im Wasser ausspricht, nützen hierbei wenig oder schaden nur.

### Zum fünften Kapitel.

1) zu S. 180. Es war unmöglich, im Text alle im salzen Wasser lebenden Süßwasserthiere aufzuzählen; ich gebe hier eine etwas vollständigere Liste, die indessen auch noch nicht den Anspruch auf absolute Vollständigkeit erhebt.

#### Turbellaria.

*Microstomum lineare*, Ostsee bei Greifswald (M. S. Schultze, Arch. f. Naturg., 1849, Bd. 15).

#### Annelida.

*Enchytraeus spiculus* } Helgoland am Meeresufer im  
Frey und Leuckart. } Schlamm.

*Saenurus neurosoma* } Frey und Leuckart, Zur Kenntniss  
Frey und Leuckart. } wirbelloser Thiere, S. 151.

*Tubifex papillosus* Clap. } Atlantischer Ocean.  
*Heterochaeta costata* } Claparède, Beobachtungen über  
Clap. } Anatomie und Entwickelungs-

*Ctenodrilus pardalis* } geschichte wirbelloser Thiere.  
Clap. }

*Pachydriilus* Clap. — Alle Arten leben in Salzsoolen (Kissingen, Kreuznach u. s. w.).

*Pontodrilus Marionii*, an der Meeresküste bei Marseille im reinen Meerwasser.

*Cystobranchus viridis* Verill, ein gleichzeitig im süßen wie im salzen Wasser lebender Blutegel (Report of Prof. Baird on the Fisheries for 1872—73, S. 686).

#### Arthropoda.

##### 1) Crustacea.

*Gammarus* sp.

*Cyclops* sp.

*Cypris*

*Palaemon* *Idae*

Heller

*Palaemon* sp. n.

Von mir in Aestuarien, welche zeitweilig stark salziges Wasser enthalten, bei Zamboanga (S.-W.-Spitze von Mindanao, Philippinen) beobachtet. 15. October 1859 laut Tagebuch.

Die typische Gattung *Palaemon* ist eine echte Süßwasserform, fast alle Arten leben im rein süßen Wasser, manche gehen hoch in Gebirgsbäche hinauf bis zu 6000 Fuss über dem Meer. Nur die zwei genannten Arten kommen im Brakwasser oder am Ufer des Meeres vor; *Palaemon Idae* wurde von mir auch im Hafen von Hongkong gefangen.

*Astacus* 2 sp. im Kaspi-See, vergesellschaftet mit marinen Arten (Eichwald, Arch. f. Naturg. IV. Jahrg.).

*Branchipus stagnalis*, eine typische Süßwasserform, soll nach Braun (Tageblatt der 25. Naturforscher-versammlung in Leipzig 1872, S. 188) im salzen Wasser viel grösser als im süßen werden, doch ist nicht gesagt, ob der Krebs sonst unverändert bleibt.

*Daphnia rectirostris* und andere Arten leben nach Schwankewitsch ebenso gut im süßen wie im salzen Wasser; aber sie zeigen doch gewisse von den Medien abhängige Unterschiede.

## 2) Arachnida.

Meeresmilben sind nicht gerade selten. Gosse hat drei englische Arten beschrieben (Ann. N. H., 2 Ser., Vol. XVI, S. 27 u. 305); Philippi fand *Pontarachua* in Neapel am Ufer (Arch. f. Naturg., 1840, Vol. VI); *Thalassarachna Verrillii* Packard lebt im tiefen Wasser an der amerikanischen Küste (Silliman's American Journ., 1871, Febr.) Ich selbst habe eine echte Spinne in Löchern von Korallenblöcken gefunden, die bei jeder Flut unter Wasser gesetzt wurden, sie war sehr gemein in Bohol und bei Zamboanga (Philippinen), ist aber bislang unbeschrieben geblieben, da meine Arachnidensammlung unbearbeitet im hamburger Museum steht.

## 3) Insecta.

Darwin führt an verschiedenen Stellen seines bekannten Reisewerks Salzwasserinsekten auf, meistens Käfer und Wanzen. An der nordamerikanischen Küste sind neuerdings durch Baird (Report on the Condition of the Sea-Fisheries of the S. Coast of N. England 1871—72, Part. I), dann durch Packard (Proceeding of the Essex Institute, Vol. VI, S. 41 und Sillimans' Journal, 1871, Febr.) und Verrill (Sillimans' Journal, Vol. VII, 1874, S. 131) zahlreiche Insekten (Käfer, Wanzen und Fliegen) aufgefunden worden. Ich selbst habe auch auf den Philippinen einige Meeresinsekten gefunden, die leider bislang unbeschrieben geblieben sind. Von ältern Beobachtungen erwähne ich Slabber's Dipterenlarve (Naturkundige Verlostigungen, Taf. 13, S. 112), wol die Larve einer Chironomusart, eine ganz ähnliche Art habe ich massenhaft im philippinischen Meere gefunden, wo mitunter in stillen Buchten Mückenschwärme das Meer dicht bedeckten; dann



Audouin (Nouvelles Annales du Muséum d'Histoire Naturelle, T. III, S. 117), wo die Bemerkung steht, dass sich der *Blemus fulvescens* ganz ähnlich, wie die *Argyroneta* des süßen Wassers, mit einer Luftblase umgibt. Unter den Hemipteren (*Salda*, *Corixa*, *Hygrotrechus* und *Halobates*) sind die Arten der Gattung *Halobates* dadurch ausgezeichnet, dass sie in allen Entwicklungsstadien auf der Oberfläche des Meeres und zwar oft Hunderte von Meilen vom Strande entfernt, laufen. Beschrieben sind — wie ich von meinem Freund Dr. Hagen erfuhr — acht Species dieser Gattung; die von mir gefundene oben im Text abgebildete ist neu und die grösste von allen. Sie wurden im Atlantischen, Indischen und Stillen Ocean sowie im Chinesischen Meer gefunden, aber immer nur in den tropischen oder subtropischen Theilen.

Auch in Salzwasserseen auf dem Lande finden sich Insekten; Packard hat (*Sillimans' Journal*, 1871) im Clear Lake acht verschiedene Species, im Mono Lake eine Art gefunden. In den Salinen Europas finden sich zahlreiche Insekten; eine Zusammenstellung derselben und genaue Beschreibung ist mir nicht bekannt geworden. Mit Mückenlarven, die in einem Bassin auf dem Hofe der hiesigen Universität leben, habe ich dieses Jahr Vorversuche gemacht durch Einsetzen in Meerwasser, sie lebten in demselben ganz munter 5—6 Tage lang, dann aber gingen sie zu Grunde. Ich vermute aber — was ich im nächsten Jahre genauer zu untersuchen gedenke — dass sie an Nahrungsmangel starben. Man vergleiche hierzu die Plateau'schen Experimente (s. unten).

#### Mollusca.

*Cyclas*, *Unio*, *Anodonta* vereint mit *Tellina* und *Venus* im livländischen Busen. In der Ostsee *Lymnaea auricularia*, *ovata*, *Neritina fluviatilis* mit Meeresmollusken.

*Paludina*, *Neritina* in Gesellschaft von *Mytilus* und *Cardium* im Kaspisee nach Eichwald.

*Planorbis glaber* Jeffreys in 1415 Faden nördlich von Cap Tenez, Algier (*Nachrichtsblatt der Malacozoologischen Gesellschaft*, 1871, S. 89).

*Unio* sp. im Bereiche des salzen Wassers im Brisbane-river, Australien (*Voyage of the Rattlesnake*, Vol. II, S. 362); Baer fand Unionen an der Dwinamündung (*Archiv für Naturgeschichte*, IV. Jahrg.).

Nilsson fand eine *Anodonta* am Seestrande von Schweden und Norwegen.

*Neritina viridis* 3=10 Faden im Meer, auch in Flussmündungen, Westindien.

*Neritina matonia* Risso, Nizza. Journ. d. Conchyl., III, S. 284.

Unter den Neritinen sind zahlreiche Brakwasser- und Meeresarten, und manche unter ihnen sind für die speciellern Fundorte in hohem Grade charakteristisch. Ich selbst fand auf den Philippinen nicht weniger als 16 oder 17 verschiedene Arten. Im reinen Salzwasser (3—4 Proc.) fanden sich *Neritina Mortoniana*, *pulchella* und *panaensis* n. sp., alle derselben systematischen Gruppe angehörig. Im Brakwasser oder an Stellen, wo süßes und salzes Wasser miteinander abwechselft, die folgenden: *N. Mortoniana*, *paradoxa* n. sp., *cassiculum*; dann *subauriculata* und vier ihr verwandte Species; in den Mangrovesümpfen *N. communis*, *ziczac* und einige andere Arten, endlich ebenda aber ausschliesslich auf Bäumen lebend *N. dubia*, *cornea* und *subsulcata*.

*Melanopsis costata* im Todten Meer (nach Schmarda, Geographie der Thiere, I, 53.)

*Rissoa ulvae*, eine *Hydrobia* im schwach salzigen Wasser (Correspondenzblatt der Malacozoologischen Gesellschaft, 1871, S. 94), oder im stark salzigen (Meyer und Möbius, Fauna der Kieler Bucht, II, XXI).

#### Vertebrata.

*Gasterosteus aculeatus* }  
*Anguilla fluviatilis* } Kieler Meerbusen.

Im Brakwasser des Scheerenwassers nach Eckström leben folgende Süßwasserfische:

*Cottus gobio* ferner 13 Cyprinoiden.

*Lota vulgaris*

*Gasterosteus*

*Acerina*

*Lucioperca*

Im Kaspisee fand Eichwald (Archiv für Naturgeschichte, IV. Jahrg.) folgende:

*Cyprinus*, *Esox*, *Perca*, *Lucioperca*, *Cobitis* vergesellschaftet mit echten Meeresfischen (*Clupea*, *Syngnathus*, *Gobius*).

Wenn man die Krokodile als typische Süßwasserthiere betrachtet, so wären hier auch noch *Crocodylus biporcatus* der östlichen Hemisphäre und ein amerikanisches Krokodil (nach Humboldt) zu erwähnen als Meerbewohner. Ein Meeresreptil ist ferner *Amblyrhynchus ater*.

Die das Meer bewohnenden Säugethiere und Vögel sind kaum hierher zu rechnen; eine Aufzählung derselben wäre auch deswegen überflüssig, weil sie allgemein bekannt sind.

2) zu S. 181. Alle Seeschlangen sind lebendiggebärend. Die Weibchen gehen, wenn sie trächtig sind, ans Ufer niedriger Inseln, wo sie in Höhlen der Felsen die Jungen gebären, aber sie trennen sich dann noch nicht voneinander, sondern bleiben zusammen, man weiss nicht wie lange. An der Ostküste von Mindanao habe ich selbst einmal ein riesiges Weibchen, wahrscheinlich von *Platurus fasciatus*, gefunden zwischen Kalkklippen, wo es ruhig zusammengeringelt lag und zwischen seinen Windungen und theilweise auf ihm lagen mindestens 20 Junge, die schätzungsweise bereits über zwei Fuss Länge besaßen. Nur durch einen Zufall wurde ich verhindert beim Herunklettern auf den Klippen in dieses Schlangennest hineinzutreten, mein gehobener Fuss befand sich kaum noch zwei Fuss darüber, als ich das giftige Gewürm dicht unter mir erblickte.

3) zu S. 183. Auch die hier folgende Liste der im süßen Wasser lebenden Meerthiere ist nicht vollständig.

#### Coelenterata.

*Cordylophora lacustris* s. Text.

#### Bryozoa.

*Membranipora bengalensis* — Stoliczka, *Proceed. Asiat. Soc. Bengal*, Juli 1878.

*Victorella pavida* — Kent, *Quarterl. Journ. Microsc. Soc.* 1870.

Eine *Flustra* nahe stehende Art in einem Süßwasserbehälter zu Nagpur in Centralindien auf den Gehäusen von *Paludina bengalensis* und an Wasserpflanzen (*Ann. Mag. Nat. Hist.*, 3. Ser., Vol. 1, S. 168).

#### Annelida.

Verschiedene *Nereis* und *Nemertes* wurden von Tscherniawsky im See Paläotomen (Mingrelieu) gefunden, dessen Wasser trinkbar ist (*Leuckart's Jahresberichte*, 1868—69, S. 212).

*Manayunkya*, ein von Leidy bei Philadelphia entdeckter Kopfkriemer des süßen Wassers.

#### Arthropoda.

Die Zahl der im süßen Wasser lebenden Meeresformen ist ungemein gross; ich hebe hier nur die wichtigsten hervor und verweise auf den wichtigen Aufsatz von Ed. von Martens.

Balanusarten im See Paläotomen nach Tscherniawsky.  
*Cypris salina* und *Cypridopsis aculeata* in ganz süßem

Wasser nach Brady (Nat. Hist. Trans. Northumberland und Durbam, Vol. II, Part. I, S. 121).

*Bopyrus* sp. div.? Ausser auf den Philippinen (s. Text) finden sich Arten in Indien, in verschiedenen Museen habe ich Süsswasserpalaemoniden (*Palaemon indicus*) mit solchen gesehen, so in München. Meines Wissens sind dieselben noch nie beschrieben worden.

Eine *Penella* lebt nach Peters an einem *Gobius* im rein süssen Wasser der Laguna de Bay bei Manila (Luzon).

Von sehr grossem Interesse sind die Meeresformen, welche jetzt am Grunde der schwedischen und norwegischen Seen gefunden werden; *Mysis relicta* Lovén lebt als *Mysis oculata* jetzt noch im Meere bei Grönland; *Pontoporeia affinis*, welche in der Ostsee und in den nordischen Süsswasserseen lebt. Beide Arten sind neuerdings von Alleyne Nicholson und Smith in den grossen nordamerikanischen Seen (Lake Superior, Ontario, Michigan) gefunden worden. S. Sillimans' Journal, 3. Ser. Vol. V, 1873, S. 387; Vol. II, 1871, S. 373, 448; Vol. VII, 1874, S. 161.

Zu der von Martens gelieferten Liste von Süsswasserkrabben kann ich hinzufügen, dass ich *Varuna literata* in ganz identischen Exemplaren auf hohem Meere am Fucus, in den Aestuarien der Philippinen im Brakwasser sowie in ganz reinem Süsswasser hoch oben im Lande auf Luzon gefunden habe, sie lebt auch im See Taal. Drei oder vier noch unbeschriebene Arten der Meerform *Hymenosoma* wurden von mir in den Sümpfen und Flüssen der Philippinen und im Fluss bei Canton entdeckt. Die auf dem Lande lebenden Crustaceen (*Birgus*, *Cenobita*, viele *Grapsoiden*, *Gecarcinus* u. s. w.) gehören strenggenommen nicht hierher, mögen hier aber auch erwähnt werden, da sie wenigstens nicht im Seewasser leben und gewiss häufig genug von Regen getroffen werden.

Eine *Penaeus*art lebt in einem Nebenfluss des Sutledj am Fusse des Himalaja nach Huxley (Proceed. Zool. Soc., 1878, S. 787); *Penaeus brasiliensis* geht, wie Baird angibt, hoch in die Flüsse Nordamerikas hinauf (Report on the Fisheries 1872).

#### Mollusca.

Ausser den im Text aufgeführten sind mir keine Beispiele von Meermollusken, die im süssen Wasser leben, bekannt geworden, vielleicht gehört indessen auch *Teredo senegalensis* Blainv. hierher. Die Angabe von *Aucapi-*

taine (Revue und Magazin de Zoologie, 1858, S. 509), dass *Cypraea moneta* in den Gewässern im Innern von Sudan lebe und bei Tombuktu von den Bewohnern durch Rindshäute gefangen werde, ist in Zweifel gezogen worden, Aucapitaine aber ist wiederholt für die Richtigkeit seiner Beobachtung eingetreten. Durch die neuern Reisen scheint indessen bisjetzt keine Bestätigung geliefert worden zu sein.

#### Vertebrata.

Zu den im Text erwähnten Formen wären noch manche wandernde Meerfische hinzuzufügen, so z. B. die Alosaarten, manche Pleuronectes und verwandte Formen (ein Flunder kommt bei Metz und Trier vor, nach Leuthner, Die mittelhheinische Fischfauna, Basel 1877). In den Flüssen Südamerikas leben ausser Katzenhaien und den bekannten *Manatus* — dessen nächster Verwandter, die indische Seekuh (*Halicore*), nur im Meere vorkommt — noch zahlreiche Fischarten, deren nächste Verwandte typische Meerthiere sind, so eine *Diodon*art u. a. m. In der östlichen Hemisphäre leben mehrere Arten des Genus *Hemirhamphus* im süßen Wasser, die von den im Meere lebenden Verwandten nur specifisch verschieden sind.

Man vergleiche hierzu einen Aufsatz von Bert (*Annales des Sciences Naturelles*, 5. Sér., Vol. VII, S. 369) und vor allem Viviani (*Atti del' Instituto Veneto* XI, 1865 — 66, S. 467), welcher hier ausführlich über die im Süßwassersee zu *Arcqua* acclimatisirten Meerfische (*Mugil* 5 Arten, *Labrax lapus*) berichtet.

4) zu S. 186. Nach den Versuchen Bernard's am Frosch und Plateau's an Crustaceen könnte man fast versucht sein anzunehmen, dass bei allen Wasserthieren, die vom Meer in die Flüsse wandern und umgekehrt, durch die Osmosis der Haut jede Differenz zwischen dem Salzgehalt ihrer innern Gewebe und dem des umgebenden Wassers rasch ausgeglichen werde. Bei manchen Thieren, so z. B. dem Stichling, ist es wol sicher der Fall — obgleich auch für dies Thier keine entscheidenden Experimente vorliegen — bei andern, so den Krokodilen, dürfte mit Grund bezweifelt werden, dass bei den sich gerade im Meere aufhaltenden Exemplaren das Fleisch auch salzig werde. Genaue Untersuchungen liegen in dieser Richtung nicht vor. Man hat aus der leicht zu beobachtenden Thatsache, dass ein Süßwasserstichling, plötzlich in Meerwasser versetzt, anfänglich wegen seiner grössern Leichtigkeit nicht auf dem Grund des Aquariums zu schwimmen vermag, und die Fähigkeit

dazu ganz allmählich erwirbt, schliessen wollen, es hänge dies von der Imprägnation seiner Gewebe durch Salzwasser ab. Es ist indessen nicht nachgewiesen, und es gibt noch einen andern Weg, auf welchem der Fisch sein specifisches Gewicht zu verändern vermöchte: durch Resorption der in der Schwimmblase enthaltenen und ihr immer neu zugeführten Luftmengen. In sehr luftreichem Süßwasser lagert sich in dieser und sogar in den Gefäßen eine solche Menge Luft ab, dass der Fisch dadurch leichter als das Wasser wird und dann auch im süßen Wasser nicht mehr auf den Grund kann; ich habe in meinen Aquarien bei constanter reichlicher Zufuhr von sehr luftreichem Wasser die Stichlinge, Weissfische und Axolotl schliesslich an Luftimprägnation ihrer Gewebe zu Grunde gehen sehen. Umgekehrt könnte natürlich auch leicht eine Verminderung der Luftmenge in der Schwimmblase stattfinden, wodurch bei gleichbleibendem Volum des ganzen Thieres das specifische Gewicht erhöht werden würde.

5) zu S. 189. Da die kleine Arbeit von Beudant wol nur Wenigen leicht zugänglich ist, so will ich auf Seite 285 seine Tabellen (im Auszug) mittheilen.

Es muss indessen bemerkt werden, dass bei den Versuchen gar keine Rücksicht auf die Temperatur genommen wurde. Da nun bei wechselnder Temperatur auch das Athmungsbedürfniss der kaltblütigen Thiere sehr verschieden ist, so darf man annehmen, dass bei Berücksichtigung dieses Umstandes ähnliche Versuche etwas andere Resultate geben werden.

6) zu S. 190. Möbius, Die Auster und die Austernwirthschaft (Berlin 1877), S. 53, 54. Vier Meilen östlich von Kiel findet sich eine fossile Austernbank. „Jahrtausende später als die Austernbank von Waterneversdorf schon lange Land geworden war, lebten Austern noch in solchen Mengen an den Küsten der dänischen Inseln, dass sie den Menschen des Steinalters in diesen Gegenden als Nahrung dienen konnten.“ Möbius ist geneigt, den geringern Salzgehalt der Ostsee, im Verein mit der länger andauernden niedrigen Wintertemperatur und dem Mangel einer regelmässigen Wasserbewegung durch die Flut, das Fehlen der Auster in der Ostsee zuzuschreiben, sowie auch das Nichtvorkommen des Hummers, des grossen Taschenkrebses (*Platycarcinus pagurus*) und des essbaren Seeigels (*Echinus esculentus*). Ebend. S. 51.

7) zu S. 192. Prof. Verrill vom Yale College, Amerika, einer der genauesten Kenner amerikanischer Crustaceen, bestritt in einer Unterredung, die ich mit ihm über diesen

Tabelle über Beudant's Versuche.

Experimente mit Süßwassermollusken.						Experimente mit Seemollusken.					
Namen der Arten.	Anfangszahl der Exemplare. 1. Mai.	Zahl am 15. Juli		Zahl am 15. October		Namen der Arten.	Anfangszahl der Exemplare. 1. Januar.	Zahl am 1. Juni		Zahl am 15. Sept.	
		im süßen Wasser.	im salzen von 2 <sup>o</sup> / <sub>o</sub> .	im süßen Wasser.	im salzen von 4 <sup>o</sup> / <sub>o</sub> seit 17 Tagen.			im Meerwasser.	in halb süßem	im Meerwasser.	seit 15 Tagen in ganz süßem.
<i>Limnaea stagnalis</i> ....	30	21	23	16	13	<i>Patella vulgata</i> .....	30	23	21	16	15
„ <i>auricularia</i> ...	30	19	17	14	11	<i>Turbo neritoides</i> .....	50	39	37	22	25
„ <i>palustris</i> ....	50	33	27	22	19	<i>Purpura lapillus</i> .....	30	28	26	19	17
<i>Physa fontinalis</i> .....	50	28	27	17	21	<i>Arca barbata</i> .....	30	23	22	17	18
<i>Planorbis corneus</i> ....	30	22	19	15	13	<i>Venus maculata</i> .....	30	26	23	18	15
„ <i>carinatus</i> ...	50	34	31	19	16	<i>Cardium edule</i> .....	30	25	21	17	15
„ <i>vortex</i> .....	50	37	39	26	22	<i>Ostrea edulis</i> .....	15	15	13	14	11
<i>Ancylus lacustris</i> .....	50	39	33	28	25	<i>Mytilus edulis</i> .....	30	30	30	30	30
<i>Paludina vivipara</i> .....	30	23	24	21	11	<i>Balanus striatus</i> .....	21	19	21	18	19
„ <i>tentaculata</i> ...	50	38	35	31	17	<i>Fissurella uncibosa</i> ...	30	21	18	14	—
„ <i>obtusa</i> .....	60	42	39	27	30	<i>Haliotis tuberculata</i> ...	15	13	11	5	—
<i>Neritina fluviatilis</i> ....	50	37	31	26	9	<i>Buccinum undatum</i> ...	20	17	13	11	—
<i>Unio pictorum</i> .....	20	17	13	8	—	<i>Tellina incarnata</i> ....	30	24	21	13	—
<i>Anodonta cygnea</i> .....	15	11	10	7	—	<i>Pecten varius</i> .....	20	19	7	11	—
<i>Cyclas cornea</i> .....	40	32	25	18	—	<i>Chama lazarus</i> .....	10	9	5	3	—

Anmerkungen.

Gegenstand hatte, die Richtigkeit der Bestimmungen Schmankewitsch's; er sagte: „Die einzigen Charaktere, die zur zuverlässigen Unterscheidung der Gattungen Branchipus und Artemia dienen könnten, seien die männlichen Greiforgane, diese seien aber von Schmankewitsch gänzlich unberücksichtigt geblieben“. Ich habe weder Zeit, noch das Material, um diesen Punkt genau untersuchen zu können, und ich will nur bemerken, dass Schmankewitsch in seiner neuesten Arbeit (Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, 1877, XXIX, 493) auch auf die männlichen Greifantennen Rücksicht nimmt.

8) zu S. 195. Dass in der That nicht alle Thiere modificirt werden müssen, wenn sie aus süßem in salzes Wasser gebracht werden oder umgekehrt, geht schon aus der That-sache hervor, dass die wandernden Fische keinen Einfluss des wechselnden Mediums zu erkennen geben. Hier könnte man freilich sagen, derselbe habe nicht Zeit gehabt, sich zu äussern, da der Wechsel zu rasch erfolge. Aber es gibt Thiere, welche gleichzeitig im süßen, brakigen und reinen Meerwasser vorkommen, doch aber keine Unterschiede zeigen, während andere Arten recht sehr verschiedene Formen, je nach dem Fundort, aufweisen. Zu jenen gehört z. B. *Crocodylus biporcatus*, *Varuna literata* u. s. w., zu diesen *Neritina Mortoniana*, welche im Meer immer glatt ist, im Brakwasser aber und süßem Wasser häufig Stacheln entwickelt, wie sie für die Untergattung *Cliton* — die specifisch charakteristisch ist für Süßwasserströme — bezeichnend sind.

9) zu S. 196. Die Bemerkung, dass auf kleinem Areal meist nur kleine Thiere vorkommen, ist sehr alt, aber nur theilweise richtig. Allgemein bekannt ist der Ausspruch, nur auf Continenten könnten die grössten Säugethiere leben. Selbst der Mensch unterliegt zum Theil diesem Gesetz. Seeleute, welche den grössten Theil ihres Lebens von Jugend auf im denkbar engsten Raum zusammengepfercht leben, sind im allgemeinen klein, oft unter Mittelgrösse. In diesem letztern Falle ist es aber zum mindesten zweifelhaft, ob die Kürze eine Folge dieser Lebensweise und nicht vielmehr die der Nahrungsweise, des Mangels an Luft, der harten Arbeit u. s. w. sei. In andern Fällen, wie bei Landmollusken, Insekten, Landwirbelthieren u. s. w., von denen derartige Beobachtungen bekannt sind, erscheint es gleichfalls kaum zulässig, die geringere Grösse ohne weiteres dem directen Einfluss eines kleinern Areals zuzuschreiben. So ist z. B. die Thatsache, dass auf kleinen Inseln modernen Ursprungs meist nur kleine Landthiere vorkommen, ohne Schwierigkeit erklärlich; da jene ihre Fauna von auswärts



her über das Meer erhalten haben, so werden die kleinsten Thiere am leichtesten auf sie gelangen können, da sie am leichtesten transportirbar sind, manche grosse Arten aber gänzlich ausgeschlossen sein. Alle Untersuchungen, die sich auf diesen Arealeinfluss beziehen, sollten zum mindesten mit Experimenten an Süßwasserthieren beginnen, da bei diesen die zusammenwirkenden Ursachen die geringste Mannichfaltigkeit aufweisen.

10) zu S. 201. Das Factum ist nicht neu. Herr Jabez Hogg hat dies schon vor langer Zeit beobachtet, aber er gelangte zu keinen allgemeinen Resultaten durch Experimente und selbst seine zufällig gemachten Beobachtungen sind nicht sonderlich zufriedenstellend (s. Journal Microscopical Society, Vol. 2, 1854, Transactions, S. 91). Die Beobachtungen Blanchard's (De l'accroissement de la taille chez les animaux à sang froid, Comptes rendus, 1867, S. 558) sind weder brauchbar, noch von allgemeinem Interesse.

11) zu S. 204. Ich habe, um nicht zu viel Raum des Textes für diesen Gegenstand in Anspruch zu nehmen, manche Einzelheiten meiner Experimente nicht erwähnt, den vollständigen Bericht über diese findet man in meinem Aufsatz „Ueber die Wachsthümsbedingungen des Lymnaeus stagnalis“ in Arbeiten aus dem Zoologisch-Zootomischen Institut in Würzburg, 1874, Bd. 1. Soweit ich sehe, sind durch die dort mitgetheilten Thatsachen alle Einwände widerlegt, zum Theil auch ausführlich discutirt, so namentlich auch der oben nicht erwähnte, dass das Verhältniss der Oberfläche des Wassers zum Volum von Einfluss auf das Wachsthum sein könne, weil davon die aufgenommene Luftmenge abhängt. Dieser Einwurf ist durch Experimente direct widerlegt worden, ich habe Zahlen angeführt, welche beweisen, dass es dabei ganz gleichgültig ist, ob die der Luft ausgesetzte Oberfläche des Wassers klein oder gross sei. Ebenso ist durch die Verschiedenheit in der Grösse und Form der bei den Experimenten benutzten Gefässe die Annahme beseitigt, es könnte der Seitendruck in ihnen von bestimmendem Einfluss sein.

12) zu S. 205. Dies scheint der Fall gewesen zu sein bei denen von mir in hermetisch geschlossenen Aquarien gezüchteten Asellus. (S. Text S. 196.)

13) zu S. 206. Bei der immer noch herrschenden Unklarheit über diesen Punkt erscheint es mir zweckmässig, einen Physiologen von anerkanntem Ruf sprechen zu lassen. Paul Bert sagt in seinen Leçons s. l. Physiologie comparée de la Respiration wörtlich Folgendes: „La question de savoir à quel organe il convient d'attribuer..... la

fonction respiratoire est souvent débattue avec une insistance pour le moins inutile. Toute membrane animale étant susceptible de dissoudre l'oxygène et, par suite, de se laisser traverser par lui, il est évident que la surface extérieure du corps est, tout entière, une surface respiratoire et que toute surface intérieure, comme le tube digestif, peut et doit être elle-même, si le milieu oxygéné s'y introduit, une surface respiratoire.“ Man wird natürlich jene Organe als Athmungsorgane im engern Sinne bezeichnen, bei denen durch Blätter- oder Fiederbildung und besonders stark entwickelte Gefässe in diesen jene Function der Athmung ganz besonders bevorzugt zu sein scheint.

14) zu S. 206. Nicht alle im Wasser lebenden Thiere haben eine weiche Haut, so z. B. Schildkröten, Krokodile, manche Schlangen, die Wale, viele Insekten u. s. w. Bei allen diesen aber findet die Athmung statt durch luftführende Organe, durch Lungen (bei den Wirbelthieren) oder Tracheen (bei den Insekten). Wo aber bei den letztern wirkliche Kiemen vorkommen (manche Larven), da ist die Membran, welche dieselben umkleidet, sehr dünn und daher gewiss auch leicht durchgängig für die Luft.

15) zu S. 210. Diese Mantelkiemen von *Lucina philippinensis* sind bisjetzt noch nicht beschrieben und auch im Text zum ersten mal abgebildet. Es sind grosse Büschel, welche zu zwei Paaren auf der Fläche einer Haut stehen, die vom vordern Schliessmuskel beginnend quer über die Mantelhöhle wegzieht und in ihrem hintern Theile einen engen Schlitz für den Durchtritt des sehr langen und dünnen Fusses besitzt. Diese Mantelkiemenbüschel sind im Leben sehr gross; in ihrem Innern enthalten sie ein äusserst reich entwickeltes Gefässnetz, dessen ausführende Gefässe sich schon an dem Ursprung der Kieme zu einem grossen Stamm vereinigt haben, der letztere tritt, ohne mit den Kiemenvenen zu verschmelzen, für sich in das Herz ein und zwar in den Vorhof desselben. Andere Arten derselben Gattung entbehren dieser Mantelkiemen.

16) zu S. 210. Ausser den beiden durch Experimente festgestellten Arten der Athmung von Wasserthieren (durch äussere Haut oder den Darm) scheint noch eine dritte Weise der Respiration zu existiren. Bei allen Mollusken findet wol zweifellos eine Wasseraufnahme in den Körper und zwar in das Blut statt, dieses Wasser dient wol sicherlich zur Schwellung der Gewebe, z. B. im Fusse, es soll aber auch Respirationswasser sein. Dies ist aber einstweilen nur eine, durch kein exactes Experiment belegte Annahme. Die

Wege, auf welchen das Wasser (süßes oder salzes) in das Blut gelangen soll, sind zweierlei Art. Verschiedene Autoren behaupten, sie finde durch Poren am Fusse und am Mantelrande statt; andere sagen, das Wasser müsse erst die bei keinem Mollusken fehlende Niere durchlaufen. Nach sorgfältiger Prüfung aller vorliegenden Arbeiten, auch der allerneuesten von Griesbach, muss ich behaupten, dass weder das eine noch das andere wirklich nachgewiesen ist; die zweite Annahme scheint mir indessen, auch nach meinen eigenen Untersuchungen, die wahrscheinlichere zu sein. Vielleicht sind beide richtig; hier kann, wie in allen physiologischen Fragen, wieder nur das Experiment entscheiden.

17) zu S. 211. Bei gleichem Gewicht und der durch die cylindrische Form erzeugten grössern Oberfläche eines Aales — gegenüber der eines Gründlings — verzehrte der Gründling im Mittel 13,8, der Aal nur 7,4 Sauerstoff in derselben Zeit (3 Stunden). (S. Bert, *Leçons s. l. Physiologie comparée de la respiration*, 1870, S. 261.) Seine ebenda niedergelegten kritischen Bemerkungen zu der landläufigen, aber falschen Hypothese, dass langlebige Fische, wie der Aal z. B., auf dem Lande lange Zeit leben können, weil ihre Kiemen durch das im Kiemensack enthaltene Wasser flottirend erhalten werden, sind sehr beachtenswerth.

18) zu S. 212. Die wichtigsten Untersuchungen über die interessante Darmrespiration des Schlammpeitzgers sind die folgenden: Erman, Untersuchungen über das Gas in der Schwimmblase der Fische, und über die Mitwirkung des Darmkanals zum Respirationsgeschäft bei der Fischart *Cobitis fossilis* (Gilbert's Annalen der Physik, 1808, T. XXX); Bischoff, Untersuchung der Luft, welche die Fischart *Cobitis fossilis* von sich gibt (Schweigger's Journal für Physik und Chemie, 1818, T. XXII); Baumert, Chemische Untersuchungen über die Respiration des Schlammpeitzgers (Annalen der Chemie und Pharmacie, 1853, neue Serie, T. XII). Der Schlammpeitzger verschluckt die Luft, welcher im Darm ein Theil ihres Sauerstoffs entzogen wird, durch den Mund. Dies thun aber auch manche andere Fische, so unsere Cyprinarten. (S. unten Anmerkung 20.) Ganz kürzlich erst hat Jobert gezeigt, dass verschiedene brasilianische Fische genau in derselben Weise athmen wie der Schlammpeitzger, und in ihrem Darm sogar noch besondere Fortsätze der Schleimhaut tragen, welche vorzugsweise dabei betheiligte zu sein scheinen, es sind Arten der Siluroideengattung *Callichthys*, dann *Doras*, *Hypostomus*. Man möchte fast die Frage aufwerfen, ob nicht auch unsere Cyprinoiden, wenn sie Luft schlucken, nur einen Theil derselben an den Kie-

men vorbeistreichen lassen, einen andern aber wirklich verschlucken, um auch die Darmschleimhaut mit an Sauerstoffreicher Luft direct in Berührung zu bringen.

Wenn man *Leuciscus*arten durch ein unter der Wasseroberfläche des Aquariums angebrachtes Gitter verhindert, an die Oberfläche zu kommen und Luft zu schnappen, so sterben sie sehr rasch, selbst wenn ein ausgiebiger Strom sehr luftreichen Wassers beständig erhalten wird, Frösche dagegen sind auf diese Weise kaum zu tödten. Das hängt indessen in auffallender Weise von der Temperatur ab. Je niedriger diese ist, um so mehr nimmt die Resistenzfähigkeit der Fische zu.

19) zu S. 212. Bert's Experimente sind vom höchsten Interesse. Er zeigte, dass Fröschen bei Temperaturen, die zwischen 0° und 13° C. schwanken, der Sauerstoffgehalt des Wassers für sehr lange Zeit genügt (weil sie wenig verbrauchen). Bei 19° C. Wassertemperatur aber starb ein Frosch in 36 Stunden in einem Ballon, welcher fast fünf Liter Wasser enthielt; derselbe hatte allen im Wasser enthaltenen Sauerstoff ausgezogen, wie die Analyse bewies. Dies zeigt, dass schon bei 19° das Respirationsbedürfniss des Frosches ein ungemein grosses ist. Der Axolotl (*Siredon mexicanus*) erträgt nicht blos das Ausschneiden der Kiemen, sondern auch die vollständige Exstirpation der Lungen, sodass bei diesem die Kiemen und Lungenathmung wie beim Frosch durch die Hautathmung vollständig ersetzt werden kann. Beiläufig will ich übrigens bemerken, dass es mir auch noch nicht ausgemacht zu sein scheint, dass die mit Kiemen und Lungen zugleich versehenen Amphibien (*Siredon*, *Menobranchus*, *Menopoma* u. s. w.) auch wirklich mit ihren Lungen athmen, d. h. die durch das Maul verschluckte Luft wirklich in ihre Lunge aufnehmen. Der anatomische Bau ihrer Luftröhrenspalte scheint mir nicht sonderlich für diese Annahme zu sprechen. Sollten ihre Lungen nicht vielleicht physiologisch mehr den Schwimmblasen der Fische entsprechen? (S. Anmerkung 20.)

20) zu S. 213. Seit der 1857 erfolgten Publication des zweiten Bandes des grossen M. Edwards'schen Werks, in welchem die Respirationsvorgänge und -Organe der Thiere besprochen werden, sind einige neuere, nicht unwichtige Arbeiten erschienen. Emery, *Notes physiologiques* in *Ann. d. Sc. Nat.*, 5. Ser., Vol. XII, S. 305; er wirft schon die Frage auf, ob nicht die Amphibien in ihrer Lunge Sauerstoff ablagern, wie dies nachgewiesenermaassen die Fische in ihrer Schwimmblase thun. Gréhant (*Respiration des Poissons*, *Ann. d. Sc. Nat.*, 5. Ser., Vol. XII, S. 371) zeigt, dass ein

Fisch den in der Schwimmblase normal enthaltenen Sauerstoff resorbirt, wenn er in luftwarmem Wasser gehalten wird. Moreau (Comptes rendus, 1865, T. LX) gibt an, dass die Menge des in der Schwimmblase enthaltenen Sauerstoffs zunimmt mit der Zunahme in der Thätigkeit der Schwimmblase; eine Schleihe mit unterbundenem Luftgang der Schwimmblase hatte nach 14 Tagen mehr Sauerstoff in der letztern, als normal in ihr gefunden wird; bei Durchschneidung der sympathischen Nerven nimmt die Menge des in der Schwimmblase abgelagerten Sauerstoffs continuirlich zu. Punction der Schwimmblase ruft zunächst in ihr eine gesteigerte Sauerstoffablagerung hervor. Die Untersuchungen von Gouriet (Ann. d. Sc. Nat., 5. Ser., Vol. V, S. 369) bestätigten diese Resultate Moreau's, sie wurden indessen mehr zu dem Zweck angestellt, die Bedeutung der Schwimmblase für die Schwimmbewegungen der Fische kennen zu lernen. In einigen Fällen scheint aber wirklich die Schwimmblase der Fische als Lunge zu fungiren. Burt G. Wilder hat schon 1875 sehr wahrscheinlich gemacht, dass bei *Amia calva* und *Lepidosteus osseus* die schwammige Schwimmblase als echte Lunge fungirt (Proceed. Amer. Assoc. Adv. Sc., 1875, S. 151—153); ganz kürzlich ist eine ergänzende Abhandlung desselben Autors erschienen (Proceed. Americ. Assoc. Adv. Sc. Nashville Meeting, 1877, S. 306—313). Jobert hat ganz kürzlich gezeigt, dass bei *Sudis gigas* und bei *Erythrinus taeniatus* und *brasiliensis* die spongiäre Schwimmblase wirklich Luft aufnimmt, die Gefässverbreitung ist bei diesen Fischen, ganz wie bei *Amia* und *Lepidosteus*, eine solche, wie man sie bei einer echten Lunge zu finden gewohnt ist; eine Unterbindung des Luftganges, der den Schlund mit der Schwimmblase verbindet und durch welchen wahrscheinlich Aufnahme von Luft in diese erfolgt, führt nach Jobert's Experimenten in kurzer Zeit den Tod herbei. (Comptes rendus, 1878, S. 935.)

21) zu S. 215. Ausser den Rotatorien, Tardigraden, den Anguilluliden des Mooses und einigen wenig untersuchten Würmern sind bisjetzt folgende Krebse bekannt, deren Eier das Austrocknen ertragen können, ohne den mindesten Schaden zu erleiden: *Apus*, *Branchipus*, *Artemia*, *Cypris*, *Cypridina*, *Daphnia*, *Limnadia*, *Estheria*, verschiedene Copepoden. Wie lange deren Eier überhaupt trocken liegen können, ohne zu Grunde zu gehen, ist unbekannt. Zu den im Text gemachten Angaben füge ich noch folgende hinzu die ich der Güte des Herrn Professor von Siebold in München verdanke. Artemienschlamm, im Jahre 1872 von Professor Zittel in der Oase Dachel gesammelt, ergab zu Anfang

Mai 1877 viele Brut, aber in den vorhergehenden Jahren nichts. Schlamm aus einem Graben bei Ingolstadt im Jahre 1871 eingesammelt, lieferte im Winter 1876 mehrere Estherien. Branchipodenschlamm ergab noch 1877, nachdem er zehn Jahre lang trocken gelegen hatte, einen Nauplius. Die Eier von *Lepidurus productus* können merkwürdig genug das Austrocknen nicht ertragen (Brauer).

22) zu S. 215. Siehe hierüber Brauer (Beiträge zur Kenntniss der Phyllopoden, Wiener Sitzungsberichte, Bd. LXXV, 1877). Eier von *Branchipus* (*Chirocephalus*) *diaphanus* entwickeln sich, auch ohne trocken gelegt worden zu sein, nach längerer Zeit (4—7 Monate); ebenso haben die Eier der im Salzwasser lebenden Artemien das Eintrocknen nicht nöthig. Für andere Arten von *Branchipus* aber, dann für mehrere *Apus*-Species ist nach Brauer das Austrocknen eine nothwendige Bedingung zur Entwicklung der Eier (Brauer, Verhandlungen der k. k. Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien, 1860, T. X, S. 120 und 1866, T. XVI, S. 561).

23) zu S. 216. Es ist z. B. die geographische Verbreitung der *Apus*- und *Branchipus*-arten, welche manche Sonderbarkeiten bietet. Ihre Eier sind sehr klein und werden gewiss recht leicht durch starke Winde, noch leichter durch wandernde Wasservögel (Enten, Schnepfen u. s. w.) weithin transportirt werden können. Man sollte nun meinen, es müssten diese beiden Gattungen dieselbe weite geographische Verbreitung zeigen, wie z. B. die *Cypris*- und *Daphnia*-arten, von denen ich zahlreiche Arten in den Tropen gefunden habe, die den bei uns lebenden ungemein ähnlich, wenngleich doch wol specifisch verschieden sind. Soviel ich aber auch im süßen Wasser nach *Apus* und *Branchipus* suchte, so habe ich weder auf den Philippinen, noch auf den Pelewinseln im Stillen Ocean solche gefunden; die Godefroy'schen Kataloge führen keine Arten dieser Gattungen als von den tropischen polynesischen Inseln herrührend auf; auch aus Südamerika oder Mittelamerika und Indien finde ich keine solchen erwähnt. Vielleicht mag dies doch nur daran liegen, dass den Reisenden der Zufall bisher nicht günstig war; man weiss, dass man oft jahrelang vergeblich nach *Apus* sucht an Stellen, wo man sie früher in grossen Scharen beobachtet hatte. Einsendung von Schlamm mit genauer Fundortsangabe an erprobte Experimentatoren, wie z. B. Herr Professor von Siebold in München oder Professor Brauer in Wien, würde wohl das geeignetste Mittel zur Ausfüllung dieser Lücke in unsern Kenntnissen sein, zugleich würde sie das Material an Versuchsthieren für den Zoologen erheblich und in erwünschtester Weise vermehren.

## Zum sechsten Kapitel.

1) zu S. 219. Durch Leydig, den Begründer einer wirklich wissenschaftlichen, d. h. also vergleichenden Gewebelehre, wurde zuerst nachgewiesen, dass die feinsten luftführenden Zweige der Tracheen überallhin in die Organe des Insektenkörpers und zwischen ihre Elemente eindringen; er zeigte, dass selbst im Auge, in den Ganglien des Gehirns, vielen Drüsen u. s. w. die Tracheen zwischen den Zellen der Organe zu finden sind, oft an diese herantreten, und nicht selten in eigenthümlicher Weise endigen; so fand Leydig zuerst die Tracheenendblasen zwischen den Elementen des dioptischen Apparates im Fliegenauge, an sogenannten Krystallkegeln auf. Auch die Zellen des Fettkörpers, auf dessen Anwesenheit die Fähigkeit der Ueberwinterung mancher Insektenlarven zu beruhen scheint, da in ihm Nahrungsmaterial aufgespeichert liegen soll, das während der Winterruhe aufgezehrt wird, stehen direct mit den Tracheenenden in Zusammenhang.

2) zu S. 220. Es scheint aus dem im Text Gesagten zu folgern, dass der Unterschied zwischen venösem und arteriellem Blut nicht bei den durch Tracheen athmenden Insekten existiren könnte, da bei diesen das Respirationsmedium, die Luft, überallhin getragen wird und demzufolge die zum Herzen führenden, wie die von ihm abtretenden Gefässe ein an Sauerstoff gleichmässig reiches Blut führen möchten. Man darf indessen nicht vergessen, dass auch bei Wirbelthieren der Unterschied zwischen den beiden Blutarten — den an Sauerstoff reichen arteriellen und den daran armen venösen — wesentlich nur hervorgebracht wird durch die absolute oder relative Localisation der Respirations-thätigkeit auf ganz bestimmte Organe (Kiemen und Lungen). Wenn also auch bei Insekten Organe beständen, deren einzige Aufgabe wäre, mehr Sauerstoff als alle andern Theile aus den Tracheen auszuziehen, oder, wo die Athmung durch Wasser geschieht, solchen in den Tracheen an dieser Stelle stärker abzulagern, als an andern, da würden solche Einrichtungen auch gewiss dazu beitragen, das Blut an diesen Stellen reicher an Sauerstoff zu machen, als anderswo, und man würde, wenn man einen solchen Gegensatz zwischen dem Sauerstoffgehalt verschiedener Körperstellen der Insekten nachgewiesen hätte, auch physiologisch von Arterien und Venen sprechen müssen. Dies scheint nun in der That mitunter der Fall zu sein, so bei den äussern Athmungs-

organen mancher im Wasser lebenden Insektenlarven, oder bei den sehr eigenthümlichen konischen Zapfen im Enddarm unserer Fliegen, welche man, wie es scheint, jetzt allgemein wegen ihres ausserordentlichen Tracheenreichthums als innere Darmkiemen anzusehen geneigt ist. Freilich ist in Bezug auf diese letztern nicht recht ersichtlich, wie sie als Respirationsorgane wirken sollen, denn sauerstoffreiches Wasser führen die Fliegen sicherlich nicht in ihren Enddarm ein, und Beobachtungen über die Aufnahme von Luft in denselben liegen meines Wissens auch nicht vor. Eine geringe Differenz des Sauerstoffgehaltes wird übrigens wol zweifellos an verschiedenen Stellen auch des Insektenkörpers vorhanden sein.

3) zu S. 221. Ich will hier kurz eine zufällig, aber wiederholt gemachte Beobachtung mittheilen, die auf den Gedanken bringen könnte, es möchten vielleicht doch einige Thiere, nämlich Infusorien, im Stande sein, Kohlensäure aufzunehmen (und auch zu assimiliren?). In Infusionen, die mit dem hier sehr kalkreichen Wasser der städtischen Wasserleitung gemacht werden, bildet sich rasch ein äusserst dünner hautartiger Ueberzug von kohlensaurem Kalk, unter welchem sich die verschiedenen Infusorien in Massen tummeln. Rührt man das Wasser leicht um, so rollen sich die abgerissenen Fetzen jener Haut tütenförmig zusammen und umschliessen dabei eine minimale Quantität Luft (wie die mikroskopische Untersuchung zeigt); da diese nur von der Oberfläche des Wassers hergenommen sein kann, wird sie wol sicherlich reich an Kohlensäure sein. Bringt man nun diese luftführenden Kalktüten mit Infusorien in eine feuchte Kammer, so sieht man, dass sie oft genug von diesen verzehrt werden, und beobachtet man dann ein Individuum, welches eben gefressen hat, längere Zeit, so bemerkt man sehr bald ein Schwinden der in den Kalktüten enthaltenen Luft, schliesslich werden die Tüten mitsammt der eingeschlossenen Luft gänzlich resorbirt. Ich habe vielfach diese Beobachtung wiederholt und ganz besonders darauf geachtet, ob die Luft nicht vielleicht in Bläschenform aus der Mundöffnung austräte oder im Futterballen mit herum bewegt werde; dies war nie der Fall, und ich kann aufs bestimmteste versichern, dass alle Luft vollständig resorbirt wird. Natürlich ist damit noch nichts bewiesen, doch hielt ich die Beobachtung, die ich weiter zu verfolgen ausser Stande bin, an und für sich für interessant genug, um sie hier mittheilen zu dürfen. Bert sagt in einer an der Sorbonne zu Paris gehaltenen Vorlesung (*Revue Scientifique*, Nr. 42, 1878) über den Einfluss des Lichts auf die lebenden Wesen



in bestimmtester Weise (l. c., S. 986): „... et d'autre part, les infusoires bourrés de matière verte décomposent l'acide carbonique, comme le font les cellules végétales.“ Auf Grund welcher exacten Experimente dieser kühne Ausspruch gethan wird, ist mir unbekannt.

4) zu S. 222. Im Text ist nur andeutungsweise Bezug genommen auf andere gasförmige Beimengungen der Luft, welche, der Kohlensäure hierin ähnlich, in kleinen Mengen ertragbar, in grössern dagegen wol schädlich sind. Dahin gehören z. B. alle Verwesungsgerüche, Schwefelwasserstoff u. s. w. Aus der Thatsache aber, dass manche Insekten gerade durch solche Gerüche angezogen werden und viele Larven derselben, obgleich Luftathmer, in faulenden Körpern leben, dürfen wir schliessen, dass solche Gase durchaus nicht für alle Thiere gleichmässig schädlich sind. Selbst unter Wirbelthieren ist die Verschiedenheit in dieser Beziehung sehr gross. Ich hielt einst in Manila eine grosse Seeschlange von reichlich 2 Fuss Länge in einem hermetisch geschlossenen und zu zwei Dritteln mit Wasser gefüllten Glasgefäss; das Wasser faulte nach wenig Tagen, trotzdem aber lebte die Schlange 21 Tage lang in der verpesteten Atmosphäre des Gefässes. Es fragt sich sogar, ob der dann eintretende Tod durch die direct schädigende Einwirkung der mephitischen Dünste, oder nicht vielleicht durch den Mangel an Sauerstoff nach Absorption der geringen in den Lungen und in der Luft im Glase enthaltenen Sauerstoffmenge hervorgerufen worden war. Man vergleiche auch die ausführlichen Mittheilungen über Respiration in schädlichen Gasen von Bert (*Physiologie Comparée de la Respiration*) und von M. Edwards (*Leçons d'Anatomie et de Physiologie comparée*).

5) zu S. 225. Es ist mitunter die Meinung aufgestellt worden, es gäben z. B. bei den Heliceenschalen eigenthümliche parallel zur Mündung laufende Streifen, die sogenannten Anwachsstreifen, eine Andeutung über das Alter der betreffenden Thiere; jedem solchen Streifen sollte ein Jahr entsprechen (analog den Jahresringen bei den Bäumen). Für unsere nordischen Formen mag dies vielleicht, aber auch nur vielleicht zutreffend sein, dagegen findet es schon keine Anwendung mehr auf die Landschnecken des Mittelmeergebietes. Ich selbst habe in Spanien und auf den Balearen gesehen, dass nach einer Sommerruhe von ungefähr zwei Monaten oder selbst mehr, fast alle Schneckenarten sich zu begatten, Eier zu legen und von neuem zu wachsen begannen, als im September die ersten Herbstregen gefallen waren. Da nun die Eier der Landschnecken sich sehr rasch ent-

wickeln und niemals — wie die vieler Insekten — überwintern, so müssen noch im Herbst die Jungen auskriechen; vielleicht wird ihr Wachsthum während des Winters einmal unterbrochen, wie dies denn in der That häufig genug durch einen Anwachsstreifen angedeutet ist. Diese nehmen dann im Frühjahr ihr Wachsthum wieder auf, um wahrscheinlich vor Eintritt der trockenen Sommerzeit schon einmal Eier abzulegen, nach überstandener Sommerruhe legen sie zum zweiten mal Eier, wachsen aber trotzdem weiter und bilden so den zweiten Anwachsstreifen. Man kann dies wenigstens daraus schliessen, dass im Herbst zugleich mit den erwachsenen Thieren kleine gefunden werden, welche nur einen Anwachsstreifen zeigen, also von der Frühlingsbrut abstammen scheinen. Meines Wissens hat man auf dieses Verhältniss nie geachtet.

6) zu S. 229. Planarien sind niedrigstehende und einfach gebaute, meistens platte Würmer, welche vorzugsweise im Wasser leben, im Meere erreichen sie nicht selten eine bedeutende Grösse, auch prangen sie hier oft in den glänzendsten Farben. Die erste Landplanarie wurde von dem bekannten dänischen Zoologen O. F. Müller entdeckt, aber seine Bemerkungen über *Planaria terrestris* erregten wenig Aufmerksamkeit, bis Darwin seine Beobachtungen über die südamerikanischen Landplanarien beschrieb. Seitdem sind diese Thiere auch genauer anatomisch untersucht worden, besonders von Schultze, Metschnikoff und Moseley, wir kennen ferner eine grosse Zahl solcher Formen aus allen Welttheilen durch die Bemühungen der reisenden Zoologen (Schmarda, Moseley, F. Müller u. s. w.). Im allgemeinen kann man sagen, dass es tropische Thiere sind, doch sind bei uns in Europa auch schon drei Arten gefunden worden; hier leben sie nur in feuchter Erde unter Steinen, während sie in den Tropen früh morgens weite Spaziergänge auf Bäumen, Felsen und Häusern unternehmen. Ich selbst habe die meisten der von mir auf den Philippinen und Palauinseln gesammelten (etwa 12 oder 14) Arten an solchen Stellen gefunden, darunter einige wirklich kolossale. Von der im Holzschnitt abgebildeten Gattung *Bipalium* besitze ich eine Species, welche die enorme Länge von 4 Zoll erreicht. Eine vollständige Liste der bisjetzt beschriebenen Landplanarien findet man in Moseley's letzter Publication (*Notes on the structure of several Forms of Land-Planarians with a Description of two new Genera and several new Species and a list of all Species at present known. Quart. Journ. Microscop. Sc., New Ser., Vol. XVII, S. 273, Pl. XX.*)

7) zu S. 229. Nemertinen sind gleichfalls meist wasser-

bewohnende Würmer, die sich im Wasser mittels ihrer mikroskopischen auf der Haut sitzenden Cilien fortbewegen. Sie stehen den Planarien systematisch recht nahe, unterscheiden sich aber von ihnen äusserlich oft schon durch ihre drehrunde, langgestreckte Gestalt und besonders durch einen am Kopfende ausmündenden umstülpbaren Rüssel welcher den echten Planarien fehlt.

8) zu S. 230. Diese balearische Art scheint *Talitrus platycheles* Guérin zu sein. Echte *Orchestia*arten habe ich sowohl im Stillen Ocean auf den Palaus, als auf den Philippinen gefunden, wo sie fern von allem Wasser unter Steinen und Laub in feuchten Wäldern leben.

9) zu S. 230. Die Baumneritinen leben gewöhnlich in Mangrovesümpfen, hoch oben auf Bäumen, ich sah sie nie im Wasser, ihre Eier aber legen sie an der Oberfläche desselben ab, sodass dieselben wenigstens zeitweilig vom bräunlichen Wasser berührt oder bedeckt werden. Auf den Philippinen habe ich folgende Arten gefunden: *Neritina dubia*, *communis*, *cornea*, *subsulcata*, *ziczac*, *Cumingiana*, *plumbea* und einige neue noch unbeschriebene Arten.

10) zu S. 231. Günther theilt die früher sogenannten Labyrinthfische in folgende Familien: *Luciocephalidae*, *Labyrinthici* und *Ophiocephalidae*. Von diesen haben die ersten beiden Nebenhöhlen der Kiemenhöhlen mit labyrinthförmig verschlungenen Falten, die Arten der dritten Familie nur eine einfache Nebenhöhle mit schwach entwickelten oder fehlenden Falten. Einen Nebensack der Kiemenhöhle ohne Falten haben ferner noch die zu den Welsen gehörenden *Saccobranchus*arten und *Amphipnous cuchia*, ein aalähnlicher zu den *Symbranchidae* gehörender Fisch.

11) zu S. 232. Die Beobachtungen von Sir Francis Day finden sich in den *Proceedings of the Zoological Society of London*, 1868, Part II, S. 274.

12) zu S. 234. Ich habe oft genug auf den Philippinen Gelegenheit gehabt, diese Thiere lebend zu beobachten, und ich kann versichern, dass — wie meines Wissens schon andere Reisende beschrieben haben — die Ampullarien nicht blos mit ihren Kiemen und Lungen athmen, sondern dass sie dies auch in ganz regelmässigem Wechsel thun; eine Zeit lang ziehen sie Luft ein an der Oberfläche des Wassers, indem sie durch Zusammenlegen ihres Mantelrandes ein vom Wasser abgeschlossenes und nur oben sich öffnendes Rohr bilden; haben sie mit diesem Luft in hinreichender Menge eingesogen, so ziehen sie den Mantelrand zurück, öffnen das künstlich gebildete Rohr und lassen jetzt Wasser einströmen. Der Wechsel vollzieht sich ziemlich rasch, in

einigen Minuten ein bis zweimal, dies wird wol auch mit von der Temperatur abhängen. Eine physiologische Erklärung für diese rhythmische Abwechselung zwischen Luft- und Wasserathmung ist einstweilen nicht zu geben.

13) zu S. 235. Fritz Müller, der bekannte Naturforscher von Brasilien, hat uns in seiner vortrefflichen Schrift „Für Darwin“ und auch in andern Publicationen eine Menge Beobachtungen über die Art und Weise, wie Krabben Luft athmen, mitgetheilt. Die Art, wie dies geschieht, ist ungemain mannichfaltig; aber auch die damit in Zusammenhang stehenden mitunter recht eigenthümlichen Structurverhältnisse beweisen unwiderleglich, dass die verschiedenen luftathmenden Crustaceen so wenig eine natürliche Familie bilden würden, als es die Labyrinthici unter den Fischen thun.

14) zu S. 236. In einigen durch ihren Dogmatismus sich auszeichnenden Lehrbüchern der Zoologie für Studenten der Medicin wird gesagt, dass diese Landkrabben und vor allem *Birgus latro* nicht Luft athmeten, sondern nur Wasser, und dass die Kiemen ausschliesslich das Organ der Respiration bildeten. Ich verstehe nicht, wie eine solche incorrecte Behauptung in diese Bücher Eingang finden konnte; denn ihre Autoren können nicht ein einziges Experiment anführen, welches bewiese, dass in der That die Aufnahme des Sauerstoffs in das Blut ausschliesslich durch Wasser und durch die Kiemen geschähe. Da gar keine physiologischen Experimente über diesen Gegenstand vorliegen, so kann jene falsche Meinung auch nur beruhen auf einer Deutung der (unzureichend bekannten) morphologischen Verhältnisse. Soweit *Birgus latro* hier in Betracht kommt, habe ich durch die im Text gegebene Schilderung (s. auch S. 4) gezeigt, dass die bisherigen Ansichten über den Bau der Kiemenlunge dieses Thieres vollständig falsch waren und dass in ihr alle jene morphologischen Attribute zu finden sind, welche man bei einer echten Lunge zu finden erwarten würde.

15) zu S. 239. Weiter oben habe ich indessen eine Beobachtung mitgetheilt, wonach doch die übergrosse Luftmenge im Wasser mitunter schädlich zu werden vermag, indem sie sich in so grosser Quantität im Fisch (*Stichling*, *Axolotl*) ablagert, dass dieser leichter wird, als das Wasser und dadurch unfähig gemacht wird, sich seine Nahrung vom Boden aufzusuchen.

16) zu S. 243. Dr. August Pauly, Ueber die Wasserathmung der Limnaeiden. Eine von der münchener philosophischen Facultät gekrönte Preisschrift. München 1877.

— In Bezug auf den im Text zuletzt hervorgehobenen Punkt möchte ich mir einige Randbemerkungen erlauben. Pauly sagt, dass Lymnaeen, welche unter Wasser gehalten werden und keine Gelegenheit haben, Luftblasen in ihre Lungen aufzunehmen, diese geschlossen halten. Eine Schnecke, deren Lunge mit Luft erfüllt ist, wird den Sauerstoff der letztern auch dann absorbiren, wenn sie beständig unter Wasser gehalten wird, statt dessen wird Kohlensäure in der Lunge abgelagert werden. Diesen Inhalt wird das Thier, als absolut schädlich, nach einiger Zeit ausstossen müssen und es würde somit die Lunge sehr bald entweder ganz luftleer werden, d. h. zusammenfallen, oder sich mit Luft oder Wasser wiederum füllen müssen. In Pauly's Experimenten ist das erstere der Fall gewesen; er sagt ausdrücklich (l. c., S. 32), dass die Lungenhöhle leer war, „was sich von aussen an dem zusammengezogenen Zustand derselben erkennen liess“. Aber er machte den Versuch in etwas zu energischer Weise; er zwang das Thier unter Wasser alle Luft aus der Lungenhöhle zu entleeren. Nun sagt er selbst, dass ein Kitzeln behufs Austreiben der Luft aus ihrer Lunge mitunter sogar die Thiere zu tödten vermag; es ist daher wol die Frage erlaubt, ob nicht vielleicht der anhaltende Verschluss der Lunge nur eine krankhafte Folge des an und für sich gewiss nie zuträglichen Reizes des Kitzelns gewesen sei. Es müsste der Versuch in etwas anderer Weise, als Pauly gethan, wiederholt werden, um als völlig beweiskräftig für den oben im Text angegebenen aus ihm gefolgerten Schluss gelten zu können.

---