

DIE NATÜRLICHEN  
EXISTENZBEDINGUNGEN DER THIERE.

VON

KARL SEMPER,  
PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT IN WÜRZBURG.

---

MIT 106 ABBILDUNGEN IN HOLZSCHNITT  
UND 2 LITHOGRAPHIRTEN KARTEN.

---

ZWEITER THEIL.



LEIPZIG:  
F. A. BROCKHAUS.

Sm —  
1880.

*Das Recht der Uebersetzung ist vorbehalten.*

# INHALT.

---

## SIEBENTES KAPITEL.

Seite

Der Einfluss des bewegten Wassers . . . . . 1

## ACHTES KAPITEL.

Der Einfluss des bewegten Wassers. Fortsetzung . . 39

## NEUNTES KAPITEL.

Strömungen als Hülfsmittel und als Hindernisse für die  
Ausbreitung der Thierarten . . . . . 94

## ZEHNTES KAPITEL.

Einige Bemerkungen über den Einfluss anderer Exi-  
stenzbedingungen . . . . . 144

---

## DRITTER ABSCHNITT.

### Die Einflüsse der lebenden Umgebung.

#### ELFTES KAPITEL.

Umformender Einfluss lebender Organismen auf Thiere 160

#### ZWÖLFTES KAPITEL.

Auswählender Einfluss lebender Organismen auf Thiere 197

---

Anmerkungen . . . . . 255

Register . . . . . 279

---

## VERZEICHNISS DER HOLZSCHNITTE.

	Seite
Fig. 58. An Felsen sich mittels ihres Fusses fest an- saugende Schnecken . . . . .	5
» 59. Verschiedene mittels Flossen schwimmende Thiere . . . . .	9
» 60. Kriechende Mollusken . . . . .	12
» 61. Schematische Längsschnitte durch Neritina und Navicella, um die Stellung des Deckels in beiden Gattungen zu zeigen . . . . .	14
» 62. Durchschnitt (Schliff) durch die Schale einer Süsswassermuschel (Unio). . . . .	18
» 63. Durch Erosion halb zerstörte Schalen lebender Schnecken. . . . .	19
» 64. Die Bewohner der Korallengallen . . . . .	23
» 65. Sideropora hystrix mit Gallen, die bewohnt werden von Hapalocarcinus marsupialis . . . . .	24
» 66. Eine geöffnete Galle von Seriatopora hystrix.	25
» 67. Sideropora palmata mit einer Galle, welche äusserlich kaum merkbar hervortritt, aber deutlich den Längsspalt erkennen lässt, wel- cher die beiden Hälften der fest geschlosse- nen Galle trennt. . . . .	26
» 68. Goniastrea Bournoni M. Edw. mit einem Trichter, in dessen Grunde ein Krebs (Cryptochirus coralliodytes Heller) sitzt . . . . .	29
» 69. Schema des Wachsthums der Porites-Colonien	33
» 70. a Durchschnitt durch Kreiangel. b Durch- schnitt durch Babelthaub bei Aibukit. c Durchschnitt durch Peleliu . . . . .	71
» 71. Pyrosoma gigas . . . . .	98
» 72. Onchidium tonganum in natürlicher Grösse .	101
» 73. Schalen philippinischer Schnecken . . . . .	104
» 74. Amphidromus maculiferus Sow . . . . .	106
» 75. Trochomorpha sp. . . . .	109
» 76. Temnocephala chilensis Blanchard . . . . .	116
» 77. Zwei deckeltragende Süsswasserschnecken . .	122
» 78. Verschiedene Süsswasserschnecken . . . . .	124
» 79. a eine Amoebe im beweglichen Zustande, als solche wenig resistent; b dieselbe Art ency- stirt; d. h. mit einer Hülle umgeben, welche sie gegen schädliche Einflüsse aller Art schützt . . . . .	127

	Seite
Fig. 80. Cypris sp. von den Philippinen . . . . .	129
» 81. Trochosphaera aequatorialis, das Kugelrädert- thier der Philippinen . . . . .	131
» 82. Der Kilch des Bodensees ( <i>Coregonus hiemalis</i> )	149
» 83. Ein Stück Holz mit Bohrgängen der <i>Limnoria</i> <i>terebrans</i> von Helgoland . . . . .	156
» 84. Ein Stück dichten Kalkes mit Bohrgängen der <i>Limnoria terebrans</i> von Irland . . . . .	157
» 85. Stück eines Stammes ( <i>c</i> ) eines Hydroidpolypen ( <i>Campanularia</i> ), mit gänzlich geschlossenen birnförmigen Gallen ( <i>b</i> ), in deren Höhlung die Larve ( <i>a</i> ) einer Seespinne ( <i>Picnogonide</i> ) lebt. . . . .	164
» 86. <i>Heteropsammia Michelini</i> . . . . .	166
» 87. <i>Heterocyathus philippinensis</i> . . . . .	167
» 88. <i>Rhizochilus antipathum</i> Steenst. . . . .	169
» 89. Ein Exemplar von <i>Carcinus maenas</i> von Hel- goland mit drei Individuen des Schmarotzers <i>Sacculina carcini</i> . . . . .	173
» 90. <i>Antipathes filix Pourt.</i> . . . . .	174
» 91. <i>a</i> Längsschnitt durch eine Kalkspongie, um deren einfache centrale Höhlung zu zeigen; <i>b</i> der Schwamm im unverletzten Zustande. (Nach Haeckel.) . . . . .	176
» 92. <i>Spongia cartilaginea</i> Esper in halber natür- licher Grösse . . . . .	177
» 93. <i>Spongia cartilaginea</i> Esper . . . . .	179
» 94. <i>Entoconcha mirabilis</i> Müller . . . . .	183
» 95. Zwei (noch unbeschriebene) <i>Eulima</i> -Arten . .	187
» 96. <i>Cladognathus dorsalis</i> Erichson . . . . .	206
» 97. <i>Chalcosoma atlas</i> von den Philippinen. . . .	208
» 98. Durchschnitt durch Augen . . . . .	210
» 99. Durchschnitt durch das Rückenauge von <i>Ochi-</i> <i>dium verruculatum</i> . . . . .	212
» 100. <i>Periophthalmus Koelreuteri</i> , ein am Seestrande nach Landschnecken ( <i>Onchidium</i> ) jagender Fisch . . . . .	215
» 101. Entwicklung des <i>Onchidiumauges</i> . . . . .	221
» 102. Durch ihre Aehnlichkeit mit Blättern ge- schützte Heuschrecken . . . . .	227
» 103. <i>a</i> <i>Doliops</i> sp., ahmt <i>b</i> <i>Pachyrhynchus orbifer</i> nach; <i>c</i> <i>Doliops curculionides</i> ahmt <i>d</i> <i>Pach-</i> <i>yrhynchus</i> sp. nach; <i>e</i> <i>Scepastus pachy-</i> <i>rynchoides</i> (eine Heuschrecke) ahmt <i>f</i> <i>Apo-</i> <i>cyrtus</i> nach; <i>g</i> <i>Doliops</i> sp. ahmt <i>h</i> <i>Pachy-</i>	

	Seite
rhynchus sp. nach; <i>i</i> Phoraspis sp. (eine Heuschrecke) ahmt <i>k</i> eine Coccinellide nach. . . . .	236
Fig. 104. Spinnen, welche Ameisen nachahmen und mit ihnen vergesellschaftet leben . . . . .	237
» 105. <i>a</i> Rhysota Antonii, eine philippinische Landschnecke, nachgeahmt von der mit ihr zusammenlebenden <i>b</i> Xesta mindanaensis; <i>c</i> Helicarion tigrinus, nachgeahmt von der an gleichem Fundort lebenden <i>d</i> Xesta Cumingi	241
» 106. Myxicola infundibulum Clap., copirt nach Claparède . . . . .	249
Karte I. Uebersichtskarte der Palaosinseln im Stillen Ocean; die Abweichungen von der Coello'schen und Friedrichsen'schen Karte nach eigenen Beobachtungen und Vermessungen.	44
» II. Der Atoll Kreiangel nach eigener Vermessung und Sondirung. . . . .	46

## SIEBENTES KAPITEL.

### Der Einfluss des bewegten Wassers.

Wir haben in dem vorhergehenden Kapitel gesehen, dass die Vertheilung der Thiere auf unserer Erde wesentlich verändert werden würde durch einen Wechsel in der Mischung oder chemischen Zusammensetzung der Luft und des Wassers. Man nehme der Atmosphäre den grössern Theil ihres Sauerstoffs: so würden nur wenig zahlreiche Thierarten fernerhin leben können, nämlich nur diejenigen, welche im Stande wären, mit dem so verringerten Gehalt an Athmungssauerstoff in der Luft auszukommen. Man gebe andererseits dem Wasser eine grössere Menge Sauerstoff, als gewöhnlich darin enthalten ist: so würden wahrscheinlich manche, auf die Athmung in der Luft angewiesene Thiere in Stand gesetzt werden, auch im Wasser zu leben, wenn anders ein Grund vorläge, der ihnen diesen Wechsel ihres Wohnortes nothwendig machen würde; Landthiere würden demzufolge zu Wasserthieren werden. Es ist nicht wahrscheinlich, dass jetzt noch derartige schroffe Veränderungen wirklich eintreten könnten; aber geringere Wandlungen in jenen Existenzbedingungen können in der That vorkommen und treten auch thatsächlich auf. Wir wissen, dass z. B. je nach den Windrichtungen die Luft an der Oberfläche der Erde leichter oder schwerer ist, verschieden dicht in den Tiefebenen oder

auf hohen Berggipfeln, und dass sie in ihrer Mischung ungemein stark wechselt; ihre Zusammensetzung ist eine andere in menschlichen Wohnorten, als unter dem schattigen Laubdach hoher Waldbäume, auf offener See anders als in der Sahara oder in den borealen Gegenden beider Hemisphären; der Procentsatz von Feuchtigkeit in der Luft variirt mit der Wärme und der herrschenden Windrichtung. Aehnlich wechselnd ist die Zusammensetzung des Wassers; in Seen mit sumpfigen Ufern ist sie anders, als in strömenden Bächen oder Flüssen, anders auf Kalkboden als auf Sandstein; der Grad des Salzgehalts (*sensu strictiori*) wechselt auffallend mit den verschiedenen Weltmeeren oder salzigen Binnenseen; einige Gewässer sind reich an Sauerstoff oder Kohlensäure, andere arm daran; hier finden sich grosse Mengen von kohlensaurem Kalk, schwefelsaurer Magnesia und andern Salzen im Wasser (sogenanntes hartes Wasser), dort — wie meistens im Regenwasser — fehlen sie fast ganz.

Alle hier kurz erwähnte und andere nicht nochmals aufgeführte Schwankungen in den durch Wasser oder Luft gegebenen Existenzbedingungen werden natürlich die Thierformen mehr oder minder stark beeinflussen müssen; von diesen würden die einen getödtet werden, andere gänzlich unberührt bleiben, während noch andere verändert werden würden in Lebensgewohnheiten wie in den Structurverhältnissen ihrer Organe. (Beispiel: Branchipus und Artemia.) Nimmt man nun an, dass diese Schwankungen unserm individuellen Beobachtungsvermögen unerkennbar sein müssten (sogenannte säculare Veränderungen), so würde uns Menschen die Veränderung, welche durch jene säcularen Schwankungen auch in der Thierwelt irgendeines Landes hervorgerufen werden würden, gänzlich unbemerkbar sein; die scheinbare Constanz der durch Wasser und Luft gegebenen Existenzbedingungen würde auch die Thierwelt irgendeines Landes unserm blöden Auge constant erscheinen lassen. Diese hier angenommene allgemeine

Beständigkeit findet aber thatsächlich statt, wenn wir von den innerhalb eines Tages, Monats oder Jahres eintretenden Schwankungen absehen; der Salzgehalt der verschiedenen Oeane oder Binnenseen bleibt sich vollkommen gleich, so gut wie der Gehalt an Feuchtigkeit der Luft oder die Mischung der letztern; von irgendwie erheblichen Veränderungen dieser Existenzbedingungen innerhalb der geschichtlichen Periode unsers Erdballs wissen wir nichts. Wir könnten daher auch ohne weiteres annehmen, dass eine durch dieselben hervorgerufene Veränderung in der Fauna irgendeines Ortes oder in der Lebensweise eines Thieres und der Structur seiner Organe nicht hätte für uns sichtbar sein können.

Nichtsdestoweniger aber sind gerade diese beiden Existenzbedingungen — Luft und Wasser — diejenigen, welche auch während der kürzesten Spanne Zeit die Thiere in immer wechselnde Lebensbedingungen zu bringen besser befähigt und beständiger bestrebt sind, als irgendwelche andere; ihre Bewegungsfähigkeit ist die Eigenschaft, welche die Natur benutzt, um Thiere fortwährend von einem Platz zum andern zu tragen. Die passiven Wanderungen der Thiere werden ganz ausschliesslich durch die Winde und Strömungen bewirkt, die activen durch sie begünstigt oder eingeschränkt. Die Stärke und Richtung der Strömungen in Luft und Wasser endlich liefern der Natur ebenso viele Mittel, die verschiedenen Thiere in ihrem individuellen Leben und Wachsthum zu beeinflussen; hier sind es vor allem die festsitzenden Thiere, welche einen Einfluss des bewegten Mediums auf die Stärke und Richtung ihres Wachsthums erkennen lassen.

Wir wollen die Untersuchung der so angedeuteten Probleme beginnen mit derjenigen der Einwirkung des sich bewegenden Wassers. Es muss dabei noch einmal darauf hingewiesen werden, dass mit diesem Einfluss der Strömungen nothwendigerweise auch immer der in frühern Kapiteln besprochene verbunden sein

muss, sodass die Gesamtwirkung des Wassers durch die Vereinigung mehrerer Einflüsse entsteht, von denen indessen der eine durchaus nicht immer im Sinne des andern zu wirken braucht; vielmehr werden sie sich oft genug aufheben. Wenn beispielsweise die im Meere schwimmenden Larven ausnahmslos durch denselben Strom gleichzeitig in ein Aestuarium eingeführt werden, so wäre ihnen allen scheinbar die Besitzergreifung des neuen Bezirks dadurch gewährleistet; nichtsdestoweniger würden alle diejenigen Formen aussterben, welche die gleichzeitig eintretende Erniedrigung des Salzgehalts im Wasser des Aestuarius nicht zu ertragen vermöchten. Ein Warmwasserstrom, wie z. B. der an der Ostküste Afrikas herablaufende Mozambiquestrom, wird die Tendenz haben, Thiere aus warmen Meeresgegenden in kältere zu übertragen; aber nur wenige Arten — die eurythermen nämlich — würden sich leicht in diesen ansiedeln. Nicht immer freilich sind bei den durch die Meeresströme vermittelten Wanderungen die Unterschiede in den Existenzbedingungen so hervortretend, wie in den beiden angeführten extremen Fällen; aber Veränderungen geringerer Intensität sind darum doch alle solchen Thiere ausgesetzt, welche als Larven oder als erwachsene Thiere von einem Ort zum andern getragen werden.

Wenn wir nun die mit den Strömen immer verbundenen Einflüsse der Wärme, der Zusammensetzung des Wassers u. s. w. beiseitelassen und die Einwirkung jener für sich allein untersuchen, so ist als ausschliesslich bedeutungsvoll das mechanische Moment der Quantität der Bewegung anzusehen. Richtung, Schnelligkeit und Stärke des Stromes werden sich vereinen, um die ihnen ausgesetzten Thiere zu beeinflussen; sie werden die einen vernichten, andere gegen ihren Willen anderswohin tragen und noch andere in ihrem Wachsthum hindernd oder fördernd beeinflussen.

Widerstandsfähigkeit der Thiere gegen Strömungen. Der Druck bewegten Wassers kann sich in

zweifach verschiedener Weise äussern, nämlich einmal plötzlich und unregelmässig, als Stoss — wie z. B. beim Anprall der Wogen und der Brandung — oder gleichmässig und ununterbrochen, wie in den Strömungen. Abgesehen von einigen wenigen Beispielen brauchen wir die Wirkung plötzlicher Stösse nicht näher zu untersuchen; denn entweder zerstören sie die ihnen ausgesetzten Thiere ohne weiteres oder diese widerstehen, was freilich bei kräftigen Stössen selten genug vorkommen mag. Weit wichtiger sind die Strömungen.

Im allgemeinen messen wir den Druck, den eine Strömung — im Meere, Flüssen oder Bächen — auszuüben vermag durch ihre Geschwindigkeit, unter der



Fig. 58. An Felsen sich mittels ihres Fusses fest ansaugende Schnecken. *a* eine Patella, welche an Felsen ansitzend mit ihrer Schale die Weichtheile des Körpers vollständig bedeckt; *b* eine Navicella im Zustande der Ausdehnung, streckt vorn nur die Fühler über den Schalenrand vor.

Annahme, dass der Strom senkrecht auf den Widerstand leistenden Körper trifft. Dieser Fall kommt indessen in der Natur selten genug vor; und wo eine Strömung oder hohe Wellen mit grosser Gewalt senkrecht gegen eine Felswand anprallen, da leben an dieser nur einige wenige Thiere; solche nämlich, welche, wie die Patella (s. Fig. 58) im Meere oder Navicella<sup>1</sup> in reissenden Bergströmen durch die Stärke und Form ihrer Schalen und die Saugkraft ihres Fusses gegen Zerschmettern wie gegen Losreissen hinreichend geschützt sind, oder auch Formen, die, von äusserst harten Schalen bedeckt — wie die Seepocken (Balaniden) — zugleich mit diesen Schalen am Felsen festgewachsen sind. Der Druck, welchen diese Thiere entweder senkrecht auf ihr Ge-

häuse oder von der Seite her auszuhalten haben, muss mitunter enorm sein, und es wäre interessant, zu erfahren, wie stark derselbe in einzelnen Fällen sein mag. Die Kenntniss indessen des Druckmaximums, welches die genannten und andere ähnlich organisirten Thiere überhaupt noch zu ertragen vermögen, würde wahrscheinlich von keinem allgemeineren Interesse werden können, da es sehr schwer, wenn nicht unmöglich sein dürfte, mit solchen Thieren zu experimentiren. Wir müssen uns mit der Thatsache zufrieden geben, dass festgewachsene Thiere oder sich zeitweilig festklammernde ausnahmslos eine Structur, Form und Eigenschaften ihrer Organe erkennen lassen, welche die Beziehung zu der von dem Thiere zu entwickelnden Resistenzkraft aufs deutlichste an den Tag legen. Ihre Fähigkeit zu leben beruht ausschliesslich auf ihrer Eigenschaft, anzuwachsen oder sich anzuklammern; werden sie doch einmal durch einen zu starken seitlichen Stoss abgebrochen oder von ihrer Unterlage losgerissen, so ist wol meistens der Tod ihr Los.

Dieser Gruppe zeitlebens festsitzender, dem Druck des bewegten Wassers ausgesetzter und ihm widerstehender Thiere stellt sich eine andere gegenüber, welche — um mich einmal nach Art der Teleologie auszudrücken — die bewegende Kraft des Wassers dadurch überwindet, dass sie diese zu ihren Zwecken benutzt. Die schwimmenden Thiere fühlen die Stärke des Stromes nicht, so lange sie mit ihm schwimmen oder sich durch ihn tragen lassen; nur wenn sie sich bestreben, direct oder unter einem Winkel gegen ihn anzuschwimmen, empfinden sie seine Kraft und dann auch erst entwickeln sich bei ihnen Organe oder Eigenschaften, welche ihnen die nöthige Widerstandskraft verleihen. Solange die ungemein zarten, kaum 2 bis 3 Procent Trockensubstanz enthaltenden Siphonophoren, Quallen, Salpen u. s. w. und Larven aller Art nicht durch den Strom, der sie trug, gegen einen harten Gegenstand geschleudert werden, ist es ihnen

vollständig gleichgültig und auch gewiss nicht klar bewusst, ob sie mit der Geschwindigkeit von zwei oder zehn Seemeilen in der Stunde fortgetragen werden.

Wir wollen diese beiden Gruppen und die sie auszeichnenden und unterscheidenden Organe ein wenig näher ins Auge fassen.

Die Organe und Eigenschaften, welche nicht fest-sitzenden Thieren die Fortbewegung und Benutzung der tragenden Kraft constanter Ströme gestatten, sind ausserordentlich mannichfaltig; doch lassen sich die Thiere nach ihnen leicht in zwei grosse Gruppen bringen. Es sind dies die willkürlich und wirklich schwimmenden Thiere, welche active Wanderungen nach ihrem Willen unternehmen, und die nur flottirenden, welche passiv durch die Ströme fortgetragen werden. Jene bedürfen besonderer Bewegungsorgane, diese nicht; jene müssen um ein Minimum schwerer sein, als die Wasserschicht, in der sie leben sollen, die letztern genau ebenso schwer oder gar leichter. Durchgreifend ist indessen dieser Gegensatz doch auch nicht und kann es auch nicht sein; denn da die Stärke der Ströme wechselt je nach der Windstärke, dem Gefäll, Wassermenge u. s. w., so werden die meisten wirklich schwimmenden Thiere doch oft genug zu passiv fortgetragenen werden müssen, sowie nämlich ihre Kraft nicht mehr ausreicht, gegen die Strömungen anzukämpfen; ja selbst die stärksten Schwimmer, wie Tümmeler, Wale, Haie u. s. w. dürften sich oft genug freiwillig von ihnen forttragen lassen. Solche Organe nun, welche es den flottirenden oder schwimmenden Thieren möglich machen, an der Oberfläche des Wassers oder in einer bestimmten Tiefe gewissermaassen zu schweben, werden in der Zoologie hydrostatische Organe genannt; dahin gehören z. B. die Schwimmblasen vieler Fische, die Luftblasen, welche die Schwimmpolypen-colonien (Siphonophoren) an der Meeresoberfläche<sup>2</sup> festhalten, ferner die Luftblasen, welche sich zeitweilig in dem Protoplasma eines beschaltten Rhizopoden (Arcella)

entwickeln. Selbst kriechende Thiere, wie unsere Süßwasserschnecken (*Lymnaeus*, *Planorbis*, *Physa* u. s. w.) können zu schwimmenden werden, indem sie ihre Lungen so voll Luft saugen, dass sie specifisch leichter als das Wasser werden und demzufolge an der Oberfläche treiben<sup>3</sup>; dies setzt sie in Stand, an der Grenzschicht von Wasser und Luft durch die Wimperbewegung ihrer nach oben gekehrten Fusssohle langsam entlang zu gleiten. Man ersieht schon aus diesen Beispielen, dass zur Lösung des so einfachen Problems die mannichfachsten Mittel von der Natur benutzt wurden; bei der *Arcella* ist es eine vergängliche Blase, die verschwindet, wenn das Thier wieder in die Tiefe sinken will, bei den Siphonophoren scheint das Organ nur einem einzigen Zwecke zu dienen — die Colonie an die Oberfläche zu fesseln —; bei den Fischen ist das hydrostatische Organ ausserdem noch, wie wir oben gesehen haben, ein Luftreservoir und in einigen Fällen sogar eine echte Lunge im physiologischen Sinne; bei den Wasserlungenschnecken endlich kann die Lunge nach Belieben des Thieres in ein solches hydrostatisches Organ umgewandelt werden.

Weit mannichfaltiger noch und zugleich auch wichtiger sind indessen die Schwimmorgane der wirklich activ schwimmenden Thiere, durch welche diese in Stand gesetzt werden, ungünstige Orte mit besser zuzugenden zu vertauschen, den Nachstellungen ihrer Feinde zu entgehen oder ihren Jagdbezirk zu erweitern. Einmal dient allen schwimmenden Thieren der ganze Körper als Bewegungsorgan; Schlangen und Aale oder ähnliche langgestreckte Thiere schwimmen nur oder vorzugsweise durch die schlängelnden Bewegungen ihres Körpers; aber auch kürzere Thiere, wie Weissfische u. s. w. können schwimmen ohne alle Flossen, nur wird die Herrschaft über die Richtung ihrer Bewegungen sehr dadurch beeinträchtigt. Solche Organe, die vorzugsweise oder ausschliesslich den schwimmenden Thieren die Fortbewegung in bestimmter Richtung ermög-

lichen, heissen im allgemeinen Flossen. So mannichfaltig sie nun auch gebaut sein und so wenig sie auch morphologisch einander entsprechen mögen — wie das auch ohne genauere Auseinandersetzung aus einer Betrachtung des beigegebenen Holzschnittes hervorgeht —,

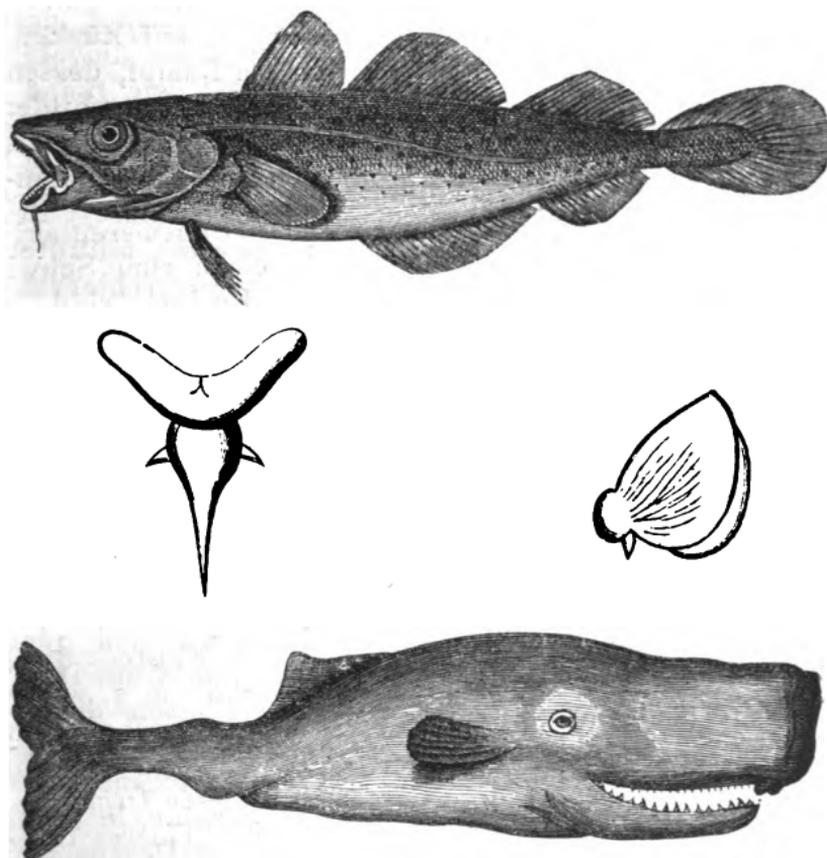


Fig. 59. Verschiedene mittels Flossen schwimmende Thiere: oben ein Fisch (Dorsch), unten der Pottfisch, in der Mitte links ein Pteropode (Hyalea), rechts eine Pteropodenlarve (Creseis?).

so haben sie doch ausnahmslos gewisse, auf den bestimmten Gebrauch hinweisende Eigenschaften und Charaktere gemeinsam. Sie haben einmal schneidende Kanten und breite Flächen, mit welchen die Thiere in ausgiebigster, also natürlichster Weise auf das Wasser

zu drücken vermögen; sie sind zweitens ausnahmslos in solcher Weise beweglich eingelenkt, dass sie zugleich auch als Steuer benutzt werden können. Solche Flossen kommen in der grössten Mannichfaltigkeit vor bei Wirbelthieren, wie bei Wirbellosen; bei den Walen, Seeschlangen und geschwänzten Amphibien am Schwanz, bei vielen Fischen als unpaare Flossen auf Rücken, Bauch und Schwanz und als paarige am Rumpf, dessen zwei Gliedmaassenpaare zu solchen Organen umgebildet sind; bei vielen Vögeln dienen Flügel<sup>4</sup> wie Beine als Flossen; Säugethiere und Reptilien haben oft Flossenfüsse (Krokodile, Schildkröten, Wassersäugethiere); bei vielen Insekten sind es die Beine (Notonecta), mitunter auch besondere Anhänge des Körpers (Ephemeranlarven) oder gar die Flügel (Polynema), welche zum Schwimmen benutzt werden; bei vielen Krebsen sind alle Beine echte Flossen und bei manchen Anneliden trägt jedes Segment des Körpers ein solches Flossenpaar, Molluskenlarven haben sie am Kopfe, Tintenfische am Hinterende ihres Eingeweidesackes, kurz, es gibt kaum eine Körperstelle, an welcher nicht irgendein kleiner Lappen oder Fortsatz als Flosse fungiren könnte. Einem kleinen, zarten Thier — wie Rippenquallen oder Schneckenlarven — werden Wimperplatten oder selbst Wimpersäume oder einzelne Wimpern trotz ihrer Zartheit doch als ausgiebig wirkende Flossen dienen können; grosse Thiere, wie Wale, Haie u. s. w. bedürfen grösserer, mit starken Muskeln versehener und durch ein inneres Skelet gestützter Flossen. In allen Fällen aber beruht die Nützlichkeit dieser Organe auf ihrer Fähigkeit, die Körpermasse des Thieres in bestimmter Richtung mit oder gegen die Strömungen fortzubewegen; reicht die Oberfläche der Flossen, oder die Kraft ihrer Bewegungsmuskel, die Stützkraft der Skelettheile dazu nicht aus, so werden nothwendigerweise die mit solchen unzulänglichen Flossen ausgerüsteten Individuen zu Grunde gehen müssen. Tausende oder Millionen von solchen unzureichend ausgestatteten

Thieren des Wassers werden so täglich und stündlich ausgesetzt werden durch den Einfluss der Strömungen, denen sie sich anvertrauen mussten; auch hier wählt wiederum die äussere Existenzbedingung zwischen den schwächern und stärkern Individuen aus, ohne dass es zwischen diesen je zu einem persönlichen Kampfe zu kommen brauchte.

Die festsitzenden nicht eigentlich schwimmenden Thiere sind entweder fest auf ihrer Unterlage angewachsen oder nur zeitweilig an ihr befestigt. Die Art, wie diese Thiere der Einwirkung der Ströme entgehen oder unterliegen, ist vorhin schon angedeutet worden; die Härte ihrer Schalen und die Gestalt derselben, die Anheftungskraft ihrer Fusssohlen oder ihrer Skelettheile (Korallen) schützen sie gegen senkrechte Stösse, wie gegen seitlichen constanten Druck der Strömungen; verlieren sie aber ihren Halt oder werden sie abgebrochen, so werden sie bald zerstört sein. Nur einzelne Thiere, wie manche Spongien oder gewisse Polypen (Hydroiden) entgehen, obgleich festgewachsen, dem schädlichen Einfluss der starken sie treffenden Strömungen auf andere Weise; ihre grosse Zähigkeit, Elasticität und Nachgiebigkeit gestatten ihnen, darin so manchen Wasserpflanzen ähnlich, auch in stark bewegtem Wasser zu leben.

Kriechende Thiere, welche nur zeitweilig an der Oberfläche von Steinen und Pflanzen haften, diese aber verlassen können, haben besondere Organe zur Anheftung. So gebrauchen z. B. die meisten Schnecken und selbst einige Muscheln den als Fuss bezeichneten Körpertheil als ein solches; die breite Sohle desselben saugt sich fest an die Unterlage an, zugleich aber kann sie auf dieser fortgleiten. Die Kraft nun, mit welcher der Fuss sich ansaugt, ist nicht blos absolut, sondern auch relativ verschieden bei verschiedenen alten Individuen derselben Art. Ich habe im Verlauf meiner Experimente mit der Teichhornschnecke (*Lymnaeus stagnalis*) die Erfahrung gemacht, dass die eben aus dem

Ei ausgekrochenen Thiere so wenig Saugkraft ihres Fusses besitzen — obgleich er im Verhältniss zur Schalenlänge ebenso viel Oberfläche bietet, wie der des erwachsenen Thieres —, dass der schwächste Strom hinreicht, sie von den Blättern abzustreifen, auf denen sie nach Nahrung herumsuchen; die alten Thiere dagegen können sich in Strömungen mittlerer Stärke ganz vortrefflich herumbewegen. Dr. Kobelt in Frankfurt zeigte bei Gelegenheit einer Besprechung meiner Experimente mit Lymnaeus, dass die eben angeführte Thatsache die

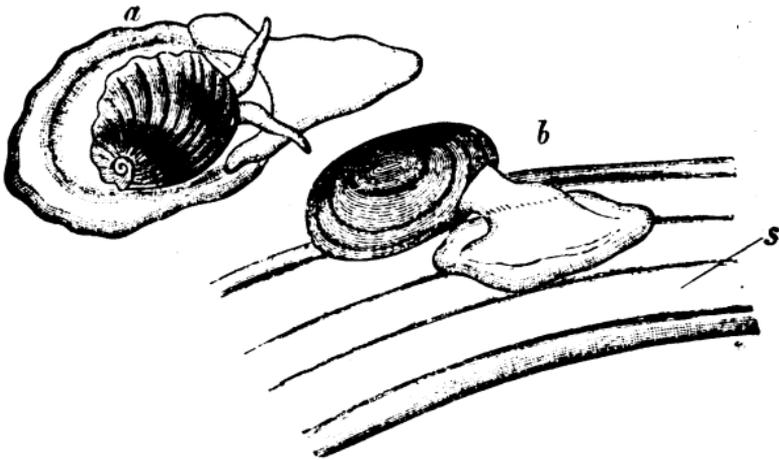


Fig. 60. Kriechende Mollusken. *a* eine Natica, deren Fuss sich enorm ausbreiten kann; *b* eine Erycina (?), welche mit ihrem breiten Kriechfuss nach Art der Schnecken auf der Haut einer Synapta herumkriecht.

oft recht eigenthümliche Verbreitung dieser Schnecke erkläre. Für gewöhnlich lebt und gedeiht sie nur in Teichen und Seen; mitunter findet man sie indessen auch in Bächen oder Flüssen, deren Strömung nicht unbedeutend ist. Hier aber findet man immer nur ausgewachsene Thiere und keine so grossen Mengen wie in Teichen. Man darf daraus schliessen, dass sie schon halb erwachsen durch Ueberschwemmungen und den Strom an diese Stellen getrieben wurden, während die gleichzeitig mit ihnen angetriebenen ganz jungen Exemplare durch Nahrungsmangel zu Grunde gingen

infolge ihrer Unfähigkeit, in der Strömung an den Blättern zu haften. Eine Vermehrung der so zufällig in stark bewegte Gewässer ausgewanderten Lymnaeen ist aber aus demselben Grunde nicht möglich; denn wenn auch aus den gelegten Eiern Junge ausschlüpfen konnten, so mussten diese doch wegen der Schwäche ihres Fusses sehr bald nach der Geburt zu Grunde gehen. So erklärt sich, warum der *Lymnaeus stagnalis* Wohnplätze mit unbewegtem Wasser aufsucht; denn hier allein finden alle Altersstadien dieser Art die ihnen zusagenden Existenzbedingungen. Es würde interessant sein, auch mit andern Schneckenarten ähnliche Experimente anzustellen, und ich zweifle nicht, dass die dabei zu gewinnenden Resultate zur Aufklärung dienen könnten über manche bisher unerklärliche Thatsachen der geographischen Verbreitung der Süßwasserschnecken.

In einzelnen Fällen wurde die Verstärkung der Anheftungskraft bei Mollusken begleitet von eigenthümlichen Strukturveränderungen der Thiere selbst, die vielleicht geradezu als eine directe Folge davon aufzufassen sind. Unter den Süßwasserschnecken in den Tropen der östlichen Hemisphäre findet sich eine Gattung *Navicella*, welche in allen wesentlichen Einzelheiten ihres anatomischen Baues mit *Neritina* übereinstimmt.<sup>5</sup> Beide gehören zu einer Schneckenfamilie, deren Fuss auf der Rückseite eine kalkige Platte trägt, das sogenannte *Operculum* (s. Fig. 61); dies letztere hat meistens die Form der Schalenmündung, sodass es diese vollständig schliesst, wenn das Thier den Fuss zurückgezogen hat. Um dies aber thun zu können, muss es nothwendigerweise seinen Fuss von der Unterlage abziehen; und in der That lassen sich sehr viele *Neritina*, die an Steinen sassen, bei der leisesten Berührung auf den Grund fallen. So entgehen sie sicherlich leicht den Nachstellungen ihrer Feinde, gerade so wie viele auf Blättern lebende Käfer sich den Blicken der Entomologen durch Fallenlassen entziehen. Würde aber eine solche *Neritina* plötzlich in einen reissenden

Bergstrom versetzt werden, so würde sie hier sicherlich bald durch die rollenden Kiesel zerschmettert werden, wenn sie ihre Gewohnheit beibehielte, sich bei unvermutheten Stößen fallen zu lassen. Alle Thiere, welche diese Eigenschaft besitzen, können also nicht in Strömen von erheblicher Kraft leben; die hier vorkommenden

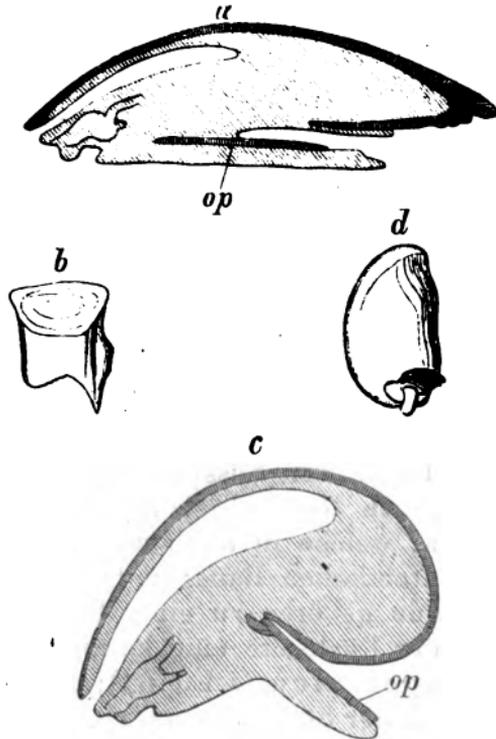


Fig. 61. Schematische Längsschnitte durch Neritina und Navicella, um die Stellung des Deckels in beiden Gattungen zu zeigen. a Längsschnitt durch Navicella (op der Deckel, operculum); b Deckel von Navicella; c Längsschnitt durch Neritina (op Deckel); d Deckel von Neritina.

kriechenden Thiere müssen entweder im Stande sein, sich in den engsten Ritzen und Spalten der Felsen zu verbergen, in den Steinen selbst und im Grunde sich einzubohren oder hinreichende Saugkraft des Fusses besitzen, um den Druck des anprallenden Wassers auszuhalten zu können und sich so fest an die Unterlage

anzusaugen und ihre Schalenränder so dicht an diese anzuschliessen, dass ein Abstreifen derselben vom Fels schwer oder unmöglich würde; die Gewohnheit, sich bei Berührung ihrer Schalen fallen zu lassen, müssen sie endlich alle verloren haben. Und das ist denn in der That auch der Fall; alle Neritinen, die ich an nicht geschützten Stellen der Bergbäche der Philippinen frei an der Felsfläche klebend gefunden habe, sogen sich so fest als möglich an ihre Unterlage an, sobald ich sie berührte. In dieser Beziehung aber sind viele Navicellen noch viel mehr bevorzugt; sie leben oft mitten im reissendsten Strudel und sie saugen sich so fest an die Steine an, dass es sehr schwer ist, sie selbst mit Messern von der Unterlage zu lösen, ohne ihren Schalenrand zu verletzen. Dies wird theils durch die Kraft des Saugfusses, zum Theil aber auch durch die Form der Schale bedingt; diese ist niedrig, konisch, oval und sie besitzt eine Schalenöffnung, welche kleiner ist als der Schalenumfang. Die Kleinheit der Schalenöffnung wird hervorgebracht durch eine vom Hinterrande der Schale nach vorn zu tretende dünne Kalkplatte (s. Fig. 61), die der Spindel anderer Schneckenhäuser verglichen werden kann; der Fuss aber ist so gross, dass er diese Kalkplatte von unten her vollständig bedeckt und mit seinem Rande genau dem Rande der ovalen Mantelfläche, also auch der Schale entspricht. Löst man nun eine Navicella von ihrer Unterlage — was durch Ueberraschung nicht gerade schwer gelingt — so sieht man, dass das Thier seinen grossen Fuss nicht, wie andere Schnecken, nach vorn zu zusammenbiegen und in die Schalenhöhlung zurückziehen kann; selbst wenn man das lebende Thier direct in Spiritus wirft, bleibt der starre Fuss fast gerade. Ein auf der Hinterfläche des Fusses, wie bei Neritina, angebrachter Deckel würde also auch nutzlos sein, da er ohne die Fähigkeit des Fusses, sich zu biegen, nicht die Schalenöffnung schliessen und die Weichtheile schützen könnte; auch bedürfen die Navicellen, wie

gesagt, eines solchen Schutzes nicht, da sie sich bei Gefahr nur fester an ihre Unterlage heranziehen. Man würde also erwarten dürfen, den Fuss bei Untersuchung deckellos zu finden. Diese Erwartung würde uns indessen völlig täuschen; bei allen Navicellen ohne Ausnahme ist ein echter Deckel vorhanden, der genau so liegt, wie bei allen sogenannten Deckelschnecken, auf der Rückseite des Fussendes. Auch in seiner Structur stimmt er mit dem der Neritinen überein; aber er ist überhaupt viel kleiner als die Schalenöffnung (Fig. 61) und der bei den Neritindeckeln sehr kleine, dem Fussmuskel zum Ansatz dienende Haken ist bei jenem in eine grosse, dünne Platte umgewandelt, welche als directe Verlängerung des freien Deckeltheils erscheint; dieser endlich liegt in einer schmalen Tasche zwischen dem Fussrücken und der horizontalen Platte an der Hinterseite des Gehäuses. Es ist also offenbar, dass dieser Navicellendeckel zu den sogenannten rudimentären Organen gehört; denn er kann weder um 180 Grad gedreht werden, wie es möglich sein müsste, wenn die Schale geschlossen werden sollte, und er kann zweitens auch nicht einmal die Mündung schliessen, selbst wenn er in die dazu passende Lage gebracht werden könnte. Da nun die Navicella in allen übrigen Dingen eine echte Neritina ist, so kann man sie ansehen als eine solche, bei welcher durch die Angewöhnung an das Leben in reissenden Bergbächen die Schale in der hierzu geeignetsten Weise umgebildet und der Deckel durch den lange fortgesetzten Nichtgebrauch zu einem eigenthümlich degenerirten oder rudimentären Organe wurde.<sup>6</sup>

Die im Vorhergehenden besprochenen oder nur kurz angedeuteten Fälle zeigen uns, dass mitunter selbst die schwächsten Strömungen als kräftige Mittel der Auswahl zwischen verschiedenen Arten oder Individuen wirken können, und sie beweisen, dass nahe verwandte Thiere oder Individuen derselben Species in verschiedenen Lebensperioden durch Aenderung ihrer Lebens-

weise mitunter befähigt werden, auch den stärksten Strömungen oder heftigsten Wasserstößen zu widerstehen. Die im letztern Falle auftretenden Eigenschaften legen die Beziehung zu ihrer Lebensweise deutlich an den Tag, da auf ihnen ganz offenbar die Widerstandsfähigkeit der Thiere beruht; und in solchen Fällen, in denen, wie bei *Navicella*, rudimentäre Organe auftreten, könnte man die Entstehung dieser letztern aus früher physiologisch bedeutungsvollen Organen auf eine indirecte Wirkung der Kraft der Strömungen schieben. Aber man darf doch dabei nicht vergessen, dass im Grunde genommen die Rückbildung eines alten Organs durch dessen Nichtgebrauch so wenig erklärt worden ist, wie die Existenz eines noch functionirenden Organs, wie z. B. des Auges, durch die Thatsache seiner Nützlichkeit oder den Nachweis wirklich einflussreichen Gebrauchs. Nichtsdestoweniger gibt es einige Fälle, in denen sich die directe Einwirkung mehr oder minder constanter und entschieden starker Ströme auf die Form gewisser Thiere leicht nachweisen lässt.

Directer mechanischer Einfluss von Strömungen auf Structur und Wachsthum von Thieren. Es liegt auf der Hand, dass dieser Einfluss sich in ausgiebigem Maasse nur bei festsitzenden Thieren zeigen kann, wenigstens in einer das Wachsthum befördernden oder bestimmenden Weise, und es ist einleuchtend, dass, wenn frei kriechende oder schwimmende Thiere ihm unterworfen sind, sie wol in den meisten Fällen zerstört werden müssen; mitunter indessen sind sie trotzdem im Stande, sich ihm aus eigener Kraft zu entziehen.

Dies letztere tritt z. B. ein bei vielen Molluskenschalen, welche oft durch Erosion recht stark angefressen werden. Alle Conchologen wissen, dass namentlich die Schalen von Süßwassermollusken mehr oder minder stark zerfressen werden; an manchen Orten ist es schwer, überhaupt nicht ange-

fressene Schalen einer bestimmten Art zu sammeln; gewöhnlich beginnt dieser Zerstörungsprocess an der Schalenspitze. Es ist kaum zu bezweifeln, dass die Ursachen desselben höchst verschiedenartig sind; in vielen von mir selbst beobachteten und genauer untersuchten Fällen ist es die vereinte Thätigkeit bohrender Pilzfäden und constanter Strömungen des süssen Wassers, durch welche die Schalen mancher Melanien, Navicellen und Neritinen der philippinischen Inseln angegriffen werden. Wie dies geschehen kann wird erst verständlich, wenn wir kurz den Bau solcher Schalen untersucht haben.

In allen Schalen von Molluskenmuscheln wie Schnecken-

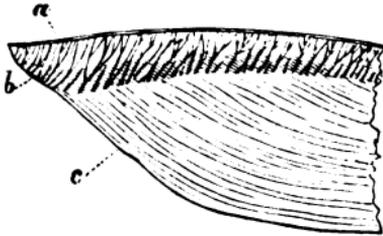


Fig. 62. Durchschnitt (Schliff) durch die Schale einer Süsswassermuschel (Unio). *a* äussere organische Cuticula; *b* darauf folgende Prismenschicht; *c* Perlmutter-schicht. Vom Schalenrande. Schwache Vergrösserung.

häusern kann man drei typische Schichten unterscheiden; die äussere besteht immer aus rein organischer Substanz — dies ist die sogenannte Epidermis der Conchologen —, dann folgen zwei Lagen, die aus kohlen-saurem Kalk bestehen, der verbunden ist mit gering entwickelter organischer Masse. Die äussere dieser Kalklagen wird ge-

wöhnlich als Prismen-, die innere als Perlmutter-schicht bezeichnet.<sup>7</sup> Bei den meisten im süssen Wasser lebenden Mollusken, so vor allem aber bei den obengenannten Schnecken, ist die äussere organische Schicht (Cuticula) verhältnissmässig recht dick, sehr resistent und gar nicht quellfähig, und es ist zweifellos, dass sie allein durch ihre geringe Durchgangsfähigkeit für Wasser die von ihr bedeckten Kalktheile der Schale gegen Auflösung oder Zerstörung schützt. Dies geht ohne weiteres aus den beigefügten Abbildungen einiger Schalen hervor (Fig. 63), deren Kalkschichten tief ausgefressen sind, während die organische Cuticula in langen,

dünnen Fetzen weit über die in der Schale ausgegrabenen Löcher herüberhängt. Es fragt sich nun, wie in diesen Fällen die Erosion zuerst begann; denn wenn es auch ohne weiteres verständlich ist, dass eine blossgelegte Fläche der Kalkschichten durch die im Wasser aufgelöste Kohlensäure angefressen werden kann, so mussten sie ja doch gegen diese Einwirkung eben durch jene Cuticula vollständig geschützt sein, solange die letztere noch unangegriffen war.

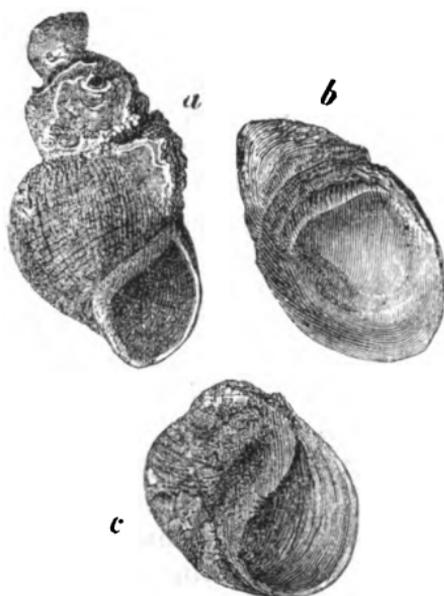


Fig. 63. Durch Erosion halb zerstörte Schalen lebender Schnecken.  
a von einer *Melania*, b *Navicella*, c *Neritina*.

Die mikroskopische Untersuchung der abgebildeten Schalen hat nun gezeigt, dass ihre Substanz fast überall und ganz besonders in nächster Nähe der Wundränder durchsetzt ist von zahllosen Bohrgängen feiner bohrender Pilze; diese Kanäle laufen meistentheils senkrecht gegen die Fläche der Schalen und sie könnten leicht als normale Eigenthümlichkeiten der letztern angesehen werden. Dieselben Bohrpilze finden sich aber auch schon in Schalen, welche anscheinend ganz gesund sind,

da sie überall noch die braune organische Cuticula tragen; andere wieder haben eine schon etwas angefressene Spitze. Dadurch wird die gesuchte Erklärung gegeben. Die Bohrpilze, deren Sporen wol continuirlich durch das Wasser an den Schalen vorbeigeführt werden, siedeln sich an den hervorragendsten, ältesten und zugleich von der dünnsten Cuticula bedeckten Stellen zuerst an; durch ihre allmählich zunehmenden Bohrgänge werden die Kalktheile der Einwirkung des Wassers blossgelegt; dieses frisst, vermöge der in ihm enthaltenen Kohlensäure, den Kalk der Prismenschicht ab und da sich durch die Stromstärke Wirbel in den kleinen Löchern bilden müssen, so wird diese chemische Wirkung wol auch durch die mechanische Kraft der Strömungen verstärkt werden können. Nun gewinnt dieses Ausfressen allmählich die Ueberhand gegen die Zerstörung der organischen Cuticula durch die Pilze und so bleiben jene langen Fetzen derselben übrig, welche über die tiefen, vom Wasserstrom eingefressenen Gruben herüberhängen. Diese letztern endlich zeigen bei einiger Weite deutlich Spuren der abschleifenden Wirkung kleiner Wasserwirbel.

Natürlich müssten diese letztern allmählich sowol die Prismen- als auch die Perlmutterschicht gänzlich durchfressen — auch ohne die Unterstützung durch die bohrenden Pilze — und schliesslich die darunter liegenden Weichtheile des Thieres blosslegen. Gegen den dadurch bedingten schädlichen Einfluss schützt sich nun die Schnecke einfach durch Absonderung neuer Kalklamellen unter den angefressenen Stellen. Der Bau der Schale wird so bedeutend verändert. Es ist allerdings schwer verständlich, wie das Thier befähigt wird, gerade an den dünner werdenden Stellen der Schale neue Kalkmassen abzusondern; denn dies geschieht nicht erst, nachdem wirklich die Schale durchfressen wurde, sondern ausnahmslos viel früher, wie aus der Thatsache hervorgeht, dass nie oder nur äusserst selten wirklich durchlöcherete Schalen gefunden werden.

Man kann vielleicht annehmen, dass der vom Wasserwirbel auf die getroffenen Schalentheile geübte Stoss oder Druck sich um so stärker fühlbar macht, je dünner die Schale wird, bis schliesslich der so hervorgerufene locale Reiz eine stärkere Aussonderung der schalenbildenden Flüssigkeit durch die Haut erzeugt. So würde dieselbe Kraft, welche bestrebt ist, die Schalen zu zerstören, zugleich auch wieder das Thier in Stand setzen, sich gegen ihren schädlichen Einfluss zu vertheidigen.

Aehnliche Einwirkungen der Ströme auf die in ihnen lebenden freikriechenden oder zeitweilig festsitzenden Thiere liessen sich wol in manchen andern Fällen nachweisen; so erscheinen z. B. die Formen mancher Schneckenschalen besonders geeignet zu sein, in bestimmter Richtung wirkenden Druck oder Stoss auszuhalten. Bei dem absoluten Mangel allergeauern Kenntniss hierüber können wir solche Fälle beiseite setzen, um uns der Untersuchung jener andern zuzuwenden, in welchen der mechanische Einfluss constanter Ströme auf die Wachstumsrichtung festsitzender Thiere ohne weiteres ersichtlich ist.

In dieser Beziehung sind nun die Korallenthier von ganz hervorragender Wichtigkeit, denn sie legen im Kleinen wie im Grossen die Tendenz äusserst klar an den Tag, die Kraft und die Richtung ihres Wachstums — der Einzelpolyphen sowol wie der ganzen Korallen — mit Richtung und Kraft des sie treffenden Wasserstromes oder -Druckes in Gleichgewicht zu setzen. Andererseits besitzt die Frage, in welcher Weise das Wachstum von Korallen durch äussere Momente beeinflusst oder bedingt werden mag, eine sehr grosse Bedeutung im Hinblick auf die bekannte Theorie Darwin's von der Entstehung der Korallenriffe. Wir würden den bezeichneten Verhältnissen nur geringe Beachtung zu schenken haben, wenn sie einfach als Bestätigung der Darwin'schen Ansichten zu gelten hätten, oder diese gar nicht berührten; da sie aber im

Kleinen dieselbe, der Darwin'schen Theorie entgegenstehende Ansicht erläutern, wie sie sich mir nach sorgfältiger Untersuchung des Gesamtwachsthums der Korallenriffe allmählich hervorgebildet hat, so glaube ich sie hier ganz ausführlich beschreiben zu müssen. Die hohe Autorität, welche jede von Darwin ausgesprochene Ansicht für uns hat und haben muss, würde allein schon eine eingehende Beschäftigung mit allen einschlägigen Fragen rechtfertigen; um so mehr erscheint sie hier gestattet, da Darwin's Korallenrifftheorie durch ihre leichte Anwendbarkeit, grossartige Einfachheit und zum Theil auch wol durch das Interesse, welches gerade die Korallenbildungen von jeher im Volke erweckt haben, eine fast allgemein bekannte, dem Geologen höchst bequeme und dem Laien eine leicht fassbare Hypothese geworden ist. Bei der nun folgenden Untersuchung wollen wir von speciellen Fällen ausgehen, um erst später die allgemeineren zu discutiren.

a. Die Einwirkung constanter durch Thiere erregter Ströme auf wachsende Korallen. Schon im Jahre 1837 beschrieb Stimpson unter dem Namen *Hapalocarcinus marsupialis* eine kleine Krabbe, welche Dana auf seiner grossen Reise unter dem Commando von Wilkes im Stillen Ocean entdeckt hatte. Abgesehen von einigen andern Eigenthümlichkeiten unterschied sie sich von allen übrigen Krabben durch eine eigenthümliche, von den verlängerten Seitenplatten gebildete Tasche des Abdomens, in welcher die Weibchen ihre Eier trugen. Später beschrieb Heller aus dem Rothen Meere eine andere Krabbenart unter dem Namen *Cryptochirus coralliodytes*, deren Weibchen die gleiche Eiertasche besaßen wie die der ersten Gattung; aber die Körperform war völlig verschieden. Während die *Hapalocarcinus* im allgemeinen plattgedrückt-rundlich sind, besitzen die *Cryptochirus* eine völlig cylindrische Gestalt ihres Thorax mit schräg abgestutztem Kopfende, sodass sie auffallend an manche

cylindrische in Holz bohrende Käfer erinnern. Beiden Naturforschern war die eigenthümliche Lebensweise dieser Krabben gänzlich unbekannt geblieben.

Da ich selbst beide Arten lebend auf den Philippinen beobachtet habe, so will ich hier meine Wahrnehmungen ausführlich schildern.

Für die Existenz beider ist die Vergesellschaftung mit lebenden Korallen nothwendig; diese werden so gut durch jene direct beeinflusst, wie umgekehrt. Die *Hapalocarcinus*<sup>8</sup> sind bisjetzt nur in sich verästeln-

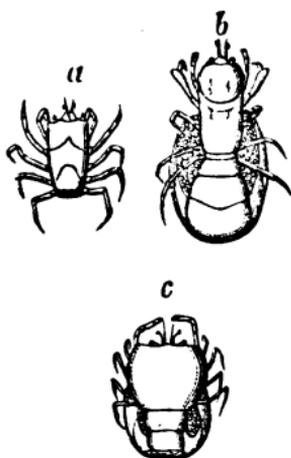


Fig. 64. Die Bewohner der Korallengallen. a Männchen von *Cryptochirus*; b Weibchen von *Cryptochirus coralliodytes*; c Weibchen von *Hapalocarcinus marsupialis*.

den Korallenstücken gefunden worden; ich selbst habe sie auf *Sideropora digitata* und *palmata* wie *Seriatopora*arten beobachtet; Verrill fand sie auf *Pocillopora caespitosa* von den Sandwichinseln und D. Graeffe hat sie an zwei Arten von *Seriatopora* entdeckt. An allen genannten Korallen erzeugen die Krabben eigenthümliche Auswüchse an den Aesten eines Zweiges; diese bald sehr breiten und massiven, bald zierlichen Geschwülste wachsen so gegeneinander an, dass sie die zwischen ihnen sitzende

Krabbe völlig umgreifen und so in die Höhlung der allmählich entstehenden Galle einschliessen.

Es ist nicht schwierig, den dabei stattfindenden Vorgang aus den an einer einzigen Koralle zu beobachtenden Stadien zu erschliessen. Die junge Krabbe wird durch ihre Ansiedelung zwischen zwei Aesten eine krankhafte Wucherung derselben erzeugen; die so entstehenden Aeste der Koralle werden je nach der Eigenart jeder Species sich verschieden gestalten müssen. Dies tritt denn auch sehr deutlich an den verschiedenen mir

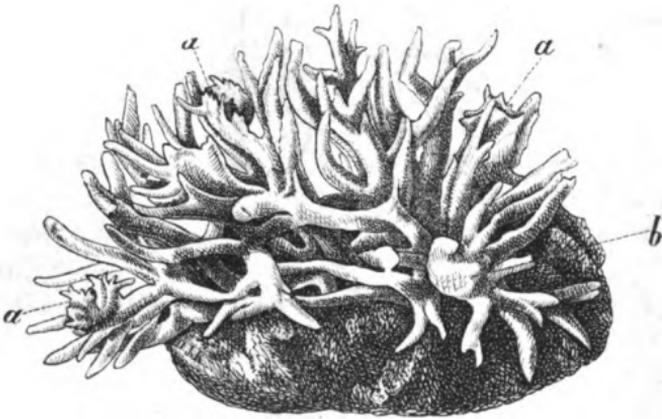


Fig. 65. *Sideropora hystrix* mit Gallen, die bewohnt werden von *Hapalocarcinus marsupialis*. *a a a* junge, noch halb offene Gallen; *b* eine alte geschlossene, an welcher sich nur bei genauerm Zusehen zwei einander gegenüberstehende Spalten erkennen lassen.

vorliegenden Stücken hervor. Bei den Seriatoporen sind die beiden Aeste blattförmig und besetzt mit mehr oder weniger zahlreichen dünnen Zweigen, die in scharfe Spitzen auslaufen; bei den dicken Pocilloporen tragen die Zweige zwar noch Nebenspitzen, aber diese sind schon massiver als dort; bei den Sideroporen endlich fehlen diese Spitzen gänzlich und die beiden Aeste, welche den Krebs zwischen sich fassen, sind durchaus massiv. Anfänglich sind natürlich die beiden blattförmigen Aeste weit voneinander entfernt, sodass der Krebs leicht den Platz verlassen könnte, wenn er wollte. Da

er dies aber nicht thut, so wird er bald von den beiden einander entgegenwachsenden Aesten so umfasst, dass er dann auch gegen seinen Willen festgehalten werden würde. Nun bedarf das Thier zu seiner Athmung einer beständigen, raschen Erneuerung des in der Galle befindlichen und ihn umspülenden Wassers; zuerst findet dieses Athmungswasser nach allen Seiten hin einen Ausweg, aber wenn erst die beiden Aeste sich mehr gegeneinander gekrümmt haben, so wird die Stelle, an welcher jenes Wasser ein- und austreten könnte, immer mehr eingeengt werden müssen. Es lässt sich ferner aus der Structur der Höhlung aufgebrochener Gallen mit Sicherheit schliessen, dass der Krebs sich nur wenig in seiner Wohnung bewegt, denn sonst würden die deutlich erkennbaren Narben, die offenbar durch das an diesen Stellen beständig fortgesetzte Kratzen erzeugt wurden, nicht vorhanden sein können. Da nun der Athmungsstrom bei allen Krebsen dieser Gruppe in der Nähe des Mundes hereintritt und am hintern Ende der Kiemenhöhle wieder heraus, so wird der durch die Galle hindurchtretende Strom auch immer nur eine einzige Richtung einschlagen können. Die Folgen davon sind deutlich an den halb oder fast ganz geschlossenen Gallen erkennbar. Es wachsen nämlich die beiden Blätter der Koralle am raschesten einander entgegen an den Stellen, welche am wenigsten durch den Strom in der Galle getroffen werden; hier auch kommen sie zuerst zur Berührung, bis endlich nur noch zwei mehr oder minder weite Spalten übrigbleiben, welche deutlich durch ihre Stellung einander gegenüber beweisen, dass sie es sind, durch welche der Athmungsstrom hindurchtritt; der eine Spalt ist zum Eintreten, der andere zum Austreten

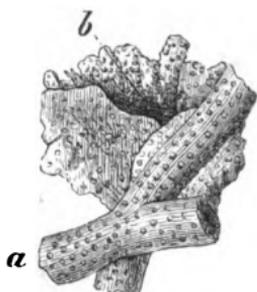


Fig. 66. Eine geöffnete Galle von *Seriatopora hystrix*. *a* die normalen Aeste der Koralle; *b* die Galle mit der hier geöffneten Höhlung, in welcher ein Krebs eingeschlossen war.

des Wassers bestimmt. Diese beiden Oeffnungen bleiben nun so lange offen, als der Krebs sich am Leben befindet; in gänzlich geschlossenen Gallen finden sich nie lebende Thiere und meist sind sie völlig leer.



*Fig. 67.* Sideropora palmata mit einer Galle, welche äusserlich kaum merkbar hervortritt, aber deutlich den Längsspalt erkennen lässt, welcher die beiden Hälften der fest geschlossenen Galle trennt.

Man muss aus dem soeben beschriebenen Verhalten der Gallen den Schluss ziehen, dass die Spalten durch die Kraft des sie passirenden Stromes offen gehalten werden; dies kann aber nur dann geschehen, wenn die Stärke des Stromes genau so gross ist wie die Kraft, welche, jenem entgegenwirkend, in den wachsenden Polypen zur Geltung kommt. Diese bestreben sich, wie

aus den verschiedenen Altersstufen solcher Gallen hervorgeht, den Spalt zwischen den beiden Gallenhälften zu verkleinern; anfänglich mag ihnen dies recht leicht werden; wenn aber durch die zunehmende Verengerung die Stärke des Wasserstromes mehr und mehr gesteigert wird, so muss schliesslich ein Zustand des Gleichgewichts zwischen den beiden einander entgegenwirkenden Kräften eintreten. Wenn also anfänglich die Koralle auch im Stande war, nach ihrer Eigenart und ungehindert auszuwachsen, so fand sie doch bald in dem durch den Krebs erregten Strom einen Widerstand, den sie nicht mehr zu überwinden vermochte. Man ist natürlich berechtigt, anzunehmen, dass ähnliche Hindernisse, die sich irgendwo dem Wachsthum grösserer Korallenblöcke entgegenstellen möchten, in gleicher Weise auch diese in ihrem Wachsthum hindern oder bestimmen werden.

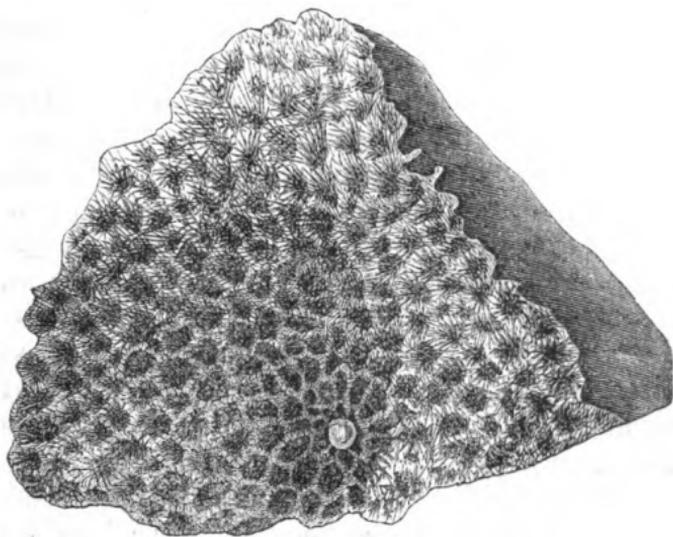
Die Anwendung des so gewonnenen Satzes können wir einstweilen vertagen; dagegen lohnt es sich der Mühe, noch einige andere, an denselben Gallen zu beobachtende Erscheinungen ins Auge zu fassen. Die Wände der die Gallen bildenden blattförmigen Aeste tragen nämlich nicht blos auf ihrer äussern Seite Polypen, sondern auch auf ihrer innern; dies geht daraus hervor, dass sie gerade so, wie die Aussenwände, dicht bedeckt sind mit Kelchen, welche ihrem Bau nach nur von Polypen selbst gebildet werden konnten. Da nun die in die Höhlung der Gallen sehenden Polypen der Einwirkung des Stromes ebenso gut ausgesetzt waren, wie die am Rande des Spaltes sitzenden, so müssen jene erstern Spuren dieses Einflusses erkennen lassen, wenn überhaupt ein solcher bei dem Wachsthum der Gallen stattgefunden hatte. Dies ist denn auch ganz unverkennbar der Fall. Keiner der Kelche ist ganz normal ausgebildet; ihre Höhlung, die bei den äusserlich sitzenden Polypen sehr tief ist, gleicht hier mehr einer flachen Grube und die Scheidewände oder Septa der Kelche sind nur schwach ausgebildet. Es lässt

sich hieraus schon mit einiger Sicherheit folgern, dass die Polypen des Innern nicht im Stande waren, den Widerstand des ihnen entgegenwirkenden Stromes ganz zu überwinden. Diese directe Einwirkung des letztern zeigt sich unverkennbar an vielen Kelchen, deren Polypen wol die stärkste Gewalt des vom Krebs erzeugten Stromes auszuhalten hatten; sie stehen nämlich schräg gegen die Spalte zu nach aufwärts gerichtet so, wie sie stehen müssten, wenn sie ausser Stande waren, gegen den Strom anzuwachsen.

Wir ersehen hieraus, dass der durch den Krebs erregte Strom nicht bloß im Stande ist, die krankhaften Auswüchse der Koralle in eine bestimmte Richtung des Wachsthumms zu zwingen, sondern auch die einzelnen Polypen gerade so gut zu hindern und von der Einhaltung ihres normalen Wachsthumms abzubringen.

In scheinbar ganz verschiedener Weise äussert sich der Einfluss der Athmungsströmung bei den nur in massiven Korallen lebenden Arten der Gattung *Cryptochirus*. Ich fand sie im Archipel der Philippinen in Löchern der *Goniastraea Bournoni*, in einer unbestimmten, leider verloren gegangenen echten *Astraea* und in einer noch unbeschriebenen *Trachyphyllia*; endlich erhielt ich durch A. Agassiz eine neue Form aus dem Westindischen Meere, welche vielleicht eine neue Gattung bilden muss; doch ist sie der ersten ungewein nahe verwandt. Auch diese letztere lebt in einer *Trachyphyllia*.<sup>9</sup> Wie man sieht, gehören sie alle den massiv wachsenden Korallen an und dem entsprechend ist denn auch die Höhlung, in welcher die Krebse leben, ganz verschieden von derjenigen, in der die *Hapalocarcinus* vorkommen. Es entstehen hier nämlich nie Gallen, sondern nur cylindrische oder trichterförmige Löcher, welche bei Lebzeiten des Krebses nie geschlossen werden, sodass dieser gewiss im Stande wäre, seine Höhle zu verlassen. Das thut er nun freilich doch nicht; wohl aber schieben die von mir im Leben beobachteten Arten ihren Vorderkörper sehr weit

aus ihrem eigentlichen Wohnloch heraus, sodass sie in diesem nur noch mit der Bruttasche, d. h. also mit ihrem Hinterleib darin sitzen. Das Wohnloch selbst zeigt einige auffallende Eigenthümlichkeiten. Der Grund desselben, auf welchem die Bruttasche ruht, wenn das Thier sich ganz zurückgezogen hat, zeigt die radiär aufeinander zustrebenden Septa eines Polypenkelchs; sie liegen gänzlich frei da, während die Seitenwände des cylindrischen Loches so vollständig von einer dün-



*Fig. 68.* *Goniastrea Bournoni* M. Edw. mit einem Trichter, in dessen Grunde ein Krebs (*Cryptochirus coralliodytes* Heller) sitzt; nur die breit abgestutzte Stirnfläche desselben ist sichtbar.

nen Kalkkruste überzogen sind, dass man hier nichts von den senkrecht aufsteigenden Septen des Polypenkelchs bemerkt. Es geht daraus hervor, dass die junge Krabbe oder auch die Larve sich im Centrum eines Kelchs ansiedelte und dadurch den in diesem sitzenden Polypen tödtete. Eine mir vorliegende Koralle mit nicht vollständig ausgebildetem Wohnloch zeigt, dass anfänglich die Krabbe ebenso rasch wächst, wie die umgebenden Polypen; denn der Rand des vollständig cylindrischen Krebslochs steht mit dem Rande der be-

nachbarten Kelche genau in derselben Ebene und seine Weite ist ebenfalls genau die eines Kelchs. Bei diesem Exemplar ist das Loch 6 Mmtr. lang, und ebenso lang ist auch der in ihm gefundene Krebs. Bei einem andern Exemplar aber hat dieses Loch 20 Mmtr. Länge, während der dazu gehörige Krebs allerdings im getrockneten Zustande nur 7 Mmtr. lang ist. Dies beweist schon, dass der Krebs viel früher aufgehört hat zu wachsen als die Koralle. Diese Folgerung wird ferner schlagend dadurch bewiesen, dass der Rand des cylindrischen Loches nicht in der gleichen Ebene mit den Rändern der benachbarten Kelche, sondern sehr viel tiefer liegt. Von dem Rande des eigentlichen Wohnlochs an beginnt ein allmählich sich nach oben ausweitender Trichter, dessen Rand, wie aus der Abbildung (Fig. 68) ersichtlich ist, allmählich in die obere Kuppe der Koralle übergeht. Der in diesem hier abgebildeten Trichter sitzende Krebs wurde von mir lange Zeit während seines Lebens beobachtet und ich sah dabei, dass er sich weit genug aus seinem Loch herauschob, um mit seinen vorgestreckten Vorderfüßen fast bis an die höchsten Stellen des Trichters kommen zu können.

Die hier geschilderten Verhältnisse<sup>10</sup> lassen offenbar nur folgende Deutung zu: Im Anfang wachsen Krabbe und Koralle gleich rasch; denn wüchse die Koralle schneller als die Krabbe, so würde sich gleich von vornherein ein Trichter über dem Krebs bilden müssen, wüchse aber der letztere schneller, so könnte der Rand seines Wohnlochs, solange es klein ist, nicht genau so hoch sein wie der Rand der benachbarten Kelche. Hat aber die Krabbe ihre volle Länge, also etwa 7 Mmtr., erreicht, so wachsen nun die Polypen über sein Wohnloch hinaus und sie würden dies ohne Zweifel bald ganz umwachsen haben, wenn sie nicht in dem, durch die Krabbe erregten Athmungsstrom und in den Bewegungen des Thieres einen Widerstand fänden, der kräftig genug ist, jene in eine bestimmte und eigen-

thümliche Richtung des Wachstums zu zwingen. Die so einander entgegenwirkenden Kräfte setzen sich ins Gleichgewicht, welches dem Trichter die ihm eigenthümliche Form gibt. Hier auch, wie in dem zuerst untersuchten Fall, zeigen selbst die einzelnen Polypen deutlich die Einwirkung des Stromes. Während sonst immer die einzelnen Kelche senkrecht auf die Fläche der Koralle gestellt sind, ist dies bei den meisten Individuen, die im Innern des Trichters sitzen, nicht der Fall, sondern sie stehen schräg nach oben gerichtet und zwar am stärksten gerade dort, wo die Stromstärke am grössesten ist, nämlich in dem untern engern Theile des Trichters.

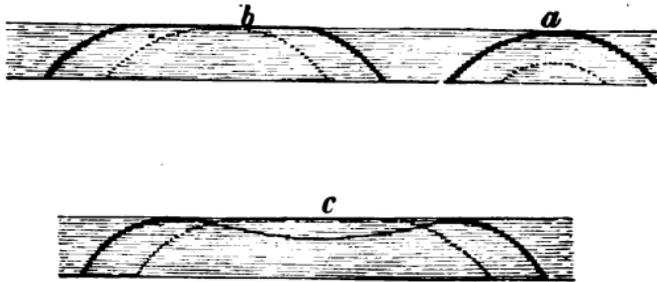
Wir sehen also aus diesem und dem ersten Beispiele, dass ein und dieselbe Kraft, nämlich der durch eine Krabbe erregte Athmungsstrom, die einzelnen Polypen in derselben Weise beeinflusst, indem er sie zwingt, seitwärts zu wachsen; zugleich aber bringt er ganz verschiedene Resultate hervor, je nachdem das Wachstumsgesetz des einzelnen Korallenstocks ein anderes ist. Nur bei den sich verästelnden Arten entstehen Gallen, bei den massiven Formen aber Trichter oder auch nur cylindrische Löcher. Zahlreiche Beobachtungen über ähnliche Einflüsse von Strömungen auf einzelne Korallen oder ganze Korallenblöcke wurden von mir auf meinen Reisen gemacht. Es wird genügen, aus diesen zwei besonders instructive Fälle herauszugreifen.

Der eine hier zu beschreibende Fall betrifft das Wachsthum einiger massiv wachsenden Korallen, unter denen vor allem die auf den Riffen so häufigen Poritesarten und einige Astraeen beachtet wurden. Die kleinsten und daher auch jüngsten Colonien hatten regelmässig eine gleichmässig convexe Oberfläche, natürlich nur, wenn sie gesund und nicht von andern Thieren oder von Pflanzen angefressen worden waren. Bei ihnen waren die auf dem Gipfel sitzenden Polypen ebenso gut entwickelt wie die am Rande des Blockes,

und sie wurden auch bei starken Ebben nie trocken gelegt. Grössere Blöcke derselben Arten, die öfter dem Einfluss der Luft ausgesetzt zu sein schienen, waren flach, die Polypen auf ihrem Gipfel sahen kümmerlich aus und manche von ihnen waren abgestorben; öfters auch lagen kleinere Steine und Sand auf der centralen Fläche. An noch grössern Blöcken, deren Oberfläche schon bei gewöhnlichen Ebben leicht entblösst wurde, waren fast alle Polypen derselben abgestorben und oft gänzlich bedeckt mit Sand, Nulliporen und andern Algen. Die Oberfläche der grössten Colonien endlich war concav mit erhöhtem Rande, der einige Linien bis zu einem Zoll die centrale Fläche überragte. Diese letztere zeigte einige wichtige Eigenthümlichkeiten. Bekanntlich finden sich selbst bei den Korallen des massiven Typus oft schwache Gruben zwischen den einzelnen Kelchen und in manchen mittelgrossen Poritesblöcken sind diese zu verschiedenen weiten Gräben erweitert. Bei den grössten Blöcken nun waren dieselben zu engen, aber oft recht tiefen Kanälen geworden, welche die concave Oberfläche und auch den erhöhten Rand nach verschiedenen Richtungen hin durchschnitten.

Die hier geschilderten Verhältnisse lassen sich, wie ich glaube, zwanglos verwerthen, um die Wachsthumsvorgänge einer Poritesknolle zu construiren. Solange die jungen Knollen selbst bei sehr tiefen Ebben ganz unter Wasser bleiben, wachsen alle Einzelpolypen nach allen Richtungen hin und geben somit der Koralle eine gleichmässig convexe Oberfläche; ein Schnitt durch eine solche würde ein Bild bieten wie der hier beigefügte Holzschnitt (s. Fig. 69). Bei überall gleichem Wachsthum werden die Polypen der Kuppe früher die gewöhnliche Fluthöhe erreichen, als die an den Seiten stehenden. Jene werden also auch früher als diese den Einflüssen der Luft und des Regens bei tiefen Ebben ausgesetzt sein und somit auch früher absterben. Die seitlich stehenden Polypen aber wachsen fort, sie

streben nicht bloß dahin, die Koralle überhaupt zu erhöhen, sondern auch in der Horizontalen auszudehnen, und so vergrößert sich die obere und rasch absterbende Fläche so sehr seitwärts, dass nun Sand, Steine, Pflanzen und allerlei Thiere auf ihr Platz finden. Anfänglich wird diese Fläche nahezu in derjenigen Höhe bleiben (*b*), bis zu welcher ein solcher Block normalerweise wachsen kann; hat dieser aber eine bedeutende Grösse erreicht, etwa 6 bis 8 Fuss im Durchmesser oder noch mehr, so ist die centrale Fläche auch gross genug geworden, um eine Ansammlung von bedeutenden Wassermassen und von Sand, Pflanzen und andern



*Fig. 69.* Schema des Wachstums der Porites-Colonien. *a* erstes Stadium, in welchem die Korallenkuppe die Oberfläche des Meeres berührt; *b* zweites Stadium, in welchem nur noch Randwachsthum stattfindet; *c* drittes Stadium, in welchem die in *b* noch intacte horizontale Fläche abgestorben und vertieft worden ist.

Thieren zu gestatten. Die obere Fläche wird absterben müssen infolge davon und dann auch leicht durch die abwaschenden Wogen schwach ausgehöhlt werden können (*c*). Fällt ferner in der Regenzeit bedeutende Wassermenge bei tiefer Ebbe auf diese Oberfläche — und man wird nicht bestreiten wollen, dass dies sehr wohl möglich sei — so wird endlich das süsse Wasser, das sich auf der Fläche sammelt, sehr bald nicht mehr Platz finden und über den Rand hin ablaufen müssen. Nun ist aber die ganze Koralle sehr porös und auch normalerweise schon von mehr oder weniger tiefen Furchen durchzogen, wie wir oben sahen. Diese vorgebildeten Kanäle sucht das Wasser natürlich auf; es

erweitert sie, bohrt sich an den günstigsten Stellen des Randes, wo dieser am weichsten ist, ein und frisst so langsam, aber sicher Kanäle durch den erhöhten Ringwall des Korallenblocks. In dem beistehenden Holzschnitt ist dieser Wachsthumsvorgang in schematischer Weise dargestellt worden.

Eine andere Erklärung als die gegebene scheint mir unmöglich. Man würde vielleicht geneigt sein, die Erhebung des Ringwalles um die centrale Fläche herum durch die Annahme zu erklären, es sei jener rascher gewachsen als die Fläche; wäre diese Erklärung aber richtig, so müsste der Wall auch schon bei den mittelgrossen Blöcken zu sehen sein, das ist aber nie der Fall. Oder man möchte vielleicht sagen, es sei ja bekannt, dass Korallen immer am besten am Rande der Blöcke wüchsen und die Concavität der obern Fläche sei sehr leicht durch die Annahme einer Senkung zu erklären; aber die erste Versicherung wäre einfach unwahr und die zweite vollständig lächerlich, da durchaus nicht einzusehen wäre, warum eine Senkung nur bei den grössten, nicht aber bei den kleinern oder mittelgrossen Blöcken eintreten sollte. Ich sehe in der That keine andere Erklärung, die in so vollständigem Einklang mit den beobachteten Thatsachen stünde, wie die eben von mir gegebene.

Wir haben als letzten Punkt dieses Kapitels jetzt noch die Einwirkung zu besprechen, die ganze Riffe erfahren, wenn sie von verschieden starken Strömen und in wechselnder Richtung getroffen werden. Wir wollen dies thun durch Untersuchung eines sehr bezeichnenden, von mir selbst genau untersuchten Falles.

Am Südwestende von Mindanao liegt, der alten berühmten spanischen Colonie Zamboanga gerade gegenüber, die kleine Insel Basilan. Ich besuchte sie im Jahre 1859, als noch der bei weitem grösste Theil derselben von feindlichen Mohammedanern bewohnt war; die Spanier waren beschränkt auf ein Dorf

am Nordende der Insel, das einer noch kleinern, durch einen schmalen Kanal getrennten Insel mit Namen Malaunavi gegenüber lag. Dieser enge, aber ziemlich lange Kanal läuft von Nordost nach Südwest; ostwärts öffnet er sich mit weiter Mündung in die Strasse von Zamboanga, westlich aber ist er gesperrt durch ein ganz kleines Inselchen, das mitten zwischen Basilan und Malaunavi liegt. Dieser Form des Kanals und der eigenthümlichen Ablenkung der Hauptströmungen in der Strasse zwischen Basilan und Zamboanga ist es wol zuzuschreiben, dass die Strömung zwischen Basilan und Malaunavi immer nur in einer Richtung läuft und niemals mit der Umkehr der Flutströmungen wechselt; wenigstens war dies der Fall während der zwei Monate, die ich dort zubrachte, und es soll nach der Aussage von D. Claudio Montero, dem damaligen Chef der Comision Hidrografica, auch das ganze Jahr hindurch der Fall sein. Der Einfluss der Ebben und Fluten zeigte sich nur in der verminderten oder grössern Stärke des durch den Kanal hindurchtretenden Stromes. Nun will ich gern zugeben, dass vielleicht doch mitunter eine Umkehrung der Richtung des Stromes eintreten mag; aber sicherlich kommt dies nicht häufig vor und es ist nicht zu bezweifeln, dass ein starker Strom sehr lange Zeit in derselben Richtung durch den Kanal hindurchtritt. Diese Thatsache aber ist es vor allem, die uns ein Verständniss der eigenthümlichen Structur der Riffe ermöglicht, welche sowol den Kanal zu beiden Seiten als auch die anliegenden Inseln umsäumen. Eigentliche Riffe mit erhöhtem Aussenrande existiren hier nicht. Das Wasser im Kanal ist immer ruhig und da auch die durch Stürme erzeugten Wellen des hohen Meeres nicht bis in das Innere des Kanals dringen, so bietet er wenigstens den kleinen Schiffen, die dort allein fahren, sichern Schutz trotz seiner geringen Ausdehnung; die Strömung in ihm ist aber oft recht stark, sie beträgt mitunter 4 bis 5 oder selbst 6 Knoten in der Stunde.

Beide Ufer des Kanals sind gebildet von Korallen, die aber doch an der Nordseite, also an der Küste von Malaunavi, am stärksten entwickelt sind. Es sind die gewöhnlichen riffbauenden Arten, *Astraeen*, *Porites*, *Madreporen* u. s. w. Nun besitzen diese, wie alle grössere Blöcke bildenden Arten, die Tendenz, nach allen Richtungen hin sich auszubreiten; hier aber tritt ihnen der starke, sie tangirende Strom hindernd entgegen, welcher, wie schon bemerkt, die grösste Zeit des Jahres constant in einer Richtung durch den Kanal fliesst. Wäre er schwächer, als die Wachstumsstärke der Korallen ist, so würden diese den Widerstand leicht überwinden; er ist aber vielmehr stark genug, sie zu vollständig verticalem Wachsthum zu zwingen. So ist das Riff namentlich an der Seite von Malaunavi nur wenige Schritte breit; aber dann stürzt es völlig senkrecht in die, allerdings nicht bedeutende Tiefe ab.

Anders gebaut ist das Riff, welches die kleine, am westlichen Ausgang des Kanals liegende Insel umsäumt. Dieselben Arten kommen auch dort, wie im Kanal vor; aber sie wachsen hier an verschiedenen Stellen ganz verschieden. Da, wo der aus dem Kanal herauskommende Strom auf die Insel trifft, muss sich derselbe natürlich theilen. So entsteht an der östlichen, dem Kanal zugewendeten Seite der Insel ein Dreieck, dessen Wasser nur von schwachen, abgelenkten Strömen nach allen Richtungen hin durchzogen wird. Die beiden Arme des durch die Insel getheilten Stromes treten erst weiterhin wieder tangirend an die Insel heran. In jenem vergleichsweise stillen Dreieck nun wachsen die *Madreporen*, *Astraeen*, *Poriten* und andern Korallen nicht vertical auf, sondern vielmehr nach allen Richtungen hin, meistens in isolirten Blöcken; und wenn auch die ästigen Arten im allgemeinen mehr in die Höhe wachsen als die massiven Formen, so ist doch auch bei jenen unverkennbar die Tendenz vorhanden, sich ebenso sehr in die Breite wie in die Höhe auszu dehnen. Ein senkrechter Abfall des Riffes fehlt also

hier an der östlichen Spitze der Insel und es sinkt das Riff ganz allmählich in die Tiefe des Kanals ab. Wo aber die beiden, durch die Theilung des Hauptstromes entstandenen Ströme jene Insel tangirend berühren, da stellt sich mit einem male die senkrechte Riffmauer wieder her und die Rifffläche wird wieder so schmal, wie sie im Kanal von Malaunavi ist. Am entgegengesetzten Ende der Insel, also an ihrer westlichen Spitze, entsteht ein zweites stilles Dreieck durch die Vereinigung der beiden Ströme und in diesem nimmt dann die Rifffläche abermals die Structur an, wie ich sie von der östlichen Spitze ausführlich beschrieben habe. Ganz die gleichen Erscheinungen habe ich überall, auf den Philippinen wie auf den Palaos im Stillen Ocean beobachtet; wo Wirbel oder stille Dreiecke zwischen einer Insel und den sie treffenden Strömen entstanden, wuchsen die Korallen in unregelmässigen Haufen und mehr oder minder nach allen Richtungen hin und ein senkrechter Abfall der Rifffläche in die Tiefe fand sich immer nur da, wo Ströme parallel mit der Küste liefen.

Eine Erklärung für diese Erscheinung ist nicht schwer zu geben. Es ist dieselbe, die wir schon oben für die einzelnen Korallenblöcke gewannen; wo wenig bewegtes Wasser mit unregelmässig und wechselnd nach allen Richtungen hin verlaufenden Strömen auf Korallenriffe trifft, werden diese, gerade wie die einzelnen Blöcke, im Stande sein, sich nach allen Richtungen hin auszubreiten, da sie bei ihrem Wachsthum keinen constant in derselben Richtung auf sie wirkenden Widerstand zu überwinden haben. Wo aber starke und unausgesetzt in derselben Richtung fließende Ströme parallel mit einer Küste laufen und hierbei ein Riff treffen, werden die das letztere bildenden Korallen im einzelnen wie in der Gesammtheit zum senkrechten Wachsthum gezwungen werden müssen, vorausgesetzt natürlich, dass ihre Wachsthumskraft nicht hinreichte, den Widerstand des Stromes zu überwinden. Zwischen dem

so bedingten völlig senkrechten Wachstum und dem ganz horizontalen, durch nichts gehinderten, finden sich alle Uebergänge; bald ist der Abfall nach unten mehr, bald weniger geneigt, je nachdem die das Riff tangierenden Ströme stärker oder schwächer sind.<sup>11</sup>

Es ist nun meine, durch langjähriges Studium der Korallenriffe gewonnene Ueberzeugung, dass die hier geschilderte Beziehung zwischen der Stärke und Richtung von Strömen einerseits und der Wachstumsintensität der Korallen und der durch sie gebildeten Riffe andererseits eine der vornehmsten Ursachen ist, durch welche die Riffe ihre oft so auffallende Gestalt erhalten haben. Es steht diese Ansicht in scharfem Widerstreit zu der jetzt allgemein zur Geltung gelangten Theorie Darwin's über die Bildung der Korallenriffe. Die Anerkennung, welche diese gefunden hat, zwingt mich, im Verein mit der tiefen Hochachtung, die ich jeder von Darwin geäußerten Ansicht gern zolle, das nächste Kapitel zu benutzen zu einer ausführlichen Beschreibung der von mir 10 Monate hindurch genau untersuchten Riffe der Palaos im Stillen Ocean. Hier kommen auf kleinem Raume alle verschiedenen Arten der Riffe miteinander verbunden vor; eine genaue Untersuchung ihrer Structur wird zeigen, dass die Darwin'sche Theorie nicht ausreicht zu ihrer Erklärung und dass vielmehr auch hier im Grossen wie im Kleinen in den bisher untersuchten Fällen dieselbe Einwirkung constanter starker Ströme auf das Wachstum der Riffe zu erkennen ist.

---

## ACHTES KAPITEL.

### Der Einfluss des bewegten Wassers. Fortsetzung.

#### *Die Bildung der Korallenriffe auf den Palaos im Stillen Ocean.*

Es ist immer eine schwierige und nicht selten auch eine unangenehme Aufgabe, einer Ansicht widersprechen zu müssen, welche allgemein als wahr angenommen wird und welche nach dieser Annahme scheinbar ausreicht, um die bisher beobachteten Erscheinungen so gut wie alle überhaupt möglichen zu erklären. Trotzdem kann ich mich derselben hier nicht entziehen; denn gerade, weil ich Männern wie Darwin und Dana die ihnen schuldige Hochachtung mit grösster Freude zolle, ist es mir unmöglich, meine Abweichung von ihren Ansichten hier zu verschweigen. Die öfter gehörte Redensart, es genüge dem Geologen die Darwin'sche Theorie der Korallenriffe vollständig zur Erklärung der fossilen Riffformen, würde mich allerdings kaum zu einer Discussion veranlassen; aber Darwin selbst schulde ich, wie ich glaube, an dieser Stelle eine erneute Darstellung meiner, durch langdauernde Beobachtungen gewonnenen Ansichten. Denn es scheint mir, als ob er in der zweiten Ausgabe seines allgemein bekannten Werks über Korallenriffe einem Irrthume über meine Beobachtungen zum Opfer gefallen ist, indem er die Angaben, die ich allerdings bisher immer nur sehr kurz gehalten hatte, vollständig falsch wiedergegeben hat. Mir selbst schulde ich aber auch eine ausführlichere Darstellung an dieser Stelle, weil Dana in der jüngst erschienenen zweiten Ausgabe seines Buchs über Korallen nicht einmal meiner Ansichten und Beobachtungen Erwähnung gethan hat, obgleich Darwin selbst das Gewicht meiner Einwände anerkennt, aber freilich durch eine Annahme

zu beseitigen sucht, deren Unhaltbarkeit gerade durch meine mehrfach publicirten Beobachtungen bewiesen wird.

Durch die jüngsten Arbeiten des amerikanischen Forschers hat sich gezeigt, dass dessen Ansichten in Bezug auf die Entstehung der Riffe sich von denen Darwin's in einem sehr wesentlichen Punkte ganz bedeutend unterscheiden. Dieser nimmt bekanntlich an, dass überall da, wo Küstenriffe vorkommen, jetzt eine Periode der Hebung oder Ruhe herrsche, während Atolle und Barrierenriffe nur in Regionen neuerer Senkung gebildet werden könnten. Als ein ganz wesentliches Argument für die Richtigkeit dieser Ansicht benutzt er die von ihm in einer Karte scharf hervorgehobene Thatsache, dass active Vulkane nur in jenen Regionen vorkommen, welche nach der Structur der in ihnen vorhandenen Riffe nur Regionen der Hebung sein können.

Dana nun stimmt darin mit Darwin überein, dass er gleichfalls annimmt, es könnten Atolle oder Kanalriffe nur in Regionen der Senkung gebildet werden; aber die Küstenriffe sollen nach ihm nicht bloß keine Hebung in jüngster Zeit, sondern vielmehr eine noch stärkere Senkung andeuten, als sie durch die andern Riff-Formen bezeichnet wäre. Er sagt nämlich ausdrücklich: „Aber ich glaube immer noch, dass, während Kanalriffe schlagende Beweise für eine Senkung sind, keine Riffe oder Küstenriffe an und für sich kein Beweis sind für eine Ruhepause, sondern dass sie vielmehr eine Senkung, ja selbst eine bedeutendere andeuten, als dies viele Kanalriffe thun. Ich habe schon früher darauf hingewiesen, dass schroffer Abfall der Küsten eine der Ursachen ist, durch welche die Vertheilung der Riffe geregelt wird; ein Felsabsturz von etwa 150 Fuss bringt schon einen völligen Ausschluss solcher Riffe hervor. Solche steile Küsten sind an und für sich Beweis der Senkung, und da nun an solchen steilen Küsten nur ganz schmale Riffe Platz fänden, wenn

überhaupt solche gebildet würden, so wären gerade solche schmalen Riffe eine weitere Folge einer stattgehabten Senkung, aber durchaus kein Beweis für eine Periode der Ruhe, während welcher sich jenes gebildet haben könnte.“

Obgleich nun Darwin zugibt, dass unter Umständen schmale, d. h. also Küstenriffe, an solchen steil abfallenden Küsten gebildet werden könnten, so hält er doch auch an seiner frühern Ansicht fest, dass dies in der Regel nicht geschehe und dass in der Mehrzahl der Fälle Riffe dieser Klasse eine in jüngster Periode stattgefundene oder jetzt noch sich fortsetzende Hebung bewiesen. Er thut dies wol in dem richtigen Gefühl, dass seine Theorie hinfällig werden würde, wenn er die Dana'sche Ansicht annähme; denn es ist klar, dass von einer eigentlichen Senkungs- und Hebungstheorie nicht mehr dabei die Rede sein könnte. Nach Dana's Anschauung darf man annehmen, dass in Regionen der Senkung doch locale Hebungen stattfinden könnten und ebenso, dass auch Senkungen localer Art in Regionen der Hebung eintreten möchten. Daraus aber folgt, dass die Structur der Riffe an sich gar keine Sicherheit gibt zur Begründung des Ausspruchs, dass diese oder jene Region momentan in Hebung oder in Senkung begriffen sei. Um diese Frage zu entscheiden, bedürfte man also anderer Argumente, als sie von Darwin zur Begründung seiner Theorie benutzt wurden. In der That sucht denn auch Dana nach solchen und er kommt in diesem Suchen zu der Ansicht, dass der ganze Stille Ocean eine Region der Senkung sei, während Darwin verschiedene Regionen der Senkung und der Hebung in ihm erkennt. So nimmt Dana ferner auch an, dass der westindische Ocean momentan sich senke, während Darwin umgekehrt ihn als in Hebung begriffen betrachtet, da die in ihm vorkommenden Riffe fast ausschliesslich derjenigen Gruppe von Riffen angehören, durch welche nach seiner Theorie eine Hebung bewiesen werden soll.

Nun würde man vielleicht einwenden mögen, dass beide doch in Bezug auf die Bildung der Atolle und Kanalriffe völlig übereinstimmten und dass die von Darwin zugegebene Möglichkeit des Auftretens von Küstenriffen an steilen und sich senkenden Küsten durchaus kein Argument abgeben könnte gegen die Ansicht, dass Atolle und Kanalriffe unter allen Umständen nur durch Senkung gebildet werden könnten. Dies ist natürlich zuzugeben; aber trotzdem muss ich daran festhalten, dass Dana's und Darwin's Theorien einander widersprechen und dass, wenn nach Dana alle Arten von Riffen in einer Region der Senkung vorkommen können, die Structur der Riffe an sich von gar keinem Gewicht ist bei der Untersuchung der Frage, ob eine Senkung oder eine Hebung irgendwo stattfinde oder stattgefunden habe.

Es scheint mir daher erlaubt, die Dana'sche Ansicht zu ignoriren, sobald es sich, wie hier, darum handelt, festzustellen, in welcher Weise die Form der Riffe durch das vereinigte Wirken innerer und äusserer Ursachen bestimmt oder verändert werde. Denn jene Kräfte, welche Dana zu seiner Beweisführung hervor sucht, hängen in keiner Weise von der eigenartigen Natur der Korallen oder der durch sie gebildeten Riffe ab. Wir haben es somit ausschliesslich mit der alten unveränderten Ansicht Darwin's zu thun.

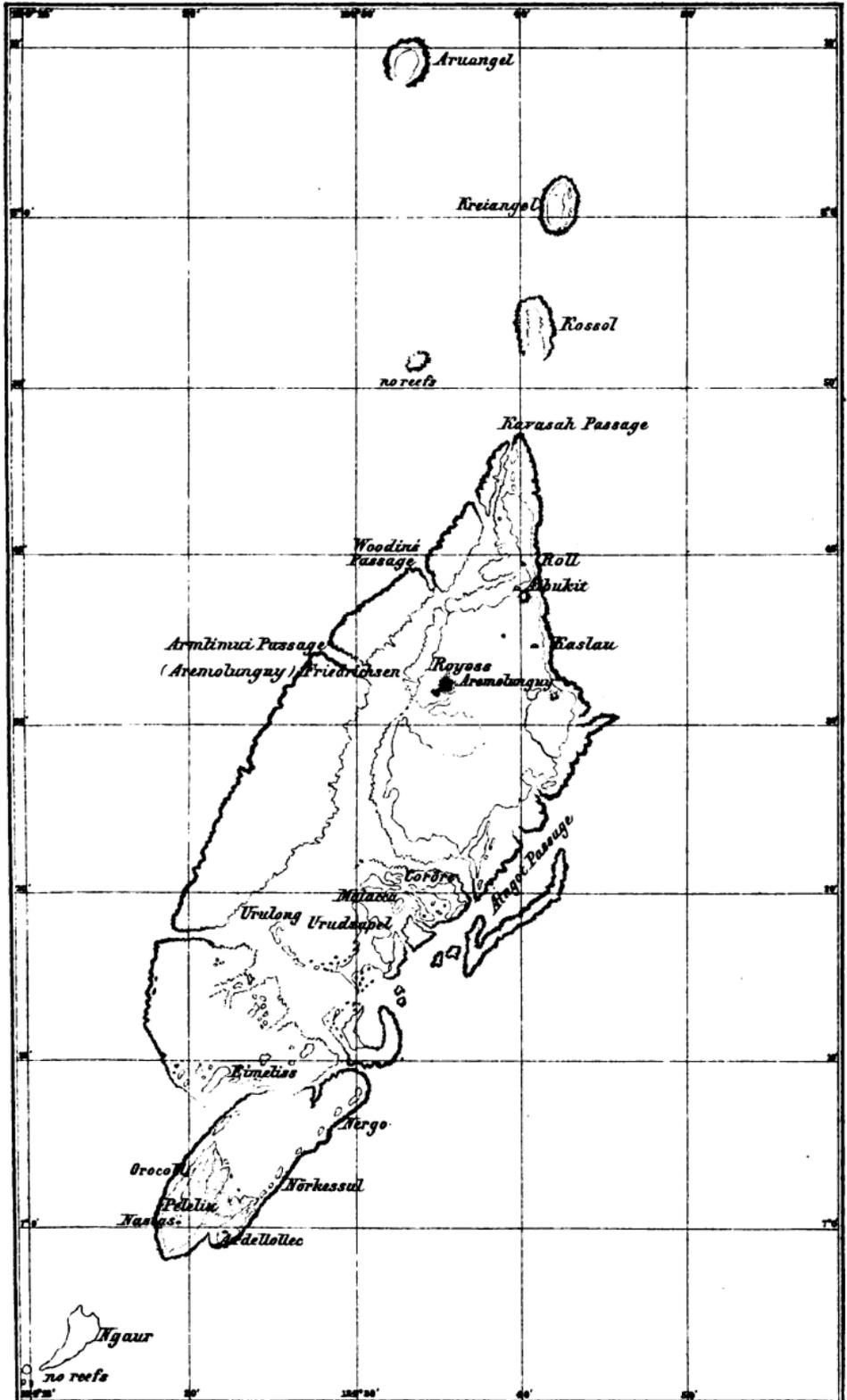
Es gibt zweierlei Wege, die eingeschlagen werden können, um eine herrschende Theorie zu widerlegen oder zu kritisiren. Man könnte einmal ihre allgemeine Grundlage angreifen oder zweitens versuchen, ihren Werth oder Unwerth an einem speciellen Beispiel zu prüfen. Ich will hier den letztern Weg einschlagen; hierzu bestimmen mich verschiedene Gründe. Einmal wird es nur so möglich, die nahe Berührung, welche zwischen unserm Hauptthema und der Form der Riffe besteht, recht in hellstes Licht zu setzen, nämlich die Einwirkung von constanten Strömen auf wachsende Riffe. Dann aber thue ich es auch, um damit der

Meinung entgegenzutreten, als sei es gerade in diesem Falle mislich oder gar unmöglich, aus einzelnen Beispielen heraus eine allgemeine Anschauung zu kritisieren. Darwin selbst sagt zwar, es sei ausnehmend schwierig, über irgendeine kleine Inselgruppe oder einen einzelnen Atoll oder Kanalriff abzuurtheilen, selbst wenn die Tiefe ausserhalb des Riffs und der Neigungswinkel des eingeschlossenen Landes gut bekannt seien. Darf aber eine solche — vielleicht mehr eingebildete, als wirklich bestehende — Schwierigkeit uns abhalten, dennoch diesen Versuch zu wagen? Mir scheint nein. Man nimmt allgemein und mit Recht an, dass eine Theorie, der doch immer eine Hypothese zu Grunde liegen muss, dann am besten begründet erscheint, wenn es gelingt, durch sie schwierige Einzelfälle zu erklären, indem man sie auf solche anzuwenden versucht. Das setzt aber umgekehrt auch voraus, dass Schwierigkeiten, welche jener Theorie durch Thatsachen oder Beobachtungen in den Weg gelegt werden, nicht einfach beiseite geschoben werden, weil eine cumulative Beweisführung jene erstere schon sichergestellt habe. Es darf vielmehr gefordert werden, dass jede neu sich ergebende Schwierigkeit, wenn es nur überhaupt eine solche ist, auch wieder neu geprüft werde. Der nun folgende Versuch, die von mir sehr genau untersuchten Riffe der Palaos im Stillen Ocean auf ihre Entstehungsursachen zurückzuführen, wird deutlich zeigen, dass gewisse, nach meiner Theorie leicht verständliche Thatsachen der Erklärung durch die Darwin'sche Annahme ganz unüberwindliche Schwierigkeiten bereiten.

I. Die allgemeine Gestalt und Structur der Palaosinseln und ihrer Riffe. Die Palaos oder Pelew-Islands der englischen Karten bilden eine schmale, fast genau von NNO. nach SSW. streichende Inselkette, deren grösste Ausdehnung zwischen der nördlichsten Insel Kreiangel und der südlichsten Ngaur etwa 80 Seemeilen beträgt. Die nächsten Inseln sind Sonsorol, in etwa 120 Meilen gegen Südwesten, und Yap, die zu

den westlichen Carolinen gehört, reichlich 150 Meilen in nordöstlicher Richtung.

Der Bau dieser Inseln ist sehr eigenthümlich. Die nördlichste wird von fünf niedrigen kleinen Inseln gebildet, welche auf der Ostseite eines echten Atolls liegen; die grösste unter ihnen, das eigentliche Kreiangel, hat der kleinen Gruppe den Namen gegeben. Etwa 40 Meilen in nordwestlicher Richtung davon liegt die jetzt unbewohnte Bank Aruangel, welche nach den Beschreibungen der Einwohner von Kreiangel ein echter Atoll zu sein scheint. Genau südlich von Kreiangel liegt die Bank von Cossol, welche im Süden weit offen ist und als ein Hufeisenatoll bezeichnet werden könnte. Hier folgt ein grosses Kanalriff, welches die grösste Insel der ganzen Gruppe umsäumt; diese heisst Babelthaub. Ihr nördliches Ende ist sehr schmal, und an manchen Stellen kaum eine halbe Meile breit; dann wird sie rasch breiter, sodass sie etwa in der Mitte der ganzen Insel 10 Meilen oder etwas mehr misst. Ihre Länge beträgt ungefähr 25 Meilen. Die südliche Hälfte der Inselgruppe wird von einer unzählbaren Menge kleiner und kleinster Inselchen gebildet, deren grösster Theil noch von demselben Riff umsäumt wird, welches die Hauptinsel Babelthaub umgibt; aber dieses verändert, je weiter gegen Süden, um so mehr seine Structur. Die südlichste Insel, Peleliu mit Namen, bezeichnet das Ende der Riffe; südlich von ihr liegt endlich noch die Insel Ngaur oder Angaur der Karten, welche von ihr durch einen sehr tiefen Kanal getrennt und von gar keinem Riff mehr umsäumt ist. Sie ist hoch und die brandenden Wogen schlagen direct gegen den ausgewaschenen Fuss ihrer kreideweissen gehobenen Korallenklippen an. Ein Blick auf die beigegegebene Karte genügt, um zu zeigen, dass vom Norden an ein ganz allmählicher Uebergang von Atollen in Kanalriffe, dann in echte Küstenriffe stattfindet, bis sie endlich an der südlichsten Spitze der Gruppe ganz verschwinden.





Die Thatsache, dass sämtliche Arten von Riffen miteinander vereinigt vorkommen auf einem Gebiete, welches man nach der Darwin'schen Theorie als eine Region der Senkung anzusehen gewohnt war und in welchem demzufolge nur Atolle und Kanalriffe zugleich sollten vorkommen können, ist in der zweiten Auflage von Darwin's bekanntem Werke als eine bedeutende Schwierigkeit offen anerkannt worden. Man könnte diese Schwierigkeit wegzubringen versuchen in der Weise, wie es Darwin thut, nämlich durch die Annahme, dass auch an Inseln, die in Senkung begriffen sind, also eigentlich nur von echten Kanalriffen umsäumt sein sollten, doch mitunter auch echte Küstenriffe gebildet werden könnten, wenn nämlich der Abfall der Küsten so steil sei, dass auch bei langsamer Senkung das Riff immer in nächster Nähe des Landes bleiben und also die Form eines Küstenriffs behalten müsste. Diese Annahme steht indessen im schärfsten Widerspruche mit den von mir beobachteten und längst schon mitgetheilten Thatsachen. Weiterhin werde ich hierauf näher eingehen müssen. Man könnte aber auch versuchen wollen, die Schwierigkeit auf eine andere Weise zu entfernen, indem man nämlich annähme, es hätte innerhalb der Inselgruppe der Palaos eine von allen übrigen Schwankungen des Niveau im Stillen Ocean unabhängige Hebelbewegung stattgefunden. Es möchte dabei vielleicht nördlich von Peleliu oder in dieser Insel selbst der Punkt zu suchen sein, von welchem aus nordwärts eine immer stärker werdende Senkung, südwärts ebenso eine immer stärkere Hebung stattgefunden hätte. Dies würde in der That scheinbar erklären, dass Ngaur gar keine Riffe, Peleliu aber sowohl Küsten als auch schwach, aber deutlich entwickelte Kanalriffe aufzuweisen hätte; gleichfalls würde dadurch erklärt sein, warum die Riffe im Norden von diesem Hebelpunkte sich je mehr nach Norden um so mehr in die Tiefe senken, bis endlich im höchsten Norden nur noch Atolle oder atollähnliche Riffe auftreten. Nun

will ich absichtlich kein zu grosses Gewicht darauf legen, dass die Annahme im höchsten Grade unwahrscheinlich ist, es möchte wirklich auf einem so wenig ausgedehnten und ganz isolirt im Ocean liegenden Gebiete, wie es diese Inselgruppe darstellt, ein Ruhepunkt in der Mitte und nördlich davon eine Senkung, südlich aber eine Hebung stattgefunden haben. Aber selbst diese Möglichkeit zugegeben, so glaube ich doch so zahlreiche Beweise ihrer Unrichtigkeit, trotz ihrer theoretischen Möglichkeit, in den von mir beobachteten Structurverhältnissen jener Riffe gefunden zu haben, dass die Aufgabe, sie zurückzuweisen, nicht gar schwer werden dürfte. Um dies indessen gründlich zu thun, ist es nöthig, die Structur der Inseln, wie auch der sie umgebenden Riffe genau zu untersuchen.

II. Der Atoll Kreiangel. Dies ist ein echter Atoll von fast ovalem Umrisse, dessen Lagune gänzlich von dem Aussenriff und den auf ihm liegenden Inseln umschlossen ist; kein Kanal führt in ihr Inneres. Um hineinzugelangen, hat man das Riff an seiner tiefsten Stelle, nämlich im Süden, bei Hochwasser zu überschreiten; aber selbst dann liegt diese tiefste Stelle doch noch so hoch, dass einige Geschicklichkeit dazu gehört, wirklich ohne Unfall hineinzugelangen. Die Lagune ist 3 bis 4 Faden tief, an einigen Stellen selbst wol 5. Der durch das ganz klare Wasser hindurch deutlich sichtbare Grund derselben ist mit Sand bedeckt, aus dessen gleichmässiger Fläche sich einige isolirte Korallenblöcke einige Fuss hoch erheben; hier und da findet man Pflanzen auf ihr.

Die vier Inseln, von denen nur eine ständig bewohnt ist, liegen ganz an der Ostseite und der Südostspitze; die nördlichste derselben, welche indessen nicht den nördlichsten Punkt der Gruppe bezeichnet, heisst allein Kreiangel; die drei andern heissen, von Nord nach Süd gerechnet, Nariungus, Nasingis und Korack. Alle diese Inseln sind niedrig, gebildet von Sand, Trümmern von Korallen und grossen Klippen eines eigen-

thümlichen Gesteins, welches fast ausschliesslich gebildet wird von zahllosen Schalen einer lebenden Foraminifere, dem wohlbekannten *Tinoporus baculatus* der Systematiker. Dieses Thier lebt noch jetzt in ganz ausserordentlichen Mengen an der Aussenseite der Riffe und in geringerer Zahl auch im Innern der Lagune. Die Inseln sind ganz flach; der Höhenunterschied zwischen ihren Innen- und Aussenseiten beträgt höchstens einen oder zwei Fuss. Die *Tinoporus*-felsen der Innenseite der Inseln liegen so hoch, dass ihr Fuss nur bei Hochwasser berührt wird, und sie senken sich schwach nach innen in die Lagune ein.

Das Riff, welches die Ostseite aller Inseln umsäumt, ist nur schmal. Sein durch die brechenden Wogen bei niedrigem Wasser bezeichneter Aussenrand liegt höchstens 500 oder 600 Fuss von der Küste entfernt; es ist hier völlig todt und zeigt sehr auffallende Structurverhältnisse. Es besteht nämlich aus grossen, fast horizontal liegenden Bänken, welche stellenweise von Muschel- und Korallentrümmern bedeckt sind; diese Flächen werden durchschnitten von andern, welche 1 bis 1,5 Fuss tiefer liegen als jene, gänzlich frei von Detritus sind und aus so innig zusammengebackenen Korallenblöcken bestehen, dass sie an manchen Stellen einen völlig festen und homogenen Korallenkalk zu bilden scheinen. Solche Flächen metamorphosirten Korallenkalks finden sich auch, aber viel seltener, auf der Höhe oder an der Innenseite der mehr südlich gelegenen Inseln. Der grösste Theil dieses östlichen Riffs wird nur bei Hochfluten vom Meere bedeckt; dann liegt seine Fläche etwa 1 bis 2 Fuss unter Wasser. Ueber dieses hinweg ragt der erhöhte Rand der Inseln etwa 5 bis 6 Fuss hoch; sein äusserer Abfall ist steil und seine Kuppe ist gekrönt von nicht sonderlich grossen Korallenblöcken, die offenbar während sehr starker Stürme dort hinaufgetragen wurden. Der östliche Abfall des Riffs ins Meer ist nicht steil, wie aus der Farbe des Wassers dort hervorgeht; im Südwest-

Monsun findet sich hier guter Ankergrund fern vom Riffe.

Das westliche Riff ist gänzlich ohne Inseln und seine Structur ist wesentlich von derjenigen des östlichen Riffs verschieden. Während dieses bei jeder Ebbe gänzlich trocken gelegt wird, ist jenes nur bei den stärksten Ebben zur Zeit der Springfluten trockenen Fusses zu begehen. Es folgt daraus, dass das westliche Riff etwa 4 bis 5 Fuss im Mittel tiefer liegen muss als das östliche, denn es kann hier bei einer so kleinen, rings vom Meere umspülten Insel unmöglich angenommen werden, es sei diese Verschiedenheit lediglich durch Stauung des Wassers an der Ostseite bedingt.

Dieses westliche Riff erhebt sich mit nicht sehr steilem Abfall aus der Lagune; es ist ziemlich breit, fast eben und anfänglich nur bedeckt von ganz gleichmässig vertheiltem Korallensande; nach der Nord- und Südspitze des Atolls zu erhebt es sich mehr als gegen die Westseite hin. Weiter gegen den Aussenrand des Riffs hin treten lebende, aber isolirte Blöcke von Korallen auf, anfänglich in kleinen und wenig zahlreichen Haufen; je weiter gegen Westen zu, um so grösser werden sie und um so häufiger, bis endlich am Rande des Aussenriffs aller Sand verschwunden ist und die vorher meist isolirten Blöcke von Korallen zu einer festen, zusammenhängenden Masse geworden sind. Selten nur trifft man hier einzelne todte Blöcke zwischen den lebenden. Am kräftigsten wachsen natürlich die Korallen ausserhalb des Aussenriffs. Der Abfall dieses westlichen Riffs ist, ganz im Gegensatz zu dem des östlichen, sehr steil; schon in der Entfernung von 200 bis 300 Fuss vom Aussenrande ist die Farbe des Wassers so dunkel wie im Kanal von Cossol, welcher etwa 50 bis 60 Faden tief ist. Aber die auffallendste Eigenthümlichkeit des westlichen Riffs ist die Anhäufung von mächtigen Korallenblöcken an der Südwestspitze (s. d. Karte 2); diese sind ausnahmslos todt und ihre Kuppe ist selbst bei den höchsten Fluten, Sturmfluten etwa





ausgenommen, niemals vom Wasser bedeckt. Die grössten dieser Blöcke liegen auf der Südwestspitze, wo sie nicht selten 10 Fuss und mehr im Durchmesser haben; gegen Norden sowol als gegen Osten hin werden sie allmählich kleiner und weniger zahlreich und verschwinden gänzlich zwischen dem Sande und den lebenden Korallen, ehe östlich die erste Insel erreicht ist; in nördlicher Richtung gehen sie ungefähr bis zur Mitte des westlichen Riffs. Die beigegegebene Karte erläutert diese Verhältnisse hinlänglich.

Die Lage der eben erwähnten Blöcke und ihre Höhe über der höchsten Flutlinie kann, wie mir scheint, nur als Beweis für eine jüngst stattgehabte Hebung aufgefasst werden. Man hat zwar mit Bezug auf ähnlich gelagerte Steine auf andern Riffen immer gesagt, dass es nur durch heftige Stürme aufgethürmte Blöcke seien; aber schon Wilkes macht, wie mir scheint mit völligem Rechte, darauf aufmerksam, dass so enorme Steine, wie man sie mitunter auf dem Rande des Aussenriffs findet, unmöglich durch Wogen so hoch gehoben werden könnten. Denn das oft angeführte Argument, dass in starken Stürmen selbst die grössten Schiffe über den Rand eines Riffs hinausgehoben werden, beweist nichts, da ein Schiff eben immer schwimmt, sobald es nur die hinreichende Wassermenge unter seinem Kiel hat, während ein Stein immer sinkt. Der Stoss einer Woge mag allerdings wol stark genug sein, um einen solchen Block auf der Höhe des Riffs einige Schritte weit vorwärts rollen zu können; aber wenn selbst ihre Kraft ausreichen möchte, um 10 Fuss und mehr im Durchmesser haltende Felsen von dem lebenden Riffe abzureissen, so würde sie sicherlich nicht im Stande sein, jene auch noch über den Rand des Riffs emporzuheben. Im vorliegenden Falle aber würde die Lage der Blöcke noch mehr gegen eine solche Annahme sprechen; denn auf Kreiangel liegen sie nicht dort, wo der heftigste Anprall der Wogen bei Stürmen stattfindet, sondern gerade an der am meisten gegen solche geschützten Stelle.

Weitaus die Mehrzahl der Stürme kommen auf diesen Inseln vom Osten und wenn auch mitunter während des nur kurze Zeit wehenden Westmonsuns auch westliche Stürme auftreten mögen, so ist nicht einzusehen, warum sie dann nicht in der ganzen Ausdehnung des westlichen Riffs solche Blöcke aufgeworfen haben sollten. Sie liegen vielmehr an einer Stelle, welche unzweifelhaft als die am wenigsten exponirte Stelle am ganzen Riff anzusehen ist.

Zu dem hier besprochenen Argument, welches eine in jüngster Zeit stattgefundene Hebung zu beweisen scheint, kommen noch andere, durch welche jenes nur an Kraft gewinnt. Die kleine vorhin erwähnte Insel Nariungus enthält eine ganz von der grossen getrennte kleine Lagune (s. die Karte); diese letztere ist von 2 bis 6 Fuss mittlerer Tiefe und sie ist an ihrer Ostseite nicht von Gehölz umgeben, während sie nach allen andern Richtungen hin durch Gebüsch den Blicken entzogen wird. Diese Lagune nun stand einstmals mit dem Meer in directer Verbindung durch einen schmalen Kanal, der in völlig senkrechter Richtung das östliche Riff durchschneidet. Die Eingeborenen von Kreiangel erzählten mir, dass dieser Kanal durch die Mannschaft eines spanischen Schiffs eingeschnitten worden sei und einige der ältesten erinnerten sich noch selbst, das Schiff dort gesehen zu haben. Die Richtigkeit dieser Erzählung wurde mir durch Kapitän Woodin von der Lady Leigh bestätigt, der schon in den dreissiger Jahren diese Inselgruppe besucht hatte, kaum 5 oder 10 Jahre später, als jenes spanische Schiff, das zugleich mit andern von Manila aus regelmässig zum Einkauf von Trepang nach diesen Inseln gesandt worden war. Der durch das Riff geschnittene Kanal, dessen Ränder jetzt noch ganz deutlich zu erkennen sind, war zu breit für einen gewöhnlichen Bootkanal, und es ist sehr wahrscheinlich, dass er dazu diente, das Schiff selbst in das Innere der kleinen Lagune von Nariungus zu ziehen. Die Schiffe, die damals dorthin fuhren,

waren ganz kleine, 50 bis höchstens 100 Tonnen haltende Schoner, für welche jener Kanal vollständig ausgereicht haben muss. Nun ist das Riff in seinem jetzigen Zustande viel zu hoch über der gewöhnlichen Fluthöhe, um die Ansicht zu gestatten, als bezeichnete die jetzige Tiefe des Kanals auch die damalige; es muss vielmehr sehr viel tiefer gelegen haben, wenn der Kanal wirklich hätte gebraucht werden sollen. Für Boote aber einen solchen Kanal einzuschneiden, wäre selbst jetzt noch überflüssig, denn nur bei höchster Flut würden so, wie derselbe liegt, Boote ihn benutzen können; dann aber stünde ihnen der Weg über das Riff selbst zur Verfügung. Die jetzige hohe Lage des Kanals lässt sich also nur durch die Annahme erklären, dass er sich zugleich mit dem Riffe gehoben habe, und dafür spricht denn auch die weitere Thatsache, dass die Lagune jetzt viel zu flach ist, um das Einlaufen eines Schoners zu gestatten; vor allem aber hätte der Kanal so, wie er jetzt ist, gar nicht dazu dienen können, einem Schiff den Durchgang zu erlauben, da die tiefste Stelle seiner Sohle nur wenige Fuss unter der Flutlinie liegt. Es deutet also alles auf eine jüngst stattgehabte Hebung hin, welche aber sicherlich keine locale gewesen sein kann, sondern gewiss die ganze kleine Inselgruppe betroffen haben muss, die jetzt nach dem Namen der grössten unter ihnen einfach als Kreiangel bezeichnet wird.

Man kann dies zugeben und doch bei der Ansicht bleiben, dass der Atoll als solcher dennoch durch Senkung gebildet worden sei; denn man brauchte, um diese Ansicht zu retten, eben nur anzunehmen, dass die nachgewiesene Hebung in der jüngsten Zeit und vielleicht gerade damals begonnen hatte, als das spanische Schiff den Kanal in das östliche Riff schnitt. Es würde hiergegen eigentlich nur eine Einwendung gemacht werden können; diese aber wäre freilich von sehr grossem Gewicht. Die oben hervorgehobene grosse Verschiedenheit im äussern Abfall des östlichen und

westlichen Riffs liesse sich schwer mit der Annahme einer gleichmässigen Senkung des Atolls vereinigen; hätte eine solche wirklich stattgefunden, so würde an beiden Seiten der Abfall gleich steil sein müssen. Er ist aber thatsächlich nur im Westen steil, dagegen im Osten sehr sanft, obgleich dies die Wetterseite ist. Diese Schwierigkeit wäre wieder durch die willkürliche Annahme zu eliminiren, es dürfte die Ostseite des Atolls vielleicht stationär geblieben sein, während sich nur die Westseite gesenkt hätte; aber auch dieser Einwand wäre wol leicht zu widerlegen. Doch will ich seine Besprechung auf einen günstigen Moment verschieben.

III. Die Bank von Cossol. Mit diesem Namen wird ein kleines Riff bezeichnet, welches mit sehr ausgeprägter Hufeisengestalt südlich von Kreiangel liegt; der sie trennende Kanal ist nach den Karten 50 bis 60 Faden tief, und soweit ich habe sehen können, gänzlich frei von Korallen. Der Kanal zwischen Cossol und der Nordspitze der grossen Insel Babelthaub dagegen ist sehr seicht, wenigstens im Vergleich zu demjenigen des erstern; auf den Karten wird zwar eine recht bedeutende Tiefe angegeben, aber ich muss die Richtigkeit dieser Angaben aufs entschiedenste bestreiten; überall hat das Wasser in ihm eine hellblaue Farbe, während es im Kanal zwischen Kreiangel und Cossol ganz dunkel, fast blauschwarz ist. Und während in diesem nirgends aus dem Grunde aufsteigende Korallenblöcke zu sehen sind, finden sich solche im südlichen Kanal von Cossol in sehr bedeutender Menge; sie steigen hier auf bis zu einer Höhe von 2 bis 5 oder 6 Faden unter der Oberfläche.

Die Bank selbst ist ganz offen an der Süd- und Südwestseite, aber gänzlich geschlossen an allen übrigen Stellen. Sein Aussenrand ist am höchsten an der Ostseite; an der westlichen finden sich enorme Blöcke todtten Korallenkalks, die denen ganz ähnlich sind, welche an der Südwestseite von Kreiangel liegen. Bei niedriger Ebbe wird dies Riff ganz trocken gelegt,

aber seine westliche Hälfte ist offenbar niedriger als das westliche Riff von Kreiangel; denn obgleich ich im Stande war, jenes erstere nachmittags um 5 Uhr zu überschreiten, musste ich doch noch an der niedrigsten Stelle des Kreiangelriffs bis 8 Uhr abends warten, ehe es mir möglich wurde, hier über das Riff hinwegzugelangen. Der Umriss des Riffs ist oval; es schliesst eine Lagune ein, welche indessen sehr abweichend gebaut ist von der von Kreiangel; sie ist nämlich fast gänzlich erfüllt von lebenden Korallenblöcken, welche ausnehmend verschieden in Grösse und Gestalt sind. Nach Süden zu wird die Lagune allmählich tiefer und Korallenblöcke nehmen in Zahl, wie Grösse allmählich ab. Nach den übrigen Seiten hin wachsen die im Innern der Lagune isolirt stehenden Blöcke mehr und mehr zusammen, bis sie schliesslich eine Masse bilden; gleichzeitig haben sie sich so sehr gehoben, dass sie nun eine bei allen Ebben trocken gelegte Stelle des eigentlichen Riffs bilden helfen. Diese innere Rifffläche ist aber nicht eben und sandig, wie auf Kreiangel, sondern ganz rauh von lebenden und todtten Korallenknollen, die durch radienartig nach allen Seiten ausstrahlende schmale Kanäle durchschnitten sind. Einem dieser Kanäle folgten wir, aber er führte uns nur bis an den Aussenrand des Riffs heran und wir mussten hier ziemlich lange warten, bis die steigende Flut uns den Uebergang erlaubte. Der äussere Abfall an der westlichen Seite war sehr schroff; schon in 150 oder 200 Fuss Entfernung war das Wasser fast schwarz und viel dunkler, als im Kanal zwischen Cossol und Babelthaub. Der östliche Abfall dagegen war auch hier wieder wie bei Kreiangel weniger schroff, da das Wasser auf weite Entfernung vom Riff ganz hellblau blieb und die am Grunde lebenden Korallen hier und da deutlich zu erkennen waren.

Auch der Bau des Cossolriffs spricht, wie man sieht, ebenso sehr gegen eine Entstehung durch Senkung, wie das Riff von Kreiangel. In dieser Beziehung ist vor

allem ein Punkt noch besonders hervorzuheben. Beide Riffe hängen miteinander zusammen, wie die Sondierungen zwischen Kreiangel und Cossol beweisen. Hätten sich nun diese beiden Kanäle durch Senkung gebildet, wie es die Darwin'sche Theorie verlangt, so wäre völlig unbegreiflich, warum nur in dem südlich von Cossol liegenden Kanal Korallen in verschiedenen grossen Blöcken vom Grunde bis nahe an die Oberfläche hätten wachsen sollen, während sie im nördlichen Kanal gänzlich fehlen. Denn wenn auch Riffkorallen gerade nicht regelmässig aus einer Tiefe von 60 Faden heraufzubauen scheinen, so muss doch zu einer frühern Zeit, da nach der Annahme einer Senkung der südliche Kanal von Cossol ganz trocken gelegen haben muss, auch der Grund des nördlichen Kanals hoch genug gewesen sein, um damals die Ansiedelung von Riffkorallen zu gestatten. Dann aber ist auch nicht einzusehen, warum sie nicht hätten bis in unsere Zeit fortwachsen sollen und wir würden somit auf Grund der Senkungstheorie gerade das Gegentheil von dem erwarten dürfen, was wir jetzt thatsächlich finden. Diese Schwierigkeiten verschwinden aber sofort, sobald wir annehmen, dass sich die beiden Kanäle und natürlich auch die Riffe während einer Periode der Hebung gebildet hätten. Dann wäre der ursprünglich tiefere Kanal, der von Kreiangel, noch nicht hoch genug gestiegen, um die massenhafte Ansiedelung von Riffkorallen zu erlauben, während der Grund des Kanals zwischen Cossol und Babelthaub viel früher schon jene Höhe erreicht hätte, welche hierzu nöthig war; dem entsprechend finden sich denn auch in ihm zahlreiche Korallenblöcke der verschiedensten Grösse. Auch auf diesen Punkt werden wir in einem spätern Abschnitt nochmals zurückkommen müssen.

IV. Das nördliche Riff von Babelthaub. Dies ist ein echtes Kanalriff um die Insel Babelthaub herum, welche, zu ziemlich bedeutenden Höhen aufsteigend, fast durchweg aus ganz modernem eruptiven Gestein

besteht. Der nördliche Theil der Insel ist ungemein schmal; vor der nördlichsten Spitze liegen drei oder vier kleine Inseln in dem vom Aussenriff umschlossenen Kanal. Nach den bisher publicirten Karten dieser Inselgruppe wäre dies unrichtig; noch auf der neuesten von Friedrichsen, welcher die Angaben eines Naturforschers Namens Kubary zu Grunde liegen, ist ihre Breite in der Höhe von Aibukit (s. die Karte I) reichlich dreimal so gross angegeben, als sie sich nach meinen, mittels Triangulation ausgeführten Messungen herausgestellt hat. Ich fand, dass hier die westöstliche Ausdehnung von Riff zu Riff höchstens 5 oder 6 Seemeilen beträgt, während Friedrichsen ihr etwa 20 gibt. Das im Riff eingeschlossene Eiland ist natürlich noch viel schmalere; von Roll aus nimmt es höchstens 20 Minuten, um quer über den Höhenrücken der Insel an die östliche Küste zu gelangen. Etwas weiter nach Süden liegt die schmalste Stelle; nach meinen Messungen ist hier die Insel höchstens 3700 Fuss breit. Auch an dieser Stelle gibt Friedrichsen der Insel eine Breite von einigen Meilen. Dicht hinter Aibukit nach Süden zu weitet die Insel sich plötzlich aus, ohne indessen jemals die bedeutende Breite von 14 bis 15 Meilen zu erreichen, welche Friedrichsen ihr hier gibt; ich bin vielmehr überzeugt, dass sie selbst an der breitesten Stelle höchstens 7 bis 8 Meilen breit ist.

Das Riff, welches diese im ganzen doch recht schmale Insel umspannt, zeigt folgende bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten in seiner Structur. An der Nordspitze und an der Westseite ist es sehr weit vom Lande entfernt; in dem Breitengrade meines Hauses dort, in 7 Grad 38 Minuten, war es zwischen 4 und 5 Meilen von einem kleinen Hügel entfernt, auf dem ich meinen Theodolithen aufgestellt hatte. Zwischen den innern, dem Lande eng anliegenden Riffen und jenem äussern befindet sich ein Kanal von 5—6000 Fuss mittlerer Breite und 30 bis 45 Faden Tiefe. Er öffnet sich in den Ocean durch drei Kanäle, die durchaus nicht grossen

Flüssen oder überhaupt nur Bächen gegenüberliegen. Der eine auf Friedrichsen's Karte als „Kavasak Passage“ bezeichnete ist sehr eng und gewiss nicht für Schiffe fahrbar. Der zweite bei Friedrichsen „Woodin's Passage“ genannte liegt auf seiner Karte viel zu weit nach Süden; richtiger ist seine Lage auf der hier beigegebenen Karte bezeichnet. Durch diesen Kanal fuhr ich mit Kapitän Woodin selbst auf der Lady Leigh im Jahre 1861 ein. Der dritte Kanal ist der weiteste; er liegt nahezu westlich von dem höchsten Berg von Babelthaub, der auf Friedrichsen's Plan mit dem Namen „Royoss Aremolongui“ bezeichnet ist. Der innere Lagunenkanal läuft nahezu parallel mit der Küste; er ist nicht sehr weit und seine Tiefe schwankt zwischen 30 und 45 Faden und er nimmt unter meist rechten Winkeln eine Anzahl von Kanälen auf, welche die dem Lande anliegenden Riffflächen nach allen Richtungen hin durchschneiden. Einer der letztern brachte uns bei Hochwasser bis auf 1200 Schritt an das Land heran, wo wir Anker warfen dicht neben dem senkrecht aufsteigenden von lebenden Korallen gebildeten Wall des Kanals.

Hier im Westen und Norden kann das Riff, soweit es der Insel Babelthaub angehört, als ein ganz charakteristisch ausgebildetes Kanalriff bezeichnet werden. Nach der herrschenden, aber von mir in ihrer allgemeinen Gültigkeit bestrittenen Theorie würde man daraus folgern mögen, dass jüngst eine Senkung in dieser Insel stattgefunden hätte, da ja nur durch eine solche ein Kanalriff sollte entstehen können. Natürlich kann ich diesen Satz nicht als richtig zugeben, da ich die zwingende Nothwendigkeit der ihm zu Grunde liegenden Argumentation bestreite. Aber ganz abgesehen hiervon, zeigt das östliche Riff des nördlichen Theils von Babelthaub Eigenthümlichkeiten des Baues, welche direct gegen die Senkungshypothese sprechen.

Während nämlich das westliche Riff sehr weit vom Lande absteht, sodass ein wirklicher, für Seeschiffe be-

fahrbarer Riffkanal entsteht, ist dies bei dem östlichen Riffe des nördlichen Theils von Babelthaub durchaus nirgends der Fall. Genau gemessen habe ich seine Breite mittels des Theodolithen ungefähr dem Orte Aibukit gerade gegenüber; hier war das Aussenriff in nordwestlicher Richtung, also senkrecht auf die Küstenlinie, nur 1200 Fuss vom Strande entfernt. Aber auch soweit ich mit dem Fernrohr meines Instruments sehen konnte, nach Süden wie nach Norden hin, war der durch Rechnung mittels Triangulation gefundene Abstand nicht viel grösser und erst im Parallel von Athernal scheint nach der Karte von Friedrichsen die senkrechte Entfernung zwischen östlichem Riff und Küste grösser zu werden. Da indessen bei Friedrichsen die Distanzen und Bergeshöhen überhaupt sehr unrichtig angegeben sind, so sehe ich keinen zwingenden Grund ein, in Bezug auf den hier besprochenen Punkt seiner Karte unbedingtes Vertrauen zu schenken; dem mag indessen sein wie ihm wolle, durch meine eigene Messung steht fest, dass das Aussenriff sich in der nördlichen Hälfte wenigstens in nicht mehr als 4—500 Schritt Entfernung von dem Strande befindet. Dazwischen liegt ferner kein Riffkanal. Allerdings ist das Aussenriff ein wenig höher als die Rifffläche selbst, aber diese ist in keiner Weise zu einem Kanal vertieft, in welchem Schiffe fahren könnten; bei hoher Flut ist es zwar Booten möglich, darüber hinzufahren und an manchen Stellen würde man dann wol von einem Bootkanal sprechen können. Bei tiefer Ebbe sieht man aber, dass ein solcher denn doch eigentlich nicht vorhanden ist; man kann dann an manchen Stellen fast trockenen Fusses quer über das ganze Riff gehen. Die Fläche des Riffs ist vielmehr durchschnitten von zahlreichen Kanälen, die ohne Regel nach allen Richtungen verlaufen und häufig in tiefen Löchern endigen. Eigentliche Passagen wie an der Westseite, gibt es hier gleichfalls nicht; denn wenn auch das Aussenriff an einigen Stellen von Kanälen durchbrochen ist, so führen diese doch nirgends

in einen schiffbaren Tiefwasserkanal. Auch folgen die Eingeborenen bei ihren Fahrten aufs hohe Meer nicht solchen Furchen im Riff, sondern sie fahren senkrecht gegen den Aussenrand des Riffs zu und suchen hier eine niedrige Stelle, welche ihnen gestattet, bei höchster Flut und unter geschickter Benutzung der brandenden Wogen über den erhöhten Wall des Riffs hinwegzusetzen.

Die Structur des Riffs ist also schon hier eine wesentlich andere, als man nach der Senkungstheorie erwarten sollte. Doch liesse sich diese Abweichung von der Norm leicht in der Weise erklären, wie dies von Darwin versucht worden ist: durch die Annahme, dass hier an der steilern Ostküste das Riff näher an die Küste herantreten musste und dass infolge dessen es auch nicht zur Ausbildung eines so tiefen Kanals zu kommen brauchte, wie dies an der Westseite der Fall gewesen ist. Eine sehr glückliche Fahrt über das östliche Riff hinaus in das offene Meer gibt mir indessen ein Argument gegen diese Annahme an die Hand, welches ich bereits in meiner ersten kleinen Mittheilung über diesen Gegenstand angeführt habe, das aber von Darwin wie von Dana gänzlich unbeachtet geblieben ist. Es war auf meiner Fahrt nach Kreiangel. Nachdem ich am frühen Morgen, etwa um 9 Uhr, das Riff überschritten hatte, trieb ich mich absichtlich viele Stunden lang bis zum Nachmittag an der Aussenseite des östlichen Riffs herum, wobei ich vom schönsten Wetter begünstigt wurde. Die Untersuchung an dieser Stelle lieferte mir ein damals sehr unbequemes Resultat; ich sah deutlich, dass das Riff hier durchaus nicht, wie es nach der Theorie sein sollte, rasch ins Meer abfällt, dagegen wohl, dass sein Abfall ein ganz langsamer ist. Tausende von Schritten konnte ich mich in senkrechter Richtung vom Riffe entfernen, ohne den Meeresgrund aus den Augen zu verlieren; die einzelnen Korallenblöcke am Grunde waren deutlich in ihren verschiedenen Formen zu erkennen. Die See war dabei fast

eben; nur das in grossen Ozeanen nie fehlende leise Steigen und Fallen, der von den Engländern sogenannte Swell, fehlte niemals. Dieser aber zeigte ganz die Erscheinung, wie sie an flachen Küsten überall beobachtet wird; das ansteigende Wasser hebt sich nämlich, je näher dem Lande, um so stärker, aber ganz gleichmässig und kaum dem Auge bemerkbar, bis sich endlich die Woge mit Getöse am Wall des Aussenriffs bricht. Da aber dieser Wall nicht plötzlich wie am westlichen Riff aus der purpurnen Tiefe aufsteigt, so tritt auch hier eine Erscheinung ein, wie sie an ganz langsam ansteigenden Küsten oft beobachtet wird; auf die erste Linie der äussersten Brecher folgt eine zweite, weiter nach innen liegende und auf diese endlich meist noch eine dritte. Diese Erscheinung ist den Eingeborenen sehr wohl bekannt; um der Gefahr zu entgehen, ihr Boot durch die zweite oder dritte Linie von Wogen gefüllt zu sehen, schieben sie dasselbe nach Ueberwindung der ersten Brecherlinie, mit sehr langen Stangen so rasch als möglich über die Aussenfläche des Riffs hin, um auch die weiter hinaus liegenden gefährlichen Linien möglichst rasch zu passiren. An der Westseite dagegen findet sich immer nur eine einzige breite Linie von Brechern.

Diese Thatsachen würden allein schon genügen, um zu beweisen, dass der äussere Abfall des östlichen Riffs nach Osten hin ein ganz allmählicher ist. Ich untersuchte dies Verhältniss sorgfältig und in der Absicht, mir ein eigenes Urtheil über die oft gelesene Behauptung bilden zu können, es sei namentlich an der Wetterseite der Riffe ihr Abfall ein sehr rascher. Die eigene Untersuchung war jener Behauptung durchaus nicht günstig; ich sah vielmehr, wie schon oben erwähnt, dass noch in der Entfernung von Tausenden von Schritten die Korallen der Gattung nach deutlich zu erkennen waren und in der Entfernung von 2 bis 3 See-meilen vom Aussenriff war das Wasser noch immer viel heller von Farbe, als im Kanal zwischen Kreiangel und

Cossol, wo es doch nach den Sondirungen der Seefahrer etwa 60 Faden tief sein soll. Dies stimmt genau mit meinen Beobachtungen von Cossol und Kreiangel, die ich oben mitgetheilt habe, ohne ihre Bedeutung sonderlich hervorzuheben. Hier aber kann nun mit grösster Entschiedenheit behauptet werden, dass überall im Norden der Inselgruppe der östliche Abfall ausserhalb des Aussenriffs ungemein langsam, der westliche dagegen so steil ist, dass man schon in der Entfernung von einigen hundert Schritten den Grund nicht mehr sehen kann.

Die hier angeführten Thatsachen sind gänzlich unvereinbar mit der Darwin'schen Senkungstheorie. Ehe wir dies indessen genauer besprechen, wird es gut sein, auch die südlicher gelegenen Riffe einer ebenso genauen Untersuchung zu unterziehen.

V. Die südlichen Riffe der Palaos. Der südlichsten Spitze von Babelthaub schliesst sich ein ganz unregelmässiges System sehr verschieden grosser Inseln an, welche von äusserst wechselnder Gestalt und Structur bald durch sehr schmale, bald durch recht weite Kanäle voneinander getrennt sind. Sie sind am zahlreichsten dicht an Babelthaub und sie nehmen, je mehr gegen Süden zu, immer mehr ab. Ganz im Süden endlich ist nur noch die einzige Insel Peleliu von dem letzten Ende des grossen Kanalriffs umschlossen.

Der Charakter dieser, die hohen Inseln umgebenden Riffe ändert sich bedeutend von Nord nach Süd; aber dies geschieht nicht allmählich. Bis zu dem Breitengrade von Coroere (oder Corror der englischen und auch Friedrichsen's Karte) werden die Kanäle zwischen den Aussenriffen und den Inseln wol im allgemeinen etwas seichter, aber der Unterschied ist nicht gross, ja an manchen Stellen, so z. B. in den östlichen Zugängen zum Hafen von Coroere, erreichen sie nach der hier wol ganz zuverlässigen Karte Friedrichsen's eine mindestens ebenso grosse Tiefe, wie in dem westlichen Kanäle in der Höhe von Aibukit. Auch stehen in

dieser mittleren Region die Riffe mit ihrem Aussenwall sowol östlich wie westlich recht weit ab vom eingeschlossenen Lande.

Weiter nach Süden zu aber ändern sich die Verhältnisse bedeutend. Ungefähr von Urudzapel (s. die Karte) an nähern sich an beiden Seiten die Riffe den Inseln rasch, bis endlich Peleliu nur noch an seiner Nordwestseite ein Kanalriff mit einem seichten Bootkanal aufzuweisen hat, während es südlich und an der ganzen Ostseite von einem dicht der Küste anliegenden echten Küstenriff umsäumt wird. Auch das Kanalriff an der Nordwestseite von Peleliu ist kaum ein solches zu nennen; sein Aussenrand steht etwa 600 Schritte ab vom Lande; die Rifffläche ist, wie bei dem östlichen Riffe von Babelthaub, nur bei Hochwasser mit Booten bequem befahrbar; ein eigentlicher Kanal fehlt auch hier vollständig und die Rifffläche ist nur von einer grossen Zahl verschieden weiter und tiefer Kanäle in ähnlicher Weise durchzogen, wie das gleichfalls auf dem Ostriff der nördlichen Insel der Fall ist. Sein Aussenrand endlich ist nur unbedeutend erhöht. Man könnte allerdings diesen Theil des Peleliuriffs immerhin noch als ein Kanalriff bezeichnen, wenn auch mit einigem Zwange; aber es kann durchaus keinen Zweifel leiden, dass es nach Süden ganz allmählich in ein echtes Küstenriff übergeht, wie es nicht charakteristischer im Archipel der Philippinen gefunden werden könnte: Inseln, welche ja nach Darwin mit grösster Sicherheit unter jene einzureihen sind, die, weil von Küstenriffen umsäumt, einer Region moderner Hebung angehören sollen.

Auch der zwischen diesen südlichen Riffen eingeschlossene Raum weist einige bedeutungsvolle Verhältnisse auf. Eigentliche Tiefwasserkanäle finden sich hier nicht; wo solche im Grenzgebiete nach Coroere zu vorhanden sind verschwinden sie bald, sowie man sich mehr nach Süden wendet. Das westliche und östliche, die sehr zahlreichen Inseln einschliessende Riff um-

spannt vielmehr eine nahezu horizontale Fläche, welche von West nach Ost wol gut 10 Seemeilen breit sein mag, von der Südspitze Pelelius an aber bis nahe an Coroere herantritt, also etwa 22 Meilen lang ist. Diese enorme, wie gesagt, fast ebene Fläche ist nun nach allen Richtungen hin durchzogen von zahlreichen, senkrecht einschneidenden Kanälen. Im Mittel mag die Fläche selbst eine Tiefe von wenigen Faden haben; an ihrer nördlichen Grenze fällt sie rasch ab in die Tiefe der dortigen Kanäle, nämlich etwa 15 bis 20 Faden. An der Ostseite endlich ist das Riff ein so ausgesprochenes Küstenriff, dass die Eingebornen genöthigt sind, allemal das hohe Meer zu gewinnen, wenn sie in Booten die an der Ostküste liegenden Ortschaften besuchen wollen. Gegen Norden hin, in der Nähe von Malakka, geht dies Küstenriff wieder in ein echtes Kanalriff über. Endlich ist noch hervorzuheben, dass hier im Süden die westlichen und östlichen Riffe dieselbe Verschiedenheit zeigen, wie ich sie von Kreiangel genau beschrieben habe; jene erstern scheinen im allgemeinen tiefer zu liegen als die Riffe der Ostseite, und sie tragen zahlreiche grosse todte Korallenblöcke, die nur äusserst selten bei den höchsten Fluten vom Wasser bedeckt werden; die östlichen dagegen liegen im ganzen höher, sind fast durchweg aus todtten Korallen gebildet und tragen nie auf ihrem Aussenrande grosse Blöcke von abgestorbenen Korallen.

VI. Verlängerungen der Palaos nach Nord und Süd. Dass die bisjetzt beschriebenen Inseln und Riffe zu einander gehören, wird, denke ich, von niemand bestritten werden können. Aber es ist sehr wahrscheinlich, dass der untermeerische Bergrücken, auf welchem die Palaos stehen, sich auch noch weiter nach Süden und Norden hin erstreckt. Fast genau südlich und von Peleliu durch einen sehr tiefen, etwa 5 Meilen weiten Kanal geschieden, liegt die Insel Ngaur, oder Angaur der Karte von Friedrichsen. Noch weiter gegen Südwest von Ngaur ist auf derselben Karte eine

kleine Untiefe angegeben, die gewiss von Korallen gebildet ist und nur 10 Faden Wasser über sich hat. Leider habe ich die Insel Ngaur nicht selbst besuchen können; die Bewohner von Peleliu, unter denen ich fast 3 Monate gelebt habe, weigerten sich beständig, mich dahin zu bringen, weil, wie sie sagten, die Landung nur an einem einzigen Punkte möglich und auch hier noch immer sehr gefährlich sei. Sie behaupteten, dass das Riff nirgends vom Lande abtrete, sodass ein Landen nur bei ganz ruhiger See möglich wäre. Den Eindruck, dass an der Küste von Ngaur wirklich eigentliche Riffe fehlten, hatte ich schon empfangen, als ich bei unserer Hinreise zwischen Ngaur und Peleliu hindurchfuhr. Bestätigt wird diese Vermuthung durch die Aussagen des Herrn Kubary, welcher, darin glücklicher als ich, die Insel wirklich hat besuchen können; nach seiner im Journal des Museum Godeffroy niedergelegten Beschreibung ist diese Insel in der That gänzlich ohne jedes Riff.

Der untermeerische Rücken, auf welchem im Norden von Babelthaub Cossol und Kreiangel stehen, zieht sich nach den ältern Karten noch sehr viel weiter nach Norden hinauf. Auf diesem findet man eine Linie von Sondirungen, welche von Cossol aus 5 Seemeilen nach Westen und nach Norden hin sich ausdehnt. Innerhalb dieser durch eine punktirte Linie bezeichneten Grenze (s. die Karte) findet sich nach Friedrichsen eine kleine Untiefe, die durch das Wort „starke Brandung“ bezeichnet ist. Es findet sich hier also ein Riff von ungefähr derselben Höhe wie das von Cossol, aber gänzlich von ihm getrennt durch einen 5 Meilen breiten Kanal. Von Kreiangel gerade nordwest liegt endlich das wohlbekannte Riff Aruangel in einer Entfernung von 12 Meilen noch innerhalb der auf den Karten angegebenen Brecherlinie. Aruangel scheint ein wirkliches Atoll zu sein; als solcher wird Aruangel immer aufgeführt und wie ich glaube mit Recht. Wenigstens stimmte die Beschreibung, welche die Eingeborenen mir

von der früher bewohnten Insel machten, durchaus zu dieser Annahme; ein Versuch, die Leute von Kreiangel zu einem Besuch von Aruangel zu bewegen, schlug fehl, und meine Begleiter von Aibukit waren des Wegs, der nicht ungefährlich sein soll, zu wenig kundig, als dass sie ihn ohne Führer hätten unternehmen mögen.

Ich glaube, dass man die zuletzt aufgezählten Riffe und Inseln unbedenklich mit den eigentlichen Palaos zu demselben System vom Meeresgrunde aufsteigender Erhebungen rechnen kann, welches von Nord nach Süd etwa 85 und in seiner grössten Breite etwa 10 bis 15 Meilen misst. Ich sagte dabei mit Absicht: System von Erhebungen, denn es scheint mir ganz unmöglich, anzunehmen, dass diese Gruppe von Inseln und Riffen durch eine Senkung gebildet worden sein sollten, wie es die Darwin'sche Theorie verlangt. Um dies ganz klar zu machen, wollen wir versuchen die eben mitgetheilten Beobachtungen im Zusammenhang durch diese Senkungstheorie zu erklären.

VII. Die Senkungstheorie als Erklärung für die Entstehungsweise der Palaos. Nimmt man an, dass die Senkung, wie es nach Darwin erlaubt sein muss, überall in der Inselgruppe gleichmässig stattgefunden hat, so ist zunächst nicht recht einzusehen, warum sich im Norden der Gruppe isolirte Atolle, in der Mitte Kanalriffe und am Südende nur Küstenriffe gebildet haben oder jede Riffbildung noch weiter nach Süden bei Ngaur fast gänzlich aufgehoben sein sollte. Nach der herrschenden Ansicht ist es gestattet, die Tiefe des Riffkanals von Aibukit als ein Maass der stattgehabten Senkung anzusehen. Diese würde also etwa 50 Faden im Maximum betragen haben. Hebt man nun die Inseln im Norden in Gedanken gerade um so viel, wie die vermeintliche Senkung wirklich betragen hat, so hätte der Grund der Kanäle zwischen Babelthaub und Cossol, sowie zwischen diesem Atoll und Kreiangel in hohem Grade günstig für die Ansiedelung von Korallen sein müssen. Dies ist aber nicht

der Fall; der Kanal im Norden von Cossol ist vielmehr ganz frei von ihnen und der südlich von Cossol liegende mehr oder minder so. Es müsste, wenn die Senkung allein die Form der Riffe bedingen sollte, die jetzige 50-Fadenlinie mit dem Umriss der jetzt zu Tage tretenden Riffe wenigstens den Hauptzügen nach übereinstimmen; das gerade Gegentheil ist aber der Fall. Man muss daraus zunächst folgern, dass eine Senkung allein hier nicht ausreichte, um die Gestalt der nördlichen Riffe in diesem Archipel zu erzeugen; sie allein hätte beispielsweise die isolirten Blöcke von Korallen im südlichen Kanal von Cossol zwingen müssen, ebenso gut bis zur Riffhöhe zu bauen, als dies bei Kreiangel oder auf Cossol selbst der Fall gewesen ist.

Man ist also gezwungen, unter allen Umständen noch eine andere Kraft als die der Senkung zu Hülfe zu nehmen, wenn man die eigenthümliche Form der nördlichen Riffe erklären will, ohne zunächst die Wirksamkeit der Senkung selbst gänzlich auszuschliessen. Diese Kraft, glaube ich, kann nur in der Wirkung der constanten Ströme des Meeres gesucht werden; denn alle andern, das Wachsthum der Korallen hindernden Einflüsse, wie Sand, Schlamm im Wasser, starke Ströme süßen Wassers u. s. w., können nichts zur Erklärung des Verhaltens dieser Riffe beitragen oder überhaupt nur zur Wirksamkeit an diesen Stellen gekommen sein. Wohl aber könnten Ströme, die dort recht stark bei Flut gen Osten laufen und bei Ebbe nach Westen, ursprünglich zwischen Kreiangel, Cossol und Babelthaub vorhandene Einsenkungen zu Kanälen erweitert haben, sowie jene sich erst unter die Oberfläche des Meeres gesenkt und damit dem Durchbruch der Flutströmungen den Weg geöffnet hätten. Mit den Strömen vereint könnte also wol eine Senkung jene Form der nördlichen Riffe erzeugt haben. Dies aber scheint mir schon ein recht schwacher Punkt der Senkungstheorie zu sein: dass sie offenbar nicht ausreicht, die einzelnen Fälle

zu erklären, sondern dazu noch anderer, nicht mit der Theorie selbst in Causalnexus stehenden Hilfsmittel bedarf. Und ich bin überzeugt, dass zahlreiche ähnliche Fälle gefunden werden mögen, sowie man sich nur erst einmal die Mühe nehmen wird, einzelne Riffe genauer zu untersuchen, als bisher geschehen ist.

Eine zweite Schwierigkeit liegt in Folgendem. Ich habe bereits oben angegeben, dass das Dreieck zwischen Peleliu, Urudzapel und der Urulong-Passage, welches fast ein Fünftel der Oberfläche der ganzen Gruppe ausmacht, fast eben und bei Hochwasser im Durchschnitt etwa 2 bis 4 Faden unter der Oberfläche liegt. Diese Fläche wird von festem Kalkstein gebildet, der, allmählich ansteigend, in den gleichen Kalkstein der auf jener Fläche zerstreuten zahlreichen Inseln übergeht. Sie ist durchschnitten von vielen schmalen Kanälen mit senkrechten Wandungen, die meist 2 bis 3 oder selbst mehr Faden tief sind und offenbar durch Strömungen in den Stein eingeschnitten wurden; sie werden tiefer und weiter gegen Osten und Nordost, wo sie sich schliesslich in ein weites Bassin ergiessen, das zwischen 15 und 25 Faden tief bis an die Südspitze von Babelthaub herantritt. Gerade so allmählich aber, wie diese Fläche von Kalkstein in den Fels der einzelnen Inseln übergeht, ebenso allmählich erhebt sie sich gegen das Aussenriff hin, als dessen innerer Abfall sie erscheint; doch aber bildet sie nirgends mehr einen Bestandtheil des lebenden Riffs. Auch diese Verhältnisse sind schwer durch die Annahme einer jüngst stattgehabten Senkung zu erklären. Hätte eine solche die Kalkfläche wirklich ausschliesslich unter das Wasser versenkt, so hätte die letztere ihre eigenthümliche Structur vor Beginn der jüngsten Senkung gehabt haben müssen, was an sich sehr unwahrscheinlich ist; es macht vielmehr die ganze Fläche mit ihren Kanälen den Eindruck, als sei sie erst in jüngster Zeit während einer Periode von Ruhe oder langsamer Hebung gebildet worden. Aber die Kalkfläche bietet noch bessere Ar-

gumente gegen die Annahme, als hätte eine Senkung während der Bildung dieser Riffe stattgefunden. Ueberall da nämlich, wo die Kalkinseln des Südens der abwaschenden Wirkung durch die steigende Flut ausgesetzt sind, erhebt sich ganz plötzlich auf dem langsam der untermeerischen Fläche entsteigenden Fuss der Insel ein hohlkehlartig geformter Wall, dessen oft gefährlich überhängende Kuppe Gestrüpp oder Bäume trägt. Dieser ausgehöhlte Fuss, dessen Durchschnitt nach aussen stark concav ist, hat zwischen 6 und 10 Fuss Höhe; in ihm fängt sich bei höchster Flut das Wasser mit grosser Gewalt und seine Wand zeigt zahlreiche kleinere Löcher und Spalten, welche oft viele Fuss tief in den dichten Kalk hineingefressen sind. An manchen Stellen droht die überhängende Kuppe den Einsturz, und dass solche Katastrophen nicht gerade selten sind, ersieht man aus den Trümmerwällen, die an vielen Orten am Fuss der Inseln halb im Wasser liegen. Dies beweist, wie mir scheint, unwiderleglich, dass eine Senkung nicht stattgefunden haben kann; denn es ist nicht einzusehen, wie während einer solchen die hier beschriebene Form der innern Kalkfläche und ihres Uebergangs in die auf ihr stehenden Inseln hätte entstehen können.

Man könnte indessen zugeben, dass die hier beschriebenen Erscheinungen im Süden der Inselgruppe für diesen Theil eine in jüngster Zeit stattgehabte Senkung unwahrscheinlich machten, ohne andererseits gezwungen zu werden, auch die Einwirkung einer solchen für die ganze Inselgruppe zu leugnen. Nähme man nämlich an, dass die Senkung nicht gleichmässig stattgefunden hätte, sondern dass eine Art Hebelbewegung den Norden am stärksten, die Mitte weniger stark und den südlichsten Theil gar nicht gesenkt hätte: so würden dadurch, scheinbar wenigstens, alle beschriebenen Eigenthümlichkeiten erklärt werden können. Ja noch mehr: Die Anwesenheit von echten Küstenriffen im äussersten Süden von Peleliu und der gänzliche Mangel

aller zu Tage tretenden Riffe um Ngaur würde im Sinne der Darwin'schen Theorie eine im Süden des Gleichgewichtspunktes stattgehabte Hebung beweisen, wenn man annähme, dass dieser Punkt absoluter Ruhe etwa in der nördlichsten Spitze von Peleliu gelegen hätte.

Nun will ich kein grosses Gewicht auf die mit dieser Annahme verbundene innere Unwahrscheinlichkeit legen, dass eine derartige ungleichmässige Bewegung wirklich auf einem so kleinen Areal stattgefunden haben sollte, das sich noch dazu gänzlich isolirt von andern Inselgruppen aus der Tiefe des Oceans erhebt. Dagegen würden auf solche Weise die weiter oben hervorgehobenen Schwierigkeiten gar nicht entfernt; sie würden vielmehr noch wesentlich erhöht durch die Thatsache, dass sich südlich von Ngaur ein untermeerisches Riff dicht bei dieser Insel befindet, dessen Trennung von Ngaur wieder nur durch die Annahme, dass noch andere Kräfte als blosse Senkung wirksam gewesen wären, leicht erklärt werden könnte. Gäbe man also selbst zu, dass trotz der direct gegen eine Senkung sprechenden Thatsachen die Unmöglichkeit einer solchen nicht dadurch schlagend bewiesen sei, so würde man gezwungen sein, auf alle Fälle auch noch die Wirksamkeit der constanten Meeresströmungen als eines wesentlichen Factors in der Entstehungsgeschichte gerade dieser Inseln anzuerkennen. Denn eine Senkung würde — um hier noch einmal diesen Punkt scharf zu betonen — nothwendig, wie dies auch von Darwin zugegeben wird, die Küstenlinie der sinkenden Insel bewahren müssen; dies ist aber, wie aus meinen Angaben hervorgeht, nicht der Fall gewesen und man kommt daher mit jener Senkungstheorie allein nicht mehr aus.

Dadurch wird natürlich der allgemeine Werth der Senkungstheorie bedeutend geschmälert; denn wenn es unmöglich ist, in einem speciellen Falle wie hier, die Verhältnisse durch die einzige von jener Theorie als wirksam oder bestimmend angenommene Kraft zu er-

klären, und wenn man statt dessen genöthigt wird, allerlei andere Kräfte noch zu Hülfe zu rufen, so erwächst dadurch der herrschenden Theorie die Aufgabe, zu zeigen, dass trotzdem eine Senkung stattgehabt haben müsse. In dem hier besprochenen Falle stösst aber ein solcher Versuch auf eine geradezu unüberwindliche Schwierigkeit. Sie wurde oben schon kurz angedeutet; hier ist der Ort, etwas genauer darauf einzugehen.

Die untermeerische Höhe, welche die ganze Inselgruppe trägt, ist ungemein schmal; an der breitesten Stelle ist das westliche Riff allerhöchstens 12 bis 15 Meilen vom östlichen entfernt. Trotzdem sind diese Riffe ganz ausserordentlich verschieden in ihrer Structur; selbst auf dem so kleinen und ganz für sich bestehenden Atoll Kreiangel finden sich dieselben Unterschiede. Das östliche Riff liegt überall der Küste viel näher, als das westliche. Ein schiffbarer Kanal zwischen ihm und der eingeschlossenen Insel findet sich nur in der Mitte von Babelthaub, da, wo die Altngot-Passage (s. d. Karte) nach Friedrichsen's Karte durch ein vor den eigentlichen Inselriffen liegendes Aussenriff gebildet wird. Das östliche Riff ist, soweit ich es gesehen habe, nirgends gekrönt durch eine Linie hoher, über die höchste Flutlinie hervorragender todter Korallenblöcke. Doch aber ist dies die Wetterseite, auf welcher sich ja immer nur derartige Blöcke finden sollen. Das westliche Riff dagegen ist immer durch solche ausgezeichnet. Während ferner das westliche Riff überall, bis fast an die Südspitze von Peleliu heran, ein echtes Kanalriff ist, kann das östliche schon im Norden von Babelthaub kaum mehr so genannt werden und nimmt es im Süden etwa im letzten Dritttheil der Gruppe den Charakter eines echten Küstenriffs an.

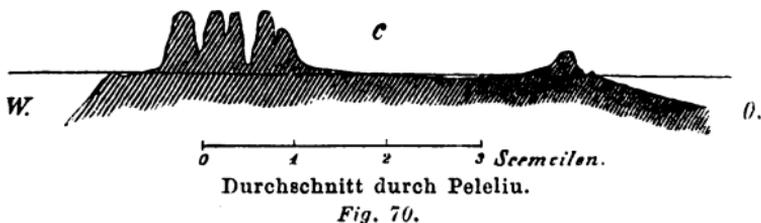
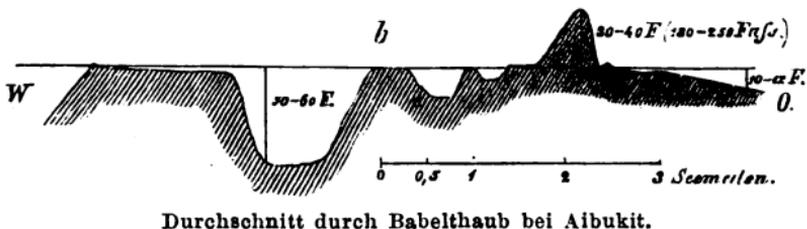
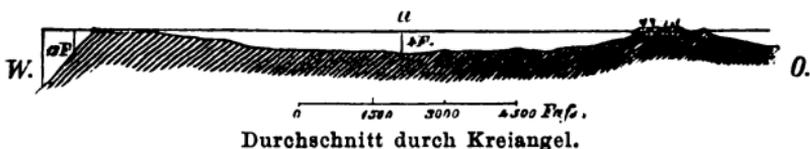
Diese Verschiedenheit und die unbestreitbare Thatsache, dass an der östlichen Seite die Küstenriffe vorwiegen, lässt sich schlechterdings nicht mit der Theorie von Darwin versöhnen, es sei denn, dass man, wie

Darwin es gethan hat und Dana offenbar auch thun würde, annehmen wollte, es könne auch während einer Senkung die Ausbildung eines solchen Riffs vorkommen. Das setzt aber nach Darwin's eigenem Geständniss voraus, dass überall der Abfall des Aussenriffs gegen das Meer zu sehr steil sei. Diese willkürlich angenommene Steilheit ist aber auf den Palaus eben nur an der Westseite vorhanden, während im schärfsten Gegensatz dazu der östliche Abfall ein ausserordentlich langsamer ist. Vom Gipfel der Bäume auf Kreiangel aus konnte ich deutlich erkennen, dass auch hier durch die sehr helle Farbe des Wassers im Osten ein langsamer Abfall bezeichnet sei, während im Westen das dunkelblaue Meer hart an den Aussenrand des Riffs herantritt. Ankergrund findet sich hier nur im Osten ausserhalb des Riffs, aber nicht im Westen. Das Gleiche gilt für Cossol und den nördlichen Theil von Babelthaub. An der Westseite konnten wir uns mit unserm Schoner überall bis in die nächste Nähe des Riffs wagen, beim Kreuzen wurde erst in der Entfernung von einigen hundert Schritten vom Riff gewendet. Solches an der Ostseite zu thun wäre ganz unmöglich; auf der ganzen langen Strecke von Roll an bis hinauf nach Cossol sah ich 1 bis 2 Seemeilen vom Riff entfernt die Korallen noch ganz deutlich. Wegen der vielen Untiefen und bei dem flachen Ansteigen des Meeresbodens ist es ferner sehr schwer, in den sonst so guten Hafen von Coroere einzulaufen, wie Kapitän Woodin mir zu einer Zeit versicherte, als ich noch unbedingt an die absolute Richtigkeit der Senkungstheorie glaubte. An der Westseite von Peleliu endlich, wo das Riff ein nicht ganz charakteristisches Kanalariff ist, kam unsere Lady Leigh auf kaum hundert Schritte an das Riff heran; an der Ostseite aber erstreckte sich ein langer Streif hellblauen Wassers weit ins Meer hinein.

Es findet hier also gerade das Gegentheil von dem statt, was Darwin in der zweiten Auflage seines Buchs als Argument gegen meine Anschauung angeführt hat.

Dort, wo nach ihm ein äusserst schroffer Abfall hätte gefunden werden sollen, ist er nicht vorhanden; wo dieser aber wirklich vorkommt, wie an der Westseite, da bildet sich nirgends ein Küstenriff aus.

Ein Blick auf die idealen, aber correcten Durchschnitte der Palaus an verschiedenen Stellen wird das hier Vorgetragene erläutern und zugleich schlagend zeigen, dass in diesem speciellen Falle die Senkungstheorie nicht fähig ist, die eigenthümliche Form der



Riffe nach ihren Principien zu erklären. Aber selbst, wenn wir mit Dana und Darwin diese Schwierigkeit beiseitesetzten, so blieben immer noch, wie wir oben sahen, so viele andere Schwierigkeiten übrig, dass ihre Theorie unbedingt noch andere Kräfte, nämlich Strömungen zu Hülfe rufen müsste, um überhaupt zu einem Verständniss des Baues und der Entstehung der Palauriffe zu gelangen. Hieraus aber entspringt logisch die Frage, ob denn nicht vielleicht die Hülfsursache, deren

die Senkungstheorie nicht entzagen kann, gar die eigentlich wirksame gewesen sei und ferner die zweite, ob nicht jene Hilfsursache auch im Verein mit einer langsamen Hebung im Stande gewesen sein möchte, alle Formen von Riffen gleichzeitig und nebeneinander auf demselben Areal zu erzeugen. Manche Erscheinungen an unserm Himmel liessen sich jetzt noch und wurden früher durch die Annahme erklärt, dass die Sonne sich um unsere Erde drehe; die Ueberlegung, dass sie nicht ausreiche zur Erklärung anderer That-sachen, liess uns ihre völlige Ungereimtheit erkennen. Aber nicht immer schliesst die eine Erklärung die andere völlig aus. Wir wissen, dass das Chlorophyll bei den meisten Pflanzen nur unter Einwirkung des Lichts entsteht; eine Ausnahme bilden manche Coniferen, da bei diesen das gleiche Blattgrün im Dunkeln gebildet wird. Man muss daraus folgern, dass noch andere Ursachen, als die in den Blattpflanzen wirksamen, im Stande sind, das gleiche Resultat wie bei diesen hervorzurufen. Ueberhaupt wissen wir, dass die Natur oft genug verschiedenartige Mittel angewendet hat, um Resultate hervorzubringen, die unsern Augen gleich zu sein scheinen. Wir haben also, um zu unserm Falle zurückzukehren, noch die Frage zu untersuchen, ob nicht derselbe Effect hervorgebracht werden könnte durch die Hilfsursache bei Annahme einer Hebung, wie er unter der Voraussetzung einer stattgehabten Senkung doch nur durch Zuhülfenahme einer solchen gezwungen erklärt werden könnte.

Für diese jetzt anzustellende Untersuchung wird es gut sein, zuvor diejenigen That-sachen zusammenzustellen, welche eine jüngere Hebung im Archipel der Palaus direct beweisen können.

Beweise neuerer Hebung auf den Palaus. Ich habe schon weiter oben darauf hingewiesen, dass die am Aussenrande der westlichen Riffe liegenden mächtigen Korallenblöcke meiner Ansicht nach nur als Beweis jüngst stattgehabter Hebung angesehen werden

können. Da dies indessen aus bekannten, wenn auch nicht gerade sehr starken Gründen bestritten werden würde, so will ich hierauf kein grösseres Gewicht legen.

Die folgenden stärkern Gründe werden dagegen schwerlich angezweifelt werden können.

Die Mehrzahl der Inseln ist recht hoch; im Süden der Gruppe steigen sie bis zu 200 oder höchstens 300 Fuss an, während behauptet wird, dass auf Babelthaub Berge von 2000 Fuss Höhe vorhanden sein sollen. Die Constitution dieser letztern beweist, dass sie ihren Ursprung einer vulkanischen Hebung der allerjüngsten Zeit verdanken.

Es besteht zwischen den südlichen und den nördlichen Inseln ein sehr scharf ausgesprochener Gegensatz; während diese fast ausschliesslich vulkanisch sind, werden jene in überwiegender Mehrzahl aus gehobenem und theilweise metamorphosirtem Korallenkalk gebildet. Dieser Gegensatz ist so scharf ausgesprochen, dass selbst die Eingeborenen zu seiner Bezeichnung ganz präzise Ausdrücke gebildet haben; alle aus Korallenkalk bestehenden, gehobenen Inseln nennen sie „Kokeal“, die vulkanischen dagegen „Royoss“.

Ueber die geologische Constitution der nördlichen Inseln liegt eine neuere Arbeit von Dr. Wiechmann vor. Dieser Geologe<sup>14</sup> kommt zu dem Schluss, welcher durch die von Herrn Oberbergrath Gumbel vorgenommene Untersuchung der von mir gesammelten Gesteine bestätigt wird, dass das eruptive Gestein Augit-Andesit sei. Wiechmann kommt ferner, ohne selbst auf den Inseln gewesen zu sein, lediglich durch die Untersuchung der Gesteine, die von Dr. Kubary auf jenen Inseln gesammelt worden waren, zu dem Schluss, es habe die Eruption eine untermeerische sein müssen. Zu dieser Ansicht war ich durch Untersuchung der Inseln selbst längst gekommen, ohne gerade Fachgeologe zu sein. Wiechmann bestimmt endlich auch die Zeit des Ausbruchs annähernd; er meint, die

Hebung müsse während des jüngsten Abschnitts der tertiären Epoche stattgefunden haben. Merkwürdig und von Wiechmann nicht erwähnt ist die Vertheilung der verschiedenen vulkanischen Gesteine auf Babelthaub. Das feste eruptive Gestein, der Andesit, findet sich nach meinen Beobachtungen fast oder ganz ausschliesslich an der Ostseite der Insel, während im Westen die niedrigern Berge aus rothen Tuffen und Geröllschichten bestehen, die nur selten von dem Andesitkern einzelner hoch ansteigender Berge durchbrochen werden. So scheint z. B. die Kuppe des von mir nicht bestiegenen „Royoss Arlimui“ (s. die Karte I) nach Kubary's Angabe aus Andesit zu bestehen; damit stimmt die schwärzliche Farbe seines Gipfels. Dieser Verschiedenheit in der Constitution entspricht ein scharfer landschaftlicher Gegensatz. Während an der Westseite der Abfall des Landes im allgemeinen ein sanfter ist und hier und da isolirte kleinere aus Tuff bestehende Inselchen mitten auf der Fläche des innern Riffs liegen, fällt die Ostseite immer viel steiler ab. Wo sich hier das schwarze Andesitgestein zu bedeutender Höhe erhebt, findet sich sehr häufig ein fast senkrechter Absturz; oben hängt es dann gern kuppenartig über und an seinem durch die Brandung hohlkehlig ausgeschliffenen Fuss schliesst sich meist eine in das Riff hinein zu verfolgende Fläche desselben Gesteins an; nirgends aber finden sich hier solche isolirte Inselchen, wie sie an der Westseite zu sehen sind. Die Tuffschichten der letztern liegen fast horizontal mit schwacher Neigung gegen Westen; nach der Friedrichsen'schen Karte sollen sich diese auch noch auf der Insel Aruangel finden, da nach Kubary's Angabe die Eingeborenen behaupten, sie bestehe aus „Royoss“. Damit steht allerdings die Schilderung, wie ich sie auf Kreiangel erhielt, nicht in Einklang. Dem mag nun sein wie ihm wolle; soviel wenigstens steht fest, dass in früherer Zeit die Tuffe des Westens sehr viel weiter gingen, als sie jetzt thun, da einige abgerissene Tuffinseln

1 oder 2 Seemeilen vom Fuss der Hauptinsel entfernt auf der Fläche des innern Riffs liegen.

Am südlichen Ende von Babelthaub stehen die eruptiven Gesteine mit den Kalkfelsen des „Kokeal“ in Verbindung. Doch finden sich nur selten Stellen, an denen das eine direct auf dem andern lagert; ich selbst habe in der That keine einzige solche gesehen, wohl aber gibt Wiechmann auf Grund der Beobachtungen von Kubary an, dass am südöstlichen Ende von Babelthaub, das ich nicht besucht habe, dichter Kalk den schwarzen Andesit direct überlagere. Aehnliche Stellen sollen nach demselben Beobachter auf zwei kleinen, südlich von Coroere liegenden Inseln vorkommen. Abgesehen von diesen Punkten aber schliessen sich die vulkanischen und die aus Korallenkalk bestehenden Inseln gegenseitig aus; sie schieben sich an der ungefährr in der Mitte der ganzen Gruppe liegenden Grenzzone regellos durcheinander, sodass z. B. auf die an der Südspitze von Babelthaub liegenden Kalkinseln die ganz aus Tuffen bestehende Insel Coroere, an diese wieder eine Kalkinsel, dann die durchaus vulkanische Insel Malakka anschliessen; zwischen diesen grössern liegen noch zahlreiche kleinere Inseln, welche bald aus Tuffen, bald aus Korallenkalk bestehen.

Noch weiter nach Süden endlich verschwinden die aus Andesit oder Andesittuffen bestehenden Inseln völlig; alle südlich vom Breitengrade von Urulong (s. die Karte I) liegenden Inseln bestehen ausschliesslich aus gehobenem und theilweise stark metamorphosirtem Korallenkalk. Es sind ausnahmslos echte gehobene Riffe, wie aus ihrer allgemeinen Gestalt, der gleichmässigen Höhe ihrer Kuppen und aus den in ihren Schichten gefundenen Petrefacten hervorgeht; ihre Structur endlich und ihre Verbindung mit den noch lebenden Riffen beweist, dass sie ganz modernen Ursprungs sind. Es lohnt sich wol der Mühe, die verschiedenen hierfür sprechenden Argumente etwas genauer ins Auge zu fassen.

Die Höhe der auf verschiedenen Inseln des Kokeal liegenden Klippen ist sehr verschieden; die höchsten erreichen 250 bis zu 300 Fuss über dem Meere, die niedrigen ragen oft kaum 10 Fuss aus dem Wasser empor. Selbst auf derselben Insel, so z. B. auf Peleliu, finden sich ähnliche Unterschiede. Die westlichen Klippen dieser Insel steigen bis zu 250 Fuss an mit ganz horizontal gestreckter Kuppe; die östlichen Klippen von „Ardelollec“ (s. die Karte) dagegen sind höchstens 80 Fuss über dem Meere hoch; auch ihre Kuppe liegt fast horizontal. Ganz an der Südspitze derselben Insel finden sich endlich Klippen, welche kaum 5 oder 10 Fuss aus dem durch die Brandung aufgeworfenen Sande hervorragen. Im allgemeinen sind die nördlichen Inseln des Kokeal die höhern; aber auch hier erreichen sie sicherlich nie die grosse ihnen von Friedrichsen zugeschriebene Höhe von 1500—2000 Fuss.

Die geognostische Structur der Inseln des Kokeal ist sehr ungleich. Mitunter bestehen ihre Klippen aus einem sehr dichten Kalk, in welchem sich fast keine Spur von Petrefacten findet, oder die Korallenstructur des Kalks ist erhalten geblieben; in letzterm Falle ist das Gestein bald hart, wie infiltrirt mit dichtem, fast krystallinischem Kalkstein, oder es ist kreideartig, schneeweiss und leicht zerreiblich. Die Klippen von Angaur und von Peleliu bestehen beispielsweise aus solchem schneeweissen Kalk, dessen weithin leuchtende, senkrecht ansteigende Wand den Schiffern eine weit sichtbare Marke bildet. In diesen letztern sind die massenweise darin zu findenden Petrefacten, Korallen wie Conchylien, fast nur als Abdrücke enthalten; auf den ersten Blick erkennt man dies freilich nicht, da namentlich die Korallen, oder vielmehr ihre Abdrücke, so ausserordentlich eng liegen, dass sie eine dichte Masse zusammengepresster Korallen zu bilden scheinen.

Auch die geographische Verbreitung dieser verschiedenen Arten von Korallenkalk zeigt auffallende Besonderheiten. Alle Inseln des Kokeal, die ich gesehen

und die in der Nähe von vulkanischen Gesteinen liegen, wie z. B. auf den Inseln in der Umgebung von Coroere, bestehen aus dichtem Kalk, der oft halb krystallinisch ist; kommen in ihm Fossilien vor, so sind sie fest in das Gestein eingesenkt, aber tadellos erhalten. Diese Inseln liefern auch ganz ausschliesslich die grossen Kugeln von Arragonit, welche den Bewohnern der Hunderte von Meilen nordwärts liegenden Insel Yap als sehr gesuchte Geldsorte dienen. Je weiter sich die Inseln von dem muthmaasslich in der Mitte von Babelthaub liegenden Centrum der vulkanischen Erhebung entfernen, um so mehr nimmt auch der dichte oder krystallinische Kalk ab, um schliesslich im Süden ganz zu verschwinden.

Die in diesen Gesteinen enthaltenen Fossilien zeigen im Verein mit andern Eigenthümlichkeiten im Bau der gehobenen Riffe, dass diese einer ganz jungen Periode angehören und dass sie in der That nur als die Anfänge der jetzt noch im benachbarten Meere sich aufbauenden Riffe zu betrachten sind. Auf der Insel Noerkessul, welche am Ostriff von Peleliu liegt, und nur etwa 20—25 Fuss hoch ist, fand ich neben echten *Astraeiden*, fest im Gestein eingebettet, einen Zahn des indischen Krokodils, das jetzt noch dort, wenn auch nicht häufig, vorkommt. Auf der kleinen Insel Calacoligoll, die fast am Aussenrande des westlichen Peleliuriffs, nämlich nur etwa 120 Fuss von ihr entfernt liegt, fand ich einen grossen, reichlich 5 Fuss hohen Block, in welchem die eingebetteten Korallen senkrecht standen und mitten zwischen ihnen Schalen von *Pholas* und zahlreiche Röhren des dicht dabei im Meere lebenden, dort sehr gemeinen *Vermetus gigas*. Das Centrum von Peleliu ist 20—25 Fuss über Fluthöhe; aus ihm steigen die kreideähnlichen Klippen fast senkrecht oder doch sehr steil empor, und ihr innerer Fuss zeigt deutliche Spuren einer früher hier wirksam gewesenen Brandung. Hier liegen dann auch immer Haufen von abgerissenem Gestein und

Petrefacten. Aber diese an der Innenseite der Klippen gefundenen Fossilien waren ganz verschieden von den an der Aussenseite vorkommenden; zahlreiche Functionen, die lebenden Arten sehr nahe stehen oder gar mit solchen identisch sein mögen, mehrere Pecten neben kolossalen Mengen von zwei oder drei Arten von Mycelium und Agaricien, die mit zu den zartesten Formen der Gattung gehören. Diese beiden Korallen bilden auch die grösste Masse des Gesteins, aus welchem die Klippen bestehen.

Aber es gibt ausser diesen, schon von Wiechmann hervorgehobenen Gründen für die Annahme einer in jüngster Zeit stattgehabten Hebung noch andere Momente, welche jene Beweismittel verstärken. Das östliche, ganz den Charakter eines echten Küstenriffs zeigende Riff von Peleliu, dessen kaum erhöhter Aussenrand an vielen Stellen höchstens 100 Fuss von dem Lande liegt, geht allmählich über in eine mehrfache Reihe gehobener Klippen. Die der ersten Reihe sind meist nur 6—10 Fuss über dem ins Riff abfallenden Strand hoch; ihr Fuss ist durch Wogen stark ausgehöhlt und er geht ohne jegliche Unterbrechung über in die abgestorbene Fläche des Riffs selbst; sie bestehen endlich durchweg aus theilweise metamorphosirten Astraeen und Maeandrinen. Die auf den Strand folgende abgestorbene Fläche des Riffs liegt nahezu horizontal; aber sie fällt durch einige, kaum einen Fuss hohe Absätze so weit ab, dass bei hoher Flut die niedrigste der so gebildeten Terrassen etwa 2—3 Fuss hoch mit Wasser bedeckt ist. Dann geht mit ganz langsamer Senkung der todte Theil in das lebende Riff über, dessen äusserer Rand, wie schon bemerkt, nur wenig erhöht ist. Alle diese Flächen sind fast völlig glatt und ohne jede Spur grösserer, durch die Brandung aufgeworfener Korallenblöcke. Aus diesem Verhalten lässt sich mit Sicherheit folgern, dass in allerjüngster Zeit die Hebung stattgefunden haben muss; denn sonst wäre nicht einzusehen, wie das jetzt

lebende Riff eine directe Fortsetzung des erhöhten abgestorbenen sein könnte. Ganz ähnliche Verhältnisse kommen, wie ich oben angegeben habe, auf der Ostseite von Kreiangel vor.

Die hier angeführten Thatsachen genügen, denke ich, um zu beweisen, dass einmal eine ganz moderne Hebung stattgefunden haben muss und zweitens auch, dass diese Periode der Hebung ohne erhebliche Unterbrechung in die jetzige absoluter Ruhe oder langsamster Hebung übergegangen sein wird.

Ein Versuch, die Structur der Palauriffe zu erklären. Ich habe weiter oben schon darauf aufmerksam gemacht, dass die Senkungstheorie unfähig ist, Durchschnitte zu erklären, wie sie in den obenstehenden Holzschnitten (s. S. 71) gegeben sind; nach ihr müsste gerade an der steilen Westseite ein Küstenriff, an der langsam in die Tiefe des Oceans abfallenden Ostseite ein Kanalriff vorhanden sein. Gerade das Gegentheil ist aber der Fall. Das Vorkommen von Untiefen ohne alle Riffe dicht neben Atollen (Cossol) und hohen rifflosen Inseln (Ngaur), die hohen Blöcke auf der Westseite am Aussenrande aller westlichen Riffe, die grosse, fast horizontale untermeerische Fläche nördlich von Peleliu, der ununterbrochene Zusammenhang der östlichen Riffe von Peleliu und Kreiangel mit den todten gehobenen Korallenklippen: sie liefern alle kaum widerlegbare Argumente gegen eine in jüngster Zeit stattgefundene Senkung. Wollte man aber dies alles wegerklären durch willkürliche Annahmen, deren Grundlosigkeit nicht ohne neue Untersuchungen an Ort und Stelle zu beweisen wären, so würde man doch gezwungen werden, die abfressende Wirkung des bewegten Meeres und vor allem der constanten Strömungen als mit der behaupteten Senkung vereint wirkende Ursachen anzunehmen. Natürlich gebe ich bereitwillig zu, dass diese letztern gewirkt haben müssen; aber ich bestreite aufs entschiedenste, dass durch die Anerkennung ihrer Wirksamkeit auch die Nothwendigkeit einer stattge-

haben Senkung bewiesen worden sei. Ich glaube vielmehr, dass umgekehrt jene anscheinend secundären Ursachen viel besser während einer Periode der Hebung zur Wirksamkeit kommen konnten, als im Verein mit einer Senkung, und dass sich unter der ersten Annahme alle von mir geschilderten Verhältnisse, welche direct gegen eine Senkung sprechen, auf leichte und willkürliche Annahmen völlig ausschliessende Weise erklären lassen. Dies bezieht sich natürlich zunächst nur auf die Structur der Palauriffe, und es muss weitem Untersuchungen überlassen bleiben, zu entscheiden, inwieweit ähnliche Verhältnisse auch auf andern Koralleninseln vorkommen mögen oder nicht. Denn mit dem Nachweis, dass hier auf den Palaus eine Senkung nicht die eigentliche, die Form der Riffe bestimmende Ursache gewesen sein kann, ist natürlich noch nicht bewiesen, dass nicht doch auf andern Inselgruppen eine Senkung mit dem Emporwachsen der Riffe in der ihnen durch andere Ursachen gegebenen Form verbunden gewesen sein kann.

Wir haben früher im siebenten Kapitel gesehen, dass einzelne Korallen sowol, als auch ganze Riffe in entschiedenster Weise beeinflusst werden durch zwei Kräfte, nämlich Stärke und Richtung der constanten, die Korallen treffenden Ströme. Zwar hängt ihr günstiges Wachstum auch noch von andern Dingen, wie z. B. von der Wärme des Wassers, seiner chemischen Zusammensetzung, den zufälligen Beimengungen aller Art u. s. w. ab; aber alle diese Einflüsse treten meiner Ueberzeugung nach in den Hintergrund gegenüber den Strömen. Denn jene können wohl das Leben der Polypen hindern oder sie ganz zerstören, aber soviel ich sehe nie in eine bestimmte Richtung des Wachstums drängen. Dies ist aber, wie ich im siebenten Kapitel ausführlich dargelegt habe, mit den constanten Strömen in eminentem Maasse der Fall. Es handelt sich ferner bei unserer Untersuchung gar nicht darum, zu bestimmen, ob die Korallen an dieser oder jener Stelle gut

oder überhaupt noch wachsen können, sondern ausschliesslich darum, zu entscheiden, ob bei sonst unbehindertem Wachsthum die eigenthümliche Form der Riffe durch bekannte Kräfte erklärt werden kann.

Wir haben uns ferner zu erinnern, dass überall da, wo constante und tiefgehende Ströme eine Küste tangierend treffen, die Riffe gezwungen werden senkrecht emporzuwachsen, sobald die Stärke des Stromes dazu ausreicht; und umgekehrt, dass viele Korallen die Tendenz bekommen nach allen Richtungen hin gleichmässig zu wachsen, soweit dies ihnen überhaupt möglich ist, sobald flache Ströme horizontal über sie hinstreichen.

Das hohe Meer zeigt nun beide Arten von Bewegung in ausgeprägtestem Maasse. Neuere Untersuchungen haben gelehrt, dass oft noch in grossen Tiefen starke Ströme laufen; diese constanten Ströme behalten ihre Richtung das ganze Jahr hindurch bei, wenn auch ihre Stärke wechseln mag; auch die Ebbe- und Flutströmungen verändern wol nach den herrschenden Winden ihre Stärke, aber nicht oder nur selten ihre Richtung. Neben diesen in der Tiefe laufenden Strömen finden sich zweitens ganz oberflächliche, die theils wechselnd sind, wenn sie nämlich durch die gerade herrschenden Winde erregt werden, oder aber, wie in grossen Meeren der sogenannte Seegang, oft recht constant sind.

Die Palauinseln nun liegen, wie man weiss, innerhalb der Region des nordäquatorialen ostwestlichen Stromes im Stillen Ocean. Dieser Strom trifft im Verein mit den Ebbe- und Flutströmungen senkrecht auf die Breitseite der Inselgruppe. Dadurch entsteht an der Ostseite der letztern ein vergleichsweise stilles Dreieck, da ja der Hauptstrom durch die unübersteigliche Barriere getheilt werden muss; so können auch in ihm nur die mehr oberflächlichen Strömungen zur Geltung kommen. Diese aber laufen hier auf den Palaus fast constant von Ost nach West; am Ostriff sieht man immer, selbst während des kurzdauernden Südwestmonsuns, eine lange Linie hoher Brecher am Aussenriff

und es ist hier immer selbst bei höchster Flut mit Gefahr verbunden, das Riff zu überschreiten. Umgekehrt steht bei Flut und ruhiger See das Wasser über dem Aussenrande des westlichen Riffs so völlig unbewegt da, dass man sich ohne alle Gefahr im Boote über ihm schaukeln kann. Die Ströme aber, welche als Ebbe und Flutströme oder als Theile des nordäquatorialen Stromes zwischen den einzelnen Inseln oder nördlich und südlich an ihnen vorbeilaufen, wenden sich an der Westseite tangierend nach Süd oder Nord. Man sieht dem entsprechend, wie bei bewegter See eine das Aussenriff berührende Welle sich in der bezeichneten Richtung fortpflanzt, während die analogen Wellen im Osten fast die ganze Breitseite auf einmal treffen. Hiermit steht wol auch eine Thatsache in Zusammenhang, die mich sehr überraschte, als ich sie zum ersten male beobachtete. Gewöhnlich nimmt man ja an, dass bei ansteigender Flut das in die Lagunen oder Lagunenkanäle einströmende Wasser über den Aussenrand des Riffs hinweg in jene hineingeworfen wird. Dies ist auf den Palaus entschieden nicht der Fall; fast alles Wasser fliesst ebenso wohl zu den natürlichen Kanälen herein als heraus. Dies wird dadurch bewiesen, dass bei ansteigender Flut der auf der Rifffläche sich erzeugende Strom nicht, wie bei Richtigkeit jener Voraussetzung zu erwarten gewesen wäre, vom Aussenriff her in den Kanal hineinfließt, sondern umgekehrt vom Kanal her gegen das Riff zu. Während meiner ersten Excursion auf das westliche Riff wurde ich durch diesen mir unbekanntem Umstand einer gewissen Lebensgefahr ausgesetzt, da ich mich so weit von dem Boote entfernt hatte, dass ich dieses nur noch mit Noth zu erreichen vermochte.

Wir wollen nun versuchen die oben mitgetheilten Beobachtungen zu erklären unter der Annahme, dass beide Gruppen von Strömen wirkten während einer Periode der Hebung dieser Inseln. Ich hoffe, es wird mir dabei gelingen, zu zeigen, dass dann alle Schwierigkeiten

wegfallen, wie sie sich in diesem speciellen Falle der Annahme einer Senkung entgegenstellen.

Auf Kreiangel sind der durch das östliche Riff geschnittene Bootkanal und die an der Südwestspitze liegenden grossen Korallenblöcke leicht durch Hebung zu erklären, ebenso auch die Structur des östlichen Riffs. An der Westseite trifft der Strom das Riff tangirend; dieses muss daher senkrecht emporwachsen. So nach und nach über den lebenden Theil des Riffs emporgehobene Korallen werden absterben müssen; sie bleiben hier stehen und werden allmählich durch Wind und Wetter langsam zerstört, die weichern zuerst, die härtern später; diese bleiben natürlich da am längsten bestehen, wo sie am seltensten auch dem zerstörenden Einflusse der Wogen und Stürme ausgesetzt sind. Dies ist aber auf Kreiangel gerade jene Stelle, wo die höchsten Blöcke auf dem Aussenrande liegen. An der Ostseite dagegen trifft der Seegang zusammen mit der constanten Ostwestströmung senkrecht auf das Aussenriff; durch den hier langsam ansteigenden Meeresgrund wird diese Welle noch mehr gehoben, sodass sie eine starke und vor allem nie aussetzende abschleifende Wirkung auf das Riff auszuüben vermag. Hier auf der Wetterseite sollten nun eigentlich die grössten aufgeworfenen Blöcke liegen, dies ist aber nicht der Fall. Und das ist leicht erklärlich. Nimmt man an, dass wirklich einmal solche Blöcke dort aufgeworfen worden seien, so werden diese sehr bald durch die unausgesetzte Thätigkeit der senkrecht über das Riff hinstreichenden Wogen zerstört werden müssen; das Gleiche aber gilt natürlich auch für alle Korallen, welche während einer langsamen Hebung am Aussenrande des Riffs über die höchste Sturmfluthöhe emporgehoben worden waren.

Ein einziger Einwand könnte gemacht werden. Die innere von den Riffen umschlossene Lagune möchte nämlich mit scheinbarem Rechte als Beweis gegen eine Hebung angeführt werden. Sie würde in der That meiner Ansicht eine grosse Schwierigkeit bereiten, wenn

es nothwendig wäre eine sehr rasche Hebung der ganzen Inselgruppe anzunehmen; da aber gerade im Gegentheil eine recht langsame angenommen werden muss, so ist eine Erklärung, wie trotz einer langsamen Hebung doch eine Lagune entstehen kann, leicht zu geben. Man denke nur an das im vorhergehenden Kapitel discutirte Beispiel einer alten Poritescolonie; ihre anfänglich ganz flache Oberfläche wird allmählich durch verschiedene zusammenwirkende Einflüsse ausgehöhlt werden und so muss schliesslich ein rings erhöhter nur durch einige Kanäle durchbrochener Rand die innere Höhlung umgeben. Ganz das gleiche Resultat kann nun auch bei einem sich langsam hebenden Riffe hervor gebracht werden. Nimmt man z. B. an, Kreiangel habe, wie die Untiefen südlich von Ngaur oder wie Cossol, eine ziemlich flache Oberfläche gehabt, ehe es bis zur mittlern Meereshöhe gehoben worden sei: so wird von dem Augenblick an, in welchem es zuerst den übermeerischen Einflüssen ausgesetzt worden wäre, ein ganz analoger Zerstörungsprocess mit der Oberfläche des Riffs begonnen haben müssen, wie er bei den einzelnen grössern Korallenknollen eintritt. Thiere und Pflanzen aller Art siedeln sich zuerst auf der ihnen gewiss sehr zusagenden Fläche des Riffs an; sie unterhöheln und durchdringen den festen Kalk der Korallen nach allen Richtungen, während der auf die Rifffläche niederfallende Regen die Polypen selbst abtödtet; dies und das bei hohen Fluten über den Aussenrand des Riffs ins Innere geworfene Seewasser würde auf der Fläche zurückbleiben müssen, wenn es keinen Abfluss fände. Anfänglich mag auch oft genug Wasser auf der Kuppe eines solchen sich hebenden Riffs stehen bleiben, aber sehr bald müssen sich Kanäle durch den beständig wachsenden und sich erhöhenden Rand durchfressen oder es werden untermeerische Abzugskanäle leicht entstehen können, da ja die bohrenden Thiere und Pflanzen allmählich auch den härtesten Kalkstein zu zerstören im Stande sind. Dass in der That auch in Kreiangel der-

artige Kanäle vorhanden sind, folgt aus der Thatsache, dass bei tiefer Ebbe das Wasser in der Lagune um nichts höher steht als ausserhalb des Atolls; dies aber könnte nicht der Fall sein, wenn das bei der Flut in die Lagune geworfene Wasser nicht ganz leichten Abfluss durch das Riff hindurch fände, da alle oberflächlich liegenden Kanäle, die demselben Zweck dienen könnten, gänzlich fehlen. Die grosse Porosität des untermeerischen Bodens von Kreiangel wird auch durch eine andere Thatsache bewiesen. Die Bewohner haben tiefe Brunnen und ein recht grosses zum Baden bestimmtes Bassin von etwa 10 Fuss Tiefe in der Insel ausgegraben; für gewöhnlich ist das Wasser in ihnen völlig süss, da sie sich während der Regenzeit von oben füllen. Wenn aber bei anhaltender Dürre in der trockenen Jahreszeit das Niveau des Wassers in diesen Bassins stark sinkt, so wird der Grund derselben nicht selten brakig und zwar auch ohne dass Stürme Seewasser von aussen her über die niedrige Insel in die Teiche oder Brunnen getrieben hätten. Dies zeigt, dass Meerwasser durch die Seitenwände des Atollriffs in jene Cisternen einzusickern vermag und somit auch mittelbar, dass die äussere Wand desselben von mehr oder weniger weiten Kanälen durchzogen sein muss. Auch die gehobenen Kalkinseln des Kokeal sind in gleicher Weise porös. Eine sehr kleine, dicht bei Coroere liegende Insel hat ganz die Structur eines echten gehobenen Atolls; ein hoher Wall von metamorphosirtem Korallenkalk umgibt eine tiefe Lagune allseitig, und kein Kanal führt jetzt aus dem umgebenden Meere in sie ein. Man muss einen niedrigen Sattel überschreiten, welcher früher wol ein Kanal gewesen sein mag, um zur Lagune zu gelangen. Trotzdem aber finden sich in dieser dieselben Fische wie draussen; das sie erfüllende Wasser ist genau so salzig wie überall und sein Niveau steigt und sinkt mit der Flut und Ebbe ganz regelmässig. Noch schlagender ist die folgende Thatsache. Ehe ich auf einer meiner Fahrten um Peleliu herum vom Meere

her in den Hafen von Nasiass einlief, sah ich mitten im Meere einen breiten Strom gelblichen und fast ganz süßes Wassers mir vom Lande entgegenkommen; seine Grenzen waren gegen das eigentliche Meerwasser ziemlich scharf abgesetzt; es war gerade tiefste Ebbe. Die Eingeborenen erzählten mir, dass dieser Strom immer vorhanden sei, etwas schwächer während der Flut und am stärksten zur Regenzeit. Nun gibt es aber auf ganz Peleliu keinen einzigen Bach, aus welchem jener Strom herkommen könnte; alle Tageswasser sickern gleich in den äusserst porösen Boden ein und nur bei heftigen Gewitterregen bilden sich in den Schluchten Giessbäche, die aber schon nach wenigen Stunden wieder vollständig verschwunden sind. Dieses Wasser sickert bis zu einer gewissen Tiefe in den Boden ein. Statt aber in gleichem Niveau am Meeresufer wieder zum Vorschein zu kommen, tritt es in ziemlich bedeutender Entfernung vom Lande untermeerisch hervor, zum Beweise, dass es seinen Weg durch sehr tiefliegende Kanäle gefunden hat.

Fassen wir alle diese Verhältnisse ins Auge, so ergibt sich, dass keine ernstliche Schwierigkeit besteht gegen die Annahme, dass die in Kreiangel vorhandene Lagune während langsamer Hebung durch Strömungen aus dem sehr porösen Boden des Riffs ausgewaschen worden sei.

In Bezug auf die Babelthaubriffe bestanden andere Schwierigkeiten gegen die Senkungstheorie; die weitest wichtige war der langsame Abfall des östlichen Aussenriffs ins Meer hinein. Diese und alle andern Schwierigkeiten aber verschwinden bei der Annahme, es hätten sich die Riffe während einer Periode der Hebung gebildet, wenn wir uns in Gedanken den Effect vergegenwärtigen, den im Verein mit der Hebung die mehr oder minder constanten Strömungen auf die Form der emporwachsenden Riffe haben müssen. Im Osten trifft der östliche Strom senkrecht auf die Insel, er steigt dabei auf dem langsam sich hebenden Boden des Meeres

empor und verhindert, da er an und für sich ziemlich stark ist, das senkrechte Emporwachsen der Riffkorallen. Die Folge ist, dass das eigentliche Riff sehr nahe an die Küste herangerückt werden muss. Zwischen ihm und dem Fuss des Landes kann sich ferner kein tiefer Kanal durch Ströme ausbilden, da hier das sehr feste schwarze Gestein der Andesitklippen ein rasches Ausschleifen, wie solches im Korallenkalk leicht möglich ist, verhindert. Anders ist dies im Westen. Hier treffen nur selten oder vielleicht nie senkrechte Ströme auf das Riff, sie tangiren dies nur. Wir haben aber oben gesehen, dass überall, wo starke Ströme tangierend an Riffen vorbeistreichen, diese gezwungen werden, senkrecht oder doch nahezu senkrecht in die Höhe zu wachsen. Dies ist überall im Westen der Fall. Auch die Thatsache, dass hier das Aussenriff vom Lande durch einen über 40 Faden tiefen und mehrere Meilen breiten Kanal getrennt ist, lässt sich leicht und ungezwungen bei Annahme einer Hebung erklären. Es ist sicher, dass die eingeschlossene Insel Babelthaub früher viel breiter war, als sie jetzt ist, wie durch die kleinen jetzt auf der Fläche der innern Riffe weitab vom Lande liegenden Inseln vor Roll (s. die Karte) bewiesen wird. Nimmt man nun an, was ja die Senkungstheorie auch thun muss, dass die Insel in ihrem hier fast nur aus Tuffen bestehenden Theile ursprünglich fast bis an das westliche Aussenriff heranreichte, so konnten anfänglich nur schmale Küstenriffe an der Westseite entstehen. Diese aber mussten gleich von Anfang an senkrecht in die Höhe wachsen, weil sie von einem starken Strome tangierend getroffen wurden; da aber die westlichen Tuffe der Zerstörung durch die Tageswasser und Regen, sowie auch der sie berührenden Brandung nur geringen Widerstand entgegensetzen konnten, so konnte sich sehr bald ein kleiner Kanal zwischen dem eigentlichen Riff und der Küste bilden. Dieser Kanal musste sich ausweiten in dem Maasse, wie das eingeschlossene, aus weichem Gestein bestehende Land mehr und mehr zer-

fressen wurde, und er konnte sich bei langsamer Hebung immer mehr vertiefen in dem Maasse, wie durch die vereinte Thätigkeit aller bohrenden Thiere und Pflanzen und der auswaschenden, durch Ebbe, Flut und Regen erzeugten Ströme die alten porösen Theile des Riffs und das sie tragende Gestein immer mehr angegriffen werden konnten. Jeder Strom hat ja, wie man weiss, die natürliche Tendenz, sein Bett immer tiefer in die Unterlage einzugraben. Während also die senkrecht auf die Ostseite der Insel treffenden Oberflächenströme ein geschlossenes senkrecht Wachsthum des Riffs verhinderten und die harte Unterlage der Korallen eine rasche Ausbildung eines Kanals zwischen dem Riff und der Küste durch Ausschleifen unmöglich machte, konnte ein solcher im Westen leicht durch die Zerstörung der eingeschlossenen Insel geschaffen werden und so musste sich das hier durch den tangirenden Strom zu senkrechtem Wachsthum gezwungene Riff rasch von der Küste entfernen.

In ähnlicher Weise lassen sich auch alle übrigen Structurverhältnisse der Palauriffe leicht bei der Annahme einer Hebung während ihrer Bildung erklären. Es erscheint überflüssig, sie hier einzeln zu discutiren, da sich bei ihnen dieselben Argumente wiederholen, wie wir sie hier zur Erklärung zweier Hauptpunkte benutzt haben. Das Vorhandensein tiefer Kanäle an solchen Stellen, wo die leicht zerstörbaren Tuffe den Boden für die darauf sich anbauenden Korallen abgeben, die grosse fast horizontal liegende untermeerische Fläche südlich von Coroere mit den schmalen in sie eingegrabenen Kanälen, die grossen überall auf dem erhöhten Aussenrande der westlichen Riffe liegenden todtten Korallenblöcke und ihr gänzlicher Mangel auf den östlichen Riffen, der langsame Uebergang der gehobenen Klippen von Peleliu in die jetzt noch lebenden Theile des Riffs, das Austrocknen des von Menschen in das östliche Riff von Kreiangel eingeschnittenen Bootkanals und das Fehlen eines solchen an der Ostseite

von Babelthaub: diese und noch manche andere That-  
sachen werden leicht begreiflich, wenn man annimmt,  
dass die hauptsächlichsten, die Form der Riffe und das  
Wachsthum der Korallen bestimmenden Ursachen die  
von mir hervorgehobenen sind und dass diese gerade  
während einer langsamen Hebung am leichtesten zur  
Wirksamkeit kommen können.

Es sind jetzt zum Schluss noch einige Einwendungen  
zu discutiren, die man sicherlich meiner Auffassung  
entgegenhalten wird. Dies ist einmal die von der  
Darwin'schen Theorie angenommene grosse Dicke der  
schroff aus dem Meeresgrunde emporsteigenden Riffe  
und zweitens die geringe Tiefe, in welcher riffbauende  
Korallen allein vorkommen sollen. Man würde viel-  
leicht auch sagen, meine Erklärung der Palauriffe ver-  
diente keine weitere Beachtung, da sie ja gerade diese  
fundamentalen, der Senkungstheorie zu Grunde liegen-  
den Thatsachen ignorirte. Es ist zuzugeben, dass ich  
sie bisjetzt ausser Acht gelassen habe; aber dies ge-  
schah absichtlich. Ich muss nämlich aufs entschiedenste  
bestreiten, dass jene beiden Annahmen als Thatsachen  
in einer Discussion angeführt zu werden verdienen,  
denn sie sind beide nicht durch Beobachtung sicher-  
gestellt, sondern nur aus wenig sichern Beobachtungen  
heraus gefolgert worden.

Was zunächst den ersten Punkt, die grosse Dicke  
der Riffe, betrifft, so muss ich bekennen, dass mir die  
Art ihrer Berechnung, wie sie von Darwin und Dana  
angestellt wurde, in keiner Weise das ausgerechnete  
Resultat sicherzustellen scheint. Beide berechnen  
nämlich in übereinstimmender, aber im endlichen Re-  
sultat doch wieder auseinandergelagerter Weise die Dicke  
der Riffe unter der willkürlichen Annahme, dass der  
untermeerische Fuss der Riffe auf einer Unterlage ruhe,  
welche dieselbe Neigung besitzen müsse, wie sie an  
den durch die Riffe umsäumten Inseln direct zu be-  
obachten sei. Dana nimmt schon eine etwas geringere  
Neigung an als Darwin. Aber es ist sehr wohl möglich,

wenn nicht wahrscheinlich, dass auch Dana noch eine zu starke Neigung des untermeerischen Abfalls voraussetzt; denn wir wissen, dass selbst an vollkommenen Kegeln der Fuss meist eine viel geringere Neigung zeigt als die Spitze, und es sind doch eben nur noch die Spitzen der Berge, welche nach der Senkungstheorie über die Oberfläche des Meeres emporragen; ihr vom Riffe bedeckter Fuss wird daher wahrscheinlich eine sehr viel geringere Neigung zeigen, als sie dort direct beobachtet werden kann. Unter allen Umständen also bleibt die berechnete Dicke der Riffe eine Hypothese, da der Berechnung eine Annahme zu Grunde liegt, welche durch keine Beobachtung sichergestellt ist. So lange also nicht durch Bohrungen nachgewiesen wurde, dass in der That das Riff an seinem Aussenrande die Dicke wirklich besitzt, welche nach dem Neigungswinkel des eingeschlossenen Landes berechnet wurde, kann auch diese berechnete Dicke nicht als Argument für weitere Folgerungen benutzt werden.

Wäre nun wirklich die eben besprochene Behauptung von der grossen Dicke der Riffe richtig, so würde aus der wol kaum zu bestreitenden Thatsache, dass alle riffbauenden Korallen nur in geringen Tiefen leben können und bei der Voraussetzung, dass ein Riff durch seine ganze grosse Dicke hindurch nur aus solchen Flachwasserkorallen zusammengesetzt sei, unmittelbar folgen, dass jenes Riff wirklich nur durch Senkung gebildet worden sein könne. Ich gebe natürlich bereitwillig zu, dass riffbauende Korallen höchstens bis zu 20 Faden Tiefe im Meere herabsteigen. Es ist somit auch unmöglich, dass sie während einer Periode der Hebung ein Riff von mehr als 120 Fuss senkrechter Dicke bildeten. Wir wissen indessen jetzt, dass zahlreiche Thiere in sehr viel grössern Tiefen leben, als man früher angenommen hat; die grossartig durchgeführte Challengerexpedition hat uns im Verein mit andern ähnlichen bewiesen, dass überall in den Weltmeeren eine reiche eigenthümliche Fauna lebt und wir

wissen ferner durch Carpenter's Untersuchungen im Mittelmeer, dass hier ganz locale Ursachen die Ausbildung einer ebenso reichen Fauna verhindert haben. Man darf daher annehmen, dass die aufbauende Thätigkeit der meisten Seethiere sehr wohl das Material zur Herstellung eines festen Untergrundes auch in viel grössern Tiefen liefern könnte, als diejenigen sind, in denen noch echte riffbauende Korallen vorkommen. Diese Möglichkeit wird zur Thatsache erhoben durch die Beobachtungen der amerikanischen Forscher im Westindischen Meere; hier ist durch Pourtalès eine viele Meilen grosse Fläche eines festen Gesteins aufgefunden worden, welche in etwa 150 Faden mittlerer Tiefe liegend, durch die feste Vereinigung von Trümmern von Schalen und Korallen mit dem kalkigen Schlamm und herabgeschwemmten Rollsteinen gebildet wurde. Sie hat nach ihrem Entdecker den Namen Pourtalès-Plateau erhalten. Würde diese Fläche langsam gehoben, etwas weniger rasch, als die Absetzung neuer fester Schichten auf den vorher gebildeten erfordern würde, so müsste allmählich ein hinreichend fester Untergrund in die Höhe der riffbauenden Korallen gelangen und diese würden nun auf dem durch andere Thiere ihnen bereiteten Boden ihr Werk beginnen können.

Es ergäbe sich hieraus etwa der folgende Vorgang bei Bildung der Riffe. Zuerst würde während der Hebung des Meeresbodens nur der Grund für die Korallen hergestellt; die Neigung der so gebildeten Fläche würde sicherlich sehr unbedeutend sein. Hier und da würden schon durch tiefgehende Ströme Kanäle ausgegraben werden können. Sowie diese Fläche in die Region der riffbauenden Korallen gelangte, würden diese, je nach der Beeinflussung durch die sie treffenden Ströme, entweder senkrecht emporwachsen oder sich flächenhaft ausbreiten müssen. Ihre Tendenz, in die Höhe zu wachsen, würde im Verein mit der allgemein wirkenden Hebung die höchsten Theile der

Korallenstöcke an die Oberfläche bringen und damit diese den Einflüssen der Ebbe und Flut, sowie des periodisch oder unregelmässig niederfallenden Regens preisgeben. Nun müsste sich derselbe Vorgang wiederholen, den wir weiter oben durch Beobachtung für einzelne Korallenblöcke festgestellt haben; wären schon durch untermeerische Ströme Kanäle im Riff vorgebildet, die durch die Hebung an die Oberfläche gelangten, so würden diese als die natürlichsten und bequemsten Abzugswege für das auf die Rifffläche geworfene Wasser dienen; die zwischen dem Aussenriff und dem Lande liegende, anfänglich wol wenig ausgedehnte Fläche würde einmal durch das Wachstum des Riffs nach aussen hin, dann aber auch und gewiss in viel stärkerem Grade durch die Zerstörung des eingeschlossenen Landes mehr und mehr erweitert werden müssen, und da gleichzeitig damit auch die Masse des auf diese innere Rifffläche geworfenen Wassers sich der vergrösserten Oberfläche entsprechend vermehren müsste, so würden sich trotz der Hebung die innern Kanäle je nach der Natur des abzuschleifenden Gesteins mehr oder minder rasch bis zu grosser Tiefe einfressen können.

Zieht man nun aus den beiden einander entgegengesetzten Ansichten die sich ergebenden Folgerungen, so stellt sich auch hier wieder das Beobachtungsmaterial auf Seite meiner Anschauung. Wäre es richtig, dass sich die dicken Riffe nur während einer Senkung und ausschliesslich durch diese gebildet haben könnten, so müsste man erwarten, durch die ganze Dicke des Riffs hindurch dieselben Riffkorallen zu finden; nur der etwa im Maximum 120 Fuss dicke Fuss könnte unter Umständen kleine Differenzen im verwendeten Baumaterial aufweisen. Meines Wissens liegt aber keine einzige Beobachtung vor, welche diese Folgerung erhärtete. Umgekehrt ergibt sich aus der Annahme, dass sich die Riffe während einer Hebungsperiode gebildet hätten, die Folgerung, dass die Zusammensetzung eines solchen

gehobenen Riffs eine ungleiche sein müsste, da sich ja anfänglich nur Tiefwasserthiere auf dem Untergrunde angesiedelt haben könnten; die eigentlichen Riffkorallen würden in solchem Falle nur eine dünne Schicht auf den Tiefwasserkorallen bilden. Dies aber ist nach meinen Beobachtungen wirklich der Fall bei den gehobenen Korallenklippen von Peleliu. Ihr überall zu Tage tretender Fuss besteht durchweg aus einigen Arten von Lophoseris, untermischt mit andern Tiefwasserthieren; die Lophoserisarten gehören sogar zu den zarresten Formen dieses an und für sich schon delicates Geschlechts der Meerestiefen. Die höhern und höchsten Theile der Peleliuklippen dagegen enthalten nur Asträiden, Madreporen, Poritiden und ähnliche Oberflächenthiere. Und in demselben Maasse, wie dieser Bau der gehobenen Palauriffe ein Argument für ihre Entstehung während einer langsamen Hebung abgibt, liefert er zugleich ein nicht weniger starkes gegen die Annahme, als hätten sie sich während einer Senkungsperiode bilden können.

Wir sind damit am Ende unserer Untersuchung angelangt. Sie zeigte uns, dass die Senkungstheorie<sup>2</sup> nicht ausreicht zur Erklärung der Structur der Palauriffe und zweitens, dass alle Schwierigkeiten verschwinden, wenn man annimmt, dass die eigentlich wirksamen, das Wachstum der Korallen in bestimmte Bahnen lenkenden Einflüsse hier während einer Periode langsamer Hebung gewirkt hätten. So lieferte sie uns endlich auch ein letztes grosses Beispiel zu den im vorhergehenden Paragraphen erörterten, minder bedeutenden von der direct die Wachstumsrichtung von Thieren bestimmenden Einwirkung des bewegten Wassers.

---

## NEUNTES KAPITEL.

## Strömungen als Hilfsmittel und als Hindernisse für die Ausbreitung der Thierarten.

Alle im Innern von Thieren lebenden Parasiten sind ausnahmslos angewiesen auf mehr oder minder weite Wanderungen, wenn sie sich als Arten in dem Kampfe um die Existenz erhalten wollen. Wäre z. B. eine Trichine unfähig, in dem Magen eines andern Thieres, als des Menschen, zu leben und geschlechtsreif zu werden, so würde sie nur schlechte Aussichten haben länger zu leben, als jene Menschen, in denen sie zufällig entstanden wären; da ihre Jungen sich in den Muskeln desselben Individuums einbetten, in dessen Magen die Alten ihre Nachkommen erzeugten, so würde eine Uebertragung auf andere Individuen und somit eine Erhaltung der Art nur durch Kannibalismus ermöglicht werden. Wäre ein gewöhnlicher Leberegel genöthigt, seinen Entwickelungscyklus in einem und demselben Individuum zu vollenden, so würde auch dieses Thier mit dem Tode seines Trägers aussterben müssen. Das Herumwandern ist eine und wol die wichtigste Lebensbedingung für die Existenz aller Entoparasiten.

Andererseits wissen wir, dass diese für die Parasiten gültige Regel nicht auf alle andern Thiere ohne weiteres zu übertragen ist. Manche Thiere erhalten sich vielmehr in sehr eng umgrenzten Regionen; die meisten Landmollusken kleiner Inseln z. B. haben eine sehr geringe Verbreitung und es scheint, als ob ihre Erhaltung als besondere Arten für eine sehr lange Periode gewährleistet sei durch das Gleichgewicht zwischen ihnen und den äussern Lebensbedingungen ihres Wohnortes. Eine Wanderung als nothwendige Bedingung zu ihrer Existenz scheint hier geradezu ausgeschlossen zu sein.

Aber zwischen diesem und dem ersten Extrem gibt es alle möglichen Uebergänge und man ist daher berechtigt anzunehmen, dass actives oder passives Wandern eine der Hauptbedingungen für die Existenz der Arten als solcher ist. So sind z. B. alle festsitzenden Thiere, wie Korallen, ebenso abhängig von Wanderungen wie Parasiten; man nehme an, dass eine Korallenart plötzlich die Fähigkeit verlöre, sich durch Eier und schwimmende Larven zu vermehren und nur noch die Eigenschaft behielte, Knospen zu treiben, so würde sie wol im Stande sein, an Ort und Stelle sich wie ein Baum auszubreiten, aber sie würde dennoch aussterben müssen, sowie ebenda ihre äussern Lebensbedingungen in erheblicher Weise, z. B. durch einen untermeerischen vulkanischen Ausbruch verändert würden. Das einzige Mittel, diese Art als solche zu erhalten, ist somit die Fähigkeit ihrer Larven, zu wandern und die Species über die ursprünglichen Grenzen ihres Wohnortes hinauszutragen, sodass Veränderungen, die sie an ihrem Entstehungsorte vernichteten, nicht oder wenigstens nicht gleichzeitig überall platzgriffen. Das Gleiche gilt für die Mehrzahl aller Thiere; die Tendenz zu wandern ist ein wichtiges und vielleicht das wichtigste Mittel, das die Natur anwendet, um das Aussterben einer neu entstandenen Art zu verhüten.

Dieses wahrscheinlich für die grosse Mehrzahl der Thiere nothwendige Wandern kann ein passives oder ein actives sein. In diese letztere Kategorie gehört das Wandern der Vögel, einiger Säugethiere, mancher Fische, Insekten u. s. w., passiv dagegen wandern sehr viele im Meere treibende Thiere, wie Salpen, Quallen, Pyrosomen u. s. w. Denn diese letztern werden willenlos durch die Strömungen fortgetragen, während jene ihre Wanderrichtung nach eigener Wahl bestimmen. In allen Fällen des passiven Wanderns ist die Abhängigkeit der Species in ihrer Existenz und Ausbreitung von der Stärke und Richtung der Ströme einleuchtend; aber es ist selbst in den von den activ wandernden

Thieren vorgenommenen Reisen bald mehr bald weniger deutlich der gleiche Einfluss zu erkennen.

Die Einwirkung der Strömungen in Wasser und in Luft kann zweifach verschieden sein. Sie können nämlich einmal als Mittel zur Ausbreitung einer Art dienen, zweitens aber auch als Grenzen gegen eine solche. Nach diesen beiden Richtungen hin wollen wir nun die Einwirkung der Ströme untersuchen. Dabei aber dürfen wir nie vergessen, dass der durch sie erzielte Effect leicht ganz verdeckt oder gar in das Gegentheil verkehrt werden kann durch die gleichzeitig Einfluss gewinnenden andern Existenzbedingungen, die nun einmal unzertrennlich verbunden sind mit dem allein hier zu untersuchenden Factor. Gesetzt, es würde irgendeine Art durch einen Strom im Meere nach einer noch unbewohnten Insel getragen, so würde ihre Existenz nicht blos von ihrer glücklichen Ankunft dort abhängen, sondern auch noch von der Gunst oder Ungunst der auf dieser Insel herrschenden Umstände. Es ist zweifellos, dass sehr viele Larven von Meerthieren durch Ströme an das Ufer oder in Mündungen von Flüssen getrieben werden; aber die meisten von ihnen gehen zu Grunde, weil sie hier nicht die ihnen zusagenden Existenzbedingungen finden. Der warme Mozambiquestrom trägt gar viele Warmwasserthiere aus dem Indischen Ocean in Breiten, in denen diese nicht fortleben können, weil sie sich nicht an die dort herrschende niedrige Temperatur zu gewöhnen vermögen. Bei der Untersuchung sind wir freilich genöthigt und auch berechtigt, die einzelnen Einflüsse, denen die Thiere ausgesetzt sind, zu trennen; aber wir dürfen dabei nie vergessen, dass eine solche Trennung in der Natur nicht vorkommt, sondern dass vielmehr viele verschiedene und oft einander entgegenwirkende Kräfte miteinander untrennbar vereint sind.

I. Ströme und Winde als Mittel zur Ausbreitung der Arten. Es ist ein wohlbekanntes Factum, dass regelmässige Winde, wie auch Stürme

mancherlei fliegende Thiere auf enorme Entfernungen von ihrer Heimat fortzutragen vermögen. Insekten aller Art sind oft genug Hunderte von Meilen vom nächsten Lande entfernt im hohen Ocean gefangen worden; nord-amerikanische Vögel kommen nicht selten über den Atlantischen Ocean herüber nach Schottland; man weiss auch, dass die Vogelfauna mancher kleinen Inseln fast identisch oder doch sehr nahe verwandt ist mit derjenigen des benachbarten Continents, von welchem her die Winde wehen, die für gewöhnlich jene Inseln treffen. Ströme im Ocean wirken in derselben Weise; alle freischwimmenden oder nur treibenden Thiere und Larven werden durch sie fortgetragen und der Rand eines solchen Stromes bezeichnet oft genug die scharf ausgeprägte Grenze zwischen zwei ganz verschiedenen Faunen. Ich werde nie den Eindruck vergessen, den eine so hervorgebrachte Veränderung in der Fauna der Oberfläche auf mich machte, als ich um das Cap der Guten Hoffnung segelte. Westlich vom Meridian der Capstadt war die Thierwelt ungemein arm und sie entbehrte namentlich aller grössern Thiere, wie Quallen, Schwimmpolypen, Ascidien u. s. w.; ganz plötzlich aber belebte sich das Meer in herrlichster Weise, als wir östlich vom Cap auf den warmen Mozambiquestrom stiessen. Der ganze Ocean war buchstäblich bedeckt mit Thieren aller Art, und mehr als zwei Tage lang segelten wir ununterbrochen durch ein Feld von riesigen Pyrosomen, *Pyrosoma giganteum* (s. Fig. 71), welche so gedrängt nebeneinander schwammen, dass durch ihren bläulichen Schein des Nachts der ganze Ocean bis an den fernsten Horizont hin wie im Mondscheinlicht zu liegen schien.

Nun könnte man leicht zu der Ansicht kommen, als ob Winde ganz ausschliesslich auf fliegende oder Landthiere, Ströme dagegen nur auf die im Wasser lebenden Thiere zu wirken vermöchten. Die Untersuchung einiger speciellen Fälle wird uns dagegen zeigen, dass beide oft ihre Wirkung combiniren, sodass Land- oder Luft-

thiere ebenso wol von den Strömen im Wasser abhängig gemacht werden, als Wasserthiere von Winden. Es ist nichtsdestoweniger angezeigt, Winde und Ströme in ihren Wirkungen gesondert zu betrachten.

a) Die Ströme als Verbreitungsmittel. Bei weitem die grösste Zahl der wirbellosen, im Wasser freischwimmenden oder treibenden Thiere ist unfähig, den Strömen Widerstand zu leisten, und sie werden daher in der Richtung fortgetragen, welche die Ströme selbst einschlagen. Alle Larven der Spongien, Polypen, Anneliden, Tunicaten, Echinodermen und sehr vieler Mollusken, ferner die erwachsenen Radiolarien, die treibenden Tunicaten, Pteropoden, Heteropoden, viele

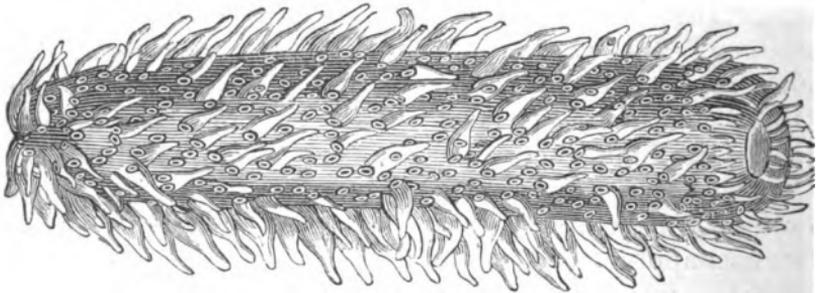


Fig. 71. *Pyrosoma gigas*.

Anneliden und die Quallen sind, wenn auch oft genug mit besondern Schwimmmorganen versehen, doch völlig unfähig auch nur gegen die schwächsten Ströme zu schwimmen. Die einzigen Wirbellosen, welche im Stande sind vielleicht selbst die stärksten Ströme zu überwinden, sind die Tintenfische.

Der allgemein bekannte Reichthum des Mittelmeeres und des Rothen Meeres verdankt wol zum grössten Theile diesem Einfluss der constanten Meeresströmungen seinen Ursprung. Beide Meere sind mit den Weltmeeren nur durch ganz enge Strassen verbunden, durch welche ein nie wechselnder Oberflächenstrom hereintritt. Die Stärke desselben mag nach Jahreszeiten und

den gerade herrschenden Windrichtungen wechseln, aber seine Richtung bleibt das ganze Jahr hindurch unverändert. Alle an oder dicht unter der Oberfläche treibenden Thiere werden daher, wenn sie einmal diese engen Strassen passirt haben, nicht leicht wieder in den offenen Ocean gelangen können; ebenso werden alle bis zu bedeutender Tiefe sich niederlassenden Formen in den Binnenmeeren bleiben müssen und nur die wenigen Arten oder Individuen, welche in den rückläufigen Strom gerathen und diesen nicht mehr verlassen, werden unter Umständen durch ihn wieder zum Ocean hinausgetragen werden können. Beide Meere wirken somit durch den in sie hereintretenden Oberflächenstrom wie eine Mausefalle: alles kann herein, aber nichts oder wenig heraus, und so muss nothwendig, wie es der Fall ist, eine starke Anhäufung von Individuen sowol als von Arten in beiden Meeren eintreten, wofern sonst die nöthigen Bedingungen für die Existenz der einzelnen Formen in ihnen gegeben sind.

Ein anderes Resultat, welches man direct auf die — natürlich immer mit andern Einflüssen combinirten — Strömungen im Meere zurückführen kann, ist die weite Verbreitung aller solchen Seethiere, welche freischwimmende Larven haben. Wenn wir z. B. die Molluskenfauna der Rothen See mit derjenigen der Philippinen vergleichen, so fällt die weitgehende Uebereinstimmung zwischen beiden auf; ja selbst der westliche Stille Ocean hat eine Meeresmolluskenfauna, welche mit jenen der beiden genannten Regionen in vieler Hinsicht nahe übereinstimmt. Im schroffen Gegensatz hierzu steht die Thatsache, dass die Landmolluskenfauna von Ostafrika, den Molukken, Philippinen und den westlichen Inseln im Stillen Ocean kaum eine Gattung aufweist, welche allen gemeinsam wäre, und die Arten sind, abgesehen von einigen kleinen wol durch den Menschen transportirten Formen, in den genannten Regionen durchweg verschieden.

Jene Uebereinstimmung zwischen den Faunen weiter

Meeresstrecken zeigt nun ohne weiteres, dass die hier wirkenden constanten Ströme die Trennung der etwa vorhandenen Varietäten in besondere Arten verhindert haben; denn wir wissen durch Darwin, dass eine neue Species nie im Stande sein wird, sich rein zu erhalten, wenn die durch irgendeinen Einfluss veränderten Individuen nicht verhindert werden, sich immer wieder mit der Stammart zu vermischen; jene den Stillen Ocean mit dem Indischen und Rothen Meer verbindenden Ströme aber werden, da sie constant sind, sowol die Varietäten als auch die Stammformen überall hin tragen und somit eine freie Kreuzung zwischen allen zu einem Formenkreise gehörigen Abarten nicht bloß erleichtern, sondern sogar nothwendig machen. Und dieses in Bezug auf die Mollusken gewonnene Resultat steht in völliger Uebereinstimmung mit andern Thatsachen. Die Krebse und Fische des Rothen Meeres stimmen sehr genau mit denen des Indischen Oceans oder der Philippinischen Meere überein; mehr als die Hälfte der Gattungen und eine sehr grosse Zahl von Arten dieser Thiere sind in diesen weit voneinander liegenden Gegenden geradezu identisch. Selbst Arten, welche sich an ganz besondere Lebensweise gewöhnt haben, sind mitunter über diese ganze Region verbreitet; so scheint z. B. der *Cryptochirus* des Rothen Meeres nicht einmal specifisch verschieden zu sein von dem der Philippinen und der von Stimpson beschriebene *Hapalocarcinus* aus dem Stillen Ocean findet sich, wie es scheint, in ganz gleicher Art auch bei Bourbon unweit Afrika. *Onchidium verruculatum*, ein am Meeresufer lebendes Landmollusk von sehr eigenthümlicher Lebensart und anatomischem Bau, findet sich in absolut identischen Exemplaren in der Rothen See, den Philippinen, Nordaustralien, an der chinesischen Küste und der von Japan. Eine andere Art derselben Gattung, *Onchidium tonganum* (s. Fig. 72), findet sich gleichzeitig auf den Tongainseln und auf Mauritius. Verschiedene Arten der zu den Pulmonaten gehörigen Gattungen *Auricula* und

Scarabus, deren Larven einen Deckel tragen und wahrscheinlich im Meere schwimmen, zeigen eine ähnlich weite Verbreitung. Alle diese und zahlreiche andere hier nicht besonders aufzuführende Arten sind entweder als Larven oder erwachsen sehr leicht transportabel durch Ströme; und die durch sie bezeichnete allgemeine Gleichartigkeit der Fauna vom Rothen Meere bis zur westlichen Hälfte des Stillen Oceans musste die Folge einer durch constante Ströme vermittelten Verbreitung jener Arten sein.

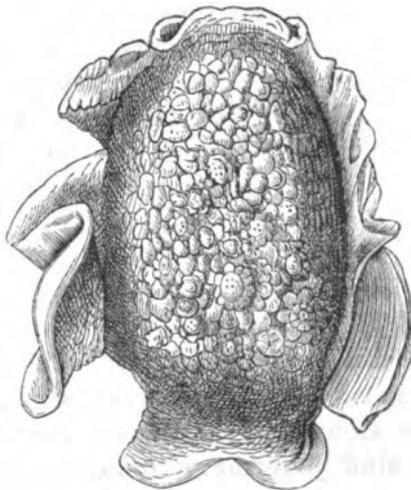


Fig. 72. *Onchidium tonganum* in natürlicher Grösse.

Es zeigt sich aber ferner derselbe Einfluss noch deutlicher in der Verbreitung mancher Landthiere, obgleich es auf den ersten Blick ziemlich paradox aussieht, wenn man sagt, dass auch die Verbreitung der auf dem Lande lebenden Thiere durch Ströme des Meeres bewirkt worden sei. Der Nachweis hierfür ist indess leicht zu führen. Wenn wir zunächst bedenken, dass alle Landmollusken, der grössere Theil der Insekten, viele Reptilien und Vögel als Pflanzenfresser direct von bestimmten Pflanzenarten abhängig sind, so leuchtet ein, dass ihre Anwesenheit an bestimmten

Stellen, also ihre geographische Verbreitung in verschiedenster Weise abhängt von der Einwirkung der Ströme, da diese es hauptsächlich sind, welche die Ausbreitung ihrer Futterpflanzen regeln. Gesetzt, es würde ein monophages Insekt auf irgendeine Weise nach einer Insel übergeführt werden, wo es die ihm allein zusagende Futterpflanze nicht fände und wohin diese auch nicht durch Ströme gebracht werden könnte, so müsste jene Art natürlich aussterben. Aber es gibt noch eine zweite Art der Einwirkung von Strömen auf die Ausbreitung von Landthieren neben dieser indirecten durch die Dazwischenkunft ihrer Futterpflanzen. Manche Insekten können leicht als Larven in und an Bäumen schwimmend transportirt werden; kleine Säugethiere werden gewiss oft genug in derselben Weise von einem Ort zum andern fortgetragen; das Gleiche gilt ebenso für manche Reptilien und Amphibien, und es ist mehr als wahrscheinlich, dass Landschnecken nur in der bezeichneten Weise von einer Insel zur andern reisen können. Wir dürfen daher erwarten, auf Inseln in der Nähe von Continenten eine Landthierfauna zu finden, welche mit der des letztern nahe übereinstimmt, wenn die Meeresströmungen derart sind, dass sie den Transport vom Continent zur Insel begünstigen. Beispiele hierfür sind jedermann geläufig; die Galapagosinseln haben eine ganz südamerikanische, die Sandwichinseln eine nordamerikanische Fauna. Es müsste ferner die Landfauna einer Insel sehr verschieden sein von derjenigen des nächsten Landes, wenn jene nicht im Bereiche der von diesem herkommenden Ströme läge. Auch hierfür haben wir Beispiele genug; das bekannteste liefern die Canarischen Inseln, deren Landmollusken einen ausgesprochen europäischen Charakter haben, obgleich sie dem afrikanischen Continent ihrer geographischen Lage nach viel mehr angehören als Europa. Man hat dies Factum erklären wollen durch die Annahme, es habe früher ein Zusammenhang dieser Inseln mit Europa durch Spanien bestanden, eine An-

nahme, die sicherlich dann guten Grund haben würde, wenn man auf jenen Inseln grosse, nicht durch Ströme oder Winde transportable Thiere lebend oder fossil gefunden hätte. Dies ist aber nicht der Fall; für die Erklärung des europäischen Charakters der canarischen Landschnecken (und Insekten) reicht, wie mir scheint, die Richtung und Stärke der jene Inseln treffenden Strömungen vollkommen aus.

Gesetzt, es verbände eine lange Kette von Inseln zwei weit voneinander liegende und in ihrer Fauna ganz verschiedene Länder miteinander, so wäre mit grosser Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass die Fauna dieser Inselgruppe kein homogenes Gepräge haben könnte. Denn die Nähe beider Länder und die vielleicht auch vorhandenen Strömungen möchten leicht eine Mischung der beiden verschiedenen Faunen auf der Inselgruppe bewirkt haben. Dies ist in der That mitunter der Fall. Die Philippinen streichen beinahe Nord nach Süd; im Norden lehnen sie sich an China an durch die Bashees und Formosa, während ihre südlichste Insel Mindanao durch Celebes und einige andere kleinere Inseln zu den Molukken, die südwestlichste Palawan aber durch Balabac nach Borneo hin den Uebergang vermittelt. Wallace rechnet allerdings die Philippinen mit China, der hinterindischen Halbinsel Sumatra, Java, Borneo und den dazwischenliegenden Inseln zu seiner hinterindischen Region, die er zu derjenigen von Neuguinea und Australien in schärfsten Gegensatz bringt, welcher er auch die Molukken und Celebes beigesellt. Aber ganz abgesehen von der dadurch aufgeworfenen Frage, die wir später discutiren werden, zeigen doch die verschiedenen Theile dieser hinterindischen Region ganz ausserordentlich grosse Verschiedenheiten. Ein grösserer Gegensatz, wie er beispielsweise zwischen der Fauna von Hongkong, Amoy oder selbst Siam einerseits und Borneo, Java und Sumatra andererseits herrscht, kann kaum gedacht werden. Und diese Verschiedenheit wiederholt sich in sehr auf-

fallender Weise auf den Philippinen, deren nördlichster Theil ganz unverkennbare Anklänge an die echt chinesische Fauna aufweist, während die südlichen Inseln in sehr markirter Weise theils nach Borneo, theils nach Celebes und Djilolo, den westlichsten Inseln der australischen Region hinweisen.

Da die einschlägigen Thatsachen nicht allgemein bekannt sein dürften, will ich die wichtigsten derselben hier etwas ausführlicher mittheilen.

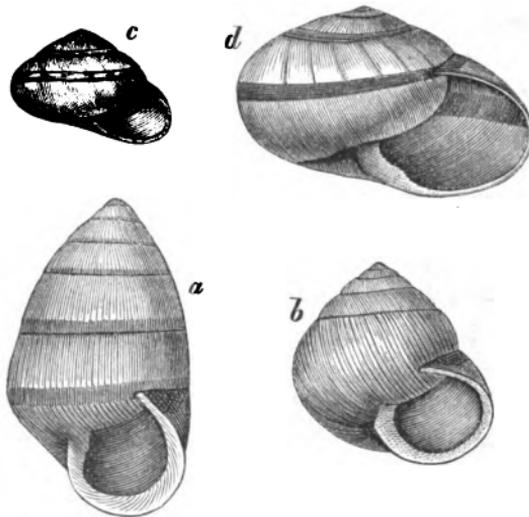


Fig. 73. Schalen philippinischer Schnecken. *a* *Cochlostyla stabilis* Sow.; *b* *Chloraea* n. sp.; *c* *Chloraea benguetensis* S.; *d* *Cochlostyla magtannensis* S.

Der hervorstechendste Zug der philippinischen Landfauna ist ohne Zweifel durch die Landschnecken<sup>1</sup> gegeben. Die kleinern Formen einstweilen ausser Acht lassend, so sind es vorzugsweise die folgenden fünf Gattungen, welche dieser Fauna ihr eigenthümliches Gepräge verleihen: *Cochlostyla* (s. Fig. 73, *a* und *d*), *Obbina*, *Chloraea*, *Helicarion* und *Rhysota*. Sie sind sehr reich in Arten und nur ganz vereinzelt finden sich auf nichtphilippinischen, aber diesen benachbarten Inseln einige Species, welche mit Sicherheit dahin zu

rechnen sind; zur Gattung *Cochlostyla* gehören drei auf Borneo gefundene Arten (*antiqua*, *sulcocincta* und *xanthostoma*). *Chloraea* (s. Fig. 73 *b*, *c*) ist ganz und gar auf die Philippinen beschränkt und sie findet sich nicht einmal in Mindanao; *Helicarion* ist ebenfalls eine ganz rein philippinische Gattung und ihre nächsten Verwandten sind nicht einmal, wie nach Wallace zu erwarten wäre, in Indien zu finden, sondern in der australischen Region; aus der Gattung *Obbina* gehören vier Arten zur australischen Region und eine zu Borneo; *Rhysota* endlich ist ganz ausschliesslich philippinisch. Zusammen mit diesen rein philippinischen Gattungen sind andere vergesellschaftet, welche nicht charakteristisch für diese Inseln sind und die eine sehr bemerkenswerthe geographische Verbreitung zeigen. Mit *Chloraea* sehr nahe verwandt — anatomisch, aber freilich nicht der Schale nach — ist die weitverbreitete Gruppe der *Helix similaris*, welche sehr gemein in der ganzen chinesischen Region ist, auf den Philippinen aber in drei oder vier Arten im Norden von Luzon vorkommt und nur eine Species südlich bis nach Bohol hinsendet; in Mindanao findet sie sich gar nicht. Die einzige philippinische Art der Gattung *Clausilia* lebt auf der nördlich von Luzon liegenden Insel Camiguin; sie gehört einer chinesischen Abtheilung dieser weitverbreiteten und vielgestaltigen Familie der Clausilien an. Auch *Chloraea* selbst ist im Norden von Luzon am stärksten entwickelt. Diese drei Gattungen geben also der nördlichen Fauna der Philippinen einen, wenn ich so sagen darf, chinesischen Anflug.

Andererseits finden sich nur im äussersten Süden Anklänge an die Fauna der Molukken oder der hinterindischen Inseln. So schiebt z. B. die für Hinterindien so sehr charakteristische Gattung *Amphidromus* (s. Fig. 74) nur zwei Arten nach Mindanao, von denen eine (*A. maculiferus*) bis nach Bohol und zur Südküste von Leyte geht, während die zweite (*A. chloris*) nur an der Südwestspitze von Mindanao gefunden wird. Drei

Species der Gattung *Xesta*, welche mindestens ebenso bezeichnend für die hinterindischen Inseln und selbst für Indien ist wie *Amphidromus*, zeigen dieselbe Verbreitung, wie die beiden erwähnten Arten von *Amphidromus*; zwei davon (*X. Antonii* und *nobilis*) sind bis jetzt nur in Mindanao gefunden worden, die andere (*X. Cumingi*) lebt in Mindanao, Camiguin de Mindanao und in Bohol. Da nun ausserdem die Zahl der typisch philippinischen Arten in Mindanao sehr gegen die andern zurücktritt, so wird dadurch das auffallende Herübergreifen indischer Formen in das südliche philippinische Gebiet noch mehr hervorgehoben.

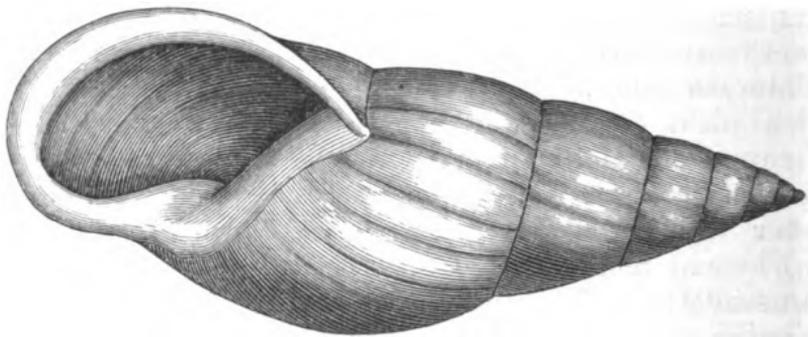


Fig. 74. *Amphidromus maculiferus* Sow.

Diesen Unterschieden entsprechend kann man die Philippinen in drei Regionen theilen: eine nördliche, die zum Theil chinesischen Charakter aufweist, eine südliche, welche hinterindische oder australische Anklänge zeigt, und eine mittlere, welche als die typisch philippinische bezeichnet zu werden verdient, da in ihr fast jede fremde Beimischung fehlt. Dieses Resultat wird bestätigt, wenn man auch die andern Thiere in Betracht zieht. Der philippinische Hirsch ist meines Wissens bisher nur im Norden der Inselgruppe gefunden worden, und er findet seine nächsten Verwandten in China. *Galeopithecus* und *Tarsius*, die beide sehr charakteristisch für die indischen Inseln sind, kommen

nur auf den südlichen Philippinen, aber nie auf Luzon vor; eine wahrscheinlich neue Art der hinterindischen Gattung *Cladobates* findet sich nur auf Mindanao. Eine einzige Species der Fischgattung *Barbus* habe ich nur in Mindanao gefunden; auf den hinterindischen Inseln ist diese Gattung durch sehr zahlreiche Arten vertreten und die eigenthümliche, zu den Gobioiden gehörige *Platyptera aspro* kommt gleichfalls nur im Süden der Philippinen vor. Unter den Reptilien gehören die ausschliesslich in Mindanao lebenden *Amblycephalus boa*, *Dipsas dendrophila*, *Tropidophorus Grayi* und *Ptychozoon homalocephalum* zur rein indischen Fauna. Die gleiche Mischung der autochthonen Arten mit indischen im Süden und chinesischen im Norden weisen auch, wie mir mein Bruder Georg auf Grund meiner Insekten-sammlungen mittheilt, die Schmetterlinge auf.

Diese Mischung der eigentlich philippinischen Fauna mit zwei fremden an den beiden Endpunkten der Inselkette kann, wie mir scheint, befriedigend nur durch die Annahme erklärt werden, dass die Meeresströmungen, wie sie in jenen Meeren von den Monsunen abhängen oder doch von ihnen beeinflusst werden, die wesentlichsten Transportmittel der Thiere waren.<sup>2</sup> Denn Thiere aus China und Siam konnten durch sie nur die nördlichsten Inseln erreichen, während solche von den indischen und australischen Inseln zuerst Palawan und Mindanao treffen mussten. Das ist aber, wie ich gezeigt habe, gerade der Fall und der fast vollständige Mangel aller solchen, ihren fremden Ursprung leicht verrathenden Thiere in der Mitte der Inselgruppe bestätigt, dass im Norden derselben eine Einwanderung vom Westen und im Süden eine solche vom Süden her stattgefunden hat.

Die hieraus zu ziehende allgemeine Folgerung, dass die constanten Strömungen im Verein mit dem Wechsel der Monsune die vornehmste Ursache für die eigenthümliche Verbreitung vieler philippinischen Landmollusken gewesen sind, wird noch verstärkt durch die

folgende Betrachtung. Wenn überhaupt Landschnecken von einer Insel zur andern transportirt werden, so geschieht dies sicherlich nur durch die Ströme und vermuthlich durch Vermittelung treibender Bäume. Eier derselben könnten in gleicher Weise transportirt werden. Aber es liegt auf der Hand, dass dabei eine Auswahl zwischen den verschiedenen Formen getroffen werden wird, je nachdem sie befähigt sind, die Reise über den Ocean gut zu überstehen oder nicht. Grosse Arten oder solche, welche auf den höchsten Aesten der Bäume leben und dort ihre Eier ablegen, wie alle Species der Gattung *Cochlostyla*, sind offenbar sehr viel schwerer zu transportiren als kleine Formen, die sich in den Ritzen der Bäume oder zwischen ihren Wurzeln verbergen können; Arten einer Gruppe, wie der *Helix similis*, welche am Boden zwischen Steinen und Erde leben, werden auf der Meeresreise fast ebenso gut geschützt sein, wie die sogenannten Deckelschnecken, deren die Mündung fest verschliessender Deckel die Weichtheile des Thieres fast völlig gegen Berührung mit Seewasser schützt. Wir dürfen daher erwarten, in denjenigen Gattungen eine grössere Mannichfaltigkeit von verschiedenen Arten auf Inseln zu finden, welche weniger leicht transportabel sind. Wir wissen, dass eine fortgesetzte Einführung der Stammarten nach der neuen Heimat in grössern Mengen die Ausbildung einer neuen Species an diesem Orte verhindern muss. Umgekehrt aber muss auch die Schwierigkeit des Transports über das Meer leicht verhindern, dass immer wieder neue Individuen der Stammart nach der neuen Heimat geführt werden und es wird somit die Ausbildung einer neuen Art durch die so bedingte Verhinderung der freien Kreuzung erleichtert werden müssen.

Diese Consequenzen der Ansicht, dass die constanten Ströme ein wichtiges Hülfsmittel zur Ausbreitung der Landschnecken waren, stehen nun, wie jeder Conchologe weiss, mit den Thatsachen ihrer Verbreitung in Einklang. Die meisten kleinen Arten, wie auch die

mit Deckeln versehenen, haben eine sehr viel weitere Verbreitung als die grossen nicht gedeckelten Formen. Während die typisch philippinischen Genera *Cochlostyla*, *Rhysota*, *Helicarion*, *Chloraea* und *Obbina*, die vorzugsweise auf Bäumen leben, nur oder fast nur auf den Philippinen gefunden werden, zeigen die kleinen Subulinen, *Trochomorpha* und *Ennea* unter den Heliceen, sowie die gedeckelten *Cyclophorus*, *Alycaeus*, *Helicina* und *Diplommata* eine sehr weite Ausbreitung und zugleich eine bedeutende Gleichförmigkeit ihrer Arten. So findet sich z. B. *Ennea bicolor* von Indien bis in den Stillen Ocean, wo ich selbst sie auf den Palaus gefunden habe; dieselben Arten von *Helicina*, *Pupina* und *Leptopoma* kommen auf fast allen Inseln des philippinischen Archipels vor, während sich trotz der grossen Artenzahl der Gattung *Cochlostyla* nicht eine einzige identische Form derselben auf Mindanao und auf Luzon zugleich findet. Die Species des Genus *Trochomorpha* (s. Fig. 75) sehen sich alle sehr ähnlich, mögen sie nun von Indien, den Molukken, Philippinen oder den Inseln im Stillen Ocean herkommen; ja, mehrere Arten dieser Gattung finden sich fast ohne alle Variation in den Schalen über diese ganze grosse Region verbreitet.



Fig. 75. *Trochomorpha* sp.

Im innigsten Zusammenhange hiermit steht eine Theorie, welche als sogenannte Migrationstheorie, oder wie sie jetzt heisst als Separationstheorie, von ihrem Urheber Moritz Wagner der Darwin'schen Selectionstheorie gegenübergestellt wird. Die hauptsächlichsten Sätze derselben sind die folgenden: Der Kampf ums Dasein und die dadurch bedingte Auswahl kann für sich allein nicht zur Ausbildung neuer Arten führen, dies kann nur geschehen, indem erstlich ein oder einige Exemplare einer Art in ihrer variablen Periode nach einer neuen Heimat gebracht werden; zweitens, indem diese durch räumliche Trennung verhindert werden, sich mit typischen Individuen der Stammart zu kreuzen; endlich

drittens durch eine von den äussern Existenzbedingungen getroffene Auswahl unter den am neuen Orte entstehenden Varietäten.<sup>3</sup>

Indem wir für den Augenblick die Frage zurückschieben, ob diese Theorie der Darwin'schen wirklich widerstreitet oder nicht, wollen wir zunächst untersuchen, ob sie denn in ihrer einseitigen Fassung wirklich alle in der Natur vorkommenden Thatsachen zu erklären vermag. Ich will gleich bekennen, dass ich in dieser Beziehung Wagner in keiner Weise recht geben kann.

Viele Infusorienarten sind als ganz scharf zu unterscheidende Species über den ganzen Erdball ausgebreitet. Nun ist es aber sicher, dass bei diesen Thieren kein räumliches Trennungsmittel eine freie Kreuzung einer Varietät mit der Stammart verhindern kann. Sie sind äusserst leicht transportabel, lebend im Wasser und trocken als Staub durch die Winde, und so sehen wir denn auch, dass es in keiner Thiergruppe so viele kosmopolitische, über die ganze Erde ausgebreitete Arten gibt, wie unter den Infusorien; trotzdem bewahren die verschiedenen Species ihre Charaktere in grosser Constanz. Für die grösste Zahl der Seethiere in den Tropen gibt es keine scharf bestimmten Perioden der Brunst, sodass man immer ausgewachsene Thiere, Junge und Eier in allen Entwicklungsstadien beieinander findet. Es geschieht ferner die Befruchtung der Eier frei im Ocean bei fast allen Echinodermen, allen Coelenteraten, vielen Würmern, den meisten Muscheln und vielen Tunicaten, Brachiopoden und Bryozoen, und bei den wenigen, lebendig gebärenden Formen dieser Gruppen findet keine Begattung statt. Es ist vielmehr die Befruchtung der Eier dem Zufall überlassen, indem die Ströme das ins Meer abgesetzte Spermium im Meere selbst oder im mütterlichen Organismus mit den Eiern in Berührung bringen. Bei diesen und ferner bei allen im Meere lebenden Arten, welche freischwimmende Larven haben, ist eine vollständige räumliche

Trennung der neuen Varietäten von den Individuen der Stammart unmöglich gemacht. Dennoch aber haben auch diese Formen spezifische Eigenthümlichkeiten, die ebenso scharf ausgeprägt sind wie die der Insekten, Wirbelthiere und Landmollusken, der einzigen Thiere, die Wagner bei seiner Untersuchung in Betracht zieht. Seiner Theorie nach hätten dagegen alle solche Species, deren freie Kreuzung mit der Stammart nicht verhindert würde durch räumliche Trennung, sehr variabel bleiben müssen und nicht in eine grosse Zahl wohl ausgebildeter Arten zerfallen können. Da dies nun doch bei den genannten Thieren der Fall ist, so folgt daraus, dass räumliche Trennung nicht, wie Wagner will, die eine und ausschliessliche Ursache der Entstehung neuer Arten sein kann.

Allerdings ist zuzugeben, dass Wagner bei seiner Argumentation den Einfluss der äussern Existenzbedingungen anerkennt und richtig benutzt; aber wenn diese als auswählende Kräfte mitunter, wie bei vielen niedern Seethieren, wirken, ohne dass gleichzeitig damit räumliche Trennung der Varietäten von den Stammformen verbunden ist, so kann diese letztere wol unter Umständen ein Vortheil im Process der Artbildung, aber nie die einzige Ursache derselben sein. Die erste Frage ist damit beantwortet.

Die zweite Frage lautete: Ist denn wirklich die Wagner'sche Separationstheorie so ganz verschieden von der Darwin'schen Selectionstheorie, dass beide sich vollständig ausschliessen, wie Wagner zu glauben scheint? Mir scheint nein! Beide nehmen an, es seien die verschiedenen Species mehr oder weniger variabel; sie sagen beide, dass freie Kreuzung der Varietät mit der Stammform verhindert werden muss, wenn aus jener sich eine neue Art mit constant bleibenden Charakteren soll entwickeln können; sie halten übereinstimmend dafür, dass auch eine Auswahl zwischen jenen variablen Formen stattfinden muss, um die Constanz der specifischen Charaktere hervorzubringen und die nützlichen

durch Accumulation zu steigern. Ich kann nur zwei ganz geringfügige Unterschiede in ihren beiderseitigen Ansichten entdecken. Wagner scheint zu glauben, dass körperliche oder räumliche Trennung, welche allerdings oft genug das Resultat der Wanderung ist, das einzige ausschliesslich von der Natur angewandte Mittel gewesen sei, um die freie Kreuzung zu verhindern; Darwin aber sagt, dass dasselbe Resultat — die Verhinderung freier Kreuzung — oft genug die Folge zahlreicher und sehr verschiedener Ursachen gewesen sein könne, wie z. B. von Verschiedenheit in der Grösse der weiblichen und der männlichen Individuen, oder von Antipathie und Sympathie, von trennenden Unterschieden in structurellen Eigenthümlichkeiten u. s. w. Körperliche Trennung, wie sie oft, aber nicht ausschliesslich, Resultat der Wanderung ist, mag mitunter wol ein stärkeres Mittel zur Verhinderung freier Kreuzung sein, als es solche psychische oder Structur-Eigenthümlichkeiten sind; aber es kann keineswegs bestritten werden, dass diese letztern gewiss in vielen Fällen vollständig ausreichen, um den gleichen Effect zu erzielen, wie er ein anderes mal durch das Wagner'sche Mittel der räumlichen Trennung hervorgerufen wird. Wagner's Theorie legt daher, insoweit die nothwendige Verhinderung freier Kreuzung in Betracht kommt, viel zu viel Gewicht auf den einen Factor der Wanderung und sie ignorirt andere, die unter Umständen ebenso wirkungsvoll sein mögen, gänzlich. Die Migration tritt somit in dieselbe Kategorie mit allen jenen Ursachen, welche nach Darwin freie Kreuzung zu verhindern vermögen; und Wagner's Theorie bildet also in dieser Beziehung auch nur einen Theil der Darwin'schen.

Die zweite zwischen ihren Ansichten scheinbar bestehende Differenz scheint in der Art zu liegen, in welcher die Auswahl zwischen den verschiedenen variirenden Formen vor sich gegangen sein soll. Darwin sagt, es sei der Kampf ums Dasein, während Wagner diesen Ausdruck aufs heftigste bekämpft und als einziges

wirksames Mittel die Einwirkung der Umgebung ansieht, d. h. also den Einfluss der äussern Existenzbedingungen. Auf den ersten Blick möchte dies allerdings ein ganz fundamentaler Unterschied zu sein scheinen; aber die durch jene Worte gemachte Unterscheidung ist durchaus künstlich und vielleicht auch nur entstanden durch ein Misverstehen der Worte Darwin's. Wagner sagt in einer seiner neuesten Arbeiten ausdrücklich und in nicht misszuverstehenden Worten, dass er der Meinung sei, das englische „struggle for existence“ oder das ziemlich unglückliche deutsche „Kampf ums Dasein“ werde von Darwin ganz ausschliesslich gebraucht für jenen directen Kampf zwischen zwei Individuen derselben Art bei dem Versuch, sich in den Besitz einer erstrebten Beute oder des gesuchten Weibchens zu setzen.<sup>4</sup> Das aber scheint mir eine ganz irrthümliche Auslegung der Worte Darwin's zu sein. Denn obgleich dieser oft genug erklärt, dass nach ihm der persönliche Kampf zwischen zwei Individuen derselben Art eine viel grössere Kraft der Auswahl habe als die Einwirkung der Umgebung mit allen ihren plötzlichen Wechsell: so ignorirt er diese letztern doch keineswegs und er gibt an verschiedenen Stellen ausdrücklich zu, dass sie mitunter genau denselben Effect<sup>5</sup> gehabt haben mögen, wie die natürliche Auswahl in ihrer beschränktesten Bedeutung. Kurz, wenn ich anders Darwin recht verstehe, so wandte dieser jenes Wort nicht ausschliesslich für den directen Kampf zwischen zwei Individuen an, sondern er begriff in ihm vielmehr die Summe aller Anstrengungen, welche eine neu sich bildende Art machen muss, um mit Glück gegen alle entgegenstehenden Hindernisse anzukämpfen und dabei alle günstigen sich ihr anbietenden Umstände möglichst gut auszunutzen. Es muss allerdings zugegeben werden, dass Darwin gewöhnlich jenes Wort „naturalselection“ nur anwendet auf jene Fälle directesten Kampfes zwischen zwei Thieren derselben oder nahe verwandter Arten. Es geht dies z. B. auch schon

daraus hervor, dass er es für nothwendig hielt, der natürlichen Auslese die geschlechtliche entgegenzusetzen, obgleich der einzige Unterschied, der zwischen beiden besteht, doch eigentlich nur darin liegt, dass dort ein Kampf um todte Objecte, hier dagegen ein Streit um ein lebendes Individuum, das Weibchen, stattfindet. Es kann ferner auch noch zugegeben werden, wie Darwin selbst dies ja auch gethan hat, dass er den auswählenden Einfluss der Umgebung oder der äussern Existenzbedingungen anfänglich ein wenig unterschätzt habe; aber zu behaupten, er hätte sie gänzlich ignorirt, hiesse gegen die Wahrheit verstossen. Es bilden diese Einflüsse vielmehr einen, wenn auch bei Darwin selbst nur bescheidenen und gewiss zu sehr eingeschränkten Theil seiner Theorie, aber immerhin doch einen Theil derselben. Dann aber ist die Wagner'sche Separationstheorie auch nicht in Wahrheit der Darwin'schen entgegengesetzt, sondern vielmehr ein integrierender Bestandtheil derselben; und es ist eine nicht zu bestreitende Thatsache, dass die verschiedenen Sätze der sogenannten Separationstheorie schon längst, wenn auch unter einiger Verkleidung, in den Kapiteln über geographische Verbreitung der Thiere in Darwin's bekanntem Werke „Ueber die Entstehung der Arten“ zu finden sind.

Während ich aber so aufs entschiedenste der Ansicht entgegentreten muss, als sei die Wagner'sche Theorie derjenigen Darwin's principiell entgegengesetzt, so kann ich andererseits doch auch wieder zugeben, dass Wanderung und die so hervorgerufene räumliche Trennung, wie sie oft durch Ströme hervorgebracht werden, einen ganz entscheidenden Einfluss auf die Ausbildung der Arten gewinnen mögen. Ein solcher Einfluss liess sich leicht erkennen in der Thatsache, dass alle solche Landschnecken, die schwer durch Ströme zu transportiren sind, einen grossen Reichthum an verschiedenen Arten selbst auf benachbarten Inseln zeigen, während diejenigen Species, welche leicht trans-

portabel sind, bei grosser Constanz ihrer specifischen Eigenthümlichkeiten eine viel weiter gehende Ausbreitung zeigen, als die Arten der ersten Gruppe.

Es könnte aus dem obigen vielleicht als meine Ansicht gefolgert werden, dass überall da, wo bei weit voneinander entfernten Faunen eine gewisse Aehnlichkeit oder Verwandtschaft ihrer Arten zu erkennen sei, auch dieselbe Ursache, d. h. also Einfluss constanter Meeresströme als Grund jener systematischen Beziehung angenommen werden müsse. Gegen eine solche Uebertreibung glaube ich kaum besondere Verwahrung einlegen zu sollen; kurze Erwähnung der interessantesten Fälle dieser Art wird dazu ausreichen.

Günther hat gezeigt, dass die Schildkröten von Mauritius<sup>6</sup> sehr nahe verwandt sind mit denen der Galapagosinseln, welche, dicht neben Südamerika liegend, nahezu Antipoden jener indischen Insel sind. Die charakteristischen Bulimusarten von Südamerika haben ihre nächsten Verwandten nicht in Nordamerika oder Westindien, sondern auf Neucaledonien und den Fidjinseln, wie ich aufs bestimmteste nach eigenen Untersuchungen solcher Thiere versichern kann. Die ausgestorbene Vogelfauna von Madagascar zeigt die nächste Verwandtschaft zu der von Neuseeland; manche Süswasserfische von dieser letztern Insel sind identisch oder doch sehr nahe verwandt mit solchen von Chile; *Temnocephala chilensis*, ein kleiner Parasit (s. Fig. 76) auf den Beinen eines Süswasserkrebses in Chile, lebt auch in ganz identischer Art auf den Philippinen und in Java, aber auf ganz verschiedenen Krebsen. Es wäre leicht, diese Fälle zu vermehren; aber sie genügen, denke ich, um zu zeigen, dass ein Versuch, sie durch die Einwirkung constanter Meeresströmungen zu erklären, ganz unbedingt scheitern muss. Andere Ursachen müssen sich hier vereint haben, um die so auffallende Aehnlichkeit zwischen Faunen zweier so weit voneinander liegenden Inseln hervorgebracht haben zu können; aber es wird schwer sein, diese in allen Fällen

aufzufinden. Wallace hat in seinem letzten grossen Buche ganz richtig bemerkt, dass solche Fälle unter Umständen wol als ein Beweis anzusehen sein dürften für die Richtigkeit der Annahme, es hätten die, die Aehnlichkeit der Faunen bedingenden Formen eine sehr lange Lebensgeschichte vielleicht durch manche geologische Epochen hindurch gehabt. Doch darf auch wieder nicht vergessen werden, dass Convergenz oder Parallelismus verschiedener Arten mitunter zur Ausbildung zweier ähnlichen Faunen an sehr weit ent-



Fig. 76. *Temnocephala chilensis* Blanchard, lebt in ganz identischen, weder äusserlich noch auch anatomisch zu unterscheidenden Exemplaren in Chile, auf Java und den Philippinen; ihre Wohnthiere sind Süswasserkrebse, welche aber ganz verschiedenen Gattungen angehören.

fernten Orten geführt haben mag in jüngster Zeit; eine Discussion dieses interessanten Punktes wäre indessen hier ganz am unrechten Orte und ich muss den sich hierfür besonders interessirenden Leser auf die kurzen <sup>7</sup> im Anhang gegebenen Bemerkungen verweisen.

b) Die Winde als Verbreitungsmittel. Es ist klar, dass die Verbreitung aller fliegenden Thiere, d. h. die Auswahl unter diesen Formen zu gutem Theile mit abhängen muss von der Richtung und Stärke der Luftströmungen, mögen dies nun regelmässige Winde oder unregelmässige Stürme sein; aber es ist ausserordentlich

schwer zu bestimmen, welchen Antheil jede dieser beiden Bewegungen hat oder wie sie zusammen wirken.

Beispiele, dass Thiere durch Stürme weit über die Grenzen ihrer Heimat oder über Oceane hinaus getragen wurden, sind allgemein bekannt, und es muss hier genügen, auf das eingehende Kapitel „Means of dispersal“ in Darwin's Werk hinzuweisen, in welchem eine grosse Zahl einzelner Fälle mitgetheilt worden sind. Dennoch ist man berechtigt zu fragen, ob denn eine solche mehr zufällige Transportation einzelner Individuen nach Ländern, wo sie nur Eindringlinge sind, wirklich oft dazu geführt habe, diese Species im neuen Lande dauernd zu acclimatisiren. Denn wir dürfen nicht vergessen, dass, abgesehen von der Schwierigkeit, sich unter den neuen Lebensbedingungen zu erhalten, ihre endgültige Ansiedelung zumeist davon abhängt, dass gleichzeitig oder doch fast so zwei Individuen derselben Art, aber verschiedenen Geschlechts in das neue Land gebracht werden müssen. Auf der andern Seite scheint die Stärke der regelmässigen Winde, wie Monsune, Passate u. s. w., nicht so bedeutend zu sein, dass fliegende Thiere, wie Vögel und Insekten, gegen ihren Willen in der Richtung jener Winde fortgeführt werden könnten und zwar mit einer Schnelligkeit, wie sie nothwendig wäre, wenn jene Thiere nicht vor Erreichen des fernen Ziels an Hunger zu Grunde gehen sollten. Es gibt indessen doch einige Fälle, in denen der Einfluss der Winde scheinbar so auf der Hand liegt, dass er gar nicht zu übersehen oder zu bestreiten ist.

Das auffallendste und oft discutirte Beispiel liefert die Fauna der nicht sehr weit von oder ganz nahe bei Afrika liegenden Inseln. Man weiss längst, dass die Azoren, Madeira und die Canarischen Inseln zu Europa gehören in Betreff ihrer Landthierfauna und dass selbst ihre Vögel und Insekten dem grössern Theile nach nicht einmal specifisch verschieden sind von den europäischen Arten. Ja Dohrn hat kürzlich

sogar gezeigt, dass auch die Inseln des Grünen Vorgebirgs, die nur durch eine ganz schmale Strasse von Afrika getrennt sind, doch der grössten Zahl ihrer Thiere nach auch zur europäischen Region gehören, obgleich eine schwache Beimengung von Arten aus der äthiopischen Region nachgewiesen werden kann. Wollaston, Murray und andere haben versucht, diese auffallende Thatsache in folgender Weise zu erklären. Sie nahmen an, dass alle genannten Inseln einst mit Europa in Verbindung standen durch die mythische Atlantis: eine Erklärung, welche sich jeder Discussion entzieht und lediglich an die mehr oder minder grosse Kraft des Glaubens der verschiedenen Forscher appellirt. Die von Wallace in seinem neuesten Buche gegebene Erklärung dagegen beruft sich auf Kräfte, deren Einwirkung man zu bestimmen vermag; und es scheint mir, dass er die sehr grosse Wahrscheinlichkeit seiner Ansicht genügend bewiesen hat. Er weist darauf hin, dass in dieser Region des Atlantischen Oceans Winde wie Stürme genau in solcher Richtung blasen, wie sie nothwendig wäre, wenn diese Luftströmungen europäische Thiere nach jenen Inseln getragen haben sollten. Als indirectes Argument für die Richtigkeit seiner Ansicht benutzt er das völlige Fehlen aller Landsäugethiere und Reptilien auf den Cap-Verde-Inseln, was unverständlich wäre, wenn sie wirklich einst mit dem europäischen Continent in Verbindung gestanden hätten; als directe Beweismittel aber die Thatsachen, dass fast alle Vögel europäische Arten sind und dass alle europäischen Arten von Insekten, die auch auf jenen Inseln gefunden werden, kräftige Flieger sind, während andererseits 45 Procent der autochthonen Insektenspecies gar nicht fliegen können, da sie flügellos sind. Er hätte seine Anschauung noch erheblich stärken können durch eine Discussion der Eigenthümlichkeiten, welche die Landmollusken dieser Inseln bieten. Diese tragen, wie ich auf Grund der Dohrn'schen Untersuchungen bereits mitgetheilt habe, typisch europäischen Charakter;

aber nicht eine Species ist identisch mit einer Form aus Europa. Das hauptsächlichste Transportmittel für Landschnecken sind zweifellos Strömungen im Meere; die Möglichkeit, dass Eier von solchen durch die Füße von Vögeln fortgeführt werden könnten, kommt hier gar nicht in Betracht. Die Richtung der Ströme im Atlantischen Ocean ist ferner eine solche, dass durch sie ein Transport von europäischen Landschnecken nach jenen Inseln leicht möglich sein dürfte. Aber es liegt auf der Hand, dass constante Winde im Stande sein werden, eine sehr viel grössere Zahl von Individuen fliegender Thiere innerhalb derselben Zeit dahin zu befördern, als Landschnecken durch Meeresströmungen hingebacht werden könnten. Die letztern müssten daher auch eine viel bedeutendere Menge besonderer Arten aufweisen als jene; denn wir wissen, dass die grössere Leichtigkeit der freien Kreuzung mit den Stammformen die Ausbildung neuer Arten erschwert, während sie befördert wird, wenn eine, in ein neues Land übergeführte variable Art auf irgendwelche Weise verhindert wird, sich fortgesetzt mit der Stammart zu vermischen. Das aber trifft gerade bei den erwähnten Inseln zu; für fliegende Thiere besteht kein sonderlich grosses Hinderniss, von Europa nach jenen Inseln in grösserer Zahl zu kommen, und wir sehen dem entsprechend auch, dass die guten Flieger unter den Insekten der Canarischen Inseln fast durchweg mit europäischen Species identisch sind. In vollständiger Uebereinstimmung hiermit haben die schwer zu transportirenden Landschnecken sich in eine Anzahl neuer Formen umgebildet, da durch die grössere Schwierigkeit der Ueberführung neuer Individuen der Stammart die freie Kreuzung mit dieser leicht verhindert ward.

Dies setzt freilich voraus, oder es folgt vielmehr aus Obigem, dass die Wanderrichtung fliegender Thiere zu gutem Theil bestimmt wird durch die Richtung der Winde; ohne diese Annahme wäre natürlich die Wallace'sche Erklärung ebenso unsicher wie die Hypothese

einer versunkenen Atlantis. Ein solcher Einfluss sollte, so müsste man annehmen, am leichtesten erkennbar sein im Wandern derjenigen Flieger, welche freiwillig lange Wanderungen durch die Luft unternehmen; man sollte ferner erwarten dürfen in den Beobachtungen über die Wandervögel Zuverlässiges über diesen Punkt zu finden. Merkwürdig genug aber scheinen alle Untersucher der Erscheinungen des Wanderns bei Vögeln hierauf gar nicht geachtet zu haben; nirgends habe ich trotz angestrengtesten Suchens Angaben in dieser Beziehung gefunden und die einzige Bemerkung, die etwa hier zu verwerthen wäre, ist die von Brehm, dass alle wandernden Vögel immer gegen den Wind fliegen. Die Nothwendigkeit hiervon ist auch einleuchtend; ein Vogel, dem von hinten her ein nur einigermaassen starker Wind in die Federn hineinbläst, wird ihn am Fliegen und namentlich am Steuern verhindern müssen. Auch in der neuesten und sehr gründlichen Untersuchung über die Phänomene des Wanderns der Vögel von Palmén<sup>8</sup> ist dieser Punkt gänzlich unberücksichtigt geblieben, und wenn auch zugegeben werden muss, dass viele der von ihm auf Grund zahlreicher Beobachtungen festgestellten Wanderlinien in keiner Weise mit den Linien der herrschenden Windrichtungen in Einklang zu bringen sind, so ist andererseits die Zahl der Fälle nicht gering, in welchen eine recht weitgehende Uebereinstimmung zwischen beiden auf der Hand liegt, wie dies, um nur ein Beispiel anzuführen, im westlichen Europa der Fall ist.

Wenn also hier schon die vorliegenden Beobachtungen keine genügende Auskunft geben über die Frage, wie weit der doch gewiss vorhandene Einfluss der Winde auf wandernde Thiere gehe: so ist derselbe trotz der Gewissheit, dass er auch für im Wasser lebende Thiere besteht, hier noch viel schwieriger zu verfolgen als dort. Dieser Einfluss kann sich natürlich nur auf zweierlei Weise äussern: entweder, indem fliegende Thiere, wie Wasservögel kleine Thiere oder Eier an

ihren Füssen mit auf ihre Reisen nehmen, oder indem die Winde jene Wasserthiere direct durch die Luft fortführen. Darwin hat in seiner Discussion der geographischen Verbreitung der Süsswassermollusken auf jene erste Möglichkeit hingewiesen, um namentlich die von ihm anerkannte Thatsache zu erklären, dass diese Thiere, im Gegensatz zu ihren auf dem Lande lebenden Verwandten, eine ausserordentlich weite Verbreitung identischer Arten aufwiesen. Eier oder junge Individuen könnten, so argumentirt er, an den Schwimfüssen einer Wanderente sehr weite Reisen machen, und da solche Reisen sich oft wiederholen müssten wegen der constanten Richtung des Wanderns oder Streichens jener Vögel, so würden auch zahlreiche Individuen derselben Wasserschneckenarten den gleichen Weg nehmen müssen. Die so erzeugte Anhäufung von Individuen der Stammart an einem neuen Wohnplatz würde die Ausbildung neuer Species verhindern, da der auswählende Einfluss des Kampfes ums Dasein mittels der neuen Existenzbedingungen immer wieder aufs neue zurückgedrängt werden würde durch das wiederholte Einwandern von Individuen der Stammart.

Diese Erklärung genügt und trifft gewiss in vielen Fällen das Richtige; so z. B. wie es scheint für die Verbreitung der europäischen Süsswassermollusken. Aber einer ausgedehnten Anwendung derselben stehen doch auch wieder recht erhebliche Schwierigkeiten im Wege. Zunächst muss bemerkt werden, dass die von Darwin angenommene grosse Gleichartigkeit der Süsswassermollusken unserer Erde gar nicht in dem Maasse besteht, wie es nach ihm scheinen könnte. Dieser Widerspruch meinerseits verlangt eine ausführliche Begründung. Die Gattung *Unio* z. B. findet sich fast über die ganze Erde ausgebreitet; sie fehlt nur in einigen tropischen Ländern, so z. B. auf den Philippinen, den Molukken, den Inseln des Stillen Oceans, wahrscheinlich auch in Neuguinea u. s. w. Aber die Arten von *Unio* sind ausserordentlich verschieden; in

Nordamerika hat fast jeder kleine Bach seine ihm eigenthümliche Form und die Arten von Europa, Australien und Asien sind untereinander ebenso verschieden. Diese Unterschiede mögen sogar noch viel grösser und auffallender sein, als wir jetzt annehmen; denn wir kennen kaum die Organisation von einigen Dutzend Arten hinreichend genau, um uns hier ein entschiedenes Urtheil erlauben zu dürfen, während Hunderte von Species bis jetzt nur den Schalen nach bekannt sind. Die zweite Süsswassermuschel, Anodonta, hat eine noch weitere

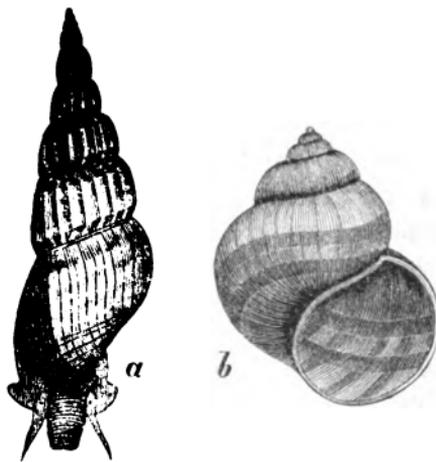


Fig. 77. Zwei deckeltragende Süsswasserschnecken. *a* *Melania*; *b* *Paludina*.

Verbreitung, denn sie kommt auch auf jenen obengenannten Inseln vor, wo die Unionen fehlen. Aber auch für diese Gattung gelten die eben für diese letztern gemachten Bemerkungen. Unter den Schnecken haben die Gattungen (s. Fig. 77) *Melania* und *Paludina* eine sehr ausgedehnte Verbreitung und sie zeigen eine recht weit gehende Uebereinstimmung in ihren Schalencharakteren; nichtsdestoweniger hat man beide in eine grosse Anzahl verschiedener Gattungen zerspalten und wie sich herausgestellt hat durch Untersuchung der Thiere in vielen Fällen mit vollständigem Rechte. Wir kennen

aber bisher kaum die Anatomie von einigen Dutzend Arten dieser Gattungen und es ist somit, wenn nicht wahrscheinlich, so doch sehr wohl möglich, dass die genauere Untersuchung der Thiere gerade das Gegentheil einer weitgehenden Gleichförmigkeit der in diese Gattungen gestellten Species erweisen wird. Wir haben also auch nicht mehr das Recht, von der weiten Verbreitung der Gattungen *Melania*, *Paludina*, *Anodonta* und *Unio* zu sprechen und es ist somit auch überflüssig, Gründe zur Erklärung einer Thatsache aufzusuchen, welche, wenn auch nicht nachweisbar völlig falsch, so doch nicht erwiesen ist und vielmehr mit den wenig zahlreichen, sicher festgestellten Thatsachen nicht gut in Einklang gebracht werden kann.

Noch eine andere Schwierigkeit ist hier kurz zu besprechen. Nach der Darwin'schen Ansicht müsste man erwarten, dass alle leicht transportablen Arten eine grössere Einförmigkeit der Species aufwiesen als solche, die weniger gegen die Fährlichkeiten einer weiten Reise geschützt sind. Das Gegentheil ist bei Süswasserschnecken oft der Fall. Die Arten von *Paludina* und *Melania* (s. Fig. 77) haben Deckel, die fast genau auf die Schalenmündung passen, sodass die Thiere sehr geschützt zu sein scheinen; die auch im süssen Wasser lebenden Arten der Gattungen *Lymnaea*, *Planorbis*, *Physa* und *Succinea* (s. Fig. 78) entbehren solcher Schutzorgane und ihre Mündungen sind ungemein weit. Versuche haben gezeigt, dass in der That die mit Deckeln versehenen Schnecken viel leichter schädlichen Einflüssen widerstehen, als die ohne solche. Es müssten hiernach die Arten der deckellosen Süswasserschnecken eine viel schärfere Gliederung in einzelne Species je nach ihren Fundorten zu erkennen geben, als die der deckeltragenden Formen; gerade das Umgekehrte ist aber der Fall. Analoge Fälle von andern Süswasserthieren können leicht beigebracht werden. So ist es beispielsweise unmöglich, die Anwesenheit der *Temnocephala chilensis* (s. Fig. 76) in Chile und auf den

Philippinen und Java durch die Annahme zu erklären, sie sei durch Vögel dorthin gebracht worden; denn sie legen ihre Eier auf ihren Wothieren ab, welche letztern viel zu gross sind, um durch Vögel lebend über den Ocean getragen werden zu können.

Es würde sicherlich, ich will nicht sagen eine dankbare, aber ganz gewiss eine sehr wichtige Aufgabe

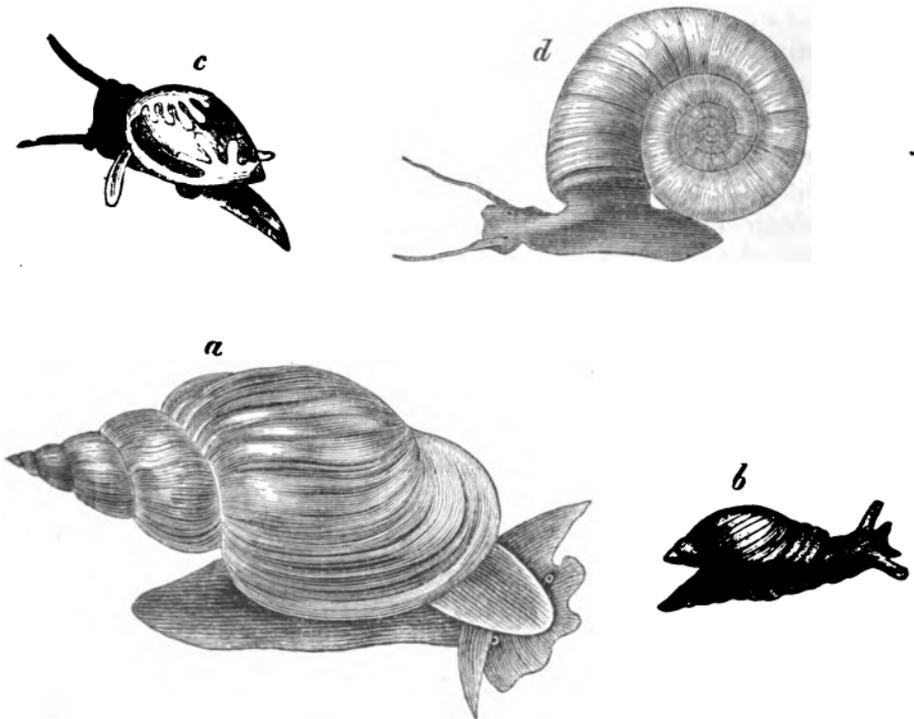


Fig. 78. Verschiedene Süsswasserschnecken. *a* Lymnaea; *b* Succinea; *c* Physa; *d* Planorbis.

sein, den Antheil zu bestimmen, welcher dem Einfluss des Transports durch die Luft für die im süßen Wasser lebenden Thiere mit Sicherheit zuzuschreiben wäre. Einstweilen können wir dies in keiner Weise thun. Die Untersuchung würde auch ungemein schwer sein; denn um dabei zu einiger Klarheit zu kommen, müsste man gleichzeitig die Frage ins Auge fassen, ob nicht nahe

verwandte oder gar unserm Auge als identisch erscheinende Formen an zwei oder mehr verschiedenen Orten gleichzeitig auf sogenannte polyphyletische Weise entstanden sein könnten, und zweitens, wie alt in der Geschichte der Entwicklung unserer Thierwelt die verschiedenen Formen sein möchten. In allen Fällen kämen wir dabei zu einer genauen Untersuchung der genealogischen Verwandtschaft der Thiere. Ein Beispiel mag genügen. Echte Astaciden oder Flusskrebse kommen bei uns in Europa, in Amerika und in Australien vor, während sie in den dazwischenliegenden Ländern oder Inseln fehlen. Nun würde es gewiss mehr als kühn sein, die einen von den andern direct abzuleiten auf dem Wege des Transports durch die Luft an den Füßen von Wasservögeln, und es wirft sich somit gleich die Frage auf, ob hier ein Resultat polyphyletischer Abstammung vorliege oder nicht. Nun gibt es, soweit wir wissen, keine auf dem Lande oder im Süßwasser lebenden Krebse auf den drei Continenten, welche als die Stammväter der dort lebenden Astaciden betrachtet werden könnten. Wohl aber finden sich in den verschiedenen Weltmeeren Krebse, wie z. B. die Paranephropsarten, welche als nächste Verwandte der Flusskrebse angesehen werden; wir wollen nicht untersuchen, ob mit Recht oder nicht. Wenn nun diese verschiedenen Astaciden des Meeres unabhängig voneinander in den drei Continenten die gleiche Wanderung in die Flüsse und aufs Land vorgenommen und dementsprechend auch die analoge Umwandlung erfahren hätten: so würde die so auffallende Gleichartigkeit der Flusskrebse bei so enormer räumlicher Entfernung voneinander ausreichend erklärt sein. Aber diese Erklärung setzt, wie man sieht, voraus, dass unsere Anschauungen über die Verwandtschaftsbeziehungen der betreffenden Thiere in der That völlig richtig seien.<sup>9</sup>

Wenn es in den bisher untersuchten Fällen nicht leicht oder fast unmöglich war, den Einfluss der Winde auf die Wanderung von Süßwasserthieren nachzuweisen,

so gibt es doch auch wieder Fälle, in denen er mit grösster Leichtigkeit erkannt werden kann. Wir wissen, dass unsere Atmosphäre dicht erfüllt ist mit getrockneten Keimen kleiner Organismen, welche ungemein leicht durch den Wind in die Höhe gehoben und fortgeführt werden, aber zu Boden sinken, sowie Ruhe in der Luft eintritt. Durch die ausserordentlich wichtigen Experimente Tyndall's<sup>10</sup> über niedrige Organismen und deren Verbreitung haben wir erfahren; dass das einzige unfehlbare Mittel, die Luft von solchen mikroskopischen Beimengungen zu befreien, absolute Ruhe ist. Wäre es also möglich, diesen Bodensatz der Luft überall mit Sicherheit zu verfolgen, so würde man auch im Stande sein, die Richtungen zu bestimmen, welche die verschiedenen, darin gefundenen Thiere durch die Luft genommen hätten.

Damit aber auf solche Weise eine Ausbreitung von Thierformen erfolge, müssen zwei Bedingungen erfüllt sein: einmal muss die Kraft der bewegten Luft hinreichen, um die Organismen in die Höhe zu heben, und zweitens müssen diese im Stande sein, das damit verbundene Austrocknen zu ertragen. Thatsächlich erfüllt sind diese Bedingungen aber nur bei mikroskopischen Thieren und den Eiern kleiner wirbelloser Thiere. Alle Infusorien z. B. besitzen die Fähigkeit, ihren weichen Körper mit einer festen Hülle, der sogenannten Cyste (s. Fig. 79) zu umgeben; sie thun dies regelmässig vor ihrer Vermehrung oder auch wenn die äussern Lebensbedingungen sich zu ungünstig gestalten. In diesem encystirten Zustande sind sie fähig, das Austrocknen zu ertragen, ohne in ihrer Lebensfähigkeit dadurch geschädigt zu werden, und was mehr ist, sie können so Jahre lang — wie lange weiss man nicht — trocken liegen und doch wieder nach Jahrzehnten oder vielleicht nach Jahrtausenden zu neuem Leben erwachen. In diesem Zustande sind sie natürlich, da sie ungemein leicht sind, in hohem Maasse transportabel und man wird sich daher nicht wundern zu hören, dass Ehren-

berg im Stande war in dem bei uns zu gewissen Zeiten gesammelten Staube solche kleine Organismen zu entdecken, welche nachweisbar der westindischen Fauna angehörten. Die einzige mögliche Erklärung dieses Factums ist die Annahme, dass jene durch den obern rückkehrenden Passat bis zu uns geführt und bei uns, wo sich jener Passat allmählich wieder senkt, auf dem Boden abgelagert wurden. In gleicher Weise werden alle jene höhern Thiere im Stande sein, durch die Luft zu reisen, welche wir in einem frühern Kapitel als befähigt kennen gelernt haben, lange Zeit hindurch fast völliges Austrocknen zu ertragen; dies sind die Tardigraden, die Räderthiere und die Eier vieler kleinen Krebse und Würmer.

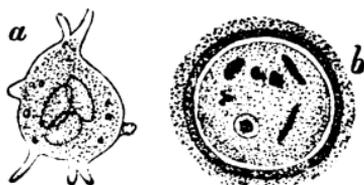


Fig. 79. *a* eine Amöbe im beweglichen Zustande, als solche wenig resistent; *b* dieselbe Art encystirt, d. h. mit einer Hülle umgeben, welche sie gegen schädliche Einflüsse aller Art schützt.

Hat nun aber wirklich der Wind in dieser Weise die Rolle übernommen, für die Ausbreitung solcher Organismen zu sorgen, so müssen alle so passiv wandernden Arten eine sehr weite Verbreitung zeigen, oder, was dasselbe ist, es muss eine grosse Gleichförmigkeit der Faunen verschiedener Länder in Bezug auf diese Formen obwalten; denn die ausserordentlich erleichterte beständige Kreuzung der ausgewanderten Individuen mit solchen der Stammart, die später auch dahin gelangen, wird die rasche Ausbildung neuer Species an neuen Fundorten leicht verhindern. Die Thatsachen, soweit sie bekannt sind, stimmen hiermit einigermaassen überein; aber es ist unmöglich, jetzt schon in dieser Beziehung ein entscheidendes Urtheil wagen zu wollen.

Die Lücken in unserer Kenntniss über die Verbreitung gerade der hier allein uns interessirenden Thiere sind noch zu gross dazu. Man möchte vielleicht deswegen uns Zoologen tadeln, da es ja doch nur unsere Aufgabe ist, die hier einschlägigen Beobachtungen zu sammeln. Ein solcher Vorwurf träfe uns jedoch wenig. Eine jede Wissenschaft bestimmt ihre eigene Richtung ohne Rücksichtnahme auf das, ihr von fernher entgegengebrachte Interesse, und es kann selbst vorkommen, dass wichtige Fragen momentan und zwar mit Nothwendigkeit beiseite geschoben werden, wenn auf dem Boden der speciellen Wissenschaft, der sie angehören, noch kein Verständniss für jene vorhanden ist. Das ist aber jetzt oder war doch bisjetzt mit dem hier besprochenen Punkte in hervorragender Weise der Fall. Solange unsere Museen dadurch lebensfähig erhalten werden, dass jahraus jahrein Tausende neuer Schmetterlinge oder anderer Insekten aus tropischen Ländern ihnen zugeführt werden; solange sie das Publikum damit zu begeistern vermögen, dass ihnen so und so viel neue Fische oder Vögel, Fledermäuse oder Schlangen beschrieben werden: so lange werden selbstverständlich die reisenden Naturforscher jenen unscheinbaren Thieren, die gerade für die hier discutierte Frage die einzig wichtigen sind, nur wenig nachspüren. Ich selbst, der ich ja mit zu diesen Reisenden gehört habe, ich bekenne mich solchen Vergehens schuldig; und wenn ich trotzdem wagen darf, meine gelegentlichen und wenig zahlreichen Beobachtungen in dieser Richtung hier zu verwerthen, so gestatten sie mir folgenden, auch schon aus Schmarada's Beobachtungen hervorgehenden Schluss: dass in der That die bei weitem grösste Mehrzahl der in Tropenländern gefundenen Infusorien, Räderthiere, Tardigraden, Süsswasserkrebse und -Würmer den europäischen und amerikanischen Arten so ungemein nahe stehen, dass sie vielleicht selbst oft genug specifisch identisch zu sein scheinen. Würden sie plötzlich nach Europa versetzt, so würden sie den Charakter der

**Fauna** unserer Flüsse und Seen fast gar nicht verändern.

Ich sagte ausdrücklich und mit Bedacht fast gar nicht, denn einige leider bisjetzt noch viel zu wenig gekannte Ausnahmen stören diese Gleichförmigkeit gewaltig. Oder es fehlen in andern Ländern Formen vollständig, welche nach unsern bisherigen Erfahrungen mit zu der eigenthümlichen Fauna des europäischen Süßwassers gehören. In die letztere Kategorie gehören z. B. die im System als Phyllopoden aufgeführten Krebse, die, wo sie vorkommen, fast oder ganz ausschliesslich in Tümpeln oder Lachen leben. *Apus* (s. Fig. 33) und *Branchipus* sind die bekanntesten der europäischen, zu dieser Familie gehörigen Formen. Ganz ähnliche Arten kommen in Nordamerika, Australien,

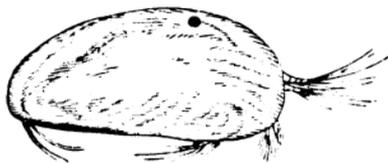


Fig. 80. *Cypris* sp. von den Philippinen.

auf den Fidjiinseln und in Afrika vor; aber ich habe mich sieben Jahre hindurch vergebens bemüht, irgendwelche Species dieser Gruppe auf den Philippinen zu entdecken; gleicherweise fehlen sie auf den Palauinseln und auch sonst scheinen sie im hinterindischen Archipel nicht vorzukommen. Die mit ihnen hier in Europa und auch in Amerika vergesellschafteten Daphniden und Cyprididen (s. Fig. 80) fehlen aber nirgends; ich habe überall, wo ich nach ihnen suchte, solche gefunden und zwar Arten, die den unsern täuschend ähnlich sahen. Es entsteht also die Frage nach der Ursache jenes Fehlens von Phyllopoden in Ländern, wo die andern in denselben Verhältnissen lebenden Formen vorhanden sind, obgleich beide zu jener Thiergruppe gehören, deren Ausbreitung über die Erde hin wesentlich durch

die directe Einwirkung der Winde zu geschehen scheint. Wir wissen, dass alle diese Formen Eier legen, welche getrocknet werden können, ohne ihre Entwicklungsfähigkeit einzubüssen und dass manche sogar getrocknet werden müssen, wenn die Jungen ausschlüpfen sollen. Ihre Eier aber sind klein und leicht, sie werden sicherlich als Staub durch Winde fortgeführt. Warum denn fehlen Apus und Branchipus in den Tropen, da doch die andern Krebse hier vorkommen? Diese auffallende Anomalie ist indessen, wie leicht einzusehen ist, mehr scheinbar als wirklich. Die Ansiedelung solcher Formen hängt ja nicht allein davon ab, dass ihre Keime in der bezeichneten Weise überall hin getragen werden können, sondern auch von der Gunst der neuen Verhältnisse, in welche sie gerathen. Da wäre es denn leicht möglich, dass die Eier von Apus und Branchipus ebenso wol in jene tropischen Länder gelangten, wie die der andern Krebse, hier aber nicht die für ihre Entwicklung günstigen Bedingungen fänden. Worin die Hindernisse dafür zu sehen sind, ist schwer zu sagen, da wir erst im Anfang unserer Kenntnisse von den Lebensbedingungen dieser Thiere stehen; wäre es erlaubt, jetzt schon die hübschen Beobachtungen Brauer's zu verallgemeinern, so könnte man sagen, dass es vielleicht der Mangel von Winterkälte in den Tropen sei, welcher dieses Hinderniss bildete; denn er hat gezeigt, dass wenigstens die Eier mehrerer Arten von Phyllopoden sich dann am raschesten oder überhaupt nur entwickeln, wenn sie vorher einer recht niedrigen dem Gefrierpunkte nahe liegenden Temperatur ausgesetzt gewesen waren.

Die im allgemeinen vorhandene Gleichförmigkeit der Süßwasserfauna niederer Thiere wird zweitens noch dadurch unterbrochen, dass mitten unter zahlreichen Arten mit typisch europäischem Charakter einzelne leben, welche als völlig fremde Formen in dieser Gesellschaft erscheinen. So gibt es unter vielen Rädertieren auf den Philippinen, die von unsern Arten kaum

der Art nach zu trennen sein dürften, einige ganz abweichende Gestalten. Unter diesen ist die auffallendste die von mir sogenannte *Trochosphaera aequatorialis* (s. Fig. 81), welche ich schon im Jahre 1872 beschrieben habe. Ich fand diese Gattung ausschliesslich in Mindanao. Was ist die Ursache, dass sie auf Luzon und Bohol fehlen, wo doch die gleichen äussern Lebensbedingungen zu herrschen scheinen wie auf jener südlichen Insel? Es ist unmöglich, anzunehmen, dass ihre Eier nicht ihren Weg dorthin hätten finden können; aber welche der zahlreichen, auf die Entwicklung von Eiern einwirkenden Ursachen hier ihre Ausbildung begünstigte und dort verhinderte, ist einstweilen gar nicht zu sagen.

Ein zweites Beispiel ähnlicher Art liefern uns die Branchipusformen. Es leben Species dieser Gattung sowohl bei uns als auch in Amerika; die in beiden Ländern vorkommenden Arten sind, wenn auch leicht zu unterscheiden, doch einander so ähnlich, dass man die europäischen nach Amerika und umgekehrt die amerikanischen nach Europa versetzen könnte, ohne den Charakter der Fauna beider Länder zu verändern. Zusammen mit ihnen leben aber auch einige sehr abweichende Formen; es ist namentlich die sehr eigenthümliche *Thamnocephalus*, welche die Einförmigkeit der amerikanischen Branchipoden durch ihre Anwesenheit im Süden der Union bricht. Auch hier sind die Ursachen gänzlich unbekannt, durch welche die Eier dieser Gattung verhindert werden könnten, im hohen Norden Amerikas zur Entwicklung zu gelangen; doch aber ist man genöthigt, solche Hindernisse anzunehmen, da nicht einzusehen ist, warum sie nicht gerade so gut nach dem Norden sollten kommen können, wie die Eier der andern Branchipoden, welche in grosser Einförmigkeit über den ganzen Continent verbreitet sind

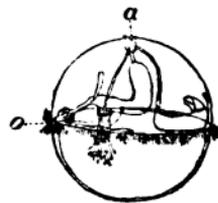


Fig. 81. *Trochosphaera aequatorialis*, das Kugelrädertier der Philippinen.

und überall in gleicher Weise zur Ausbildung gelangen. Die schon mehrfach angeführten Brauer'schen Versuche scheinen mir, wenn auch einstweilen noch unanwendbar, doch den Keim zu fruchtbringender Forschung in dieser Richtung gelegt zu haben und es wäre nur zu wünschen, dass Brauer nicht lange allein auf diesem Felde gelassen würde, da vereinte Kräfte sicherlich auch hier, wie überall, früher und sicherer zum gewünschten Erfolge führen werden.

2. Ströme und Winde als Grenzen für die Ausbreitung der Arten. Wenn man die Art erwägt, in welcher allein Winde und Strömungen Thiere von einem Orte zum andern zu tragen vermögen, so leuchtet ohne weiteres ein, dass sie zugleich auch oft genug als Hindernisse für die Ausbreitung der Arten wirken müssen. Schiffe und Treibeis, die auf diesem fortgeschleppten Steine und erraticen Blöcke oder Treibholz, vom Lande abgerissene Bäume und die in der Luft durch Stürme oft weithin getragenen Blätter und Staub werden alle mehr oder weniger häufig in Anspruch genommen für den Transport zahlreicher Thiere. Da aber Stürme, Winde und Strömungen trotz mancher Schwankungen in ihrem Verlaufe doch im grossen recht sehr constant sind, so folgt unmittelbar, dass alle solchen Thiere von der Ausbreitung durch diese Wandermittel ausgeschlossen sind, welche entweder gar nicht in ihren Bereich kommen, oder den Transport durch sie nicht auszuhalten im Stande sind. Elefanten könnten nie, wie kleine Schnecken oder selbst auf Bäumen lebende Säugethiere, mittels schwimmender Bäume weithin getragen werden; flügellose Landvögel, wie die von Neuseeland oder Madagascar, sind unfähig, weite Wanderungen zu unternehmen; in diesen aber, wie in allen ähnlichen Fällen wirken die Ströme als Trennungsmittel doch nur, weil die Eigenart der Thiere sie verhindert, sich jener zu bedienen. Hier ist also die Wirkung der Winde und Ströme abhängig von oder combinirt mit derjenigen der Thiere selbst. Auch in

Fällen, wo die Ströme ganz unabhängig und allein zu wirken scheinen, hängt ihr Einfluss doch immer noch ab von andern Bedingungen, welche mit ihnen vereinigt sein können. So sind z. B. sehr viele Thiere äusserst empfindlich gegen Schwankungen der Temperatur; wenn somit irgendein Warmwasserthier durch einen Strom aus der Region der heissen Meere heraus in kalte getragen werden würde, so würde dasselbe höchst wahrscheinlich sehr bald zu Grunde gehen müssen. Hier hätten also die Ströme doch eigentlich verbindend und die Ausbreitung fördernd gewirkt; aber dieser Einfluss wurde durch die gleichzeitig eintretende Wirkung der verminderten Wärme wieder ganz aufgehoben. So auch mag häufig genug irgendein Thier durch Winde von einer Insel zur andern getragen worden sein, aber trotzdem ohne günstigen Erfolg; denn die Ansiedelung an dem neuen Orte hängt, wie wir wissen, nicht blos von der glücklichen Ankunft dort, sondern auch noch davon ab, dass das Thier in seiner neuen Heimat alle übrigen Lebensbedingungen hinreichend günstig entwickelt finde, um dort leben und sich vermehren zu können.

Nichtsdestoweniger müssen die Ströme auch für sich allein als Trennungsmittel wirken können. Wir wissen, dass alle mitgeschwemmten Sachen, wie Treibholz, Blätter, Bäume u. s. w., allmählich an die Ränder des Stromes getrieben werden, selbst wenn sie mitten in ihn hineingerathen waren. Jedem Seefahrer ist die dadurch bedingte Erscheinung bekannt, dass sowol die westliche, als auch die östliche Grenze des Golfstroms durch einen breiten Streifen von zusammengehäuften Tangen, Holz, Blättern und andern Dingen bezeichnet ist. Diese Tendenz des Stromes, sich zu reinigen, wie der oft gehörte Ausdruck lautet, ist um so stärker, je grösser die Kraft und Geschwindigkeit desselben sind. Gegenstände, welche durch einen zwischen zwei Inseln hindurchfliessenden Strom von dem Ufer der links liegenden abgerissen wurden, können somit nur unter

ganz besonders günstigen Umständen auf die rechte Seite desselben getrieben werden und umgekehrt, die an der rechten treibenden werden nie oder nur äusserst selten im Stande sein, auf die entgegengesetzte Seite zu gerathen. So ist eine Vermischung der Faunen beider Inseln schon ganz allein durch die trennende Kraft des zwischen ihnen hinfließenden Stromes verhindert oder doch mindestens aufs äusserste erschwert. Nur jene freischwimmenden Thiere werden hierdurch nicht weiter beeinflusst werden müssen, welche im Stande sind den mechanischen Widerstand der Ströme zu überwinden, dem sie bei den Versuchen, sie zu kreuzen, ausgesetzt sein werden. Die theoretische Nothwendigkeit dieser Wirkung der Ströme ist gar nicht zu bestreiten; wohl aber könnte die Frage aufgeworfen werden, ob sie denn auch wirklich häufig zur Geltung käme.

Gewisse Erscheinungen in der Verbreitung oder Wanderung der Thiere lassen denn nun in der That kaum daran zweifeln, dass jene trennende Kraft vor allem der Ströme im Meere oft genug in Anspruch genommen werden mag. Einige Beispiele hatten wir sogar schon oben kennen gelernt. Als wir die so auffallende Erscheinung untersuchten, dass die dicht neben Afrika liegenden Inseln eine ganz andere Fauna besitzen, als der ihnen zunächstliegende Continent, hatten wir schon auf dieses Moment hingewiesen; denn jene Thatsache war uns nur dadurch verständlich geworden, dass wir auf die, vom europäischen Norden herkommenden Ströme hinwiesen, welche einerseits durch ihren Lauf im Stande sein mussten, von Europa eine Menge von Formen an jene Inseln anzuschwemmen, während sie andererseits den vom afrikanischen Continent abgerissenen Thierarten alle Aussicht rauben mussten, nach jenen Inseln zu gelangen, denn der trennende Strom lag zwischen beiden. Ich habe ferner schon oben erwähnt, wie scharf der Gegensatz ausgesprochen ist zwischen der Meeresfauna östlich und westlich vom Meridian des Caps der Guten

Hoffnung; dort die durch den Mozambiquestrom herabgetragenen Thiere des Indischen Oceans und eine Fülle schöner Formen in grossen Mengen, hier die grösste Armuth des thierischen Lebens und ganz andere Thierarten. Eine Mischung zwischen beiden findet nicht statt, wie es scheint; dies wird durch die, soviel ich weiss, nicht widersprochene Angabe bestätigt, dass die Wale des Atlantischen Oceans nie den Meridian des Caps kreuzen, obgleich sie sicherlich zu den besten Schwimmern des Meeres gehören. Wie schwierig es den grössern Landschnecken sein muss, Meeresarme zu kreuzen, habe ich oben erörtert; auch schon im kleinen zeigt sich dies. Nördlich vor Luzon liegt eine kleine Inselgruppe, die unter dem Namen der Babuyanes bekannt ist. Ihre Landschnecken gehören im ganzen genommen der typischen Fauna der Philippinen an; es leben hier meistens echte Cochlostylen, aber sie sind verschieden auf den westlichen und östlichen Inseln. Dort finden sich Arten, welche ungemein an die der Westküste von Luzon erinnern oder gar mit ihnen identisch sind, hier aber nur solche, die besonders für die Ostküste der genannten Insel charakteristisch sind. Dies mag zum Theil wol auch davon abhängen, dass die Vegetation auf den westlichen und östlichen Inseln der Babuyanes ziemlich verschieden zu sein scheint; aber es würde damit der deutlich erkennbare Einfluss der vom Westen und vom Osten Luzons herkommenden Ströme nicht aufgehoben, sondern nur zu einem mittelbaren gemacht werden. Denn auch auf Luzon zeigt sich der gleiche Gegensatz in der Vegetation der östlichen und der westlichen Hälfte: dort unabsehbare Wälder, hier viel angebautes Land und Gras. Es würde leicht sein, eine grosse Menge ähnlicher Fälle aufzuzählen, in denen dieser trennende Einfluss der Meeresströme mehr oder minder deutlich zu erkennen wäre; doch mag es genügen, hier noch eins der interessantesten Beispiele ausführlich zu untersuchen.

Die Verschiedenheit zwischen der Fauna der hinter-

indischen Inseln einerseits und derjenigen von Neuguinea und Neuholland andererseits hat schon früher die Aufmerksamkeit der Forscher auf sich gezogen; Schmarda stellt die australische Region derjenigen Indiens direct gegenüber. Zu dieser rechnet er allerdings auch noch die Sundainseln, welche von Wallace, der jenen Gegensatz zuerst zu erklären versucht hat, noch mit zu der australischen Region gezählt werden. Die Grenzlinie, welche nach diesem letztern Forscher beide Gebiete scharf voneinander trennen soll, zieht sich zwischen den beiden, doch so nahe beieinander liegenden Inseln Bali und Lombok hindurch. Er rechnet die Fauna von Bali noch zu derjenigen Javas, während Lombok schon ganz entschieden zu den Molukken, seiner Fauna nach, gehören soll. Von da an zieht sich die Grenze zwischen den beiden faunistischen Reichen etwas nach Nordosten zwischen Borneo, welches noch zur indischen Fauna gehören soll, und zwischen Celebes hindurch, um dann plötzlich ganz scharf nach Osten umzubiegen; dadurch werden alle philippinischen Inseln noch mit zu der indischen Region gezogen, während einige der kleinern, den Uebergang von Mindanao nach Djilolo und Neuguinea vermittelnden Gruppen südlich von dieser Linie liegen bleiben und somit auch zu der grossen australischen Region gerechnet werden. Die so bestimmte Grenzlinie hat man nach ihrem Begründer als die Wallace'sche Linie bezeichnet.

Es lässt sich nicht bestreiten, dass diese Linie in der That eine ziemlich natürliche zu sein scheint, wenn man nur die Vögel und Säugethiere und allenfalls noch die Insekten zum Vergleich heranzieht. In der australischen Region die Beutelthiere und die Paradiesvögel, die Monotremen, Leyervögel, Kakadus, Casuare und die eigenthümlichen Trichoglossidae; in der indischen Region dagegen die Affen, Lemuren und Pelzflatterer, Galeopithecus und manche andere Säugethiere, die in der australischen Region gänzlich fehlen; ferner unter Vögeln der Argusfasan, der Pfau und Euplocamus, dann

viele Tauben, unter Papagaien die *Loriculus* und *Palaeornis* und mancherlei andere, welche in der australischen Region nicht vorkommen. Es darf dabei indessen doch nicht ausser Acht gelassen werden, dass manche der genannten oder anderer ebenso charakteristischen Formen da, wo beide Gebiete sich berühren, nicht selten mehr oder weniger weit auf das fremde Gebiet übergreifen. Wallace hebt dies selbst schon hervor. Viel weniger scharf aber ist der Gegensatz ausgesprochen bei den Reptilien, Amphibien oder gar den Insekten; so sagt Pascoe, einer der gründlichsten Kenner der Coleopteren der östlichen Hemisphäre, dass Neuguinea seiner Käferfauna nach ganz entschieden zu der allgemeinen indischen Fauna gehöre und sich ungemein scharf von der ganz abweichenden Käferfauna Neuhollands unterscheide. Ganz durchgreifend ist somit jener Gegensatz doch auch nicht und Wallace selbst weist in seinem Buche über Thiergeographie wiederholt darauf hin, dass manche Arten in sehr eigenthümlicher und schwer verständlicher Weise von dem einen Gebiet auf das andere übergreifen; er folgert daraus ganz richtig, dass es noch unbekannte eigenartige Verbreitungsmittel geben müsse, durch welche es jenen Arten ermöglicht würde, die ihnen doch von der Natur gezogenen Grenzen zu überschreiten. Er führt ferner die Fauna der zur australischen Region gerechneten Insel Celebes als eine solche an, die durch die sehr auffallende Mischung ihrer Thierformen gerade so gut auch zu der indischen Region gerechnet werden könnte. Sieht man nun aber ab von diesen Formen, welche beweisen, dass durch jene Wallace'sche Linie doch keine ganz unüberschreitbare Grenze gezogen ist, so bleiben doch immer noch eine so grosse Anzahl höchst verschiedener Arten, welche jeder der beiden Regionen eigenthümlich und ausschliesslich angehörig sind, dass die scharfe, längst geübte Gegenüberstellung der beiden Reiche völlig gerechtfertigt erscheint.

Es fragt sich nun, wie dieser Gegensatz zu erklären

sei und ganz besonders, wie es komme, dass zwei so nahe beieinander liegende Inseln wie Bali und Lombok, durch jene Wallace'sche Linie in zwei verschiedene thiergeographische Regionen gestellt werden konnten. Die von dem englischen Forscher meines Wissens zuerst versuchte Erklärung dieser Erscheinung ist kurz etwa folgende.

Wallace nimmt an, dass früher einmal der indische Continent und die indischen Inseln bis zu Java, Borneo und den Philippinen untereinander in Verbindung gestanden hätten; ebenso, dass Australien mit Neuguinea, den Molukken und Celebes eine Landverbindung gehabt habe, von der nur die Inselgruppe von Timor an bis hin nach Lombok vielleicht ausgeschlossen gewesen sei. Diese letztere sollte durch ein tiefes Meer von Java getrennt gewesen sein und nun hätten sich in späterer Zeit auf der Seite Javas Bali, auf derjenigen von Timor die kleinern Inseln bis zu Lombok hin aus dem Meere emporgehoben. Die trotzdem auf den einzelnen Inseln beider Gebiete hervortretenden Verschiedenheiten ihrer Faunen sucht er dann zu erklären durch ungleichzeitige Trennung derselben von dem indischen oder australischen Festlande.

Nun lässt es sich allerdings nicht bestreiten, dass gar manche Verhältnisse in der Verbreitung der Landthiere auf jenen Inseln sehr für diese Anschauung sprechen; so ist beispielsweise die Wallace unbekannte, von mir entdeckte Thatsache, dass es früher einmal auf Mindanao, der südlichsten der philippinischen Inseln, einen Elefanten<sup>11</sup> gegeben hat, kaum anders zu erklären, als durch die Annahme einer directen Landverbindung zwischen dieser Insel und dem indischen Continent oder mittelbar durch Zusammenhang mit den grossen hinterindischen Inseln. Denn an einen Transport dieser Art, die den indischen Zwergformen des Elefantengeschlechts sehr nahe steht, über das Meer hinüber ist natürlich nicht zu denken. Trotzdem aber glaube ich, dass diese hypothetische Landverbindung

für sich allein nicht ausreicht, auch nur die jetzt schon bekannten Thatsachen der Verbreitung indischer und australischer Formen auf den Inseln zwischen beiden Continenten zu erklären. So benutzt auch Wallace selbst noch eine Anzahl anderer Momente und er kommt ferner, um sein allgemeinstes Princip nicht fallen zu lassen, zur hypothetischen Construction so zahlreicher wechselnden Senkungen und Hebungen der einzelnen Inseln, dass man bei dem gänzlichen Fehlen aller geologischen Nachweise für dieselben den festen Boden berechtigter Speculation allmählich fast in Nebel zerfliessen fühlt. Ueberhaupt will mir scheinen, als ob man gar zu leichtfertig vorzugehen liebe mit der Construction jetzt versunkener Continente. Wo irgendwie eine weitgehende Verwandtschaft zwischen den Faunen weit voneinander entfernter Länder entdeckt oder auch nur geglaubt wird, da ist man gleich bereit, eine feste Landbrücke zwischen beiden als das einzige Mittel anzunehmen, jene Aehnlichkeit zu erklären; es ist das zwar das bequemste Werkzeug, mit dem man um so besser arbeiten, d. h. seine Speculationen scheinbar beweisen kann, als es ganz unmöglich ist, die Unrichtigkeit solcher Annahme auf dem allein dem Naturforscher gestatteten Wege der Beobachtung zu beweisen. Ehe aber z. B. die Frage, ob zwei parallele Entwicklungsreihen unabhängig voneinander in zwei weit getrennten Ländern hätten vorkommen können, nicht endgültig entschieden ist, wird man nie die Aehnlichkeit zweier Faunen als vollen Beweis ihres frühern materiellen Zusammenhangs ansehen dürfen, und es scheint mir sogar, als ob die beiden in neuester Zeit in Europa und in Amerika aufgefundenen Umbildungsreihen pferdeartiger Thiere gerade umgekehrt fast als Beweis dafür anzusehen sind, dass in beiden Continenten jede Reihe sich unabhängig von der andern entwickelt und doch zu demselben Resultat, nämlich zur Ausbildung echter Pferde, geführt habe. Wir wollen dies indessen dahingestellt sein lassen: so viel nur, glaube ich, muss mit

Nachdruck gefordert werden, dass diese Möglichkeit bei solchen Speculationen nie aus dem Auge verloren werden darf und ebenso, dass alle die verschiedenen, auf die Ausbreitung der Thiere Einfluss nehmenden Momente in gleichmässiger Weise untersucht und beachtet werden müssen, ehe man es unternimmt, einen bestimmten Erklärungsversuch als den allein richtigen an Stelle aller andern überhaupt möglichen zu setzen.

Nun ist es aber ganz sicher, dass Winde und Ströme des Meeres sowol direct, als indirect die Ausbreitung der verschiedenen Arten bald befördern, bald hindern. Diese eine Art wird einen ziemlich starken Strom unter spitzem Winkel kreuzen können, während jene andere schon durch leichte Winde oder Ströme verhindert wird, selbst eine in der Nähe liegende Insel zu erreichen; bestimmte Arten von Samen können nur durch die Luft transportirt werden und andere wieder nur auf dem Meere; wo auf einer Insel die eine oder andere Gruppe solcher Futterpflanzen fehlt, weil ihre Samen nicht dahin gelangen können, da müssen selbstverständlich auch alle Thierarten fehlen, welche von ihnen direct abhängig und monophag sind. Die so gegebenen Beziehungen zwischen den Faunen der Inseln sich berührender Regionen, wie die indische und die australische, sind natürlich ausserordentlich mannichfaltig und sehr schwer zu untersuchen; das aber rechtfertigt in keiner Weise eine Nichtbeachtung derselben. Es mag bequemer sein, mit Hebungen und Senkungen, die man ja in beliebiger Anzahl construiren kann, zu argumentiren oder mit hypothetischen Landverbindungen, deren einstmaliges Vorhandensein gar nicht zu beweisen oder zu widerlegen ist; aber die leichtere Methode ist durchaus nicht immer, ich möchte fast sagen nur höchst selten, die richtigere. In unserm speciellen Falle aber scheint es mir gar nicht einmal so sehr schwierig zu sein, solchen Beziehungen nachzugehen, wenn man nicht absichtlich seine Augen davor verschliessen will.

Zieht man nämlich das eben und früher schon über

die Wirkungsweise der Ströme Gesagte in Betracht, so drängt sich unwillkürlich die Ansicht als möglich auf, dass auch ohne Annahme eines frühern materiellen Zusammenhangs zwischen den Inseln und den zunächstliegenden Continenten die nachgewiesenen Unterschiede in der Verbreitung der Thiere auf ihnen leicht zu erklären seien. Gesetzt, die Mehrzahl der hinterindischen Inseln und der an Neuguinea angrenzenden wäre erst in jüngster Zeit aus dem Meere emporgestiegen, so könnte die Bevölkerung derselben doch wol in solcher Weise von den nächstliegenden Continenten aus vor sich gegangen sein, dass eine Vertheilung derselben zu Stande kommen musste, wie wir sie dort vor uns haben. Alle grössern Säugethiere, unfähig, die starken, dort herrschenden Strömungen zu überwinden, wären von der Ausbreitung auf die neu entstandenen Inseln ausgeschlossen gewesen; nur die kleinern, auf Bäumen kletternden Arten derselben hätten durch jene Strömungen über das Meer hinüber transportirt werden können, und in Uebereinstimmung damit sehen wir denn auch, dass alle ausserhalb Australiens, also in Neuguinea, den Molukken und Celebes gefundenen Beuteltiere ausschliesslich den kletternden Gattungen angehören. Dass diese aber die durch die Wallace'sche Linie bezeichnete Grenze nicht zu überschreiten vermöchten, ergibt sich als nothwendige und leicht verständliche Folge der oben schon besprochenen Tendenz starker Ströme, sich zu reinigen. Es beruht dies darauf, dass jeder derartige Strom in seiner Mitte ein wenig höher ist als an seinen Kanten. Gegenstände, die von Inseln an der rechten Seite des durch die Strasse von Timor und Celebes oder zwischen Bali und Lombok hindurchfliessenden Stromes abgeschwemmt werden, können somit nur unter ganz besonders günstigen Umständen auf die linke Seite gelangen; sie werden, namentlich dann, wenn sie passiv durch den Strom fortgeführt werden, wie alle abgerissenen Bäume u. s. w., vorzugsweise an der gleichen Seite des Stromes

bleiben müssen. Sieht man nun eine Karte an, auf welcher die hier in Frage kommenden Ströme eingetragen wurden, so bemerkt man gleich, dass die Richtung der von Australien und dem südlichen Theile von Neuguinea herkommenden Ströme aus einer schwach westlichen oder ganz nördlichen in eine nordöstliche oder ganz östliche scharf abgelenkt wird gerade an jener Insel, auf welcher die stärkste Mischung indischer und australischer Thiere stattfindet, nämlich bei Celebes. Landthiere, deren Verbreitung, wie z. B. bei Landschnecken, nur durch Strömungen geschehen kann, werden demselben Einfluss unterliegen müssen, und es ist daher sehr verständlich, wenn die so nahe beieinander liegenden Inseln Bali und Lombok geringere Uebereinstimmung zeigen als z. B. Celebes und Java; denn dort zwischen jenen zwei kleinen Inseln ist der sie trennende Strom so stark, dass es ganz unmöglich für die Schnecken oder ähnliche, sich treibender Bäume zu ihren Wanderungen bedienenden Thiere sein muss, von einer Insel zur andern zu gelangen. Dagegen werden sie wol auf dem längern Wege nach Celebes hin die ihnen durch den Strom anfänglich gezogene Grenze unter Umständen überschreiten können, namentlich leicht dann, wenn durch geringe Schwankungen in der Richtung und Stärke der Monsune und der dadurch erzeugten oberflächlichen Strömungen eine zeitweilige Veränderung in der Richtung des normal zwischen Celebes und Borneo hindurchfliessenden und in den rückläufigen Strom des Stillen Oceans übergehenden Wallace'schen Stromes bewirkt wurde. Alle solchen Thiere dagegen, welche andere Transportmittel zu ihrer Verfügung haben, werden sich von diesem trennenden oder verbindenden Einfluss jenes oft genannten Stromes freimachen können; natürlich aber nur dann, wenn sie nicht z. B. als monophage Thiere unbedingt abhängig sind von solchen Futterpflanzen, die ihrerseits wieder in ihrer geographischen Verbreitung direct abhängig sind von der Wirksamkeit jenes Stromes. Im Verfolg

dieses Gesichtspunktes hätte man also zu untersuchen, ob nicht diejenigen Insekten und Vögel, welche von der indischen Region nach der australischen oder umgekehrt gewandert zu sein scheinen, polyphage, mit jeder Nahrung fürliebnehmende Thiere sein mögen; und andererseits, ob etwa als nothwendiges Corollar dazu die auf bestimmte Inseln oder Regionen beschränkten Formen vielleicht monophage Thiere sind oder abhängig von solchen Nahrungsmitteln, deren Ausbreitung von der einen Insel oder Region zur andern auf die hier besonders betonte Weise verhindert wurde.

Diese Untersuchung aber im einzelnen durchzuführen, ist hier weder der Ort, noch besitzen wir jetzt schon das dazu ausreichende Material an gut festgestellten Beobachtungen. So lange nun freilich die überhaupt vorliegenden Beobachtungen keinen zwingenden Schluss gestatten, sind wir natürlich auch nicht berechtigt, eine Möglichkeit als unrichtig zurückzuweisen, und es bleibt somit einstweilen die Wallace'sche Hypothese immerhin discutirbar. Aber die hier aufgestellte, ihr entgegenstehende bleibt es aus dem gleichen Grunde in demselben Maasse; eine Entscheidung zwischen beiden wird erst eine spätere Zeit geben. Nur bin ich andererseits freilich der Ansicht, dass die von mir vertretene Hypothese den Vortheil für sich in Anspruch nehmen kann, bei ihrer Beweisführung nur solcher Elemente zu bedürfen, die direct der beobachtenden Controle unterworfen werden können, während die Wallace'sche an und für sich durch keine Beobachtung zu beweisen ist.

Hieraus aber geht, wie mir scheint, zur Genüge hervor, dass die Einwirkung der Meeresströme als trennender und verbindender Mittel zur Verbreitung der Organismen mehr, als bisher geschehen ist, in Betracht gezogen werden muss bei Untersuchungen über die Entstehung der jetzigen Faunen aus denen früherer Perioden. Denn wenn es gilt, im Sinne einer mechanischen Auffassung dieses Werdens, die bestimmenden

allein mechanisch wirksam gewesenen Ursachen aufzuspüren, so kann dies nie dadurch geschehen, dass irgendeine mehr oder weniger wahrscheinlich lautende Hypothese aufgestellt wird, sondern nur durch methodische Untersuchung und zwar in der Weise der modernen Physiologie durch Berücksichtigung aller überhaupt in Betracht kommenden Momente, sowie durch successive Feststellung des Einflusses, welchen jedes für sich allein gehabt haben kann oder gehabt haben muss.

---

## • ZEHNTES KAPITEL.

### Einige Bemerkungen über den Einfluss anderer Existenzbedingungen.

Ausser den in den vorhergehenden Kapiteln abgehandelten äussern Lebensbedingungen der Thiere gibt es noch andere, deren Wirkung in einzelnen Fällen von sehr grosser Bedeutung sein mag und wol oft genug den Einfluss der scheinbar wichtigern ganz paralysiren kann, die aber nichtsdestoweniger sich einer eingehendern Untersuchung vorläufig entziehen. Dahin gehört z. B. die Einwirkung der Schwere oder des Drucks, der Elektrizität, des Aggregatzustandes der Medien und mancherlei anderes. Gegenüber der Wärme, Licht, Nahrung u. s. w. treten sie offenbar sehr zurück; aber nicht, weil sie an und für sich bedeutungslos wären, sondern nur, weil wir noch viel weniger über ihre normal eintretende Wirkung auf die wachsenden und lebenden Thiere wissen, als in Bezug auf die bisher untersuchten Lebensbedingungen. Ihre Wirkung entzieht sich eben fast vollständig unserer bisher geübten Untersuchungsmethode, die wir als die allein berechnete erkannt hatten, und wir sehen uns daher bei der

nun folgenden kurzen Erörterung dieser Punkte ganz allein angewiesen auf die hypothetische Deutung derjenigen Beobachtungen, welche zufällig von uns gemacht worden sind. Ja selbst die Zahl dieser letztern ist an und für sich so gering, dass sie in vielen Fällen nicht einmal zur Aufstellung solcher Hypothesen ausreicht; und es muss endlich bekannt werden, dass mitunter sogar die bisher versuchte Deutung der That-sachen auf einem groben, aber trotzdem sehr weit verbreiteten und wie es scheint kaum ausrottbaren Irrthum beruht.

Der Einfluss der Schwere und des Druckes. Der auswählende Einfluss der Schwerkraft und die dadurch gegebenen Beziehungen zu der Organisation der Thiere liegen in vielen Fällen ungemein klar vor Augen. So ist es z. B. unverkennbar und auch schon längst anerkannt, dass durch sie der Körpergrösse ein gewisses Maass gesetzt ist, das die Thiere nicht überschreiten können, ohne dadurch in ihrer Existenz gefährdet zu werden. Wenn man nämlich als gegebenes und nicht erheblich zu veränderndes Moment den Bau und das specifische Gewicht irgendeines Thieres, das Wachsthum über das normale Maass hinaus aber als möglich annimmt, so würde das Thier, da sein Gewicht in geometrischer Progression zunehmen müsste, schliesslich so gross werden, dass es sein eigenes Gewicht nicht mehr zu tragen vermöchte. Natürlich ändert sich das so von den einzelnen Thieren erreichbare Maximum der Länge oder Höhe auch mit der Organisation derselben und es muss jenes daher auch bei den verschiedenen Thiergruppen verschieden sein. Am auffälligsten in dieser Beziehung sind die Vögel; bei ihnen würde das überhaupt erreichbare Maass der Körpergrösse bei specifischem Gewicht gleich dem der Säugethiere und bei dem Leben in der Luft ein ausserordentlich kleines sein. Aber es bestehen Einrichtungen in ihrer Organisation, welche das von ihnen thatsächlich erreichte Maximum der Körpergrösse doch

ziemlich hoch stellen; dies sind die sogenannten pneumatischen Knochen und die mitunter sehr stark entwickelten Lufträume zwischen den Muskeln und im Leibe, welche vor allem bei den besten Fliegern, so z. B. den Albatrossen entwickelt sind. Durch sie wird der Vogel befähigt, ein Volum anzunehmen, dessen Gewicht auch der kräftigste Flieger nicht lange zu tragen vermöchte, wenn es demjenigen gleich wäre, das etwa ein Säugethier von gleichem Volumen fortzubewegen hat. Eine sehr interessante Illustration hat dies Verhältniss durch eine der neuesten Entdeckungen von Prof. Marsh in Amerika gefunden. Die so unendlich reichen Fundstätten fossiler Wirbelthiere in den Felsengebirgen haben ihm nämlich auch ein reptilartiges Thier geliefert, welches nach gewissenhafter Berechnung bei Aufrichtung auf seinen Hinterbeinen zum mindesten eine Höhe von 80 Fuss erreicht haben muss. Nach der von einem, Professor Marsh befreundeten Mathematiker angestellten Berechnung würde damit dieses Thier das Maximum der ihm zustehenden Körpergrösse wirklich überschritten haben, unter der Annahme nämlich, dass es in seiner Organisation und somit auch in dem specifischen Gewicht seines Körpers (und Knochen) nicht von dem der jetzt lebenden grössten Reptilien (der Krokodile) abgewichen hätte. Thatsächlich aber ist das specifische Gewicht seiner Knochen ein geringeres gewesen, denn es sind dieselben von sehr grossen Hohlräumen durchzogen, welche nach Professor Marsh ganz den Eindruck machen, als müssten es Lufträume gewesen sein, und er steht nach sorgfältiger Untersuchung derselben nicht an, sie mit Entschiedenheit als solche zu bezeichnen. Ich habe mit ihm zusammen diese Knochen einer, allerdings nicht sehr lange dauernden Untersuchung unterzogen und muss bekennen, dass mir aus ihrer Structur nicht ohne weiteres der Nachweis möglich zu sein schien, dies Reptil hätte wirklich, wie die Vögel, pneumatische Knochen besessen. Es wäre immer noch möglich, dass die Berechnung, welche ja

an und für sich ungemein schwierig sein muss, sich etwas verrechnet hätte, und damit würde für mich eigentlich das wichtigste Argument für die Ansicht von Professor Marsh wegfallen. Ist aber wirklich die durch seinen Freund ausgerechnete Maximalgrösse eines Reptils mit dem specifischen Gewichte der Krokodile richtig, so glaube ich auch, dass jene unzweifelhaft vorhandenen grossen Höhlungen in den Knochen jenes fossilen Thieres nichts anderes gewesen sein können als Lufträume, deren Aufgabe war, das Thier leicht genug zu machen, sodass es das mit der enormen Grösse verbundene bedeutende Gewicht des Körpers tragen konnte.

Die Medien, in welchen Thiere leben, haben auch eine gewisse von ihrer Masse und ihrem specifischen Gewicht abhängige Schwere, und man könnte daher leicht auf den Gedanken kommen, dass alle in der Luft fliegenden, im Wasser schwimmenden und in der Erde oder dem Schlamm grabenden Thiere beeinflusst werden müssten durch den Druck der über ihnen liegenden Masse. An und für sich ist dies vollständig richtig; aber man hat von diesem richtigen Gedanken doch bis in die neueste Zeit hinein oft einen recht falschen Gebrauch gemacht. Das auffälligste Beispiel dieser verkehrten Anwendung eines richtigen Gedankens liefern die in grossen Tiefen des süssen wie des salzigen Wassers lebenden Thiere. Man sagte früher allgemein und man findet auch heute noch nicht selten diesen Ausdruck, dass es doch wunderbar sei, wie Thiere überhaupt und dann vor allem auch so zarte Thiere, wie Polypen, manche Würmer, Schnecken u. s. w. den ungeheuern, auf ihnen lastenden Druck der über ihnen befindlichen Wassermassen zu ertragen im Stande seien, der sich im Weltmeere nach vielen Atmosphären berechnet. So gefasst, ist diese Ansicht einfach absurd; so wenig wie wir Menschen bei normalem Zustande unsers Körpers den auf uns lastenden Druck der einen Atmosphäre empfinden können, ebenso wenig werden

auch die am Grunde des Meeres lebenden weichen Thiere den nach vielen Atmosphären theoretisch sich berechnenden Druck der über ihnen stehenden Wassersäule spüren können und zwar einfach deshalb nicht, weil sie von allen Seiten her unter demselben Druck stehen und gleichmässig von Flüssigkeiten durchzogen sind, welche bekanntlich ausserordentlich wenig comprimirbar sind. Nur dann könnte die Schwere einer hohen Wassersäule auf die Grundthiere von Einfluss sein, wenn diese in ihrem Körper Hohlräume hätten, welche von Flüssigkeiten minderer Dichtigkeit als das Wasser oder gar von Gasen erfüllt wären. Namentlich im letztern Falle ist die Einwirkung bekanntlich eine sehr leicht wahrnehmbare, weil Gase in hohem Grade comprimirbar sind. Taucher, welche in grössere Tiefen hinabsteigen, wie z. B. die Perlenfischer in den indischen Meeren, oder Besteiger hoher Berge leiden oft sehr stark unter der Differenz zwischen dem Druck der äussern Luft und der Spannung der Luft in ihren Lungen oder dem Druck in ihren Gefässen; jene, weil der verstärkte Druck ein Zusammenpressen der Luft in den Lungen bewirkt, diese, weil umgekehrt die schwerere Luft in den Lungen unter dem geringern äussern Luftdruck auf hohen Bergen sich auszudehnen bestrebt. Hat der Mensch sich erst an die leichtere Luft auf hohen Bergen, d. h. also an den geringern Druck gewöhnt, so befindet er sich nicht selten unter diesem besser als in der Ebene, oder mindestens ebenso gut. Die Vögel, welche sich mitunter mit grösster Geschwindigkeit aus den höchsten Höhen herab in die Ebene senken, müssen natürlich im Stande sein, sich noch viel rascher, als der Mensch dies kann, den veränderten Druckverhältnissen anzupassen, da nicht blos ihre Lungen, sondern auch die pneumatischen Knochen und alle andern Lufträume ihres Körpers mit Luft erfüllt sind. Andererseits gibt es aber auch Thiere, welche mit Gasen erfüllte Hohlräume in ihrem Innern führen, doch aber nicht im Stande sind, so rasch wie die Vögel

oder selbst wie der Mensch, die Spannung, unter welcher jene Gase in bedeutenden Tiefen stehen müssen, zu verändern, wie es ein rasch erfolgender Wechsel in dem äussern. Druck verlangen würde; das sind die mit Schwimmblasen versehenen Fische. Ein hübsches Beispiel gibt der hier abgebildete Kilch des Bodensees ab. Dieser zu der Familie der Forellen gehörige Fisch ist eine gesuchte Speise. Er lebt nur am Grunde des bekanntlich sehr tiefen Sees und dem entsprechend steht das Gasgemenge in seiner Schwimmblase unter einer sehr bedeutenden Spannung. Mit Netzen werden diese Fische an die Oberfläche gebracht; hier kommen

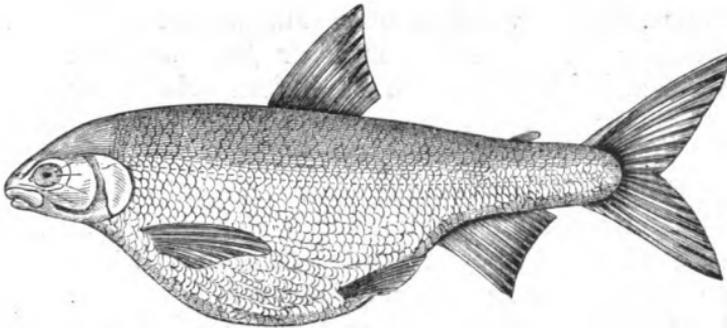


Fig. 82. Der Kilch des Bodensees (*Coregonus hiemalis*) mit der durch Ausdehnung der Luft in der Schwimmblase bewirkten Auftreibung des Bauches.

sie ausnahmslos mit stark aufgetriebenen Bäuchen an; die Luft in der Schwimmblase, nicht mehr unter dem Druck der hohen Wassersäule stehend, hat sich stark ausgedehnt und so jene unnatürliche Auftreibung des Bauches bewirkt, durch welche die Fische ganz unfähig gemacht werden zu schwimmen. In diesem Zustande sind natürlich die Kilche nicht fähig, lange zu leben. Aber die Fischer des Bodensees haben dagegen ein sehr einfaches Mittel: sie durchstechen mit einer feinen Nadel die Bauchdecke bis in die Schwimmblase hinein. Die Luft entweicht aus dieser Oeffnung mit Gewalt, der Bauch verliert seine Anschwellung und nun

sind die Fische im Stande, auch in ganz seichtem Wasser an der Oberfläche, also unter gänzlich veränderten Druckverhältnissen, genau so gut zu schwimmen, wie ihre an der Oberfläche lebenden Genossen. Der Kilch ist also an eine bestimmte Tiefe gefesselt, weil er nicht im Stande ist, die Spannung in seiner Schwimmblase entsprechend dem mit der Höhe der Wassersäule über ihm sich ändernden Drucke zu verändern. Da ferner der von innen nach aussen wirkende Druck bei dem Kilche gleich dem äussern ist oder ihm doch wenigstens sehr nahe kommen muss, so besteht auch für diesen Fisch und alle andern in ähnlichen Verhältnissen lebenden Formen das mechanische Problem nicht, welches oben angedeutet wurde. Berechtigung hat dasselbe nur für jene seltenen Fälle, wie sie z. B. der Walfisch zu liefern scheint, in denen ein Thier mit Lufträumen im Innern von der Oberfläche des Meeres her in grössere Tiefen hinabsteigt und dort längere Zeit verweilt; hier müssen offenbar Einrichtungen vorhanden sein, durch welche der üble Einfluss der zweifellos eintretenden Zusammendrückung der eingeschlossenen Luft paralytisch wird.

In den hier angeführten und andern ähnlichen Fällen der Einwirkung der Schwerkraft auf Thiere ist der Einfluss derselben offenbar nur ein auswählender; alle Individuen, welche nicht im Stande sind, sich den bestehenden Druckverhältnissen anzubequemen, werden zu Grunde gehen oder andere ihnen passendere Wohnorte suchen müssen. Aber es könnte die Schwere auch noch direct bestimmend einwirken, in ähnlicher Weise etwa, wie das Wachsthum der Wurzeln von Pflanzen oder die Structur der Unterseite der Blätter und andere Dinge direct von der Schwere abhängen. Die theoretische Möglichkeit dieses Einflusses ist nicht zu bestreiten; aber wir wissen sehr wenig über die Wirklichkeit desselben und über seine Ausdehnung. Auch kann es keinen Zweifel leiden, dass sich die Thiere durch ihre grössere Beweglichkeit in sehr hohem Grade

von ihm frei gemacht haben und von einer ähnlich weitgehenden Einwirkung, wie sie bei Pflanzen sicher nachgewiesen ist, könnte höchstens bei feststehenden Thieren, wie Korallen, Spongien, Moosthierchen und andern ähnlichen die Rede sein. Inwieweit bei diesen letztern die Schwere bestimmend einwirken mag auf die Gesamtgestalt der Colonien oder die Form der Einzelthiere und ihrer Organe, ist gänzlich unbekannt, und es ist auch schwer abzusehen, in welcher Weise es gelingen möchte, experimentell den Einfluss der Schwere auf solche Thiere festzustellen. Denn alle jene Einrichtungen, welche bei Pflanzen mit Erfolg angewendet werden, um die Schwerkraft für sich allein auf wachsende Pflanzen wirken zu lassen, können bei Thieren nicht angewendet werden, und wir sind, soweit sich absehen lässt, hier ganz allein auf die Deutung jener Experimente angewiesen, welche die Natur selbst mit den wachsenden Thieren in ihren normalen Lebensbedingungen anstellt. Es liegt auf der Hand, dass man dabei immer nur zu mehr oder weniger gewagten oder plausibeln Hypothesen gelangen wird; denn es kann nicht oft genug darauf hingewiesen werden, dass das Experiment allein im Stande ist, uns über die einer bestimmten Erscheinung im Wachsthum der Thiere zu Grunde liegenden Ursachen aufzuklären; alle aus den Erscheinungen allein und ohne das controlirende Experiment abgeleiteten Theorien über das Wachsthum der Thiere sind nur unsere Unkenntniss verhüllende und den Fortschritt hemmende geistreiche Aperçus. So hat man z. B. gesagt, dass die Schwerkraft auf die Wachstumsrichtung der Embryonen von Säugern bestimmend sei. Aber man hat dabei vergessen, dass in den meisten Fällen bei den lebendig gebärenden Thieren die Lage des Embryos im Uterus durchaus nicht constant bleibt, sondern im Laufe seiner Entwicklung in mannichfaltigster Weise sich verändert. Wäre hier die Schwere in der That von so bedeutendem Einflusse, wie manche anzunehmen scheinen, so könnten kaum

normal entwickelte Säugethiere geboren werden; denn wir wissen durch die ungemein ausführlichen Experimente von Marcel de Serres, dass Embryonen, welche normalerweise eine Gleichgewichtslage im Ei zu ihrer Entwicklung einnehmen, wie z. B. die der Vögel, vollständig und in unregelmässigster Weise deformirt werden, wenn man sie fortwährend in eine andere Lage bringt und dadurch die ursprüngliche Gleichgewichtslage aufhebt. Bei vielen Eiern wirbelloser Thiere schwebt der sich entwickelnde Embryo innerhalb der umgebenden Flüssigkeit, sodass bei einer etwaigen Umkehrung der ganzen Eihülle oder Gruppe von Eiern alle Embryonen wieder in dieselbe Lage kommen, da ihr Schwerpunkt, weil ausserhalb des Centrums liegend, immer wieder nach unten sinkt. Hier hat also die Schwerkraft offenbar die Aufgabe, jede Störung der Gleichgewichtslage zu verhüten; aber es fragt sich sehr, ob dadurch zugleich auch ein bestimmter Einfluss auf die Entwicklung des Embryos im Ei selbst gewonnen wird. Dass Gliedmaassen, wie unsere Arme und Beine, bei ihrem Gebrauch der Einwirkung der Schwere unterliegen, leidet keinen Zweifel; ebenso möglich wäre eine Einwirkung der Schwere auf dieselben Theile im wachsenden Embryo, solange er im Uterus liegt. Aber inwieweit dieser sicherlich bestehende Einfluss auch die normale Form der Thiere und ihrer Organe mit bestimmen hilft, ist gänzlich unbekannt und auch nicht durch rein theoretische Erörterungen festzustellen.

Darwin führt mehrere Fälle an, welche beweisen, dass selbst die Knochen der Schädel durch die Schwere oder sonst irgendwie auf sie ausgeübten Druck verändert werden können; Brandwunden und oft wiederholter Krampf in gewissen Muskeln haben die Gesichtsknochen verändert; derselbe Effect wird erreicht, wenn junge Menschen durch irgendeine Ursache gezwungen werden, ihren Kopf beständig in einer bestimmten Richtung zu halten; man glaubt, dass der Vorderkopf bei Personen, welche, wie z. B. die Schuhmacher, genöthigt sind, ihn

lange und stark vornübergebeugt zu halten, dadurch einen stark vorgewölbten Vorderschädel erhalten. Darwin hat ferner gezeigt, dass das Vorwärtsziehen eines Ohres bei langohrigen Kaninchen fast jeden Knochen des Schädels an der entsprechenden Seite vorwärts zieht, sodass dieser völlig unsymmetrisch wird. Ja selbst das wachsende Gehirn scheint durch den von ihm ausgeübten Druck einen entschiedenen Einfluss auf die Gestalt der umgebenden Knochen auszuüben. Aber in allen diesen Fällen und zahlreichen andern, die man noch aufzählen könnte, ist nur die Thatsache mit einiger Sicherheit constatirt, dass durch Druck und die Schwere der wachsenden Theile diese selbst, sowie die mit ihnen in Verbindung stehenden andern Organe modificirt werden können; ein bestimmtes Maass für diesen Einfluss ist in keinem Falle hergestellt worden, und wir erfahren dabei auch durchaus nicht, wie weit dieser Einfluss bestimmend war bei der Hervorbringung der normalen Formen jetzt lebender Thiere. Meines Wissens liegen bisjetzt nur wenig zahlreiche Versuche vor, die normale Form des Schädels von Wirbelthieren auf die Einwirkung solcher constanten Druckwirkungen zurückzuführen. Die bedeutendsten Versuche dieser Art sind wol von Lucae in seinen Studien über die Säugethierschädel und von Gudden in seiner Untersuchung des Wachsthums des Kaninchenschädels gemacht worden. Von einer experimentellen Behandlung dieser Frage sieht indessen Lucae ganz ab, und was wir von Gudden hierüber erfahren, ist, so wichtig es auch für den Mediciner, Physiologen und Anthropologen sein mag, einstweilen nicht in der für unsere Untersuchungen maassgebenden Weise zu verwerthen.

**Einfluss fester Körper.** Auch der Aggregatzustand fester Körper muss entschieden auf die in diesen lebenden grabenden oder bohrenden Thiere von Einfluss sein. Die äusserst empfindliche Nase eines Maulwurfs wird sicherlich eine ganz andere Structur haben, als die feste Schnauze eines Prairiehundes oder Dipus,

welche, wie ich aus eigenen Beobachtungen an gezähmten Exemplaren weiss, von ihnen zum Feststampfen der Erde in ihren Bauten benutzt wird. Die Anpassung der verschiedenen, so ungemein mannichfaltig gebauten Graborgane, wie sie bei Wirbelthieren und Wirbellosen vorkommen, an die ihnen gestellte Aufgabe ist eine so vollkommene, dass man leicht aus der Structur der Beine, welche vorzugsweise zu solchem Gebrauche bestimmt sind, auf die Art ihrer Benutzung schliessen kann; ja selbst die Gesamtform des Körpers wird dabei mit beeinflusst, wie z. B. bei den grabenden Dachshunden oder den cylindrisch geformten Bohrkäfern der Gattung *Bostrychus* u. s. w. Es ist klar, dass durch diese Beziehungen der Organisation bestimmter Thiere zu dem Widerstand, den sie durch ihre Umgebung finden, energische Mittel zur Auswahl gegeben sind, durch welche alle Individuen, welche nicht hinreichend stark sind, um den ihnen entgegenstehenden Widerstand zu überwinden, ausgeschieden werden müssen. Und da die Schwankungen in dem Aggregatzustand der Erde, des Holzes oder der Steine, in welchen solche Thiere leben, nur sehr unbedeutend sein können oder ganz fehlen, so muss sich leicht ein stabiles Gleichgewicht zwischen der Kraft der Graborgane und dem von diesen zu überwindenden Widerstand herstellen; Veränderungen der Umgebung, wie sie sonst leicht, z. B. in der Temperatur, der Luftfeuchtigkeit, dem Salzgehalt des Wassers, der Nahrung u. s. w. stattfinden können, werden hier nur höchst selten als Ursachen zur Umänderung der solcher Einwirkung ausgesetzten Thiere wirken können. Trotzdem müssen derartige, vom Aggregatzustand fester Körper abhängige Veränderungen der Organe vieler Thiere im Laufe ihrer phyletischen oder Stammesentwicklung stattgefunden haben; denn wenn, wie anzunehmen ist, die grabenden und bohrenden Thiere von ursprünglich nicht bohrenden oder grabenden abstammen, so müssen im Laufe der Veränderung der ursprünglich oberirdischen in die

unterirdische Lebensweise Bewegungsorgane, welche eigentlich zum Gehen, Laufen oder Schwimmen bestimmt und eingerichtet waren, diesen Gebrauch aufgegeben, einen neuen angenommen und dabei ihre Structur so verändert haben, dass sie in zweckmässigster Weise benutzt werden konnten. Wie aber eine solche aus innerm Antrieb erfolgende Veränderung der Gewohnheiten bestimmter Thiere nun auch die Umformung der structurellen Eigenschaften der in Betracht kommenden Organe hervorzurufen vermag, wissen wir nicht. Dass eine bestimmte Form der Bewegung oder die Stärke des zu überwindenden Widerstandes auch einen gewissen Einfluss auf die Kräftigkeit der benutzten Muskel und dadurch auch wieder auf die Widerstandsfähigkeit der stützenden Ansatzpunkte an den Knochen und somit auf den Bau des Skelets haben kann, ist bekannt. Aber zwischen der so mechanisch hervorgebrachten Veränderung eines Knochens während der Lebensdauer eines Individuums und zwischen der Veränderung, welche die Beine irgendeines frühern Säugethieres durchgemacht haben müssen, ehe aus ihnen der so ungemein auffallende Fuss eines Maulwurfs entstehen konnte, liegt eine durch unsere bisherigen Erfahrungen gänzlich unüberbrückbare Kluft. Das Einzige, was wir sagen können, ist dies: dass wirklich in der Natur der verschiedenen Thiere irgendeine uns unbekannte Ursache existiren oder existirt haben muss, durch welche sie mitunter veranlasst werden, ihre ursprünglichen Gewohnheiten aufzugeben oder zu verändern. Das auffälligste hierher gehörige Beispiel habe ich durch die beiden umstehenden Bilder erläutert. Man weiss seit langem, dass ein kleiner Krebs (*Limnoria terebrans*) in ähnlicher Weise wie der bekannte gefährliche Schiffsbohrer (*Teredo navalis*) die härtesten Holzarten (s. Fig. 83) angreift und nach allen Richtungen hin seine cylindrischen Wohnröhren einbohrt. Weniger bekannt aber dürfte es sein, dass dieselbe Krebsart auch sehr feste Kalksteine in derselben Weise angreift;

der Stein, von welchem in dem beigegebenen Holzschnitt (s. Fig. 84) ein kleiner Abschnitt gezeichnet wurde, ist von mir an der Küste von Irland aufgefunden unter Tausenden kleinerer und grösserer, welche in derselben Weise durch Myriaden des kleinen Bohrkrebsses durchbohrt waren. Leider war es mir nicht möglich, die Thiere damals genauer zu untersuchen, und ich konnte nur feststellen, dass es in der That die mir von Helgoland und andern Orten her wohlbekannte *Limnoria* sei, welche bei Irland auch den festesten Kalkstein nicht verschmäht. Vielleicht liessen sich durch genauere Untersuchung der in Holz und in Stein bohrenden Individuen derselben Krebsart gewisse Unter-

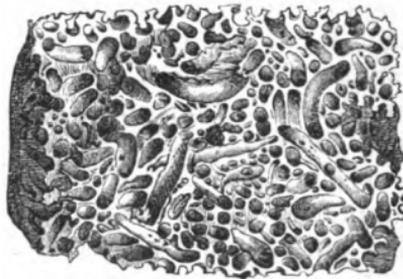


Fig. 83. Ein Stück Holz mit Bohrgängen der *Limnoria terebrans* von Helgoland.

schiede in der Structur der zum Bohren benutzten Organe auffinden, welche eine bestimmte Abhängigkeit derselben von der Festigkeit der durchbohrten Theile zu erkennen gäben. Auch von Seeigeln ist bekannt, dass gewisse Arten mitunter in sehr festen Steinen bohren, während sie an andern Orten dies nicht thun. In andern Fällen lässt sich leicht der die Gestalt der Thiere direct bestimmende Einfluss fester Körper nachweisen; dies ist bei sehr vielen festsitzenden und mit festen Schalen umgebenen Thieren der Fall. Viele Austern und ähnliche an Felsen und Holz oder zwischen Spalten der Steine sich ansiedelnde Muscheln passen ihre Schale oft sehr genau der Unterlage an, und die

so hervorgebrachte Gestalt der Muschel kann leicht eine constante und damit zu einem Speciescharakter werden, wenn die Unterlage für alle Individuen derselben Art immer die gleiche bleibt. Wie weit aber hier der bestimmende Einfluss des festen Gegenstandes geht, welcher die Schale gewissermaassen modelt, wissen wir auch wieder nicht; denn Experimente, welche schlagend bewiesen, dass in solchen Fällen die Kraft der Vererbung gar nicht und die modellirende Stärke der Unterlage ausschliesslich thätig gewesen sei, liegen nicht vor und wir sind daher auch noch nicht im Stande zu sagen, ob wir mit der an und für sich sehr plausibeln Erklärung solcher Beobachtungen auch in

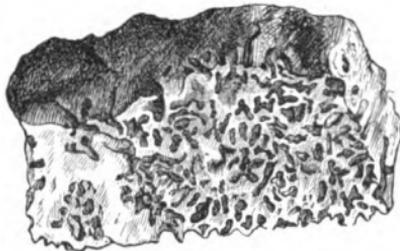


Fig. 84. Ein Stück dichten Kalkes mit Bohrängen der *Limnoria terebrans* von Irland.

jeder Beziehung das Richtige getroffen haben. Man müsste, um die gewöhnliche und auch wahrscheinlich richtige Deutung solcher Schalenformen ganz sicherzustellen, durch das Experiment zeigen, dass Muschelarten, welche bisher auf einer bestimmten Unterlage lebten, die ihnen durch diese gegebene Form der Schale verlören, sowie ihre Jungen gezwungen würden, sich auf anders gestalteten Unterlagen anzusiedeln und ferner, dass sie regelmässig, je nach der verschiedenen Art der neuen Unterlage, auch davon abhängige und ganz verschiedene Formen anzunehmen bestimmt werden könnten. Die in dieser Richtung mit den Austern angestellten Experimente beweisen nun allerdings, dass für diese ein gewisser und ziemlich weitgehender Ein-

fluss der Unterlage besteht. Nichtsdestoweniger geben aber auch diese keinen genügenden Aufschluss über das Maass dieser nicht zu bestreitenden mechanischen Einwirkung.

Noch schlimmer aber steht es mit andern Einwirkungen, die in keiner Weise zu leugnen, trotzdem aber bisher für uns ganz unfassbar geblieben sind. So leidet es wol kaum einen Zweifel, dass die elektrische Spannung der Luft oder der Erdmagnetismus eine Einwirkung auf die Thiere haben müssen, und die Versuche mangeln auch nicht, gewisse Erscheinungen aus dem Leben der Thiere auf diese Ursachen zurückzuführen. So war man beispielsweise eine Zeit lang der Ansicht, dass die Wanderrichtung der Wandervögel sich nach der Lage der magnetischen Pole im alten und im neuen Continent richte; eine Meinung, welche freilich nach dem so verführerischen und doch meist so sehr irreleitenden Grundsatz des *Post hoc, ergo propter hoc* aufgestellt worden zu sein scheint. Man muss es daher mit Freude begrüßen, dass die neueste gründliche Arbeit über das Wandern der Vögel von Palmèn diese mystische Kraft der magnetischen Pole in das Bereich der Fabel versetzt. Auch in Bezug auf die geahnten, aber unfassbaren Wirkungen der atmosphärischen Elektrizität sind wir unfähig, einen Ausspruch zu thun; dass Entladungen derselben (Blitze) Thiere zu tödten im Stande sind, ist eigentlich das einzig Sichere. Aber dies ist natürlich von keiner Bedeutung, da es nie zu einem die Entstehung neuer oder das Ausrotten alter Thierformen bedingenden Moment werden kann; hier kämen nur die für viele Thiere vielleicht gar nicht bemerkbaren schwachen elektrischen Spannungen der Luft in Betracht, da diese allein von wirklich constantem Einfluss zu werden vermöchten. Man hat ferner, so namentlich in Frankreich, in letzter Zeit angefangen, die Einwirkung elektrischer Ströme auf Thiere und auf ihre Entwicklung zu untersuchen, und man ist dabei bereits zu recht bemerkenswerthen Resultaten

gekommen. So hat z. B. Onimus gefunden, dass die Froscheier sich am negativen Pol eines constanten Stromes rascher entwickeln als am positiven; Wagner will einen veränderten Einfluss der Elektrizität auf die Farben und die Flügelform der Schmetterlinge bemerkt haben. Diese, wie andere Bemerkungen von Pigeon, Chauveau u. s. w. gestatten indessen einstweilen gar keine Anwendung auf die allein uns hier interessirende Frage; denn dazu müsste vor allem erst einmal gezeigt oder wenigstens wahrscheinlich gemacht werden, dass auch bei dem normalen Wachsthum der Thiere die Elektrizität überhaupt von bestimmendem und bestimmbarem Einfluss sei, was durch die eben angedeuteten Experimente nicht geschehen ist.

---

## DRITTER ABSCHNITT.

### Die Einflüsse der lebenden Umgebung.

---

#### ELFTES KAPITEL.

##### Umformender Einfluss lebender Organismen auf Thiere.

Einleitende Bemerkungen. Es liegt auf der Hand, dass alle Thiere ohne Ausnahme in gewissem Grade gleichzeitig abhängig sind von verschiedenen Thieren sowol als auch von Pflanzen; denn selbst solche Species, die z. B. in Bezug auf ihre Nahrung ganz ausschliesslich von einer bestimmten Art von Nahrungspflanze abzuhängen scheinen, stehen indirect durch diese einseitige Abhängigkeit doch auch wieder unter dem Einfluss anderer und oft sehr zahlreicher Organismen. Beispiele solcher complicirten Abhängigkeitsverhältnisse sind jedermann bekannt genug; dies überhebt mich auch der Nothwendigkeit, alles das noch einmal zu wiederholen, was so oft und mit solchem Nachdruck von Darwin und andern in dieser Beziehung an den verschiedensten Stellen gesagt worden ist.

Mitunter wirken Veränderungen dieser complicirten Beziehungen wie man weiss geradezu zerstörend auf die eine oder andere Thierart ein. Wird z. B. die Futterpflanze einer streng monophagen Species durch

irgendeinen Zufall ausgerottet, so wird diese Thierart, nothwendig zu Grunde gehen müssen. Werden Pflanzen, von denen als von ihrer Nahrung irgendwelche Thiere abhängen, beeinflusst und umgebildet durch eine zufällig eintretende Veränderung in der Temperatur, Feuchtigkeit der Luft oder Bodennahrung, so werden auch die auf und von dieser Pflanze lebenden Thiere die Aenderung empfinden müssen und vielleicht infolge dessen zu Grunde gehen. Würden ferner Insekten, deren Aufgabe es ist, gewisse Pflanzen zu befruchten, ausgerottet werden, so müssten unbedingt auch die andern, als Schmarotzer auf den Pflanzen lebenden Thiere in verschiedenartiger Weise dadurch betroffen werden. Einige ganz monophage Arten würden vollständig verlitgt werden; polyphage Species würden sich wahrscheinlich, ohne im mindesten darunter zu leiden, den veränderten Nahrungsmitteln und Lebensweise anzupassen verstehen; noch andere endlich, wenn sie auch nicht ausgerottet würden, sähen sich doch wol in irgendeiner Weise durch die Aenderung ihrer Nahrung beeinflusst und dieser Einfluss könnte sich sehr gut in einer gewissen Veränderung der Structur ihrer Organe äussern. Wir haben im Kapitel über die Nahrung einige Beispiele dieser Art kennen gelernt; es ist daher überflüssig, noch länger hierbei zu verweilen, um so mehr, als wir die Nahrung als eine der todten Existenzbedingungen betrachtet haben.

Aber die Wechselbeziehungen zwischen lebenden Organismen bedingen noch andere Anstösse zu Veränderungen, welche in keiner Weise mit jenen durch die Nahrungsmittel hervorgerufenen vereinigt werden können, obgleich diese auch dem organischen Reiche entnommen werden. So gibt es z. B. ungemein innige Beziehungen zwischen den verschiedenen Individuen derselben Art und zwischen den beiden Geschlechtern einer solchen; viele Thiere hängen direct ab von andern, obgleich sie diese durchaus nicht als Nahrungsmittel benutzen; dahin gehören z. B. die sogenannten Commensalisten,

welche ihre Wohnthiere oder deren Organe nicht fressen, obgleich sie dieselben häufig als Mittel benutzen, sich die ihnen zusagende Nahrung zu verschaffen.

In der Regel sind die so miteinander in Beziehung gesetzten Arten gegenseitig voneinander abhängig. Wenn etwa ein Parasit, wie das oft genug bei parasitischen Würmern und Krebsen der Fall ist, nur die innern Keimdrüsen des Wohnthieres zerstört, so wird dieses letztere dadurch durchaus nicht unfähig gemacht zu leben, wol aber seine Art fortzupflanzen. So habe ich z. B. nie gehört, dass bisjetzt ein mit parasitischen Cirrhipedien der Gattung *Peltogaster* behafteter Einsiedlerkrebs (*Pagurus*) jemals gleichzeitig mit dem Parasiten Eier an den Füßen seines Hinterleibes getragen hätte. Nichtsdestoweniger wachsen sie und sind wenigstens anscheinend durchaus gesund. In ähnlicher Weise zehren sehr oft eigenthümliche Larven gewisser zu der Klasse der Trematoden gehörigen Würmer die Keimdrüsen der Teichhornschnecken so vollständig auf, dass diese weder zur Begattung, noch auch zur Eiablage mehr fähig sind; trotzdem aber leben sie ebenso gut, wie die nicht von Parasiten besetzten Individuen, und sie erreichen, wie aus der Grösse ihrer Schalen zu folgern ist, das gleiche Alter wie diese.<sup>1</sup>

Nun ist es eine Thatsache, dass in den meisten Fällen der Einfluss eines lebenden Thieres auf ein anderes lebendes nur auswählender Art ist. Ein umbildender dagegen tritt und kann nur dann auftreten, wenn die beiden miteinander in Beziehung tretenden Arten in directe körperliche Berührung miteinander kommen. In solchen Fällen findet aber wol immer zuvor ein auswählender Einfluss statt. Wäre z. B. eine bestimmte Art Einsiedlerkrebs für alle im Meere herum schwimmenden Larven von parasitischen Krebsen ein gleich guter Wirth, so würde sie wahrscheinlich sehr bald vollständig vernichtet werden; und die Existenzfähigkeit der Parasiten selbst hängt somit nicht blos

davon ab, dass sie im Stande sind, sich auf dem ihnen zusagenden Wirth anzusiedeln, sondern auch von der Auswahl, welche dieser letztere unter allen seiner Liebenswürdigkeit gebotenen, aber nicht erbetenen Gäste auf irgendeine Weise zu treffen vermag.

Der umbildende Einfluss lebender Organismen auf lebende Thiere. In einem frühern Kapitel haben wir bereits einen hierher gehörigen Fall kennen gelernt: die auf gewissen Korallen durch die Vergesellschaftung mit einigen Krebsen erzeugten Gallen. In diesen Fällen scheinen die Krebse nicht sonderlich durch ihre Wirthe beeinflusst worden zu sein, wenn man nicht geneigt wäre, die flache Gestalt des *Hapalocarcinus* oder die cylindrische Form des *Lithoscaptus* auf eine directe mechanische Beeinflussung durch die Eigenthümlichkeiten des speciellen Wohnortes zurückzuführen. Die Korallen dagegen zeigen eine von der normalen so sehr und in so eigenthümlicher Weise abweichende Richtung ihres Wachstums, im Einzelnen wie in der Gesammtheit, dass hier der, zugleich reizende und hemmende Einfluss der Parasiten auf ihre Wirthe ganz unverkennbar zu Tage tritt. Man kennt eine nicht unbedeutende Zahl ähnlicher Fälle. Einzelne Seespinnen (*Pycnogonida*) erzeugen ganz ähnliche, aber völlig geschlossene Gallen (s. Fig. 85) an den Stämmen eines kleinen Polypen, wie Hodge mittheilt. Alle Larven unserer Süßwassermuscheln bedürfen zu ihrer weitem Entwicklung, nachdem sie das Mutterthier verlassen haben, der Anheftung an die Haut eines Fisches; hier erregen sie eine Wucherung der Haut, welche sich allmählich zu einer mit unbewaffnetem Auge schon erkennbaren Kapsel abrundet, in deren Höhlung die Larve Monate lang lebt und ihre Metamorphose in die echte Muschel durchmacht. In die gleiche Kategorie gehören auch die an den verschiedensten Pflanzen von den sogenannten Gallinsekten hervorgebrachten Gallen.

Man hat sich nun gewöhnt, in allen solchen Fällen die erzeugte Abweichung von dem normalen Wachstum

als Resultat einer Krankheit, als pathologisch anzusehen, gewiss nicht ganz ohne Recht, da man weiss, dass sie meistens nur mehr oder weniger häufige Ausnahmen bilden. Angenommen aber die Wechselbeziehung zwischen den beiden Thieren oder der Pflanze und dem Thier wären derart, dass beide in gleichem Maasse

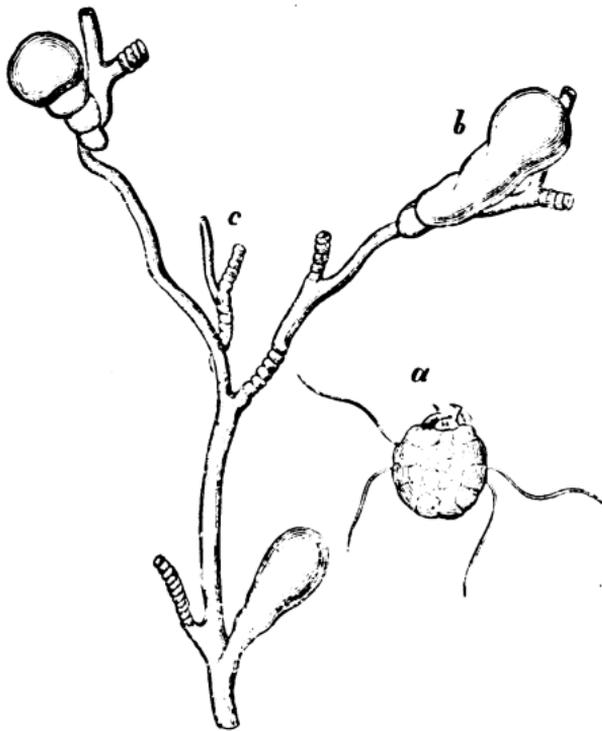


Fig. 85. Stück eines Stammes (c) eines Hydroidpolypen (*Campanularia*), mit gänzlich geschlossenen birnförmigen Gallen (b), in deren Höhlung die Larve (a) einer Seespinne (*Pycnogonide*) lebt.

voneinander abhängig wären, sodass das eine nicht ohne das andere zu existiren vermöchte, so würde offenbar die durch die Vergesellschaftung erzeugte Abweichung vom normalen Wachstum nicht mehr als pathologisch zu betrachten sein. Man würde sogar diese anscheinende Abnormität als eine Eigenschaft oder Charakter der Species anzusehen haben, da sie ja regelmässig an

jedem einzelnen Individuum auftreten müsste. Die Constanz der Ursachen, welche zuerst zu einer Vergesellschaftung beider Thierformen führten, würde nothwendigerweise auch die Constanz der Abweichung bedingen; und es hinge somit die Umbildung pathologischer Producte in normale ganz allein von der nie unterbrochenen Constanz der bewirkenden Ursachen ab. Dasselbe Resultat gewannen wir bei Untersuchung der Veränderungen an Thieren, wie sie durch die erste Gruppe der äussern Existenzbedingungen hervorgerufen werden konnten: jede durch eine Veränderung in Temperatur oder Nahrung, in der Richtung und Stärke der Ströme oder im Salzgehalt des Wassers u. s. w. hervorgebrachte Variation muss immer wieder auftreten, also constant bleiben oder vielleicht gar gesteigert werden, solange die bewirkenden Ursachen unverändert blieben. Es gibt nun in der That auch längst bekannte Fälle normal gewordener pathologischer Veränderungen an Thieren, deren bewirkende Ursachen nur in der Vergesellschaftung zweier verschiedenen Thierarten liegen können; diese und einige neue oder doch sehr wenig beachtete Fälle wollen wir hier nun untersuchen.

In den tropischen Meeren lebt eine sehr eigenthümliche Gattung kleiner Korallen, genannt *Heteropsammia* (s. Fig. 86), deren Individuen ganz regelmässig einen Wurm (*Aspidosiphon*) beherbergen; dieser gehört zu der Klasse der Sipunculiden. Es ist schwer zu begreifen, welchen Vortheil beide Thiere von ihrer Vergesellschaftung haben können; doch muss dies wol der Fall sein, da nie eine Koralle ohne jenen Wurm gefunden wird. Ich habe selbst zahlreiche Exemplare der *Heteropsammia* *Michelini* im philippinischen Meere gefischt und nicht eins ohne den Wurm gefunden; ebenso geht aus den Abbildungen und Beschreibungen anderer Arten derselben Gattung hervor, dass überall das Wohnloch des Gastes der Koralle gefunden wurde. Nun ist ferner die Gegenwart des Sipunculiden die Ursache einiger sehr auffallender Abnormitäten im Bau

der von ihnen bewohnten Korallen; Eigenschaften, welche man geradezu als spezifische Charaktere der betreffenden Arten oder der Gattung angesehen und beschrieben hat. Bei den jüngern Exemplaren ist die Basis der frei lebenden Koralle kaum grösser, als der Umfang des Kelchs; bei den völlig ausgewachsenen dagegen ist jene sehr viel grösser. Dies ist der erste Gattungscharakter, welcher durch die Anwesenheit des fremden Thieres hervorgerufen zu sein scheint. Denn das letztere setzt sich an der Basis der ganz jungen Koralle an und wächst mit dieser fort, aber wie es scheint schneller als jene, sodass der Wurm, um nicht

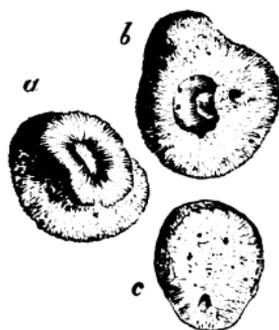


Fig. 86. *Heteropsammia Michelini*. *a* von oben mit dem verbreiteten Fuss; *b* von unten mit theilweise geöffneter Wohnröhre des Sipunculiden; *c* gleichfalls von unten, aber intact, um die grosse Eingangsöffnung der Wohnröhre und die kleinen Nebenöffnungen zu zeigen.

bei seinem raschen Wachsthum allmählich über die Basis hinauszuwachsen, nun sich in einer Spirallinie krümmen muss. Dabei aber scheint er die Basis der Koralle zugleich so zu reizen, dass sie stärker als der eigentliche Kelch wächst, und so kommt es, dass allmählich die Basis den Kelch bedeutend überragt. In ganz ähnlicher Weise werden verschiedene andere Korallen durch andere parasitische Krebse beeinflusst; *Diaseris Freycineti* durch einige Cirrhipeden, deren Schale gleichfalls von dem sich abnorm ausbreitenden Fuss der *Diaseris* oft recht weit umwachsen wird. Auch die Gattung *Heterocyathus* (s. Fig. 87) wird in einzelnen

ihrer Arten ganz so wie *Heteropsammia* von *Sipunculiden* bewohnt und in ihrem Wachsthum verändert. Selbst an den fossilen Arten dieser Gattung bemerkt man sehr häufig Löcher in ihrem Fusse, welche kaum etwas anderes gewesen sein können, als solche Wohnlöcher von *Sipunculiden*.<sup>2</sup> Daneben gibt es freilich auch Arten derselben Gattung *Heterocyathus*, welche sich auf wirklichen Schneckenschalen ansiedeln; die Thiere, welche diese erzeugten, sind immer todt und die Höhlung der todten Schale wird regelmässig eingenommen von einem andern *Sipunculiden*. In diesem

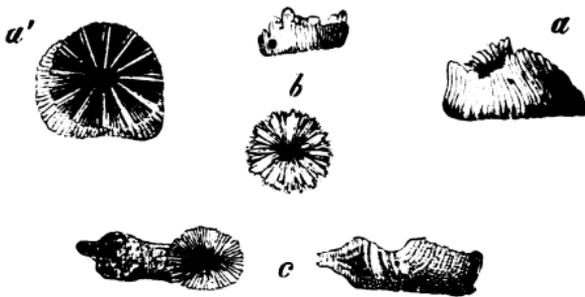


Fig. 87. a, a' *Heterocyathus philippinensis*, ein erwachsenes Exemplar; bei a sieht man ein vom *Sipunculiden* herrührendes Loch in der sonst ganz massiven Wand des Kelchs; b ein junges Individuum derselben Art, welche das Endloch der Wohnröhre des *Sipunculiden* zeigt; es liegt hier in der Seitenwand, geräth aber allmählich bei fortschreitendem Wachsthum der Koralle auf ihre Unterseite; c *Heterocyathus parasiticus*, eine auf einer Schnecke *Cerithium* sp. angesiedelte Species.

letztern Falle aber hat der Wurm keinen Einfluss auf das Wachsthum der Koralle gewonnen; diese folgt ganz und gar dem Wachsthumsgesetze ihrer Art, das höchstens bis zu einem gewissen Grade dadurch verändert wird, dass die Koralle, um möglichst festen Halt zu gewinnen, sich mit ihrem Fussblatt etwas mehr, als ihr sonst eigen zu sein scheint, über die Schale hinüberzieht.

In den Gattungen *Heteropsammia* und *Heterocyathus* wird aber zweitens auch noch ein anderer Charakter der Gattung durch den *Sipunculiden* in sehr eigenthümlicher Weise verändert. Alle mit solchen Würmern

behafteten Species der beiden Gattungen zeigen nämlich sowol an der Unterseite des Fusses als auch an seinen Seitentheilen eine sehr verschieden grosse Zahl von Löchern, welche in allen systematischen Werken als specifische oder gar als Gattungsmerkmale beschrieben und besonders hervorgehoben werden. Diese Löcher aber stimmen gar nicht mit den Eigenthümlichkeiten der Familien überein, denen jene Gattungen angehören; denn bei *Heterocyathus* sollte eigentlich die Seitenwand der Koralle ganz ohne Löcher sein, und bei *Heteropsammia*, welche zu der Gruppe mit porösen Wandungen der Koralle gehört, sind die hier besprochenen Löcher völlig verschieden von denen, welche der Koralle selbst eignen. In beiden Fällen werden die in der beige-fügten Abbildung (s. Fig. 86) deutlich erkennbaren Löcher durch den Wurm hervorgebracht; dies beweist ihre Unregelmässigkeit in der Zahl sowol als in der Stellung; sie führen direct in die spiralig gewundene Höhlung, in welcher der Wurm lebt, und sie folgen genau der Wachstumsrichtung des letztern; dasjenige, welches am nächsten der Mündung der Wohnröhre steht, aus welcher der Wurm seinen Kopf hervorstreckt, steht genau da, wo es stehen müsste, wenn es nach der Lage des Afters am Wurme dazu dienen würde, dem Koth des letztern nach aussen einen Weg freizuhalten. Endlich stehen diese Löcher in keiner Verbindung mit den Hohlräumen der Koralle selbst.

Das vergrösserte Fussblatt also und die an der Basis oder den Seiten der Korallen zu beobachtenden grossen Löcher sind auf dieselbe Weise entstanden wie die oben besprochenen pathologischen Auswüchse an Thieren und Pflanzen; dies wird vor allem dadurch bewiesen, dass bei jenen *Heterocyathus*, welche sich auf einer Schneckenschale angesiedelt haben, keine solchen Löcher in der Koralle erzeugt werden. Da sie aber durchaus constant sind — denn bisjetzt ist kein Exemplar einer Art ohne diese Löcher gefunden, in welcher nachgewiesenermaassen ein *Sipunculide* als Commensal

lebt — da sie also absolut constant sind, so treten sie häufig in der Gestalt oder Verkleidung eines echten Speciescharakters auf.

Vor langen Jahren wurde von Steenstrup ein sehr interessanter Fall von Vergesellschaftung zwischen einem Mollusk und einer Koralle beschrieben. Die jungen *Rhizochilus antipathum* Steenst. (s. Fig. 88) haben ganz und gar das Aussehen und die Charaktere eines echten *Buccinum*; nachdem sie eine bestimmte Grösse erreicht haben, siedeln sie sich auf den dünnen Stämmen einer Hornkoralle, einer sogenannten *Antipathes*, an; hier nun verändern sie mit einem male die normale Wachs-

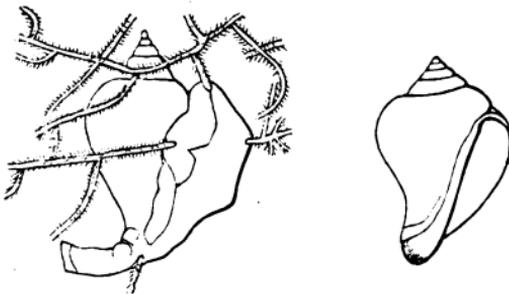


Fig. 88. *Rhizochilus antipathum* Steenst; rechts die freie Jugendform der Schale, ganz *Buccinum* ähnlich; links die Schale eines alten Thieres, an den Aesten einer *Antipathes* mittels des unregelmässig geformten Schalenrandes festgewachsen.

thumsweise derartig, dass es ganz unmöglich ist, irgendein anderes Mollusk zu nennen, bei welchem eine ähnliche Aenderung des Wachsthums im spätern Lebensalter stattfände; sie treiben nach allen Richtungen hin Fortsätze, mit denen sie die Koralle umklammern, in der Weise, wie es die nach Steenstrup copirte Abbildung hierneben zeigt, sodass schliesslich die Schnecke ihre freie Beweglichkeit verlierend sich gewissermaassen an den *Antipathes* vor Anker legt. Welchen Nutzen die Schnecke hiervon haben kann, ist schwer zu sagen; aber man darf die Hypothese aufstellen, dass ein solcher vorhanden sein müsse und auch, dass das zufällig einmal eintretende Verwachsen einer echten *Buccinum*art

mit den dünnen Zweigen einer Gorgonide zur Ausbildung dieser wunderbaren Gewohnheit geführt haben.

Gewisse parasitisch lebende Krebse bieten ein anderes Beispiel solcher eigenthümlichen Beeinflussung eines Thieres durch das andere. Die Peltogasterarten leben oft angesiedelt auf dem weichen Hinterleibe der Einsiedlerkrebse; hier nehmen sie immer eine solche Form an, wie sie ihnen durch die Gestalt ihres Wirthes und deren Wohnung vorgeschrieben ist. Die Pachybdellen leben dagegen vorzugsweise am Hinterleibe von Krabben und zwar immer an der Unterseite desselben, welchen die Krabben bekanntlich immer nach vorn gegen die Unterseite des Vorderkörpers angedrückt tragen. Man findet sie fast ausschliesslich am Abdomen der weiblichen Krabben. Es sind (s. Fig. 12) immer etwas plattgedrückte Säcke, welche mit ihren beiden breiten Seiten den Flächen des Unterleibes der Krabbe dicht anliegen; ihre Kanten sind, wenn man den Parasiten in seiner natürlichen Lage betrachtet, der Form des Krabbenkörpers vollständig angepasst und daher auch ganz symmetrisch entsprechend der seitlichen Symmetrie des Krabbenkörpers. Die Structur der einen flachen Seite der Pachybdellen ist meist ganz verschieden von derjenigen der andern. Man hat nun die eine dieser flachen Seiten bisher immer als die natürliche Rückenseite, die andere als die Bauchseite der Pachybdella aufgefasst, aber ganz mit Unrecht, wie die sorgfältigen Untersuchungen von Professor Kossmann gezeigt haben.<sup>3</sup> Jene alte Ansicht schien ganz sichergestellt zu sein durch die Anwesenheit eines grossen Loches, welches man allgemein als den Mund ansah, und es lässt sich nicht leugnen, dass durch diese Oeffnung und den gerade gegenüberstehenden Stil, mit welchem sie sich an den Unterleib der Krabben ansetzen, eine Mittellinie des Körpers bezeichnet zu sein schien, welche leicht gestattete, das Thier analog den bei den meisten andern Formen zu beobachtenden Verhältnissen in zwei vollständig symmetrische rechte und

linke Hälften zu theilen. Nach Kossmann's Beobachtungen und genauer Untersuchung der bis dahin nur ganz ungenügend bekannten innern Anatomie dieser Thiere leidet es nun aber keinen Zweifel mehr, dass die flachen Seiten in der That nur den Seiten des Körpers entsprechen und dass die beiden ganz gleichgestalteten Kanten den Rücken und den Bauch der Thiere bezeichnen. So erinnern diese Thiere in etwas an die auch von den beiden Seiten her stark zusammengedrückten Schollen, bei welchen ja auch Rücken und Bauch scharfkantig, die linke und die rechte Seite aber flach und sehr breit sind. Beide liegen dem entsprechend immer auf der Seite, bald auf der linken, bald auf der rechten.

Ich kann der Versuchung nicht widerstehen, eine Erklärung dieses wunderbaren Verhältnisses durch eine von Kossmann aufgestellte Hypothese anzubahnen. Die Larven aller Cirrhipeden, zu welchen auch die Pachybdellen gehören, unterscheiden sich von denen der nächstverwandten Krebse dadurch, dass sie ein zweites Larvenstadium durchlaufen müssen, ehe sie die Form des geschlechtlich werdenden Thieres annehmen; während desselben haben sie zwei Schalen, welche ebenso wie die Schalen der Muscheln an dem Rückenrande durch ein elastisches Band miteinander verbunden sind. In diesem Stadium setzen sich höchst wahrscheinlich die Thiere an das Abdomen einer Krabbe an; diese aber zwingt nun die Larve, sich auf eine Seite zu legen, da zu einer senkrechten Stellung der cyprisförmigen Larve kein Platz ist zwischen der Haut der Brust und des Abdomens der Krabbe. Da sie sich ferner fast ausnahmslos genau in der Mitte des Hinterleibes der Krabbe ansetzen und bald darauf die harten Larvenschalen abgeworfen werden, um der ziemlich weichen definitiven Haut Platz zu machen, so werden die Rücken- wie die Bauchseite der Pachybdella in ganz gleicher Weise ausgewachsen können und es ist daher mechanisch leicht erklärlich, dass beide Kanten infolge der symmetrischen

Gestalt des Krabbenhinterleibes auch symmetrisch gebildet werden. Bei den meisten Thieren aber sind Rücken und Bauch nicht einander symmetrisch, dagegen sind gewöhnlich die rechte und die linke Seite symmetrisch gebaut. Wenn nun aber z. B. die linke Seite der Pachybdellenlarve sich an die Brust der Krabbe anlegt und ihre rechte an die Fläche des Abdomens, so wird es nicht wundernehmen, wenn man findet, dass beide sonst bei andern Thieren gleichgebauete Seiten des Körpers hier infolge des ungleich auf sie ausgeübten Druckes auch ungleich ausgebildet werden und die normale Symmetrie verloren geht. Dies ist aber wirklich der Fall, wie auch wieder Kossmann gezeigt hat: die Sculptur und die Haare der äussern Haut sind bei manchen Arten von Pachybdellen auf der linken und rechten Fläche in sehr hohem Grade verschieden ausgebildet. Es ist dadurch die Parallele mit den Verhältnissen bei den unsymmetrischen, auf einer Seite schwimmenden Schollen noch schärfer hergestellt; doch ist bei diesen letztern die bei den Pachybdellen eintretende falsche Symmetrie zwischen Bauch und Rücken nur in geringerm Grade ausgeprägt.

Diese hier versuchte Erklärung der Entstehung jener falschen Symmetrie bei den Pachybdellen setzt aber gewissermaassen voraus, dass immer nur ein Individuum zur Zeit an derselben Krabbe sich anhefte; denn nur dann wird der letztern Hinterleib im Stande sein können, die wachsende Pachybdella in die bestimmte Form zu pressen. Meistens findet man denn auch nur ein Exemplar an jeder Krabbe. Wenn aber, wie es mitunter, obgleich sehr selten, geschieht, sich mehr als eine Larve an den Hinterleib der Krabbe nahezu gleichzeitig ansetzen, so würden diese sich in ihrer durch die Form des Krabbenhinterleibes bestimmten Wachstumsweise gegenseitig hindern müssen, und wir dürften dem entsprechend erwarten, jene falsche Symmetrie in solchen Fällen auch wieder verschwinden zu sehen, da die mechanisch die Gestalt der Pachybdella bedingenden

Ursachen nun nicht mehr auf diese in gleicher Weise wirken können. Diese Erwartung bestätigt sich aber nicht; in dem hier beigelegten Holzschnitt ist der Hinterleib einer Krabbe abgebildet, welche drei solcher ungerufenen Gäste mit sich herumtrug, und obgleich eine gewisse Unregelmässigkeit der Gestalten und Ungleichheit der drei Parasiten deutlich zu erkennen ist, so ist andererseits doch auch die falsche Symmetrie an allen dreien gleichmässig und gut ausgebildet. Dies beweist, dass in diesem Falle die durch Druck erzeugte

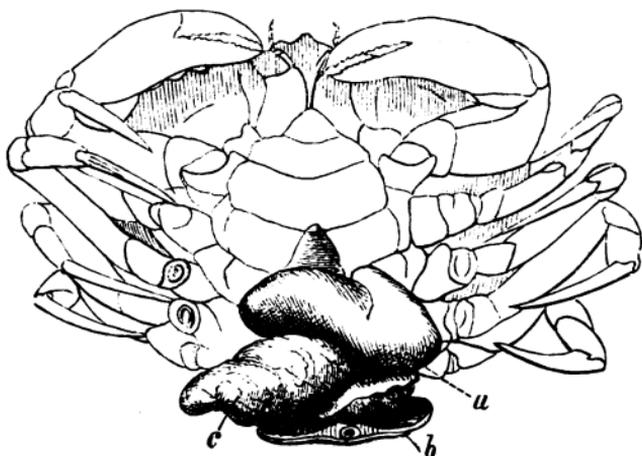


Fig. 89. Ein Exemplar von *Carcinus maenas* von Helgoland mit drei Individuen des Schmarotzers *Sacculina carcini*. Alle drei zeigen, trotz ihrer etwas unregelmässigen Gestalt, die falsche Symmetrie, welche der Gattung *Sacculina* eigen ist.

falsche Symmetrie schon erbliche Eigenschaft der Thiere geworden ist, denn sonst müsste sie hier wieder verschwunden sein. Ein wahrscheinlich anfänglich abnormer, pathologischer Charakter dieser Species scheint also hier in der That zu einem normalen, durch Vererbung übertragbaren geworden zu sein.

Ein noch wunderbarer Beispiel derselben Art ist vor längerer Zeit schon vom Grafen Pourtalès beschrieben worden. Auf einer seiner Schleppnetzfahrten im Westindischen Meere entdeckte er eine Hornkoralle

(s. Fig. 90), mit welcher ganz regelmässig ein Ringelwurm vergesellschaftet ist. Dieser aber lebt in einer Röhre, welche durch abnorme, aber bei dieser Art absolut normal gewordene dünne Aeste des Polypen gebildet wird; sie verbinden sich in ziemlich engen Maschen miteinander und erzeugen so einen cylindrischen Hohlraum, welcher mit seiner Längsachse an dem Hauptstamm der *Antipathes* ansitzt. Unter den zahlreichen, von Pourtalès aufgefundenen Exemplaren war nicht eins ohne die Röhre, und es ist somit hier dasselbe eingetreten, wie in den andern Fällen: eine abnorme, durch veränderte Richtung des Wachstums hervorgerufene Eigenthümlichkeit ist durch die Con-



Fig. 90. *Antipathes filix* Pourt. Eine vom Grafen Pourtalès im Westindischen Meere entdeckte Hornkoralle, welche durch die regelmässige Vergesellschaftung mit einem Ringelwurm gezwungen wird, um diesen eine Röhre zu bauen. Deep sea corals.

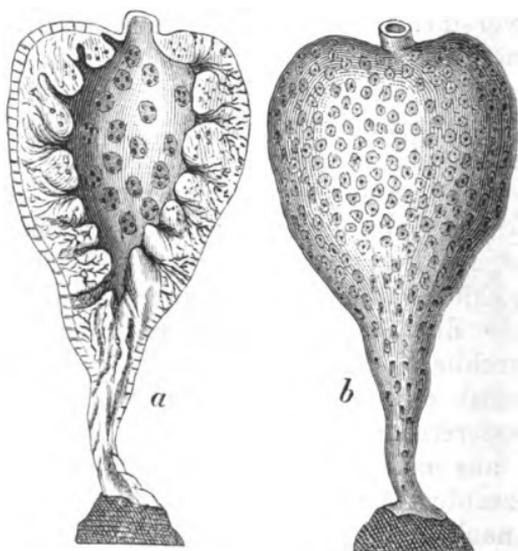
stanz der bewirkenden Ursachen zu einem constanten, die Species charakterisirenden Kennzeichen geworden.

Ich kann mir schliesslich nicht versagen, hier noch einen sehr eigenthümlichen und auch bisjetzt nur wenig beachteten Fall von Vergesellschaftung zweier Organismen zu schildern, welcher sich eng an den allgemeiner bekannten der Flechten unter den Pflanzen anschliesst. Diese letztern werden ja nach Schwendener's Vorgang als Colonien von echten einzelligen Algen und Pilzen betrachtet, und wenn auch einzelne Botaniker ihren Widerspruch gegen diese Auffassung noch immer aufrecht erhalten, so scheinen sie doch nach den neuesten Untersuchungen über diesen Gegenstand gar kein Recht mehr dazu zu haben.

Zu den Thieren zählt man jetzt ganz allgemein die Schwämme oder Spongien, welche aber nicht mit den essbaren Schwämmen zu verwechseln sind; die letztern sind nämlich echte Pflanzen. Die Weichtheile der thierischen Spongien bestehen ausschliesslich aus Zellen, die sich fast nirgends zu besondern Organen, wie sie den höhern Thieren zukommen, zusammenlegen. Meist sind diese Weichtheile durch ein von den Zellen ausgeschiedenes Netzwerk von Fasern verschiedenartigster Structur verstärkt. Alle Theile zusammen bilden bei denjenigen Formen, welche man als die einfachsten, typisch entwickelten anzusehen gewohnt ist, einen an einem Ende festgewachsenen Trichter, dessen freies Ende eine grosse in einen centralen Hohlraum führende Oeffnung trägt. Diese letztere wollen wir der Kürze halber den Mund der Spongie nennen. Ausserdem aber steht die innere Höhlung mit dem umgebenden Wasser in Verbindung durch ein System feiner Kanäle, welche die Seitenwände des Schwammtrichters überall in grosser Anzahl durchbrechen. Durch das so gebildete Röhrensystem kreist ein von den Zellen des Schwammes erregter Wasserstrom, welcher dem Thiere seine wahrscheinlich aus mikroskopischen Organismen bestehende Nahrung zuführt. Bei fortgesetztem Wachsthum und Theilung nach Art der Pflanzen entsteht sehr häufig ein sogenannter zusammengesetzter Schwamm, d. h. ein solcher, welcher eine verschieden grosse Zahl von Mäulern trägt und bei dem die, bei den Kalkschwämmen oft ganz einfache centrale Höhlung (s. Fig. 91) in ein System oft sehr complicirt gebauter innerer Kanäle und Höhlen umgewandelt ist.

Diese weichen und ganz ungefährlichen, mitunter ausserordentlich gross werdenden Organismen bieten nun in ihren zahllosen Höhlungen willkommenes Asyl für eine Fülle von andern Thieren, die hier, ich möchte fast sagen, zur Villeggiatur einziehen und sich in den labyrinthischen Gängen leicht den Nachstellungen ihrer Feinde zu entziehen vermögen; bald sind es echte

Parasiten, bald nur Commensalen, die sich hier niederlassen. Ein solcher frisch aus dem Meere geholter Schwamm bietet für den sammelnden Zoologen eine reiche Fundgrube von Anneliden und Planarien, Nemer-  
tinen und Polypen; Krabben aller Klassen, viele Mol-  
lusken und selbst Fische finden sich hier, und auch  
Pflanzen (Algen wie Pilze) siedeln sich gleichzeitig darin  
an. Unter diesen letztern haben einige sehr eigen-



*Fig. 91. a* Längsschnitt durch eine Kalkspongie, um deren einfache centrale Höhlung zu zeigen; *b* der Schwamm im unverletzten Zustande. (Nach Haeckel.)

thümliche Gewohnheiten; meines Wissens hat zuerst Lieberkühn auf die Thatsache hingewiesen, dass mit gewissen Spongienarten immer auch Algen (Florideen) vergesellschaftet sind, welche nicht in den weichen Theilen des Schwammes, sondern in dessen harten Fasern sitzen. Andere Algen wieder geben den Stützpunkt ab für Spongien, die jene wie eine Kruste überziehen. Man könnte beide Vorkommnisse als Fälle von Parasitismus bezeichnen, wenn man wüsste, dass im ersten

Falle die in den Fasern lebenden und bohrenden Florideen ihre Nahrung aus dem Schwamme saugten, oder wenn im zweiten Falle die Alge den sie überziehenden Schwämmen die Speise zu liefern hätte. Genaueres wissen wir hierüber nicht.

Beim weitem Verfolg der Frage, ob derartige Gemeinschaften häufiger vorkämen, als man bis dahin wusste, und welcher Art die gegenseitigen Beziehungen zwischen den beiden sich zueinander gesellenden Organismen seien, stiess ich auf einen Körper, der auf den

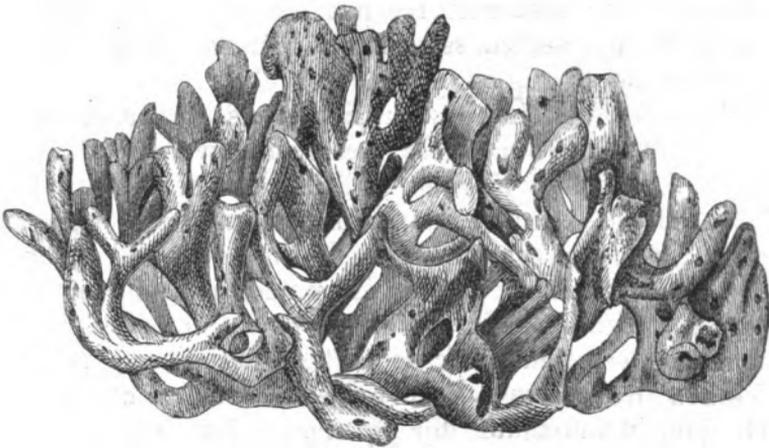


Fig. 92. *Spongia cartilaginea* Esper in halber natürlicher Grösse. Die an vielen Aesten sichtbaren Löcher sind die Mäuler (stomata) des Schwammes; die bei weitem grösste Masse der breiten Aeste wird aber von den dicht verwebten Fäden einer Grünalge (Floridee) gebildet.

ersten Blick ganz das normale Aussehen eines sich stark verästelnden Schwammes hatte. Schon von Esper scheint er als solcher beschrieben worden zu sein; ich glaube mich nicht zu irren, wenn ich den im beifolgenden Holzschnitt (s. Fig. 92) abgebildeten Organismus als die Esper'sche *Spongia cartilaginea* bezeichne. Bald runde, bald flache Aeste trennen sich an einer Stelle, um sich an einer andern wieder zu vereinigen; sie bilden so ein unregelmässiges Netzwerk, dessen Maschen und Aeste nahezu in einer Ebene ausgebreitet sind.

Solche Formen sind ziemlich häufig unter echten Spongien. Alle Aeste tragen ausserdem grosse Löcher auf einer Seite, die meist bei den lebenden Exemplaren, nach ihrer Anheftungsstelle zu urtheilen, nach oben gerichtet gewesen zu sein scheinen. Macht man einen Querschnitt durch einen solchen Ast, so fallen allerdings eigenthümliche dicke, durchscheinende Fasern auf, welche den gewöhnlichen Schwammfasern nicht sonderlich gleichen und den ganzen Organismus nach allen Richtungen hin unter zahlreichen Anastomosen durchkreuzen. Wenn man dann aber wieder selbst mit der Lupe den unversehrten Körper betrachtet, so wird man doch wieder veranlasst, mit Esper in diesen Gebilden echte Spongien zu sehen.

Eine genaue Untersuchung mittels des Mikroskops aber zeigt nun, ohne dass der geringste Zweifel übrigbliebe, dass diese Körper in ähnlicher Weise aus zwei verschiedenen Organismen, nämlich aus einer Alge und einem Schwamm zusammengesetzt sind, wie die Flechten unter den Pflanzen, und es ist unmöglich, nur nach in Alkohol aufbewahrten Exemplaren, also ohne Untersuchung der Lebenseigenschaften derselben, zu entscheiden, ob der ganze Körper seine Gestalt ausschliesslich dem Wachsthum der Spongie oder der Alge verdankt. Die oben erwähnten dicken, etwas glasig durchscheinenden Aeste (s. Fig. 93) des innern Netzwerks, durch deren Vereinigung erst die breiten, an einer Seite die Spongienmäuler tragenden Aeste entstehen, sind echte Algenfäden, die wahrscheinlich zu einer nicht näher bestimmbareren Floridee gehören, und die Zwischenräume zwischen diesen innern Aesten oder Florideenzweigen führen ohne weiteres in die Höhlungen hinein, welche auf der einen Seite der Hauptstämme in die Mäuler des Schwammes übergehen. Die Ränder dieser letztern sind also direct von den Algenfäden gebildet. Andererseits überzieht die weiche Masse des eigentlichen Schwammes in recht dünnen Lagen die einzelnen Algenfäden; eigene Fasern hat die Spongie nicht, wol

aber Kieselnadeln, welche isolirt in der weichen Substanz zerstreut liegen. Leider sind diese so wenig charakteristisch in ihrer Structur wie in ihrer Verbindungsweise, dass es unmöglich ist, die Gattung zu bestimmen, zu welcher der Schwamm etwa im System zu

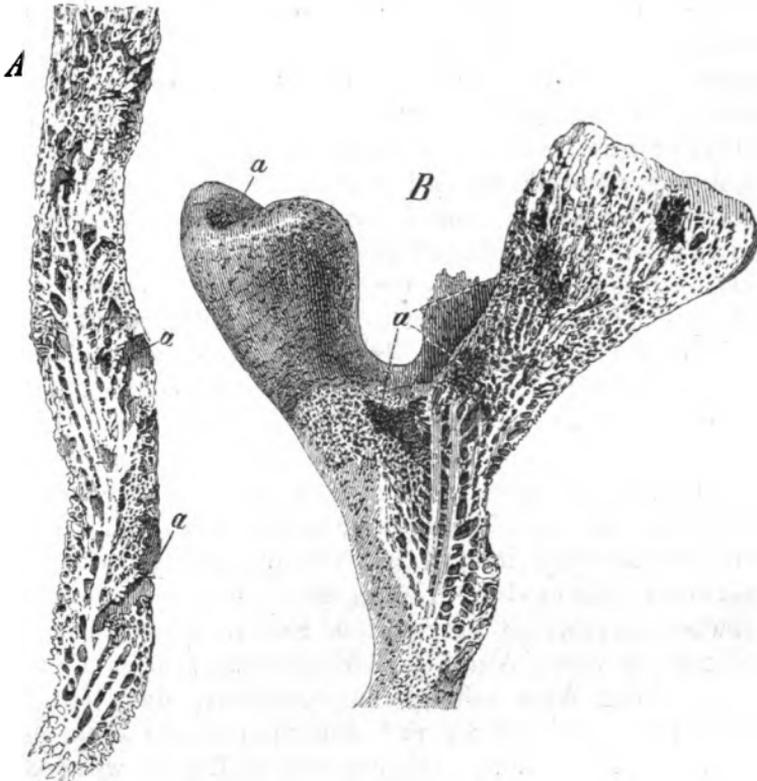


Fig. 93. *Spongia cartilaginea* Esper. Einige Aeste durchschnitten, um das von den Algenfäden gebildete Gerüst und die Stomata (a) der Spongie zu zeigen, deren Nadeln und Protoplasmasubstanz erst bei starker Vergrößerung erkennbar werden.

stellen wäre. Nimmt man an, dass er nicht durch die Vergesellschaftung mit der Alge in seinem normalen Wachsthum gehindert oder verändert worden wäre, so würde man ihn mit einiger Wahrscheinlichkeit in die Familie der Chalineen stellen können.

Aber es lässt sich sehr wahrscheinlich machen, dass in der That beide Organismen sich durch und bei ihrer Vereinigung bis zu einem gewissen Grade gegenseitig beeinflusst und verändert haben müssen. Obgleich ich sehr zahlreiche Exemplare dieser Colonien untersucht habe, ist es mir doch nie gelungen, die mindesten Spuren von Fructificationen an den Florideenfäden aufzufinden; diese letztern scheinen auch, soweit ich, ununterstützt von den von mir befragten Spezialisten unter den Botanikern, zu entscheiden vermag, nicht nach der gewöhnlichen Weise der Florideen zu wachsen. Es findet nämlich einmal eine innige Vereinigung der grossen, primären Aeste, welche als solche nur an den Enden wachsen, durch secundäre Verschmelzung statt; dass hier in der That eine Verwachsung und nicht bloß eine Berührung eintritt, wird durch die Thatsache bewiesen, dass an manchen Stellen die ursprüngliche Linie der ersten Berührung noch sichtbar ist, während an andern die Verwachsung sogar bis zu einer Verschmelzung der Zellwände der Alge gediehen ist. Dies aber scheint mir eine sehr auffallende Abweichung von der Wachstumsweise der Florideen zu sein, denn soviel ich weiss, kommt niemals oder nur ungemein selten bei diesen Meeresalgen ein solches Verwachsen zweier getrennten Fäden oder Aeste normaler Weise vor. Auch die Abwesenheit aller Fructificationen der Alge scheint zu beweisen, dass die Alge durch ihre Verbindung mit der Spongie in eine, sozusagen illegitime Wachstumsweise gedrängt wurde.

Aber es ist ferner sehr wahrscheinlich, dass auch die Spongie ihrerseits durch die Alge beeinflusst wurde. Die Mehrzahl ihrer Mäuler finden sich nur auf der nach oben gerichteten Seite der breiten primären Aeste, aber mitunter sieht man auch solche, die infolge einer Drehung dieser Aeste ihre normale Richtung ganz verloren haben. Wäre nun die Spongie der allein das Wachsthum des ganzen bestimmende Theil, so würden die Mäuler alle nach einer Richtung gerichtet sein

müssen; da dies aber nicht der Fall, so liegt die Annahme nahe, dass hier eine Abweichung vom normalen Verhalten durch die Einwirkung der Alge auf die Spongie hervorgerufen wurde. Auch ist, wie es scheint, die Wachstumsrichtung der Mäuler selbst durch die der Algenfäden bestimmt, diese richten die stumpfen Enden, welche, wie man weiss, die Anwachspunkte derselben bilden, nach allen Richtungen hin; sie finden sich überall, sowol an den breiten freien Enden der primären Aeste, als auch im innern der ältesten Theile und rings um die Mäuler des Schwammes herum. Da nun der Ueberzug durch den Schwamm ausserordentlich dünn ist, so ist zu vermuthen, dass im Umkreise der Mäuler die Intensität des Wachstums der Algen ebenso stark oder stärker ist als die der Spongie, und dann würde diese letztere durch die Algenfäden in eine Richtung des Wachstums gedrängt werden, welche ihr vielleicht ursprünglich nicht zukam. Dem mag nun sein wie ihm wolle: unter allen Umständen darf der hier beschriebene zusammengesetzte Organismus das höchste Interesse in Anspruch nehmen und ich zweifle nicht, dass eine sorgfältige Untersuchung, nicht der todten Thiere, sondern der lebenden an Ort und Stelle, und eine Erforschung ihrer Lebensweise und physiologischen Eigenschaften eine Antwort auf die Frage wird geben können, ob, wie ich glaube, wirklich beide Organismen, die Alge und die Spongie, in analoger Weise sich gegenseitig bestimmen, wie es nachgewiesenermaassen die Algen und Pilze in dem zusammengesetzten Organismus der Flechten thun.

Die Degeneration der Organe der Parasiten. Ausser den eben besprochenen Einflüssen, welchen zwei miteinander vereint lebende Organismen ausgesetzt sind, gibt es noch andere, die sich in der Degeneration der Organe eines echten Parasiten aussprechen. Die meisten Schmarotzer entbehren zahlreicher Organe ganz und gar, deren freilebende Arten zu ihrer Existenz bedürfen; oder sie besitzen sie, aber in einem so schlecht

entwickelten Zustande, dass sie kaum mehr functionsfähig zu sein scheinen. Dann nennt man sie rudimentäre Organe. Man sagt nun gewöhnlich, dass dies Verschwinden einzelner sonst sehr wichtiger Organe durch die parasitische Lebensweise bedingt sei; aber es ist dies nur eine kurze Beschreibung der Thatsache, dass derartig weitgehende Degenerationen eben nur in so bedeutendem Maasse bei echten, sich von den Säften ihrer Wohnthiere ernährenden Parasiten zu beobachten sind. Eine Erklärung für die Erscheinung selbst ist durch jenen Ausdruck nicht gegeben, und wir sind bis jetzt absolut unfähig, in irgendeinem bestimmten Falle diejenige Ursache bestimmt zu bezeichnen, durch welche ein Organ so beeinflusst wurde, dass es zu einem rudimentären werden oder gar ganz verschwinden musste. Es liegt auf der Hand, dass alle festsitzenden oder im Innern von Organen lebenden Parasiten als junge Thiere frei leben müssen, um der Species die Erhaltung durch Aufsuchen neuer Wohnthiere zu sichern. Dem entsprechend sehen wir, dass bei allen Parasiten, deren Entwicklungsgeschichte uns bekannt ist, ein Stadium des freien Larvenlebens vorkommt, währenddessen die Larven den gleichen Lebensbedingungen unterliegen, wie alle andern frei lebenden Thiere. Ein solches freies Leben aber ist unmöglich ohne Bewegungsorgane, Beine, Flossen u. s. w.; diese wieder sind ohne Nutzen, wenn sie nicht unter der sichern Controle eines bestimmten Willens und seiner Hilfsorgane, der Sinnesorgane stünden; alle diese Organe bedürfen der Nahrung, welche die frei herumschweifenden Larven nicht erlangen könnten, wenn sie nicht Fangorgane zur Ergreifung ihrer Beute besäßen und die so gewonnene Nahrung endlich würden sie nicht verdauen können, wenn sie nicht auch für diese Thätigkeit wieder ganz bestimmte Organe hätten. Gefässe oder andere Einrichtungen müssen vorhanden sein, welche den Nahrungssaft nach allen, auch den entferntesten Theilen hinzutragen vermögen; andere Theile haben die Auf-

gabe zu erfüllen, alle durch den im Körper stattfindenden Verbrennungsprocess erzeugten Zersetzungsproducte organischer Nahrungsbestandtheile aus dem Körper wegzuschaffen, da sie in hohem Grade für dessen Leben hinderlich sind. Die von den Säften ihrer Wirthe lebenden und an ihnen festsitzenden Schmarotzer bedürfen der Mehrzahl der aufgeführten Organe gar nicht; auch gibt es keinen solchen Parasiten, bei welchem sie nicht alle oder doch wenigstens einige ganz verschwun-

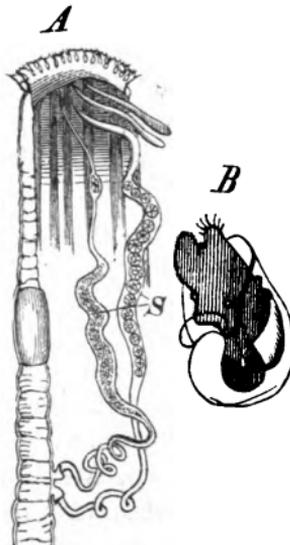


Fig. 94. Entoconcha mirabilis Müller. S die geschlechtsreife, in Form drehrunder wurmartiger Geschöpfe in der Leibeshöhle von Synapta digitata lebend; B die Larve der Schnecke.

den oder zurückgebildet wären. Das Maass dieser Degeneration ist freilich ein sehr verschiedenes bei den einzelnen Parasitenarten.

Es wird in dieser Beziehung genügen, einige der bekanntern und besonders instructiven Beispiele aus der Fülle der vorhandenen herauszugreifen. Unter den Schnecken ist vor allem die berühmte Entoconcha (s. Fig. 94) zu erwähnen: sie besteht aus einem ziemlich einfach gebauten Sack, welcher nichts anderes ent-

hält, als die zwitterigen Organe einer Schnecke und ihre Embryonen. Diese aber haben ganz die Form und den Bau einer auf freies Leben berechneten gewöhnlichen Schneckenlarve. Eine ovale Schale, deren Oeffnung durch einen Deckel verschliessbar ist, Organe zum Schwimmen im Wasser oder ein sogenanntes Segel, wie es vielen solchen Larven zukommt, ein Gehirn und Gehörorgane, Darm, Kiemenhöhle, Fuss und allerlei andere Theile. Alle hier aufgezählten Organe gehen aber bei der Umwandlung in den in Holothurien schmarotzenden Schneckenschlauch gänzlich verloren. Die Cirrhipedien, Copepoden und Isopoden unter den Krebsen liefern zahlreiche Beispiele ähnlich weitgehender Degeneration. Die wunderbare, von Kossmann beschriebene *Thompsonia globosa* ist nichts anderes als ein kleiner ganz geschlossener Sack, der mit kurzem Stiele an dem Bein einer Krabbe (*Melia tresselata*) festsetzt; in ihm finden sich nur Larven des Cyprisstadiums ohne Spur irgendwelcher Organe. Auch die beiden andern eben genannten Krebsordnungen enthalten mehrere ebenso weit degenerirte Formen. Ebenso sind die Larven vieler schmarotzenden Würmer oft viel höher ausgebildet, als die geschlechtlich gewordenen erwachsenen Individuen, und in manchen andern, als den genannten Thiergruppen tritt oft eine mit parasitischer Lebensweise Hand in Hand gehende sogenannte „rückschreitende Metamorphose“ ein.

Nun scheint es auf den ersten Blick ziemlich leicht zu sein, das allmähliche Verschwinden zahlreicher Organe bei den genannten Thieren durch das Princip des Nichtgebrauchs derselben zu erklären. Wir wissen, dass ein Muskel, welcher nicht fortwährend in der richtigen Weise geübt wird, allmählich an Kraft und Sicherheit im Gebrauch verliert und dass er dabei auch materiell an Grösse abnimmt. Sinnesorgane können durch Gebrauch schärfer in der Leistung werden, als sie vorher waren, und unsere geistige Thätigkeit steigert sich mit ihrem Gebrauch und mindert sich bei mangelnder An-

strengung. Man würde, um dies auf die vorliegenden Fälle anzuwenden, also sagen dürfen: die Entoconcha oder die Schmarotzerkrebse verlören ihre Bewegungsorgane, weil sie dieselben nach ihrer Anheftung nicht mehr benutzen könnten. Man würde ebenso das Verschwinden des eigentlichen Magens der Sacculina oder Thompsonia begreifen können, da sie in dem Augenblick unnütz würden, in welchem mit dem Festsitzen der Thiere sich durch den in die Leibeshöhle des Wirthes eingesenkten Stil eine Möglichkeit bot, die resorbirbaren Säfte aus der Leibeshöhle des Wirthes direct und ohne den Umweg durch einen Magen in die eigene Leibeshöhle überzuführen. Augen und Ohren, Gehirn und Nerven, Muskeln und ähnliche, vom Willen des Thieres abhängige Organe würden gleichfalls mit Leichtigkeit durch den Nichtgebrauch vernichtet werden können. So plausibel dies nun auch klingt, so scheinen trotzdem dieser Erklärungsweise gewisse und nicht unbedeutende Schwierigkeiten entgegenzustehen. Eine Untersuchung derselben wird einige schon früher hervorgehobene allgemeine Sätze abermals klar hervortreten lassen.

Wenn Mangel des Gebrauchs immer als eine primäre Ursache des Verschwindens der ausser Gebrauch gesetzten Organe wirken würde, so wäre schwer einzusehen, warum unter anscheinend ganz gleichen Umständen nicht immer dasselbe Resultat, also das Verschwinden des Organs bewirkt werden sollte. Alle freischwimmenden Larven der niedern Krebse haben die gleichen Bewegungsorgane (Beine) des Körpers; sie alle werden in gleicher Weise ausser Gebrauch gesetzt beim Festsetzen der Parasiten. Trotzdem werden jene Beine durchaus nicht überall in der gleichen Weise resorbirt; bei der einen Art verschwindet das eine zuerst, dort bei andern ein anderes; bald auch bleiben einige Gliedmaassen verschont und hängen dann als nutzlose Theile am Körper des Thieres. Dieselbe Ursache hat daher auf die gleichen Organe bei den ver-

schiedenen Arten in sehr verschiedener Weise gewirkt. Dies aber beweist, dass das Verschwinden der ausser Gebrauch gesetzten Organe nicht einfach eine mechanische Folge davon ist, sondern vielmehr auch durch die Eigenart der Thiere, deren Bewegungsorgane dem Einfluss des Nichtgebrauchs ausgesetzt wurden, mitbestimmt wird. Das gleiche Resultat haben wir oben gewonnen, als wir die Einwirkung der leblosen Existenzbedingungen untersuchten, und ich will versuchen, es jetzt noch durch einige andere, in dieses Kapitel einschlägige Fälle genauer zu illustriren.

Man macht in der Regel einen ziemlich scharfen Unterschied zwischen sogenannten Ecto- und Entoparasiten; die erstern sind solche, welche auf der äussern Haut der Thiere leben, wie z. B. die Läuse; die andern finden sich im Innern der Eingeweide. Es gilt ferner fast als durchgreifende Regel, dass die Ectoparasiten weniger degenerirt sind als die Entoparasiten; doch aber gibt es einige sehr auffallende Abweichungen von dieser Regel. Die auffallendsten mir bekannten Ausnahmefälle sind die folgenden, die ich selbst auf den Philippinen beobachtet habe.

Die Holothurien sind, wie alle Thiere, von einer grossen Zahl verschiedenartiger Schmarotzer heimgesucht. Ausser den in der Wasserlunge lebenden Fierasfer und Pinnotheres, die früher schon erwähnt wurden, finden sich auf und an ihnen noch parasitische Mollusken und Würmer. Unter jenen kommen Eulimen (s. Fig. 95) sehr häufig auf der Haut dieser Thiere (und auch der Seesterne) vor. Sie sehen einer gewöhnlichen Schnecke ungemein ähnlich und sie haben im Zusammenhang mit ihrer parasitischen Lebensweise nur die den Schnecken sonst fast durchweg eigenthümlichen Kauorgane verloren, deren sie nicht bedürfen, da sie die schleimigen Ausschwitzungen der Haut ihrer Wirthe aufzusaugen scheinen. Man hat sie deswegen auch nie recht als Schmarotzer gelten lassen wollen, und man hat in dogmatischer Uebertreibung dieser Ansicht auch

eine positive Beobachtung des bekannten reisenden Conchyliensammlers Cuming, nach welcher solche Eulimen im Innern des Magens von Holothurien vorkommen sollten, ohne weiteres zurückgewiesen und zu erklären versucht durch die ganz willkürliche Annahme, es seien die im Magen der Holothurien gefundenen Eulimen von diesen nur gefressen worden. Nun hatte aber Cuming mit seiner Behauptung vollständig recht; auch ich habe, und zwar sehr häufig, nicht etwa als grosse Seltenheit, lebende Eulimen im Darm grosser Holothurien gefunden. Hier kriechen sie mit ihren

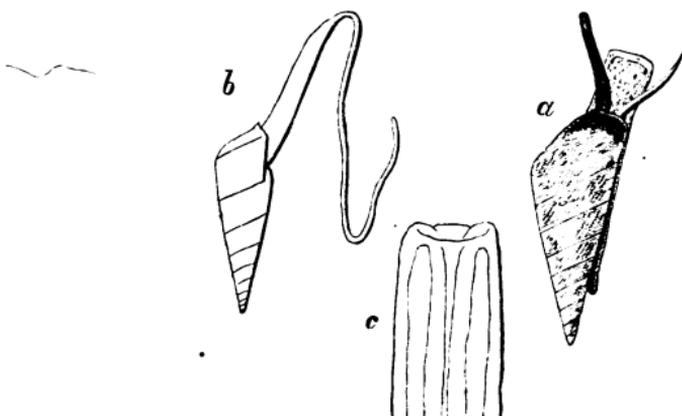


Fig. 95. Zwei (noch unbeschriebene) Eulima-Arten. *a* lebt im Magen einer Holothurie, dort frei herumkriechend; *b* sitzt auf der Haut einer Holothurie, durch deren dicke Haut sie ihren langen Saugrüssel schiebt; *c* vorderes Ende des Rüssels mit der einfachen Mundöffnung.

breiten Füßen ungemein rasch an der Darmwand herum, und sie haben ferner alle übrigen Organe der Schnecken, also Nervensystem, Sinnesorgane, Darmkanal u. s. w. genau, wie die auf der äussern Haut lebenden Formen; das einzige, ihnen fehlende Organ ist gleichfalls das Kauorgan oder die sogenannte Zunge der Schnecken. Zugleich mit ihnen leben ferner in demselben Darm kleine platte Würmer, welche die innere Organisation der Trematoden besitzen, aber nach Art der Planarien mittels der Wimperbekleidung ihrer Haut an der Darm-

wandung entlang gleiten. Endlich schwimmen und klettern in der Darmhöhlung auch noch einige Arten kleiner Krebse, zu den Copepoden gehörig, umher, von denen eine durch Kossmann jüngst unter dem Namen *Lecanurius* beschrieben worden ist; auch diese Thierchen haben nicht die Organisation echter, degenerirter Entoparasiten, sondern sie besitzen alle Organe, wie sie den frei im Wasser lebenden Arten oder den Ectoparasiten zukommen, und durch welche sie befähigt werden, ihren Ort beliebig und rasch zu verändern.<sup>4</sup>

Umgekehrt fand ich gerade auf der Haut derselben Holothurienart, welche in ihrem Darm die eben beschriebenen Formen beherbergt, eine Eulima, welche viel weiter degradirt ist, als irgendeine andere Species der Gattung. Das den Mund an seiner Spitze tragende Kopfende ist in einen ausserordentlich langen Rüssel verlängert, welcher die sehr dicke Haut der Holothurie vollständig durchbohrt und dadurch die Schnecke ebenso fest vor Anker legt, wie es bei den sackförmigen Pachybdellen durch den Haftstiel geschieht. Ausserdem aber muss dieser Rüssel als Saugorgan fungiren, da er an seinem, in die Leibeshöhle des Wirthes eindringenden Ende den Mund trägt und jeglicher Kauorgane entbehrt. Der bei den andern auf der Haut lebenden Arten wohl entwickelte Fuss ist hier gänzlich (s. Fig. 95) verschwunden, ebenso fehlen auch die Augen. Wir sehen also, dass der Einfluss, welchen die Eingeweide meist auf die in ihnen lebenden Schmarotzer ausüben, bei den eben genannten Parasiten der Holothurien nicht im Stande war, ihnen den Charakter von Entoparasiten zu geben, und andererseits ist ein echter Ectoparasit in der Weise der Entoparasiten verändert worden, obgleich er einer Thiergruppe angehört, deren zahlreiche Arten ausnahmslos auf der Haut von Echinodermen leben, dabei aber in so unbedeutender Weise verändert wurden, dass man ihre Parasitennatur sogar ganz leugnen konnte.

Die in dem Vorhergehenden besprochenen, in lebenden Organismen liegenden Ursachen zur Erzeugung von Veränderungen an Thieren treten aber sehr entschieden in den Hintergrund gegenüber einer andern, jetzt noch zu besprechenden, über welche schon sehr viel und auch sehr viel Falsches geschrieben worden ist: die sogenannte Hybridation. Mit diesem Worte bezeichnet man die fruchtbare Vermischung zweier Individuen, welche nach unsern systematischen Anschauungen zu zwei verschiedenen Arten gehören sollen und von denen eine gewisse Schule unter den Naturforschern annimmt, dass sie eigentlich von der Natur nicht dazu bestimmt wären, sich wirklich miteinander zu vereinigen. Die Gegner der Darwin'schen Theorie haben daher immer, weil sie die Unwandelbarkeit der Art behaupteten, entweder das Vorkommen einer Hybridation überhaupt geleugnet oder gesagt, dass wenn es je einmal vorkäme, die auf solch unnatürlichem Wege erzeugten Nachkommen unfehlbar unfruchtbar sein müssten, oder sie sagten endlich, es sei durch wirklich gelungene Hybridationen mit fruchtbarer Nachkommenschaft der Beweis geliefert, dass die bis dahin für getrennte Species angesehenen Thierformen nun als Varietäten derselben Art betrachtet werden müssten.

Wir wollen bei der Wichtigkeit der Sache eine kurze Umschau über die Thatsachen halten.

Zunächst muss behauptet werden, dass diejenigen, welche auch jetzt noch die Hybridation überhaupt leugnen, dadurch selbst ihre vollständige Unkenntniss des Gegenstandes an den Tag legen. Gegenüber der täglich sich mehrenden Zahl gelungener Hybridationen in unsern Thiergärten ist es einfach Thorheit, auf jenem negirenden Standpunkt beharren zu wollen. Man hat jetzt bereits unter den verschiedensten Thierklassen derartige Hybriden kennen gelernt. Unter den Affen haben *Cynocephalus mormon* und *Macacus cynomolgus* Junge erzeugt; die Bastardrasse der Leporiden, Abkömmlinge von Kaninchen und Hasen, ist allgemein

bekannt; Tiger und Löwe, Leopard und Jaguar, der Eisbär und der braune Bär, das Maskenschwein und die englische Berkshire-Schweinerasse, *Dama vulgaris* und *Dama mesopotamica*, *Equus onager* und *Equus hemippus*, *Equus Burchelli* und das gewöhnliche Pferd, dann auch mit dem Esel und mit *Equus hemionus*: alle diese Paare haben zu wiederholten malen miteinander Nachkommen erzeugt. Ganz kürzlich ist im londoner Zoologischen Garten die erste hybride Schlange geboren worden, ein Abkömmling von *Chilobothrus inornatus* und *Epicrates angulifer*. Unter Enten sind Hybriden sehr häufig; *Anas sponsa* bringt mit *Fulicula ferina* und *nyrocca* Junge hervor, *Anas boschas* ebenso mit *Anas crecca*. Unter Fischen gelingt die Hybridation zwischen Karpfen und Karausche und zwischen Saibling und Forelle sehr leicht. Weniger zahlreich sind Bastarde bei wirbellosen Thieren; aber dies mag wol davon herrühren, dass man viel weniger mit ihnen experimentirt oder dass sie überhaupt viel weniger als Wirbelthiere beachtet werden. Unter Insekten gibt es indessen doch schon manche Arten, welche hybride Nachkommen ziemlich leicht erzeugen; so ist es z. B. gelungen, einen Bastard zwischen dem grossen und dem kleinen Nachtpfauenauge hervorzubringen, ebenso zwischen dem Weiden- und dem Pappelschwärmer. Ich habe hier absichtlich nur eine Anzahl neuerer Fälle aufgeführt; ausser diesen gibt es noch eine grosse Zahl wohl constatirter älterer Beispiele, von denen man eine kurze Aufzählung in der soeben erschienenen vierten Auflage des Claus'schen Lehrbuchs der Zoologie findet.<sup>5</sup>

Genug, die Thatsache, dass sich zwei verschiedene Arten miteinander fruchtbar vermischen können, kann und muss als ausgemacht gelten; denn in den meisten hier aufgeführten Fällen stehen die zu einem Paare vereinigten Individuen soweit in der systematischen Scala auseinander, dass kein Systematiker, und wäre er der eingefleischteste Antidarwinianer, wagen würde

zu behaupten, es seien dieselben doch wol nur Varietäten einer und derselben Species.

Um aber den so zahlreichen Fällen von Hybridation ihren allgemeinen Werth zu rauben, wird weiter gesagt, dass die neu entstandenen Bastardformen fast immer oder immer unfruchtbar seien. Auch diese Behauptung muss in ihrer Schroffheit unbedingt als unrichtig bezeichnet werden. Die Rasse der Leporiden ist, wie man weiss, durchaus fruchtbar und sie hat ihrerseits auch wieder Halbblutbastarde mit Kaninchen und Hasen hervorgebracht. Bastarde zwischen Hund und Schakal oder zwischen Hund und Wolf blieben mehrere Generationen hindurch fruchtbar; vollkommen fruchtbar sind die Bastarde von *Phasianus colchicus* und *Phasianus torquatus*, dann die bekannten Bastardgänse, die Bastarde zwischen *Cervus vaginalis* und *Cervus Reevesii*. Eine im Jardin d'acclimatation zu Paris gehaltene Mauleselstute hat bisjetzt zwei Junge geworfen vom Pferdehengst und zwei vom Eselhengst; im Zoologischen Garten zu London hat ein hybrides Männchen von *Bos frontalis* mit einem Weibchen von *Bos indicus* Junge geworfen; Newton gibt an, dass ein weiblicher Bastard zwischen der gewöhnlichen Hofente und *Anas boschas* mit einer männlichen *Mareca penelope* Junge erzeugt habe, und ich zweifle nicht, dass noch manche andere Fälle meiner Nachforschung entgangen sein werden. Die Unfruchtbarkeit der hybriden Rassen existirt eben nicht als allgemeines Gesetz; denn neben solchen, welche unter Umständen oder immer unfruchtbar sind, gibt es, wie man gesehen hat, auch nicht wenige, deren unverminderte Fruchtbarkeit nun durch gute Beobachter vollständig sichergestellt ist. Wir können es somit auch als ausgemacht annehmen, dass durch Hybridation fruchtbare und die Eigenthümlichkeiten ihrer Rasse vererbende Bastarde entstehen können, aber freilich durchaus nicht immer entstehen müssen.

Nun würde aber vielleicht doch versucht werden

können, diesen Satz zu entkräften, indem man behauptete, dass wenn auch derartige Bastardirungen möglich seien, dies doch nur mit Hausthieren und nicht in der freien Natur ohne Zuthun des Menschen gelinge; denn in allen bisher aufgeführten Fällen sei die Züchtung absichtlich durch den Menschen mit den in der Gefangenschaft gehaltenen Thieren herbeigeführt worden. Zugabe kann ich, dass ich bisher nur solche erwähnt habe, aber nicht, weil Fälle von Hybridation in freier Natur nicht beobachtet wären. Die Erwähnung dieser letztern sparte ich mir absichtlich vorhin auf. Ich will zunächst einige etwas zweifelhafte Fälle anführen. Die von Cuvier als besondere Species beschriebene und recht ausgezeichnete indische *Felis torquata* scheint ein im Freien entstandener Hybride zwischen der Hauskatze und *Felis bengalensis* zu sein; *Anas bimaculata* ist ein frei entstandener Bastard zwischen *Anas boschas* und *Anas crecca*; *Tetrao medius* ebenso ein Bastard zwischen Auerhahn und Birkhuhn. Recht gut begründet ist die Ansicht von Siebold's, dass die grosse Zahl von Zwischenformen, welche das Kreuz der die Süßwasserfische Deutschlands bestimmenden Zoologen bilden, entstanden seien durch Hybridation in freier Natur; der genannte Forscher zählt in seinem bekannten Buch über die deutschen Fische des süßen Wassers nicht weniger als acht verschiedene Bastarde auf, von denen mehrere sogar von andern Zoologen als Typen besonderer Fischgattungen beschrieben wurden. Nach O. von Loewis sollen *Lepus timidus* und *Lepus variabilis* gar nicht selten Bastarde hervorbringen; Dr. W. Wurm gibt an, Bastardwaldhühner häufig beobachtet zu haben. J. von Fischer, der durch seine interessanten Schilderungen aus dem Thierleben bekannte Director des Zoologischen Gartens in Köln, sagt, Iltis und Frett seien zwei verschiedene Arten und erzeugten Bastarde miteinander in freier Natur. Völlig sichergestellt ist der von Mr. Buxton beobachtete Fall mit einem männlichen weissen Kakadu und einem weiblichen rosa Lead-

beater Kakadu, welche in der Gefangenschaft nicht zum Brüten gekommen waren, nach der Freilassung aber in den Wäldern dieses Herrn in zwei aufeinanderfolgenden Jahren Brut hervorbrachten. Versuche zu solchen freiwilligen Hybridationen sind nicht selten beobachtet worden. So fing G. Koch *Zygaena peucedani* mit *Zygaena trifolii* in Begattung, ferner *Zygaena minos* mit *Zygaena lonicerae* und *Smerinthus populi* mit *Smerinthus ocellata*. A. Meyer beobachtete die Begattung verschiedener Arten von Phryganiden. Von Peragallo wurden *Luciola lusitanica* mit *Ragonycha melanura*, von Kuenckel *Strangalia melanura* mit *Leptura livida*, von Gerstäcker *Tipula oleracea* mit *Pachyrhina scalaris* in Copula gefangen. Heynemann endlich erzählt das Gleiche von *Lymnaeus stagnalis* und *Lymnaeus auricularius*. Allerdings fragt es sich, ob in allen diesen Fällen fruchtbare Nachkommen erzielt worden wären; aber die Thatsache, dass derartige Versuche zu Hybridationen in freier Natur von den verschiedensten Thieren angestellt werden, macht es in hohem Grade wahrscheinlich, dass sie wol oft genug von Erfolg gekrönt sein mögen. Wir können somit die Möglichkeit der Bastardirung auch in freier Natur nicht länger bezweifeln.

Nun sagte ich im Anfang, dass solche Hybridationen ein von der Natur angewandtes Mittel sein könnten, neue Formen hervorzubringen, d. h. also Nachkommen und zwar fruchtbare, zu erzeugen, welche von ihren Aeltern in Gestalt, Färbung und andern Eigenschaften abweichen, und dadurch den die Auswahl bestimmenden Einflüssen neues Material zur Anstellung ihrer Experimente darbieten. Um diese Behauptung zu rechtfertigen, wird es genügen, auf einige der obigen Fälle etwas näher einzugehen.

Der vorhin erwähnte hybride Kakadu zeichnete sich vor seinen Aeltern, von denen das eine weiss, das andere rosa gefärbt war, dadurch sehr auffällig aus, dass er in beiden Brutten einen hoch orangerothern Feder-

busch hatte. Die sämtlichen Fischhybriden, welche Siebold aufführt, zeigen eine eigenthümliche Mischung von Eigenschaften der Aeltern und solchen, die nicht mit Bestimmtheit einem derselben zugeschrieben werden können. Die durch anerkannt tüchtige Systematiker erfolgte Beschreibung mehrerer Bastarde als besonderer Thierspecies beweist, dass auch bei diesen, so z. B. bei *Felis torquata*, *Anas bimaculata* u. s. w. Eigenschaften auftraten, welche keiner der beiden Stammarten unterschieden angehörten. Der Bastard zwischen dem Maskenschwein und der Berkshirerasse war schwarz mit weissen Füßen, und der kürzlich beschriebene hybride Bär, Resultat einer in Stuttgart gelungenen Kreuzung zwischen dem braunen Bär und dem Eisbär wird im „Zoologischen Garten“, Bd. 18 S. 402, folgendermaassen beschrieben: „Interessant ist der Farbenwechsel, welchen die Bastarde durchgemacht haben. Alle vier kamen ganz weiss zur Welt, nahmen aber dann bald eine silbergraue, bläulich-glänzende Färbung an und wurden im Alter von einem Vierteljahr dunkelbraun, immer noch mit einem bläulichen Schimmer. Sie zeigten zu keiner Zeit eine Spur des weissen Halsbandes, das den Jungen des braunen Bären zukommt. Die beiden halbjährigen sind gegenwärtig vorherrschend graubraun, doch etwas ungleichmässig, die Kehlgegend in ihrer ganzen Ausdehnung auffällig hell, fast weisslich. Die beiden andert-halbjährigen sind viel heller, Rücken und Seiten isabellfarbig, ein dunkelbrauner Mittelstreifen, bei dem einen ziemlich breit über den ganzen Rücken sich erstreckend, bei dem andern nur im vordern Theile schwach angedeutet, Oberseite des Kopfes hellbraun, Unterseite des Kopfes und Rumpfes weisslich, alle vier Extremitäten noch ziemlich dunkelbraun.“ Man ersieht aus dieser Beschreibung, dass hier Veränderungen in der Färbung durch die Bastardirung erzeugt wurden, welche eine ziemlich starke Abweichung von derjenigen der älterlichen bezeichnen.

Zugleich aber ist das zuletzt angeführte Beispiel

auch geeignet, auf eine andere, bei der Bastardirung der Thiere mindestens ebenso stark wie bei der der Pflanzen hervortretende Erscheinung aufmerksam zu machen: das ist die Mischung der Färbungen beider Aeltern in derjenigen der Bastarde. So sind es namentlich die Bastarde der Insekten und der Vögel, bei welchen regelmässig eine oft sehr in die Augen springende Vereinigung eines Theils der Farben des Weibchens mit einzelnen des Männchens erzielt wird; jeder mann kennt die bunten Farben des Bastards zwischen Canarienvogel und Stieglitz; bei den oben erwähnten Hybriden zwischen Pappelschwärmer und Weidenschwärmer sieht man auf den Hinterflügeln die eigenthümliche Zeichnung des erstern deutlich die Augen des letztern kreuzen. Aber der Grad dieser Mischung ist je nach den einzelnen Bastarden auffallend verschieden, wie auch schon aus der oben gegebenen ausführlichen Beschreibung der Bärenbastarde hervorgeht; bald überwiegt die Färbung des Weibchens, bald die des Männchens, und dies kann eintreten bei Bastarden desselben Wurfs. Es wird also, wie man sieht, durch die Bastardirung nicht bloß eine Summe neuer Eigenschaften zu den schon vorhandenen älterlichen hinzugefügt, sondern diese letztern werden auch gewissermaassen flüssig gemacht, sodass von einer stricten oder auch nur annähernden Wiederholung derselben in den Kindern nicht mehr die Rede sein kann. Die durch die Inzucht bedingte strenge Constanz der älterlichen Eigenschaften wird durch die Bastardirung so vollständig gebrochen, dass damit den auf die jungen Thiere einwirkenden Mitteln zur Auswahl gewissermaassen ganz neue Organismen geboten werden. Nun wissen wir allerdings bisjetzt noch sehr wenig über den Einfluss, welchen die Bastardirung auch auf andere Charaktere als die der Hautfärbung äussert; bei der verhältnissmässig sehr grossen Schwierigkeit, solche Bastarde zu züchten, und bei der kurzen Reihe von Jahren, die verflossen, seit man anfang genauer als früher auf solche

Fälle zu achten, darf man sich nicht wundern, dass das in dieser Richtung verwerthbare Material noch so ausserordentlich dürftig ist. Das ändert aber an dem so auch schon gewonnenen Resultat nichts; denn wenn wir auch nach längerer Untersuchung dieser Frage zu dem Resultat kommen sollten, dass bei den, unsern Experimenten zur Verfügung stehenden Thieren die Farbe der Haut oder ihrer Bekleidung vorzugsweise geeignet zu sein scheint, den Einfluss der Bastardirung zu erkennen zu geben und dass andere Organe, wie das Skelet, dabei gar nicht oder in weniger auffälligem Maasse beeinflusst würden, so wären damit die beiden obigen Sätze doch nicht widerlegt, sondern nur in ihrer Anwendung eingeschränkt.

Wenn wir nun aber Inzucht und Bastardirung miteinander vergleichen, so ist bekanntlich als das Wesen der erstern die Vereinigung einander sehr nahestehender Individuen derselben Rasse (oder Species), als das der zweiten aber umgekehrt die Verbindung weit voneinander abstehender Individuen zu betrachten. Und da dieser Gegensatz doch wol nach den zahllosen Erfahrungen, die uns jetzt zu Gebote stehen, diejenige Ursache bezeichnet, durch welche der Unterschied in den Resultaten der Begattung in beiden Fällen bestimmt wird, so können wir daraus einen andern Satz ableiten, der auf noch weiter gehende Schlüsse führt. Je entfernter sich nämlich die zur Erzeugung von Jungen verbundenen Thiere stehen, um so grösser wird auch die Wahrscheinlichkeit sein, dass dabei neben ganz richtungsloser Mischung der älterlichen Eigenschaften auch neue, beiden nicht zukommende gebildet werden können. Die Ursache der so bedingten Zerstörung der Constanz der Artcharaktere ist aber die geschlechtliche Vereinigung. Wir dürfen daher auch weiter folgern, dass die geschlechtliche Vermischung überhaupt, auch dann, wenn sie nur zwischen Individuen derselben Art stattfindet, ein Hülfsmittel zum Brechen der Constanz der Art sei; nur wird in diesem Falle weit weniger

stürmisch, wenn ich so sagen darf, von der Natur gearbeitet, als in Fällen echter Hybridation. Und hiermit stehen auch die Ergebnisse der Forschungen auf botanischem Gebiete im Einklang, denn Sachs sagt in seinem „Lehrbuch der Botanik“ ausdrücklich, dass ein wesentlicher Unterschied zwischen der Befruchtung reiner Arten oder Varietäten mit sich selbst und mit andern Arten oder Varietäten nicht besteht, und dass im Falle echter Hybridation manche Eigenthümlichkeiten sexueller Differenzirung und Vereinigung stärker hervortreten. Als die vornehmste dieser Eigenthümlichkeiten ist aber nach allem, was wir jetzt wissen, die Brechung der Constanz in den Artcharakteren anzusehen.

---

## ZWÖLFTES KAPITEL.

### Auswählender Einfluss lebender Organismen auf Thiere.

Im vorhergehenden Kapitel haben wir gesehen, dass zwei miteinander in körperliche Berührung tretende Organismen einen dauernd umändernden Einfluss aufeinander zu gewinnen vermögen. Aber der so rein mechanisch bedingten Umbildung einer Art muss immer eine Auswahl vorangegangen sein; denn wenn alle Larven, welche auf der Erde oder im Wasser kriechen und schwimmen, im Stande wären, ohne Unterschied auf den sich zufällig ihnen in den Weg stellenden Thieren oder Pflanzen anzusiedeln, so würden wol sicher alle diese Arten ausgerottet werden. Damit also Thiere übrigbleiben, die im Stande sein sollen, einer gewissen

Anzahl von andern Herberge oder Nahrung zu geben, müssen sie auch in Stand gesetzt sein, eine Auswahl zwischen den sich ihnen als Parasiten oder als Commensalen aufdrängenden Species zu treffen. Diese Auswahl kann unter Umständen schon durch die andern Existenzbedingungen besorgt werden, wie wir im ersten Abschnitt gesehen haben; aber auch unter den Formen, welche die hierdurch gezogenen Grenzen zu überwinden verstehen, wird das zur Wohnung auserlesene Thier auch seinerseits noch eine zweite Auswahl treffen können. Natürlich ist die letztere immer unabsichtlich. Ein sehr auffallendes Beispiel dieser auswählenden Kraft einzelner Thiere den Larven der Parasiten gegenüber wird von den Formen der Krebsfamilie der Bopyriden gegeben. Viele Arten derselben, so vor allem die Species des Genus *Bopyrus* (s. Fig. 38) selbst, leben in der Kiemenhöhle der Krabben oder langschwänzigen Krebse; sie erzeugen an diesen regelmässig und oft sehr grosse Auswüchse der Kiemenhöhle. Man darf annehmen, dass die jungen Larven in die Kiemenhöhle gelangen mit dem Wasserstrom, welcher in der Nähe des Mundes in diese eintritt, um die Kiemen mit frischem Wasser zu versorgen, denn es gibt keinen andern und gewiss keinen bequemern Weg für sie. Dieser Strom tritt gleichzeitig in beide Kiemenhöhlen ein; man begreift daher leicht, dass die Larven bald in die linke, bald in die rechte Kiemenhöhle gerathen, und auch, dass sie bei ihrem wahrscheinlich sehr raschen Wachsthum andere Larven verhindern, sich an derselben Stelle niederzulassen oder vielleicht die später ankommenden als bequeme Beute auffressen. Aber es ist im höchsten Grade auffallend, dass regelmässig, wenn ein Individuum sich erst in der einen Kiemenhöhle niedergelassen hat, einem andern Thier derselben Art die Ansiedelung in der andern noch unbesetzten Kiemenhöhle unmöglich gemacht wird. Man darf dies wenigstens daraus schliessen, dass bisjetzt kein Fall beschrieben worden ist von dem gleichzeitigen Vor-

kommen zweier Exemplare in den Kiemenhöhlen desselben Krebses; ich selbst habe, obgleich ich viele Hunderte von diesen Thieren sammelte und beobachtete, doch keine Ausnahme von dieser Regel gefunden, und sie wird mir auch von dem so ausgezeichneten Kenner der Naturgeschichte der Krebse, Professor Gerstäcker, dem bekannten Herausgeber des Crustaceenbandes in Bronn's grossem Sammelwerk der Zoologie, bestätigt. Soweit ich sehe, ist nur eine einzige Erklärung möglich für diese auffallende Thatsache. Der etwa in der linken Kiemenhöhle schon vorhandene fremde Gast kann natürlich nicht, wie an seinem eigenen Wohnorte, die später durch den Kiemenstrom in die noch unbesetzte Kiemenhöhle gebrachten Larven verzehren oder direct verdrängen; er kann dies nur indirect, indem er seinen Wirth in einer solchen Weise beeinflusst, dass dieser bald, nachdem er den ersten Ankömmling zugelassen hat, nun ungeeignet wird für die Aufnahme eines zweiten.<sup>1</sup>

Wo aber die verschiedenen Thiere nicht, wie in dem eben angeführten Beispiele, miteinander in körperliche Berührung kommen, doch aber einen bestimmten Einfluss aufeinander gewinnen, kann dieser unter allen Umständen immer nur ein auswählender sein, und diese Auswahl wird, wie allbekannt ist, auf unendlich mannichfaltige Weise vollzogen. Es ist im Hinblick auf das hier verfolgte Ziel überflüssig, alle diese Wege oder auch nur die Mehrzahl derselben zu discutiren; das allgemeine Resultat wird auch durch die Erörterung einer geringern Zahl von Beispielen in das rechte Licht gesetzt werden können. Ehe wir indessen die Mittel genauer ins Auge fassen, welche die Natur den Thieren gegeben hat, um bei ihren Beziehungen zu andern einen Vortheil zu erringen, wird es nöthig sein, einige orientirende Worte über das Verhältniss zwischen zwei Thieren zu sagen, welches durch ihr Streben nach der gleichen Existenzbedingung hervorgerufen wird.

Der Wettstreit um die gleiche Existenzbedingung. Es ist selbstverständlich, dass verschiedene Thiere oder verschiedene Individuen derselben Species sich oft bei ihrem Suchen nach Nahrung oder andern Dingen begegnen müssen. In solchen Fällen wird natürlich der härteste Kampf dann zwischen den beiden entstehen, wenn sie derselben Art angehören; denn da sie beide den annähernd gleichen Zweck verfolgen, nahezu gleiche Kraft, Geschicklichkeit und Ausdauer besitzen, so wird der Streit um die Jagdgründe, das Weibchen oder eine todte Beute stärker sein müssen, als wenn die beiden sich begegnenden Thiere, verschiedenen Arten angehörig, auch verschiedene Bedürfnisse, Geschmack und bedeutende Unterschiede in Kraft des Körpers oder der Ausrüstung mit Waffen aufwiesen. In letzterm Falle kann sogar unter Umständen das Streben, denselben Gegenstand sich zu eigen zu machen, ganz ohne jeglichen persönlichen Kampf seine Befriedigung finden; denn wenn beide, die Beute auf verschiedene Weise angreifenden Thiere befriedigt sind, ehe sie miteinander in Berührung kommen, wird jeder persönliche Streit zwischen ihnen wegfallen. Wenn dagegen zwei Individuen verschiedener Arten ganz oder annähernd gleiche Mittel zur Besitzergreifung und Festhaltung der Beute anwenden können, so wird dann auch zwischen ihnen sich ein ebenso hartnäckiger Kampf entspinnen müssen, wie wenn sie Individuen derselben Art wären.

Ein solcher directer Kampf zwischen zwei Thieren — mögen sie nun derselben Art oder zwei verschiedenen Arten angehören — wird immer zu einer Auswahl führen müssen. Das Wort *Survival of the fittest* ist ein glücklicher, aber doch etwas crasser und nicht ganz zutreffender Ausdruck für das in solchen Fällen eintretende Resultat; denn es ist durchaus nicht immer gesagt, dass diejenige Art, welche nicht im Stande ist, diesen persönlichen Kampf mit der einen Species siegreich durchzuführen, darum ebenso unfähig sein sollte,

ihn mit einer andern glücklich zu Ende zu bringen, und dass sie dem entsprechend auch unbedingt aussterben müsste. Es könnte dies nur dann immer die Folge eines Streites sein, wenn allemal das Leben, die Existenz eines Individuums oder einer Art von derjenigen Existenzbedingung allein abhinge, um welche sich der Streit zwischen beiden erhoben hätte.

Ausserdem aber ist schon mit Recht von verschiedenen Seiten bemerkt worden, dass diese so durch einen directen Kampf bedingte Auswahl nicht ausschliesslich, wie manche wähnen, abhängt von jenem persönlichen Kampfe und der Art, wie dieser von dem einen oder andern Individuum mit mehr oder weniger Glück geführt wird, sondern auch von der Reaction derjenigen Existenzbedingungen selbst, um deren Besitz sich der Streit erhob. Ein Beispiel scheint hier am Platze zu sein. Gesetzt, es wollten zwei Bewerber um eine sinnbethörende Schöne übereinkommen, ein Duell untereinander auszufechten um den Besitz der Geliebten, so würde der überlebende Liebhaber doch nur dann auch der glückliche genannt werden können, wenn er auch verstanden hätte, sich die Gegenliebe des Mädchens zu gewinnen. Dies Beispiel drückt, natürlich in etwas übertriebener Weise, die nicht zu bestreitende Thatsache entschieden aus, dass bei jeder Wettbewerbung zweier Thiere um einen und denselben Gegenstand dieser auch einen gewissen und zwar auswählenden Einfluss auf das Resultat des Kampfes haben würde. Gesetzt, es träfen sich zwei Larven verschiedener Bopyrusarten am Eingange derselben Kiemenhöhle, und sie würden nun um den Besitz der letztern einen Kampf beginnen, so würde unter Umständen die nicht eigentlich dahin gehörige Schmarotzerlarve doch den Sieg über die andere davontragen können; aber er würde ihr wenig helfen, da sie in der in Besitz genommenen Kiemenhöhle nicht zu leben vermöchte. Die Larve eines in Holz bohrenden Insekts würde ebenso vielleicht im Stande sein, eine andere, die sich gewöhnt hat, in

Bleikugeln zu leben und zu bohren, überwinden können. Aber es ist sehr fraglich, ob dadurch auch der Holzbohrer befähigt werden würde, von da an in Blei zu leben. Selbst bei zwei Individuen derselben Art gilt genau dasselbe. Man wäre vielleicht geneigt anzunehmen, die Tendenz zweier Individuen, sich in den Besitz irgendeines Objects zu setzen, bewiese durch ihre Existenz allein schon zur Genüge, dass beide Thiere auch gleichmässig gut für die erstrebte Lebensbedingung ausgerüstet sein müssten; aber nichts wäre falscher als diese Annahme. Wenn z. B. zwei Männer denselben Beamtenposten, eine Präsidentschaft etwa oder eine Professur anstreben, so wird unter allen Umständen der eine besser geeignet sein für die Stelle als der andere, und wenn unter Menschen diese bessere Befähigung allein in solchen Fällen entschiede, so würde die Stelle auch jedesmal mit dem besten Bewerber besetzt werden; diese selbst wählt durch die Anforderungen, die sie stellt, unter ihnen aus. Gerade so ist es bei Thieren. Wenn zwei Wölfe oder Löwen um eine Beute kämpften, so würde der Stärkere sie zuversichtlich gewinnen; aber hätte der Sieger zugleich auch einen schlechten Magen, so würde er trotz seines Sieges nicht im Stande sein, den gleichen Nutzen daraus zu ziehen, den der Schwächere unter Umständen davon hätte haben können.

Die Fähigkeit eines Thieres, sich einen passenden Platz im Leben zu gewinnen, hängt nämlich nicht allein von einer einzigen Eigenschaft, etwa von dem Besitz einer mächtigen Waffe ab. Nehmen wir an, es schwärmten alle Naupliuslarven einer *Pachybdella* gleichzeitig aus und sie würden ebenso gleichzeitig den Wettlauf nach einem Hinterleib einer andern Krabbe beginnen, so würden natürlich die besten Schwimmer die Sieger sein. Aber dieselben Organe, durch deren Besitz sie den Sieg errangen, würden ihnen dann nicht mehr von Nutzen sein, denn das Festsetzen und damit der definitive Sieg hängt ab von den Klammerantennen der

Larve. Gesetzt nun, das zuerst ankommende Individuum würde in dieser Beziehung schlecht ausgerüstet sein, so müsste es aller Vortheile seines Sieges wieder verlustig gehen, denn die Krabbe wäre dann vielleicht im Stande, durch einige kräftige Bewegungen ihres Hinterleibes den unwillkommenen Gast von sich wegzuschleudern. Wenn dann aber der eigentlich besiegte Nachzügler und schlechte Schwimmer gerade in diesem Moment ankäme und bessere Greiforgane besässe als jener, so würde dieser, obgleich ursprünglich geschlagen, doch schliesslich von dem Abdomen des Krebses Besitz ergreifen.

Die durch den Ausgang eines directen Kampfes um irgendeine Existenzbedingung bedingte Auswahl kann also auch nur dann Erfolg haben, wenn ausserdem noch der überlebende Theil geeignet ist, sich die Ausnutzung seines Sieges zu sichern. Dieser Punkt, so scheint mir, ist nicht selten von Darwin's Nachfolgern, noch mehr aber von seinen Gegnern ausser Acht gelassen worden, indem sie solchen directen Kampf oft als das einzige Mittel zur Auswahl bezeichneten. Darwin selbst hat, ich bin dessen überzeugt, nie gemeint zu sagen, dass der directe Kampf zwischen zwei Individuen das einzige oder auch nur das wichtigste Mittel zur Auswahl sei, dessen sich die Natur in dem Process der natürlichen Zuchtwahl bediene. Immerhin aber wird das Streben nach Existenz durch solchen persönlich geführten Kampf nur noch schwerer gemacht, als es so schon ist, und da dieser vor allem dann eintreten wird, wenn sich die Individuen einander möglichst nahe stehen, so wird er ohne Zweifel ein recht häufig in Bewegung gesetztes Mittel sein müssen, das die Natur anwendet, um zwischen mehrern sich ihr zur Benutzung anbietenden Varietäten derselben Art behufs Bildung neuer Species ihre Wahl zu treffen. Diese aber hängt ausser von der Reaction des erstrebten Gegenstandes auch ab von der Ausrüstung, welche die einzelnen Individuen oder Varietäten in den Kampf mitbringen, und

es wird daher zweckmässig sein, die hierdurch gegebenen Beziehungen zwischen den verschiedenen Thieren etwas näher ins Auge zu fassen.

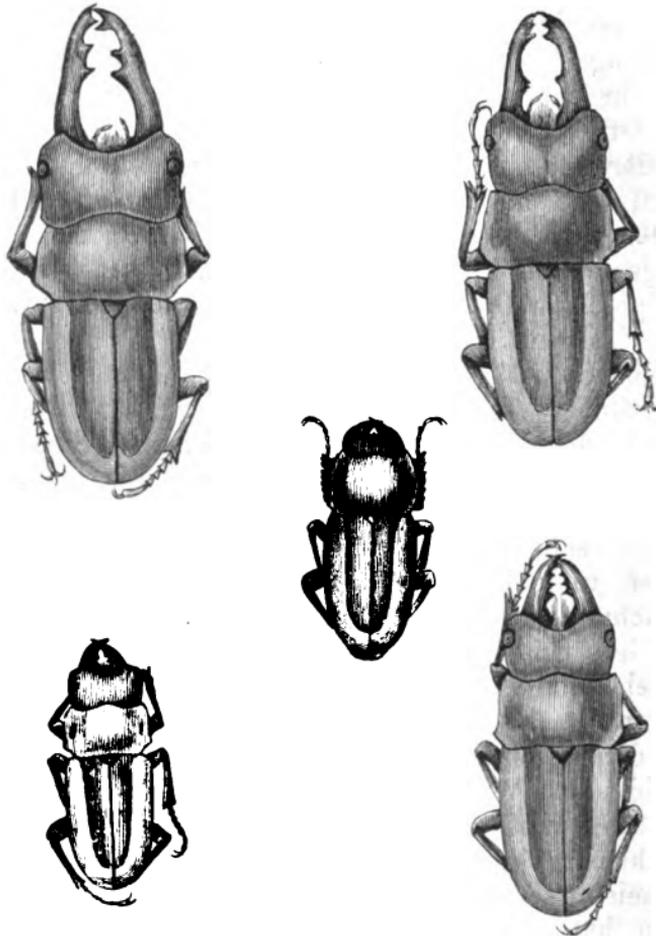
Die Beziehungen zwischen Verfolgern und den Verfolgten. Die Mittel, welche die Natur anwendet, um der einen Form den Sieg über eine andere zu geben, sind unendlich mannichfaltig; Muskelkraft und besonders schneidige Waffen werden in diesem Falle, Schnelligkeit der Glieder oder körperliche Gewandtheit in einem andern den Sieg verleihen; List, Instinct oder selbst die höchsten geistigen Eigenschaften werden nicht immer im Stande sein, erfolgreich gegen Antipathie oder Sympathie anzukämpfen: Beharrung in Unthätigkeit oder selbst Uebermaass an Dummheit wird oft einen grossen Vortheil in solchem Kampfe gewähren — bekannt ist das Wort, dass selbst die Götter vergeblich gegen die Dummheit ankämpfen —; fester Glaube an irgendein Dogma, und mag es das dümmste von der Welt sein, gibt diesem selbst eine gewisse Kraft und seinen Anbetern die Zuversicht, deren sie bei den Angriffen, denen es ausgesetzt ist, bedürfen; der Schwache oder Furchtsame wird oft genug einen Beschützer finden können in dem Scheine der Kühnheit, den er sich umzuhängen verstehen mag. Kurz, es gibt keine Eigenschaft des Körpers wie des Geistes oder des Instincts, wenn man lieber will, welche nicht im gegebenen Falle eine kräftige Waffe zum Angriff oder zur Vertheidigung werden könnte. Die so sehr verschiedenen äussern Waffen, deren sich die Thiere in ihren persönlichen Kämpfen untereinander bedienen, sind allgemein bekannt. Die eine Art benutzt ihre Zähne, eine andere ihre Füsse oder beides zusammen, wie der Elefant, der Vogel seinen Schnabel, Flügel oder Beine und Sporen daran; dem Rhinoceros ist das scheinbar so lästige Horn auf der Nase eine gefährliche Waffe, und einige Rochen haben eine nicht weniger gefährliche am Ende ihres Schwanzes; die Hinterleibsdrüsen der Ameisen und des Skorpions oder die Giftdrüsen im Munde der

Giftschlangen und in den Kiefern der Spinnen und der Tausendfüsse, die Stinkdrüsen mancher Raupen, der Wanzen und Käfer, der Stinkthiere unter den Wirbelthieren, alle diese und tausenderlei andere sind ebenso viele brauchbare Waffen bei der Vertheidigung wie beim Angriff. Viele davon, vielleicht die Mehrzahl, sind sehr constant in ihrem Vorkommen und in ihrem Bau, Grösse und Form; andere, wie die sogenannten secundären sexuellen Charaktere namentlich der Insekten, sind häufig sehr veränderlich in ihren Eigenschaften. An diese letztern knüpft sich ein in jüngster Zeit gemachter Einwurf gegen die Anwendbarkeit der Principien der Darwin'schen Theorie, den ich hier kurz besprechen will.

Es behauptet nämlich Kramer<sup>2</sup> auf Grund einer sehr ausführlichen mathematischen Berechnung nach der Methode der Wahrscheinlichkeitsrechnung, dass, unter Annahme Darwin'scher Principien als Basis für jene, die extremen Formen einer Varietätenreihe an Zahl geringer sein müssten als die mittlern intermediären Formen, und ebenso dass die Ausbildung übertriebener Abweichungen auch möglich sein müsste; das Resultat würde ein Chaos von männlichen allmählich ineinander übergehenden Formen sein, welche alle zu einer einzigen weiblichen gehörten. Und dann fügt er hinzu, dass dieses mathematisch ausgerechnete Resultat in schneidendem Widerspruche zu den Thatsachen stünde, denn man wisse ja gerade, dass die secundären Geschlechtscharaktere der männlichen Käfer in den weit-aus meisten Fällen ganz ungemein constant seien.

Nun hat aber Kramer in seine Rechnung ein Element nicht mit aufgenommen, welches unter allen Umständen zu berücksichtigen war: er berechnet eben nur das Resultat einer unbegrenzten Fähigkeit zur Veränderung bei den Männchen, während diese doch gerade durch die sexuelle Zuchtwahl nach Darwin's Ansichten beschränkt, nicht aufgehoben werden soll. Kramer's Rechnung gilt also nur für jene Fälle, in denen die

Ursachen, welche das Auftreten von Abweichungen von der Stammart hervorriefen, ungehindert gleichmässig fortwirkend ganz allein das endliche Resultat bestimmten.



*Fig. 96. Cladognathus dorsalis* Erichson. In den vier Ecken vier verschiedene Formen des Männchens, links unten ein solches, bei dem die Kiefern kaum grösser sind als bei dem in der Mitte stehenden Weibchen. Natürliche Grösse.

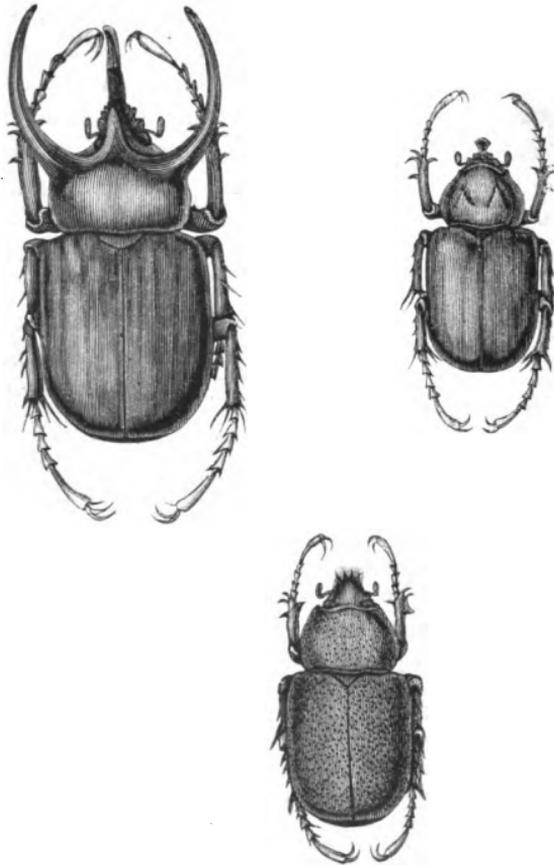
Er leugnet zwar, dass solche Fälle vorkämen, aber wie mir scheint mit Unrecht. Denn es gibt namentlich unter tropischen Thieren eine nicht unbedeutende Zahl derselben, wohin z. B. die hier abgebildeten Extreme (s. Fig. 96)

einer Entwicklungsreihe der männlichen *Cladognathus* zu rechnen sind. Hier sind nach meinen Zählungen die Varietäten, welche ungefähr in der Mitte stehen zwischen den beiden abgebildeten Extremen, weitaus am zahlreichsten vertreten; nach beiden Seiten hin nimmt die Individuenzahl allmählich ab, bis endlich die beiden abgebildeten extremen Formen unter Hunderten nur je ein einziges mal gefangen wurden.

Ueberhaupt zeigen die meisten mit blattförmigen Fühlern versehenen Käfer — die sogenannten Lamellicornen — eine ausgesprochene Verschiedenheit der Gestalt in den beiden Geschlechtern; die Männchen haben sehr häufig verschieden grosse Hörner auf ihrem Kopfe, während die Weibchen derselben meistens entbehren. Am auffallendsten sind diese entwickelt bei den sogenannten Goliathkäfern, deren zahlreiche Arten in den Tropen sehr gemein sind. Mitunter sind diese Hörner der Männchen von einer ausserordentlich weitgehenden Veränderlichkeit; als Beispiel derselben habe ich hier die auch schon von Darwin erwähnten Extreme der männlichen (s. Fig. 97) *Chalcosoma atlas* in dem umstehenden Holzschnitt abgebildet; die eine Form ist die alte typische *Chalcosoma atlas* von Erichson, die andere kleinere der Blainville'sche *Phidias*. Ich selbst habe mehrere Hunderte dieser Art auf den Philippinen gefangen und unter ihnen die beiden hier getreu nach den Objecten abgebildeten Exemplare als die äussersten Extreme einer ganz geschlossenen Reihe ausgewählt, und ich kann versichern, dass beide zu einer und derselben Art gehören. Man sieht, dass das grösste Individuum vier grosse Hörner hat, von denen eins dem Kopf, drei aber dem Prothorax angehören; das kleinere zeigt nur eine Spur des Horns auf dem Kopfe und das mittlere Horn des Prothorax ist gänzlich verschwunden, während die beiden seitlichen Hörner des letztern nicht bloß absolut, sondern auch relativ kleiner geworden sind.

Aehnliche Fälle hat Darwin nicht bloß, wie Kramer

anzunehmen scheint, von Insekten aufgeführt, sondern auch von Krebsen, Spinnen, Vögeln und Säugethieren. Alle diese Beispiele zeigen somit gerade diejenigen Erscheinungen in hervorragendem Maasse, welche Kra-



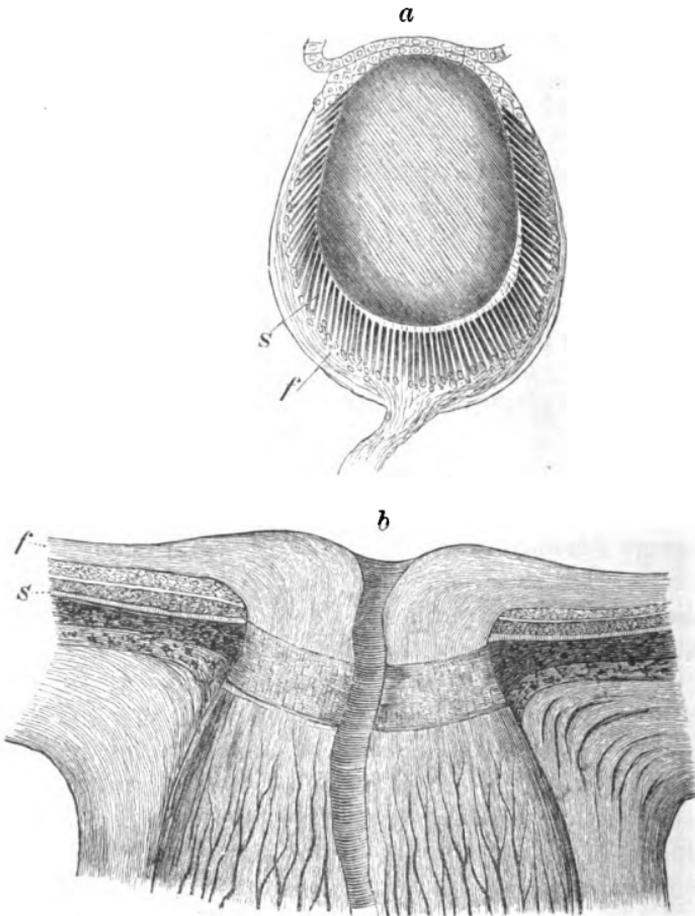
*Fig. 97.* *Chalcosoma atlas* von den Philippinen. Oben links die stark gehörnte Form des Männchens (*Ch. atlas* L.); rechts oben die fast hornlose Form (*Ch. Phidias*), unten das dazu gehörige Weibchen. Halbe natürliche Grösse.

mer herausrechnet unter Auslassung eines wesentlichen Factors, nämlich gerade jenes Moments, welches nach Darwin in der Form der geschlechtlichen Zuchtwahl die Auslese, d. h. die Erhaltung extremer besonders

bevorzugter Varietäten besorgen soll; zieht man dagegen dies letztere Moment wirklich mit in Rechnung, so lassen sich die von Kramer besonders betonten zahlreichen Fälle grosser Constanz in den auszeichnenden Charakteren der männlichen Käfer sehr wohl nach den Darwin'schen Principien erklären. Danach hat bei ihnen die durch die physiologischen Beziehungen der betreffenden Organe bedingte Auswahl unter den vorhandenen Varietäten bereits diejenigen ausgelesen und somit die Arten constant gemacht, welche in dem zur Auswahl führenden Kampf besonders bevorzugt waren, während in denjenigen Fällen noch vorhandener Variabilität, für welche die Kramer'sche Rechnung gilt, noch keine solchen physiologischen Beziehungen gewirkt haben können. Denn es darf eben nicht vergessen werden, dass weder die natürliche, noch auch die geschlechtliche Auslese Theile neu erzeugen können, sondern immer nur dann erst zur Wirkung zu kommen vermögen, wenn durch irgendwelche mechanisch wirkenden Ursachen derartige Veränderungen an bereits bestehenden Organen hervorgerufen wurden, die irgendeine neue physiologische Wechselbeziehung einzuleiten im Stande sind. Solange dies letztere nicht geschah, wird diejenige Kraft, welche die Abweichungen, d. h. die Variabilität erzeugte, auch ungehindert fortzuwirken im Stande sein. Diese Frage, wie ein altes Organ zu neuen physiologischen Beziehungen — mit andern desselben Organismus oder mit den Existenzbedingungen — zu kommen vermöge, ist offenbar eine sehr wichtige. Es scheint mir daher hier der passende Platz zu sein, an einem concreten Beispiele, nämlich den von mir kürzlich auf dem Rücken einer Nachtschnecke (*Onchidium*) entdeckten Augen jene Frage zu untersuchen.

Es ist allgemein bekannt, dass fast alle Schnecken zwei Augen auf der Spitze der Tentakel oder an ihrer Basis tragen. Diese Augen sind ihrer Structur nach sehr verschieden von denen der Wirbelthiere. Bei allen Augen ohne Ausnahme geht der Sehnerv allmählich

über in eine Gewebslage, welche, die letzten Enden des Nerven enthaltend, als Retina bezeichnet wird; diese Enden sind die sogenannten Sehstäbchen. Im Wirbel-



*Fig. 98.* Durchschnitt durch Augen. *a* von einer Schnecke (*s* die Stäbchenlage, umhüllt von *f*, der Faserlage der Retina); *b* Wirbelthieraugendurchschnitt an der Eintrittsstelle des Sehnerven; dieser durchdringt alle Schichten und breitet sich innen zur Faserlage *f* aus, die Stäbchenlage *s* liegt nach aussen von dieser und somit gerade umgekehrt, wie beim Schneckenauge (*a*).

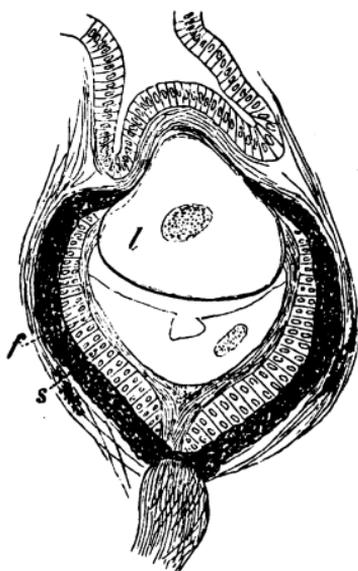
thierauge (s. Fig. 98, *b*) durchdringt der Sehnerv die äussern Häute des Auges und breitet sich an deren Innenfläche, zwischen dieser und der Linse so aus, dass

jene letzten Nervenenden, die Stäbchen von der Linse abgewandt sind und also mit ihren Endflächen nach aussen gerichtet stehen. Bei den an den Tentakeln der Schnecken (s. Fig. 98, a) befindlichen Augen stehen diese Stäbchen in umgekehrter Richtung; sie wenden ihre Endflächen der Linse zu. Bei jenen muss also die Stäbchenschicht von dem Sehnerven selbst durchbohrt werden, und an dieser Durchbohrungsstelle können natürlich keine Stäbchen zur Ausbildung kommen; die Wirbelthiere sind an dieser Stelle blind und man nennt daher auch in der wissenschaftlichen Terminologie jene Durchtrittsstelle des Sehnerven den blinden Fleck. Ein solcher fehlt den Augen der zweiten Kategorie; der Sehnerv breitet sich aussen an dem Auge aus und die im Innern liegenden Stäbchen können die ganze disponible innere Fläche der Retina gleichmässig überziehen.

In Bezug auf die am Kopfe stehenden Augen unterscheidet sich nun die Gattung *Onchidium* in nichts von ihren Verwandten. Aber die Mehrzahl ihrer Arten ist ausserdem noch durch andere Augen ausgezeichnet, welche auf dem lederartigen, nackten Rücken dieser Schnecken angebracht sind. Diese Rückenaugen (s. Fig. 99) nun sind ungemein interessant, denn sie sind, wenn auch einfach in ihrer Structur, so doch ganz genau nach dem Typus der Augen der Wirbelthiere gebaut. Eine Vergleichung der beiden hier nebenstehenden Durchschnitte durch ein solches Rückenauge und durch das eines Säugethieres wird ohne weiteres die Uebereinstimmung zeigen: bei beiden findet sich ein blinder Fleck, weil der Sehnerv die äussern Schichten der Retina durchbohren muss und bei beiden bildet die Stäbchenlage die äusserste Schicht der Retina. Es ist dies das einzige bisher bekannte Beispiel solcher Augen bei wirbellosen Thieren.

Es ist klar, dass diese Augen irgendeine wichtige Bedeutung für das Leben ihrer Träger haben müssen. Einmal sind gut ausgebildete und functionsfähige Augen

ohne Bedeutung einfach undenkbar. Wenn es bei andern Schnecken Augen an ähnlicher Stelle gäbe, wie bei dem *Onchidium*, so würde man natürlich gleich daran denken, dass des letztern Rückenauge degenerierte Augen sein könnten; aber sie kommen ganz ausschliesslich in dieser Gattung vor, woraus mit grosser Sicherheit folgt, dass sie sich auch in ihr gebildet haben müssen. Gesetzt aber, sie wären dennoch rudi-



*Fig. 99.* Durchschnitt durch das Rückenauge von *Onchidium verruculatum*.  
Bezeichnung wie in *Fig. 98*.

mentäre Organe, vererbt von ausgestorbenen Vorfahren<sup>3</sup> dieser Familie, so müssten sie sich in irgendeiner Weise als solche erweisen; man dürfte erwarten, etwa die Linse oder die Stäbchen oder das Pigment in der Retina nicht zu finden. Alle diese, als wesentlich zum normalen Gebrauch eines Auges erkannten Theile sind aber in dem Rückenauge der Onchidien vorhanden und zwar nicht etwa nur in einer Art, sondern in mehr als zwanzig von mir untersuchten Formen. Endlich reprä-

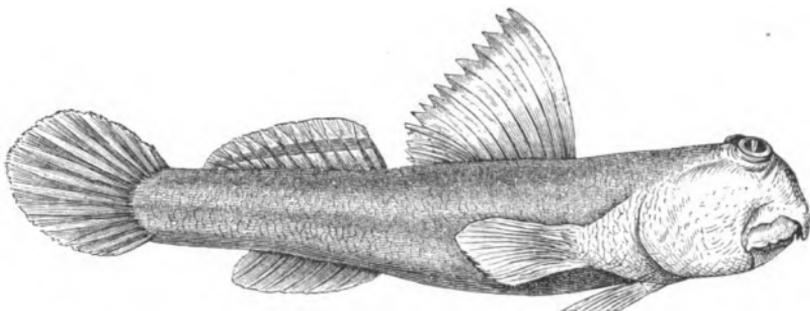
sentiren alle diese zwanzig verschiedenen Rückenaugen eine ununterbrochene Reihe von niedriger entwickelten zu den höchsten und alle zeigen die wesentlichen Theile eines functionsfähigen Auges in verschiedener Anordnung zwar, aber in normalster Ausbildung. Dies beweist unwiderleglich, dass diese Augen in der Familie der Onchididae selbständig entstanden und von gewiss sehr grosser Bedeutung für das Leben der Schnecken sind.

Während meiner langjährigen Reisen in den Tropen waren mir diese Augen unbekannt geblieben; aber aus andern Gründen hatte ich der Lebensweise der Onchidien eingehende Aufmerksamkeit geschenkt. Sie leben ausschliesslich am Ufer des Meeres oder der Brakwasser-sümpfe; hart am Rande des Wassers kriechen sie entlang, sich zwischen Spalten der Felsen oder unter grossen Steinen verbergend. Zugleich mit ihnen leben an denselben Stellen zahlreiche Exemplare zweier Fischgattungen, Periophthalmus und der ihm nahe verwandte Boleophthalmus; sie hüpfen mit grossen Sätzen am Strande fort und suchen offenbar hier nach ihrer Nahrung, welche ausser Insekten vorzugsweise aus Arten jener Schneckengattung besteht. Dies gibt, wie mir scheint, einen allerdings zunächst nur hypothetischen Aufschluss über das Vorkommen jener Rücken-  
augen. Die Onchidien sind entsetzlich langsame Thiere, gänzlich unfähig zu entfliehen oder rasch sich in Spalten zurückzuziehen. Sie fressen ganz ausschliesslich Sand, den sie mit ihrem Maule in den Schlund in ähnlicher Weise hineinzuschaukeln wissen, wie die Seewalzen unter den Echinodermen; natürlich verdauen sie nur die dem Sande des Meeres beigemengten organischen Nahrungsbestandtheile. Sie müssen sich also, um die ihnen zusagende Nahrung zu finden, oft den Blicken der am Meeresufer ungemein rasch dahineilenden Fische — und anderer Feinde wol auch noch — aussetzen. Entfliehen aber können sie nicht; ein Haus, in das sie sich, wie viele andere exponirt lebende

Schnecken, zurückziehen könnten, besitzen sie ebenso wenig, sie haben weder Stacheln noch Kiefer, mit denen sie sich allenfalls vertheidigen könnten, und die Augen auf ihrem Rücken, welche allein im Stande sind, sie vor einer herannahenden Gefahr zu warnen, sind unfähig, ihnen zugleich den benöthigten Schutz zu geben. Kurz, auch mit den Augen scheinen sie rettungslos ihren Verfolgern übergeben zu sein. Das wäre nun freilich sehr wunderbar, wenn sich hier und auch nur in dieser Gattung allein Augen entwickelt haben sollten, ohne dass diese sie in Stand setzten, sich ihrer zu wirklichem Vortheil zu bedienen; denn zum Aufsuchen ihrer Nahrung, des dicht vor ihnen, direct unter ihrem Maule liegenden Sandes, bedürfen sie doch wahrlich nicht der Augen auf ihrem Rücken, mit welchen sie wol in den Himmel, aber nicht auf die Erde unter sich sehen können.

Sollen also die Augen von irgendwelchem Nutzen für die Schnecke sein, so müssen sie daneben noch wirkliche Waffen besitzen, und solche sind in der That bei allen den Arten vorhanden, welche solche Augen tragen. Die Haut ihres Rückens ist über und über besäet mit kleinen Drüsen, deren Inhalt nicht eigentlich flüssig, vielmehr eine Art von Concretion zu sein scheint und deren Ausführgang ungemein fein ist, sodass man ihn nur schwer erkennt. Ausserdem ist der letztere noch durch einen Ringmuskel dicht umgeben, sodass dieser durch seine Zusammenziehung die Drüsenöffnung leicht zu schliessen vermag. Schwache Contractionen der Haut, wie sie beim Kriechen nothwendig eintreten müssen, können somit nicht die kleinen Secretkugeln aus den Drüsen herauspressen; diese Schnecke kann nicht weinen. Gesetzt aber, es näherte sich ihr unerwartet und rasch ein in grossen Sätzen daherkommender Periophthalmus (s. Fig. 100); dieser erhebt sich dabei, wie ich häufig gesehen habe, mehrere Zoll hoch in die Luft, und wird so oft genug von weitem schon einen Schatten auf den Rücken der langsam einher-

kriechenden Schnecke werfen und sie natürlich heftig erschrecken. Diese hat ihre zahlreichen Augen — ich habe bei einem Exemplar mit Bestimmtheit 98 gezählt — nach allen Richtungen aufwärts gerichtet; nun erblickt sie plötzlich den Fisch oder seinen Schatten, ebenso rasch zieht sie den ganzen Körper zusammen und drückt nun von allen Seiten mit grosser Kraft auf die in ihrer Haut steckenden Drüsen. Gesetzt, diese Kraft reichte hin, um die kleinen Kügelchen von Secret aus den engen Ausführgängen der Drüsen hervorzupressen, so würden jene nothwendig mit der entsprechenden Gewalt aus der Drüsenöffnung herausgeschleudert



*Fig. 100.* Periophthalmus Koelreuteri, ein am Seestrande nach Landschnecken (Onchidium) jagender Fisch. Die grossen Bauchflossen benutzt er dabei zum Vorwärtsspringen.

werden; statt an der Haut des Rückens herabzuziessen, werden sie zu Hunderten oder Tausenden in die Luft geschleudert werden, dem verfolgenden Fisch entgegen; dieser nun, seinerseits erschreckt, getroffen von dem Sprühregen der kleinen, vielleicht auch ihm schädlichen Geschosse, wendet sich ab und die Schnecke ist gerettet.

Dies ist natürlich, da ich den Vorgang nicht beobachtet habe, nur eine Hypothese. Es fragt sich indessen, ob es nicht möglich sein dürfte, sie auf indirectem Wege als sehr wahrscheinlich zu erweisen.

Natürlich wäre es denkbar, dass das Onchidium sich in der hier vermutheten Weise nicht bloß gegen die

Periophthalmus und Boleophthalmus, sondern auch noch gegen andere Feinde zu vertheidigen vermöchte. Wenn aber wirklich, wie ich glaube, die beiden genannten Fische die einzigen oder die vorwiegend gefährlichen Feinde der Onchidien sind, und die Augen und Drüsen also den Schnecken als Waffe allein gegen diese Thiere mitgegeben sind: so darf man erwarten überall, wo die Fische vorkommen, auch solche mit Rücken Augen versehene Onchidien zu finden. Dies ist denn in der That auch der Fall. Der Periophthalmus kommt von Nordaustralien und dem westlichen Theil des Stillen Oceans an im gesammten Chinesischen Meere hinauf bis nach Japan vor, dann im Indischen Meere und im Archipel der hinterindischen Inseln und an der Ostküste Afrikas. Genau dieselbe Verbreitung aber zeigen auch die Onchidien mit Rücken Augen.

Nur eine einzige Ausnahme hiervon gab es bis vor kurzem: An der Congoküste, von wo längst nach Günther's Katalog der lebenden Fische die Periophthalmus bekannt sind, waren bisjetzt keine Onchidien gefunden und auch in der letzten Aufzählung der westafrikanischen Landmollusken, welche wir Herrn von Martens verdanken, finden sich keine solchen angegeben. Auf meine Anfrage erhielt ich indessen von diesem tüchtigen Malakologen die Antwort, dass er allerdings im Besitze von mehrern Arten sei, welche durch die bekannte deutsche afrikanische Expedition nach dem Congo mitgebracht worden wären. Er war so freundlich, mir ein Exemplar zur Untersuchung zu schicken; leider aber kam es bei mir in zu schlechter Erhaltung an, um ein sicheres Resultat in Bezug auf die Anwesenheit oder Abwesenheit solcher Rücken Augen zu geben.

Es wäre also möglich, dass die hier an der westafrikanischen Küste gefundenen Onchidien keine solchen Augen hätten; damit aber schiene ein schlagendes Argument gegen die oben hingestellte Hypothese geliefert zu sein. Denn nach derselben würde man geneigt sein können, die Rücken Augen als absolut für die Gattung

nothwendige Organe anzusehen, da ja durch diese allein die Ausrottung durch die Fische verhindert werden könnte. Es gibt indessen an Orten, wo der Fisch nicht lebt, den wir als den hauptsächlichsten Feind der Onchidien ansehen müssen, dennoch und gar nicht selten solche Schnecken. Eine Art, die vor langer Zeit von Cuvier beschrieben wurde als *Onchidium celticum*, lebt an der englischen und französischen atlantischen Küste, eine andere kommt in Amerika an der Küste des hohen Nordens vor, noch andere leben an der Westküste von Süd- wie Nordamerika, auch die Galapagosinseln haben ihre eigenen Species und in der östlichen Hälfte des Stillen Oceans, wie in Neuseeland und an der australischen Küste kommen zahlreiche Species vor. An allen diesen Orten fehlt der Fisch, und alle hier aufgeführten Onchidiumarten, die ich fast sämmtlich selbst anatomisch untersucht habe, entbehren jener Rücken- augen und zugleich damit auch der Drüsen, welche, als Waffen fungirend, eigentlich erst den Nutzen der Rücken- augen evident machen. Unverfolgt, wie hier die Schnecken zu sein scheinen, sind ihnen auch die Augen und ihre begleitenden Waffen ohne Nutzen und man begreift, dass sich solche auf dem Rücken dieser Arten nicht ausbilden konnten. Auch versteht man leicht, dass sie sich zurückbilden mussten, wenn die etwa mit Augen versehenen Vorfahren aus andern Regionen in jene einwanderten, wo infolge des Fehlens der Fische die Waffen wie die Warnungsorgane rasch ausser Gebrauch gesetzt werden konnten. So erscheint also der Mangel der Rücken- augen bei den Onchidien der fischlosen Regionen geradezu als eine Bestätigung für die aufgestellte Ansicht, dass die Augen in der oben angegebenen Weise von den Arten mit Rücken- augen benutzt werden mögen. Eine einzige Schwierigkeit nur bleibt bestehen: die westafrikanischen Onchidien entbehren vielleicht der Augen, eine einzige, im westlichen Theile des Stillen Oceans lebende Species ganz sicher der Rücken- augen, obgleich sie mit jenen Fischen, den Erbfeinden ihres

Geschlechts, zusammen leben. Aber auch diese Ausnahme erklärt sich leicht, wenn man etwas tiefer in den Bau dieser letztern und die Entwicklungsweise der Rückenaugen der sehenden Arten eindringt.

In einem frühern Kapitel habe ich bereits darauf hingewiesen, dass jede lebende Zelle oder jede Gruppe solcher alle Attribute des lebenden Protoplasmas haben muss; sie müssen sich bewegen oder ihre Form verändern können, sie müssen im Stande sein zu assimiliren und sich zu vermehren, zu athmen, secerniren und endlich Eindrücke von aussen her zu verarbeiten und, wenn ich so sagen darf, ihrem Bewusstsein zu überbringen. Wir wissen ferner, dass eine Linse die Eigenschaft hat, die verschiedenen im Tageslicht vereinten Strahlen in einen Focus zu vereinigen, und daraus folgt ohne weiteres, dass in jeder kugeligen oder sonst regelmässig gewölbten Papille der Haut eines Thieres die gleiche Convergenz der von aussen sie treffenden Strahlen erfolgen muss, sobald diese Stellen der Haut nur glatt und durchsichtig genug dazu sind. Die chemischen oder Wärmestrahlen, welche so durch die Papille hindurch auf einen in der Haut liegenden Punkt convergirend gerichtet werden, müssen im Stande sein, einige der getroffenen Zellen anders zu beeinflussen, als andere, denn die Reaction von zwei benachbarten Zellen wird immer ein wenig verschieden sein müssen. So werden einzelne besonders angeregt werden zur Verstärkung der ihnen allen zukommenden ausscheidenden Thätigkeit; sie werden Drüsenzellen werden, während andere gar nicht gereizt wurden oder noch andere sich in anderer Weise umbildeten. Gesetzt nun, es kämen die noch unumgewandelten, im Focus der Linse oder Papille liegenden Zellen in Berührung mit einem sensibeln Nerven, so würden jene leicht in echte Sinnesorganzellen umgewandelt werden können, da sie als lebende Zellen eine gewisse Fähigkeit besitzen, in einer Weise auf äussere Eindrücke zu reagiren, die wir Empfindung nennen. Doch würden wol im Anfang diese

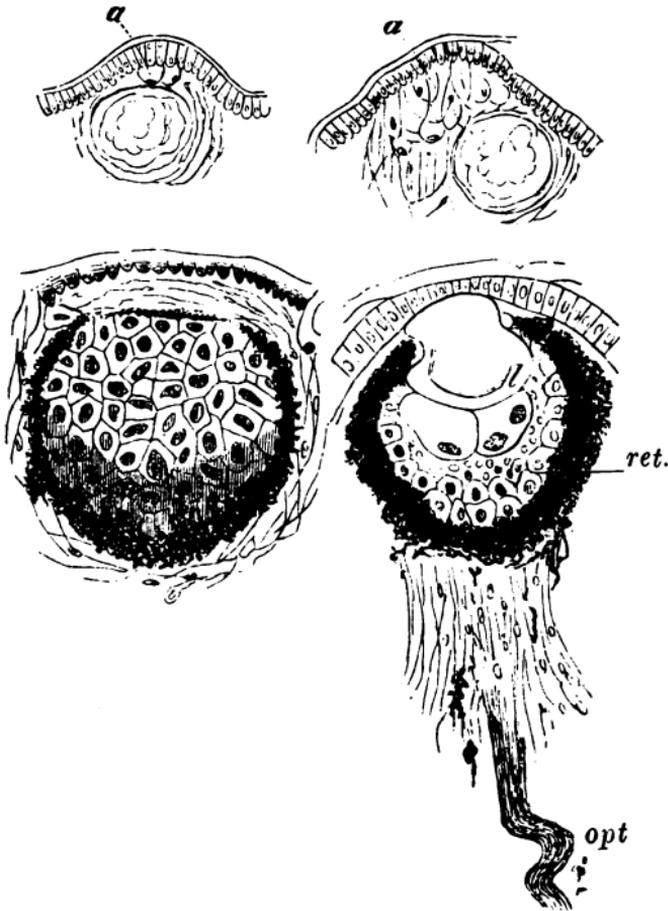
Sinneszellen nur ganz allgemeine Gefühle vermitteln können; sie würden in dieser Beziehung den andern benachbarten Zellen gegenüber höchstens dadurch ausgezeichnet sein, dass sie die allgemeine Empfindungsfähigkeit in einem höhern Grade besäßen als diese. Wenn nun infolge irgendeines Einflusses die unter der linsenartigen Vorwölbung der Epidermiszellen liegenden sensibeln Zellen von Pigment umwachsen würden, so dass die durch die Linse condensirten Lichtstrahlen nicht mehr im Stande wären tiefer zu dringen, so würde hiermit wahrscheinlich der erste Anstoss zur Ausbildung eines echten Auges gegeben sein. Es lässt sich annehmen, dass dieses primitive Auge anfänglich nur im Stande sein mochte, verschiedene Grade von hell und dunkel, Licht oder Schatten zu unterscheiden. An und für sich wäre aber damit dem Thiere gar kein Vortheil gewährt, denn dieses, den Schatten eines daherkommenden Fisches empfindende Auge würde eben nur vor der Gefahr warnen können. Dieselbe Ursache aber, welche das Auge erzeugte — die regelmässig convexe Krümmung des vorstehenden Theils der Haut — wird gleichfalls im Stande gewesen sein, einige der Zellen jenes primitiven Zellenhaufens in Drüsenzellen umzuwandeln, und damit wären die Waffen gegeben. Nun erst könnte die natürliche Zuchtwahl mit ihrem befestigenden und weiter bildenden Einfluss eintreten und aus dem einfachen, nur zur Wahrnehmung von Licht und Schatten geeigneten Auge ein vervollkommnetes erzeugen, das auch im Stande sein dürfte, genaue Bilder von den verfolgenden Fischen zu liefern, und die Drüsen würden ebenso, wenn nöthig, zu schärfern Waffen werden können, als sie bei ihrem ersten Entstehen waren.

Eine hübsche Theorie, wird man vielleicht sagen, doch ach! nur eine Hypothese. Zugegeben. Es war mir indessen vergönnt, durch die Untersuchung der Entwicklung der Rückenaugen, wie sie thatsächlich vor sich geht, alle solche Stadien wirklich zu beobachten,

wie sie hier bei hypothetischer Construirung des möglichen Entwicklungsganges eines solchen Auges aus einfachsten Verhältnissen heraus gefolgert wurden. Eine kurze Beschreibung dieser Beobachtungen wird von Nutzen sein.

Alle von mir beobachteten Onchidiumarten, die blinden sowol als auch die sehenden, sind bedeckt mit einer grossen Anzahl verschieden grosser Tuberkeln, deren Oberfläche überall sehr regelmässig gekrümmt und zugleich recht glatt ist. Die sie trennenden Theile der Haut des Rückens sind dagegen ausgezeichnet durch starke Rauigkeit und Körnelung oder Runzelung; in diesen Zwischenräumen kann daher keine gleichmässige Brechung von Lichtstrahlen auf einen Punkt zu erfolgen, wohl aber in den glatten und runden Papillen. Diese sind ungemein verschieden in Grösse; mit dem Alter des Thieres nimmt ihre Zahl beständig zu. Die kleinsten haben unter ihrer äussern Haut (Cuticula) nur eine einfache Zelllage (Epithelium) wie alle Schnecken. Die nächst grössern zeigen genau im Centrum der Papille einen von der Epidermis nach unten zu wachsenden Zellenhaufen (s. Fig. 101 links oben), in welchem bereits eine oder zwei Zellen als Anlagen künftiger Drüsenzellen zu erkennen sind; in den darauf folgenden ist diese Gruppe sich bildender Drüsenzellen zur Seite geschoben durch einen andern, gleichfalls von der Epidermis an der Spitze der Papille ausgehenden Zellenhaufen von eigenthümlichem Aussehen (s. Fig. 101 rechts oben); dann verändern sich die in diesem letztern Zellenhaufen zu innerst liegenden Zellen auffallend, sie wachsen bedeutend und ihr Inhalt wird eigenthümlich körnig, ihre Umrisse stark lichtbrechend; dann auch sieht man einen feinen Nerven aus dem Innern der Haut gegen diesen Zellenhaufen zutreten. In noch grössern Papillen findet man dann rundliche Zellenkörper, die direct mit einem Nerven in Verbindung stehen und welche hinten zum Theil schon von Pigment (s. Fig. 101 links unten) umgeben sind; aber an der Ein-

trittsstelle des Nerven, wo sich die Pigmentumhüllung noch nicht ganz geschlossen hat, treten einige eigen-



*Fig. 101.* Entwicklung des Onchidiumauges. Links oben das erste Stadium, kleine blasige Zellen (*a*) dicht unter den Epidermiszellen der Papillenspitze; rechts oben eine grössere Zahl solcher blasiger Zellen, die allmählich zunimmt und sich abrundet; links unten ist dieser aus gleichartigen Zellen bestehende Körper schon ganz von einer Pigmentscheide umhüllt; rechts unten hat sich der so gebildete Augenbulbus schon mit einem Sehnerven (*opt*) verbunden und seine Zellmasse hat sich geordnet in grosse vorn liegende Linsenzellen und dahinter liegende Retinazellen.

thümliche Zellen hervor, welche genau die Grösse und das Aussehen haben wie die vorhin erwähnten Zellen in den grössten Papillen ohne Pigment. Endlich schliesst

sich die Pigmenthülle um den centralen Zellenkörper und die primitive Augenanlage ist fertig (s. Fig. 101).

Damit ist indessen die Ausbildung desselben natürlich nicht abgeschlossen. Sehr auffallende Veränderungen treten nun in dem aus gleichartigen Zellen gebildeten, von Pigment umgebenen Körper auf, eine derselben, die der vordern gewölbten Fläche der Papille, der Cornea, am nächsten steht, wächst mehr als die benachbarten, bald folgen ihr andere (s. Fig. 101 rechts unten), und eine wirkliche Linse, die aus mindestens vier Zellen besteht, bildet sich dadurch aus. Die zwischen der so gebildeten Linse und der Pigmentumhüllung liegenden, noch nicht veränderten Zellen wandeln sich nun ihrerseits um in die Retina, deren Structur wir oben kennen gelernt haben. Die hier geschilderten und wirklich durch Beobachtung festgestellten Verhältnisse der Entwicklung eines der höchst entwickelten Onchidium-Rückenaugen passen sich aber, wie man, denke ich, ohne weiteres zugeben wird, den oben aus hypothetischen Prämissen heraus construirten Phasen der Ausbildung eines Auges an, wenn wir annehmen, dass durch die einfache Eigenschaft einer regelmässig gekrümmten glatten Oberfläche einer Hautpapille alle Lichtstrahlen, Wärme- und chemischen Strahlen auf einen Punkt zu convergirend gemacht werden mussten.

Ist die vorangehende Argumentation richtig, wie ich nicht bezweifle, so hätten wir hier ein Organ von sehr complicirtem Bau in dem Process seines Werdens gepackt, und es beweist dieser Fall, wenn es überhaupt noch nöthig sein sollte, dies zu erweisen, dass, wie Darwin oft genug hervorgehoben hat, ein Organ nie durch natürliche Zuchtwahl neu geschaffen, sondern immer nur durch dieselbe umgebildet werden kann. Mitunter freilich fallen selbst von Naturforschern Aeusserungen, welche annehmen lassen, dass sie der Meinung seien, ein Organ könnte direct durch seinen Gebrauch entstehen, in unserm Falle also ein Auge durch das Sehen. Das ist natürlich absolut falsch. Das Sehen

wird vielmehr erst dann eintreten können, wenn durch andere Ursachen, also hier durch directe Reizung der Haut, diejenigen Theile gebildet wurden, welche vorhanden sein müssen, um das erste Sehen zu ermöglichen. Hier bei den Rückenaugen der Onchidien ist es zunächst die durch die Form und Structur der Papillen bedingte Condensation des Lichts auf einen bestimmten Punkt im Innern der Haut und die dadurch hervorgerufene Umbildung einzelner Zellen derselben, wodurch ein primitives Sehorgan gebildet werden konnte, und dieses letztere war durch natürliche Zuchtwahl noch weiter umbildungsfähig, da es die Elemente zu einer weitem Vervollkommnung und Veränderung gleich von Anfang an enthielt.

Hieraus folgt aber ferner, dass, wenn jemals solche primitiven Augen bei Thieren entwickelt wurden, die nicht durch das Zusammenleben mit den ihnen nachstellenden Fischen einer Zuchtwahl ausgesetzt wurden, die nun nutzlosen Organe wieder verschwinden oder wenigstens sich zurückbilden mussten. Und dies ist der Fall, wie wir gesehen haben, denn alle Arten dieser Gattung, welche fern von den Periophthalmus leben, entbehren der Augen. Nur eine einzige sichergestellte Ausnahme von dieser Regel ist bisjetzt bekannt: das vorhin erwähnte Onchidium lebt vergesellschaftet mit sehenden Arten und mit jenen Fischen zusammen, obgleich es blind ist. Aber es findet sich diese Art ausschliesslich an der Grenze der Region, in welcher der Periophthalmus lebt, nämlich an der Südostküste von Australien und im centralen Theile des Stillen Oceans. Auch die vorhin erwähnten afrikanischen Arten der Westküste, die vielleicht gleichfalls blind sind, gehören einem solchen Grenzbezirk an. Nun kann man sich natürlich nicht gerade wundern, an diesen Grenzorten eine blinde Form an die Sehenden herantreten zu sehen. Aber es gibt ein viel schlagenderes Argument, um diese Ausnahme doch wieder nur zur Bestätigung der Regel dienen zu lassen: während allen ent-

•

schieden blinden Arten der fischlosen Region sowol gut entwickelte Augen, als auch Ansätze zu solchen und die Waffen, nämlich die Drüsen des Rückens, fehlen, ohne welche ja die Augen zu nutzlosen Organen würden, besitzt die blinde Art des Stillen Oceans sowol die Drüsen als auch Zellengruppen im Innern der Papillen, welche ihrer Structur nach vollständig übereinstimmen mit einem mittlern Stadium in der Ausbildungsreihe der höchst entwickelten Augen von *Onchidium verruculatum*. Hier scheint also eine Art vorzuliegen, bei welcher entweder wegen mangelhaften Gebrauchs früher vorhandene Augen anfangen zu verschwinden, oder die Ausbildung eines echten Sehorgans eingeleitet ist durch das Zusammentreffen der drei, ihr Entstehen und Weiterbilden gewährleistenden Momente.<sup>4</sup>

Ich habe diesen Fall absichtlich etwas ausführlich behandelt, um scharf die Grenze zu bezeichnen zwischen dem Aufhören derjenigen Wirkung verändernder äusserer Ursachen, die sich in der Bildung eines neuen Organs oder vielmehr der Umbildung schon vorhandener in ein anderes zu erkennen gibt und dem Beginn des Einwirkens solcher auswählenden Kräfte, welche die weitere Vervollkommnung eines neuentstandenen Organs zu bedingen scheinen.

Ich bin aber ferner auch der Ueberzeugung, dass man leicht überall bei gehörigem Nachsuchen die gleiche Grenze würde nachweisen können. Dass man sie jetzt noch nicht kennt und auch in den meisten Fällen auch als nicht vorhanden ansieht, sodass eine Verwechslung zwischen den umwandelnden Ursachen und den rein auswählenden oft schwer zu vermeiden ist, liegt meines Erachtens nur daran, dass man sich bisjetzt mit allgemeinen Speculationen zur Darwin'schen Theorie begnügte, und die aus dieser doch in solcher Fülle abzuleitenden, aber nur auf experimentellem Wege zu lösenden Fragen aufzuwerfen unterliess. Ein anderes in dieser Richtung werthbares werthvolles Beispiel

wollen wir jetzt noch discutiren: es sind die Schutzmittel, welche die Natur sowol den Angreifern, als den Verfolgten gegeben hat, um ihre Ziele zu erreichen, also entweder die Beute zu erhaschen oder den Nachstellungen zu entgehen.

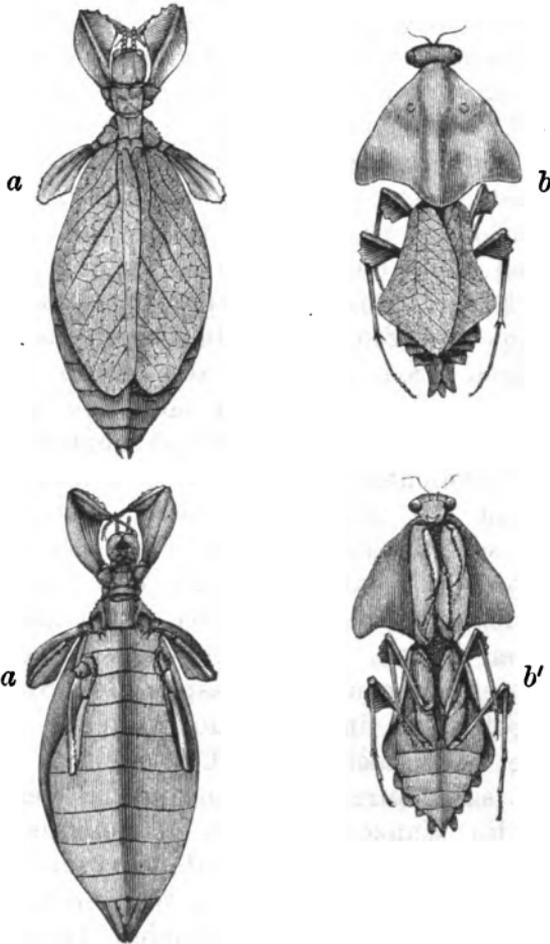
Die Nachahmung der äussern Umgebung als Schutzmittel. Man weiss, dass ein sehr grosser Theil lebender Thiere durch verschieden starke Aehnlichkeit in Form und Farbe mit den sie umgebenden Objecten in Stand gesetzt ist, den Nachstellungen der Verfolger durch diese schützenden Aehnlichkeiten zu entgehen, oder dass andere durch ganz ähnliche Mittel gerade umgekehrt vorzugsweise gut zur Verfolgung ihrer Beute ausgerüstet zu sein scheinen. So treten zu den zahlreichen, in den vorangehenden Kapiteln untersuchten Mitteln zur Auswahl unter den Formen noch eine Fülle neuer hinzu. Denn es liegt auf der Hand, dass jede in der Zusammensetzung der umgebenden organischen Welt eintretende Veränderung einer Thierart den Schutz, den sie bisher durch die Aehnlichkeit z. B. mit irgendeiner Pflanze gehabt hat, entziehen muss, wenn eben diese Pflanze ausgerottet wurde und ebenso, dass eine zufällige Färbung, welche bis dahin keine Aehnlichkeit mit irgendeinem Gegenstand bedingte, nun plötzlich eine mächtige Waffe zum Angriff oder zur Vertheidigung zu werden vermag. Eine Auswahl zwischen den verschiedenen, bis dahin gleichmässig geschützten Formen ist dadurch gegeben.

Es ist natürlich unmöglich, hier auch nur die grössere Zahl der bekannten Fälle solcher schützenden Aehnlichkeiten zu untersuchen, und ich denke es wird genügen, einige besonders instructive Fälle zu discutiren. Ich will dabei die Unterscheidung, welche sich nun einmal eingebürgert hat, die nämlich zwischen Aehnlichkeiten der Thiere mit leblosen Gegenständen, wie Steinen, Sand, Unterlage des Bodens und mit lebenden Pflanzen einerseits, und den Aehnlichkeiten mit lebenden Thieren andererseits der Bequemlichkeit halber an-

nehmen, obgleich ich keinen principiellen Grund zu ihrer künstlichen Trennung finden kann.

Die Thatsache, dass sehr viele Thiere durch Nachahmung von Steinen oder Sand, Flechten, Blättern und Aesten gegen ihre Feinde oft sehr wirksam geschützt sind, ist schon vor langer Zeit festgestellt worden. Jedermann, der sich einmal in seinem Leben mit dem Sammeln von Insekten abgegeben hat, weiss zahlreiche Fälle dieser Art aufzuzählen. Viele Vögel und Säugethiere, die regelmässig vom Menschen gejagt werden, und gegen die gewöhnlichen Mittel ihrer Feinde unter den Thieren in hohem Maasse geschützt sind durch die Aehnlichkeit in der Färbung ihrer Federn oder ihres Pelzes mit derjenigen ihrer Umgebung, sind nur deshalb an vielen Orten so selten geworden, weil der Mensch sich auch noch zahlloser anderer Angriffswaffen bedienen kann, gegen welche jene schützenden Aehnlichkeiten nicht mehr von Werth sind. Der Zoologe, welcher an der Oberfläche der See nach den völlig durchsichtigen schwimmenden Meerthieren suchen wollte, ohne sich eines Netzes zum Durchsieben des Wassers zu bedienen, würde sicherlich nur einzelne mit dem Glase fangen können, da er sie nur unter ganz besonders günstigen Umständen erblicken würde. Die Aehnlichkeit der Färbung mit derjenigen von Pflanzentheilen wird in vielen Fällen in ihrer Wirkung noch verstärkt durch die Gewohnheit vieler Thiere, wenn sie sich verfolgt glauben, regungslos sitzen zu bleiben, sodass die Aehnlichkeit mit einem Ast oder Blatt noch mehr hervorgehoben wird. Die Raupen der Spanner unter den Schmetterlingen sind jedermann bekannt, ebenso das sogenannte trockene Blatt (s. Fig. 102); dies letztere gehört der Gruppe der von Pflanzen sich nährenden Heuschrecken an, wozu auch die dünnen Aesten gleichenden Phasmiden (s. Bd. I, Fig. 32) gehören. Sie sind ganz harmlos und ihre Aehnlichkeit mit der Umgebung ist ihnen offenbar nur ein Mittel, den Nachstellungen ihrer Feinde zu entgehen. Anders ist dies bei den räube-

rischen Mantiden, zu denen die bekannte Büsserin (*Mantis religiosa*) gehört. Ich habe im beigefügten Holzschnitt eine Art der Gattung *Acanthops* abgebildet,



*Fig. 102.* Durch ihre Aehnlichkeit mit Blättern geschützte Heuschrecken. *a* *Phyllium siccifolium*, lebt von Blättern und ahmt frische Blätter nach; *b* *Acanthops* sp., eine Mantide, lebt von Thieren, die es versteckt in dürrer Laube überfällt und sieht genau aus wie vertrocknete Blätter. Von den Philippinen. Halbe natürliche Grösse.

welche gleichfalls trockenen Blättern äusserst ähnlich sieht; hier aber kann diese Aehnlichkeit nur ein Hilfsmittel zum Angriff sein. So dient dieselbe Eigenschaft

zwei ganz verschiedenen Zwecken: dem Angriff wie der Vertheidigung.

Zu den soeben kurz angedeuteten Fällen schützender Aehnlichkeiten in Färbung und in Form kommen noch andere hinzu, welche man geneigt sein könnte, als Ueberreibungen solcher Schutzmittel zu bezeichnen. In allen obigen Fällen dient die Auszeichnung in Farbe und Form den Thieren dazu, sich zu verbergen, gleichgültig, ob mit der Absicht anzugreifen oder zu entfliehen. Anders ist es aber oft mit zahlreichen Fällen höchst auffallender Färbung bei vielen Thieren, namentlich Insekten; ihre Farben sind so brillant, die Zeichnung ihrer Flügel oder des Körpers so auffallend, dass sie unbedingt den Blick jedes Insektenfressers auf sich ziehen müssen. Sie scheinen also ihren Feinden zu Liebe so recht ausgezeichnet zu sein und es ist wahrscheinlich, dass keine dieser lebhaft gefärbten Formen lange der Vernichtung durch ihre Feinde entgehen könnte, wenn sie nicht auf andere Weise geschützt wäre. Das scheint aber in der That wol immer der Fall zu sein, wie wir vorzüglich aus den trefflichen und erschöpfenden Arbeiten Wallace's über diesen Gegenstand ersehen haben. So haben die so überaus glänzend gefärbten Bienen und Wespen den Stachel, mit dem eine Giftdrüse in Verbindung steht; andere Insekten, wie die stachellosen Chrysididen oder viele Rüsselkäfer sind durch ausserordentlich feste Panzer geschützt; die Wanzen und die Marienkäferchen und manche Schmetterlinge besitzen Hautdrüsen, deren Absonderung, wie jedermann von den Wanzen weiss, höchst übel riechend ist und nachstellenden Thieren gewiss sehr unangenehm oder gar schädlich ist; andere sind im Stande, durch ungemein raschen Flug sich den Nachstellungen zu entziehen, oder wieder andere nehmen eine eigenthümliche Stellung an, durch welche sie, wie es scheint, andern Thieren wirklich Schrecken einzujagen vermögen. Damit steht denn auch in Zusammenhang, dass nach den Angaben des eben genannten

Forschers und mancher andern derartige glänzend gefärbte Insekten meistens, wenn auch nicht ausnahmslos, von den gewöhnlichen Insektenfressern gemieden werden; Vögel, wie Eidechsen und Frösche sollen hiernach die dunkelfarbigten Insekten den lebhaft gefärbten vorziehen. Verstärkt wird diese Ansicht durch die auch von Wallace hervorgehobene Thatsache, dass die durch ihre Farbe wenig auffallenden Insekten oder Insektenlarven meistens ganz ohne schützende Waffen solcher Art sind, wie sie bei den glänzend gefärbten Thieren gefunden werden. So liegt nach Wallace der Nutzen dieser letztern auf der Hand: die nach Insekten jagenden Thiere werden bald gelernt und diese Erfahrung ihren Nachkommen mitgetheilt haben, dass es nutzlos sei, diese Harlekinen unter den Thieren anzugreifen, da ein Versuch sie zu verzehren sich leicht bitter rächen könne.

Diese Erklärung sieht auf den ersten Blick sehr bestechend aus. Sie mag richtig sein für viele oder alle hier aufgeführten Fälle; aber es lässt sich mit Recht bezweifeln, ob sie ohne weiteres, wie das mitunter geschah, auf alle andern Fälle des Vorkommens lebhafter Farben auf der Haut von Thieren zu übertragen sei. Schon Darwin hat dies gegen Wallace hervorgehoben und er stellt dafür die Ansicht auf, dass alle oder doch die meisten lebhaften Färbungen durch die eine Abart der Zuchtwahl erzeugt worden seien, welche er geschlechtliche Zuchtwahl (sexual selection) nennt. Nach dieser Ansicht sollen die Farben durch Zuchtwahl unter dem bestimmenden auswählenden Einfluss der Geschlechter und deren Liebhaberei für bestimmte Farben und Farbenvertheilungen entstanden sein. Darwin selbst erwähnt aber auch schon, wenn auch nur gelegentlich, dass es zahlreiche Thiere mit ausserordentlich reicher und bunter oder glänzender Färbung gäbe, welche diese nicht durch sexuelle Zuchtwahl erhalten haben können. Dahin gehören z. B. alle Polypen, unter denen vor allem die Seeanemonen und

die echten Korallen durch ihre Färbungen ausgezeichnet sind. Man hat häufig ein unter der Oberfläche des Meeres liegendes Riff mit einem reichgeschmückten Blumengarten verglichen, und es ist in der That die Pracht dieser Haine von Thieren ganz überraschend. Es ist fast, als hätte hier Mutter Natur die anderswo doch etwas in Schranken gehaltene Lust an Häufung blendender Farben des Regenbogens so recht nach Laune schalten lassen und zu den Blumen und Früchten dieses untermeerischen Gartens auch noch eine ebenso bunte Gesellschaft von allerhand Thieren, blauen und rothen Seesternen, allerlei bunten Seewalzen und ebenso wunderbar und auffallend gefärbten Fischen eingeladen.

Die Fische, welche getrennt geschlechtlich sind, und frei herumschwimmen, könnten vielleicht noch ihre bunte Farbenvertheilung durch geschlechtliche Zuchtwahl oder auch auf dem von Wallace in den Vordergrund gestellten Wege erhalten haben. Keiner der beiden Gründe aber reicht aus zur Erklärung der ebenso bunten Färbung der Polypen. Von einem Einfluss geschlechtlicher Zuchtwahl kann hier aus dem einfachen Grunde keine Rede sein, weil die Geschlechter sich nicht suchen; sie sitzen alle, Männchen wie Weibchen, auf dem Grunde fest und sie sind daher genöthigt, ihre Zeugungsproducte in das umgebende Wasser zu entleeren, es dem Zufall oder vielmehr den Strömen überlassend, ob die Eier befruchtet werden sollen oder nicht. Ebenso wenig lässt sich hier die von Wallace versuchte Erklärung anwenden. Alle Polypen sind räuberische Thiere, sie nähren sich von Fischen, Krebsen, Würmern u. s. w. Die auffallenden, sie schmückenden Farben scheinen somit vielmehr ein Nachtheil für sie zu sein, denn da sie sich selbst nicht bewegen können, sind sie darauf angewiesen, die ihnen zu nahe kommenden Thiere mit ihren Armen und den auf diesen angebrachten Waffen zu erhaschen und ihre Färbung ist somit sehr wohl geeignet, die im Meere herumschwimmenden Thiere schon

aus der Entfernung vor der gefährlichen Umarmung durch die Polypenarme zu warnen. Dieser offenbare Nachtheil könnte vielleicht durch einen grössern, auch in den Farben begründeten Vortheil aufgewogen werden, dadurch nämlich, dass sie die ihnen selbst nachstellenden Thiere, wie Fische, warnten, sich ihnen zu nähern; dies setzte aber natürlich voraus, dass jene Angreifer auch wirklich die Waffen der Polypen zu fürchten hätten. Das ist aber in keiner Weise der Fall; die von echten Korallen sich nährenden Fische — die Scaridae unter den Lippfischen und die Diodontidae unter den Plectognathen — kümmern sich nicht im geringsten darum, ob ihre Nährthiere sie mit ihren Armen zu umklammern versuchen oder ihre mikroskopisch kleinen lanzenähnlichen Nesselfäden in ihre Haut einstechen. Es ist unmöglich — soweit unsere jetzigen Kenntnisse reichen — auch nur die leiseste Spur eines Nutzens der brillanten Farben der Polypen zu entdecken, und es ist daher sehr wahrscheinlich, dass sie gänzlich bedeutungslos sind für die durch die Wechselbeziehungen mit andern Organismen bedingte Auswahl. Diesem einen Beispiele solcher für die Zuchtwahl ganz bedeutungsloser Färbungen liessen sich noch ziemlich zahlreiche von andern Thieren, namentlich wirbellosen, beibringen, und es fragt sich selbst, ob nicht manche Farbenvertheilungen, denen wir jetzt einen bedeutenden Werth für die Auswahl unter den Formen zuzuschreiben geneigt sind, von uns in dieser Beziehung gar sehr überschätzt werden.

Nun folgt aber hieraus, dass nicht blos die Farben (Pigmente), sondern auch die Vertheilung derselben, die Zeichnung, unter Umständen durch Ursachen hervorgerufen werden können, welche verschieden sind von denen, auf deren Wirken die Zuchtwahl zu beruhen scheint. Dass diese letztere unter keinen Umständen das Pigment, den eigentlichen Farbstoff selbst, zu erzeugen vermag, ist einleuchtend; ich habe diesen Punkt weiter oben im dritten Kapitel schon discutirt. Wir

hatten da gesehen, dass die Entstehung des Pigments abhängen muss von physiologischen Processen im Körper jedes Individuums, welche für das gesunde Leben dieses einzelnen Thieres von hoher Bedeutung zu sein scheinen. Die bestimmte Art ihrer Vertheilung auf der Haut wird somit zunächst ganz allein durch innere im Thiere selbst thätige Ursachen bewirkt werden müssen; sie kann dabei von Anfang an eine regelmässige oder ganz ungeordnete sein, und dies wird davon abhängen, ob die innern physiologischen Ursachen die Ablagerung der Farbstoffe in die Haut in gewisse Bahnen leiten oder nicht.<sup>5</sup> Sind diese Bahnen sehr scharf bestimmt, so wird natürlich auch die Farbenvertheilung eine sehr regelmässige sein müssen, und viele der so ungemein charakteristischen Zeichnungen bei den Actinien, Steinkorallen, Schnecken- und Muschelschalen dürften auf solche Weise entstanden sein. Andererseits kann sich aber auch die Zuchtwahl dieser Hautfarben bemächtigen und eine bestimmte Anordnung derselben, die gerade von besonderm Nutzen für den Träger im Kampfe ums Dasein ist, befestigen, noch regelmässiger machen oder steigern. Die Möglichkeit, dass die Zuchtwahl sich der auf physiologischem Wege erzeugten Farben bemächtige, beweist somit durchaus noch nicht, dass in allen Fällen ausnahmslos die Farbvertheilung im Thierreich auf die selbe Weise entstanden sein müsse, so wenig, wie die feststehende Thatsache, dass bei den meisten blattgrünen Pflanzen das Chlorophyll unter dem Einfluss des Lichts gebildet wird, die andere aufhebt, dass in einzelnen Fällen — Coniferen — derselbe Stoff auch im Dunkeln entstehen kann.

Eine sehr auffallende Form schützender Färbung ist in der neuerdings zum Gegenstand genauer Untersuchungen gemachten sogenannten chromatischen Function gegeben. Wir haben dieselbe bereits in dem Kapitel über den Einfluss des Lichts (s. Bd. I, 112 und Anm., S. 264) behandelt. Sie besteht darin, dass manche Fische, Krebse, Amphibien und Reptilien im

Stände sind, ihre allgemeine Färbung in oft sehr raschem Wechsel so der Färbung der Umgebung anzupassen, dass sie dadurch im Aufsuchen der Beute unterstützt oder gegen die Angriffe ihrer Feinde besonders gut geschützt zu sein scheinen.

Es liegt somit auf der Hand, dass alle solchen Anpassungen der Hautfarben an die der Umgebung eine hohe Kraft der Auswahl bedingen müssen. Diejenigen Individuen, welche in dieser Beziehung am besten ausgerüstet sind, werden ihren langsamern Genossen gegenüber einen erheblichen Vortheil im Kampfe um die Existenz besitzen. Jede Ursache also, welche irgend-einer Art einmal die Fähigkeit gab, eine durch Zusammenziehung der Chromatophoren bedingte Veränderung ihrer Hautfärbung rasch vorzunehmen, wird indirect auch die Ursache geworden sein können zur weitem Vervollkommnung dieser Fähigkeit im Sinne der Zuchtwahl. Diese letztere aber konnte eben auch erst dann eintreten, wenn die Fähigkeit der Chromatophoren, sich zusammenzuziehen, bereits gegeben und eine schützende Farbenvertheilung erzeugt worden war. Die Zuchtwahl oder der Kampf ums Dasein allein kann hier so wenig, wie in irgendeinem andern Falle eine Veränderung der Functionen oder der morphologischen Eigenschaften eines Thieres bewirken. Auch von der jetzt noch zu untersuchenden Form der schützenden Aehnlichkeiten in Farbe und Gestalt, die unter dem Namen der Mimicry in England bekannt ist, gilt selbstverständlich dasselbe.

Die Mimicry oder die Nachahmung eines Thieres durch ein anderes. Bates und Wallace gaben den obigen Namen allen jenen Fällen von schützenden Aehnlichkeiten, in welchen ein sonst schutzloses Thier die Form und Färbung eines andern, auf besondere Weise geschützten nachahmt und dadurch höchst wahrscheinlich den Nachstellungen seiner Feinde leichter entgeht, als es ohne diese Verkleidung zu thun vermöchte. Auch hier wieder kann der so durch die

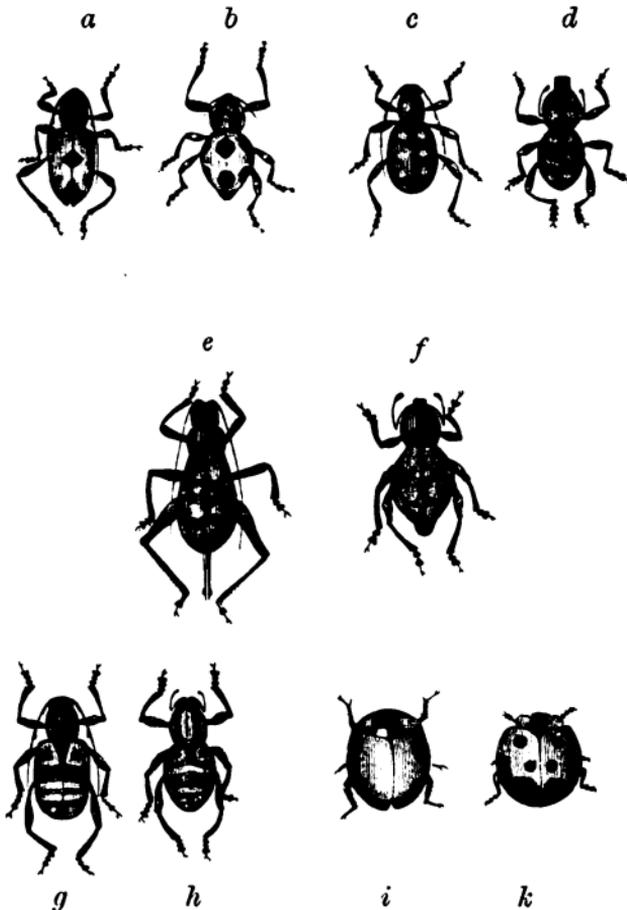
Maskerade gewährte Schutz sowol dem Verfolger als auch dem Verfolgten zugute kommen; jenem, indem er ihn den wachsamen Augen seiner Beute verbirgt, diesem, indem er das vertheidigungslose Thier schützt, welches sich unter die gut vertheidigten Formen mengt, denen es die Kleidung abborgte. Ich brauche wol nicht besonders zu betonen, dass die hier gebrauchten Worte nur im figürlichen Sinne genommen sein wollen, denn es ist klar, dass ein Thier nie im Stande sein kann, absichtlich ein anderes nachzuäffen.

Die wichtigsten Untersuchungen über diesen interessanten Gegenstand verdanken wir den beiden eben genannten trefflichen Reisenden. Allerdings waren schon seit langer Zeit Insekten bekannt, die hier bei uns in Europa lebend, in Gestalt, Farbe und Art des Fluges andern Insekten ungemein ähnlich sind; ich erinnere nur an die Sesien unter den Schmetterlingen, welche genau wie Bienen aussehen und dieser Aehnlichkeit zum guten Theil ihre Speciesnamen<sup>6</sup> verdanken. Man hatte sich indessen in frühern Zeiten hierüber nur wenig Gedanken gemacht, höchstens dass man darauf hinwies, es seien dadurch jene Schmetterlinge anscheinend geschützt; aber von einem Versuch, diese Aehnlichkeiten zu erklären, war vor Wallace und vor Darwin nie die Rede. So war es theils die neue Anschauung, die durch Darwin unter den Zoologen rasch verbreitet wurde, theils wol auch die grosse Menge auffallender Fälle solcher Aehnlichkeiten im tropischen Brasilien, welche Bates vor allem veranlasste, während seines langjährigen Aufenthalts in Südamerika gerade diese Verhältnisse genauer zu untersuchen, als bisher geschehen war.

Eine kurze Aufzählung der wichtigern Fälle solcher Mimicry wird hier wol am Platze sein; dagegen ist eine vollständige hier um so weniger nöthig, als die Arbeiten von Wallace, Bates und Trimen in aller Händen sind und ausserdem populäre Darstellungen seinerzeit in den meisten Journalen zu lesen waren. Unter

den amerikanischen Schmetterlingen sind es die *Lep-talis*, *Erycina* und *Ithomia*-Arten, welche die Heliconier nachahmen; diese letztern sind durch einen scharfen unangenehmen Geruch geschützt. In gleicher Weise werden die Danaiden und die *Acraei-*den der östlichen Tropengegenden durch Stinkdrüsen geschützt und hier sind es auch wieder Arten dieser beiden Familien, welche von den schutzlosen *Papilio-* und *Diadema*-Arten nachgeahmt werden. In Nordamerika wird der *Danais archippus*, ein sehr gemeiner Schmetterling, copirt von *Limenitis archippus*. Die Sesien und die Aegeriiden ähneln so sehr kleinen Wespen, dass jedermann sich scheut, sie mit Fingern zu greifen; aber sie haben nicht den Stachel dieser letztern und sind überhaupt vollständig harmlos. Unter Käfern werden die durch Stinkdrüsen geschützten *Hispiden* und *Eumorphiden* von verschiedenen Bockkäfern nachgeahmt; andere Bockkäfer der Tropen sehen aus wie Rüsselkäfer (*Pachyrhynchen*, s. Fig. 103), welche eine so harte Schale haben, dass sie höchst wahrscheinlich aus diesem Grunde von insektenfressenden Vögeln verschmäht werden; andere Käfer, so z. B. die *Charis melipona* Südamerikas, sehen aus wie echte Bienen, *Odontocera odyneroides* wie eine Wespe aus der Gattung *Odynerus*; die Heuschrecke *Condylodera tricondyloides* gleicht auffallend einem Käfer *Tricondyla* aus der Familie der *Cicindelen*. Viele Fliegen ähneln Wespen; Spinnen, welche mit Ameisen zusammenleben, haben die Form und Färbung der letztern (s. Fig. 104) angenommen, und Bates erzählt von einem wunderbaren Fall, dass eine grosse Raupe ihn heftig erschreckte durch ihre ungemein grosse Aehnlichkeit mit einer giftigen Schlange. Auch unter Wirbelthieren sind solche Fälle nicht selten. Wallace hat gezeigt, dass mehrere Arten der giftigen Gattung *Elaps* (einer Schlange, die sehr häufig in Brasilien ist) durch mehrere ganz harmlose Schlangen nachgeahmt werden; so *Elaps fulvius* von *Pliocerus aequalis*,

eine Varietät von *Elaps corallinus*, der bekannten Korallenschlange, von *Homalocranium semicinc-*



*Fig. 103.* *a* *Doliops* sp., ahmt *b* *Pachyrhynchus orbifer* nach; *c* *Doliops curculionoides* ahmt *d* *Pachyrhynchus* sp. nach; *e* *Scepastus pachyrhynchoides* (eine Heuschrecke) ahmt *f* *Apocytus* nach; *g* *Doliops* sp. ahmt *h* *Pachyrhynchus* sp. nach; *i* *Phoraspis* sp. (eine Heuschrecke) ahmt *k* eine *Coccinellide* nach. Sämmtlich von den Philippinen, in natürlicher Grösse. Selbstverständlich tritt die grosse Aehnlichkeit zwischen den Nachgeahmten und ihren Nachahmern im Bilde nicht so scharf hervor, wie an den Objecten, da die bei beiden genau übereinstimmenden Farben nicht wiederzugeben waren.

tum; *Elaps lemniscatus*, deren Biss absolut tödlich sein soll, von *Pliocerus elapoides*; alle endlich

sind ferner noch nachgeahmt von verschiedenen Arten der unschädlichen Gattung *Oxyrhopus*, welche mit jenen Giftschlangen zusammen an denselben Orten leben. Auch die zwei von Wallace mitgetheilten Fälle von Vögeln, welche andere Vögel nachahmen, scheinen sicherlich hierher zu gehören; der durch seine Kraft gefürchtete *Tropidorhynchus* wird von der schwachen *Mimeta* nachgeahmt, und der *Accipiter galeatus*,

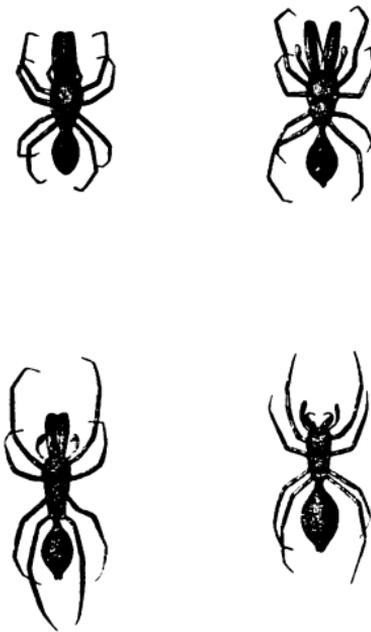


Fig. 104. Spinnen, welche Ameisen nachahmen und mit ihnen vergesellschaftet leben; sie sind nur schwer zwischen diesen zu erkennen.

ein von Vögeln sich nähernder Raubvogel, sieht dort, wo beide Arten miteinander vorkommen, genau so aus, wie der von Insekten lebende Geier *Harpagos*. Der einzige von Wallace angeführte Fall unter Säugethieren — die Nachahmung der zu den Nagern gehörenden Eichhörnchen durch einen Insektenfresser *Cladobates* — scheint mir dagegen mit weniger Recht hierher gezogen worden zu sein. Die Annahme näm-

lich, dass die Eichhörnchen unschädliche Thiere seien und durch ihre Bewegungen die in der Nähe befindlichen Insekten nicht zu verscheuchen vermöchten, sodass ein sie nachahmender Insektenfresser sehr bequem zu seiner Beute gelangen könnte, scheint mir durchaus nicht begründet zu sein. Unser europäisches Eichhörnchen wenigstens ist ein omnivores Thier, wie so viele Nager, und dass es, selbst angenommen, es frässe niemals Insekten, nun diesen so bekannt geworden sein sollte, dass sie ruhig sitzen blieben, wenn jenes Thier mit seinen hastigen Sprüngen die Zweige und Blätter erzittern macht, scheint mir in keiner Weise durch Beobachtung sichergestellt zu sein.

Abgesehen also von der behaupteten Nachäffung des Eichhörnchens durch einen Insektenfresser scheinen die übrigen hier nach den genannten Autoren aufgezählten Fälle von Mimicry im ganzen gut begründet zu sein. In allen Fällen war es möglich, zu zeigen, dass die nachgeäffte Species in irgendeiner Weise und meist sehr wirkungsvoll geschützt sei durch übeln Geruch, Waffen, Härte der Haut, Körperkraft u. s. w., während die nachahmende Form ausnahmslos schwach und ohne jegliche Waffen ist, sodass sie sehr des Schutzes bedürftig erscheint. Es ist ferner in vielen, wenn auch nicht allen Fällen nachgewiesen, dass die nachahmenden Formen immer mit den nachgeahmten Thieren vergesellschaftet leben.

Diese durch Beobachtungen festgestellten Thatsachen combinirt nun Bates und mit ihm Wallace in folgender Weise. Sie zeigen, dass alle nachahmenden Formen durch diese Maskerade einen nicht abzuleugnenden Vortheil im Kampfe ums Dasein vor andern weniger gut ausgerüsteten erlangt haben; denn entweder werden sie infolge der Verkleidung von den Thieren, denen sie nachstellen, nicht weiter beachtet, oder sie werden nicht verfolgt, weil andere Raubthiere, denen sie vielleicht einen willkommenen Bissen abgäben, sie gleich den nachgeäfften Formen für ungeniessbar oder geradezu

schädlich halten. Hier täuscht die Beute den Verfolger, im ersten Falle umgekehrt dieser die Beute. Das Zustandekommen dieser, so ungemein weitgehenden schützenden Aehnlichkeit wird nach den bekannten Principien der Zuchtwahl erklärt; anfänglich kleine schützende Aehnlichkeiten sollen durch Auslese immer mehr bis zu dem vorliegenden hohen Grade von Nachäffung in Form und Farbe, wie in Lebensweise geführt haben. Diese Theorie erscheint ungemein plausibel, und ich glaube auch, dass sie für viele Fälle zutreffend ist; ob aber für alle ist eine andere Frage. Unter keinen Umständen aber erklärt sie das Auftreten der Aehnlichkeiten überhaupt, wie das von vielen stillschweigend angenommen zu werden scheint. Ehe wir indessen zur Discussion dieses Punktes übergehen, will ich noch einige neue von mir selbst beobachtete Fälle solcher Nachäffung beschreiben.

Echte Fälle von Mimicry bei Schnecken sind, soviel ich weiss, bisjetzt noch nicht bekannt, obgleich Beispiele schützender Aehnlichkeiten auch bei ihnen nicht selten sind. Dies überrascht, da man annehmen darf, dass Mimicry sehr wohl da entstehen könne, wo schützende Aehnlichkeiten mit leblosen Gegenständen oder mit Pflanzen vorhanden sind; denn es ist a priori wahrscheinlich, dass sich jene erst aus diesen hervorgebildet haben. Vielleicht beruhen diese und andere Lücken auf der noch sehr mangelhaften Kenntniss von den Lebensgewohnheiten ausländischer und namentlich wirbelloser Thiere.

Ehe ich indessen den von mir beobachteten Fall von Mimicry bei Landmollusken beschreibe, muss ich einige Bemerkungen über die im Augenblick herrschende Systematik der Landschnecken vorausschicken. Man hat das System, nach welchem diese geordnet werden, fast allein für das praktische Bedürfniss der Sammler hergestellt; die fast ganz ausschliessliche Vergleichung der trockenen Schalen liegt ihm zu Grunde. Dagegen ist bis in die neueste Zeit hinein die Untersuchung der Thiere

selbst sehr arg vernachlässigt worden. Nun zeigte sich aber durch die in den letzten zehn Jahren gemachten anatomischen Untersuchungen, an denen ich einen nicht unbedeutenden Antheil zu haben glaube, dass die Schalen derjenigen Landschnecken, welche wie die Weinbergschnecke, eine grosse offene Mündung ihres Gehäuses haben, ganz ausserordentlich variabel sind; Gattungen, welche blos nach Kenntniss dieser veränderlichen Schalen aufgestellt wurden, wie *Helix*, *Bulimus*, *Vitrina*, *Nanina* u. s. w., haben sich als ganz unhaltbar erwiesen, und wir wissen jetzt, dass Arten, welche den Thieren nach selbst in verschiedene Familien gestellt werden müssen, oft einander so durchaus gleichende Schalen hervorbringen, dass Conchologen und Paläontologen, welchen letztern natürlich nur die Schalen zur Untersuchung vorliegen können, sie in ein und dieselbe Gattung bringen.

Es hat sich ferner durch diese neuern Beobachtungen herausgestellt, dass die grosse Mehrzahl der Landschneckengattungen einen sehr eng begrenzten Verbreitungsbezirk haben, sodass z. B. in Bezug auf die vielen *Vitrina* ähnlichen Schalen, die bisjetzt beschrieben wurden, das Vaterland einen viel sicherern Schluss auf die Zugehörigkeit zu dieser oder jener Gattung gestattet, als die Eigenthümlichkeiten der Schale selbst. Abgesehen von einer geringen Zahl kosmopolitischer, meist kleiner Formen sind die Mehrzahl und vor allem alle grössern Arten höchst charakteristisch für die verschiedenen Länder. So sind für die Philippinen die drei Gattungen *Cochlostyla*, *Helicarion* und *Rhyssota* ganz besonders bezeichnend; denn nur wenige Arten derselben gehen über die benachbarten Molukken hinaus, während sie dort auf den Philippinen in einer sehr grossen und mannichfaltig ausgebildeten Artenzahl vorkommen. Pfeiffer, der in Bezug auf Schalenkenntniss ohne Zweifel die grösste Autorität war, bringt die Arten von *Cochlostyla* unter drei verschiedene Gattungen, die von *Helicarion* unter zwei; aber die anatomische

Untersuchung zeigte mir, dass die Species der genannten drei Gattungen sich trotz der grossen Mannichfaltigkeit im Aussehen ihrer Schalen etwa ebenso ähnlich sind, wie die verschiedenen Rassen des germanischen oder romanischen Völkerstammes.

Die Arten jener drei specifisch philippinischen Gattungen werden nun in sehr bemerkenswerther Weise von Species anderer Gattungen in Gestalt und Farbe

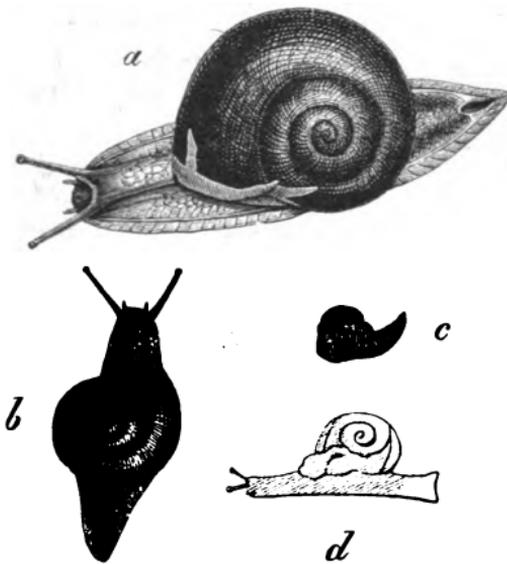


Fig. 105. *a* *Rhysota Antonii*, eine philippinische Landschnecke, nachgeahmt von der mit ihr zusammenlebenden *b* *Xesta mindanaensis*; *c* *Helicarion tigrinus*, nachgeahmt von der an gleichem Fundort lebenden *d* *Xesta Cumingi*. Halbe natürliche Grösse.

nachgeahmt, welche nicht für die Philippinen, wohl aber für andere benachbarte Inselgruppen charakteristisch sind. Der eine dieser Fälle von Nachahmung gehört wol zweifellos zu den auffallendsten Beispielen echter Mimicry.

Die Thiere der Gattung *Helicarion* (s. Fig. 105, *c*) — deren nächste Verwandte in Australien und den Inseln des Stillen Oceans, aber nicht in Indien gefunden werden — sind schon äusserlich leicht kenntlich an ihren,

die dünne durchsichtige Schale bedeckenden Lappen des Körpers und dem ungemein langen und hohen schmalen Schwanz, dessen Ende durch eine Drüse stumpf abgeschnitten wird; ein mitunter recht langes Horn sitzt auf dem Schwanzende. Die zahlreichen Arten — deren spezifische Unterscheidungsmerkmale in den anatomischen Eigenthümlichkeiten viel schärfer hervortreten, als in den Schalen — leben auf Bäumen in feuchten Wäldern, oft in grossen Scharen; sie sind sehr beweglich und kriechen mit ungemeiner Schnelligkeit auf den Zweigen und Blättern der Bäume herum. Alle Arten, welche ich selbst lebend beobachtet habe, besitzen die wunderbare Fähigkeit, ihren Schwanz in ähnlicher Weise, wie es viele Eidechsen, namentlich die Geckos gern thun, nicht weit hinter der Schale abzutrennen, wenn man sie etwas rauh anfasst. Sie thun dies, indem sie den Schwanz in ausserordentlich rascher Weise, fast convulsivisch hin- und herschleudern, bis er abfällt; hat man sie am Schwanz angefasst, so fällt das Thier augenblicklich zu Boden, wo es sich leicht zwischen den Blättern verbirgt. Legt man sie auf die flache Hand in solchem Augenblick, so sind ihre hastigen Schleuderbewegungen stark genug, den Körper so hoch in die Luft zu schnellen, dass er über die Handfläche hinaus zu Boden fällt. Anfänglich entschlüpften mir und meinen Sammlern diese Schnecken nicht selten auf solche Art und oft genug behielten wir dabei nur den Schwanz in der Hand. Genau die gleiche Fähigkeit, sich ihren verlängerten Fuss freiwillig abzutrennen, besitzt nach Guilding's Beobachtungen die westindische Landschnecke *Stenopus*. Ich habe ferner durch Beobachtung festgestellt, dass auch in freier Natur nicht selten solche Selbstverstümmelungen vorkommen, denn unter etwa hundert Exemplaren der *Helicarion gutta*, die im Nordosten Luzon's ungemein häufig ist, habe ich etwa zehn Individuen mit verstümmeltem und theilweise schon wieder geheiltem oder regenerirtem Fussende gefangen.

Nun ist das Fussende der auffallendste Theil der ganzen Schnecke, und man kann daher wol annehmen, dass die sich von Schnecken nährenden Reptilien und Vögel in den meisten Fällen den Fuss zuerst packen werden; aber erschreckt durch das Entspringen des eigentlichen Körpers, werden sie leicht lernen an der Form des Schwanzes diejenigen Thiere zu erkennen, die im Stande sind, ihnen durch Selbstamputation den grössten und vielleicht den allein begehrenswerthen Theil der Beute zu entziehen. Auf solche Weise könnten sich die Arten der Gattung *Helicarion* besser, als sie es sonst bei ihrer exponirten Lebensweise vermöchten, den Nachstellungen ihrer Feinde entziehen, und damit steht in Einklang, dass sie an den Stellen, wo sie leben, meist in grossen Mengen gleichzeitig zu finden sind. Aber andere nicht in Wirklichkeit durch solche Eigenschaft geschützte Landschnecken würden wol durch Nachahmung der Gestalt eines *Helicarion* ebenso wirksam geschützt werden können, indem sie mit diesen verwechselt würden.

Eine einzige Schneckenart gibt es nun in der That auf den Philippinen, welche wirklich den *Helicarion*-species ganz ausserordentlich ähnlich sieht, obgleich sie im System sehr weit von ihnen entfernt steht und auch nicht zu den für die Philippinen charakteristischen Gattungen gehört: es ist die lange bekannte, von Cuming in Mindanao entdeckte, früher als *Vitrina Cumingii* (s. Fig. 105, *d*) bezeichnete Schnecke. Die Untersuchung des lebenden Thieres hat mir gezeigt, dass sie weder zu *Vitrina* noch zu *Helicarion*, sondern vielmehr in die echt indische Gattung *Xesta* gehört, deren sehr zahlreiche, auf den hinterindischen Inseln lebende Arten sich durchgängig durch ihre dicke und sehr lebhaft gefärbte Schale auszeichnen. *Xesta Cumingii* dagegen hat eine dünne durchsichtige Schale, welche im Leben von Fortsätzen des Körpers in ähnlicher Weise bedeckt wird, wie bei den *Helicarion*-arten; eben auf Grund der Form und des Aussehens der Schale hat man

sie bisher in die Gattung *Vitrina* gestellt. Ferner besitzt sie ganz den langen Schwanz, wie die Arten von *Helicarion*, und in der That hielt ich diese Species für eine Art dieser philippinischen Gattung, solange ich nicht durch die Untersuchung ihres anatomischen Baues mich davon überzeugt hatte, dass sie jener andern indischen Gattung angehört, mit deren übrigen Arten sie so gut wie gar keine Uebereinstimmung im äussern Ansehen zeigt. Es hat also *Xesta Cumingii* das Aussehen einer *Helicarion* in sehr hohem Grade angenommen; sie lebt ferner, wie ich aus eigener Erfahrung versichern kann, genau an denselben Stellen wie *Helicarion*, nämlich auf der Oberseite von Blättern in feuchten Wäldern und untermischt mit ihnen, sodass es mir oft genug begegnete, eine *Xesta Cumingii* zu fangen, während ich glaubte eine Species der andern Gattung *Helicarion* erbeutet zu haben. Aber sie besitzt die für die Arten der letztern Gattung so auszeichnende Fähigkeit der Selbstamputation nicht, und sie würde daher, wenn eine Schlange oder sonst ein Thier sie bei ihrem Schwanze packte, nicht in derselben Weise entrinnen können wie jene.

Es kann hiernach wol mit gutem Grunde angenommen werden, dass auch hier ein Fall echter *Mimicry* vorliegt, wenigstens scheint es kaum möglich, dabei nur an einen eigenthümlichen Zufall zu glauben. Selbst das von Wallace hervorgehobene Kriterium echter Nachäffung trifft hier vollständig zu; während die nachgeahmten und wirksam geschützten Formen ungemein häufig sind, finden sich die nachahmenden und eigentlich schutzlosen nur vereinzelt. Es wirft sich damit die Frage auf, ob nicht vielleicht auch in Westindien Landschnecken leben, welche den in ähnlicher Art, wie die *Helicarion*arten der Philippinen geschützten *Stenopusspecies* im Leben so ähnlich sehen, dass sie in gleicher Weise wie die *Xesta Cumingii* geschützt sein dürften. Sollte dies der Fall sein, so würde damit, wie mir scheint, ein gewichtiges Argument für die

Richtigkeit der hier aufgestellten Ansicht gewonnen sein, dass auch die *Xesta Cumingii* durch die erborgte Kleidung der Helicarionarten in wirksamer Weise geschützt sein dürfte.<sup>8</sup>

Es gibt nun aber ferner sehr zahlreiche Fälle von Aehnlichkeiten in der Färbung zwischen zwei weit voneinander entfernt stehenden Thieren, bei denen es sehr schwer ist, Beziehungen der eben bezeichneten Art zu entdecken. So leben viele Anneliden, Schnecken, Plattwürmer und Ophiuren an den Stämmen der sogenannten Hornkorallen, denen sie wol in der Färbung, aber nicht in Gestalt ungemein ähnlich sehen. Ebenso finden sich auf den Scheiben der Scesterne und Comatulen oder auf den runden Schalen der Seeigel allerlei Thiere, welche im allgemeinen die Farbe des Thieres, auf dem sie leben, angenommen haben. Hier ist schon gewiss nicht mehr von echter Mimicry zu sprechen; es ist vielmehr wahrscheinlicher, dass diese Aehnlichkeiten nur dazu dienen, die einigermaassen exponirt auf dem Rücken oder an den Stämmen anderer Thiere lebenden Formen verschwinden zu lassen. Aber der nun zu beschreibende Fall scheint mir auch nicht einmal in dieser letztern Weise benutzt werden zu können.

Zusammen mit der *Xesta Cumingii* lebt nämlich eine zweite Art derselben Gattung in Mindanao, welche sowol ganz verschieden ist von der eben erwähnten Species, als auch von den andern auf den Molukken oder Java lebenden Arten derselben Gattung. Vielmehr sieht ihre Schale genau so aus, wie bei den für die Philippinen im hohen Grade charakteristischen *Rhysota*-Arten (s. Fig. 105, a). Diese haben eine gleichmässig braune, oft runzelige und etwas flach gedrückte Schale, über welche sich keine Fortsetzungen des Körpers — die sogenannten Mantellappen — hinüberlegen. Ihr Fuss ist platt, breit und kurz, und er trägt an seinem Ende eine weitklaffende Fussdrüse. Alle Arten von *Rhysota* leben an der Erde unter Laub, und wenn sie sich an besonders feuchten Tagen vom Boden er-

heben, so besteigen sie nie die Bäume, sondern immer nur niedrige, tief im Schatten wachsende Pflanzen. Wegen dieser Aehnlichkeiten hielt ich denn auch die neue Xesta — die ich wegen des einzigen Fundortes Xesta mindanaensis genannt habe — so lange für eine echte Rhysota, bis ich Gelegenheit fand, sie anatomisch zu untersuchen.

Xesta mindanaensis und Cumingii sind die beiden einzigen Arten der indischen Gattung, welche auf den Philippinen weit verbreitet sind; die letztere geht von Mindanao an bis nach Bohol und dem Südtheile von Leyte, die erstere findet sich ausschliesslich in Mindanao, der südlichsten Insel der Philippinen. Während aber ihre nächsten Verwandten in Celebes, den Molukken, Java u. s. w. den typisch indischen Charakter der Schale wie des Thieres an sich tragen, haben beide nach den Philippinen verschlagenen Arten sich so vollständig in Form und Farbe der Schale und des Thieres umgewandelt, dass es ohne genaueste anatomische Untersuchung unmöglich gewesen wäre, zu errathen, dass sie nicht zu den eigentlich philippinischen Formen gehörten. In Bezug auf die eine, nämlich Xesta Cumingii, genügten die Erklärungen, wie man sie für Fälle der echten Mimicry anwendet; wie aber die fast noch auffallendere Aehnlichkeit zwischen Xesta mindanaensis und einer Rhysota zu erklären. Als Nachäffung ist diese Aehnlichkeit gewiss nicht zu fassen, denn die Rhysota-Arten haben gar keine besondere Eigenschaft, durch welche sie besser als andere Schnecken gegen Feinde geschützt sein könnten und eine Nachahmung derselben kann somit auch nicht für die andere, ihnen ähnelnde Art von irgendwelchem Vortheil sein.

Die Schwierigkeit, die in dem eben bezeichneten Fall zu liegen scheint, wird aber noch vermehrt durch, dass es noch andere ähnliche Fälle und zwar auch auf den Philippinen gibt. Die bei weitem grösste Zahl bunt und mannichfaltig gefärbter Landschnecken

dieser Inseln lebt auf Bäumen und gehört der einzigen sehr charakteristischen Gattung *Cochlostyla* an. Auch die Formen ihrer Schalen sind so ausserordentlich mannichfaltig, dass man sie bisher in drei oder gar vier verschiedenen Gattungen untergebracht hatte, und ich bin überzeugt, dass ein Paläontologe, welchem die etwa zweihundert verschiedenen Species dieser Gattung in fossilem Zustande vorgelegen hätten, gewiss mindestens sechs Genera oder noch mehr aus ihnen gemacht haben würde. Anatomisch aber stehen sie sich so nahe, dass man getrost behaupten kann, es gäbe überhaupt unter den Landschnecken kaum eine andere an Arten so reiche und doch wieder so in sich geschlossene Gattung, wie diese *Cochlostyla* ist. Auch ist sie, mit Ausnahme von höchstens sechs bis acht auf den benachbarten kleinern Inseln gefundenen Formen, ausschliesslich auf den Philippinen heimisch.

Daneben gibt es dort von echten Heliceen noch zwei kleine Gruppen, von denen die eine, *Chloraea* genannt, auch auf Bäumen lebt, während die andere, *Dorcasia*, unter Gräsern und ganz niedrigen Pflanzen oder selbst halb in der Erde vergraben vorkommt. Beide sind nicht sehr zahlreich an Arten, und die grösste Menge derselben findet sich im Norden der Insel Luzon; von *Chloraea* geht keine einzige Art nach Mindanao, von *Dorcasia* nur eine. Die anatomische Untersuchung mehrerer Arten beider Gruppen (s. Fig. 73) hat nun gezeigt, dass sie ganz nahe miteinander verwandt sind und zugleich auch mit einer unserer gewöhnlichsten europäischen Landschnecken, nämlich mit *Helix fruticum*. Aber in den Schalen sind beide so sehr voneinander verschieden, dass man die *Chloraeen* im System sehr weit von den *Dorcasien* und auch von *Fruticum* getrennt hat. Die Schalen von *Dorcasia* lassen indess in ihrer Gestalt wie in Farbe und Sculptur den Typus der *Helix fruticum* leicht erkennen, sodass es mir unbegreiflich ist, weshalb die Conchologen diese in den Schalen so hervor-

tretende Aehnlichkeit bisher ausser Acht gesetzt haben. Andererseits sind alle Schalen der Gruppe Chloraea denen von Cochlostyla, mit deren Thieren die Chloraeaarten die gleiche Lebensweise theilen, so ausnehmend ähnlich, dass man sie bisher allgemein als Arten dieser echt philippinischen Gattung angesehen hat; und es ist in Bezug auf mehrere Species in der That ganz unmöglich, zu entscheiden, in welche sie gehören, solange man zur Vergleichung nur die Schalen vorliegen hat. Auf der einen Seite also haben einige Arten die Aehnlichkeit mit Fruticum und zugleich auch die Lebensweise derselben beibehalten, auf der andern aber haben einige Species das Aussehen einer Gattung angenommen, mit deren Arten sie auf Bäumen vereinigt leben. Man müsste also eigentlich die *Helix fruticum* mit den Chloraeen und mit *Dorcasia* in eine Gattung vereinigen; so verbunden würden sie sich der Gattung *Cochlostyla* eng anschliessen. Gesetzt nun, es wäre die durch *Helix fruticum* repräsentirte Form die ursprüngliche — wofür mancherlei Gründe sprechen —, so hätten einige Arten dieser Gattung bei ihrer Wanderung nach den Philippinen den ursprünglichen Habitus beibehalten und zugleich auch die alte Lebensweise; andere aber hätten mit dem Hinaufsteigen auf die Bäume Gestalt und Färbung, wie *Sculptur* so gänzlich verändert, dass durch das genaueste Studium der Schalen allein die Frage nicht zu entscheiden war, ob sie zu *Cochlostyla* gehörten oder nicht. Man könnte nun leicht versucht sein, diese Aehnlichkeit auch auf Rechnung der Mimicry zu schieben; doch wird eine solche Annahme auf der Stelle widerlegt durch die Thatsache, dass die einander am ähnlichsten sehenden Arten von *Chloraea* und von *Cochlostyla* gar nicht miteinander vergesellschaftet leben, ja meist sogar auf ganz verschiedenen Inseln vorkommen. Es ist somit in diesem Falle unmöglich, dass die Aehnlichkeit durch mimetische Zuchtwahl entstanden sei, denn von einem durch dieselbe erlangten Schutz gegen Nachstellungen kann hier nicht die Rede sein.

Es wirft sich somit die Frage auf, wodurch denn solche zufällige Aehnlichkeiten in Farbe und Gestalt zwischen zwei ganz verschiedenen Thieren entstanden sein können. Wir wollen diese Frage jetzt noch an einem Beispiel untersuchen, weil es auf solche Weise am leichtesten gelingen dürfte, den Einfluss der Mimicry auf das richtige Maass zurückzuführen und zu zeigen, dass diese Form der natürlichen Auswahl so wenig, wie irgendeine andere mehr thun kann, als schon vorhandene Eigenthümlichkeiten in ihrer Weise benutzen, nie aber im Stande sein wird, Umänderungen der Thiere in Gestalt und Färbung als Grundursache zu bewirken.

Bei meiner letzten Anwesenheit auf den Balearen



Fig. 106. *Myxicola infundibulum* Clap., copirt nach Claparède.

im Hafen von Mahon fand ich zwischen den Polypen der dort sehr häufigen *Cladocora caespitosa* eine, wie mir scheint, neue Art der Annelidengattung *Myxicola*, von welcher ich eine andere Species in dem nebenstehenden Holzschnitt (s. Fig. 106) nach Claparède abgebildet habe. Die Arten dieser Gattung entfalten die an ihrem Kopfe stehenden dünnen, oft als Kiemen angesehenen Tentakel in der Form eines Trichters, dessen scheinbar ganz geschlossene Wandung durch die sich eng aneinander schmiegenden Kiemenfäden gebildet wird. Der Querschnitt des so entstandenen Trichters ist kreisförmig. Jeder Kiemenfaden trägt an seiner Innenseite eine Anzahl feiner, aber durch innerlich liegende Knorpelzellen steif gemachter Härchen, welche radienartig nach innen gegen das Centrum des Trichters

zustreben, sodass es aussieht, als ob der von der Wand des Trichters umschlossene Hohlraum durch eine grosse Anzahl senkrecht stehender Scheidewände in ebenso zahlreiche Kammern abgetheilt wäre.

Die neue *Myxicola* des Hafens von Mahon fand ich, wie gesagt, mitten zwischen den Polypen der *Cladocora*; sie lebten hier in langen schleimigen Röhren, welche sie sich zwischen den Spalten der Koralle gebildet hatten und in denen sie sich frei hin und her bewegen konnten. Solange man sie unbehelligt liess, streckten sie sich so weit hervor, dass ihr Tentakelkranz genau in die Höhe der Tentakelkrone der Polypen zu stehen kam, sodass Würmer und Polypen bei völliger Ausstreckung die eigentliche Koralle mit einer ganz gleichmässigen Lage von Kelchen überzogen. Es hatten ferner die Trichter der Würmer genau dieselbe chocoladenbraune Farbe wie die Polypen, und wenn die *Myxicola* sich gut ausgestreckt hatte, so sah das Innere des von ihrer Tentakelkrone gebildeten Trichters genau so aus, wie die Mundscheibe eines der benachbarten Polypen, indem die radiär gestellten Fiederchen ebenso standen, wie die Linien, welche auf der Mundscheibe der Polypen gegen den centralen schmalen Mundspalt zustrebten; auch bei der *Myxicola* war im Centrum ein solcher Spalt zu bemerken und alle diese einander in der Stellung und Grösse völlig entsprechenden Theile hatten endlich bei beiden verschiedenen Thierarten genau dieselbe grünlich-graue Färbung mit radiären hellern Linien und dem weisslichen schmalen Strich in der Mitte. Kurz, die Aehnlichkeit in der Grösse, Stellung und Färbung der einzelnen Theile war bei beiden so vollständig, dass ich lange Zeit die Krone der Würmer auch für Polypenköpfe hielt, bis ich endlich zufällig durch einen Stoss an das Gefäss alle *Myxicolen* eines grossen Polypenstockes zur raschen Zusammenziehung brachte, der aber nicht hinreichte, die ziemlich apathischen *Cladocoren* zu ähnlich raschen Bewegungen anzuregen. Im ersten Augenblick — ich

will es nur gestehen — hatte ich eine fast kindische Freude daran, hier einen so eclatanten Fall von Mimicry gefunden zu haben: ein schutzloser Röhrenwurm durch die Aehnlichkeit mit den durch furchtbare Waffen gut vertheidigten Polypen offenbar in vortrefflichster Weise geschützt.

Ich fing indessen sehr bald an dieser Deutung zu zweifeln an; wozu brauchten auch die Würmer eines besondern Schutzes, da sie sich doch blitzschnell in die Tiefe des Korallenstockes zurückziehen konnten, wohin so leicht ihnen kein Feind zu folgen vermochte? Die ausserordentlich weit gehende Aehnlichkeit zwischen beiden Thieren war nicht zu leugnen, ebenso wenig, dass diese Aehnlichkeit eine ganz normale war. Denn unter Hunderten von Myxicolen, die ich aus vielen, den verschiedensten Fundstellen entnommenen Korallen herausgesucht hatte, war nie ein Exemplar zu finden, das nicht jene Aehnlichkeit mit den Polypen besessen hätte. Da fand ich endlich eines Tages auch einen Seeschwamm, in welchem die gleichen Myxicolen zu Hunderten lebten; überall streckten sie ihre Tentakeltrichter bis genau zur Höhe der Schwammoberfläche heraus. Aber die Spongie hatte Farben, ganz unähnlich denjenigen der Würmer, sodass diese, wenn ausgestreckt, sehr leicht auf dem Schwamm zu entdecken waren. Nun suchte ich auch an andern Stellen und es gelang mir bald, die Myxicola überall zu entdecken: zwischen Spalten der Felsblöcke wie im reinen Sande, zwischen Pflanzen und Röhren anderer Würmer, kurz überall; und überall, wo ich sie genauer ansah, besaßen sie ganz die Grösse und Färbung der Polypen der *Cladocora caespitosa*. Von Mimicry konnte hier nicht mehr die Rede sein; die Aehnlichkeit zwischen beiden Thieren war eine ganz und gar zufällige.

Es geht, wie mir scheint, mit Sicherheit hieraus hervor, dass unter Umständen die allergenaueste Aehnlichkeit zwischen zwei nicht miteinander vergesellschaftet lebenden Thieren entstehen mag, ohne dass sie auf

die auswählende Kraft der Mimicry, d. h. schützender Aehnlichkeiten, zurückgeführt werden kann. Die Möglichkeit wäre allerdings noch denkbar, dass jene Aehnlichkeit ursprünglich doch auf solche Weise erworben und dann später auch beibehalten worden sei, nachdem die Myxicolen durch irgendein anderes Schutzmittel in Stand gesetzt worden seien, sich auch an allen andern Orten anzusiedeln. Für diese Annahme haben wir indessen nicht ein einziges analoges Beispiel. Ausserdem ist zu beachten, dass alle Arten der Gattung *Myxicola* ohne Ausnahme dieselbe Trichterstellung ihrer Tentakeln haben und auch in den Farben ihres Kopfes im allgemeinen mit denen vieler Polypen harmoniren; sie sind meist bräunlich, grünlich oder röthlich gefärbt. Die allgemeine Aehnlichkeit zwischen dem Wurm und dem Polypen ist also überhaupt vorhanden, und so gut wie wir genöthigt sind, zur Erklärung derselben andere Ursachen, als die durch schützende Aehnlichkeit bedingte Auswahl anzunehmen, ebenso leicht wird es auch sein, aus analogen Ursachen die etwas weiter gehende Uebereinstimmung in Gestalt und Farbe zwischen der *Cladocora* und der neuen *Myxicola* abzuleiten.

Wohl aber könnte sich aus diesem Fall weitgehender Uebereinstimmung zwischen zwei ganz verschiedenen Thieren echte Mimicry entwickeln. Gesetzt, es träte irgendein bisjetzt noch nicht in Mahon vorhandenes Thier auf, das im Stande wäre, die Würmer überall da zu erhaschen, wo sie durch die Unähnlichkeit mit der Umgebung — wie im Sande, den Schwämmen u. s. w. — recht deutlich hervorgehoben wären, so würden sie nun nur in dem Zusammenleben mit dem Polypen den nöthigen Schutz finden können, weil sie sich hier allein wirksam zu verbergen vermöchten. Und wenn endlich die nachstellenden Thiere, ihnen selbst bis zu den *Cladocoren* folgend, in diesen gefährliche Feinde kennen gelernt hätten, deren kleine Nesselfäden ihnen wirklich Schaden zuzufügen vermöchten, so würde dann aus diesem Beispiel anfänglich einfachen Schutzes ein ganz

charakteristisches Beispiel echter Mimicry entstehen können.

Die theoretische Möglichkeit des hier vorausgesetzten Vorganges kann, glaube ich, nicht geleugnet werden. Dann aber ergibt sich die Frage, ob nicht manche Farbenvertheilungen und Aehnlichkeiten, welche wir als exquisite Fälle von Mimicry bisher aufzufassen geneigt waren, auf ähnliche Art entstanden sein mögen wie die Scheinmimicry der *Myxicola*. Und damit stünden wir auch hier wieder vor derselben Folgerung, die wir in allen einzelnen Kapiteln kennen gelernt haben und hier wiederholen müssen: der nämlich, dass eine Kraft, welche nur auswählend, aber nicht umbildend zu wirken vermag, nie ausschliesslich als die eigentlich bewirkende Ursache — *causa efficiens* — irgendeiner Erscheinung angesprochen werden darf. Es handelt sich in allen Fällen und so auch bei der Mimicry doch schliesslich um die Erforschung jener Ursachen, welche irgendeine nützliche, hier schützende Farbenveränderung direct hervorzurufen vermochten; erst nachdem diese Veränderung eingetreten war, konnte die Auswahl zwischen den in dieser Beziehung besser oder schlechter ausgerüsteten zu einer Steigerung des nützlichen Merkmals führen. Es ist schwer, im einzelnen zu bestimmen — wo nicht gar unmöglich — an welchem Punkte das eine einsetzt und das andere zu wirken aufhört. Aber gerade, weil es hier wie überall so schwer ist, zu entscheiden, ob eine eingetretene Veränderung auf eine direct bestimmende, umändernde Ursache oder auf die mit der Auswahl häufig verbundene Steigerung einer früher schon veränderten Eigenschaft zu schieben ist, tritt die Forderung an uns heran, endlich einmal die möglichst exacte Erforschung dieser Fragen mittels des Experiments zu beginnen und uns die bequeme, aber wie mir scheint ungemein verderbliche Gewohnheit des hypothetischen Erklärens aus allgemeinen Sätzen heraus abzugewöhnen. Sonst liegt die Gefahr nahe, dass die klare

Aussicht vereitelt werde, welche uns Darwin durch seine Theorie eröffnet hat, auch die organischen Wesen allmählich in den Bereich einer nach Erkenntniss mechanisch wirkender Ursachen strebenden Forschung zu ziehen.

## Anmerkungen.

### Zum siebenten Kapitel.

1) zu S. 5. Mollusken, wie *Patella* und *Navicella*, sitzen oft unbeweglich an dem Felsen zeitlebens fest; sie verlassen den Ort nie und bringen oft genug auf dem Stein einen mehr oder minder deutlichen Eindruck hervor. Wie? ist unbekannt. Gewöhnlich haben sie, wenn ungestört, ihre Schale am Vorderrande gerade so weit gehoben, als nöthig thut, um frisches Wasser in die Kiemenhöhle treten und Futter in den Mund gelangen zu lassen; berührt man sie, so ziehen sie sich zurück und zugleich die Schale so fest an den Stein heran, dass es unmöglich ist, die letztere von ihrer Unterlage abzulösen, ohne sie zu verletzen. Ich habe oft versucht, eine kaum einen Zoll lange, im rasch dahinströmenden Bergbach lebende *Navicella* durch Seitendruck auf ihre Schale vom Felsen abzulösen, nicht durch Unterschieben eines Messers; das gelang mir nur äusserst selten, immer nur dann, wenn ich die Schnecke überrascht hatte; war sie aber erst einmal aufmerksam geworden auf die Gefahr, so konnte ich sie nie ohne Anwendung des Messers und dadurch bedingte theilweise Zerstörung ihres Schalenrandes vom Fels ablösen. Ganz das Gleiche gilt von *Patella* und manchen andern Schnecken; selbst frei kriechende, so z. B. *Chiton*, wissen sich gleichfalls ungemein fest an ihre Unterlage anzusaugen; bei allen ist der Fuss das Organ hierzu.

2) zu S. 7. Neuerdings sind durch Studer einige Siphonophoren des tiefen Wassers beschrieben worden (Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. XXXI, Taf. I—III). Die beiden in vollständigen Exemplaren und in Tiefen von 800—2000 Faden gefischten Arten gehören der Gattung *Rhizophysa* an, welche, wie manche andere Gattungen, eine

Luftblase am obern Stammende trägt. Die Luftblase hat oben ein Loch, durch welches bei den in kleinen Gläsern gehaltenen Thieren die Luft leicht entweicht. Ich bin erstaunt, zu sehen, dass Studer diesen Punkt gar nicht besonders beachtet zu haben scheint; und doch lag eine Parallelisirung mit den in grossen Tiefen lebenden und mit Schwimmblase ausgerüsteten Fischen so nahe! Bei diesen steht die in der Blase enthaltene Luft, wie man längst weiss, unter einem sehr bedeutenden Druck; wird dieser plötzlich aufgehoben, wenn die Fische rasch an die Oberfläche befördert werden, so treibt die in der Schwimmblase sich ausdehnende, früher comprimirt Luft den Bauch stark auf; ein Stich durch die Bauchdecken lässt die Luft entweichen, der Fisch wird schlank und kann wieder schwimmen. (Der Kilch im Bodensee.) Es ist klar, dass auch bei den Rhizophysen des Tiefwassers die Luft stark comprimirt sein muss, aber hier ist das Loch schon vorhanden, durch welches jene entweichen kann, wenn das Thier von der Tiefe aus in die Höhe aufsteigt und die sich ausdehnende Luft die Blase zu zersprengen drohte. Studer erwähnt nichts von auffallender Deformität der Blase; da ist es wol erlaubt, anzunehmen, dass die Rhizophysen den grössten Theil ihrer Luft schon entleert hatten, als sie an der Oberfläche des Meeres ankamen. Das bei diesen Rhizophysen wol sicher eintretende Leeren und Füllen der Blase mit Luft — um sinken oder aufsteigen zu können — erinnert auffallend an die hydrostatischen Bläschen der Arcellen.

3) zu S. 8. Lymnaeen und Planorben sieht man sehr häufig, mit dem Körper nach unten hängend, die Fusssohle ganz flach oben auf dem Wasser ausgebreitet, an der Oberfläche desselben fortschwimmen, d. h. dies Schwimmen ist eigentlich mehr ein Kriechen an der Grenzfläche zwischen Wasser und Luft. Man ist zuerst geneigt, anzunehmen, die Adhäsion des Schneckenfusses an dieser Fläche sei stark genug, das volle Gewicht des Thieres und seiner Schale zu tragen, das ist indessen nicht der Fall. Denn wenn man die Schnecke veranlasst, ihren Fuss so langsam zurückzuziehen; dass dabei keine Luftblasen aus der Lungenöffnung ausgestossen werden, so dreht sich das Thier zwar im Wasser um, aber es bleibt an der Oberfläche des Wassers schwimmen, es muss also in diesem Augenblicke specifisch leichter sein als das Wasser.

4) zu S. 10. Es wird vielleicht manchem meiner Leser auffallen, wenn ich von Flossen der Vögel spreche. Die meisten Wasservögel brauchen in der That ihre Flügel ebenso geschickt im Wasser zum Schwimmen, wie in der

Luft zum Fliegen. Die Flügel der Enten, Taucher, Kormorane u. s. w. bleiben dabei freilich immer noch echte Flügel. Bei den Pinguinen indessen sind dieselben morphologischen Glieder zu echten Flossen geworden, welche die Thiere wol im Wasser gebrauchen, aber nicht mehr in der Luft als Flügel verwenden können; bei ihnen ist, obgleich die Skelettheile im wesentlichen doch mit denen eines echten Flügels übereinstimmen, äusserlich gar keine Aehnlichkeit mit den echten Flügeln anderer Vögel vorhanden. Hiervon kann sich jedermann leicht in einer zoologischen Sammlung überzeugen.

5) zu S. 13. Diese Behauptung ist gegründet auf sorgfältige anatomische Untersuchung ziemlich zahlreicher (mindestens sechs) verschiedener Arten der Gattung *Navicella*. Natürlich sind Unterschiede zwischen ihr und *Neritina* vorhanden, sonst würde man längst schon die beiden Gruppen in eine Gattung vereinigt haben. Aber die Unterschiede im Bau sind, abgesehen von der Form der Schale und der Gestalt und Lage des Deckels, so geringfügig, dass man berechtigt ist, die *Navicellen* als umgewandelte *Neritinen* zu betrachten.

6) zu S. 16. In Uebereinstimmung hiermit steht die grosse Variabilität in der Gestalt der Opercula von *Navicella*. Wir wissen, dass die wirklich rudimentären Organe, welche ihre Hauptfunction verloren haben und noch keiner andern scharf ausgesprochenen Leistung dienstbar gemacht worden sind, in der Regel ausnehmend variabel sind. Das ist auch hier der Fall. Während die Deckel der verschiedensten *Neritinen* ungemein gleichmässig gebaut sind, finden sich bei denen der *Navicella*-Arten kolossale Unterschiede; meine bisjetzt allerdings noch nicht zu Ende geführten Untersuchungen scheinen wahrscheinlich zu machen, dass selbst auch die individuellen Abweichungen von der Norm innerhalb einer Species mitunter recht bedeutend sein können. Ausnehmend interessant ist ferner die Thatsache, dass auch die Deckel der männlichen Thiere von denen der weiblichen verschieden sind.

7) zu S. 18. Die Structur der Molluskenschalen und ihre Entstehung ist im Grunde bis auf den heutigen Tag noch völlig unverstanden; denn obgleich über den ersten Punkt äusserst zahlreiche Untersuchungen vorliegen, so ist man doch durch die rein histologische Untersuchung und die noch so genaue Kenntniss im feinern Bau der Schalen nicht dazu gelangt, den Charakter, wie er allen gemeinsam ist, festzustellen. Man hat sich dabei eben zu sehr an die ausgebildeten Verhältnisse und nicht genug an das Werden

dieser letztern gehalten. Man weiss, dass man z. B. bei unsern Süsswassermuscheln drei in ihrer Structur sehr voneinander abweichende Schichten findet; die äusserste ist eine rein organische Cuticula, darauf folgt die Prismenschicht und dann die Perlmutterschicht. Es wird nun angegeben, dass die Prismenschicht häufig fehle. Wenn man dabei nur die feinere Structur im Auge hat, so ist die Richtigkeit des Ausspruchs nicht zu bezweifeln; aber ganz falsch würde es sein, wollte man nun daraus folgern, dass jene Muschelschalen, welchen die Prismenschicht fehlt, nur aus zwei Schichten, einer äussern organischen Cuticula und einer innern Perlmutterschicht bestünden. Thatsächlich haben auch diese Schalen drei verschiedene Schichten, und die zunächst auf die organische Cuticula folgende Lage unterscheidet sich von der eigentlichen Prismenschicht eben nur durch ihr abweichendes physikalisches Verhalten; bei ihrer Entstehung sondert sich die Bildungsflüssigkeit nicht in deutlichen Prismen. Charakteristisch ist dagegen der Ort der Entstehung. Die organische Cuticula und die Prismen- oder die äussere Kalkschicht werden nämlich immer nur am Mantelrande abgesondert; jene erste häufig zwischen zwei Lippen des Mantelrandes, diese zweite auf dem schmalen Saume zwischen dem Mantelrand und einer Linie, welche durch die (nicht immer vorhandenen) Ansatzstellen der kleinen Mantelrandmuskel bezeichnet wird. Von dieser Linie an bis zum Buckel kann immer nur Perlmutterschicht abgesondert werden; das Dickenwachsthum der Schalen beruht daher grösstentheils oder ausschliesslich auf der Ausbildung der Perlmutterschicht; nur wenn die Absonderungsfähigkeit der Mantelfläche ungemein schwach ist, während die des schmalen, die Prismenschicht bildenden, Mantel-saumes bedeutend verstärkt auftritt, kann ein Dickenwachsthum der Schale auch durch die Prismenschicht bedingt sein. In solchen sehr seltenen Fällen ist aber immer die Schale an ihrem Rande dicker, als auf der Fläche. Eine genauere Schilderung dieser Verhältnisse scheint mir hier nicht am Platze zu sein; leider kann ich auch kein Citat geben, da ich noch nichts darüber publicirt habe und einstweilen auch nichts zu veröffentlichen gedenke.

8) zu S. 23. Graeffe gibt an (Verhandlungen der zoologischen botanischen Gesellschaft in Wien, XVI, 588), dass er mitunter eine ganze Familie in diesen Gallen gefunden habe. Es ist mir nicht recht verständlich, wie eine Familie solcher Krebse in einer Höhlung Platz haben sollte, welche kaum doppelt so gross ist, wie ein erwachsenes Thier des Hapalocarcinus. Es wäre möglich, dass er junge Larven

vor dem Ausschwärmen darin gefunden hätte; doch lässt der Wortlaut des Satzes dies nicht sicher erkennen.

9) zu S. 28. Dieser in der westindischen *Trachyphyllia* lebende Krebs sieht dem *Cryptochirus* ungemein ähnlich, vielleicht gehört er selbst zu dieser Gattung; worüber erst die genauere, später vorzunehmende Untersuchung entscheiden kann. Das Wohnloch dieser westindischen Krabbe ist indessen ungemein verschieden von denen der in östlichen Meeren lebenden Art (die vom Rothen Meer an bis in den Stillen Ocean hinein vorkommt), es ist nicht cylindrisch, sondern hat eine ganz platte Seite, sodass der Querschnitt fast genau einer halbirten Kreisfläche entspricht. Die Bauchseite des Krebses ist gegen die flache Seite gerichtet. Wie sich das Marsupium verhält, habe ich noch nicht untersuchen können.

10) zu S. 30. Diese Verhältnisse würden sich unter gewissen Umständen benutzen lassen, um eine viel genauere Schätzung der Wachstumsgeschwindigkeit einzelner Korallenblöcke vorzunehmen, als bisher möglich war. Die bisher hierüber vorliegenden, später noch genauer zu erwähnenden Angaben sind wol kaum als Resultat ganz exacter Forschungen anzusehen; die einzige, wirklich genaue und in ihren Details hinreichend bekannte Beobachtung ist die von Le Conte (*Silliman's Journal*, 3. Ser. Vol. X, 1875), welcher fand, dass ein Korallenfeld in Key-West (Westindien) eine ganz regelmässige Abhängigkeit von den Wasserständen innerhalb der verschiedenen Jahreszeiten zeigte, sodass es möglich war, mit grosser Genauigkeit die Wachstumsgeschwindigkeit für die eine beobachtete Korallenart (eine *Madrepora*) auf etwa  $3\frac{1}{2}$  Zoll im Jahre festzustellen. Liesse sich die Wachstumsdauer eines Exemplars von *Cryptochirus* genau bestimmen, so wäre damit auch die Wachstumsschnelligkeit der zugehörigen Koralle mathematisch genau bestimmt, und viel genauer, als sie sich durch directe Messungen an den Korallen selbst feststellen liesse. Nimmt man an — was allerdings einstweilen unbeweisbar, aber nicht unwahrscheinlich ist — dass der *Cryptochirus* die ersten 6 Millimeter seiner Länge im ersten Jahre erreicht, so würde dies für die massiven *Astraeen* eine mittlere Wachstumsgeschwindigkeit von 18 Fuss im Jahrtausend ergeben, während Dana allerhöchstens eine solche von 5 Fuss annimmt. Es lässt sich indessen annehmen, dass weder das Eine noch das Andere zutreffend sei, denn die verschiedenen Arten werden an und für sich — wie alle andern Thiere — eine verschiedene Wachstumsschnelligkeit haben, und sie werden diese auch zu verändern ver-

mögen je nach Umständen. Es würde natürlich sehr interessant sein, wären auch nur die Extreme der Geschwindigkeit im Wachsen der einzelnen Korallen — wie der verschiedenen Riffe — durch Beobachtung festzustellen; dies zu thun ist indessen eine sehr schwierige und complicirte Aufgabe, da die Wachsthumintensität der Thiere von einer grossen Zahl verschiedener, aber in ihren Wirkungen sich combinirender Einflüsse abhängt.

11) zu S. 38. Ich habe mir grosse Mühe gegeben, in Reisewerken oder in Speciesbeschreibungen von Korallen Angaben zu finden über die verschiedenartige Form der Korallenblöcke, welche sie an verschiedenen Fundorten anzunehmen im Stande sind. Die Ausbeute ist allerdings ganz entsetzlich mager gewesen: im Grunde fand ich nur die einzige Bemerkung von Ehrenberg, dass *Stephanocora Hemprichii* Ehrenberg. aus dem Rothen Meere ästige oder flache Korallenstöcke bildet, je nachdem sie im ruhigen oder bewegten Wasser lebt. (Ehrenberg, Korallenthier des Rothen Meeres.) Dies hängt meiner Ueberzeugung nach wesentlich mit der bisher üblichen Methode der Untersuchung dieser Thiere zusammen: man hat die Arten beschreiben wollen, und dem entsprechend — wie bei Insekten, Conchylien u. s. w. — vor allem auf die unterscheidenden Charaktere Rücksicht genommen; man hat sich dabei, wie Dana in dem prächtigen Korallenwerk zu der Expedition von Kapitän Wilkes, allerdings auch Mühe gegeben, die Breite der Variation für einzelne Species festzustellen, wie das z. B. mit grosser Sorgfalt von Dana für manche Madreporen geschehen ist. Auch das neue Werk von Klunzinger über die Korallen des Rothen Meeres liefert in dieser Richtung verwerthbares Material. Systematische Beobachtungen aber über die hier uns vorzugsweise interessirende Frage: inwiefern Strömungen im Meere, Schwankungen in der Temperatur oder im Salzgehalt, oder andere physikalisch-chemische Einflüsse eine und dieselbe Species zu beeinflussen vermögen, sind bis jetzt nicht angestellt worden. Zur Entschuldigung kann freilich dienen, dass die Darwin'sche Theorie im Grunde genommen erst jetzt ihren Einfluss dahin zu äussern beginnt, dass man die Nothwendigkeit empfindet, solche Verhältnisse nicht blos mit einem hypothetischen Erklärungsversuch abzuthun, sondern durch richtig geleitete und womöglich experimentelle Untersuchungen aufzuklären. Ein anderes und hier sehr grosses Hinderniss liegt in der Schwierigkeit, das nöthige lebende Untersuchungsmaterial herbeizuschaffen; sesshafte Zoologen, fähig zu solcher Untersuchung, finden sich spärlich in den Tropen, und

Reisende werden nie Zeit genug finden, um wirklich lohnende Beobachtungen in dieser Richtung zu machen. Die von Dohrn mit ebenso viel Energie als Geschick in Neapel inaugurierte Aera der zoologischen Stationen wird hoffentlich auch bald einige in tropischen Meeren entstehen sehen, denn nur in solchen Instituten, die mir ein wahres Bedürfniss zu befriedigen scheinen, wird man im Stande sein, Untersuchungsreihen lange Jahre hindurch anzustellen, wie sie die Aufklärung biologischer Fragen voraussetzt. Allerdings dürfen das keine solchen Stationen sein, wie das seinerzeit viel Staub aufwirbelnde „tampat senang“ (place of rest) des Herrn von Miklucho-Maclay, das in Malakka einige Wochen lebhaft genug in seiner Phantasie existirte, um seiner geschickten Feder eine wirklich ganz reizende Schilderung dieses Asyls für müde Zoologen zu entlocken. Freuen wir uns, dass wir einstweilen das Dohrn'sche (und einige neuere daneben) hier in Europa haben. Ich kann dabei nicht unterlassen, meine Befriedigung darüber auszudrücken, dass Dohrn sich nunmehr entschlossen hat, ein eigenes Journal seines Instituts herauszugeben; meiner Ueberzeugung nach werden sowol die Station wie auch wir andern Zoologen, die wir uns nach Nachrichten von ihr sehnen, ihre Rechnung dabei finden. Die Klage, dass damit wieder ein neues Organ geschaffen worden, scheint mir wenig berechtigt zu sein, denn die gleiche Klage wird Separatwerken gegenüber nie laut. Die Arbeiten aber, die in demselben Institut entstehen, bilden meiner Meinung nach ebenso gut ein Ganzes, und oft sogar besser noch ein Ganzes, als die verschiedenen Kapitel eines Sammelwerks oder selbst auch mancher Monographien.

### Zum achten Kapitel.

1) zu S. 73. Wichmann, Zur geologischen Kenntniss der Palauinseln. Journal des Museum Godeffroy, VIII, 123 fg. Die ihm zur Untersuchung übergebenen Gesteine des Kokeal enthielten nach ihm folgende Petrefacten: Tridacna, Strombus, Mactra, Cyprina, Madrepora, Serpula, Lucina, Tellina, Venus, Spondylus, Fistulana, Balanus. Er bezeichnet das Eruptivgestein als tertiär oder post-tertiär.

2) zu S. 93. Es erübrigte jetzt noch, die Senkungstheorie nicht bloß in ihrer Anwendung auf einen speciellen Fall — wie hier geschah — sondern ganz im allgemeinen zu kritisieren, um zu einer Entscheidung darüber zu kommen, ob meine Strömungstheorie — *sit venia verbo* — gegenüber

jener andern auch im allgemeinen den Vorzug verdient oder nicht. Es ist indessen hier nicht der Platz, diesen Punkt zu erörtern. Doch will ich bemerken, dass ich in der That glaube, dass meine Theorie weniger Schwierigkeiten findet, als die Senkungstheorie und daher auch als die naturgemässere anzusehen sein wird. Andererseits will ich gern zugeben, dass mitunter, wie z. B. bei den Andamanen, eine Atollbildung in einer Senkungsarea stattfinden kann, aber jene braucht darum doch auch nicht ausschliesslich durch die Senkung hervorgebracht zu sein. Es wäre dies unter der Annahme, dass sonst gar keine Einflüsse der oben bezeichneten Art hier auf den Andamanen Atolle hätten bilden können, doch eben nur dann möglich, wenn die Senkung langsamer wäre als das Emporwachsen der Korallen. Das scheint mitunter vorzukommen; denn die Andamanen sollen sich alle hundert Jahre einen Fuss senken, während Le Conte für das Höhenwachsthum der Korallen  $3\frac{1}{2}$  Jahre für den Fuss, ein anderer nach Beobachtungen in Port Darwin 12 Jahre für den Fuss angibt. Dagegen gibt es doch auch wieder Inseln, welche beweisen, dass das Höhenwachsthum der Korallen durchaus nicht immer so rasch und oft sogar ungemein langsam ist; an den Sandwichtinseln, welche sich nach Dana senken sollen, liegen alle Korallen mehrere Faden tief unter Ebbenniveau. Dasselbe ist der Fall an den Galapagos und im Meerbusen von Panama. Hier wird also bei Annahme der Senkung das Höhenwachsthum weniger rasch stattfinden können als jene, noch viel langsamer aber würde es vor sich gehen müssen, wenn man annähme, jene Inseln höben sich. Ich halte es also wohl für möglich, dass unter Umständen Senkung mit Ausbildung von Atollen combinirt sein kann, und auch dass sie vielleicht einmal die einzige Ursache dazu gewesen sein mag; aber ich kann nicht zugeben, dass die Senkung ganz allein oder selbst vorwiegend im Stande sei, alle Verhältnisse der Korallenriffe zu erklären.

### Zum neunten Kapitel.

1) zu S. 104. Zoologen wie Geologen haben sich gewöhnt, alle Landmollusken oder vielmehr deren Schalen als ganz besonders geeignet anzusehen, die Verwandtschaftsbeziehungen lebender und ausgestorbener Faunen aufzudecken. Nun will ich zwar nicht bestreiten, dass sie in dieser Beziehung mitunter von sehr grossem Nutzen sein mögen; aber ich muss doch hier meine Ueberzeugung aus-

sprechen, die ich durch langjährige Untersuchungen der Thiere sowol wie ihrer Schalen gewonnen habe, dass wir in sehr vielen Fällen absolut nicht das Recht haben, die Landconchylien zu solchen Vergleichen zu benutzen, und ferner dass die von den Conchologen und Geologen allgemein adoptirte Klassifikation nach den Schalen, welche sie für eine natürliche ansehen, im Ganzen und Grossen vollständig werthlos und unnatürlich ist. Jede Argumentation also, welche basirt auf der Annahme, dass die jetzt im System aufgeführten Gattungen oder Untergattungen (wie z. B. *Geotrochus*, *Bulimus*, *Rachis*, *Homorus*, *Hapalus*, *Nanina*, *Leucochroa* u. s. w. u. s. w., conf. Wallace, Geogr. Distrib., II, 512 fg.) wirklich natürliche sind, die Verwandtschaft der in ihnen zusammengefassten Arten wirklich andeuten, ist wie ein Schloss in Spanien aufgebaut in der Luft. Leser, die sich für diese Frage interessiren und darüber im Speciellen Belehrung suchen, muss ich auf mein Werk über die philippinischen Landmollusken verweisen. (Semper, Reisen im Archipel der Philippinen, Bd. 3. Wiesbaden, Kreidel.)

2) zu S. 107. Sorgfältige Untersuchungen, die ich seit einer langen Reihe von Jahren fortgeführt und über viele Hunderte von Arten ausgedehnt habe, bringen mich mehr und mehr auf den Gedanken, dass es möglich sein dürfte, die Wanderungsrichtungen vieler Gattungen von Landmollusken zu bestimmen, indem wir ihre natürlichen Verwandtschaftsbeziehungen aufsuchen. Dies kann aber selbstverständlich nicht durch die ausschliessliche Untersuchung der Conchylien geschehen. Man darf diese zwar auch nicht vernachlässigen, aber ihr systematischer Werth ist bisher und so besonders von Geologen, gewaltig überschätzt worden; ohne genaueste Kenntniss des Thieres wird man nur selten die Verwandtschaft der Arten sicher bestimmen können. Die nächste Aufgabe wird also sein, diejenigen Gruppen der Landmollusken, deren Schalen in der That eine sichere Andeutung über die systematische Beziehung geben, zu sondern von jenen andern, in welchen die Schalen ganz oder fast ganz werthlos sind. Bis zu welchem Grade dies oft der Fall ist, zeigt die philippinische Gattung *Cochlostyla*, deren Schalen so enorm variabel sind — trotz des gleichmässigsten innern Baues der Thiere selbst —, dass kein Conchologe im Stande ist, die Gattung nach den Schalen zu beschreiben. Bisher wird immer noch eine Gattung *Vitrina* aufgeführt, aber man stellt zu ihr Arten, welche nicht bloß ganz verschiedenen Gattungen, sondern selbst Familien angehören; in den Schalen sind diese so ähnlich, dass man

in der That genöthigt ist, sie hiernach in eine Gattung zu bringen. Ich habe in meinem Werke über die philippinischen Landmollusken gezeigt, dass fast alle sogenannten Vitrinen der Philippinen zur Gattung *Helicarion* und in die Familie der Zonitiden gehören, während *Vitrina* eine *Limacide* ist; der äussern Aehnlichkeit nach wurden seitdem und werden fortwährend eine Menge Schalen von Indien, Persien u. s. w. als zu *Helicarion* gehörig, beschrieben, welche alle aber, soweit man sie bisher in den Thieren untersuchen konnte, gar nicht in diese, sondern in die Nähe typisch-indisch-festländischer Gattungen gehören, mit deren Schalen sie allerdings oft wenig Aehnlichkeit besitzen. Zu *Vitrina* stellt man allgemein die philippinische *Pfeifferia micans*; die Schale zeigt allerdings einige Aehnlichkeit mit denen der Vitrinen, aber das Thier ist in allen Einzelheiten eine typische *Cochlostyla*, also eine echte *Helicide* und eine von den zahlreichen Varianten dieser Gattung, deren Schalenstructur den wahren Charakter des Thieres geradezu maskirt. Würde man diese und die übrigen 200 *Cochlostylen*-schalen fossil irgendwo finden, so würden die Geologen ganz zweifellos mindestens sechs bis acht verschiedene Gattungen daraus machen. — Diese Beispiele müssen hier zur Rechtfertigung des vorangestellten Auspruchs genügen.

3) zu S. 110. Der Satz Wagner's, den ich im Text etwas verändert habe, lautet wörtlich folgendermaassen: „Jeder geschlossene Formenkreis (Art oder constante Varietät) entsteht auf Grund der Variabilität und der Vererbung durch den mechanischen Act der Isolirung und Colonienbildung einzelner Emigranten von einer variationsfähigen Stammart. Die Summe der morphologischen Merkmale, welche den neu gebildeten Formenkreis charakterisiren, resultirt eines theils aus der Summe der Verschiedenheiten in den äussern Lebensbedingungen (Nahrung, Klima, Bodenbeschaffenheit), die der Standort der isolirten Colonie im Vergleich mit dem Wohnbezirk der ältern Stammart darbietet, andernteils aus der Summe von phyletischer und individueller Variabilität, welche der Colonist als Eigenthum mitbringt und in den morphologischen Merkmalen seiner Nachkommen bei blutsverwandter Fortpflanzung ausprägt. Die Constanz der neuen Form hängt stets von einer längern ungestörten Dauer ihrer Isolirung ab.“ (Wagner, *Naturwissenschaftliche Streitfragen*, I, in der *Augsburger Allgemeinen Zeitung* 1877, Nr. 110, Beilage.)

4) zu S. 113. Ich kann die verschiedenen Stellen, in denen Wagner seine Isolirungstheorie direct dem „Kampfe ums Dasein“ gegenüberstellt, wenigstens nicht anders ver-

stehen. Ich will hier nur einen Satz anführen, der dem in Anm. 3 citirten Aufsatz entnommen ist: „Die Achatinellen sind . . . harmlose Pflanzenfresser, die sich mit jedem Bodenraum begnügen, und deren übermässige Vermehrung nicht durch verfolgende Feinde, sondern durch Epidemien in gewissen Schranken gehalten wird. Ein Lebenskampf wegen der Nahrung besteht nicht, da dieselbe den Schnecken in beliebiger Menge von der reichen Pflanzendecke der Oberfläche dargeboten wird. Auch von einem Concurrrenzkampf bei der Fortpflanzung ist nichts wahrzunehmen, da jedes geschlechtsreife Doppelindividuum dieser Zwitterschnecke bei gegenseitiger Paarung stets seinen Zweck erreicht. Wenn hier und da eine Schnecke, die durch schnellen Rückzug in ihr Gehäuse einen genügenden Schutz findet, dennoch von einem Raubkäfer oder Vogel verzehrt wird, oder von einem weidenden Rind zufällig zerstampft wird, so sind dies eben nur rein zufällige Vorgänge, welche viel weniger im Stande sein würden, ihre Individuenzahl wesentlich zu vermindern, als die starken Verfolgungen, denen z. B. unser Maikäfer ausgesetzt ist. Die Natur hat bei allen sehr fruchtbaren Arten durch epidemische Krankheiten, die sich von Zeit zu Zeit einstellen, genügende Mittel, um ihre Individuenzahl nicht allzu gross werden zu lassen, und sie bedarf hierzu keines Concurrrenzkampfes . . .“ Ich glaube, dieser Satz kann nicht anders gedeutet werden, als ich es gethan; nach Wagner ist das „Streben (*struggle*) nach Existenz“ nur ein directer Concurrrenzkampf zweier Thiere um dasselbe Besitzthum. Ist es aber kein Streben nach Existenz, wenn eine Schnecke sich den eine Epidemie hervorrufenden Ursachen zu entziehen sucht? Bei Landschnecken werden Epidemien meistens durch zu grosse Feuchtigkeit oder Trockenheit erzeugt; wer jener nicht rasch genug entfliehen kann, geht zu Grunde, wer der Trockenheit nicht zu widerstehen vermag, ist verloren. An der Fäulnisepidemie oder besser gesagt der Aufschwemmung, gehen vorzugsweise altersschwache Thiere zu Grunde; ausdörrende Hitze können die jüngsten Thiere am wenigsten ertragen, da Schale und Diaphragma nicht dick genug sind, das Austrocknen zu verhüten. Ja selbst der directe Kampf der Individuen ist dabei durchaus nicht ganz vermieden. Um der Trockenheit zu entfliehen, verkriechen sich viele Landschnecken in Ritzen und Spalten der Felsen; die zuerst kommenden sind am besten daran, weil sie am tiefsten einzudringen vermögen, den Nachzüglern versperren sie den Weg zur Feuchtigkeit. Man findet daher in der trockenen Jahreszeit z. B. in den Mittelmeerländern die oberflächlich sitzenden Heli-

ceen fast immer todt, lebende Exemplare in erheblicher Menge nur in grössern Tiefen. Das Verhältniss kehrt sich um, wenn die Regenzeit eintritt. Nun füllen sich alle Spalten mit Wasser, die tiefst liegenden werden zuerst damit gesättigt, dem Uebermaass davon, welches gegen ihren Willen in ihre Haut eindringt, suchen sie sich zu entziehen. Aber die abgestorbenen Schalen der oberflächlich sitzenden, durch die Trockenheit getödteten, oder die noch lebenden, aber noch nicht durch den Regen aufgeweckten Thiere hindern sie häufig am raschen Heraus kriechen, das Wasser sickert in ihre Poren ein und in wenig Stunden schon sind sie so aufgeschwemmt und wassersüchtig geworden, dass sie keine kräftigen Bewegungen mehr zu machen im Stande sind. (Es ist ein grosser Irrthum, wenn man meint, eine Helix könne es nie feucht genug haben; thut man eine solche in Wasser und verhindert man sie, sich hervorzubegeben, so hat sie sich meist binnen 24 Stunden so voll gesogen, dass sie absolut unfähig ist zu kriechen.) Das soll kein Kampf ums Dasein sein? — mir dünkt, es ist ein sehr hartnäckiger, wenn selbst noch nach ihrem Tode die eine Schnecke der andern den Weg zum Leben versperrt. Aber auch manche der Prämissen in den obigen Sätzen Wagner's sind falsch oder absolut nicht begründet. Er sagt, die Achatinellen gehörten zu den sehr fruchtbaren Arten, deren Ueberzahl durch epidemische Krankheiten verhindert würde, besser als durch den Concurrrenzkampf. Das ist entweder falsch, oder entbehrt der Begründung; die Achatinellen gebären lebendige Junge und bringen nur wenige Individuen auf einmal zur Welt; wie häufig sie dies im Jahre thun, ist gänzlich unbekannt. Die Behauptung, dass jedes geschlechtsreife Doppelindividuum stets zur Begattung komme, ist durch nichts erwiesen; ob Antipathie nicht auch manche Schnecken jungfräulich und doch erwachsen, geschlechtsreif sterben lässt, ist durch keine Beobachtung direct widerlegt; die wunderbaren Vorbereitungen und Turniere, welche die Schnecken vor der Begattung aufführen, lassen im Gegentheil vermuthen, dass auch bei diesen apathischen Thieren Neigungen oder Abneigungen ihre Rolle spielen werden. Ob den Achatinellen ein Lebenskampf um die Nahrung erspart bleibt, ist nach Gulich's mir wohlbekannten Untersuchungen — ich war zugegen, als er zuerst eingehend über diese in einer Sitzung der Zoologischen Section der British Association zu Brighton 1872 berichtete — absolut nicht zu entscheiden; die blos vermuthete (ideale) Uebermenge des Futters bedingt noch nicht, dass sie auch eine factische sei. Wenn z. B. der Raum, auf welchem dies Futter zusammen-

gedrängt ist, sehr eng ist, so werden sich die fressen wollenden Thiere in der Arbeit behindern, dazu kämen möglicherweise die auch hier gänzlich unbekanntem psychischen Einflüsse. Sehr viele Thiere fressen bekanntlich nur gern in der Einsamkeit. Das thun nun die Schnecken entschieden nicht, aber sie wünschen sich vielleicht doch — was wir aber absolut nie beobachtet oder beachtet haben — einen gewissen Elnbogenabstand ihres Tischnachbars. — Aber selbst wenn alle diese Sätze Wagner's in ihrer so ungemein sicher lautenden Fassung wirklich beweisbar wären — was allerdings für jetzt nicht der Fall ist — so erzeugt doch nothwendigerweise der Kampf gegen die Ursachen der die Achatinellen decimirenden Epidemien einen „Concurrenz-kampf“, der freilich nicht so zu verstehen ist, als ob er eben nur direct zwischen zwei Individuen durch ein Duell auf Leben und Tod auszufechten wäre.

5) zu S. 113. Ich denke, es wird trotz der allgemeinen Zugänglichkeit der Darwin'schen Werke doch wol am Platze sein, die im Text gegebene Deutung seiner Worte durch einige Citate zu belegen. Ich reproducire dieselben theilweise in Englisch, um Darwin's Sätze wörtlich geben zu können, was sich bekanntlich in einer Uebersetzung nie recht thun lässt.

Zunächst mit Bezug auf die Einwirkung der äussern Existenzbedingungen ein paar Citate: „Neither migration nor isolation in themselves can do anything. These principles come into play only by bringing organisms into new relations with each other, and in a lesser degree with the surrounding physical conditions.“ (Origin of Species, p. 420.)

„Wenn daher auch zugegeben werden muss, dass neue Lebensbedingungen zuweilen organische Wesen bestimmt afficiren, so lässt sich doch bezweifeln, ob scharf markirte Rassen oft durch die directe Einwirkung veränderter Bedingungen ohne die Hülfe einer durch den Menschen oder durch die Natur geübten Zuchtwahl producirt worden sind.“ (Hausthiere, II, 388, übersetzt von Carus.)

„... such changes are manifestly due, not to any one pair but to all the individuals having been subjected to the same conditions, aided, perhaps, by the principle of reversion.“ (Descent of Man, I, 236) und ferner: „Although with our present knowledge we cannot account for the strongly-marked differences in colour between the races of man, either through correlation with constitutional peculiarities, or through the direct action of climates; yet we must not quite ignore the latter agency, for there is

good reason to believe that some inherited effect is thus produced.“ (Descent of Man, I, 245.) Ebenda S. 246 führt er dann einzelne Belege für diesen Satz an. Endlich ein letztes Citat: „There can, however, be no doubt that changed conditions induce an almost indefinite amount of fluctuating variability, by which the whole organisation is rendered in some degree plastic.“ (Descent of Man, I, p. 113.) Man vergleiche dazu auch, was Darwin über directe äussere, den Schädel verändernde Einflüsse sagt (ebenda I, 147). Dass aber Darwin auch die Isolirung einer neuen Form und die Verhinderung ihrer Vermischung mit der Stammform als integrierenden Bestandtheil seiner Theorie auffasst, geht, wie mir scheint, aus geradezu unzähligen Stellen seiner Werke hervor, und ich will daher hier nur zwei der schlagendsten anführen. Er sagt in Hausthiere, II, 114 (übersetzt von Carus): „Das Verhüten freier Kreuzungen und das absichtliche Paaren individueller Thiere sind die Ecksteine der Kunst der Züchter. Niemand, der seiner Sinne mächtig ist, wird erwarten, eine Rasse in irgendeiner besondern Art und Weise zu veredeln oder zu modificiren, oder eine alte Rasse rein und distinct zu erhalten, wenn er nicht seine Thiere sondert. Das Tödten untergeordneter Thiere in jeder Generation hat dieselbe Bedeutung wie ihre Trennung.“ Der Kampf ums Dasein erzeugt, vereint mit andern Ursachen, eben jene für die Constanterhaltung oder Fixirung der Rasse oder Art nothwendige Isolirung von der Stammform und die Verhinderung freier Kreuzung mit dieser. Anderswo sagt er: „A country having species, genera and whole families peculiar to it, will be the necessary result of its having been isolated for a long period, sufficient for many series of species to have been created on the type of pre-existing ones.“

6) zu S. 115. Günther, Tortoises of Mauritius closely related tho those of the Galapagos, places that are nearly antipodes to one another. Ann. Mag. Nat. Hist. 1874, Vol. XIV, p. 311. Silliman's Journal 1874, 3. Ser. Vol. VIII, p. 403. Diese Landschildkröten sind auch noch durch ihre Riesen-grösse interessant. Günther kommt zu dem Schluss, dass sie auf Mauritius wie auf den Galapagos selbstständig entstanden sein müssen.

7) zu S. 116. Die Frage, ob eine mehrfache (oder sogenannte polyphyletische) Entstehung gleicher Formen möglich sei oder nicht, ist allmählich zu einem Eckstein der Lehren jenes übertriebenen dogmatischen Darwinismus geworden, den man sich gewöhnt hat mit Huber als Häckelismus zu bezeichnen. Für den Begründer des letztern leidet

es keinen Zweifel, dass die uns als identisch erscheinenden, in eine Species oder Gattung zusammengefassten Formen, unbedingt, weil identisch, nur von einer einzigen Form abstammen können; das ist die sogenannte *monophyletische Abstammung*, nach welcher alle Arten einer Gattung nur von einer einzigen Stammart, alle Gattungen einer Familie ebenso nur von einer einzigen Stammgattung abstammen können u. s. w. Ihr gegenüber steht die Ansicht, dass ein *polyphyletischer Ursprung* möglich sei, d. h. dass die in eine Gattung oder Familie von uns zusammengefassten Formen von mehr als einer Stammart oder -gattung abstammen könnten.

Die theoretische Richtigkeit der monophyletischen Hypothesen kann unbedingt zugegeben werden, ohne dass man aber auch die factische Richtigkeit derselben anzunehmen brauchte. Grundlage jener ist die ganz richtige Ansicht, dass eine bestimmte Erscheinung ihre ganz bestimmten Ursachen haben müsse, und dass eine Wiederholung derselben Ursachen im Reiche der organischen Natur einfach unmöglich sei; die zweimalige Entstehung derselben Art aus verschiedenen, aber durch ungleiche Ursachen hervorgerufenen Anfangsformen wäre physikalisch undenkbar, also auch unmöglich. Zugegeben. Der Irrthum und logische Fehlschluss des Häckelismus liegt nicht hier, sondern in der Anmassung, mit welcher derselbe behauptet, die von ihm zu einer Art gehörig erklärten Formen oder Individuen wären identisch. Sie sind dies absolut nicht, und wenn wir Zoologen sie eben innerhalb des Begriffs einer „Species“ unterbringen, so geschieht dies aus ungemein verschiedenen und ausnahmslos subjectiven Gründen. Eine objective Entscheidung darüber, ob diese oder jene Individuen wirklich nur eine oder zwei oder noch mehr Arten ausmachen, steht niemandem zu; die Kriterien für eine solche Bestimmung fehlen vollständig. Es ignorirt ferner die monophyletische Hypothese völlig die Thatsache, dass zur Erzeugung neuer Individuen in weitaus der Mehrzahl der Fälle zwei Individuen nöthig sind, welche — ganz abgesehen von ihrer geschlechtlichen Verschiedenheit — durchaus nicht immer derselben Art anzugehören brauchen; die Möglichkeit der Hybridation, d. h. der fruchtbaren Vermischung zwischen Individuen zweier verschiedener Species steht fest. Wir wissen aber ferner, dass die Hybridation gerade ein beliebtes — und vielleicht selbst das wirksamste — Mittel der Natur ist, neue Formen zu erzeugen. Wenn nun die hybride Vermischung einer Art *A* mit drei andern *B*, *C*, *D* jedesmal eine analoge, aber doch verschiedene Abweichung von beiden Stammformen bedingt,

und wenn dieser den drei hybriden Sprösslingen *AB*, *AC* und *AD* gemeinsame neue Charakter nach unserer — also subjectiven — Ansicht die Aufstellung einer neuen Gattung rechtfertigt, so sind hier aus den drei ursprünglich verschiedenen Arten *B*, *C*, *D* auch drei gleichfalls verschiedene Species der zweiten Gattung entstanden; sie wären dann auf polyphyletischem Wege gebildet worden. — Zu den kosmopolitischen Arten gehört der unglückselige *Amphioxus*, aber die Exemplare von verschiedenen Fundorten zeigen nicht unerhebliche Verschiedenheiten. Wenn nun aus diesen verschiedenen Individuen neue Formen entstünden, so könnten auch diese möglicherweise noch einer und derselben Gattung angehören; doch aber wären die brasilianischen und philippinischen, die amerikanischen wie australischen Arten dieser neuen Gattung nicht durch Umwandlung der Nachkommenschaft eines einzigen *Amphioxus*-pärchens entstanden, wie es die monophyletische Hypothese will. Ich kann mir übrigens diese Discussion leicht machen, indem ich einfach ein Wort Darwin's anführe, er sagt: *I will only remark, that if two species of two closely allied genera produced a number of new and divergent species, I can believe that these new forms might sometimes approach each other so closely that they would for conveniences sake be classed in the same genus, and thus two genera would converge into one.*“ Darwin hält es also sogar für möglich, dass die Arten einer und derselben Gattung polyphyletisch aus Arten nicht einer einzigen andern, sondern selbst zweier verschiedener Gattungen entstanden sein könnten. Alle wirklich sorgfältigen Untersuchungen der Neuzeit machen es wahrscheinlich, dass die polyphyletische Hypothese der Wahrheit sehr viel näher kommt, als die ihr entgegenstehende.

8) zu S. 120. Palmén, Ueber die Zugstrassen der Vögel (1876).

9) zu S. 125. Die obigen Worte waren längst geschrieben, als mir jüngst eine Arbeit von Huxley über die verwandtschaftlichen Beziehungen der verschiedenen Süßwasserkrebse zukam. (*Proceed. Zool. Soc., June 1878.*) Nach ihm sollen die Flusskrebse der nördlichen Hemisphäre einer Familie angehören, die er *Potamobiidae* nennt, während diejenigen der südlichen Hälfte *Parastacidae* sind. Er weist nach, dass beide Gruppen in der That durch gewisse Eigenthümlichkeiten im Bau ihrer Kiemen leicht voneinander zu trennen sind; trotzdem deutet er an, dass sie beide für sich gesondert aus einer gemeinsamen Urform entstanden sein möchten, welche die tropischen Meere bevölkernd

— wo sie jetzt grösstentheils fehlen — bei ihrer Wanderung in die Flüsse der Inseln und Continente im Norden den Bau der Potamobiidae, im Süden den der Parastacidae angenommen hätten.

10) zu S. 126. Ein Bericht über die neuesten Untersuchungen Tyndall's findet sich in dem Jahrgang 1877 der englischen Monatsschrift „Nature“. Der vorurtheilsfreie Leser derselben wird, denke ich, darin eine ganz schlagende Widerlegung der sogenannten „Abiogenesis“ finden, und ausserdem mit grösstem Interesse die brillante Art der Experimentation verfolgen, sich über die Fülle neu aufgedeckter Thatsachen freuen. Hier ausführlich darüber zu referiren, ist unmöglich, da sich Tyndall's Arbeiten nur auf Pilzkeime beziehen.

11) zu S. 138. Im Centrum von Mindanao fand ich am Oberlauf des Agusan bei den dort lebenden Manobos einen fossilen Elefantenzahn, welcher von den Häuptlingen dieser Kannibalen, den sogenannten Baganis, bei feierlichen Gelegenheiten, z. B. Kriegen, mit andern Dingen, kleinen Götzenbildern, Krokodilzähnen u. s. w. an Schnüren aufgereiht getragen werden. Fällt ein Feind, so wird diesem mittels des heiligen Schwertes die Brust geöffnet, dann werden alle dem Kriegsgotte geweihten Gegenstände in das Blut getaucht; nun erst, nachdem der Gott seinen Durst nach dem Blute des Feindes gestillt, darf der Bagani ein Stück des Herzens oder der Lunge essen. Die beiden von mir mitgebrachten Exemplare solcher Elefantenzähne befinden sich jetzt im dresdener Ethnologischen Museum.

### Zum elften Kapitel.

1) zu S. 162. Man vergleiche hierzu die Bemerkungen in Bd. I, S. 258, 259.

2) zu S. 167. Man hat früher gemeint, dass die etwas gewundenen Röhren im Innern der Korallen, in denen der Sipunculide lebt, eine Schneckenschale sei und dass demzufolge der Wurm sich in dieser, die Koralle aber aussen auf ihr angesiedelt habe. Diese Behauptung beruht auf ganz oberflächlicher Untersuchung; es ist zweifellos, dass der Wurm direct auf der Koralle sitzt, mit dieser wächst und sich seine Röhre selbst macht.

3) zu S. 170. Kössmann, Beiträge zur Anatomie der schmarotzenden Rankenfüssler. Arbeiten aus dem Zool. zoot. Institut zu Würzburg, I, 97.

4) zu S. 188. Kössmann, Zoologische Ergebnisse einer

Reise in die Küstengebiete des Rothen Meeres. Abth. Entomotraca, S. 20, Tab. V, Fig. 1. Der hier beschriebene, in dem Magen von *Mülleria lecanora* schmarotzende kleine Copepode heisst *Lecanurius intestinalis*.

5) zu S. 190. In dem trefflichen Journal „Der Zoologische Garten“, redigirt von Dr. Noll in Frankfurt, werden seit Jahren die Nachrichten über gelungene Hybridationen gesammelt. Ich habe dieselben ausgezogen und gebe hier eine Vervollständigung der im Text enthaltenen Liste, wobei ich die dort erwähnten hier nicht wieder aufzähle.

#### Raubthiere.

- Iltis und Frett (v. Fischer, Z. G., XV, 109).  
 Wildkatze u. Hauskatze (Z. G. XIX, 200).  
 Afrikanischer Leopard und javanischer schwarzer Panther (Z. G. XIX, 301).

#### Wiederkäuer.

- Yak und Landkuh in Halle (Z. G. XIX, 58).  
 Bison und Rindvieh (Z. G., XIII, 127).  
*Ovis musimon* und *Ovis cycloceros* (Z. G., XIII, 359).  
*Cervus virginianus* und *Cervus macrotis* in Cincinnati (Z. G., XVIII, 138).  
 Linaschafe in Chile, Bastarde zwischen Schaf und Ziege (noch etwas problematisch s. Z. G., XVIII, 277).  
*Cervus minor*, Bastard zwischen Axishirsch und Schweinshirsch (Z. G., XVII, 263).

#### Einhufer.

- Equus taeniopus* ♂ und *Equus Zebra* ♀ in Berlin (Z. G., XVII, 372).  
 Pferd ♂ und Daun ♀ (Z. G., XVI, 66).

Esel ♂ und Daun ♀ (Z. G., XIX, 221).

#### Zweihufer.

*Sus scrofa persica* und *Sus scrofa sondaica* in Rotterdam (Z. G., XIII, 280).

#### Nager.

*Lepus variabilis* mit *Lepus timidus* (Z. G., XVIII, 19) in freier Natur.

#### Vögel.

- Modeneser Taube ♂ und Turteltaube ♀ (Z. G., XVI, 469).  
*Phasianus versicolor* und Goldfasan in Antwerpen (Z. G., XIV, 213).  
 Goldfasan und *Thaumalia Amherstiae* in Paris (Z. G., XVI, 67).  
*Anas superciliosa* und *Aix sponsa* (Z. G., XIII, 281).  
 Zeisig und Stieglitz (Z. G., XIV, 236).

#### Insekten.

*Phigalia pilosaria* ♂ und *Nysia hispidaria* ♀, von Midford 1861 beschrieben (Packard, Guide to the study of Insects, p. 54).

Eine vollständige Liste von Citaten bis zum Jahre 1858 über Insektenhybridationen findet sich in Hagen, Bibliotheca entomologica.

### Zum zwölften Kapitel.

1) zu S. 199. Aehnliche Verhältnisse kommen auch bei manchen andern Thieren vor. Die sonderbare schmarotzende Nemertine *Malacobdella* lebt fast durchgehends als Einsiedler in der Kiemenhöhle einer Muschel; aber hier liegt eine sehr plausible Erklärung auf der Hand, welche durch die hin und wieder beobachteten Fälle vom gleichzeitigem Vorkommen von zwei oder drei Exemplaren in derselben Muschel fast völlig sichergestellt wird. Sowie das junge eben eingewanderte Thier zu fressen anfängt, wird es wol alle organischen Körper, die durch den Wasserstrom in die Kiemenhöhle der Muschel hineingezogen werden, auffangen, und so verhindern können, dass eine zweite, später ankommende Larve sich an demselben Wohnort niederlässt. Ganz unverständlich ist aber, ohne eine ähnliche Hypothese, wie ich sie im Text machte, wieder ein von K. Vogt beobachteter Fall. Unter Hunderten von Exemplaren einer Labrusart (Lippfisch), von denen im Mittel 43 Procent von einem parasitischen Krebs (*Leposphilus*) befallen waren, fanden sich nur zwei, welche zwei Parasiten, einen auf jeder Seite, beherbergten, alle übrigen hatten immer nur einen, bald links, bald rechts; die Zahl rechts sitzender überwog die der links sitzenden bedeutend (27 gegen 16 Procent). Sie sitzen immer an der Seitenlinie. Was verhindert nun in diesem Falle die Ansiedelung von mehrern Parasiten auf demselben Fisch? Das kann, wie mir scheint, nur in einer für spätere Ansiedler ungünstigen, durch den ersten Parasiten bewirkten Umstimmung der Säfte des Fisches liegen.

2) zu S. 205. Kramer, Theorie und Erfahrung, Beiträge zur Beurtheilung des Darwinismus (Halle 1877).

3) zu S. 212. Dieser Ausspruch, dass es bei keiner einzigen Schneckengattung, ausser bei *Onchidium*, solche Rückenaugen gäbe, gründet sich auf die ausserordentlich ausgedehnten und genauen anatomischen Untersuchungen meines Freundes Bergh über die Nacktschnecken des Meeres und auf eigene, zu diesem Zweck angestellte Untersuchungen an andern Schnecken des Landes wie des Wassers. Augenähnliche Pigmentflecken auf dem Rücken oder an der Seite des Körpers gibt es allerdings hier und da, so z. B. bei *Sphaerodoris punctata* und *papillata* unter den Nackt-

schnecken und Margarita unter den beschalten; aber dies sind sowol nach Bergh's früherer und meiner eigenen, mit allen Hilfsmitteln der Neuzeit angestellten Untersuchung nur punktförmige Ansammlungen von Pigment, mit denen nie ein Nerv in Verbindung steht, und welche keine Spur der typischen Elemente eines Auges enthalten.

4) zu S. 224. Ein ganz analoger Fall, wie der im Text genauer geschilderte von Onchidium, kommt auch bei den Fischen aus der Familie der Scopeliden vor. Es sind dies Tiefwasserfische, zu welchen auch einige der von Günther untersuchten Formen mit Leuchtorganen gehören; sie tragen an den Seiten des Körpers oder unten am Bauch eine je nach den Arten wechselnde Zahl verschieden grosser silberner Flecken, welche schon von Leuckart als Augen angesprochen wurden (Bericht über die 39. Versammlung der Naturforscher zu Giessen 1865). Bis in die neueste Zeit hinein bezweifelte man trotz der Angaben dieses tüchtigen Forschers die Richtigkeit seiner Deutung. Nun ist aber ganz kürzlich eine genauere Beschreibung von Dr. Ussow geliefert worden — „Ueber den Bau sogenannter augenähnlicher Flecken einiger Knochenfische (Bulletin, Moskau 1879) — nach welcher es in der That keinen Zweifel mehr leidet, so weit ich sehe, dass Leuckart vollkommen recht hatte; alle Attribute eines echten Auges finden sich in diesen Silberflecken bei den Gattungen *Chauliodus*, *Astronesthes*, *Stomias*. Nach Ussow sollen aber andere Arten an den gleichen Stellen Organe besitzen, welche er als Drüsen deutet; ich muss bekennen, dass seine Darstellung mich nicht von der Richtigkeit seiner Deutung überzeugt hat, und ich möchte vielmehr vermuthen, dass diese vermeintlichen Drüsen entweder die von Günther aufgefundenen Leuchtorgane sein mögen, oder auch Sinnesorgane, welche sich noch nicht zu echten Augen ausgebildet haben. Die Gattungen, bei welchen er diese vermeintlichen „pigmentirten Drüsen“ aufgefunden hat, sind: *Scopelus*, *Gonostoma*, *Maurolicus*. Endlich gibt es zwei Gattungen — *Sternoptyx*, *Argyropelecus* —, deren an den entsprechenden Stellen befindliche Pigmentflecken sich zwischen jene Pigmentdrüsen und die echten Augen stellen sollen.

5) zu S. 225. Mein Bruder Georg theilt mir folgenden, kürzlich von ihm beobachteten Fall mit, von Anpassung alter Arten an die Farben neuer Umgebung oder vielmehr von Benutzung derselben zu ihrem Schutz. Seit etwa zehn Jahren ist die bekannte weissgelbblättrige Abart des *Acer negundo* in Hamburg vielfach in Gärten angepflanzt worden; seitdem haben die gewöhnlichen Kohlweisslinge sich

angewöhnt, sich vorzugsweise auf diesen Sträuchern zum Ausruhen niederzulassen. Dann ist es, wie mir mein Bruder schreibt, ungemein schwer, die auf den Blättern sitzenden Schmetterlinge zu erkennen, da ihre gelbliche Farbe völlig mit derjenigen der Blätter verschmilzt. Hier ist es ganz klar, dass die Färbung der Pieriden nicht durch Zuchtwahl hervorgebracht worden sein kann, da sie längst vor Anpflanzung und Erzeugung des weissblättrigen Ahorns ihre charakteristische Färbung besaßen. Wenn nun aber die eine oder andere Art oder Varietät dadurch, dass sie diese zufällige Farbenähnlichkeit im Kampfe um die Existenz zu benutzen vermag, bevorzugt wird vor einer andern Art, welche aus irgendeinem Grunde sich des neuen Vortheils nicht gut bedienen kann, so wird nun die so entstandene schützende Aehnlichkeit eine Auswahl unter den Formen treffen können. In diesem Falle hat also zweifellos die Zuchtwahl absolut gar nichts mit der Entstehung der schützenden Färbung zu thun; auch bin ich überzeugt, dass — wenn nicht in allen — so doch gewiss in vielen Fällen die Entstehung schützender Aehnlichkeiten nicht durch Zuchtwahl zu erklären ist.

6) zu S. 232. Die pigmentbildenden Stoffe — die sogenannten Chromogene — werden mittels des im Körper kreisenden Blutes in alle Organe geführt. Je nach den besondern localen Verhältnissen werden sie an einzelnen Stellen stark angehäuft, an andern gar nicht abgelagert werden. Es hängt somit die primäre Farbenvertheilung ab von der Form der Organe oder derjenigen Hautstellen, an welchen eine solche Ablagerung normalerweise stattfindet. Beispiele, welche dies bestätigen, sind geradezu zahllos, fast jedes Thier liefert solche. Die bunten Färbungen vieler Muschel- und Schneckenschalen werden zum guten Theil erzeugt durch Pigmentablagerung in der äussern organischen Haut, welche die Kalkschale umgibt: das Pigment selbst aber wird bereitet durch Drüsen, welche ausschliesslich am Mantelrande angebracht sind. Je nach der Regelmässigkeit der Anordnung dieser Pigmentdrüsen und den Unterbrechungen in der Ausübung ihrer Function werden bestimmte Färbungen auf der Schale entstehen müssen, Flecken, Streifen, Bänder, Zickzacklinien u. s. w. Bei den Schmetterlingen sind es mikroskopisch kleine Schuppen auf den beiden Flügelflächen, in denen sich das Pigment abgelagert, bei den Säugethieren die Haare, bei Vögeln die Federn; auch hier hängt die Farbenvertheilung ab von der Affinität der genannten Organe zu den Chromogenen und somit indirect auch von der Anordnung jener aus der Haut hervorwach-

senden Organe. Auf die Entstehung dieser letztern aber kann der später eintretende Nutzen der Färbung so wenig Einfluss gewinnen, wie auf die verschiedengradige Verwandtschaft solcher Theile zu den Chromogenen, und es folgt daraus, dass nur bei einer mehr oder minder regelmässigen Anordnung solcher Organe Färbungen des Thieres entstehen können, welche correspondiren mit ähnlich regelmässigen Färbungen der umgebenden Objecte. Aus einem ganz regellos gescheckten Schmetterlingsflügel kann sich somit nie direct durch Naturzüchtung ein gestreifter entwickeln, da dies die vorangehende Umbildung der die Farben enthaltenden Organe voraussetzt; wohl aber könnte, wenn durch irgendeine physiologisch im Organismus wirksame Ursache die buntscheckige Färbung schon in deutlicher Weise in eine gestreifte umgeändert worden wäre, nun durch Auswahl vermittels dadurch bedingter Zunahme schützender Aehnlichkeiten die gestreifte Varietät die weniger gut ausgerüstete gescheckte Form allmählich verdrängen. Es wäre natürlich lächerlich, in solchem Falle die Zuchtwahl als die primäre, die bestimmte Färbung hervorbringende Ursache zu bezeichnen.

7) zu S. 234. *Sesia apiformis*, *vespiformis*, *crabroniformis* u. s. w.

8) zu S. 245. Die gleiche Eigenschaft, wie *Polydotes*, *Stenopus* und *Helicarion*, sollen nach Quag a Gaimaro die Arten der im Meere lebenden Schneckengattung *Harpa* haben. Obgleich ich eine ziemlich grosse Zahl derselben fing und lebend beobachtete, so gelang es mir doch nie, dieselbe Erfahrung zu machen. Die Weise, wie *Harpa* ihren Fuss amputirt, ist allerdings sehr verschieden von derjenigen der *Helicarion*arten. Bei aussergewöhnlichen Zufällen kann ihr übermässig grosser Fuss nicht rasch genug in die Schale zurückgezogen werden, sie presst nun denselben fest gegen die scharfe Lippe der Schale und schneidet den hintern Theil desselben ab, um sich selbst in Sicherheit zu bringen.

#### Nachträgliche Bemerkungen.

Zu Bd. I, S. 110. Auch in den letzten Jahren habe ich abermals eine Reihe von Experimenten angestellt, um die Einwirkung verschiedenen Lichts auf die Entstehung von Pigmenten bei Thieren zu untersuchen; das dazu gewählte Thier ist der Axolotl. Das durchgängig dabei erzielte allgemeinste Resultat ist das im Text (I, 110) geschilderte: die Entstehung des Pigments hängt nicht, wie Bert angibt,

direct vom Licht ab und Albinos oder weisse Axolotl entstehen ebenso wenig in Dunkelheit. Mir ist und bleibt es ein Räthsel, wie Bert die Entstehung weisser Axolotl (oder Albinos) auf den Einfluss mangelnden Lichts schieben kann, und ich bin ebenso völlig im Ungewissen über die Ursachen, welche bei Geheimrath Kölliker hier in Würzburg Albinos hervorgebracht haben.

Dagegen finde ich gerade umgekehrt bei meinen Experimenten, dass bei Ausschluss von Licht oder in dunkelrothem Licht die jungen Thiere ausnahmslos dunkel werden; stark pigmentirt, doch weniger dunkel, werden sie im gelben Licht; im weissen, diffusen Licht (bei Ausschluss aller directen Sonnenstrahlen) werden sie noch viel heller, aber auch nicht weiss. Exemplare, die ich seit 1½ Jahren in weissen Schalen und möglichst dicht am Fenster hinter weissen Vorhängen halte, haben eine sehr helle, gelbgrüne Färbung angenommen, in welcher nur sehr sparsame schwarze Pigmentflecken zu erkennen sind, ausserdem aber haben die mitunter bei halbjährigen Thieren auftretenden kleinen Silberflecken so sehr an Ausdehnung, namentlich am Schwanz, zugenommen, dass die Thiere gelbgrün und silbern gescheckt zu nennen sind; bei einzelnen Exemplaren überwiegen sogar die Silberflecken. Bei den jungen Exemplaren der diesjährigen Zucht, welche gleichfalls in weissem diffusen Lichte von Anfang an erzogen worden, fängt die grüne Färbung bereits an sich zu zeigen, und die Silberflecken treten an den grössten Exemplaren (die etwa 7 Centimeter lang sind) auf der Rückenseite der äussern Kiemen jetzt auf (Mitte August, bei einem Alter von etwa 50 Tagen).

Diese Resultate meiner Experimente lassen sich, wie man sieht, so ziemlich mit denen der Pouchet'schen und Lister'schen Untersuchungen in Einklang bringen, wenn man annimmt, dass die Färbung der Axolotl nur durch Chromatophoren hervorgebracht wird. Das schwarze Pigment und die Silberfarbe scheinen nun allerdings in solchen Pigmentzellen zu liegen, aber die helle, gelblichgrüne Grundfarbe der im weissen Licht erzogenen Exemplare scheint durch ein zwischen allen Organen abgelagertes diffuses Pigment hervorgebracht zu sein. Von einer so ausgesprochenen Anpassung der Färbung des Thieres an die Umgebung, wie sie bei Fischen, Krebsen u. s. w. vorkommt, ist hier also entschieden nicht die Rede; trotzdem bringt das hellere Licht eine hellere Färbung hervor.

Genauer über meine Experimente werde ich in einem der nächsten Jahrgänge der „Arbeiten aus dem zoologisch-zootomischen Institut zu Würzburg“ mittheilen.

Zu Bd. I, S. 254, Anm. 7. Es könnte nach dem im Text Gesagten scheinen, als ob Fleischmagen und Körnermagen zwei Magenformen wären, welche ausnahmslos und genau der doppelten Nahrungsweise der Vögel entsprächen, sodass also jener erste immer bei den Vögeln, die sich von Thieren nähren, gefunden würde, der zweite aber nur bei Körnerfressern. Das wäre indessen eine völlig falsche Annahme, denn es gibt ziemlich viele Fleischfresser unter den Vögeln, deren Magen (d. h. der sogenannte Muskelmagen) genau die Structur wie der einer Taube oder eines Huhns hat. *Podiceps minor* nährt sich von Fischen, Würmern und Weichthieren des Wassers, *Corvus cornix* und *corax* von Insekten, Vögeln und kleinen Säugethieren, der Kibitz von weichen Wasserthieren und der Eisvogel (*Alcedo*) von Fischen; bei allen hat der Muskelmagen eine ebenso dicke Muskelschicht wie bei der Taube und die innere Haut ist eine braune, harte, sogenannte Pseudo-Cuticula, wie sie bei den Körnerfressern regelmässig vorkommt. Auch bei den echten Raubvögeln kommt mitunter, so bei den eben flügge gewordenen Thurmfalken (*Falco tinnunculus*) eine, allerdings nicht sehr stark entwickelte Pseudocuticula vor. Bei diesen Vögeln scheint also die Fleischnahrung nicht so rasch, wie bei den Möven oder Tauben, den Körnermagen in einen Fleischmagen umwandeln zu können oder überhaupt gar keinen Einfluss zu üben.

---

## REGISTER.

- Abdominalluftsäcke der Vögel I, 10.
- Abhängigkeit der Thiere von Organismen II, 160; Folgen von Aenderungen darin II, 161; meist gegenseitig II, 162.
- Abyssal theory of light I, 104.
- Acclimatisation tropischer Thiere in Europa I, 163 fg.
- Acronycta, Einfluss ungenügender Nahrungsmenge I, 81.
- Aehnlichkeit zweier Faunen, kein Beweis für den Zusammenhang der Inseln und Continente II, 139.
- Aehnlichkeit zwischen Thieren, Entstehung derselben II, 249 fg.; nicht immer als Mimicry aufzufassen II, 245.
- Aggregatzustand der Körper II, 153; Einwirkung auf in diesen lebende Thiere II, 154.
- Algen, vergesellschaftet mit Spongien II, 175 fg.
- Allgemeingefühl der lebenden Zelle I, 16.
- Älterliche Charaktere, Mischung bei Hybriden II, 194 fg.; Brechung ihrer Constanz II, 196.
- Ampullarien, Athmung derselben I, 297 fg.; echte Amphibien I, 233 fg.
- Amblystoma, Lebensweise I, 274.
- Amoëbe I, 17.
- Anodonta I, 43; Verbreitung ihrer Arten II, 122.
- Anpassung, alter Arten an neue Umgebung II, 274 fg.
- Anpassungscharaktere, partieller Werth derselben, Uebergang in Erblichkeitscharaktere I, 13. 19. 245 fg.; Unmöglichkeit der aprioristischen Unterscheidung zwischen beiden I, 19.
- Anpassungsfähigkeit I, 4.
- Anpassungsorgane, latente Eigenschaften derselben I, 19.
- Antipathes, vergesellschaftet mit einem Röhrenwurm II, 174 fg.; mit einer Schnecke II, 169.
- Aphiden, Abhängigkeit ihrer Eierproduction von den Temperaturgraden I, 152.

- Apus I, 158. 166; geographische Verbreitung I, 292.  
 Arcella, Luftblasen derselben II, 7.  
 Artemia I, 191.  
 Aruangel, echter Atoll II, 44.  
 Ascaris nigrovenosa I, 58.  
 Ascidien I, 4. 16; Verwandtschaft mit Vertebraten I, 4.  
 Assimilation, der Schnecken I, 252.  
 Astaciden, Verbreitung derselben II, 125. 270; Versuche einer Erklärung II, 125.  
 Atmosphäre, Druck derselben II, 147.  
 Athmung I, 206 fg.; durch die Haut I, 211; ersetzt die der Lungen I, 212; verschiedene dazu nöthige Luftmenge I, 210 fg.  
 Athmung, Schwimmblase der Fische als Hilfsorgan bei der Athmung I, 212.  
 Athmung, bei Ampullarien I, 297 fg.; Cobitis I, 210; Fischen I, 291; Mollusken I, 288 fg.; im Wasser I, 205.  
 Athmungsorgane I, 206 fg.  
 Atlantis II, 118.  
 Atlantosauridae I, 245; pneumatische Knochen derselben I, 245.  
 Aeussere Existenzbedingungen der Thiere I, 41. 42; Citate von Darwin I, 249; Nichtbeständigkeit der durch sie erzeugten Eigenschaften I, 248.  
 Aufleben eingefrorener Thiere I, 269.  
 Auge, Degeneration desselben I, 96 fg.; Rolle desselben bei den Beziehungen zwischen Licht und dem Leben der Thiere I, 93 fg.; rudimentäre vom Maulwurf und Proteus I, 96 fg.; Structur bei Wirbelthieren II, 209 fg.; bei Schnecken II, 209 fg.; Vergleich mit Chlorophyllkörpern I, 256.  
 Augen-ähnliche Pigmentflecken bei Schnecken II, 273.  
 Auster, Fehlen derselben in der Ostsee I, 284.  
 Austrocknen, Widerstand dagegen I, 213 fg.; Aufzählung der betreffenden Thiere und Experimente I, 291.  
 Auswahl, bedingt durch den Wechsel in den Existenzbedingungen der Thiere I, 43. 44; Ursachen dazu, können nie als Causae efficientes angesprochen werden II, 253.  
 Axolotl, Eiablage derselben, I, 273; Umwandlung in ein Landthier, Amblystoma I, 273 fg.; weisse I, 110.  
 Babelthaub, nördliches Riff II, 54 fg.; ist ein Barrièrenriff II, 56; Verschiedenheit seiner Structur an der West- und Ostseite der Insel II, 56 fg.; Riffkanal fehlt im Osten II, 57; östlicher Abfall sehr langsam II, 58; westlicher sehr steil II, 59.  
 Bates, über Mimicry II, 233 fg.  
 Baum-Neritinen I, 297.  
 Bert, Ueber Athmung der Frösche I, 290; Einfluss des Lichts auf Pigment I, 107; den Sitz der Respiration I, 287.

- Beudant**, Experimente über Einwirkung von Salzwasser auf Süßwasserthiere I, 188 fg.; Tabelle über seine Experimente I, 285.  
**Bewegungsorgane** der Wirbelthiere I, 30.  
**Birgus latro**, seine Kiemenlungenhöhle I, 236.  
**Blinde Thiere** I, 95 fg. 259—261; an nicht dunkeln Orten lebend I, 100 fg.  
**Boleophthalmus**, Beziehung zu *Onchidium* II, 213.  
**Bopyrus**, Lebensweise II, 198.  
**Branchipus**, geographische Verbreitung I, 292. II, 131; Verbreitung in Amerika II, 131; Verhalten gegen Temperatur I, 158; gegen Salzwasser I, 191.  
**Brauer**, über Eintrocknen der Eier I, 216 fg.; Einwirkung der Temperatur auf die Entwicklung von Branchipoden I, 269 fg.; Phyllopoden I, 275.  
**Braun**, Häutung beim Flusskrebs I, 23.  
**Buxton**, Versuche mit Papagaien I, 275.  
  
**Canarienvogel**, gelbrothe Varietät davon I, 82.  
**Carnivore** und herbivore Thiere I, 63 fg.  
**Cartier**, Häutung bei Reptilien I, 23.  
**Cestoden**, Nahrungsweise I, 60.  
**Chamäleon**, Lungen desselben I, 5. 10.  
**Chloraea**, Vorkommen II, 247; Verwandtschaft II, 247; Lebensweise II, 248.  
**Chlorophyllhaltige Pflanzen**, Grenze nach unten I, 65.  
**Chlorophyllkörper** bei Pflanzen I, 86. 87. 108; bei Thieren I, 88 fg.; Versuch einer Erklärung I, 90 fg.  
**Chlorophyllthiere**, Liste derselben I, 256. 257.  
**Chorda dorsalis**, erste Entstehung I, 246.  
**Chromatische Function** I, 112 fg.; II, 232; Rolle des sympathischen Nerven dabei I, 118.  
**Chromatophoren** I, 113. 114; Contractionsfähigkeit I, 116; Einfluss des Auges auf sie I, 117 fg.; Entstehung ihres Pigments I, 120; Lage derselben in der Haut I, 114 fg.  
**Chromogene** II, 275.  
**Chrysotis festiva**, Farbenwechsel I, 82.  
**Cienkowsky**, über gelbe Zellen der Radiolarien I, 91.  
**Cladocora**, Beziehung zu *Myxicola* II, 249 fg.  
**Cobitis fossilis**, Darmathmung I, 289.  
**Coldstream** abyssal theory of light I, 103.  
**Concurrenzkampf** der Landmollusken II, 266.  
**Constante Temperaturen**, Einfluss derselben I, 160.  
**Convergenz** der Arten II, 116.  
**Coordination** der Organe I, 33.  
**Cordylophora**, Wanderung vom Meer in Flüsse I, 187.  
**Cossol**, Bank von II, 52 fg.; ist ein Hufeisenatoll II, 52; Argumente gegen Senkung II, 54; Beweise neuerer Hebung II, 54.  
**Coypu**, Lebensweise I, 79.  
**Crocodilus biporcatus** I, 77.

- Cryptochirus, in Trichtern von Korallen lebend II, 29 fg.
- Cryptochirusähnlicher Krebs in einer westindischen Trachyphyllia II, 259.
- Cuvier I, 2.
- Dana, über Korallenriffe II, 40.
- Darmathmung der Fische I, 289.
- Darwin, Korallenrifftheorie II, 40 fg.; Bemerkungen über den Einfluss äusserer Existenzbedingungen II, 267 fg.
- Darwin'sche Theorie I, 1; umfasst die Isolirungstheorie II, 268.
- Dasypeltis, Lebensweise I, 67; Zähne im Magen derselben I, 68.
- Day, Sir Francis, über Labyrinthfische und ihre Athmung I, 282.
- Degeneration durch mangelnden Gebrauch der Organe I, 95.
- Dewar, über den optischen Strom I, 119.
- Diplozoon, Experimente damit I, 153.
- Dohrn, über Landschnecken der westafrikanischen Inseln II, 118.
- Dorcasia, Vorkommen II, 247; Verwandtschaft II, 247; Lebensweise II, 248.
- Draco (Drachen), Fallschirme derselben I, 12.
- Druck, Einfluss auf Thiere II, 145 fg.; bald nur auswählend II, 150; oder direct verändernd II, 150 fg.;
- Veränderung desselben II, 148 fg.; Reaction verschiedener Thiere dagegen II, 149 fg.
- Dujung I, 20.
- Ectoparasiten und Entoparasiten II, 186 fg.; ihre Verschiedenheit II, 186; ist aber nicht durchgreifend II, 187 fg.; Beispiele dafür II, 187 fg.
- Edmonstone, Experimente mit Larus I, 74. 83.
- Eier niederer Thiere können Austrocknen vertragen I, 215. 292; der Phyllopoden, bedürfen zur Entwicklung des Austrocknens I, 215. 292; oder nicht I, 292.
- Einfluss der Existenzbedingungen, allgemeiner I, 42. 43; umbildender des Wechsels derselben I, 44; bei langsamem oder raschem Wechsel I, 43. 44.
- Einfrieren der Thiere, Fähigkeit dasselbe zu ertragen I, 139 fg.; Unsicherheit früherer Angaben darüber I, 140.
- Eingeweidewürmer, Entwicklungscyklus I, 68 fg.
- Eintrocknen der Thiere I, 213.
- Ektoderm I, 37.
- Elefantenzahn von Mindanao II, 271.
- Elektrische Spannung, Einfluss II, 158.
- Elektrische Ströme, Einwirkung auf Lebenserscheinungen verschiedener Thiere II, 158 fg.

- Elementarorganismen Brücke's I, 18.  
 Emery, über Athmung der Amphibien I, 291.  
 Entoconcha I, 60.  
 Entwicklungsgesetz, transscendentes I, 20.  
 Ernährung durch die Haut I, 61.  
 Erneuerung des Respirationswassers I, 14. 15.  
 Erosion der Molluskenschalen, befördert durch Ströme II, 17—20.  
 Ertrinken der Weissfische I, 290.  
 Erythrinus, athmet durch die Schwimmblase I, 233.  
 Etioliren I, 108.  
 Euglena, soll Chlorophyll enthalten I, 88. 89.  
 Eulimen, sind Parasiten II, 187.  
 Euprepia, Veränderung der Farbe durch Nahrungswechsel I, 82.  
 Eurytherme Thiere I, 129.  
 Extremes Klima, Einfluss auf die Thiere I, 162.  
 Extremitäten bei Wirbelthieren, Vierzahl derselben I, 31.  
 Färbung der Thiere II, 231 fg.; Ansichten über Entstehung I, 264; Anpassung an die Umgebung II, 233; Verhältniss zur Zuchtwahl II, 231.  
 Falsche Symmetrie der Pachybdellen II, 171 fg.  
 Fauna der Inseln in Nähe von Continenten II, 117 fg.; an der Westküste von Afrika II, 117. 118.  
 Faunen weit voneinander entfernter Gegenden II, 115 fg.  
 Faunistische Districte der Erde I, 37; Gruppen I, 38; Embryologie derselben I, 38.  
 Feste Körper, Einfluss auf Thiere II, 153 fg.  
 Festsitzende Mollusken, Lebensweise II, 255, Anm.; Thiere, Widerstand gegen Druck und Stoss II, 4 fg.  
 Feuchtigkeit der Luft, Einfluss auf Thiere I, 226 fg.; Maximum derselben I, 227.  
 Florideen, vergesellschaftet mit Spongien II, 176.  
 Flossen II, 9 fg.; der Pinguine II, 257; der Vögel II, 256; der Wale I, 12; Formen derselben II, 10.  
 Flügel, als Flossen II, 10; der Vögel I, 12.  
 Flussbarsch, Nahrungsweise I, 73.  
 Forel, über Lymmaeen im Genfersee, die Wasser athmen I, 242.  
 Frauenfeld, über einen in Stein eingeschlossenen Triton I, 250.  
 Fremde Körper als Gewebs-elemente bei Thieren I, 92 fg.  
 Friedrichsen, Karte der Palaos II, 55. 57.  
 Froschhaut, Structur derselben I, 113.  
 Frühreife, geschlechtliche I, 272.  
 Functionsänderungen I, 16. 27. 28.  
 Functionslose Organe I, 20. 22.

- Gallen, der Korallen II, 24 fg.; erzeugt durch constante Ströme II, 23; ihre Structur II, 27 fg.; Krebse darin II, 23.
- Gecarcinus I, 235.
- Geckotiden I, 24. 27; Structur des Geckofusses, Abbildung I, 26; Wirkungsweise desselben I, 247.
- Gelbe Zellen der Radiolarien I, 90.
- Genealogien, ihr zweifelhafter Charakter I, 2.
- Gentry, über Einfluss der Nahrung auf Lepidopteren I, 80.
- Geographische Verbreitung der Thiere, verglichen mit der Topographie der Organe im Thier I, 33—39.
- Geonemertes Palaensis I, 229.
- Geschlechtliche Zuchtwahl II, 229; ihr Einfluss auf die Färbung der Thiere II, 229 fg.; oft überschätzt II, 231.
- Geschlechtsreife, fällt nicht immer zusammen mit Ende des Wachstums I, 155 fg.
- Gesetzmässige Lagerung der Organe im Thiere I, 33.
- Gimpel, Farbenänderung durch Veränderung des Futters I, 82.
- Gleichförmigkeit der Süswasserfauna auf der Erde, wird unterbrochen II, 130 fg.; durch die Trochosphäera II, 131.
- Gletscherthiere I, 144.
- Gliederung der Keimblätter I, 37. 38.
- Gobius ruthensparri, Farbenwechsel I, 264.
- Gouriet, Punction der Schwimmblyse I, 291.
- Graeffe, über Hapalocarcinus II, 258 fg.
- Günther, über Labyrinthische I, 297; Landschildkröten von Mauritius und Neuseeland II, 115. 268; sein Versuch, die Mischung sehender und blinder Thiere in grossen Meerestiefen zu erklären I, 105 fg.
- Gulick, über Achatinellen II, 265 fg.
- Häutung, der Reptilienhaut I, 23; vom Flusskrebse I, 25.
- Häutungshaare der Reptilien I, 23; der Krebse I, 25.
- Haftfüsse der Geckotiden, ihre Wirkungsweise I, 247.
- Haftorgane der Sacculima I, 58.
- Halicore I, 20; rudimentäre Hauer des Weibchens I, 20.
- Hapalocarcinus, in Korallengallen lebend II, 23.
- Heincke, über Färbung des Gobius ruthensparri I, 264.
- Helicarion, Lebensweise und Eigenthümlichkeiten II, 241.
- Helix fruticum, Beziehungen zu andern Schnecken II, 247.
- Heringsmöve, jährl. regelmässiger Wechsel ihrer Nahrung und so bedingte Aenderung ihres Magens I, 83.
- Heterocyathus, vergesellschaftet mit einem Sipunculiden II, 167 fg.
- Heteropsammia, vergesell-

- schaftet mit einem Sipunculiden II, 165.
- Higginbottom, Pigmentbildung in Dunkelheit I, 109; über Einfluss steigender Wärme auf das Wachsen der Froschlarven I, 159 fg.
- Hincks, Einfluss von Nahrungsmangel auf Polypen I, 81.
- Höhlethiere, blinde und sehende I, 100 fg.
- Holmgreen, Versuche über Einfluss der Nahrung auf den Taubenmagen I, 84.
- Holothurien I, 53; bathymetrische Verbreitung I, 276.
- Horvath, über Winterschlaf I, 137.
- Hunter, Nahrungswechsel bei Möven I, 74; Structuränderung des Magens dabei I, 83.
- Huxley, über Verbreitung der Astaciden II, 270.
- Hybridation, Aufzählung derselben II, 272; Behauptung ihres beschränkten Vorkommens II, 192; bei Papagaien I, 165; Beispiele davon II, 189 fg.; ist Mittel zur Erzeugung neuer Arten II, 193 fg.; soll bedeutungslos sein II, 191; soll fehlen in freier Natur II, 192; Wesen derselben II, 189.
- Hybride Rassen II, 188 fg.; behauptete Unfruchtbarkeit derselben II, 191.
- Hydra I, 88; viridis I, 90.
- Hydroiden, Hydren I, 81.
- Hydroidpolypen I, 81.
- Hydrostatische Organe II, 7 fg.
- Incongruenz der Nahrungsweise und der systematischen Charaktere I, 252. 253.
- Individuenzahl, abhängig von der Art der Nahrung I, 64.
- Infusorien I, 60; vielleicht fähig, Kohlensäure zu zersetzen I, 294.
- Innere Kiemen I, 16.
- Ixodesmännchen, leben ohne Nahrung I, 250.
- Jachhus vulgaris I, 72.
- Jobert, über Athmung der Fische durch die Schwimmblase I, 233. 290.
- Kältegrade, extreme Resistenzfähigkeit dagegen I, 138.
- Kältestarre I, 132.
- Kaltblüter, Körperwärme derselben I, 268.
- Kaltwasserthiere I, 276.
- Kampf ums Dasein, Bedeutung des Wortes II, 113.
- Keimblätter I, 37.
- Kia, Nahrungsweise und Veränderung derselben I, 75.
- Kiemen I, 207 fg.; der äussern Haut I, 207; bei Wirbelthieren I, 207; bei Mollusken I, 208; bei Krebsen I, 209; innere bei Wasserthieren I, 209; der Holothurien I, 210.
- Kiemenathmung der Fische I, 289 fg.
- Kiemenhöhle, Umwandlung in Lunge bei Lymmaeus I, 241.
- Kilch des Bodensees, Lebensweise II, 149.

- Kleinenberg, über *Hydra viridis* I, 90.
- Kleinheit der Thiere, abhängig von der Grösse des Areals ihres Wohnortes I, 287.
- Körnermagen der körnerfressenden Vögel I, 66 fg.; Umänderung in Fleischmagen I, 83. 84. 254.
- Kokeal, ungleiche geognostische Structur II, 76; geographische Verbreitung desselben II, 73. 76 fg.
- Korallen, Wachsthum, beeinflusst durch äussere Einflüsse II, 260; Wachsthumsgeschwindigkeit II, 259.
- Korallenriffe der Palaos II, 39 fg.
- Kramer, über sexuelle Charaktere der männlichen Insekten II, 205.
- Kreiangel, Atoll, Beschreibung II, 46 fg.; Beweise neuerer Hebung II, 49 fg.; Argumente gegen Senkung II, 51.
- Kriechende Thiere II, 2 fg.
- Kriechorgane II, 12; ihre Wirkungsweise II, 12.
- Krokodile, Nahrungsweise derselben auf den Philippinen I, 77.
- Labyrinthfische I, 231 fg.
- Lacerta agilis* I, 72; *muralis* I, 72.
- Landblutegel I, 227.
- Landkrebse I, 229.
- Landmollusken, Bemerkungen über das natürliche System derselben II, 262 fg.; jetzt herrschende Klassifikation unnatürlich II, 239 fg.; ihr enger Verbreitungsbezirk II, 240.
- Landnemertinen I, 229.
- Landneritinen I, 230. 234.
- Landplanarien I, 229; in Europa I, 229.
- Landschnecken der Philippinen II, 104 fg.; die charakteristischen Formen II, 104; Mischung mit chinesischen und molukkischen II, 105 fg.; Wachstumsperioden I, 295 fg.
- Larus, argentatus tridactylus* I, 74; Veränderung der Structur ihres Magens I, 23.
- Larvenformen, Versuch einer Erklärung derselben I, 156 fg.
- Latentes Leben I, 52.
- Laternenfische des Meeresgrundes I, 106.
- Lebende Umgebung, Einflüsse derselben II, 160 fg.; umformend II, 163—197; auswählend II, 197—254; Schutzmittel II, 225 fg.
- Lebensweise der jetzigen Thiere, Schluss davon auf die der fossilen nur schwer zu machen I, 170 fg.
- Lecanurius*, Lebensweise II, 188.
- Leposphilus*, Lebensweise II, 273.
- Leuckart, über Augen am Bauche von Fischen II, 274.
- Leydig, über Organe eines sechsten Sinnes I, 25; über Chlorophyll bei Käfern I, 257.
- Light, Beziehungen zu Lebensthätigkeiten der Thiere I, 93 fg.; Einfluss desselben

- I, 86 fg.; specielle Beispiele desselben I, 107 fg.; Einwirkung verschiedener Art auf Thiere I, 265 fg.
- Lieberkühn, über Vergesellschaftung von Algen und Spongien II, 176.
- Limnoria terebrans, bohrt in Holz II, 156; in Stein II, 157.
- Lister, Experimente über Farbenwechsel I, 113.
- Lori rajah, Färbung abhängig von Nahrung I, 82.
- Lucina philippinensis, Mantelkiemen I, 288.
- Luft, chemische Zusammensetzung I, 220; Gase darin I, 221; Wasser darin I, 222; Einfluss der ruhenden I, 218 fg.; durch Athmungsorgane I, 218; durch Tracheen I, 218.
- Luftathmungsorgane der Wirbellosen I, 5—6.
- Luftkrankheit der Süßwasserthiere I, 283 fg.
- Luftsäcke der Vögel I, 9.
- Lunge, von Birgus latro I, 6; von Landschnecken I, 8. 237; von Wirbelthieren I, 5.
- Lungen der Schnecken I, 287; Entstehung aus Kiemenhöhle I, 289 fg.
- Lupea, Athmungsbedürfniss I, 240.
- Lymnaeus stagnalis I, 73. 133; Schwimmen derselben II, 256; Wachsthum in verschiedenem Wasservolum I, 197 fg.
- Magen der Vögel, Structur desselben und neue Beobachtungen darüber I, 67; II, 278.
- Magnetische Pole, behaupteter Einfluss auf das Wandern der Vögel II, 158.
- Malacobdella, Lebensweise II, 273.
- Malaunavi, Riffe von II, 35 fg.
- Mamuthhöhle in Kentucky I, 95.
- Mangel des Gebrauchs der Organe II, 2. 184 fg.; Kritik seines Einflusses II, 184 fg.
- Marsh, über Reptilien mit pneumatischen Knochen II, 146.
- Mauritius, Schildkröten II, 115.
- Maximum der Temperatur, ertragbares, Beobachtungen darüber I, 271.
- Mc. Culloch s. Coldstream.
- Meerthiere im süßen Wasser I, 180 fg. 281 fg.
- Meerwasser, hoher Salzgehalt I, 176; Einfluss auf Fauna des Mittelmeeres und des Rothen I, 176 fg.
- Melania, Verbreitung II, 122.
- Ménétriés, über Structurwechsel im Magen des Raben und der Eule I, 83.
- Metamorphosen der Organe I, 17.
- Meteorologische Schreibweise, Unmöglichkeit ihrer Anwendung I, 266.
- Migrationstheorie Wagner's II, 108 fg.; ihr Gegensatz zur Darwin'schen Theorie II, 264; ist integrirender Bestandtheil der Darwin'schen Theorie II, 111; ist unfähig, alle Thatsachen der Verbreitung der Thiere

- zu erklären II, 110; Kritik der Wagner'schen Sätze II, 265 fg.
- Mimicry II, 233 fg.; ihr Wesen II, 233. 238; Beispiele davon II, 233 fg.; von Schnecken II, 239.
- Minimum der Temperatur, günstig für die Eibereitung I, 273.
- Mischung von Thieren verschiedener Regionen auf langgestreckten Inselketten, wie die Philippinen II, 103 fg.
- Mittel der Verbreitung der Thiere, Ströme des Meeres II, 98 fg.; Winde II, 116 fg.
- Mitteltemperaturen, Werthlosigkeit derselben I, 127.
- Möbius, Eiablage im Winter I, 275; eurytherme und stenotherme Thiere I, 129; Senkströme I, 65; Temperatureinfluss auf Mollusken I, 163.
- Moleculare Contactbeziehungen zwischen Haut und dem umgebenden Medium I, 62.
- Molluskenschalen, Structur derselben II, 18. 137; Entstehung derselben II, 258.
- Monophage und polyphage Thiere I, 62 fg.
- Monotremen in Neuguinea I, 38.
- Moreau, über Menge des Sauerstoffs in der Schwimmblase I, 291.
- Morphologie I, 29; Aufgabe derselben I, 29.
- Morphologische Charaktere I, 21. 27.
- Mozambiquestrom II, 135.
- Müller, über Athmung der Krabben I, 298.
- Muschelkiemen, Umwandlung in Tastorgane I, 16.
- Myopotamus Coypu, Lebensweise I, 75.
- Myxicola, Aehnlichkeit mit Polyphen II, 249; ist keine Mimicry II, 251; kann aber zu solcher werden II, 252; Lebensweise derselben II, 249 fg.; neue Art II, 249.
- Nachahmung s. Mimicry.
- Nachahmung der äussern Umgebung II, 225 fg.
- Nachtthiere I, 93.
- Nährstoffe, Unterschied von andern Lebensbedingungen I, 61 fg.
- Nager, häufig polyphage Thiere I, 77.
- Nahrung, Einfluss derselben, auswählend oder umbildend I, 62 fg.; Einfluss derselben auf Farben I, 81 fg.; auf Thiere und Geschlechtsthätigkeit I, 255; Nothwendigkeit der Nahrung I, 48; organische und anorganische Nahrung I, 54; Qualität der Nahrung I, 52 fg.; Reizmittel als Zusatz zur Nahrung I, 54 fg.; verändernder Einfluss der Nahrung I, 79 fg.; Verhältniss zwischen Menge und Art der Nahrung I, 70.
- Nahrungsaufnahme der Parasiten I, 57 fg.; unabhängig vom Willen des Thieres I, 60.
- Nahrungsbedürfnisse I, 48. 49; Ursachen derselben I, 48 fg.

- Nahrungsmangel, Resistenzfähigkeit dagegen I, 250.
- Nahrungsmaterial im thierischen Ei, nur sehr gering I, 48.
- Nahrungsmenge I, 50 fg.; absolute und relative Nahrungsmengen I, 51; Optimum der Nahrungsmenge I, 51. 251; ungenügende Nahrungsmenge, Einwirkung auf Thiere I, 80 fg.
- Nahrungswechsel, Fälle desselben I, 70 fg; 252 fg.; Willkürlichkeit desselben I, 254.
- Natürlicher Stammbaum der Thiere I, 2.
- Natürliches System I, 30.
- Nauplius I, 57.
- Navicella, Lebensweise und Structur II, 13 fg.; grosse Variabilität der Deckel II, 257.
- Nematodenlarven im Fuss der Schnecken I, 92.
- Neritina, Beziehung zu Navicella II, 14.
- Nervensystem, Entstehung aus dem Ektoderm I, 37.
- Nestor mirabilis I, 75.
- Ngaur, Insel im Süden der Palaos, ohne Riffe II, 63.
- Nichtconstanz der durch den directen Einfluss der Existenzbedingungen erzeugten Varietäten I, 45.
- Nordmann, über Tergipes-eier I, 168.
- Ocypoda I, 240.
- Olm I, 95.
- Onchidium I, 53; geographische Verbreitung II, 216 fg.; Lebensweise II, 213 fg.;
- Nutzen ihrer Rückenaugen II, 214 fg.; Rückenaugen II, 209 fg.; Structur II, 211 fg.
- Optischer Strom, verschiedene Grade seiner Intensität I, 119.
- Organe ohne Nutzen I, 20.
- Organe, Wesen derselben, ihr physiologischer Nutzen I, 20.
- Pagurus, Beziehungen zu Schmarotzerkrebsen I, 59.
- Pachybdella, Erklärung ihres Baues durch Kossmann II, 171 fg.; hängt in ihrer Form von dem Hinterleib der Krabben ab II, 170: vergesellschaftet mit Krabben II, 170.
- Palaos, constante Ströme um dieselben II, 81.
- Palaos, nördliche Inseln, geologische Constitution II, 73 fg.; vulkanischen Ursprungs II, 73; Andesituffe II, 74; Augit-Andesit, Vorkommen auf den Palaos II, 73 fg.
- Palaosriffe, Beweise neuerer Hebung II, 72 fg. II, 82 fg.; Einwände dagegen II, 83 fg.; Gestalt und Structur der Riffe II, 43 fg. II, 39 fg.; Südliche Riffe, Beschreibung II, 60 fg.; Verlängerungen nach Nord und Süd II, 62 fg.; Versuch ihrer Erklärung II, 79 fg.
- Palmén, über Wandern der Vögel II, 120.
- Paludina, Verbreitung II, 123.
- Papagaien I, 71; Buxton's Papagaizucht I, 164.

- Parallele Entwicklungsreihen, Möglichkeit derselben II, 139.
- Parasiten, Degeneration ihrer Organe II, 181 fg.; bedingt durch ihre Lebensweise II, 182; Einfluss auf die geschlechtliche Thätigkeit ihrer Wirthe I, 259.
- Paulsen, über fleischfressende Pferde I, 76.
- Pauly, über Athmung der Lymnaeen I, 242; kritische Bemerkungen dazu I, 299.
- Peleliu, Insel II, 76 fg.; Höhe derselben II, 76; ist gehobenes Riff II, 76; Petrefacten darin II, 77 fg.; Ungleichartigkeit ihrer Zusammensetzung in der Dicke liefert Argumente für die Hebungstheorie II, 93.
- Peleliuriffe, Uebergang in die lebenden an der Ostseite II, 78.
- Periodicität im Thierleben, Beziehungen zu den Temperaturschwankungen I, 165 fg.; fehlt im gleichmässigen Klima I, 166 fg.
- Periophthalmus, Beziehung zu Onchidium II, 213.
- Pflanzenfresser, Verhältniss zu den Thierfressern I, 63.
- Philippi, über fleischfressende Pferde I, 76.
- Philippinen, Theilung in drei Regionen nach den Landschnecken II, 106; Bestätigung durch andere Thiere II, 107; zurückzuführen auf die Einwirkung constanter Ströme als Verbreitungsmittel II, 107 fg.; weitere Argumente dafür II, 108 fg.
- Philippinische Landmollusken, natürliche Verwandtschaft derselben II, 254.
- Phosphorescirende Thiere I, 104. 262; ersetzen Tageslicht in der Tiefe des Meeres I, 104.
- Physiologie, Aufgabe derselben I, 29.
- Phyllopoden, eigenthümliche Verbreitung II, 129 fg.; momentan nicht zu erklären II, 130.
- Physiologie der thierischen Organismen, Erklärung des Wortes I, 28. 31. 40.
- Physiologische Charaktere I, 20.
- Pigmente der Haut I, 14 fg.; der Tiefseethiere I, 109; durch Zuchtwahl entstanden I, 111 fg.; Entstehung beim Axolotl II, 276; in Dunkelheit I, 109. 263. II, 226; Entstehungsursachen unbekannt I, 143; Theorien über Entstehung I, 107 fg. 121. 199; Verschwinden desselben I, 110.
- Pinnotheres holothuriae, Lebensweise I, 98; Zoearve derselben I, 99.
- Planorben, Schwimmen derselben II, 256.
- Plateau, Einwirkung von Salzwasser auf Thiere I, 186. 190.
- Polyphage Thiere I, 70 fg.
- Polyphyletische Entstehung der Süßwasserthiere II, 125.
- Polyphyletische Hypothese II, 268 fg.
- Polystomum, Abhängigkeit der Eibildung von Temperatur I, 153. 166.

- Poritesknollen**, Wachstum derselben II, 32 fg.  
**Pouchet**, über Aus- und Eintrocknen der Thiere I, 213 fg.; über chromatische Function I, 112; über Einfrieren der Thiere I, 139 fg.; über Farbenwechsel I, 113 fg.  
**Pourtales-Plateau** II, 91.  
**Prairiehunde**, sind omnivore Thiere I, 76.  
**Proteus** I, 95; Auge desselben I, 96.  
**Pycnogoniden**, Gallen derselben an Hydroiden II, 163.
- Qualität der Nahrung**, verändernder Einfluss I, 81 fg.  
**Quallen** I, 81.
- Radiolarien** I, 88. 91; Vergleich mit den Flechten I, 91 fg.  
**Ray Lankester** I, 88.  
**Réaumur**, über Aphiden I, 153.  
**Respirationswasser** I, 14. 15; Erneuerung desselben I, 14. 15.  
**Rhizochilus**, vergesellschaftet mit einer Antipathes II, 169.  
**Rhizocephalen** I, 59.  
**Riffe**, Discussion der Angaben über ihre Dicke II, 89; Wachstum derselben abhängig von Stärke und Richtung constanter Ströme II, 34 fg.  
**Riffkorallen**, Tiefe, in welcher sie leben II, 90.
- Rhysota**, Aehnlichkeit mit den Xesta nicht zu erklären II, 246 fg.  
**Rhysota-Arten** der Philippinen II, 245 fg.  
**Rossbach**, Untersuchungen über contractile Blase der Infusorien I, 130 fg.  
**Royoss** II, 73.  
**Rudimentäre Organe** I, 20; nicht ohne jeden Nutzen I, 246.  
**Rückenaugen** von Onchidium, Entwicklung derselben II, 220 fg.; Nutzen derselben II, 214 fg.; Theorie ihrer Entstehung II, 218 fg.
- Sacculina**, Bau und Lebensweise I, 57.  
**Salziges Wasser**, Einfluss verschiedenen Procentgehalts auf Thiere I, 183 fg.; Eindringen in den Körper I, 185; schädliches Minimum desselben für den Frosch I, 185.  
**Salzwasserthiere**, Aufzählung I, 175; im Süßwasser I, 175.  
**Schädliche Gase**, Resistenzfähigkeit der Thiere dagegen I, 295.  
**Scheinbares Leben** ohne Nahrungsaufnahme I, 50.  
**Schmankewitsch**, über Artemia und Branchipus I, 191 fg.; über Einfluss der Temperaturschwankungen auf Artemia und Branchipus I, 276.  
**Schreckfarben**, Schreckstellungen II, 228 fg.  
**Schützende Aehnlichkeiten**

- II, 225 fg.; zwischen Thieren und leblosen Gegenständen II, 225; Thieren und Pflanzen II, 226; dienen zum Angriff wie zur Vertheidigung II, 227; Uebertreibungen derselben II, 228.
- Schützender Farbenwechsel, s. chromatische Function.
- Schultze, M. S., über Bau der Retina bei Nachtvögeln I, 94; über Chlorophyll bei Thieren I, 89.
- Schutzorgane der Süßwasserschnecken II, 123.
- Schwamm, Structur II, 175.
- Schwere, bestimmt das Maximum der Körpergrösse II, 145; Beispiel davon II, 146; Einfluss auf Thiere II, 145 fg.; falsche Anwendung davon II, 147.
- Schwimmblasen der Knochenfische I, 8.
- Schwimmende Thiere II, 6 fg.; schwimmende und flottierende II, 7.
- Schwimmorgane II, 8 fg.
- Scopeliden, Augen am Bauche dieser Fische II, 274.
- Sculptur der Reptilienhaut, ohne Function oder Nutzen I, 23.
- Sechster Sinn bei Reptilien I, 25.
- Seegurken, s. Holothurien.
- Seeschlangen, Lebensweise I, 281.
- Sehende Höhlenthiere I, 261; Tiefwasserthiere I, 103. 261.
- Seidlitz, über Einfluss der Nahrung auf Farben I, 81.
- Selbstamputation, der Helicarion II, 242; der Schnecken II, 276; Nutzen davon II, 243.
- Selectionstheorie I, 44.
- Semper, Georg, über Anpassung von Pieriden an weissblättrige Ahorne II, 274 fg.
- Senkströme im Meere I, 65.
- Senkungstheorie, Anwendung auf allgemeine Fälle II, 261 fg.; auf die Palaosriffe II, 64 fg.; bedarf der Ströme als Hilfsursachen II, 65; direct dagegen sprechende Argumente II, 69 fg.
- Sexuelle Charaktere, Variabilität derselben II, 206 fg.
- Sinneshaare I, 25.
- Siphonophoren der Oberfläche II, 7; der Tiefe II, 254; ihre Luftblase als hydrostatischer Apparat II, 256.
- Sipunculiden, vergesellschaftet mit Heteropsammia II, 165; mit Heterocyathus II, 167; Einfluss auf Richtung ihres Wachstums II, 165 fg.; auf systematische Charaktere derselben II, 165.
- Sommerschlafthiere I, 272.
- Sorby, über Chlorophyll der Thiere I, 88.
- Species, Ausbildung derselben begünstigt durch räumliche Trennung II, 114.
- Spermophilus citillus, Temperatur im Winterschlaf I, 137.
- Sphenopus, verstärkt seine Haut durch eingebackenen Sand I, 92.
- Spongia cartilaginea Esp. II, 177 fg.
- Spongien I, 92; Gewohnheit, fremde Kieselnadeln aufzunehmen I, 258; verge-

- sellschaftet mit Algen II, 175 fg.; Parallele zu den Flechten unter den Pflanzen II, 174.
- Stammbaum, natürlicher, der Thiere I, 2.
- Statoblasten der Bryozoen I, 139.
- Stenotherme Thiere I, 129.
- Stentor viridis, chlorophyllhaltig I, 88. 90.
- Stichling, Versetzen von süßem in salziges Wasser I, 43.
- Stimulantia, Vergleich mit den Schmiermitteln einer Maschine I, 56.
- Stratification des Thierkörpers I, 37.
- Strix grallaria, Structur des Magens I, 83.
- Ströme, als Grenzen für die Ausbreitung der Arten II, 132; als Verbreitungsmittel II, 96 fg.; Bildung neuer Species wird dadurch verhindert II, 100; Reichthum des Rothen und Mittelmeeres abhängig davon II, 98; Wirkung auf Landthiere II, 101 fg.; Rolle der Futterpflanzen dabei II, 102; auf schwimmende Thiere II, 90. 133. 141; zweifaches Wirken derselben II, 96.
- Strömungen, constante, Einfluss auf Porites II, 31 fg.; auf Riffe II, 34 fg.; auf die Riffkorallen II, 31.
- Strömungen, durch Thiere erregte II, 22 fg.; erzeugen Auswüchse an Korallen in Form von Gallen II, 23 fg.; in Form von trichterartigen Löchern II, 29 fg.
- Strömungen, Einfluss auf Riffe, wenn tangierend II, 36 fg.; wenn horizontal streichend II, 37; auf Wachstum von Korallen II, 21 fg.
- Strömungen, mechanischer Einfluss auf Wachstum und Structur II, 17 fg.
- Strömungen, Wirkungsweise derselben II, 4 fg.; Widerstandsfähigkeit dagegen II, 4 fg.
- Stürme, Wirken derselben II, 117.
- Sudis, athmet Luft durch die Schwimmblase I, 233.
- Süßwassermollusken, europäische, Verbreitung derselben II, 121.
- Süßwasserschnecken, behauptete Gleichförmigkeit ihrer Arten nicht vorhandenen II, 123 fg.
- Süßwasserthiere, die im Meere leben I, 175 fg.; in Salzseen und Salinen u. s. w. I, 179. 277 fg.
- Tagthiere I, 93.
- Teichhornschnecke, frisst Tritonen I, 73.
- Temnocephala chilensis, identisch in Chile, Java und den Philippinen II, 115.
- Temperatureinfluss I, 123 fg.; auf das Wachstum I, 270; des Körpers, Uebereinstimmung bei Kaltblütern und Winterschläfern I, 137; Höhengrenze derselben I, 148; Maximum I, 271; Minimum I, 273; Schwankungen im Meere I, 275.

- Temperaturerniedrigung,  
 Einfluss auf: contractile  
 Blase der Infusorien I, 131;  
 Farbe der Haare I, 141;  
 Farbe der Schmetterlinge  
 I, 144; Farbenwechsel im  
 Winter I, 141 fg.; Structur  
 der Organe I, 141; Thiere  
 I, 129 fg.; Teichhorn-  
 schnecke I, 132; Winter-  
 schläfer I, 135 fg.; Warm-  
 blüter I, 136; Schutz der  
 Warmblüter dagegen I,  
 136.
- Temperaturoptimum I, 128 fg.;  
 verschieden bei verschie-  
 denen Thieren I, 147. 149.
- Temperatur, Schwankungen  
 derselben allein von Ein-  
 fluss I, 124—126.
- Temperatursteigerung, Ein-  
 fluss auf Contractilität und  
 Wimperbewegung I, 147 fg.;  
 Entwicklung der Eier und  
 Embryonen I, 158; Pro-  
 duction der Eier I, 150 fg.;  
 Thiere und Organe I, 144 fg.;  
 Wachsthum I, 132. 155;  
 erzeugt Schlaf I, 150; Ver-  
 schiedenheit ihrer Wirkung  
 auf verschiedene Thiere I,  
 145.
- Tergipes, Eiablage im Winter  
 I, 168.
- Thacher, Hypothese über Ent-  
 stehung der vier Extremi-  
 täten der Wirbelthiere I,  
 248.
- Thierische Morphologie I, 2.
- Tiefseethiere, bathymetrische  
 Verbreitung I, 168 fg.;  
 schön gefärbte I, 262.
- Trachea, Ausführgang der  
 Lungen I, 9.
- Tracheen, Verbreitung zwi-  
 schen den Organen I, 293.
- Trematoden, Nahrungsweise  
 I, 60.
- Trichine, Abhängigkeit von  
 Entwicklungseigenthüm-  
 lichkeiten I, 68. 69.
- Triton, von Lymnaeen ge-  
 fressen I, 73.
- Trockenheit der Luft, Ein-  
 fluss auf Insekten I, 226;  
 auf deren Eier I, 226; Resi-  
 stenzfähigkeit dagegen I,  
 222 fg.
- Turbellarien, mitunter Chlo-  
 rophyllthiere I, 88.
- Unio I, 43; Verbreitung ihrer  
 Arten II, 120.
- Unterlage für festsitzende  
 Thiere, Einfluss modellir-  
 end II, 157 fg.
- Ussow, über Bauchaugen der  
 Scopeliden II, 274.
- Venöses und arterielles Blut  
 bei Insekten I, 293 fg.
- Verdauungsorgane, Lage der-  
 selben im Innern des Kör-  
 pers I, 56.
- Vererbung I, 4.
- Verfolger und Verfolgte, Be-  
 ziehungen zwischen beiden  
 II, 204 fg.
- Vergesellschaftung von Thie-  
 ren verschiedener Art II,  
 163 fg.
- Verhinderung freier Kreuz-  
 zung, Mittel verschieden-  
 artig II, 112.
- Verrill, über die Charaktere  
 von Artemia und Branchi-  
 pus I, 286.
- Verschiedenheit zwischen  
 Thieren und Pflanzen in

- Beziehung auf Einfluss des Lichts I, 86 fg.
- Vertebraten, Ascidienvorwandtschaft I, 4; Ringelwürmervorwandtschaft I, 4.
- Volumcurven I, 198.
- Volumeinfluss des Wassers I, 195 fg.; Ursache desselben I, 201 fg.
- Vorderbeine, Flügel und Brustflossen I, 7.
- Vortex viridis I, 89. 90.
- Wachsthumsdauer, individuelle, verschiedene Zeitdauer derselben I, 165 fg.
- Wachstumsgeschwindigkeit, der Lymnaeen I, 199; der Korallen II, 259.
- Wärmestarre, erzeugt durch Steigen der Temperatur über das Optimum hinaus I, 146.
- Wagner, Formel seiner Migrationstheorie II, 264.
- Wallace, über die Fauna der australischen und indischen Regionen II, 136 fg.; die Insektenfauna der westafrikanischen Inseln II, 118; Entstehung der Farben I, 143; geographische Verbreitung der Thiere I, 37; Nahrungseinfluss auf Farben bei Papagaien I, 81; Mimicry II, 233 fg.
- Wallace'sche Linie, zu erklären durch die Wirkung constanter starker Ströme II, 136. 141 fg.
- Wanderlinien der Vögel, ihre Beziehung zu den Windrichtungen II, 120.
- Wanderungen, passive oder active II, 95. 96; Nothwendigkeit davon II, 94.
- Wanderungsrichtung der Landmollusken, zu bestimmen durch Untersuchung der natürlichen Verwandtschaften II, 263 fg.
- Warmblüter, Körperwärme derselben I, 268; Umwandlung in Kaltblüter I, 268 fg.
- Wasser, chemische Constitution I, 174; Einfluss der Luft darin I, 205; des Volumens I, 195 fg.; Einfluss desselben wenn bewegt II, 1—143; wenn in Ruhe I, 173; salziges I, 174.
- Wasserathmer, Gewöhnung an Luftathmung I, 230 fg.; müssen oft direct Luft athmen I, 239 fg.
- Wassergehalt der Luft, Einfluss auf Schnecken I, 225.
- Wasserthiere auf dem Lande I, 227 fg.
- Westafrikanischen Inseln, Fauna der, hat europäischen Charakter II, 118; Landschnecken derselben II, 119; Insekten II, 119.
- Wettstreit um die gleiche Existenzbedingung II, 200 fg.
- Wichmann, Petrefacten der Palaos II, 261.
- Wilder, Athmung der Ganoïden I, 291.
- Winde, als Verbreitungsmittel II, 116 fg.; Einfluss auf die Ausbreitung kleinster Organismen II, 126; nothwendige Bedingungen dazu II, 127 fg.; regelmässiges Wirken derselben II, 117 fg.; als Grenzen für die

- Ausbreitung der Arten II, 132.
- Winterschlaf I, 134 fg.; nach Forel vielleicht von Einflüssen der Nahrung bedingt I, 269.
- Winterschläfer, bei Warm- und Kaltblütern I, 267.
- Wittich, directe Einwirkung von Licht auf Chromatophoren I, 116.
- Wüstenschnecken I, 224.
- X**esta, Arten der Philippinen, ahmen Rhysota und Helicarion nach II, 241 fg.; Cumingii II, 243.
- Zahnbildung der Eidechsen, nicht parallel gehend mit ihrer Nahrungsweise I, 72.
- Zeichnung, Entstehung derselben abhängig von den Organen II, 275 fg.
- Zeller, über Diplozoon und Polystomum I, 153 fg.
- Ziesel, Winterschlaf desselben I, 137.
- Zoologische Regionen der östlichen Hemisphäre II, 103; australische II, 103; hinterindische II, 103; Gegensätze derselben II, 103.
- Zoologische Stationen II, 261.
- Zuchtwahl, Einfluss auf Färbungen der Thiere I, 142.
- Zwergformen, Abhängigkeit von Temperatur I, 133; nicht immer abhängig von unzureichender Nahrungsmenge I, 80.
- Zwerggrassen, verschiedene Möglichkeiten ihrer Entstehung I, 267.