

STUDIEN

AN

SUCCINEA

(aus dem Zoologischen Institut zu Leipzig)

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doctorwürde der hohen philosophischen Fakultät
der Universität Leipzig

VORGELEGT VON

Hinrich RIEPER

aus Chemnitz.

Extrait des *Annales de la Société royale Zoologique et Malacologique de Belgique*

Tome XLVII (1912), pp. 125 à 192.

BRUXELLES

SOCIÉTÉ ANONYME

M. WEISSENBRUCH, IMPRIMEUR DU ROI

ÉDITEUR

49, rue du Poinçon, 49

1913

Angenommen von der III. Section auf Grund
der Gutachten der Herren CHUN und PFEFFER.

Leipzig, den 11. Februar 1913.

Der Procancellar,
LE BLANC.

8ap16.c.6.

943
R44s

Meinen Eltern.

STUDIEN AN *SUCCINEA*

(Pl. III et IV)

Von H. RIEPER

INHALT

	Seite.
<i>Einleitung</i>	126
<i>Material und Technik</i>	126
Kapitel I. — Der Genital-Apparat	127
— II. — Die Copula	138
Kapitel III. — Die Eier und ihre Ablage.	144
— IV. — Das Verhalten gegen Trockenheit	146
— V. — Die Färbung.	150
— VI. — Die Lebensweise	156
— VII. — Der Herzschlag	157
— VIII. — Die Regeneration	162
— IX. — Die infizierte <i>Succinea</i>	178
<i>Zusammenfassung</i>	182
<i>Literatur</i>	188
<i>Erklärung der Abbildungen</i>	192

Einleitung.

Die vorliegende Arbeit verdankt ihr Entstehen einer Anregung des Herrn Prof. CHUN. Die Gattung *Succinea* war bis jetzt nur wenig bearbeitet worden, und so konnte es eine dankbare Aufgabe sein, Untersuchungen an dieser Schneckengattung anzustellen. Insbesondere hatten schon einige Punkte (Lebensweise, Schalenform, Kriechen auf der Wasseroberfläche u. a.) auf nahe Beziehungen zu den Limnaeen, also typischen Wasserlungenschnecken hingewiesen und liessen auf weitere Aehnlichkeiten schliessen. Von solchen wie von allgemeineren Gesichtspunkten ausgehend stellte ich meine Untersuchungen an und bearbeitete *Succinea* in anatomischer, biologischer und physiologischer Beziehung. Ich beschränkte mich dabei auf *S. putris*, den typischen Vertreter der Gattung *Succinea*, um wegen des selteneren Vorkommens der beiden andern hier lebenden Arten, *S. Pfeifferi* und *S. oblonga*, nicht Mangel an Material, besonders bei den experimentellen Arbeiten, zu haben. Nur in dem Kapitel über die Lebensweise bin ich auf die beiden Arten mit eingegangen.

Material und Technik.

Das Material zu dieser Arbeit, bestehend aus den der Gattung *Succinea* angehörigen Arten, wurde zum grössten Teil in der näheren und fernerer Umgebung Leipzigs, zu einem kleinen Teil auf einer 8-tägigen Reise durch Thüringen gesammelt.

In technischer Beziehung sei Folgendes bemerkt: Regenerierende Augenträger wurden in Sublimat-Alkohol-Eisessig fixiert, dann mit Jodalkohol ausgewaschen, durch die Alkoholreihe in Nelkenöl übergeführt, dann in Nelkenöl-Collodium gerichtet und hierauf in Paraffin eingebettet. Die Organe des Genitalapparates wurden aus der Alkoholreihe in Xylol gebracht und in Paraffin eingebettet. Im Uebrigen war die Behandlung die gleiche. Die Schnittstärke der einzelnen Objekte schwankte zwischen 5 u. 10 μ . Soweit sonst noch technische Bemerkungen zu machen sind, werde ich es in den einzelnen Kapiteln tun.

KAPITEL I

Der Genitalapparat.

Der Genitalapparat der Bernsteinschnecke ist verschiedentlich bearbeitet worden.

Schon 1831 gibt DESHAVES eine anatomische Beschreibung von *Helix putris*, darunter die der Geschlechtswerkzeuge. Er vergleicht dabei die Anatomie dieser Schnecke mit der Anatomie einer typischen *Helix* und weist darauf hin, dass der Genitalapparat von allen Organ-systemen die meisten Abweichungen im Vergleich zu den Heliceen aufweise. Die Beschreibung ist natürlich veraltet; die Zwitterdrüse wird hier als Ovarium, der Zwittergang als Ovidukt, die Eiweissdrüse als Hoden u. s. w. bezeichnet. Erwähnt sei noch, dass DESHAVES auf das Fehlen einer Geschlechtskloake hinweist und angibt, dass die Geschlechtsöffnung in zwei deutliche Teile zerlegt sei.

1843 berichtet PAASCH über das Geschlechssystem und über die harnbereitenden Organe einiger Zwitterschnecken, darunter *Succinea*. Dieser Autor rechnet *Succinea* zu den Landlungenschnecken, da die Geschlechtsöffnungen zwar getrennt, aber noch in einer gemeinschaftlichen Grube lägen, im Gegensatz zu den Wasserlungenschnecken, wo die Penisöffnung vorn am Kopfe, die Vaginaöffnung von dieser getrennt weiter nach hinten liege. Auch hier finden wir eine falsche Deutung von Organen, so wird z. B. die Eiweissdrüse als Ovar angesehen. Beigefügt sind zwei Abbildungen, nämlich vom Genitalapparat und vom geöffneten Penis der *Succinea amphibia*.

Es folgt 1855 MOQUIN-TANDON, der nur einige nicht viel Neues bietende Bemerkungen zu dem Geschlechtsapparat von *Succinea* macht.

1873 beschreibt R. LEHMANN kurz unter Beifügung einer Abbildung den Geschlechtsapparat der Gattung *Succinea* und ihrer einzelnen Arten. Der Zwittergang wird als Nebenhoden bezeichnet.

1874 FISCHER gibt Abbildungen und eine kurze Beschreibung der Geschlechtswerkzeuge von verschiedenen von den Antillen stammenden und der Gattung *Succinea* angehörigen Mollusken.

1877 beschreibt VON JHERING den Geschlechtsapparat von *Succi-*

n n, ohne die untersuchte Art anzugeben. Auf diese Arbeit werde ich im Folgenden noch näher eingehen.

Die einzelnen Teile des Genitalapparates werden nur von von JHERING vollständig richtig bezeichnet; aber auch in dieser Arbeit stellte ich durch meine Untersuchungen ziemlich viel falsche Angaben fest. Im Folgenden gebe ich eine ausführliche Beschreibung des Geschlechtsapparates von *Succinea putris*, indem ich dabei gleichzeitig mehrere Stellen der von JHERING'schen Untersuchungen zum Vergleich heranziehe. Ausserdem sollen noch einige gelegentliche Beobachtungen von allgemeinerem Interesse wiedergegeben werden.

Die Zwitterdrüse liegt in den oberen Spiralwindungen des Eingeweidesackes und zwar in dem Leberlappen eingebettet. Mit diesem ist sie sehr innig verbunden, sodass es schwer ist, sie ohne Verletzung heraus zu präparieren. Sie stellt ein rundliches Gebilde dar von meist etwas schmutzig gelblicher Farbe. Zusammengesetzt ist sie aus zahlreichen, durch Bindegewebe mit einander verbundenen Follikeln, die nach der Aussenseite zu abgerundet sind, sodass die ganze Drüse ein traubenförmiges Aussehen bekommt. Der innere Bau bietet keine Besonderheiten, insofern er im Wesentlichen dem der Zwitterdrüse von *Helix pomatia* gleicht. Aus den einzelnen, nach unten zu sich verengernden Follikeln treten die Geschlechtsprodukte durch einen gemeinsamen Sammelgang in den Zwittergang über. Dieser Sammelgang ist ziemlich eng und kurz, von weisslicher Farbe und von gefaltetem, nicht flimmerndem Epithel begrenzt. Dann erweitert er sich ziemlich plötzlich und geht in den Zwittergang über. Er zeigt eine dunkelbraune, oft auch schwarze Färbung, die von einer pigmentierten, bindegewebigen, abziehbaren Hülle herrührt. Der Zwittergang hat ein wurstförmiges Aussehen und ist vielfach geknäuel. Bei einigen Präparationen fand ich den Gang stark verkürzt, nicht geknäuel und nur in geringen Windungen verlaufend. Das sind jedoch Ausnahmen. Stets ist der Zwittergang prall mit Spermatozoen gefüllt, auch bei im Winter conservierten Tieren. Der Sammelgang weist dagegen immer nur vereinzelt Spermatozoen auf; er muss von den Geschlechtsprodukten ziemlich schnell passiert werden. Bedeutend seltener als Sperma konnte ich Eier in dem Zwittergang nachweisen. Nach abwärts verengert sich der Gang dann wieder und mündet seitlich in die in der Eiweissdrüse eingebetteten Befruchtungstasche oder das *receptaculum seminis*. Dicht bei dieser Einmün-

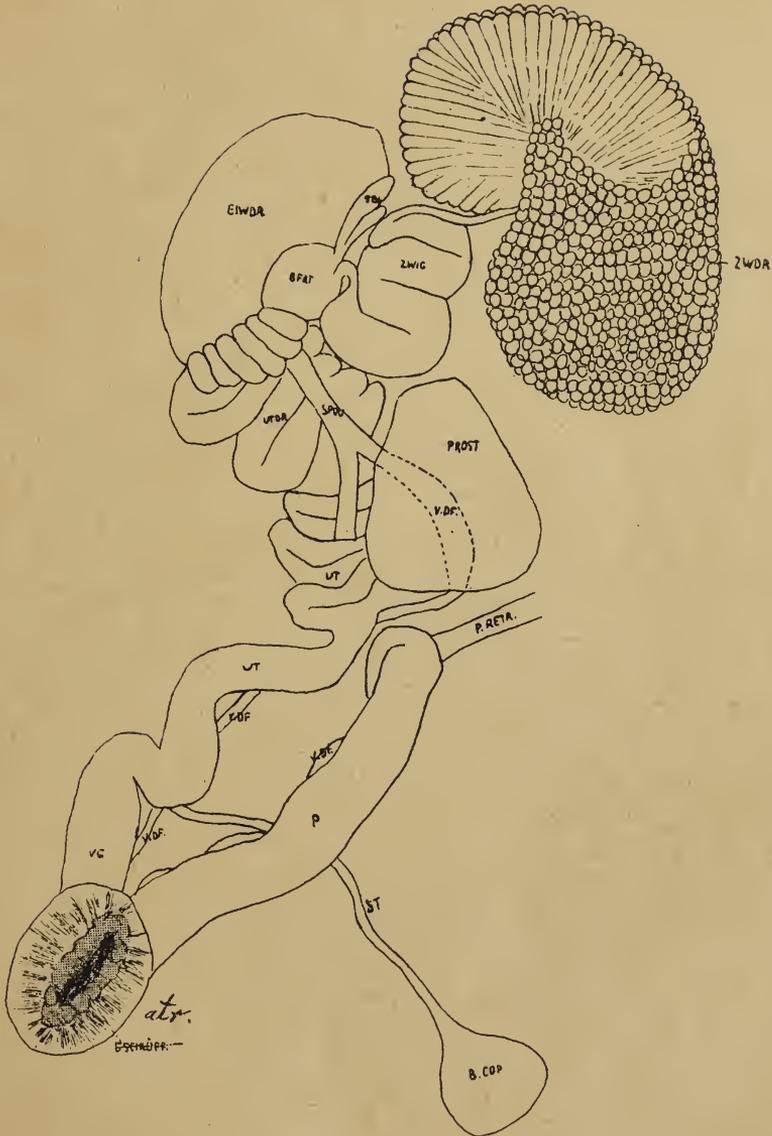


Fig. A. — Der Genitalapparat.

ZWDR = Zwitterdrüse. — ZWIG = Zwittergang. — SBL = Samenblasen. — EIWDR = Eiweißdrüse. — BFRT = Befruchtungstasche. — SPOV = Spermovidukt. — UTDR = Uterusdrüsen. — PROST = Prostata. — V. DF. = Vas deferens. — UT = Uterus. — VG = Vagina. — B. COP. = Bursa copulatrix. — ST = Stiel derselben. — P = Penis. — P. RETR. = Retraktor des Penis. — Atr. = Geschlechtsöffnung.

dungsstelle, etwas oberhalb von ihr, münden auch die beiden keulenförmigen Samenblasen ein. Bei ihnen und bei der Befruchtungstasche will ich etwas verweilen. Schon LEHMANN erwähnt die Samenblasen bei *Succinea*, ohne sie jedoch so zu bezeichnen und ihre Bedeutung zu erkennen. Er beschreibt sie als eine zapfenförmige, kleine Papille bei der Einmündung des Nebenhodens in den Eiweisskörper. SCHEPMANN bezeichnet die Befruchtungstasche als *vesicula seminalis* und die Samenblasen als zwei fingerförmige Anhängsel. Zur Unterscheidung von *Succinea putris* und *Succinea Pfeifferi* führt er an, dass diese *vesicula seminalis* bei *S. Pfeifferi* viel mehr angeschwollen sei als bei *S. putris*. Ausserdem seien bei der Letzteren die Anhängsel schmaler, der Uebergang der Anhänge in die *vesicula* deutlicher wie bei *S. Pfeifferi*. Erst VON JHERING weist auf die Bedeutung der beiden Gebilde hin und erklärt die etwa 2mm grosse Tasche für eine Befruchtungstasche, in die zwei sogenannte Samenblasen einmünden. Die Befruchtungstasche ist weisslich und weist in ihrem Inneren ein einschichtiges Epithel auf, das in zahlreichen Falten sich erhebt und von einer bindegewebigen Hülle umgeben ist. Eine Bewimperung des Epithels, wie sie VON JHERING beschreibt, habe ich nicht nachweisen können, wohl aber eine deutliche Sekretion der Epithelzellen. Die Samenblasen, die von oben in die Befruchtungstasche einmünden, sind, wie ich auf Querschnitten sehen konnte, ganz ähnlich wie diese Tasche gebaut. Ihre Wandungen bestehen aus einem einschichtigen, nicht wimpernden Epithel, das ebenfalls von einer bindegewebigen, aber pigmentierten Hülle umgeben ist. Nur ist hier das Epithel sehr wenig gefaltet; erst nach der Ausmündungsstelle zu werden die Falten deutlicher. Beide Samenblasen sind durch Bindegewebe innig mit einander verbunden. Nach oben zu sind sie breiter und abgerundet und verengern sich nach unten, sodass sie ein keulenförmiges Ansehen haben. Der grösste Teil der Blasen ragt über die Befruchtungstasche hinaus, nur der unterste verengte Teil läuft dicht an der Befruchtungstasche. Die Samenblasen sind nicht gleichlang, stets ist die eine etwas kürzer als die andere, so dass das Ganze wie schräg abgestutzt erscheint. Ueber die Vorgänge der Befruchtung in der Befruchtungstasche sind wir durch die Untersuchungen MEISENHEIMERS an *Helix pomatia* genügend unterrichtet. Nicht so klar ist man über die Funktion der sogenannten Samenblasen. SIMROTH meint, dass sie ursprünglich ihrem Namen entsprechend wahrscheinlich als einfache Aufbewahrungsbehälter für das Sperma dienen.

ob für fremdes oder eigenes lasse sich nicht entscheiden. Vermutlich steige aber das Sperma nicht aus dem Zwittergang in die Samenblasen, sondern von unten herauf. Da aber nur der grössere Hohlraum der Blase, also die Befruchtungstasche, Sperma aufgespeichert habe, die anhängenden Blindschläuche, die Samenblasen aber leer erscheinen, vermutet Simroth, diese könnten drüsig geworden sein. Dies anzunehmen ist jedoch nicht notwendig; mir scheinen sie einfach als Aufbewahrungsbehälter des Spermas zu dienen. Ich habe nämlich auf Querschnitten durch die Genitalorgane von *S. putris* deutlich eine Wanderung der Spermatozoen durch den Eileiter, den Spermovidukt bis in die Samenblasen hinauf verfolgen können. Hierdurch ist auch nachgewiesen, dass die Samenblasen zur Aufnahme fremden Spermas dienen. Nach VON JHERING soll nun an der der Einmündungsstelle des Zwitterganges entgegengesetzten Seite des Befruchtungsganges die Eiweissdrüse einmünden! Das ist jedoch nicht der Fall. Zunächst setzt sich die Befruchtungstasche in den Spermovidukt fort. Die Ausmündungsstelle ist nicht leicht sichtbar, da sie durch eine Faltung des Spermovidukts überdeckt wird. Man muss bei der Präparation Befruchtungstasche und Spermovidukt etwas auseinanderziehen, um diese Stelle deutlich zu sehen. Dicht hinter ihr mündet erst der Ausführungsgang der Eiweissdrüse ein. Diese Drüse ist ein etwas langgestrecktes Gebilde, das meist eine schmutzig gelbe Farbe zeigt. Das Sekret wird durch zahlreiche Kanälchen in einen gemeinsamen Sammelkanal und durch diesen in den Spermovidukt geleitet. Auch auf Querschnitten konnte ich nachweisen, dass der Ausführungsgang der Eiweissdrüse in den Spermovidukt und nicht in die Befruchtungstasche mündet. Die Drüse ist tubulös, sie zeigt denselben Bau wie die Eiweissdrüse der Weinbergschnecke. Nach unten zu setzt sich die Befruchtungstasche, wie schon gesagt, in den Spermovidukt fort. VON JHERING behauptet gerade das Gegenteil, indem er schreibt, der männliche Leitungsapparat sondere sich schon oben an der Eiweissdrüse vom Uterus ab und laufe nicht wie bei *Helix* noch eine Strecke als Rinne in der Wand des Uterus hinab. Von der Unrichtigkeit dieser Angaben konnte ich mich durch Präparationen wie durch Querschnitte überzeugen. Männlicher und weiblicher Leiter sind ziemlich lang als Spermovidukt vereinigt; nicht zu weit von der Einmündungsstelle des *vas deferens* in die Prostata erfolgt erst die Trennung. Betrachten wir den Spermovidukt etwas näher. Er ist umschlossen von einem einschichtigen Epithel, das sich in zahlrei-

chen Faltungen erhebt und das im männlichen wie im weiblichen Teil bewimpert ist. Der Eileiter ist nur durch eine schmale Rinne mit dem Samenleiter verbunden. Der männliche Teil kennzeichnet sich ausserdem dadurch, dass er, wie ich auf Querschnitten durch die Genitalapparate verschiedener Tiere sehen konnte, aussen am Epithel eigenartige, zu kleinen Haufen vereinigte zellige Gebilde aufweist, die leer erscheinen und deren Membran sich vor dem übrigen Gewebe durch eine stärkere Färbbarkeit auszeichnet. Noch nach der Abzweigung des männlichen Teils vom Spermovidukt konnte ich diese Gebilde am *vas deferens* bis zu dessen Einmündung in die Prostata verfolgen. Der weibliche Teil des Spermovidukts ist von einer bindegewebigen, stark färbbaren Hülle umgeben, jedoch nur im obersten Abschnitt. Im unteren erweiterten Abschnitt schwindet die Hülle. Dieses Bindegewebe fehlt dem männlichen Teile. Der weibliche Abschnitt des Spermovidukts trägt seitlich die Uterusdrüsen von gelatinösem Aussehen. Nur der oberste, dicht unter der Befruchtungstasche liegende Abschnitt dieses Anhangsgebildes ist weiss, nicht gelatinös und zeigt in seinem histologischen Aufbau ein vielfach gefaltetes Epithel das von Bindegewebe umgeben ist. Drüsen habe ich in diesem Teil dem ich, abgesehen von seiner Aufgabe als Leitungsweg, keine besondere Funktion zuschreibe, nicht nachweisen können. Die Fortsetzung dieses Abschnittes wird durch die eigentlichen Uterusdrüsen gebildet, die nach VON JHERING sich in Spiralwindungen um einen Gefässstamm nach abwärts begeben sollen. Der Gefässstamm ist aber nichts anderes als der Spermovidukt, an dem entlang und mit ihm verbunden die stark gewundenen Uterusdrüsen, die einen tubulösen Drüsenkomplex bilden, nach abwärts steigen. Die einzelnen Drüsenzellen haben flaschenförmiges Aussehen. Nach der Ausmündungsstelle verengern sie sich und entleeren dort ihr Sekret in den weiblichen Teil des Spermovidukts, nach der Trennung des *vas deferens* vom Eileiter in den Letzteren. Sie sind von einer starken Membran begrenzt, an deren Rand im oberen Teil der Zelle ein Zellkern liegt. VON JHERING sah nur ein Netzwerk feiner Fasern, in dessen Lücken grosse kugelige blasse Zellen liegen sollten. Da er keinen Ausführgang dieser Zellen findet, glaubt er, dass sie durch Platzen ihr Sekret nach Aussen entleeren. Zu einer solchen falschen Auffassung ist VON JHERING wahrscheinlich dadurch gekommen, dass seine Schnitte die Drüsen nicht in der Längs-, sondern in der Querrichtung getroffen haben.

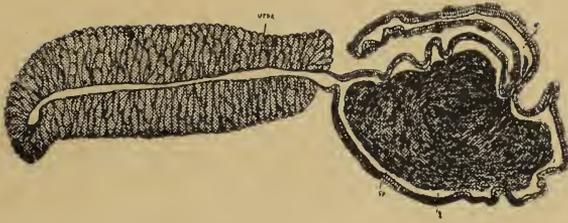


Fig. B. — Querschnitt durch den Spermovidukt.

♂ = Männl. Teil desselben. — ♀ = Weibl. Teil. — SP = Sperma. — UTDR = Uterusdrüsen,

Verfolgen wir nun zunächst den Verlauf des männlichen Teils des Spermovidukts nach seiner Trennung vom weiblichen Teil, also des nunmehrigen *vas deferens*. Die Trennung erfolgt, wie schon gesagt, nicht allzu weit von der Prostata Drüse. Das *vas deferens* zeigt zunächst noch eine zylindrische Form, die auch der Spermovidukt aufwies. An der Einmündungsstelle in die Prostata wird es aber breit und plattet sich stark ab, indem es hier eine ziemlich lange Strecke mit der Drüse verbunden ist. Wie ich auf Querschnitten sehen konnte, münden zahlreiche Kanäle der Prostata in diesen Teil des *vas deferens* ein, welche das Prostata-Sekret nach aussen befördern. Die Drüse ist von gedrungener Gestalt und von weisslicher Farbe. Sie stellt einen Komplex tubulöser Drüsen dar. Die Wand eines einzelnen Drüsenschlauches setzt sich aus zahlreichen kleinen Zellen zusammen, die ein tropfenähnliches Sekret als Inhalt haben. Um Oel oder Fett handelt es sich bei diesem Sekret nicht, da mit Osmiumsäure fixierte Drüsen auf Schnitten keine Schwarzfärbung zeigten. Vermutlich sind es eiweissartige Stoffe. Durch Platzen der einzelnen Zellen gelangt das Sekret nach Aussen (Fig. 4, Pl. 3). Die Zellen zweier Drüsentuben werden durch langgestreckte, kernhaltige Zellen, die die einzelnen Tuben umgrenzen, von einander getrennt. Das Sekret tritt, wie die Abbildung zeigt, in das *vas deferens* ein und fliesst hier in winzig kleine Tröpfchen aus einander. Es ist nicht leicht, über die Bedeutung des Prostatasekretes etwas bestimmtes zu sagen. Schon SIMROTH weist darauf hin, dass es völlig zweifelhaft sei, ob das Sekret verändernd, ernährend oder erhaltend auf das Sperma einwirke. Man könnte vielleicht auch noch vermuten, dass es den Weg für das Sperma gleitfähig zu machen habe. Dagegen spricht aber die ausserordentliche Menge, in der das Sekret abgeschieden wird. Viel wahrscheinlicher ist mir, dass die aus dem Zwittergang kommenden Spermatozoen durch das Prostatasekret

erst zur Befruchtung tüglicly und lebensfähig werden. Ich fand nämlich, dass Spermatozoen, die dem Zwittergang entnommen und in Wasser gebracht wurden, stets unbeweglich waren und sich einrollten, ganz im Gegensatz zu dem beweglichen, bei der Begattung übertragenen Spermatozoen. Eine ähnliche Beobachtung hat schon Pérez gemacht, der Spermatozoen aus der Befruchtungstasche in Wasser beweglich, solche aus dem Zwittergang unbeweglich fand.

Verfolgen wir nun den Gang des *vas deferens* weiter. Mit der Prostataadrüse ist es, wie schon erwähnt, eine ziemliche Strecke verbunden, indem es sich gleichzeitig abplattet. Noch ein kurzes Stück nach dem Verlassen der Drüse wird diese Form beibehalten, dann verengt sich der Samenleiter stark und zeigt ein cylindrisches Aussehen. An dem mit der Prostata verbundenen Teil ist das *vas deferens* von wenig Bindegewebe umgeben. Nach abwärts nimmt dieses an Umfang zu, während der innere Hohlraum des Samenleiters kleiner wird. Begrenzt ist dieser Hohlraum von einem einschichtigen, nicht bewimperten Epithel, das in Falten sich erhebt. Das *vas deferens* verläuft jetzt zunächst an dem gestreckten Teil des Uterus entlang, bis etwa dorthin, wo männlicher und weiblicher Ausführungsgang zusammenstossen, biegt dann um und läuft dem Penis dicht angeschmiegt, wieder nach aufwärts um dann wieder umzuwenden und in den Penis überzugehen. Das Epithel des *vas deferens* zeigt bis zum Eintritt in die Prostataadrüse Bewimperung, die nach dem Austritt schwindet. Der Penis ist die Fortsetzung des Samenleiters und zwar bezeichnet man wohl am besten den Teil des äusseren Ausführungsganges als Penis, der von dem Ansatzpunkt des Muskulus retraktor bis zur äusseren Ausführöffnung reicht. Eine scharfe morphologische Unterscheidung zwischen Penis und Samenleiter lässt sich durch eine bestimmte Uebergangsstelle natürlich nicht geben, da hier ein ganz allmähliches Uebergehen stattfindet. Der Penis ist von hellweisser Farbe wie das *vas deferens*, nahezu cylinderförmig, nach unten ein wenig an Umfang zunehmend, meist mit bräunlich-roten Pünktchen pigmentiert und verläuft besonders in seinem oberen Teil in schwachen Windungen. Dort wo der Samenleiter umbiegt und in den Penis übergeht oder nicht weit von dieser Stelle, setzt sich der eine Muskulus retraktor des Penis an. Was den inneren Aufbau des Penis anbelangt, so stellt er eine stark muskulöse Röhre vor. Auf einem Querschnitt, nicht zu weit entfernt von der äusseren Geschlechtsöffnung, wie ihn Figur 5 wiedergibt, sieht

man, dass seine äusserste Hülle, die sich deutlich von dem übrigen Teil des Penis absetzt, aus einer starken Ringmuskellage mit eingelagerten Kernen besteht. Auf diese folgt nach innen eine zweite kernhaltige Lage, die nach aussen durch eine zarte Membran mit langgestreckten Zellkernen abgegrenzt ist. Diese Lage besteht aus einem äusseren Ringmuskelteil und einer inneren Längsmuskelschicht. An der Uebergangsstelle beider Schichten verlaufen Längs- und Ringmuskel-Fasern abwechselnd nebeneinander. Nach innen wird die Muskellage durch ein einschichtiges, nicht bewimpertes Epithel abgeschlossen, das sich in zahlreichen Falten erhebt. Die äusserste Muskelhülle des Penis ist im Anfangsteil desselben zunächst ganz dünn und nimmt allmählich an Dicke zu.

Um nun wieder auf den weiblichen Leitungsapparat der Geschlechtswerkzeuge zu sprechen zu kommen, will ich zunächst den weiteren Verlauf des Eileiters schildern. Er verläuft nach abwärts in zahlreichen Windungen, um dann ungefähr dort, wo der Samenleiter die seitlich aufsitzende Prostata trägt, in einen gestreckten Teil überzugehen. Dieser Teil zeichnet sich äusserlich schon durch eine schön rote Pigmentierung aus. In seinem histologischen Aufbau zeigt hier der Uterus ein viel gefaltetes Epithel, das von Bindegewebe mit zahlreichen, namentlich nach aussen zu eingelagerten Pigmentkörnchen, die die Rotfärbung bedingen, umgeben ist. Vereinzelt finden sich hier noch Drüsen, die aber nach abwärts an Zahl abnehmen, bis sie schliesslich vollkommen durch Bindegewebe verdrängt sind. In diesem treten dann zunächst noch einzeln Ringmuskelfasern auf, die aber bald zahlreicher werden, bis sie schliesslich ein ganzes Muskelbündel bilden. Hierdurch kennzeichnet sich der Uebergang des Eileiters in die Vagina. Nicht allzuweit von der äusseren Geschlechtsöffnung mündet in die Vagina, die sich an dieser Stelle etwas verbreitert, der Stiel der Bursa copulatrix, der hier im Vergleich zu *Helix* ziemlich kurz ist. Die Endblase der Bursa ist ein rundlicher Sack, der im Sommer, wenn die Tiere copuliert haben, meist prall mit Sperma gefüllt ist. Begrenzt ist er von einem einschichtigen, wimperlosen Epithel, das von einer schwachen, bindegewebigen Hülle umgeben ist. Diese Hülle ist bedeutend stärker in dem Bursastiel ausgebildet, der ziemlich eng ist und sich kurz vor der Einmündung in die Endblase etwas erweitert. Die Bursa copulatrix dient zur Aufnahme des bei der Begattung übertragenen Spermas. So oft ich nun zwei in

der Copula befindliche Tiere trennte oder sie nach der Begattung untersuchte, fand ich stets bei jener Schnecke, welche die passive Rolle übernommen hatte, seltener, bei jener, die aktiv war. in der Bursa oder ihrem Stiel, ein oder zwei rotgefärbte Klümpchen einer flockigen Masse. Eine hierauf sich beziehende Bemerkung hat schon Lehmann gemacht, der schreibt, dass der Blasenstiel eine kleine Blase mit einem roten Kern trage. Simroth fand in der bursa von *Lehmannia* ein ähnliches rotes Sekret, das, wie er vermutet, aus der Vagina stammt. Mir scheinen diese roten Gebilde bei *Succinea* aus dem gestreckten Uterusteil zu kommen, wofür spricht, dass ich die Wanderung durch den Stiel habe beobachten können. Ausserdem stimmt die rote Farbe des Uterus vollkommen mit der des Ballens überein und bei beiden konnte sie durch Alkohol ausgezogen werden. Sicherer über die Bedeutung dieser roten Klümpchen kann nicht gesagt werden. Wahrscheinlich ist wohl, dass sie das frisch aufgenommene Sperma in irgend einer Weise zu beeinflussen haben; vielleicht dienen sie zu seiner Ernährung und Erhaltung.

Die Vagina ist nach innen durch ein gefaltetes, einschichtiges Epithel abgegrenzt, das von einer stark muskulösen Hülle mit Längs- und Ringmuskelfasern umgeben ist. Aeusserlich zeigt sie nicht die cylindrische Form des Penis, sondern ist vielmehr ein wenig abgeplattet.

Ueber die Geschlechtsöffnungen von *Succinea* ist man bis jetzt sehr verschiedener Ansicht gewesen. Die meisten Arbeiten, die hierüber etwas bemerken, sagen, dass die Geschlechtsöffnungen getrennt nebeneinander liegen. Hierher gehören die Bemerkungen von DESHAVES, CLESSIN, VON JHERING, GOLDFUSS. VON JHERING behauptet noch besonders, dass bei *Succinea* nicht wie bei *Helix* eine gemeinsame Geschlechtskloake vorhanden sei, sondern dass hier ein Verhalten, wie bei den Limnaeiden vorliege, insofern nämlich die beiden Ausführungsgänge der Geschlechtsorgane getrennt von einander ausmünden. PAASCH und SEMPER sind anderer Ansicht. Der Erstere rechnet *Succinea* noch zu den Landlungenschnecken, da, wie er sagt, die Geschlechtsöffnungen zwar getrennt, aber in einer gemeinsamen Grube liegen. Semper meint, dass man in der Regel *Succinea* als ganz abweichende Gattung der Heliciden an das Ende stelle und das mit Unrecht, da man auf Charaktere von keiner durchgreifenden Bedeutung Gewicht lege. Er führt u. a. aus, dass man als besonders abweichenden Charakter auch die doppelte Geschlechtsöffnung her-

vorgehoben habe. Dies sei aber unrichtig. Der Unterschied zwischen *Succinea* und den andern Heliciden liege in der sehr weiten gemeinsamen Geschlechtsöffnung der ersteren, sodass bei einigen Arten die Eingänge in den Uterus und Penis direkt sichtbar seien. Nach meinen Untersuchungen muss ich mich den Ansichten SEMPERS anschliessen, wenn jedoch auch mit einem Vorbehalt. Ich fand deutlich eine gemeinsame Geschlechtsgrube, in welche unten die Vagina, oben der Penis, ausmünden. Beide sind hier aber nicht vollständig getrennt, sondern stehen durch eine schmale Rinne mit einander verbunden. Figur 6, die einen Querschnitt durch die Ausmündungsstelle wiedergibt, veranschaulicht das Gesagte. In Figur 7 ist ein Querschnitt durch die gemeinsame Geschlechtsgrube zu sehen. Ob diese Rinne etwa die Bedeutung hat, eine Selbstbefruchtung zu ermöglichen, muss ich dahin gestellt sein lassen. Penis und Vagina münden unter einem spitzen Winkel in die Geschlechtsgrube. Meist ist diese ein wenig vorgestülpt, sodass in der Mitte eine schlitzförmige Öffnung bleibt.

Die Beschaffenheit der Geschlechtsöffnung stellt *Succinea* zwischen die Land- und Wasserlungenschnecken. *Succinea* hat nicht ganz vollständig getrennte Geschlechtsöffnungen, die in eine gemeinsame Grube münden. *Limnaea* weist dagegen getrennte Ausführungsgänge auf und *Helix* zeigt nur eine Ausmündung.

Mit einigen interessanten Beobachtungen über die Spermatozoen von *Succinea* will ich dieses Kapitel abschliessen. Die Samenfäden von *S.* sind bereits von PLATNER und RETZIUS beschrieben worden. Bei der Begattung werden die Spermatozoen frei übertragen und bilden zusammen eine milchigweisse, schleimige Masse, die im Wasser auseinandergeht. Ich fand nun bei meinen Untersuchungen, dass bei *S. putris* mitunter zweierlei Samenfäden vorkommen. Es handelt sich hier allerdings nur um zwei Beobachtungen, die erst mit Beginn des Herbstes, also gegen Ende der Begattungszeit, gemacht wurden, so dass weitere Beobachtungen an lebenden Tieren nicht mehr angestellt werden konnten. Deswegen und infolge unzweckmässiger Färbung sind Bericht und Abbildung, die diese Dispermie von *Succinea* betreffen, sehr unvollkommen. In dem einen Fall fand ich bei einer Begattung, als ich die Partner trennte, in einem Teil des von der aktiven Schnecke übertragenen lebenden Spermas zwei Arten von Samenfäden, die nicht durcheinander gemengt, sondern von einander geschieden und ausserdem beide beweglich waren. Jedoch

zeigte die eine Art, die einen bedeutend dickeren Kopf und Schwanz als die zweite Art hatte, eine grössere Beweglichkeit wie diese. Auf Schnitten durch die bursa copulatrix eines passiven Tieres, das zwölf Stunden nach der Begattung fixiert war, machte ich die andere Beobachtung. Auch hier lag die zweite Form des Spermas getrennt von der anderen. Die eine zeigte einen längeren und bedeutend schmäleren Kopf von fadenförmigem Aussehen als die andere, bei der er dicker und gedrungen war. Diese letztere Art repräsentiert die für gewöhnlich bei *S. putris* vorkommenden Samenfäden. Bei beiden Beobachtungen konnte es sich nicht um Entwicklungsstadien von Spermatozoen handeln, da ja das Sperma eben abgegeben oder schon übertragen war. Das lebend beobachtete stammte von einem und demselben Tier, während das in der Bursa auf Schnitten gefundene von zwei Schnecken herkommen konnte. Indessen spricht die erste Beobachtung dafür, dass es sich hier ebenfalls um Spermatozoen eines und desselben Tieres handelt.

Spermatozoen zweierlei Gestalt sind bei Schnecken schon oft beobachtet und beschrieben worden. Ich verweise hier auf die Arbeiten von VON SIEBOLD, MEVES, LAMS, LEYDIG, VON BRUNN, KOELER, BROCK, R. HERTWIG, POBOFF, KUSCHAKEWITSCH. Es handelt sich hier jedoch nur um Prosobranchier, vor allem um *Paludina vivipara* und *Murex*, niemals aber um Pulmonaten. Bei den Prosobranchiern besteht die zweite Art in den sogenannten wurmförmigen Spermatozoen. Die zweite Spermatozoenart von *Succinea* sieht diesen ähnlich, nur dass ihr die scharf ausgeprägten spiraligen Windungen des Kopfes fehlen. Ueber die Bedeutung der zweiten Art ist man verschiedener Ansicht gewesen. R. HERTWIG, MEVES u. a. meinen, dass beide Samenfäden zur Befruchtung dienen und geschlechtsbestimmend wirken. Die wurmförmigen Spermien im Ei zu finden, gelang erst KUSCHAKEWITSCH bei *Aporrhais pes pelicani*. Er beobachtet aber an ihnen typische Degenerationserscheinungen und in zwei Fällen stellt er ein Ausstossen solcher degenerierter Spermatozoen fest. Er schliesst sich nicht der Ansicht HERTWIGS an, da er einmal *eupyrene* und *apyrene* (wurmformige) Spermatozoen nebeneinander im Ei gefunden habe und da er auf späteren Befruchtungsstadien in allen Eiern *eupyrene* Samenfäden habe nachweisen können. Ferner werde die Unwahrscheinlichkeit der Hertwig'schen Annahmen noch dadurch verstärkt, dass das Verhältnis der wurmförmigen zu den haarförmigen Spermatozoen 1 zu 9 sei, infolgedessen die weib-

liche Bildung sehr begünstigt werden müsse. In Wirklichkeit waren beide Geschlechter ungefähr gleich zahlreich.

Für diese Ausführungen spricht nun auch das Vorkommen einer zweiten Spermatozoenart bei *S. putris*, denn hier haben wir es ja mit einer Zwitterschnecke zu tun, bei der eine geschlechtsbestimmende Wirkung wegfallen muss. Es ist wohl nicht anzunehmen, dass die zweite Art der Samenkörper bei *Succinea putris* eine andere Funktion hat als die der getrennt geschlechtlichen Prosobranchier.

Schliesslich sei noch eine Beobachtung angeführt. Meisenheimer berichtet in seinen Untersuchungen an *H. pomatia*, dass es ihm nicht gelungen sei, den Weg der Spermatozoen aus der *Fursa copulatrix* nach der Befruchtungstasche zu verfolgen. Diese Beobachtungen habe allein PÉREZ an *Helix aspersa* gemacht, indem er die nur zum kleinen Teil aus der Endblase auswandernden Spermatozoen an den verschiedensten Stellen dieses Weges habe feststellen können. Auch ich habe bei *Succinea* den Weg der Spermatozoen durch den Eileiter bis hinauf in die Samenblasen verfolgen können und zwar auf Querschnitten durch den Genitalapparat. Ich fand auf diesem Wege die Samenfäden in grossen Massen. Figur 5 zeigt einen Querschnitt durch den Spermovidukt mit den wandernden Samenfäden im weiblichen Teil. Ein Teil der Spermatozoen ist infolge der Ueberfülle sogar in den männlichen Teil übergetreten.

KAPITEL II

Die Copula.

Die Begattungszeit von *Succinea* liegt zwischen Ende April und Ende August. In den Monaten Mai, Juni, Juli finden die Begattungen gleichmässig häufig statt; nach dieser Zeit nehmen sie allmählich ab, bis sie spätestens im September gänzlich aufhören. Die Witterung hat hier grossen Einfluss; so konnte ich schon vom zehnten August 1912 ab keine Begattungen mehr beobachten, da nach dieser Zeit das Wetter kalt und regnerisch wurde. In dem heissen Sommer 1911 dagegen sah ich noch in den ersten Septembertagen Tiere sich begatten. Ebenso kann der Beginn der Begattungszeit variieren. Bei schönem Frühlingswetter copulieren die Tiere schon Ende April, während sie sonst erst Mitte Mai damit beginnen. Ueber-

haupt werden warme und feuchte Tage bevorzugt. Vor allem nach oder während eines lauen Sommerregens fand ich immer Schnecken in Copula. Die Tageszeit hat geringeren Einfluss; am häufigsten begannen sich die Tiere nachmittags von der zweiten-dritten Stunde ab zu vereinigen, seltener in den Vormittagsstunden. Dass die Schnecken mitunter auch nachts die Copula vollziehen, zeigten mir mehrere Paare, die in der siebenten und achten Stunde morgens nach vollzogener Begattung sich trennten. Da diese, wie ich noch berichten werde, ungefähr acht Stunden dauert, mussten die Tiere etwa um elf Uhr nachts damit begonnen haben. Ein die Begattung beeinflussender Faktor ist auch das Gewitter. Schon BAUDON berichtet in seiner Monographie der Succineen Frankreichs, dass die Schnecken bei Herannahen eines Gewitters infolge der elektrischen Spannungen in der Luft sich eifriger aufsuchten und zahlreicher copulierten als sonst. Auch ich machte eine solche Beobachtung. Als am 26. Juli 1912 ein Gewitter kam, konnte ich sehen, dass zahlreiche Schnecken, die in einem gemeinsamen Gefäss gehalten wurden und sich seit längerer Zeit nicht begattet hatten, plötzlich sich gegenseitig aufsuchten und copulierten oder es doch wenigstens versuchten. Ich beobachtete diese Erscheinungen schon vor dem Regen, ausserdem stand das Gefäss in einem Raum, in dem die Fenster geöffnet waren. Also wirkten hier in der Tat die elektrischen Spannungen und nicht etwa der Regen ein. Das Witterungsvermögen der Schnecken ist so gering, dass sie im Freien, wo sie zwar zahlreich vorkommen, doch verhältnismässig weit verteilt sind, mehr oder weniger auf ein zufälliges Beegnen angewiesen sind. Und so sind hier ihre Copulationen weniger zahlreich wie bei in einem Gefäss gehaltenen Tieren, die viel leichter auf einander treffen können. Aber auch schon die Grösse des Gefässes ist ausschlaggebend für die Häufigkeit der Begattungen. Dass die Schnecken im Freien ihr Copulationsbedürfnis durchaus nicht immer genügend, vielleicht mitunter überhaupt nicht befriedigen können, sah ich einmal daran, dass sich von fünfzig an einer Stelle gefangenen Succineen, die in einer ziemlich kleinen Schachtel nach Hause transportiert wurden, 2 Paare bereits auf dem Transport trotz heftigen Schüttelns zu begatten begannen und zahlreiche andere es noch zu Hause taten.

Gehen wir nun zu den Einzelheiten des Begattungsaktes über.

Nach allen meinen Beobachtungen möchte ich an einem kopulie-

renden Paare ein actives und ein passives Tier unterscheiden. Beide spielen eine ziemlich verschiedene Rolle. Eine begattungslustige Schnecke ist nicht schwer unter ihren Genossen zu erkennen. Sie kriecht langsam mit weit ausgestreckten Tentakeln umher, dabei unsichere, tastende Bewegungen mit dem Kopf ausführend, der bisweilen hoch aufgerichtet wird. Wir finden hier also ein ganz ähnliches Verhalten wie bei *Helix pomata*. Trifft eine solche Schnecke eine andere, so beginnt sie in der Regel sofort mit Begattungsversuchen, gleichgültig ob der Partner willfährig ist oder nicht. Dieser repräsentiert den passiven Teil, der sehr oft erst durch die aktive Schnecke zur Copulation angereizt wird. Charakteristisch für die Begattung von *Succinea* ist das Fehlen jedes eigentlichen Vorspiels, wie wir es etwa bei *Helix pomatia* finden. Das active Tier kommt von hinten an die rechte Seite des an einer Glaswand oder einem Pflanzenstengel sitzenden passiven Tieres, bis die Köpfe beider Schnecken dicht neben einander liegen. Der Partner ist nun meist schon so weit erregt worden, dass er sich zur Copula bereit findet. Er zeigt das durch ein leichtes Drehen des Oberkörpers nach links, um dadurch dem aktiven Tiere entgegen zu kommen. Denn die Lage der Geschlechtsöffnungen zwingt die Tiere eine Drehung zu beschreiben. Daneben zeigt die passive Schnecke lebhaftes Runzelbewegungen in der Umgebung der Genitalöffnung, die fortwährend ein wenig ein- und ausgestülpt wird. Die aktive Schnecke hat nun ebenfalls eine leichte Drehung des Oberkörpers und zwar nach rechts ausgeführt. Dabei liegt ihr vorderster Fussteil seitlich auf dem Hals des Partners und die Fusssohle führt lebhaftes Runzelbewegungen aus. Von Belegen oder ähnlichen Liebkosungen habe ich nie etwas bemerken können. Plötzlich quellen dann die Geschlechtskloaken beider Tiere durch hineinströmendes Blut mächtig auf, werden vorgestülpt und gegeneinander gepresst. Von da ab verhalten sich die Tiere völlig ruhig. Der ganze Vorgang bis hierher dauert etwa 5 bis 10 Minuten. Während bis zu dem Aneinandertreffen der Atria beide Tiere eine grosse geschlechtliche Erregung zeigen, beginnen sie jetzt allmählich in eine Art Begattungsstarre zu fallen. Die Begattungsstellung ist jetzt folgende: das passive Tier sitzt an der Glaswand oder einem Pflanzenstengel meist etwas schräg mit dem Kopf nach oben, oft auch vertikal, selten mit dem Kopf nach unten gerichtet. An der rechten Seite seiner Schale hängt die aktive Schnecke mit der gegen die des Partners gepressten Ge-

schlechtsöffnung. Die Gehäuse beider Tiere bilden meist knapp einen Winkel von 90°, die Tentakel sind halb oder fast ganz eingezogen. In dieser Stellung verharren nun die Tiere etwa 8 Stunden, sehr oft noch etwas länger; die Minimalzeit, die ich einmal beobachtete, war 6 $\frac{1}{2}$ Stunden. Dabei zeigen die Tiere, die doch sonst auf die leisesten Berührungen hin sich erschreckt einziehen, eine ganz erstaunliche Gleichgültigkeit gegen ihre Umgebung, wie dies ja auch Meisenheimer an *Helix pomatia* beobachtet hat. Ich nahm ein Paar und setzte es an eine andere Stelle oder brachte es in eine ganz beliebige Lage auf den Boden, ohne dass die Tiere auch nur den leisesten Versuch gemacht hätten, eine bessere Stellung einzunehmen. Nur bei sehr schmerzhaften Berührungen zeigte eine minimale Bewegung, dass die Tiere noch Empfindung besaßen. Auch als ich versuchte, die Tiere auseinander zu ziehen, gaben sie nicht nach und verharrten weiter in ihrer Stellung. Wie unglaublich fest die Tiere mit einander verbunden sind, sah ich, als mir einmal bei einem vorsichtigen Trennungsversuch beide Schalen zerbrachen. Trennte ich schliesslich zwei solche Tiere mit Gewalt, so riss stets dem einen der Penis und zwar immer nur der des aktiven Tieres, das daran zu Grunde ging. Der Penis der passiven Schnecke liess sich zwar auch schwer herausziehen, riss aber nicht. Der aktive Partner haitet also bedeutend fester wie der passive. Bei verschiedenen Präparationen fand ich ausserdem den Penis des passiven Tieres nicht vollständig ausgestülpt. Beide Penis unverletzt herauszuziehen gelang mir nur einmal und zwar in einem Moment kurz nach dem Aneinanderpressen der beiden Geschlechtskloaken. Eine Viertelstunde später ist eine Trennung ohne Verletzung schon nicht mehr möglich. Nebenbei sei bemerkt, dass die Penisausstülpung gleichzeitig mit dem Vorstülpen und Aneinanderpressen der Genitalöffnungen erfolgt. Die Gleichgültigkeit gegen ihre Umgebung haben die Schnecken übrigens schon vor der eigentlichen Begattung, wenn sie auf der Suche nach einem Partner sind. Eine solche begattungslustige *Succinea* reagiert so gut wie gar nicht auf Berührungen ihrer weit ausgestreckten Tentakel und ins Gehäuse zieht sie sich nur bei sehr schmerzhaften Berührungen zurück. Auch vorgesetztes Futter hält sie nicht ab weiter nach einem Partner zu suchen.

Haben die Schnecken mehrere Stunden, etwa 7 bis 8, in diesem Zustand der Begattungsstarre zugebracht, so beginnen sie allmählich auf Berührungen wieder zu reagieren, ein sicheres Anzeichen für die

bevorstehende Trennung. In der Regel ist es der passive Teil, der zuerst auf eine Trennung hin arbeitet. Er äussert das durch öfteres Einziehen des Kopfes. Die durch die erhöhte Blutzufuhr hervorgerufene Anschwellung der Atria ist inzwischen sehr zurückgegangen. Vorläufig ist das aktive Tier aber noch völlig apathisch, erst wenn die Trennungsversuche des Partners öfter und energischer wiederholt werden, erwacht es allmählich aus dem Zustand der Starre und beginnt nun auch seinerseits durch öfteres Einziehen des Kopfes eine Lösung anzustreben. Solche Lösungsversuche können mitunter 1 bis 2 Stunden dauern, denn nicht immer zeigt sich das aktive Tier so schnell zur Trennung bereit. Ich beobachtete einen Fall, wo die passive Schnecke, als ihr Gegner trotz andauernder und heftiger Bewegung des Kopfes sich nicht rühren wollte, einfach mit diesem ein Stück wegkroch. Die Trennungsversuche des aktiven Teiles hatten hier 7 1/2 Uhr abends begonnen und erst gegen 9 Uhr erfolgte die definitive Lösung. Diese geht glatt von statten, ohne dass in der Regel die beiden Penis zu sehen wären. Nur einmal sah ich bei zwei in Trennung begriffenen Individuen den passiven Teil mit freiliegendem ausgestülpten Penis, während das aktive Tier noch fest mit dem Partner verbunden war. Der ausgestülpte sichtbare Penis sass kurz vorher noch vollkommen normal in der Vagina des aktiven Tieres. Um ein verfehltes Ausstossen bei Beginn der Copula handelte es sich hier also nicht. Nach der Lösung konnte ich niemals Liebkosungen irgend welcher Art, etwa Belecken, beobachten, dagegen sah ich die Tiere Krümmungen des Kopfes und des Schwanzes ausführen, wie sie auch kurz vor der Begattung häufig zu sehen sind. Beide Teile sind jetzt ziemlich ermattet, was sich in geringer Haftungsfähigkeit und langsamen Bewegungen äussert. Es vergeht immerhin einige Zeit, eine Viertelstunde etwa, bis die Tiere davonkriechen. Oft sieht man noch längere Zeit nach der Trennung die Geschlechtskloake als kleine weissliche Vorstülpung.

Aus dem geschilderten Verhalten beider Tiere ist also zu sehen, dass der aktive Teil, der meist vor der Begattung mehr erregt ist als sein Partner, auch in einen längeren Erstarrungszustand gerät, während das passive Tier, meist geringer erregt, auch eher wieder erwacht.

Wie die Begattung von *Succinea* eben beschrieben worden ist, verläuft sie indessen keineswegs immer. Oft kommt es vor, dass die passive Schnecke sich nicht begattungslustig zeigt. In der Regel

kriecht dann das aktive Tier über den Kopf auf die linke Seite seines Partners, an dieser entlang, nach hinten und wieder auf die rechte Seite, bis es schliesslich die alte Lage einnimmt. Dieses Herumwandern um den Körper der passiven Schnecke kann sich mehrere Male wiederholen. Meist wird diese dann so weit erregt, dass sie sich zur Begattung bereit zeigt. Jedoch kommt es vor, dass der passive Teil überhaupt nicht reagiert. So beobachtete ich einmal ein Tier, das sich begatten wollte und einen Partner traf, der durchaus nicht entgegenkommend war. Das aktive Tier wanderte nun mehrere Male um das passive begattungsunlustige herum, ohne es jedoch zu erregen. Erst als nach 38 Minuten langen Bemühungen die Schnecke kein Entgegenkommen fand, entfernte sie sich. Seltener sind die Fälle, wo der aktive Teil sich sofort wieder entfernt, falls der passive begattungsunlustig ist. Ein Fall scheint mir dafür zu sprechen, dass mitunter eine sexuelle Auswahl stattfindet. Eine begattungslustige Schnecke traf eine andere, die die passive Rolle übernahm und sofort zur Copula bereit war. Der angreifende Teil nahm die übliche Begattungsstellung ein, während der passive seinen Kopf dem Partner entgegen drehte und ein deutliches Anschwellen der Geschlechtskloake zeigte. Statt nun zur Begattung zu schreiten, liess die aktive Schnecke plötzlich den Partner im Stich und kroch davon.

Bei einem copulierenden Paare ist das aktive Tier meist das kleinere, oft sind auch beide Partner gleich gross. Aeusserst selten dagegen sind die Fälle, wo das passive Tier das kleinere ist. Mit kleineren Partnern lässt sich ein aktives Tier nur bei sehr starker sexueller Erregung ein.

Was die Zahl der Begattungen betrifft, so habe ich nur beobachten können, dass sich ein Tier wohl öfter begatten kann, indem es einmal die aktive Rolle und wie ich es beispielsweise in einem Fall sah, 3 Tage später die passive übernahm. Passiv konnte sich ein Tier öfter an der Copula beteiligen, nie aber fand ich Schnecken, die die aktive Rolle mehr als einmal übernommen hätten. Ob dies Regel ist, will ich dahingestellt sein lassen, da meine Beobachtungen nicht ausreichen. Unsicher ist mir auch noch, ob bei der Begattung nur das aktive Tier Sperma überträgt oder beide. Mir scheint das erstere der Fall zu sein. Ich fand nämlich in zwei Fällen die Bursa copulatrix eines aktiven Tieres kurz nach der Trennung völlig leer, während die des passiven prall mit Sperma gefüllt war. In den

übrigen Fällen, wo ich die Bursa passiver Tiere untersuchte, war diese mit Sperma gefüllt, das jedoch sehr leicht von früheren Begattungen stammen konnte. Dass eine Begattung für mehrere Eiablagen genügt, konnte ich mehrfach beobachten.

Zum Vergleich sei nun die Copula von *Limnæa* kurz geschildert, die in die Zeit vom Frühjahr bis in den Herbst fällt. Es findet nur eine einseitige Befruchtung statt. Das aktive Tier besteigt hierbei das passive, das sich durchaus nicht stören lässt, weiterkriecht und mitunter ruhig dabei frisst. Nur der aktive Partner stülpt den Penis aus und begattet den anderen. Charakteristisch ist ferner das Fehlen jedes Vor- und Nachspieles. Die Aehnlichkeit mit der Copula von *Succinea* fällt auf. Zum Schluss möchte ich noch auf einen Punkt hinweisen, der hier ebenfalls für die Aehnlichkeit beider Gattungen zu sprechen scheint. *Limnæa* copuliert niemals auf dem Boden, sondern immer nur an den Wänden des Glasgefäßes, in dem sie gehalten wird oder an den Stengeln der Wasserpflanzen. Eine biologische Erklärung hierfür ist nicht schwer. Der Sand oder Schlamm des Bodens bietet nicht genügend Sicherheit für einen festen Halt, insofern er leicht fortgeschwemmt wird. Merkwürdigerweise verhält sich in dieser Hinsicht *Succinea* ganz ebenso wie *Limnæa*. Ich brachte öfter begattungslustige Bernsteinschnecken auf dem Boden zusammen, die meist lange Zeit vergebliche Begattungsversuche ausführten. Die Copulation der Tiere erfolgte stets nur an der Glaswandung oder einem Pflanzenstengel.

KAPITEL III

Die Eier und ihre Ablage.

Auf die Begattung folgt nach einiger Zeit die Eiablage. Die Zeit, die zwischen beiden liegt, konnte ich sicher nicht feststellen, da, wie ich schon in dem Kapitel über die Copula erwähnte, eine Begattung für mehrere Eiablagen genügen kann. Als ich 2 Schnecken, die eben copuliert hatten, isolierte, legte die passive Schnecke 21 Tage nach der Begattung ein Eipaket ab. Wahrscheinlich wird überhaupt keine allgemein gültige Zeit anzugeben sein. Die Ablagen erfolgen gleich zahlreich im Mai, Juni, Juli, nehmen im August ab und finden nur noch vereinzelt im September statt. Die Witterung spielt hier

ebenfalls eine grosse Rolle. Bei kaltem, unfreundlichem Wetter habe ich nie frisch gelegte Eier gefunden. Während der Eiablage sitzt die Schnecke mit ziemlich weit eingezogenem Kopfe und vollständig oder fast vollständig zurückgezogenen Tentakeln da. In kurzen Zeiträumen kommen die Eier aus der Genitalöffnung, die ein wenig vorgestülpt ist. Das Tier zeigt dabei ein ziemlich apathisches Verhalten gegen seine Umgebung. Die Ablage erfolgt, wenn es sich um in der Gefangenschaft gehaltene Schnecken handelt, an die Wände des Terrariums oder an die Stengel der Futterpflanzen, auch auf den Boden, im Freien an die Pflanzenstengel nicht zu weit über dem Boden oder auch auf faules Laub. Keineswegs werden die Eier, wie PFEIFFER meint, nur an Ufer abgelegt, die ständig vom Wasser gespült werden, schon deswegen nicht, weil zahlreiche Bernsteinschnecken fern von einem Gewässer ihren Aufenthalt haben. Auch die im Terrarium gehaltenen Schnecken legten ihre Eier viel seltener ins Wasser als an Pflanzenstengel oder an die Wand des Gefässes. Die Eier sind zu Paketen verbunden, die ein traubenförmiges Aussehen haben. Der Zusammenhang wird durch eine gallertige Hülle bewirkt, die die Eier umgibt und die Loslösung eines einzelnen Eies vom Paket ausserordentlich schwer macht. Moquin-Tandon beschreibt die gallertige Hülle als leicht bernsteinfarbig. Sie ist jedoch farblos glasartig; der leicht bernsteinfarbene Ton wird durch die gelbliche Färbung des Nahrungsdotters hervorgerufen.

Die Zahl der Eipakete, die gelegt werden, ist eine ausserordentlich grosse. So legten 3 Tiere innerhalb zweier Monate von Mitte Mai bis Mitte Juni deren 13. Rechnet man etwa 40 Eier auf ein Paket, so haben wir hier also mit etwa 500 Nachkommen zu rechnen, die 3 Schnecken in so kurzer Zeit zu erzeugen imstande sind. Zieht man nun noch in Betracht, dass es sich um mehrjährige Schnecken handelt, so ist ungefähr die Grösse der Zahl festzustellen, die die Nachkommenschaft einer einzelnen Schnecke angibt. *Succinea putris* ist zwar weit und zahlreich verbreitet, nach diesen Berechnungen müsste man sie jedoch noch ganz bedeutend zahlreicher antreffen. Die starke Produktivität hat einen entgegenwirkenden Faktor, der diese Ueberzahl reduziert. Dieser liegt in der schon besprochenen grossen Empfindlichkeit der Eier und der ganz jungen Tiere gegen Trockenheit.

Ein einzelnes Eipaket enthält durchschnittlich 40 bis 50 Eier, jedoch variiert diese Zahl sehr. 60 bis 70 Eier sind keine Seltenheit.

So zählte ich beispielsweise in einem Paket, das 13 mm lang und 6 mm breit war und in dem die Eier in 2 übereinanderliegenden Schichten lagen, 69, in einem anderen sogar 95 Eier. Andere dagegen haben nur 20 oder 30 Eier. Die Pakete bestehen aus 2 bis 4 übereinandergelagerten Schichten von Eiern. Kommen die Eier ins Wasser, so quellen sie sofort mächtig auf. Auch lange Zeit der Trockenheit ausgesetzt und abgestorben tun sie dies noch. So wurde das eben erwähnte 13 mm lange und 6 mm breite Paket als es ins Wasser gesetzt wurde, 15 mm lang und 8 mm breit. Das Ausschlüpfen der jungen Tiere erfolgt in unseren Gegenden nach 18 Tagen und zwar kriechen die nach aussen liegenden am frühesten, die inneren zuletzt aus. Es vergehen immer noch etwa 3 Tage, bis sämtliche Tiere die Eier verlassen haben. Die Zeit zwischen Ausschlüpfen und Ablage variiert nach dem Klima. So berichtet MOQUIN-TANDON in seiner Monographie der Succineen Frankreichs, dass etwa nach 14 bis 15 Tagen die jungen Tiere herauskämen.

Betrachtet man ein frisch gelegtes Paket unter der Lupe, so sieht man die einzelnen Eier vollständig abgerundet neben einander liegen. Nach ein paar Tagen sind sie jedoch gewöhnlich gegen einander abgeplattet und zeigen scharf ausgeprägte Ecken und Kanten. Dass die Eier in Form und Beschaffenheit denen der Wasserschnecken ähneln, hat schon PFEIFFER erwähnt. Sie sind nicht isoliert, wie die Eier der Landschnecken und entbehren der Schale; auch einzelne Kalkkrystalle habe ich in den Eihüllen nicht nachweisen können. Als ich jedoch einem aus seinem Paket getrennten und sorgfältig mit destilliertem Wasser abgewaschenen Ei etwas verdünnte Oxalsäure zusetzte, konnte ich nach kurzer Zeit die Bildung winziger Kristalle von Octaederform nachweisen. Ohne Zweifel ein Nachweis für Spuren von Kalk. Diese Spuren fand ich indessen auch in den Eiern von *Limnæa st. gnalis*.

Ein Ei misst im Durchmesser 1.8 bis 1.9 mm; auf den Nahrungsdotter fallen 1.2 mm. Eihüllen sind 3 vorhanden, eine innere zarte, eine mittlere stärkere und eine äussere wieder zarte Hülle. Der Dotter ist hoch gelb, oft nur schwach gelb gefärbt. Mit der Zeit nimmt die Intensität seiner Farbe ab. In dem Dotter liegt die Eizelle, deren erste Furchungen man deutlich beobachten kann. So sah ich an einem Vormittag 11 Uhr 24 den ersten Anfang einer Zweiteilung, die sich nur auf der einen Seite bemerkbar machte. 11 Uhr 43 war die Einschnürung deutlicher hervorgetreten, aber immer noch nur auf

der einen Seite. 11 Uhr 48 wurde sie auch auf der andern Seite sichtbar und 11 Uhr 52 war sie vollendet.

KAPITEL IV

Das Verhalten gegen Trockenheit.

Interessant schien mir die Frage über das Verhalten der *Succinea* gegen Trockenheit. Aehnelt sie den Wasserschnecken, insbesondere den Limnaeiden, mit denen sie sonst so vieles gemein hat oder zeigt sie das typische Gebahren einer Landschnecke, die gegen die Trockenheit gute Schutzmittel aufweist? Ich will gleich die Antwort auf diese Fragen vorweg nehmen. *Succinea* nimmt eine Mittelstellung ein, indem sie auf der einen Seite den typischen Landschnecken, auf der anderen typischen Wasserschnecken ähnelt. Zur Erläuterung gehe ich zur Wiedergabe meiner Beobachtungen über, die ich zum Teil in der freien Natur, zum Teil durch das Experiment angestellt habe.

Die Beobachtungen in der Natur zeigten mir, dass die erwachsenen Succineen ausserordentlich viel Trockenheit vertragen können. Ich fand nämlich im Sommer 1912 an derselben Stelle, an der ich die infizierten Bernsteinschnecken antraf (s. später), *Succinea putris* in grossen Mengen. Die Stelle war, wie schon gesagt, der prallen Sonne stark ausgesetzt, da keine Bäume sie beschatteten. Das nächste Wasser war einige hundert Schritt entfernt. Bei den im April und Mai gefundenen Exemplaren handelte es sich nun immer um grosse, ausgewachsene oder mittelgrosse Tiere, nie aber um kleine junge. Ich kam dadurch auf die Vermutung, dass junge Tiere im Gegensatz zu älteren nicht im Stande seien, die Trockenheit des heissen Sommers 1911 auszuhalten oder dass sie sich überhaupt nicht entwickelt hätten, da schon die Eier durch die Trockenheit litten. Diese Vermutungen gewannen an Wahrscheinlichkeit durch meine Experimente.

Ich teilte nämlich ein frisch gelegtes Eipaket in 2 Teile. Den einen brachte ich auf eine vollständig trockene Glastafel, indem ich so die Eier der freien Luft aussetzte, den andern Teil legte ich zur Kontrolle in ein kleines Gefäss, welches soviel Wasser enthielt, dass die Eier ständiger Feuchtigkeit ausgesetzt waren. Der Versuch wurde in dem

Aquarium des Zoologischen Instituts ausgeführt, einem Raum also, in dem die Luft reich an Wasserdampf war. Am 13. Mai mittags wurden die Eier der Luft ausgesetzt, am 14. Mai früh 7 Uhr waren sie ziemlich stark eingetrocknet und geschrumpft. Ich fügte Wasser hinzu, worauf die Eier wieder aufquollen. Sie waren jedoch nicht mehr im Stande, sich während weiterer 6 Tage zu entwickeln. Die feucht gehaltenen Eier zeigten bald drehende Embryonen, die nach einiger Zeit ausschlüpfen. Dieser Versuch zeigt also, dass die Eier von *Succinea* so gut wie keine Trockenheit aushalten, da sie nicht einmal $\frac{3}{4}$ Tag in der feuchten Luft des Aquariums sich lebensfähig erhalten konnten. Dass die Eier von *Succinea* an der Luft nicht ausdauernd sind, erwähnt übrigens schon PFEIFFER.

Zu ganz ähnlichen Resultaten gelangte ich, als ich mit jungen nur einige Tage alten Schnecken denselben Versuch machte. Die Tiere durften niemals länger als einige Stunden der freien Luft, auch nicht der feuchten Aquariumsluft ausgesetzt werden, sonst gingen sie zu Grunde. Dem entsprach auch vollkommen ihre sonstige Lebensweise. Sie krochen ganz im Gegensatz zu ihren älteren Genossen stets im Wasser. Die jungen Tiere umgibt, wie schon Baudon berichtet, Schleim, der viel reichlicher ist wie bei den alten und der sie von der Flüssigkeit isoliert. B. fand junge Succineen fast immer am Fusse von Schilfrohr in einer Tiefe von 30 bis 40 cm unter dem Wasserspiegel. Erst später erscheinen sie an der Oberfläche. Aeltere Succineen lieben zwar auch das Wasser, aber selten habe ich sie vollständig ins Wasser gehen sehen.

Wie äussert sich nun das Verhalten älterer Bernsteinschnecken, wenn sie der Trockenheit ausgesetzt werden? Schon FISCHER, CLESINU. a. berichten, dass *Succinea* bei trockenem Wetter einen Schleimdeckel oder ein Trockenhäutchen bildet. Fischer schreibt ausserdem, dass das Epiphragma in der ersten Zeit seiner Bildung einen zentralen Spalt aufweist. Ein völlig ausgebildetes Trockenhäutchen wird nun aber, wie ich mich überzeugen konnte, keineswegs immer gebildet. Das hängt ganz von der Jahreszeit ab. Setzte ich Bernsteinschnecken kurz nach der Ueberwinterung oder im Sommer der Trockenheit aus, so sah ich stets nur eine kurze häutige Verbindung zwischen dem Schalenrand und dem Gefäss oder dem Pflanzenstengel, an dem das Tier hing, nie konnte ich einen richtig ausgebildeten Schleimdeckel, der sich vollständig vor die Schalenöffnung legte, beobachten. Dieser bildete sich erst, wenn die Schnecken vom

September ab ohne Wasser gehalten wurden. Der Schleimdeckel scheint also in erster Linie eine Anpassung an die Ueberwinterung zu sein, in zweiter Linie erst an die Trockenheit. Er bildet sich von den Schalenrändern ausgehend, indem sich dabei die Schnecke immer weiter zurückzieht, zuletzt nur noch in der Mitte mit dem Fuss an der Glaswand haftend, bis schliesslich auch dieser Teil des Fusses zurückgezogen wird und das Trockenhäutchen fertig gebildet ist. Es ist glasartig hell, glänzend, elastisch. War ein Stück Schale ausgebrochen, so wurde das Häutchen an der tiefsten Einschnittstelle und an den entsprechenden Stellen über dem unverletzten Schalenrand angesetzt. Die Tiere zogen sich der Trockenheit ausgesetzt, etwa auf $\frac{3}{4}$ bis $\frac{2}{3}$ der Gehäuselänge zurück.

Ich stellte nun verschiedene Versuche an, die ermitteln sollten, wie lange erwachsene Bernsteinschnecken die Trockenheit aushalten und welche Gewichtsveränderungen dabei eintreten. Zu diesem Zwecke war es zunächst nötig, dass die Versuchstiere sich in einem möglichst gleichen Zustand befanden. Es durfte nicht ein Tier mehr Futter zu sich genommen haben als das andere, da sonst die verschiedenen Exkretabsonderungen während der Versuchszeit Ungenauigkeiten in den Gewichtsverhältnissen ergeben haben würden. Ich liess deswegen die Tiere mehrere Tage hungern und versorgte sie nur mit Feuchtigkeit, bis keine Exkrete mehr abgesondert wurden. Mittels Löschpapier wurde das überschüssige Wasser von den Tieren weggesogen, die dann einzeln auf abgewogene Glas tafeln gebracht und mit diesen zusammen gewogen wurden. Da die Tiere sich bei Wassermangel schnell an den Glastafeln festhefteten, konnten sie leicht mit diesen zusammen gewogen werden. Auf diese Weise wurde eine Zerstörung des Trockenhäutchens vermieden und ich kam zu genauen Resultaten. Die Gewichte berechnete ich auf 4 Dezimalstellen; aufbewahrt wurden die Schnecken in einem Raum des Zoologischen Instituts, der vollkommen trockene Luft hatte. Die Temperatur dieses Raumes schwankte bei den Versuchstieren der nachfolgenden Tabelle I zwischen $16\frac{1}{2}$ und 19° Celsius, bei denen der Tabelle II zwischen 15 und 20° Celsius. In den beiden Tabellen sind die Ergebnisse meiner Versuche niedergelegt. Die Resultate sind folgende :

1. Die beobachtete Maximaldauer der Zeit, die ein Tier bei einer zwischen 15 und $20\frac{1}{2}^{\circ}$ Celsius schwankenden Temperatur ohne

Wasser bestehen kann, beträgt 100 Tage. Nach diesem Zeitraum wurden die Tiere der Tabelle II, ferner 3 zu gleicher Zeit gehaltene, aber nicht gewogene Schnecken mit Wasser besprengt und sie erwachten wieder zum Leben;

2. Die Tiere können vom Herbst ab besser und länger Trockenheit aushalten als im Frühjahr und Sommer. Dies zeigten mir auch noch andere Tiere, die ich der Trockenheit aussetzte, ohne aber ihre Gewichtsveränderungen zu bestimmen. Es liegt dies an der erwähnten mangelhaften Ausbildung des Trockenhäutchens. Tier 9 der Tabelle I hatte sich auf die Glastafel derart aufgelegt, dass ein Teil der Gehäusemündung vollkommen frei an der Luft lag, ohne dabei durch ein Häutchen verschlossen zu sein. Infolgedessen ging die Schnecke auch so zeitig zu Grunde;
3. Dass die beobachtete Maximalgewichtsabnahme bei einer lebenden Schnecke nahezu $\frac{2}{3}$ des ursprünglichen Körpergewichts beträgt;
4. Vor dem Tode macht sich in der Regel eine Gewichtsabnahme bemerkbar die bedeutend grösser ist als die vorausgehenden Gewichtsabnahmen (s. bes. Tier 1, 3, 5, 7, 8 von Tabelle I);
5. In der ersten Zeit der Trockenhaltung findet eine Gewichtsabnahme statt, die ausserordentlich gross ist im Vergleich zu den nachfolgenden Gewichtsabnahmen (bis 30 %). Dies erklärt sich daraus, dass bis zur Ausbildung des Trockenhäutchens immer einige Tage vergehen.

KAPITEL V

Die Färbung.

Unter Färbung verstehe ich im Folgenden in erster Linie die Farbe des Mantels, wie sie bei aufliegender Schale gesehen wird. Daneben sollen noch einige Beobachtungen über die Pigmentierung des Fusses wiedergegeben werden. *Succinea putris* variiert ausserordentlich in der Färbung. BAUDON meint, dass je nach der Beschaffenheit des Bodens, nach seinem Kalkgehalt eine mehr oder weniger bestimmt ausgeprägte Färbung des Gehäuses zu Tage tritt (wie ich vermute,

Tabelle I.

DATUM.	30. April 1912.	14. Mai 1912.	4. Juni 1912.	23. Juni 1912.	16. Juli 1912.
Zahl der Tage nach der Versuchs- ansetzung	0	14	35	56	77
Gewicht, in Gramm	0.2918	0.2450	0.2310	0.2157	0.1048
Gewichtsabnahme, in Prozent . . . . .	...	16.04	20.84	26.08	64.09 $\left. \begin{array}{l} \text{Tot} \\ \text{in der} \\ \text{12. Woche.} \end{array} \right\}$
Gewicht, in Gramm	0.2558	0.2035	0.1782	0.1492	...
Gewichtsabnahme, in Prozent . . . . .	...	20.45	30.34	41.68 $\left. \begin{array}{l} \text{Tot} \\ \text{in der} \\ \text{10. Woche.} \end{array} \right\}$	...
Gewicht, in Gramm	0.0920	0.0634	0.0433	...	...
Gewichtsabnahme, in Prozent . . . . .	...	31.09	52.94 $\left. \begin{array}{l} \text{Tot} \\ \text{in der} \\ \text{6. Woche.} \end{array} \right\}$	...	...
Gewicht, in Gramm	0.0751	0.0535	0.0466	0.0415	...
Gewichtsabnahme, in Prozent . . . . .	...	28.77	37.59	55.25 $\left. \begin{array}{l} \text{Tot} \\ \text{in der} \\ \text{10. Woche.} \end{array} \right\}$	...

5	Gewicht, in Gramm	0.0566	0.0485	0.0436	0.0403	0.0292
	Gewichtsabnahme, in Prozent .	...	14.31	22.97	28.80	48.41 $\left\{ \begin{array}{l} \text{Tot} \\ \text{in der} \\ \text{12. Woche.} \end{array} \right.$
6	Gewicht, in Gramm	0.2403	0.1873	0.1589	...	...
	Gewichtsabnahme, in Prozent .	...	22.06	33.88 $\left\{ \begin{array}{l} \text{Tot} \\ \text{in der} \\ \text{8. Woche.} \end{array} \right.$	...	...
7	Gewicht, in Gramm	0.3422	0.2579	0.2275	0.2052	0.1528
	Gewichtsabnahme, in Prozent .	...	24.64	33.52	40.04	55.35 $\left\{ \begin{array}{l} \text{Tot} \\ \text{in der} \\ \text{12. Woche.} \end{array} \right.$
8	Gewicht, in Gramm	0.2080	0.1797	0.1651	0.1365	..
	Gewichtsabnahme, in Prozent .	...	13.61	20.63	34.38 $\left\{ \begin{array}{l} \text{Tot} \\ \text{in der} \\ \text{9. Woche.} \end{array} \right.$	...
9	Gewicht, in Gramm	0.1917	0.1603	...	...	...
	Gewichtsabnahme, in Prozent .	...	16.38 $\left\{ \begin{array}{l} \text{Tot} \\ \text{in der} \\ \text{5. Woche.} \end{array} \right.$	...	...	...
10	Gewicht, in Gramm	0.1033	0.0902	0.0840	0.0810	..
	Gewichtsabnahme, in Prozent .	...	12.69	18.69	21.59 $\left\{ \begin{array}{l} \text{Tot} \\ \text{in der} \\ \text{10. Woche.} \end{array} \right.$	...

Tabelle II.

DATUM.	7. September 1912.	13. September 1912.	19. September 1912.	1. Oktober 1912.	25. Oktober 1912.	18. November 1912.
Zahl der Tage nach der Versuchs- ansetzung	0	6	12	24	48	72
{ 1 } Gewicht, in Gramm	0.4100	0.3155	0.2963	0.2760	0.2454	0.2121
{ 2 } Gewichtsabnahme, in Prozent . . . . .	...	23.05	27.73	32.68	40.15	48.27
{ 3 } Gewicht, in Gramm	0.2680	0.2403	0.2374	0.2257	0.2126	0.1950
{ Gewichtsabnahme, in Prozent . . . . .	...	10.34	11.42	15.78	20.68	27.24
{ Gewicht, in Gramm	0.6000	0.4513	0.3913	0.3632	0.3172	0.2712
{ Gewichtsabnahme, in Prozent . . . . .	...	24.79	34.79	39.74	47.14	54.80

Am 16. Dezember 1912 sämtl.
Tiere durch Befenchung mit
Wasser zum Leben erweckt.

meint B. hier die Farbe der Schale und die des darunterliegenden Mantels). Davon konnte ich mich jedoch nicht überzeugen. Alle von mir auf ihre Färbung hin beobachteten Tiere waren von einer Stelle eingesammelt und zeigten die weitgehendsten Farbenvariationen. Zur näheren Erläuterung gebe ich im Folgenden eine Farbenschilderung der einzelnen von mir gemachten Fänge. Es handelt sich dabei, wie schon gesagt, um die Färbung des Mantels durch das Gehäuse betrachtet. Das Letztere ist bei den einzelnen Tieren mehr oder weniger bernsteingelb gefärbt und ändert natürlich seine Farbe nicht.

17. April 1912. — 12 *Succinea putris* zeigen durchweg eine einheitliche Farbe, ein schmutziges unscheinbares Graubraun. Bei keiner Schnecke fand ich die sonst so häufige bernsteingelbe Farbe.

21. April 1912. — Bei circa 70 *Succinea putris* war die Farbe eine mehr oder weniger graue; durchschnittlich sahen die Tiere aber bedeutend heller aus wie die am 16. dieses Monats gefundenen. Ein Tier zeigte sich nahezu gelb gefärbt. Ferner waren einige mit ganz reinen und hellen Färbungen vorhanden. Jedenfalls sah ich hier schon, dass verschieden gefärbte Schnecken an einem Fundort vorkommen können.

24. April 1912. — 15 Tiere zeigten ein ganz ähnliches Aussehen wie die vorigen. Eine Schnecke war ausserordentlich hell. Die schmutzig grau gefärbten Succineen behielten ihren Farbton vollständig bei, als ich sie mit Wasser abwusch. Die Färbung rührte also nicht von Bodenpartikelchen her.

8. Juni 1912. — 70 bis 80 Bernsteinschnecken wiesen ausserordentlich grosse Verschiedenheit in ihren Färbungen auf. Diese schwankten zwischen dem dunkelsten Gelb und einem ganz hellen Grau.

1. Juli 1912. — Circa 50 Schnecken zeigten dieselben weitgehenden Farbenvariationen. So fanden sich Tiere von goldgelber Farbe, die bei anderen bis in tief dunkelbraune Farbe überging. Daneben waren Tiere vorhanden, die eine weisslich graue Farbe mit einem mehr oder weniger starken gelben Ton untermischt aufwiesen. Oft war diese Farbe sehr hell, oft ging sie direkt in graubraun über, selten fanden sich grauschwarz gefärbte Schnecken.

6. August 1912. — Etwa 50 Bernsteinschnecken zeigten dieselben Farbenvariationen.

1. September 1912. — 83 Schnecken hatten nicht mehr die Inten-

sität in ihren Färbungen wie die Tiere der eben angeführten Fänge. Es machte sich hier ein ziemlich einheitlicher schmutzig graubräunlicher Ton geltend. Nur wenige Succineen zeigten helle reinliche Farben. Die Witterung war in den letzten Wochen ausserordentlich kalt und unfreundlich geworden. Es hatte sich also hier der Temperatureinfluss geltend gemacht.

Bei im Oktober oder November gefangenen Tieren war der schmutziggraubraune Ton noch deutlicher ausgeprägt. Schnecken, die im Sommer eine leuchtende rotgelbe Farbe aufgewiesen hatten, hatten noch deutlich die gelbliche Färbung. Nur war sie nicht mehr so intensiv. Die Gehäusefarbe wurde hier eben nicht gänzlich durch die Mantelfarbe unsichtbar gemacht.

Noch einige Worte über die Fusspigmentierung. Der Fuss von im Sommer gefangenen Tieren zeigte meist eine weisse Farbe; bei Vielen war er mehr oder weniger schwarzkörnig pigmentiert. Mitunter fand ich Schnecken, die eine so starke Schwarzpigmentierung aufwiesen, dass der ganze Fuss total schwarz erschien. Dagegen zeigte der Fuss von im Frühjahr und Herbst gesammelten Tieren einen mehr oder weniger ausgeprägten schmutziggelben Ton. Eine rein weissliche Fussfärbung fand ich in diesen Jahreszeiten äusserst selten.

Aus den vorliegenden Beobachtungen ist also zu ersehen, dass Tiere, vor oder nach dem Winter gefangen, eine Vereinheitlichung und Verdunkelung in ihren Färbungen aufweisen. Von den leuchtenden und reinen Farben, die in grossen Variationen auftreten können, ist nichts oder nur wenig zu sehen. Die Tiere sind durch eine typische Winterfärbung charakterisiert. Ganz anders dagegen ist ihr Aussehen im Sommer, wo die weitgehendsten Farbenverschiedenheiten auftreten infolge von Wärme und Feuchtigkeit, den zu dieser Zeit ausschlaggebenden Faktoren.

Eine Bestätigung dieser Angaben fand ich, als ich mit einigen Schnecken experimentierte, indem ich sie längere Zeit Kälte und Trockenheit aussetzte und die dabei stattfindende Farbenänderung beobachtete.

Am 1. Juli 1912 wählte ich 4 Versuchstiere aus, 2 von goldgelber (Tier 1 und 2) und 2 von blass hellgelber Farbe (Tier 3 und 4). Tier 1 und 3 brachte ich ohne Wasser in den Keller, setzte sie also Trockenheit und niederer Temperatur aus. Tier 2 und 4 dagegen erhielten Wasser und Futter bei warmer Temperatur.

Am 27. Juli zeigten Tier 2 und 4 die unveränderte Intensität ihres Farbtones; Tier 1 und 3 dagegen wiesen eine deutliche Verdunkelung auf. Namentlich das blasshellgelbe Tier 3 zeigte den bräunlichen Ton, der bei nach der Ueberwinterung gefundenen Schnecken immer zu sehen ist. Die goldgelbe Schnecke 1 wies auch eine Verdunkelung auf; der gelbliche Schalenton war aber immer noch deutlich sichtbar.

KAPITEL VI

Die Lebensweise.

Die Lebensweise von *Succinea* ist schon ausführlich von MOQUINTANDON und BAUDON geschildert worden, sodass ich auf eine eingehende Wiedergabe verzichten kann. Im wesentlichen kann ich die von diesen Autoren gemachten Angaben bestätigen. Dass *Succinea putris* nicht nur in der Nähe von Wasser vorkommen kann, habe ich bereits in dem Artikel über die Trockenheit auseinandergesetzt. Von den beiden anderen hier vorkommenden *Succinea*-arten, *S. Pfeifferi* und *S. oblonga* habe ich die erstere niemals fern vom Wasser, sondern meist sogar auf Schilf, das mitten im Wasser stand, gefunden, im Gegensatz zu *S. oblonga*, die ich niemals in nächster Nähe von Gewässern antraf. *S. putris* steht also in der Mitte zwischen beiden, indem sie sowohl an trockenen wie an feuchten Stellen vorkommt. Auf das sehr häufige Vorkommen von *S. putris* habe ich schon hingewiesen. *S. Pfeifferi* ist schon bedeutend seltener anzutreffen, während *S. oblonga* nur selten und vereinzelt gefunden wurde.

Ueber die Ueberwinterung soll noch einiges gesagt werden. Die Tiere kriechen etwa im November, oft auch schon im Oktober unter faule Blätter und zwischen die Erdkrumen, an faulenden Pflanzenteilen sich aufhängend. Sie scheiden dabei ein zartes Häutchen ab, wie sie es auch bei Trockenheit zu tun pflegen. Nur ist ein solches-Trockenhäutchen nicht so vollständig ausgebildet wie ein zur Ueberwinterung gebildetes. Dass die Tiere sich frei an den Stengeln ihrer Futterpflanze aufhängen, um zu überwintern, habe ich nie beobachten können. Wurden aber die Tiere in der Gefangenschaft gehalten, so hingen sie sich an die Wände des Glasgefässes auf und überwinterten hier. Künstlich die Tiere während des Winters

wachzuhalten ist nicht leicht. Sie reagieren dann bedeutend schneller auf Trockenheit und scheiden sehr rasch ein Häutchen ab, an dem sie sich aufhängen. Anfang April etwa erwachen die Tiere und kommen aus ihrem Versteck hervor. Sie zeigen dabei eine grosse Schwäche und können nur schwer an ihrer Unterlage haften. Nach einigen Tagen, wenn sie Nahrung zu sich genommen haben, zeigen sie sich dann wieder vollständig kräftig und munter.

KAPITEL VII

Der Herzschlag.

Die Untersuchungen über den Herzschlag haben allgemeineres Interesse. Deswegen will ich, bevor ich auf meine Versuche eingehe, eine kurze Recapitulation der bis jetzt erschienenen Arbeiten über den Herzschlag von Gastropoden vornehmen. LANG gibt bereits in seiner Arbeit über den Herzschlag bei *Helix pomatia* während des Winterschlafes eine ziemlich ausführliche Uebersicht über die früher erschienenen Arbeiten. Sie soll ganz kurz wiederholt werden.

SPALLANZANI stellt Untersuchungen an *Helix nemoralis* an, die 1803 veröffentlicht werden. Er konstatiert die Wirkungen niederer Temperatur. Bei -1° soll Herzschlag, Blutcirculation und Atmung aufhören.

1824 CARUS operiert mit der Weinbergschnecke; er findet als Minimum des Herzschlags 28 Schläge in der Minute, als Maximum 40 beim gesunden Tier. Wärme und Licht vermehre den Herzschlag, Kälte und Dunkelheit vermindere ihn.

1829 GASPARD findet, dass sich das Herz von *Helix pomatia* bei starker Kälte etwas zusammenzieht, unter 0° stehe es still, der Wärme ausgesetzt fange es wieder an zu schlagen.

1846 BARKOW sagt nach seinen Beobachtungen an *Helix pomatia*, dass ein Aufhören des Herzschlages während des Winterschlafes unerwiesen sei; zu Beginn desselben sinke die Herzthätigkeit, mit seinem Vorrücken bis auf ein Minimum, um gegen sein Ende sich bedeutend zu heben. Daneben nimmt B. noch Operationen am Herzen vor und beobachtet den Schlag. Bei einer *Succinea putris* findet er am blossgelegten Herzen bei $5 \frac{1}{2}^{\circ}$ R. am 8. April 1845,

26 regelmässige Herzschläge, nachdem das Tier in unveränderter Lage in einem Gefäss den Winterschlaf gehalten hatte.

1862 SPORLEDER gibt bei seinen unter natürlichen Verhältnissen angestellten Beobachtungen an *Limnaeus pereger*, *Planorbis vortex*, *Helix cingulata*, *Helix cellaria* keine Temperatur an. Erwähnt sei infolgedessen nur, dass er findet, Ruhe verzögere bedeutend, Bewegung fördere den Herzschlag. Ausserdem beobachtet er intermittierendes Pulsieren bei *Cyclostoma elegans*, ohne äussere Ursachen hierfür zu finden.

1872 M. FOSTER und M. FOSTER and A. G. JEW-SMITH geben keine Beobachtungen über den Herzschlag unter normalen Verhältnissen.

1884 BIEDERMANN beobachtet den Herzschlag von *Helix pomatia* und findet eine der Temperatursteigerung proportionale Frequenzsteigerung des Herzschlags. Er stellt Beobachtungen am unversehrten Tier und am herausgeschnittenen, in Kochsalzlösung gelegten Herzen an.

1887 YUNG findet bei seinen Beobachtungen an der Weinbergsschnecke, dass im Sommer die Herzschläge zahlreicher sind und dass die Zahl der Herzschläge in dieser Jahreszeit sich viel schneller erhöht bei Temperaturzunahmen. Ueberhaupt stellt er den Temperatureinfluss fest; bei 1° zählt er einen Schlag in 2 Minuten, bei 5° 4 in der Minute, bei 15° 17, bei 25° 38, bei 35° 50 Schläge.

1887, 1888 RICHARD findet bei *Helix hortensis* eine Erhöhung der Herzschlagzahl bei Bewegung im Vergleich zum ruhenden Zustand. Ausserdem stellt er den Einfluss der Temperatur an in Wasser von verschiedener Temperatur eingetauchten Weinbergsschnecken fest. Bei 14° zählte er 35 regelmässige Pulsationen pro Minute, bei 30° 70, bei 38° 100 unregelmässige, bei 45° 78 unregelmässige, bei 48° war die Herztätigkeit sehr schwach. R. stellt weiter fest: im Frühjahr mit dem Ende des Winterschlafs bei steigender Temperatur, nimmt die Frequenz der Herzschläge zu, jedoch nicht proportional der Temperatursteigerung. Ferner: Die Zunahme der Herzschläge, bei *Limnaeus* geschieht um so schneller, je höher die Temperatur steigt. Ausserdem: Während des Sommerschlafes ist die Frequenz der Pulsationen geringer als bei Bewegung der Tiere. Im Alter soll die Zahl der Herzschläge abnehmen, nach Beobachtungen an *Limnaea auricularia* und an Landpulmonaten. Weiter findet er, dass nach dem Erwachen aus dem Winterschlaf infolge des Hungers die

Zahl der Herzschläge geringer ist als im Sommer bei gleicher Temperatur.

1897 F. C. BAKER studiert den Herzschlag von ca. 40 Arten von Muscheln und Schnecken, darunter auch der Gattung *Succinea* angehörigen Arten. B. gibt keine Temperatur an. Erwähnt sei deswegen nur, dass nach seinen Befunden die Zahl der Herzschläge bei dem sich bewegenden Tier grösser ist als bei dem ruhenden, grösser im ausgestreckten als im contrahierten Zustand des Tieres, ebenso grösser im Sommer als im Winter.

1910 LANG beobachtet die Pulsation der Weinbergschnecke während des Winterschlafes. Er konstatiert, dass zwischen 0° und 8° die Zahl der Pulsationen ziemlich proportional mit dem Steigen und Fallen der Temperatur sich vergrössert oder verringert und dass je höher die Temperatur steigt, um so rascher die Zahl der Pulsschläge zunimmt; ferner gibt er an: Die Zahl der Schläge weicht durch ihre Erhöhung um so mehr von der Temperatur ab, je rascher diese steigt; die Zahl nimmt nach raschem Steigen der Temperatur bei nachherigem Fallen rascher ab, als sie beim Steigen zunahm; bei wiederholter Einwirkung von Temperaturerhöhung und -erniedrigung werden die Reaktionen des Herzens undeutlicher.

1911 BAKER findet, dass sich die Pulsfrequenz mit der Abnahme der Körpergrösse der beobachteten Arten steigert. Bei *Limnaea stagnalis* zählt er 37 bis 48, bei *L. obtusa* 150 bis 155 Herzschläge pro Minute.

Ich komme zu meinen Beobachtungen. Bei diesen habe ich nur Faktoren in Betracht gezogen, die auch unter normalen Verhältnissen ihren Einfluss geltend machen und die nicht oder nur wenig von den angeführten Autoren beachtet worden sind. Es handelt sich um die Beeinflussung des Herzschlages durch die Tagestemperaturen, die Verdauung, die Trockenheit und die Begattung.

Zunächst einige allgemeine Worte über den Herzschlag von *Succinea putris*. Sie bildet insofern ein günstiges Beobachtungsobjekt, als ohne irgend welche Schalenoperationen der Herzschlag leicht und deutlich sichtbar ist. Nur bei den Einflüssen der Trockenheit ist es schwieriger, Beobachtungen anzustellen, da gleichzeitig mit dem Einziehen des Tieres ein schwaches Zusammenziehen des Herzens erfolgt. Indessen ist mit einiger Geduld bei scharfem Hinsehen auch hier noch deutlich der Herzschlag zu erkennen. Eine allgemein gültige Zahl für die Herzschläge einer Bernsteinschnecke

anzugeben ist nicht möglich, schon deswegen nicht, weil, wie ich im Folgenden zeigen werde, der Herzschlag von den verschiedensten Faktoren beeinflusst wird. Immerhin kann man eins sagen, dass nämlich die Zahl der Pulsationen relativ gross ist. Während eine *Helix pomatia* im Juni bei 17° C. 36 Herzpulsationen ausführt, sind es bei einer unter gleichen Verhältnissen lebenden *Succinea putris* etwa 60 bis 70 und mehr.

Ich komme zum Einzelnen.

Als erster und wichtigster Faktor für die Beeinflussung des Herzschlages ist unbedingt die Temperatur zu nennen. Ich meine hier nicht künstlich hervorgebrachte sondern die im Laufe eines und mehrerer Tage wechselnden Temperaturen. Alle übrigen Faktoren können nur dann genau studiert werden, wenn auch die Temperatur berücksichtigt wird. Es ist andererseits nicht leicht, den Einfluss der Temperatur allein festzulegen. Zu diesem Zwecke verfuhr ich zuerst so, dass ich die Tiere eine vollkommen regelmässige Lebensweise führen liess. Sie wurden früh, mittags und abends, mit Wasser von Lufttemperatur besprengt und eine Viertelstunde später zählte ich die Zahl der Schläge. Abends, jedesmal nach dem Zählen, fütterte ich die Schnecken. Ich merkte jedoch bald, dass die gewonnenen Resultate ungenau waren. Die Zahl der Herzschläge war nämlich morgens im Vergleich zu der Zahl am Mittag und Abend viel zu gross. Als ich einmal abends den Tieren kein Futter gab, war die Zahl früh normal, wurden andererseits die Schnecken früh nach der ersten Zählung gefüttert, so waren mittags die Pulsationen unverhältnismässig zahlreich. Somit hatte hier die Verdauung eine Vermehrung der Herzschläge bedingt. Dieser Faktor musste für die Temperaturbeobachtungen ausgeschaltet werden. Die Schnecken erhielten kein Futter mehr und wurden einfach nur regelmässig mit Wasser besprengt. Die Schnecken sind in erster Linie Feuchtigkeits-tiere und können, wenn sie Wasser erhalten, ohne Schaden und Beeinflussung der Herztätigkeit längere Zeit den Futtermangel aushalten. In Tabelle III ist der Einfluss der Tagestemperaturen und der Verdauung auf den Herzschlag in Kurvenform wiedergegeben. Die Beobachtungen sind im Freien angestellt worden. Die Tabelle besagt :

1. Der Herzschlag ist in ausserordentlich hohem Masse von der im Laufe eines oder mehrerer Tage wechselnden Temperatur

abhängig und zwar läuft die Temperaturkurve annähernd parallel der Pulsfrequenzkurve.

2. Die Verdauung ruft eine bedeutende Erhöhung der Zahl der Pulsationen hervor. Dies zeigt sich immer mehrere Stunden nach der Fütterung. Bei den zu derselben Zeit gehaltenen nicht gefütterten, nur mit Wasser versehenen Tieren ist dagegen nur eine normale Reaktion auf die Erhöhung oder Erniedrigung der Temperatur zu beobachten. Diese normale Reaktion tritt auch ein, wenn die mit Futter versehenen Tiere einmal nicht gefüttert worden sind.

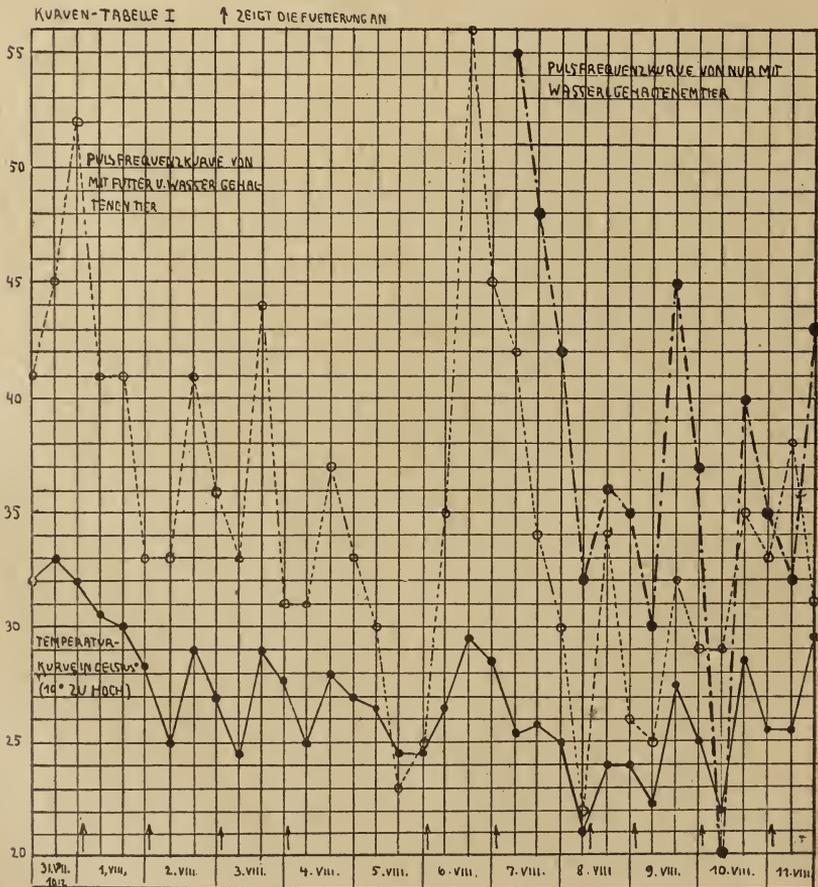


Tabelle III.

Verhalten d. Herzschlages bei Einflüssen von Tagestemperaturen und Verdauung.

Einen nicht unbedeutenden Einfluss übt auch die Trockenheit aus. Die Versuchstiere wurden, bevor ich sie der Trockenheit aussetzte, zunächst nur einige Tage mit Wasser versehen, um eine Entfernung aller Exkrete zu bewirken. In Tabelle IV sind die an einem Versuchstier gemachten Beobachtungen niedergelegt. Das Tier starb

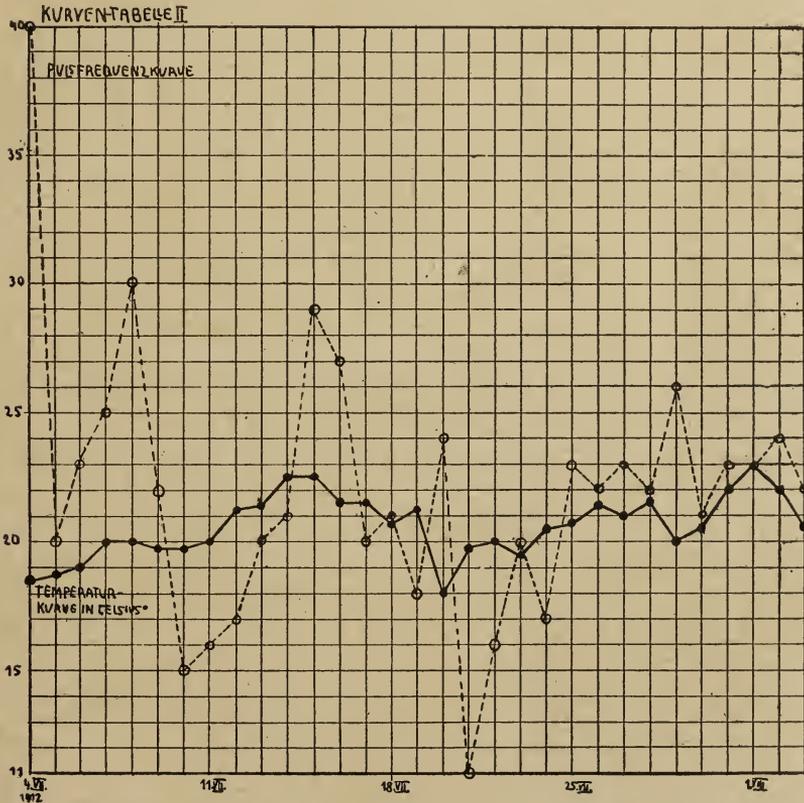


Tabelle IV.

Verhalten d. Herzschlages bei Einflüssen von Trockenheit u. Tagestemperaturen.

am 6. August; in den letzten Tage vor dem Tode wurde der Herzschlag unregelmässig. Die zur Kontrolle gehaltenen Versuchstiere zeigten ein gleiches Verhalten. Es hat sich Folgendes ergeben :

1. dass die Zahl der Herzschläge einen Tag nach dem Beginn des Trockenhaltens etwa auf die Hälfte reduziert wird;
2. dass trocken gehaltene Tiere in der Zahl ihrer Herzpulsationen

ebenfalls stark von der Tagestemperatur beeinflusst werden. Im Vergleich mit feucht gehaltenen Tieren ist hier aber ein Unterschied. Während bei diesen die Temperatur sich noch an demselben Tag geltend macht, treten bei Trockentieren die Folgen des Temperaturwechsels erst einen Tag später auf.

Die Begattung beeinflusst die Pulsationen nach zwei verschiedenen Richtungen hin; sie bedingt ein Erhöhen der Herzschlagzahl und eine Erniedrigung. In Tabelle V ist das Verhalten des Herzens zweier Tiere vom Anfang bis zum Ende des Begattungsaktes wiedergegeben. Der Temperatureinfluss ist einmal wegen der Kürze der Zeit, dann wegen der durch die Begattung hervorgerufenen starken Herzreaktionen zu minimal und deswegen in Kurvenform nicht wiedergegeben. Die Temperatur war am Anfang der Begattung $15 \frac{1}{2}^{\circ}$ C. und sank bis zum Ende auf 15.

Ich gelangte zu folgenden Resultaten :

1. Die Vergrößerung und Verminderung der Pulsationszahl geht beim aktiven Tier annähernd parallel der des passiven;
2. Kurz vor der eigentlichen Begattung steigt die Zahl der Schläge ausserordentlich (geschlechtliche Erregung);
3. Nach diesem Zeitpunkt sinkt der Herzschlag bedeutend (Begattungsstarre). Das Minimum der Herztätigkeit liegt etwas hinter der ersten Hälfte der Begattungszeit, dann beginnt ein langsames Steigen;
4. Kurz vor der Trennung steigt die Zahl der Pulsationen rapid, um nach der Trennung etwas zu fallen und wieder normal zu werden (Erwachen aus dem starren Zustand);
5. Vergebliche Trennungsversuche des passiven Tieres bedingen eine zeitweise Erhöhung der Pulsationszahl bei beiden Tieren.

Als Ergänzung zu diesen Gesamtbeobachtungen seien noch einige Zahlen von Einzelbeobachtungen angeführt. Ich zählte bei einem begattungslustigen Tier, das sich aktiv mit einem Partner begatten wollte, 401 Herzschläge in der Minute. Der Partner war nicht geneigt und so musste das Tier die Begattungsversuche aufgeben. Einige Zeit später schlug das Herz des Tieres nur noch 80 mal. Die geschlechtliche Erregung war hier also eine ausserordentlich hohe gewesen.

Bei einem in Begattung befindlichen Schneckenpaar schlug das Herz :

		Des aktiven Tieres.	Des passiven Tieres.
Am 31. Juli 1912 abends	10.45 . . .	46 ×	60 ×
	11.00 . . .	46 ×	64 ×
	11.15 . . .	49 ×	65 ×
	11.30 . . .	50 ×	65 ×
	11.45 . . .	55 ×	65 ×
	11.53 . . .	60 ×	80 ×
	11.58 . . .	72 ×	91 ×
	12.00 . . .	76 ×	...
	12.03 . . .	78 ×	86 ×
	12.09 . . .	77 ×	83 ×
	12.15 . . .	77 ×	82 ×
12.30 . . .	77 ×	82 ×	

KAPITEL VIII

Die Regeneration.

Ueber die Regeneration der Gastropoden ist schon so viel gearbeitet worden, dass ich es nicht als meine Aufgabe ansehen konnte, durch Einzelversuche an der Bernsteinschnecke wesentlich neues über die allgemeinen Regenerationsvorgänge zu Tage zu fördern. Mir lag es in erster Linie daran, nicht die einzelnen Vorgänge der Regeneration, sondern vor allem ihre Zeitdauer zu beobachten. TECHOW hatte in seinen Arbeiten über Regeneration bei Land- und Wasserschnecken gefunden, dass Letztere sowohl in Bezug auf Schalen- wie auf Weichteiloperationen bedeutend schlechter und langsamer regenerieren wie die Landschnecken. Namentlich *Limnaea* sollte sich durch besonders schlechtes Regenerationsvermögen auszeichnen. Wie verhält sich nun *Succinea*, gleicht sie in diesem Punkt den typischen Wasserschnecken, insbesondere *Limnaea*, mit der sie so viele Eigentümlichkeiten verbindet, oder schliesst sie sich hier den Landschnecken an? Diese Fragen will ich im Folgenden beantworten. Vorher möchte ich jedoch noch einige kurze historische Bemerkungen machen und einige technische Angaben beifügen.

Eine historische Uebersicht über die Weichkörper- wie über die

Schalenregenerationen gibt bereits TECHOW. Ich beschränke mich deswegen darauf, nur 2 Arbeiten herauszugreifen, die für meine Untersuchungen besonders in Betracht kommen. Es sind die Untersuchungen von CARRIÈRE und TECHOW, in denen auf die übrigen kleineren Arbeiten von ČERNÝ, MEGUŠAR und SCHÜLKE eingegangen wird, sowie auf die älteren Arbeiten von SCHRÖTER 1771, SPALLANZANI 1768, GIRARDIES 1782, auf die Arbeiten neueren Datums von MORGAN, SEMPER, PRZIBRAM und andere. Diese behandeln alle die Regeneration am Weichkörper. Für die Schalenregeneration sind die Arbeiten und gelegentlichen Angaben von RÉAUMUR, PICARD, E. MARTENS, BUNKER, SIMROTH, M. DE VILLEPOIX, G. PARAVICINI, MARIA VON LINDEN, M. BIEDERMANN und TECHOW zu nennen. Auf die CARRIÈRE'sche und TECHOW'sche Arbeit komme ich noch im einzelnen zu sprechen.

Die Technik meiner Versuche ist verhältnissmässig einfach. Bei Operationen am Weichkörper — es handelte sich nur um die Augenträger und den Fuss — liess ich die Tiere auf einer horizontalen Glasplatte kriechen und schnitt die weit ausgestreckten Tentakel mit einer geraden feinen Schere ab; Teile des Fussendes wurden den Tieren einfach während des Kriechens mit einem feinen Messer abgeschnitten. Operationen an der Schale führte ich durch Herausbrechen oder Herausschneiden mit feiner Schere aus, Stücke mitten in der Schale schnitt ich ebenfalls mit der Schere heraus. Handelte es sich um Operationen der ältesten Windungen, so wurde mit einer Nadel vorsichtig ein Loch gebohrt und dann mittels Pincette der gewünschte Schalenteil entfernt. Die Pincette verwendete ich auch bei Entfernungen der ganzen Schale. Aufbewahrt wurden die Tiere in grossen runden Glasgefässen. Als Futter dienten Salat-, Kohl- und Brennesselblätter. Eine Reinigung der Gefässe nahm ich alle zwei Tage, in heissen Zeiten jeden Tag vor. Gezeichnet wurden die Tiere, soweit es nötig war, auf ihren Gehäusen mittels Tusche.

Im Folgenden will ich zunächst die einzelnen Versuche schildern und dann die Folgerungen daraus ziehen. Ich beginne mit den Augenträger-Regenerationsversuchen.

1. Die Augenträgerregeneration.

Als ich im Sommer 1911 mit Regenerationsversuchen an Augenträgern von *S. putris* begann, war ich am Ende des Sommers nach

meinen Resultaten zu der Vermutung gekommen, dass diese Schnecke nur äusserst schlecht regeneriert. Von den zahlreichen Versuchen, deren Wiedergabe im Einzelnen ich unterlasse, führten keine zu sichtbaren Regenerationserscheinungen. Bis auf eine Ausnahme war es mir nicht möglich, am lebenden Fühler regeneriertes Epithel oder ein wiedergebildetes Auge in Gestalt des schwarzen Pigmentfleckes nachzuweisen. In dem einen Fall konnte ich 50 Tage nach der Operation, die am 6. Mai stattgefunden hatte, einen Augenfleck nachweisen, der etwa halb so gross war wie ein normaler. Von Epithelregenerationen in Gestalt eines helleren Ansatzstückes, wie es CARRIÈRE schon an anderen Schnecken geschildert hat, war äusserlich nichts zu sehen. Der operierte Fühler zeigte einfach eine Abrundung. Die mit dieser Schnecke gleichzeitig operierten Versuchstiere, die unter ganz gleichen Bedingungen gehalten worden waren, zeigten weder Augen- noch Epithel-Regenerationserscheinungen. Histologische Untersuchungen habe ich bei diesen Tieren nicht angestellt, da ich vor allem einen äusserlich sichtbaren Erfolg abwarten wollte und da mir ausserdem im Laufe der Zeit sämtliche Tiere zu Grunde gingen. Die Sterblichkeit der Schnecken war ausserordentlich gross, obwohl sie sorgfältigst gepflegt jeden Tag mit frischem Wasser und Futter versehen wurden. Schuld daran war die grosse Hitze des Sommers 1911. Gerade in der heissesten Zeit, im Juli, starben auch die meisten Tiere, gleichgültig ob die Operation schon Anfang Mai oder erst im Juli ausgeführt worden war. So starben von 95 von Mitte Mai bis Anfang Juni operierten Schnecken 85 zwischen dem 3. und dem letzten Juli, also in einer Zeit der grössten Hitze, die übrigen 10 waren schon vorher zu Grunde gegangen. Die im Mai operierten Schnecken erreichten ein Durchschnittsalter von 55 Tagen.

Zu solchen Resultaten war ich also im Sommer 1911 gekommen.

Versuchsreihe I :

Ich wollte weitere Versuche aufgeben, schnitt aber doch noch einmal am 7. September 1911 20 Schnecken die Fühler zur Hälfte ab. Die Hitze hatte inzwischen bedeutend nachgelassen. Die Tiere standen im Aquarium des Zoologischen Instituts, in feuchter Luft also, bei einer Temperatur von etwa 16° C. Vom 4. Oktober ab war geheizt und eine Temperatur von 20 bis 22° C.

Am 24. Oktober, also 47 Tage nach der Operation, konnte ich an

5 Tieren eine deutliche Augenregeneration in Gestalt eines kleinen schwarzen Pigmentfleckes bemerken. Epithelregeneration war nur an einem Exemplar in Form eines sehr kleinen, etwas helleren Ansatzstückes zu sehen, das indessen nicht kegelförmig aufgesetzt, sondern nach oben völlig abgerundet war.

28. Dezember. Der grösste Teil der Versuchstiere zeigte Augenregenerationen. Meist ist der Augenfleck nicht so regelmässig abgerundet wie ein normaler, sondern etwas unregelmässiger und länglicher. Die Epithelregeneration zeigte sich nur bei einigen wenigen Tieren. Der Fühler hatte nie den Regenerationskegel wie ihn Carrière beschreibt. Immer war er abgerundet und nur durch die Pigmentlosigkeit war das winzige Regenerat zu erkennen. Die Augenregeneration fand, obgleich die Tiere gleichmässig gehalten waren, durchaus nicht gleich schnell bei allen Versuchstieren statt. Ja nicht einmal bei einem und demselben Tier ging der Regenerationsprozess an beiden Fühlern in gleichen Zeiträumen vor sich. Während z. B. bei einem Tier der linke Fühler am 24. Oktober einen Augenfleck zeigte, war er beim rechten erst am 18. Dezember zu sehen. Die Sterblichkeit der Schnecken dieser Versuchsreihe war eine sehr geringe im Vergleich zu den Tieren des vergangenen Sommers.

Im Sommer 1912 setzte ich die Versuche fort.

Versuchsreihe II :

Am 23. April 1912 wurde 20 Schnecken der linke Augenträger halb amputiert. Die Tiere zogen sich in der Regel schnell ein, kamen aber nach wenigen Augenblicken wieder hervor und krochen weiter. Nur blieb der verstümmelte Fühler entweder längere Zeit vollkommen eingezogen oder war nur als winziger Stumpf sichtbar. Nach einem Tag zeigte sich der Augenträger bedeutend weiter, aber doch nicht vollständig ausgestülpt. Das äusserste Ende des Fühlerstumpfes wurde erst nach völliger Wundverheilung sichtbar. Dieses Verhalten gilt allgemein.

Am 7. Mai, 14 Tage nach der Operation, war an den Schnecken noch nichts von einer Regenerationserscheinung zu sehen. Die Fühler waren noch nicht völlig ausgestülpt.

Am 20. Mai, 27 Tage nach der Operation, war bei einem Tier und zwar bei einem ganz jungen kleinen Exemplar ein ganz deutliches Augenregenerat in Form eines Pigmentfleckes sichtbar. Bei den übrigen sämtlich älteren Tieren konnte ich von Augenregeneraten

nichts sehen. Der Augenfleck war reichlich halb so gross wie ein normaler und etwas länglicher. Der regenerierende Fühler zeigte sich völlig ausgestülpt, wie dies auch bei allen übrigen Tieren zu sehen war. Sein Ende fand ich abgerundet, und das äusserste helle und pigmentlose Stück stellte das Epithelregenerat des Augenträgers dar. Bei den übrigen Tieren war von solchen hellen Ansatzstücken nichts zu sehen. Immerhin konnte es möglich sein, dass ein Regenerat vorhanden war. Die Augenträger von *S. putris* sind an und für sich oft schon sehr hell, sodass ein eventuelles Regenerat sich so gut wie nicht abhebt. Es sei aber nochmals darauf hingewiesen, dass das bei dem jungen Tier beobachtete Epithelregenerat nicht in Gestalt des von CARRIÈRE beschriebenen Regenerationskegels auftrat, sondern einfach abgerundet war. Es zeigte auch nicht die knöpfchenförmige Bildung des normalen Fühlers.

Aus Mangel an Verpflegung (ich war eine Woche verreist) starben die Tiere bis auf 6.

Am 3. Juni, also 41 Tage nach der Operation, zeigten die 6 noch übrigen Tiere folgendes: Tier *a* wies 2 deutliche Augenflecke auf und zwar war der eine grösser, dicht neben diesem lag der kleinere, beide von unregelmässiger nicht abgerundeter Form. Tier *b* (sehr gross und alt) zeigte nicht irgend welche sichtbare Augenregeneration. Tier *c* hatte einen kleinen Augenfleck. Tier *d* (sehr gross und alt) dagegen keinen sichtbaren. Tier *e* wies 2 unregelmässige nebeneinanderliegende Augenflecke auf. Bei Tier *f* war ein kleines schwarzes Pünktchen sichtbar. Die Tiere hatten sämtlich abgerundete Fühlerkuppen. Ein Wundverschluss musste also stattgefunden haben. Aeusserlich war ein Epithelregenerat nicht sichtbar.

17. Juni (Stadium 55 Tage): Tier *c* zeigt 2 schwarze unregelmässige Punkte, den einen grösser als den andern. An Tier *b* und *d* ist nichts zu sehen.

Versuchsreihe III:

Am 6. Juni wurden 11 Schnecken beide Augenträger halb amputiert. Es handelte sich um jüngere und ältere Tiere.

Bis zum 4. Juli gingen 4 der Tiere zu Grunde, ohne äusserlich sichtbare Regenerationserscheinungen, ein Tier wurde conserviert. Von den übrigen 6 zeigten 2 junge Tiere Augenflecke. Sie befanden sich also auf einem Stadium von 28 Tagen nach der

Operation. Von Epithelregeneraten konnte ich äusserlich nichts feststellen.

Versuchsreihe IV :

10. Juni. 10 sehr kleinen, jungen Tieren wurde der linke Augenträger halb abgeschnitten. Vier dieser Tiere starben bis zum 5. Juli, eins war konserviert worden.

Am 5. Juli (Stadium 25 Tage) zeigten 3 der übrig gebliebenen Schnecken Augenflecke und zwar bei 2 je 2, bei der dritten einen.

Am 11. Juli, 31 Tage nach der Operation, waren Augenflecke und Epithelregenerate äusserlich sichtbar. Die letzteren jedoch nur bei drei Tieren. Das winzige Regenerat war hell und pigmentlos, nicht kegelförmig zugespitzt, sondern einfach abgerundet. Eine knöpfchenförmige Anschwellung wie bei normalen Fühlern war nicht zu sehen.

Am 20. Juli, 40 Tage nach der Operation, war das Aussehen das gleiche; bei allen Tieren zeigten sich deutlich ausgeprägte Augenflecke.

Versuchsreihe V :

Am 5. Juli wurden 5 Tieren beide Augenträger vollständig weggeschnitten. Bis zum 18. Juli waren sämtliche Tiere ohne Regenerationserscheinungen gestorben.

Versuchsreihe VI :

Am 8. August operierte ich 5 jungen Schnecken an beiden Augenträgern etwa die Hälfte weg.

Am 18. September, 41 Tage nach der Operation, war weder von Augen, noch von Epithelregeneration etwas zu sehen. In den letzten Wochen war es ziemlich kalt geworden, es herrschte eine Temperatur von etwa 12° C. Bis zum 26. September, 49 Tage nach der Operation, fand ich 2 Tiere tot, die 3 lebenden zeigten keine Regenerationserscheinungen.

Zur Ergänzung der vorliegenden Versuchsreihen seien noch einige histologische Angaben beigefügt.

Bei Stadien von $\frac{1}{2}$, 1, 2, 3, 6, 10 und 12 Stunden nach der Operation fand ich auf Längsschnitten durch die Augenträger die Wunde meist noch völlig frei. Wie CARRIÈRE schon geschildert hat, werden seitlich von dem unverletzten Epithel sich abplattende Zellen über

die Wunde geschoben, bis diese von einem wohlausgebildeten Plattenepithel bedeckt ist. Dieses bildet sich allmählich zu einem kubischen und zylindrischen Epithel aus, das vollkommen dem normalen gleicht. Es folgt dann eine Einstülpung des Epithels : die erste Anlage der sich bildenden Augenblase, die allmählich durch Abschnüren der Einsackung entsteht. Es tritt nun eine Differenzierung der zunächst den Epithelzellen noch völlig gleichenden Zellen der Augenblasen in Cornea- und Retinazellen ein mit gleichzeitiger Pigmentierung der letzteren. Nach Techow wird die Linse durch Sekretion nach der Pigmentierung gebildet, während dies nach CARRIÈRE vorher oder gleichzeitig geschieht. Die Retina differenziert sich in Stäbchen- und Pigmentzellen, gleichzeitig folgt die Innervierung und Muskelverbindung des Auges. Im wesentlichen stimmen auch die von mir gemachten Beobachtungen mit diesen Angaben überein. Den im Folgenden geschilderten Stadien sind zum grössten Teil Abbildungen beigelegt. Ein eintägiges Stadium zeigt die erste Bildung des Plattenepithels.

Auf einem Stadium von 2 Tagen ist bereits Plattenepithel fertig ausgebildet, während ich bei einem viertägigen Stadium die Wunde noch vollkommen frei fand. 6 Tage nach der Operation zeigte ein Stadium das Plattenepithel bereits in kubisches übergehend.

Ein Stadium von 11 Tagen (junges Tier der Versuchsreihe IV) zeigt kubisches Epithel, das sich eingestülpt und abgeschnürt hat. Die Abschnürung ist jedoch nicht vollständig, wie aus einem tieferliegenden Schnitt zu sehen ist.

Ein 14-tägiges Stadium hat kubisches Epithel, das sich eingestülpt hat. Es ist mir aber zweifelhaft, ob es sich um eine entstehende Augenblase oder nur um eine Fühlereinstülpung handelt.

Ein Stadium von 21 Tagen (Tier aus Versuchsreihe III) ist charakterisiert durch eine vollständig abgeschlossene Augenblase, bei der aber eine Zelldifferenzierung noch nicht stattgefunden hat.

Ein Stadium von 40 Tagen nach der Operation (junges Versuchstier aus Reihe IV) weist ein abgeschnürtes Auge auf. Die Linse ist vollkommen ausgebildet. Die Pigmentierung hat eben begonnen. (Hiernach ist also die CARRIÈRE'sch Auffassung die richtige, da sich die Linse anscheinend vor der Pigmentierung oder gleichzeitig mit ihr gebildet hat.) Eine Differenzierung in Cornea- und Retinazellen ist deutlich. Die ersteren zeigen sich heller und klarer als die letzteren. Die Retina ist bereits in Pigment- und Stäbchenzellen differenziert.

Eine Muskelverbindung des Auges ist vorhanden, den Nerven konnte ich nicht ganz bis an das Auge verfolgen. Das Auge hat fast vollständig normales Aussehen.

Ein anderes gleich altes Stadium (Tier derselben Versuchsreihe) zeigt eine längliche Linse. Die pigmentierte Retina ist deutlich von der helleren Cornea geschieden. Eine Differenzierung der Retinazellen ist noch nicht zu sehen, ebenso nicht eine Muskelverbindung und Innervierung.

Ein drittes Stadium desselben Alters (Tier derselben Versuchsreihe) hat eine Doppelbildung des Auges. Von den beiden Augenblasen, die dicht nebeneinander liegen, zeigt die eine eine fertig entwickelte Linse. Die Differenzierung in Cornea und Retina ist deutlich. Letztere ist pigmentiert. Die einzelnen Retinazellen zeigen noch keine Differenzierung. Die andere Augenblase ist ähnlich weit vorgeschritten, nur ist die Linse noch nicht fertig gebildet. Muskel- und Nervenverbindung sind noch nicht sichtbar.

45 Tage nach der Operation (Tier *f* von Versuchsreihe II) zeigt ein Fühler ein Auge mit ausgebildeter Linse, Retina und Cornea sind deutlich von einander geschieden, die erstere beginnt sich zu pigmentieren. Muskel- und Nervenverbindung konnte ich nicht nachweisen.

Ein Stadium von 55 Tagen (Tiere von Versuchsreihe II) weist eine Einstülpung auf, die seitlich eine noch nicht völlig abgeschnürte Augenblase hat. Anscheinend handelt es sich hier um eine beginnende Doppelbildung.

Zwei Versuchsreihen behandeln

2. Die Fussregeneration

die nur kurz besprochen werden soll.

Versuchsreihe I:

Am 1. Mai 1912 wurde 10 Tieren das Fussende entfernt. Die Tiere zeigten so gut wie keine Empfindlichkeit, nicht mehr wie bei irgend einer Berührung. Ich brauchte einfach das Messer etwas fest auf das Fussende zu legen, so kroch das Tier weiter und löste sich von selbst los ohne irgend welche Schmerzempfindung zu zeigen. Ganz im Gegensatz hierzu reagierten einige *Helix nemoralis*, bei denen ich die Operation zum Vergleich ausführte, äusserst stark. Sie

zogen sich sofort vollständig in das Gehäuse ein und blieben in dieser Lage mehrere Tage. Nach der Operation wurden bei den Bernsteinschnecken die äusseren seitlichen Punkte der Schnittfläche nach innen eingebogen, sodass eine rundliche Einbuchtung entstand.

Am 4. Juni lebten nur noch 4 Tiere, die übrigen waren infolge schlechter Verpflegung zu Grunde gegangen. Die Ueberlebenden zeigten sämtlich Regenerate in Gestalt einer weisslichen, etwa 2 mm langen, etwas zugespitzten Neubildung.

Versuchsreihe II:

Am 10. Juni 1912 wurden 20 Schnecken verschiedenen Alters das Fussende ziemlich weit abgeschnitten.

Am 9. Juli, also 29 Tage nach der Operation, waren 12 der Versuchstiere eingegangen, die lebenden 8 zeigten sämtlich deutliche Regenerationserscheinungen. Die Regenerate waren von hellerer Farbe als der übrige Fussteil, ohne Pigment, etwa 2 bis 3 mm lang und hatten eine zugespitzte Gestalt

3. Die Schalenregeneration

Operationen an der Schale von *S. putris* hat schon TECHOW vorgenommen, um Regenerationserscheinungen zu beobachten. Er schreibt darüber: « Was die Sterblichkeit der Schnecken anbelangt, so ist diese bei den im Wasser lebenden beträchtlich grösser als bei den Landschnecken und in beiden Fällen äusseren Einflüssen unterworfen. Sehr schlecht wurde die Gefangenschaft von den Bernsteinschnecken vertragen, die ich trotz aller Sorgfalt nur wenige Wochen am Leben habe erhalten können. » Und an einer anderen Stelle: « Leider liessen sich die Bernsteinschnecken sehr schlecht in der Gefangenschaft halten. Es scheint schwierig zu sein, ihnen die richtigen Lebensbedingungen zu schaffen, und keines der von mir gehaltenen Tiere überlebte die dritte Woche. » Bei guter Verpflegung kann man jedoch die Schnecken ganz bedeutend länger am Leben erhalten, wie dies meine Versuche zeigen.

Die Vorgänge der Schalenregeneration sind schon von TECHOW eingehend geschildert worden. Bei nicht über das Bereich des Mantelrandes hinausgehenden Randoperationen bildet sich zunächst in den ersten Tagen ein durchscheinendes Häutchen, das sich durch darunter stattfindende Kalkablagerung mehr und mehr verstärkt bis

zum völlig normalen Aussehen der Schale (etwa nach 4 Wochen). Bei Operationen mitten in der Schale bildet sich erst ein weiches, weissliches Häutchen, nach 1 bis 2 Tagen etwa, unter der die Kalkabscheidung sich vollzieht, bis ein ziemlicher Grad von Festigkeit nach 3 bis 6 Tagen erreicht wird. Das Regenerat entspricht aber nicht der normalen Schale, insofern die Cuticula fehlt. Wurden die ältesten Gehäusewindungen entfernt, so bildete sich wieder nach 2 Tagen ein Häutchen, unter dem Kalk abgeschieden wurde. Die Kalkdecke verstärkte sich mehr und mehr, ohne aber die früheren Windungen erkennen zu lassen. Entfernte TECHOW vom Spindelpol ausgehend mehr als bis zum letzten Drittel der jüngsten Windungen die Schale, so blieben die Tiere — er operierte mit *Helix pomatia* und *Tachea nemoralis* — nicht am Leben und machten nicht den Versuch einer neuen Schalenbildung. Bei der völligen Schalenentfernung starben schon nach 2 Tagen Tiere ab, nach 5 bis 7 Tagen hatte sich bei den Lebenden ein weiches organisches Häutchen über den Eingeweidesack gelegt. Nur bei 2 Tieren beobachtete er noch unter diesem geringe Kalkablagerung. Alle Exemplare aber gingen zu Grunde. Die längste Zeit, die TECHOW 2 solche operierte Schnecken am Leben erhalten konnte, betrug 13 und 27 Tage. Die meisten starben bedeutend eher.

Ich komme zu meinen Versuchen.

Versuchsreihe I:

23. April 1912. — 5 Bernsteinschnecken wurden vorn am Rande des Gehäuses kleine Stücke herausgebrochen. Die Tiere reagierten so gut wie garnicht darauf.

1. Mai (8 Tage nach der Operation). — Ein Tier ist bis zu dieser Zeit verunglückt. Eins ging ein, bei den 3 übrigen konnte ich deutlich ein Regenerat sehen. Es war etwas heller als der übrige Schalenteil und hob sich von diesem durch eine kleine Erhebung ab. Die concentrische Streifung der normalen Schale war auch an den Regeneraten ausgebildet. Diese füllten bei allen 3 Tieren die ganze ausgebrochene Schalenstelle aus.

3. Mai (10 Tage nach der Op.). — Die Schale der Tiere zeigte fast normales Aussehen. Das Regenerat war genau so fest wie der unverletzte Schalenteil, nur durch etwas hellere Färbung und eine kleine Erhebung machte sich der regenerierte Teil kenntlich.

Am 6. Mai war das Aussehen das Gleiche. Die schon einmal

ausgeführte Operation wurde genau an derselben Stelle noch einmal wiederholt.

10. Mai (4 Tage nach der Op.). — Die Tiere zeigten sämtlich eine dünne, leicht zu durchstossende Schalenschicht.

13. Mai (7 Tage nach der Op.). — Die ausgebrochenen Schalenteile waren bei allen 3 Tieren vollkommen regeneriert. Die concentrische Schalenstreifung konnte ich deutlich sehen. Das Regenerat erhob sich ein wenig über den unverletzten Schalentheil. Zwischen dem 20. und 23. Mai starben die Tiere.

Versuchsreihe II :

1. Mai 1912. — 3 Schnecken wurden mitten aus der jüngsten Schalenwindung kleinere Stücke herausgeschnitten.

Am 3. Mai, 2 Tage später, war bei allen Tieren ein Häutchen gebildet worden, unter dem sich Kalk in schon ziemlich dicker Lage abgesetzt hatte. Immerhin liess sich die Kalkdecke sehr leicht durchstossen.

20. Mai. — Das Regenerat hatte bedeutend an Festigkeit zugenommen. Sonst zeigte es das gleiche Aussehen. Zwischen dem 3. und 10. Juni starben die Tiere.

Versuchsreihe III :

6. Juni. — Bei 8 Schnecken wurden vom Rande aus mehr oder weniger grosse Einschnitte gemacht. Den Mantelrand zogen die Tiere vollständig unter die Schale zurück. Nur wenn der Einschnitt zu gross war, blieb ein Stück des Mantelrandes sichtbar.

7. Juni (1 Tag später). — Tier 1 dieser Versuchsreihe hatte einen tiefen spitzen Einschnitt an der Schale erhalten. Bis zu der Stelle, wo der Mantelrand aus dem Einschnitt hervorragte, war ein feines, elastisches Häutchen, unter dem sich vereinzelt Kalk abgelagert hatte, gebildet worden. Ganz ähnlich lagen die Verhältnisse bei Tier 2, 4, 5, 8. Manche dieser Tiere zeigten das Häutchen am Mantelrand schwach concentrisch gestreift. Schnecke 3 hatte einen nicht so tiefen Einschnitt, sodass der Mantel vollständig zurückgezogen werden konnte. Hier sah nur der Mantelrand ein wenig am Einschnitt hervor. Ein Häutchen war noch nicht gebildet worden. Ebenso sah Tier 6 und 7 aus.

10. Juni (4 Tage später). — Tier 3 war tot, Tier 1 hatte den Mantelrand vollständig vorgeschoben und dabei ein Regenerat gebildet,

das den Ausschnitt fast ganz ausfüllte. Nur in dem untersten Teil des regenerierten Teiles zeigte sich deutlich eine concentrische Streifung. Dieser Teil war bedeutend weniger fest wie der strukturlose obere. Ganz ähnlich sah die Schale von Tier 2, 4, 5, 8 aus. Tier 6 und 7 hatten ein Regenerat, das bis an den Schalenrand vorreichte, jedoch nur an einer Stelle. Es zeigte concentrische Streifung und war in seiner Färbung von der normalen Farbe nicht sehr abweichend, nur ein wenig heller.

12. Juni (nach 6 Tagen). — Wesentlich Neues konnte ich nicht sehen. Die regenerierende Schale hatte sich gefestigt.

14. Juni (nach 8 Tagen). — Bei Tier 1, 2, 4, 8 war der äusserste, etwa 2 mm breite regenerierte Schalenrand garnicht mehr von dem übrigen Schalenrand zu unterscheiden. Die concentrische Streifung wurde nach dem Inneren des Ausschnittes zu undeutlich. Das Regenerat zeigte hier ein weisslich-graues Aussehen.

21. Juni (nach 15 Tagen). — Tier 7 war tot, das Aussehen bei den ebengenannten Tieren ungefähr dasselbe. Auch No. 5 zeigte ein ähnliches Aussehen. Das Regenerat hatte sich nur bedeutend gefestigt. Mitunter fanden sich Unregelmässigkeiten in den regenerierenden Schalen, die durch Störungen des Neubildungsprozesses hervorgerufen waren. Es hatten sich dadurch oft Bilder ergeben, die das Aussehen von übereinander geschichteten Eisschollen hatten. Tier 6 zeigte ein fast normales Aussehen, nur war das Regenerat etwas hervorragend. Hier war der Einschnitt nicht so tief über den Bezirk des Mantelrandes ausgeführt worden. Dasselbe Aussehen hatte die Schale von Tier 7.

2. Juli (nach 26 Tagen). — 2 Tiere waren tot. Das Aussehen hatte sich bei sämtlichen Schnecken nicht geändert.

Versuchsreihe IV:

Die jüngste Windung nimmt bei *Succinea* den weitaus grössten Schalenteil ein. Mitten aus dieser Windung operierte ich nun am

7. Juni 5 Bernsteinschnecken ein mehrere Quadratmillimeter grosses Stück heraus.

8. Juni. — Sämtliche Tiere hatten bereits ein feines Häutchen gebildet, Kalkablagerungen konnten nicht festgestellt werden.

10. Juni (nach 4 Tagen). — Das Regenerat hatte sich durch Kalkablagerungen gefestigt, immerhin war es noch leicht zu durchstossen. Es hatte ein weisslich-graues Aussehen. Ein Tier ging verloren.

14. Juni (nach 8 Tagen). — Ein Tier war tot, sämtliche Schnecken zeigten das gleiche Aussehen der regenerierten Schale, nur war das Regenerat durch weitere Kalkablagen fester geworden. Da sich keine Störungen ergeben hatten, war das Regenerat vollständig eben und zeigte nicht das oft vorkommende zerklüftete Aussehen.

21. Juni (nach 15 Tagen). — Das Aussehen hatte sich nicht geändert, nur grössere Festigkeit liess sich nachweisen.

2. Juli (nach 26 Tagen). — Derselbe Zustand.

Versuchsreihe V :

24. Juli 1912. — 4 Schnecken wurde etwa die Hälfte der jüngsten Gehäusewindung entfernt. Der Mantel ragte ziemlich weit aus der Schale hervor und wölbte sich dabei etwas nach oben.

25. Juli. — Bei sämtlichen Tieren war ein feines Häutchen gebildet worden, unter dem sich bereits geringe Mengen von Kalk abgelagert hatten.

27. Juli. — Ein Tier war tot. Die Kalkablagerung zeigte sich bedeutend vermehrt. Am Rande des Regenerats sah ich concentrische Streifen, überhaupt normales Aussehen. Der regenerierte Teil konnte leicht durchstossen werden. Am nächsten Tag starben auch die übrigen Tiere.

Versuchsreihe VI :

1. August 1912. — 3 Tieren wurden die ältesten Windungen bis auf die jüngste Schale weggenommen. Diese nehmen nur einen kleinen Teil des Gehäuses ein. Es ging bei keiner Schnecke ohne Verletzung ab, die Tiere zeigten lebhaftes Schmerzempfindung und zogen sich ins Gehäuse zurück.

5. August (nach 4 Tagen). — Die ältesten Gewinde des Eingeweidesackes hatten sich zurückgezogen, sodass sie fast ganz von der Schale verdeckt waren. Ein feines Häutchen hatte sich ausgebildet, unter dem nur geringe Kalkablagerung stattgefunden hatte. Die Tiere gingen in den nächsten Tagen zu Grunde.

Versuchsreihe VII :

3. August 1912. — Einer Schnecke wurde die ganze Schale entfernt. Ich hielt das Tier auf feuchtem Moos.

5. August. — Es hatte sich ein feines Häutchen gebildet und zwar um den gesamten Eingeweidesack. Dabei konnte ich in sehr

geringer Menge und vereinzelt Ablagerung von Kalk. feststellen.

8. August. Der Zustand war unverändert. Die Schnecke starb am
9. August.

Versuchsreihe VIII :

2. September 1912. — 5 Tieren wurde die ganze Schale entfernt.

5. September. — Ein Tier war tot, die übrigen 4 hatten sämtlich um den Eingeweidesack ein feines Häutchen gebildet, das sich abziehen liess, und unter dem ich vereinzelt Kalk abgelagert fand. Die Tiere waren vollkommen munter.

7. September. — Derselbe Zustand bei allen 4 Tieren.

16. September (nach 14 Tagen). — 2 Tiere waren tot, die Lebenden zeigten unverändertes Aussehen. Zwischen dem 1. und 4. Oktober starben die letzten 2 Tiere, ohne dass weitere Kalkablagerung stattgefunden hatte. (Also nach etwa 30 Tagen.)

Versuchsreihe IX :

2. September 1912. — 2 Schnecken wurden wieder die letzten Windungen entfernt, ohne aber die Tiere zu verletzen.

5. September (nach 3 Tagen). — Die Spitze des Eingeweidesackes hatte sich etwas zurückgezogen und ein Häutchen war gebildet worden, unter dem sich eine ziemlich starke Kalkablagerung nachweisen liess. Den Windungen war die Kalkablagerung nicht angepasst, sie verdeckt diese einfach.

11. September (nach 9 Tagen). — Die Kalkablagerung hatte sich verstärkt, das Regenerat zeigte ein ziemlich zerklüftetes Aussehen. Es schloss beinahe eben die Operationsöffnung der Schale ab.

28. Oktober (nach 56 Tagen). Der Zustand war der gleiche.

Als Ergebnis aller dieser die Regeneration von *Succinea* behandelnden Versuchsreihen ergibt sich nun Folgendes :

1. Die Sterblichkeit der Schnecken ist im Vergleich zu andern Schnecken (*Helix pomatia* u. a.) nicht gering zu nennen. Immerhin sind die TECHOWSCHEN Angaben hinsichtlich der Sterblichkeit nicht zu verallgemeinern. Es spielen natürlich äussere Faktoren mit, insofern z. B. sich die Hitze äusserst schädlich für das Gedeihen der Schnecken erweist. Der Sommer 1911 zeitigte fast keine Erfolge wegen der grossen Hitze, und in der heissesten Zeit, im Juli, gingen 1911 und 1912 auch die meisten Tiere zu Grunde. Lauwarme und feuchte Luft fördern Gedeihen und Regeneration der Schnecken. Dies ist bei-

spielsweise an Versuchsreihe I der Augenträgerregeneration zu sehen. Das Alter spielt eine bedeutende Rolle: Junge Tiere regenerieren besser und schneller wie andere (s. z. B. Versuchsreihe IV der Augenträgerregeneration und Tier *b* und *d* von Versuchsreihe II).

Trockenheit schadet den Tieren nicht. Sie ist für das Gedeihen der Schnecken bei grosser Hitze sogar förderlich und verhindert ein zahlreiches Absterben. Werden die Schnecken feucht gehalten, so bilden sich leicht Bakterien und es folgt eine Wundinfektion, an der die Tiere eingehen. Kälte schadet nicht, aber sie verlangsamt auch die Regeneration, wenigstens die der Augenträger (so z. B. Versuchsreihe VI, wo junge Schnecken nach 49 Tagen noch keine äusseren Regenerationserscheinungen aufweisen). Dass gute Verpflegung für eine geringe Sterblichkeit und ein gutes Gelingen der Versuche unbedingt notwendig ist, braucht wohl nicht besonders hervorgehoben zu werden. Ueber die Regenerationsversuche im einzelnen ist Folgendes zu sagen; und zwar zunächst über

2. Die Augenträgerregeneration. Das Epithel regeneriert zuerst sehr gut, aber nur so lange, als dies zum Wundverschluss notwendig ist. Bereits 6 Tage nach der Operation konnte ich regeneriertes Epithel nachweisen, das in kubische Form überging. CARRIÈRE fand ein solches frühestens 13 Tage nach der Operation an einer *H. pomatia*, deren Wunde fast ganz verschlossen war. Dagegen berichtet er von einem 65-tägigen Stadium einer Schnecke derselben Art, das ganz das gleiche Aussehen hatte. Die von CARRIÈRE und TECHOW beschriebenen Regenerationskegel von einigen Millimeter Länge habe ich nie — auch nicht unter den günstigsten Bedingungen — beobachten können. In einigen wenigen Fällen, wo regeneriertes Epithel äusserlich durch etwas hellere Farbe sichtbar wurde, war es vollständig abgerundet und ausserdem sehr klein, sodass man das Regenerat nur schwer sehen konnte. Die Augenregeneration findet ausserordentlich schnell statt. Auf einem Stadium von 11 Tagen konnte ich schon die Einstülpung des Epithels mit beginnender Abschnürung nachweisen. Ich fand ferner Augenbildungen, die bereits nach 25 Tagen Pigmentierung aufwiesen. Ein 40 Tage altes Auge glich fast vollständig einem normalen. Augendoppelbildungen sind keine Seltenheiten. Zum Vergleich sei angeführt, dass CARRIÈRE bei verschiedenen Heliceen erst nach 50 Tagen im allergünstigsten Falle das Auge vollständig regeneriert fand. Meist dauerte die Re-

generation jedoch bedeutend länger, 70, 80 bis 125 und mehr Tage. Die erste Pigmentierung fand er auf Stadien von 55 und mehr Tagen. Auch TECHOW kam zu ähnlichen Resultaten. Es kann also gesagt werden, dass *S. putris*, soweit es sich um die Regeneration des Auges und den Wundverschluss handelt, günstiger gestellt ist als alle übrigen Gastropoden, an denen Beobachtungen angestellt worden sind.

3. Die Fussregeneration verläuft ebenfalls rasch, insofern 29 und 34 Tage nach der Operation schon Regenerate von circa 2 mm. Länge festgestellt werden konnten. TECHOW fand bei im Juli operierten Weinbergschnecken nach über 3 Monaten noch keine Spur eines Regenerates. Bei *Tachea hortensis* und *Helix arbustorum* wies er nach dieser Zeit einen deutlichen Regenerationskegel nach. Bei den Weinbergschnecken fand TECHOW im April des nächsten Jahres nach dem Winterschlaf gut ausgebildete Regenerate ohne Pigment. *Succinea* zeigt also auch in dieser Hinsicht ein bedeutend besseres Regenerationsvermögen als diese *Helix*arten.

4. Die Schalenregeneration ist eine äusserst günstige. Bei Randoperation bildete sich meist schon einen Tag später ein feines Häutchen, oft mit wenig Kalkablagerung darunter. Meist nach einer Woche war die regenerierte Schale, falls die Operation nicht über den Bezirk des Mantelrandes herausging, fast nicht mehr von einer normalen Schale zu unterscheiden. Bei Operationen mitten in der Schale oder ausserhalb des Mantelbezirkes vom Rande ausgehend zeigte sich ebenfalls nach einem Tag schon das feine Häutchen. Nach 4 Tagen ist das Regenerat ziemlich fest und etwa 8 Tage nach der Operation ist der höchste Grad von Festigkeit erreicht. Das Regenerat entspricht aber hier, wie schon TECHOW nachweist, nicht der normalen Beschaffenheit der Schale. Bei Operation der ältesten Windungen ist auch nach 1 bis 2 Tagen ein Häutchen gebildet, unter dem sich Kalk abgelagert hat; nach 9 Tagen etwa wird das Regenerat nicht fester. Die regenerierte Schale überdeckt einfach die Windungen des Eingeweidetasches, der etwas zurückgezogen wird. Bei Totaloperationen der Schale fand ich Häutchenbildungen in den ersten Tagen. Die Kalkablagerung darunter war minimal, aber nicht selten. Die Maximaldauer, während deren ich solche operierten Tiere am Leben halten konnte, betrug circa 30 Tage. Im Vergleich zu den Techowschen Experimenten an *S. putris* und anderen Landschnecken ist also hier die allgemeine Schalenregeneration eine bedeutend günstigere.

Alles in allem steht also fest, dass die Regeneration bei der Bernsteinschnecke eine ausserordentlich günstige ist. Sie gleicht in diesem Punkt nicht nur den Landschnecken, sondern regeneriert sogar noch bedeutend besser. Der einzige Punkt, der an die Limnaeen erinnert, ist die mässige Weiterbildung des Augenträger-epithels nach der Wundschliessung.

KAPITEL IX

Die infizierte „*Succinea*“.

Succinea putris beherbergt mitunter einen Parasiten, dessen genaue Beschreibung und Entwicklungsgeschichte wir den Untersuchungen HECKERTS verdanken. Es ist das *Leucochloridium paradoxum*, eine Jugendform des *Distomum macrostomum*, die in dem Körper des Schneckenwirtes in Form von merkwürdigen grünweiss gefärbten Schläuchen enthalten ist. Diese drängen sich in die Augenträger der Schnecke ein und pulsieren hier in lebhafter Bewegung. Vögel, die durch die gewissen Insektenlarven ähnelnden Schläuche angelockt werden, verzehren sie samt ihrem Inhalt, der jungen Brut. In der Kloake der Vögel bilden sich dann die fertigen Distomeen aus. Solche infizierte Bernsteinschnecken sind nun äusserst selten und da ich das Glück hatte im Sommer 1912 mehrere Exemplare zu finden, war ich in der Lage einige interessante Beobachtungen und Untersuchungen anzustellen.

Zunächst Einiges über das Vorkommen. HECKERT gibt an, dass infizierte Bernsteinschnecken vor allem auf sumpfigen oder feuchten Terrains zu finden seien. Er hatte hier unter 70 bis 80 Schnecken etwa eine infizierte zu verzeichnen, während er erst unter circa 500 an beliebigen Stellen eingesammelten Tieren ein infiziertes traf. Die von mir gefundenen, mit den Parasiten behafteten Succineen befanden sich alle in der näheren Umgebung Leipzigs an einer Stelle, die den Sonnenstrahlen stark ausgesetzt, von einem Gewässer weit entfernt und infolgedessen ziemlich trocken war. Unter circa 300 eingesammelten Tieren fand ich 7 infizierte. Daraus ist also zu sehen, dass das Vorkommen solcher Schnecken keineswegs an feuchte Oertlichkeiten gebunden ist. Mir scheint es fast, als ob Trockenheit das Vorkommen des Parasiten begünstige. Um dies näher zu erläutern

tern, sei hervorgehoben, dass die gefundenen Exemplare sämtlich überwintert hatten und sich zum grössten Teil vor der Ueberwinterung infiziert haben mussten. Ich fand nämlich von den Tieren, die sämtlich ausgebildete Schläuche zeigten, 4 Ende April und Anfang Mai, 2 Anfang und Ende Juni und 1 Ende Juli. Da die Entwicklung des *Leucochloridium* von der Infektion ab bis zur fertigen Ausbildung eines Schlauches etwa ein Vierteljahr dauert, konnte sich höchstens das letzte Tier in diesem Sommer infiziert haben. Bei den übrigen aber musste die Infektion in dem heissen Sommer 1911 erfolgt sein, also trotz der herrschenden grossen Trockenheit, die dadurch noch erhöht wurde, dass die Fundstelle stark den Sonnenstrahlen ausgesetzt war.

Die infizierten Tiere waren sämtlich grosse ausgewachsene Exemplare bis auf eins, das mittlere Grösse hatte. Ein *Leucochloridium* zeigte die seltener vorkommende braun-weiße Ringelung. Die Zahl seiner pulsierenden Bewegungen kann sehr verschieden sein. So zählte ich einmal 70 Pulsationen in der Minute, bei einem anderen Tiere 48. Bei einer Schnecke mit 2 Brutschläuchen machte jeder 65 pulsierende Bewegungen, die aber keineswegs im Takte ausgeführt wurden. Bei guter Beleuchtung erhöht sich die Zahl der Pulsationen wie dies schon Heckert festgestellt hat. Schiebt sich ein Brutschlauch in den Fühler vor, so sind seine Bewegungen zunächst noch unregelmässig; erst wenn er vollkommen in den Fühler eingedrungen ist, tritt Regelmässigkeit ein. Die schon von SIMROTH gemachte Beobachtung, dass infizierte Bernsteinschnecken mit pulsierenden Schläuchen möglichst nach dem Licht hinkriechen, kann ich bestätigen. Die von mir gefundenen Tiere sassen sämtlich auf den obersten Blättern ihrer Futterpflanze. Im Terrarium gehalten krochen sie, falls ihre Schläuche pulsierten, stets nach den lichtreichsten Stellen. Führen die Schläuche ihre rhythmischen Bewegungen aus, so sitzen die Schnecken meist ruhig an dem von ihnen ausgesuchten gut belichteten Fleck. Selten sah ich solche Exemplare herumkriechen und äusserst selten Futter zu sich nehmen. Die Lebenstätigkeit solcher Schnecken scheint in der Hauptsache ihrem Parasiten gewidmet sein, mit dem sie nur immer an gut beleuchtete Stellen zu wandern bestrebt sind. Hier können sie mitunter stundenlang sitzen. Ist nur ein Schlauch in Tätigkeit, so ist der freie Fühler, falls er schon die anormale Dicke hat, meist halb oder ganz ein-

gezogen. Vollständig den angeschwollenen Fühler einzuziehen, gelingt den Tieren nicht.

Untersucht man einen solchen infizierten Fühler, so ist an ihm im Gegensatz zu einem normalen vor allem seine aussergewöhnliche Dicke auffällig, die etwa das doppelte von der Dicke eines normalen Fühlers ausmacht. Eine der von mir gefangenen infizierten Schnecken hatte einen Fühler, der stark angeschwollen, während der andere vollkommen normal war. Als ich den ersteren nun in einem Momente, wo der Schlauch gerade eingezogen war, operierte, war dieser gezwungen, in den normalen Fühler überzutreten, um hier weiter zu pulsieren. Zu meiner Ueberraschung gelang es ihm ohne weiteres und zwar drang er sofort ganz bis nach vorn in den Fühler ein. Dabei zeigte dieser nur eine verhältnismässig geringe Anschwellung. Ging der Brutschlauch wieder zurück, so war auch der Fühler in seinem Aussehen wieder vollkommen normal. Ich schloss daraus, dass nicht der Schlauch an sich die anormale Dicke hervor ruft, sondern dass diese in erster Linie durch die ständigen Reibungen des Schlauches im Innern des Fühlers entsteht. Diese Annahme bestätigte sich, als ich durch einen infizierten Fühler Längsschnitte machte und sie verglich mit solchen durch einen normalen Fühler. Auf jenen fand ich eine mächtige Entwicklung der gesamten Muskulatur, wie dies der Vergleich mit der Muskulatur eines normalen Augenträgers ergibt. Im Uebrigen zeigte der Fühler vollkommen normales Aussehen, auch das Auge hatte keine Veränderung erlitten. Fig. 18*a* und 18*b* veranschaulichen das Gesagte. Eine Erklärung für die enorme Muskelentwicklung ist wohl dadurch gegeben, dass durch die beständigen Reibungen, die der Brutschlauch im Innern des Fühlers ausübt, auch eine Erhöhung der Blutzufuhr und infolgedessen eine Vermehrung der Muskelzellen stattfindet. Der infizierte Fühler zeichnet sich endlich noch durch eine bedeutend herabgesetzte Empfindlichkeit aus, insofern er auf Berührungen nur schwach reagiert.

Wie ich im Anfang erwähnte, ist zur Weiterentwicklung des *Leucochloridium* notwendig, dass es in den Magen bestimmter Vögel gelangt. Sie fressen den Brutschlauch, getäuscht durch seine Aehnlichkeit mit einer Insektenlarve und picken gleichzeitig den infizierten Fühler auf. Da nun Keimschläuche ziemlich rasch nachgebildet werden und mithin der Fühler wieder notwendig wird, um diese möglichst sichtbar zu machen, liegt die Frage nahe: Regeneriert

ein solcher verstümmelter Fühler und regeneriert er, wie man hier wohl erwarten könnte, besonders schnell? Ich bin leider nicht in der Lage, diese Frage befriedigend zu beantworten, da mir einerseits die zu solchen Versuchen notwendige Zahl von Versuchsobjekten nicht zur Verfügung stand und, da ich andererseits die Tiere, mit denen ich experimentierte, nicht länger als 6 Wochen am Leben erhalten konnte. Infolgedessen habe ich auch keine histologischen Untersuchungen evtl. regenerierter Fühler anstellen können. Immerhin konnte ich Folgendes feststellen :

1. Es muss ein ausserordentlich schneller Wundverschluss stattfinden. Als ich nämlich den infizierten Fühler einer *Succinea*, bei der der Brutschlauch gerade eingezogen war und nicht pulsierte, halb abschnitt, war der Keimbehälter, als er einige Stunden später in den verstümmelten Fühler eindrang, bereits nicht mehr im Stande, durch die Wundöffnung ins Freie zu gelangen. Die kräftig entwickelte Muskulatur war also hier dazu verwendet worden, eine möglichst schnelle Kontraktion der Wundränder zu erzielen.
 2. Eine besonders schnelle Regeneration findet nicht statt. Nach 6 Wochen konnte ich noch keinerlei Regenerationserscheinungen äusserlich feststellen, weder Augen- noch Epithelregeneration. Bei Regenerationsversuchen an nicht infizierten Bernsteinschnecken fand ich dagegen, wie ich im vorigen Kapitel gezeigt habe, junge Tiere, die bereits nach 25 Tagen ein pigmentiertes Auge aufwiesen.
-

Zusammenfassung.

Es haben sich in der Hauptsache folgende Resultate ergeben :

1. Die nahen Beziehungen der Landlungenschnecke *Succinea* zu den Wasserlungenschnecken, insbesondere *Limnaea* sind nachgewiesen worden. Dadurch ist der Charakter einer Uebergangsform festgelegt.

Der Genitalapparat wurde vollständig beschrieben und dabei folgendes Wesentliche festgestellt :

2. Die der Befruchtungstasche anhängenden Samenblasen sind sehr wahrscheinlich einfache Aufbewahrungsbehälter für fremdes Sperma ;
3. Der Uterus stellt einen tubulösen Drüsenkomplex dar ;
4. Das Prostatasekret hat höchstwahrscheinlich die Aufgabe, die Samenfäden lebens- und befruchtungsfähig zu erhalten ;
5. In der *Bursa copulatrix* wurden stets nach der Copula meist nur beim passiven Tier rote Klümpchen einer flockigen Masse gefunden, die vermutlich das frisch aufgenommene Sperma irgend wie zu beeinflussen haben ;
6. Die Geschlechtsöffnungen sind nicht ganz vollständig getrennt (Verbindung durch eine Rinne) und münden in eine gemeinsame Grube ;
7. Das Vorkommen einer Dispermie wurde nachgewiesen, die dafür spricht, eine geschlechtsbestimmende Wirkung der sog. wurmförmigen Spermatozoen bei Prosobranchieren abzulehnen ;
8. Die Wanderung der Spermatozoen aus der *Bursa copulatrix* nach der Befruchtungstasche konnte auf Schnitten verfolgt werden ;
9. Eier und sehr junge Tiere weisen äusserst geringe Widerstandsfähigkeit gegen Trockenheit auf, ältere Schnecken dagegen infolge eines Schleimdeckels eine sehr grosse. Hundert Tage trocken gehaltene Tiere erwachten nach Befeuchtung wieder zum Leben. Infolge mangelhafter Ausbildung des Trocken-

häutchen im Frühjahr und Sommer wird in diesen Jahreszeiten Wassermangel schlechter vertragen als im Herbst. Der Gewichtsverlust bei Trockenhaltung wurde bis zu $\frac{2}{3}$ des ursprünglichen Gewichtes beobachtet. Die Gewichtsabnahme ist kurz nach Beginn der Wasserentziehung und kurz vor dem Tode eine besonders grosse;

10. Im Winter tritt eine ausgeprägte Winterfärbung ein. An einem und demselben Fundort finden sich Tiere von der verschiedensten Färbung, also hat die Farbe keinen typischen Wert;
 11. Der Herzschlag wird stark von der Temperatur beeinflusst; auch bei trocken gehaltenen Tieren ist dies der Fall, nur zeigt sich hier der Einfluss einen Tag später. Die Verdauung ruft eine Erhöhung der Pulsationszahl hervor. Ein Tag nach Beginn der Trockenhaltung ist die Zahl der Herzschläge etwa auf die Hälfte reduziert. Bei der Begattung geht die Pulsationszahl bei beiden Partnern annähernd parallel. Die geschlechtliche Erregung, die Trönnung sowie vergebliche Trennungsversuche bedingen ein starkes Erhöhen, die Begattungsstarre ein starkes Herabsinken der Pulsationszahl;
 12. Das Regenerationsvermögen ist ein ausserordentlich grosses;
 13. Der angeschwollene Augenträger, einer von *Leucochloridium paradoxum* infizierten *Succinea*, zeigte eine durch die beständigen Reibungen des Brutschlauches bedingte abnorme Muskulaturentwicklung. Schnitt ich solche Fühler ab, so wurde eine besonders schnelle Regeneration nicht beobachtet.
-

LITERATUR

- DESHAVES. — Anatomie de divers types de mollusques attribués au grand genre Hélice. Premier mémoire : Anatomie de l'*Helix putris* LINNÉ (genre Ambrette des auteurs) (Ann. Sc. nat., 1^{re} sér., t. XXII, 1831).
- PREVOST. — Des organes générateurs chez quelques gastéropodes (Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève, t. V. Genève, 1832).
- SIEBOLD (V.). — Fernere Beobachtungen über die Spermatozoen der wirbellosen Tiere (Müll. Arch. f. Anat. Phys. Med., Jahrg. 1836).
- MEVES. — Ueber oligopyrene und apyrene Spermien u. über deren Entstehung (Arch. f. Mikr. Anat. Phys. Med., Jahrg. 1836).
- PAASCH. — Ueber das Geschlechtssystem und über die harnbereitenden Organe einiger Zwitterschnecken (Arch. f. Naturg. gegr. v. WIEGMANN, 9 Jahrg., I. Bd., 1843).
- LEYDIG. — Ueber *Paludina vivipara* (Zeitschr. Wiss. Zool., Bd. II, 1850).
- SAINT-SIMON (DE). — Observations sur le talon de l'organe de la glaire des Hélices et des Zonites (Journ. Conch. Paris, t. IV, 1833).
- SCHMIDT (A.). — Der Geschlechtsapparat der Stylomatophoren in taxonomischer Hinsicht (I. Bd. d. Naturw. Ver. f. Sachsen u. Thür., 1855).
- KEFERSTEIN (W.) und EHLERS (E.). — Beiträge zur Kenntnis d. Geschlechtsverhältnisse von *Helix pomatia* (Zeitschr. wiss. Zool., X. Bd., 1860).
- MOQUIN-TANDON. — Observations sur les prostates des gastéropodes androgynes (Journ. de Conchyl., vol. IX, 1861).
- BAUDELLOT (M.). — Recherches sur l'appareil générateur des Mollusques gastéropodes (Ann. sc. nat., 4^e sér., t. XIX, Paris 1861).
- PÉREZ (J.). — Recherches sur la génération des Mollusques gastéropodes. (Mém. Soc. Phys. et Natur. de Bordeaux, t. VI, 1868).
- EISIG (H.). — Beiträge zur Entwicklungsgesch. von *Limnaeus* (Zeitschr. Wiss. Zool., Bd. XIX, 1869).
- ZEUGUNG. — Bei den Gastropoden (Naturforscher [Sclarek], III, Jahrg. 1870).

- SEMPER. — Reisen im Archipel der Philippinen II, 3 u. Ergh. 1870 bis 1894.
- LEHMANN (R.). — Die lebenden Schnecken und Muscheln der Umgeb. Stettins. Kassel, 1873).
- FISCHER (P.). — Observations anatomiques sur divers Mollusques des Antilles attribués au genre *Succinea* (Journ. de Conchyl., Vol. XXII, 1874).
- JHERING (H. von). — Ueber die Entwicklungsgesch. von *Helix* (Jena, Zeitschr. Naturw., Vol. IX, 1875).
- Ueber den Geschlechtsapparat von *Succinea* (Jahrb. d. deutsch. malakozool. Ges., IV. Jahrg. 1877).
- BRUNN (V.). — Untersuchung über die dopp. Form d. Samenkörper v. *Paludina vivipara* (Arch. f. Mikr. Anat., Bd. XXIII, 1884).
- KOELER. — Recherches sur la double forme des spermatozoïdes chez le *Murex* (Recueil Zool. Suisse, t. V, 1884).
- PLATNER (G.). — Die Struktur und Bewegung d. Samenfäden b. d. einh. Lungenschnecken. Inaug.-Dissert. Göttingen, 1885).
- BROCK. — Ueber die dopp. Spermatoz. einiger exot. Prosobr. (Zool. Jahrb. Bd. II, 1887).
- GARNAULT (P.). — Sur la structure des organes généraux, l'ovogénèse et les premières stades de la fécondation chez l'*Helix aspersa* (Compte Rendu, Acad. Sc. Paris, vol. 106, 1888).
- SCHUBERT (O.). — Beiträge z. vgl. Anat. des Genitalappar. v. *Helix* mit bes. Berücksichtigung d. Systematik (Arch. f. Naturgesch. herausg. von Hilgendorf., 58. Jahrg., I. Bd. Berlin, 1892).
- JHERING (H. von). — Morphologie u. Systematik d. Genitalappar. d. Heliceen (Zeitschr. f. wissensch. Zool., Bd. 54, Heft 2 u. 3, 1892).
- BROCK. — Die Entwicklung des Geschlechtsapparates d. stylommat. Pulmonaten nebst einigen Bem. ü. d. Anat. u. Entwickl. einiger and. Organsysteme (Zeitschr. wiss. Zool., Bd. 44, 1886).
- LANG (A.). — Lehrb. d. vergl. Anatomie der wirbellosen Tiere. Mollusca, II. Aufl. bearb. v. K. HESCHELER, Jena, 1900.
- HERTWIG (R.). — Ueber das Problem d. sexuellen Differenzierung (Verh. Deutsch. Zool. Ges., 15. Jahresvers., 1905).
- RETZIUS. — Die Spermien der Gastropoden. Biol. Unters. von RETZIUS Bd. XIII, No. 1. Stockholm, 1906.
- MEISENHEIMER (I.). — Biologie, Morphologie u. Physiologie d. Begattungsvorganges u. d. Eiablage von *Helix pomatia* (Zool. Jahrb. Abteil. system, 25. Bd., 1907).

- POFOFF. — Eibildung b. *Paludina vivipara* u. Chromidien b. *Paludina* u. *Helix* (Arch. f. mikr. Anat., Bd. 70, 1907).
- LAMS. — Recherches concernant le dimorphisme des éléments séminaux chez le *Murex* (Ann. Soc. Médec. Gand, t. 89, 1909).
- KUSCHEKEWITSCH (S.). — Zur Kenntnis d. sogenannten « wurmförmigen » Spermien der Prosobranchier (Anat. Anzeiger. Jena, 1910).
- SIMROTH (H.). — Mollusca (*Pulmonata*) in BRONNS Klassen u. Ordnungen des Tierreichs, III. Bd., 1912.
- MEISENHEIMER (J.). — Die Weinbergschnecke. Monogr. einheim. Tiere. Herausgeg. v. Prof. ZIEGLER u. Prof. WOLTERECK. Leipzig, 1912.
- PFEIFFER. — Naturgesch. deutscher Land- und Süßwasserschnecken. I. Abt. Weimar, 1821.
- FISCHER (P.). — De l'épiphragme et de sa formation (Journ. Conch. Paris, t. IV, 1853).
- MOQUIN-TANDON. — Histoire naturelle des Mollusques terrestres et fluviales de France, t. II. Paris, 1855.
- ALBERS. — Die Heliceen (Systemathik). Leipzig, 1860.
- KOBELT. — Das Vorkommen von *Succinea oblonga*. Nachrichtenblätter d. deutsch. malakozool. Ges., 1870.
- CLESSIN. — Deutsche Excursionsmolluskenfauna. Nürnberg, 1876.
- SCHPEMANN. — Over het onderscheid tusschen *Succinea putris* en *S. pfeifferi*, ROSM. (Tijdschr. Nederl. Dierk. Verenig., 2. Deel, 1876).
- BAUDON. — Monographie des Succinées françaises (Journ. de Conch., vol. 25, 1877).
- GOUGH. — Vital tenacity of *Succinea putris* (Zoologist, t. III, Ser., vol. 3, 1879).
- CLESSIN. — Bemerkungen über die Succineen Deutschlands (Nachrichtbl. d. deutschen malakozool. Ges., 12. Jahrg., 1880).
- HECKERT (G.). — Untersuchungen ü. d. Entwicklungs- u. Lebensgesch. d. *Distomum macrostomum* (Bibliotheka Zoologica, I. Bd., Heft 4, 1888-1889).
- KOCHS (W). — Ueber die Vorgänge b. Einfrieren und Austrocknen v. Tieren u. Pflanzensamen (Biol. Centralbl., 12. Bd., 1892).
- ALLMAN (G. J.). — Note on the formation of the epiphragm of *Helix aspersa* (Journ. Linn. Soc. Zool., vol. 25, 1896).
- GOLDFUSS. — Die Binnenmollusken Mitteldeutschlands. Leipzig, 1900.

- SIMROTH. — Abriss d. Biologie der Tiere (Sammlung Göschen, 1907).
- GEYER (D.). — Die Weichtiere Deutschlands (Naturwiss. Wegweiser, Ser. A, Bd. VI).
- BAKER (FR. C.). — The *Limnaeidae* of North- and Middle-America recent and fossil (Chicago Ac. of Sc. Special publication, 3, 1911).
- LANG (A.). — Ueber den Herzschlag von *Helix pomatia* während des Winterschlafes (Festschrift zum 60. Geburtstags R. Hertwigs, III. Bd. Jena, 1910).

Im Uebrigen verweise ich auf das in dieser Arbeit enthaltene Literatur-Verzeichnis, die Herzschlagsarbeiten über Gastropoden betreffend.

- CARRIÈRE (J.). — Studien über die Regenerationserscheinungen bei den Wirbellosen (I. Die Reg. b. d. Pulmonaten. Würzburg, 1880).
- TECHOW (G.). — Zur Kenntnis zur Schalenregeneration bei den Gastropoden (Arch. f. Entwicklungsmechanik, Bd. 31).
- Zur Regeneration des Weichkörpers b. d. Gastropoden. (Arch. f. Entw. Mechanik, Bd. 31, 1910-1911).

Die sonst die Regeneration bei Gastropoden betreffende Literatur ist in diesen drei Arbeiten vollständig angeführt.

ERKLÄRUNG DER ABBILDUNGEN

Pl. III

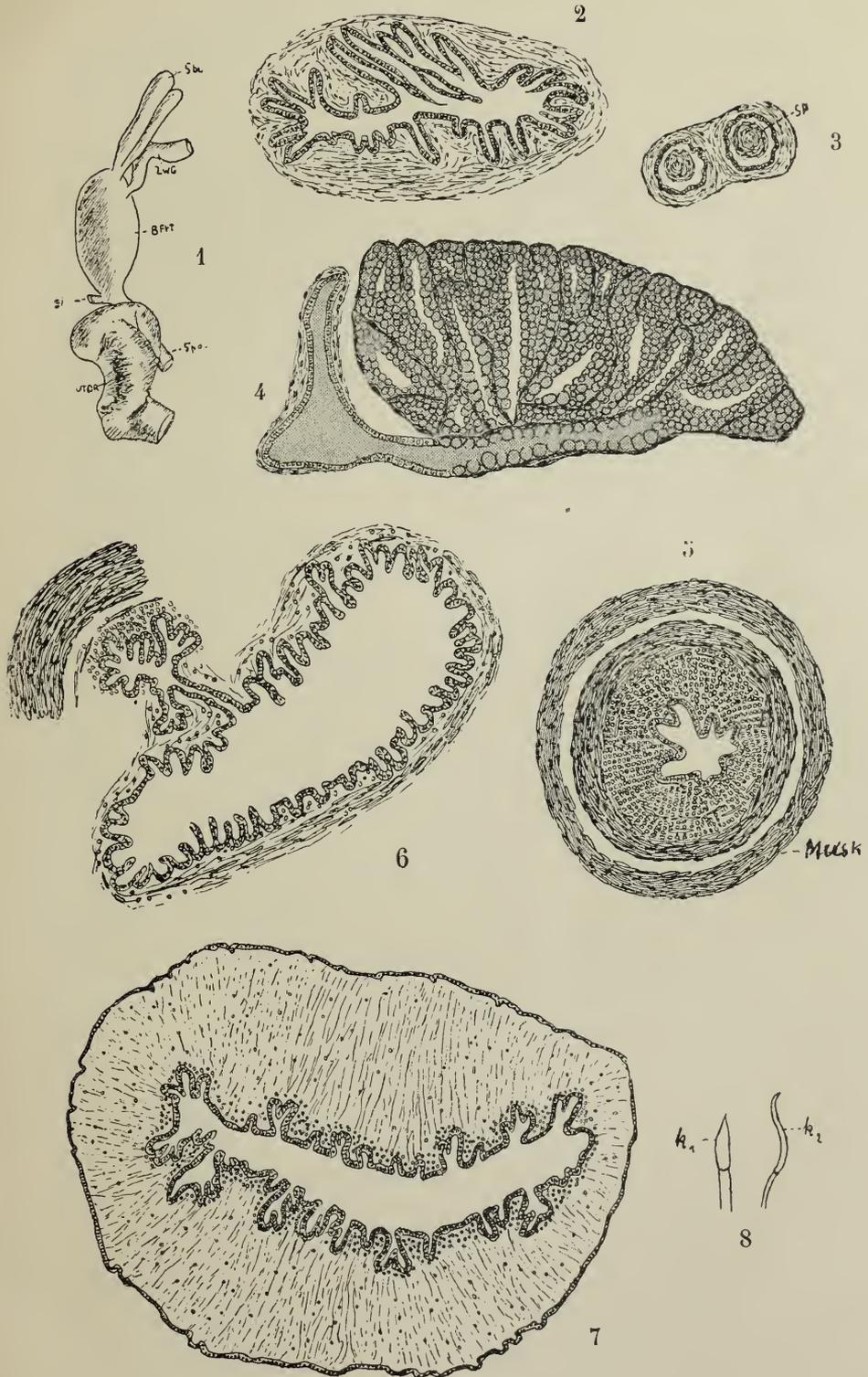
Figuren.

1. Befruchtungstasche mit Samenhl. und Einmündungsstellen von Zwittergang u. Eiweissdr. Spov. als Forts. der Bfrt.
2. Quersch. durch d. Befruchtungstasche.
3. » » d. Samenblasen *Sp* = Sperma.
4. » » einen Teil der Prostata an d. Einmündungsstelle des Vas def.
5. » » den Penis. *Musk.* = Muskulatur.
6. Querschnitt durch d. Ausmündungsstelle von Vagina u. Penis.
7. Querschnitt durch d. Geschlechtsgrube.
8. K_1 = Kopf der gewöhnl. Spermatozoenart.
 K_2 = » » zweiten »

Pl. IV

Figuren.

9. Längssch. durch d. regenerierende Epithel eines Augentr. Stadium 2 Tage.
10. Längssch. durch d. regenerierende Epithel eines Augentr. Stadium 6 Tage.
- 11a. Längssch. durch eine sich bildende Augenblase (teilweise schon abgeschnürt 10a).
- 11b. Stadium 11 Tage; der Fühler war ziemlich weit eingestülpt.
12. Längssch. durch regenerierendes, fast normales Auge. Stadium 40 Tage.
13. » » eine Augendoppelbildung. Stadium 40 Tage.
14. » » regenerierendes Auge. Stadium 40 Tage.
- 15a, b. » » eine möglicherweise sich bildende Doppelbildung eines Auges. Stadium 55 Tage.
16. » » einen norm. Augtr.; bis auf die Muskulatur sind die einzelnen Organsysteme etwas schematisiert.
17. » » den angeschwoll. Fühler einer infic. Succ.; in leichter Weise schematisiert.

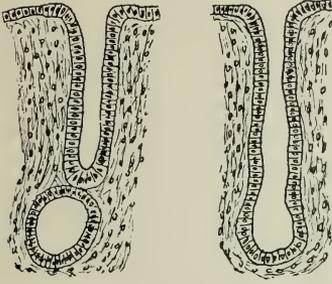




9



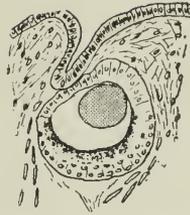
10



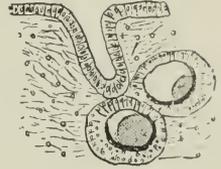
a

11

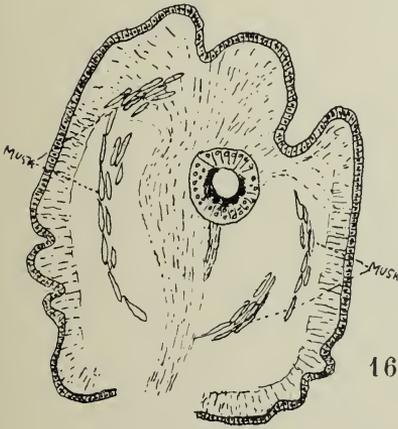
b



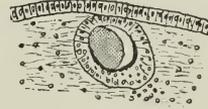
12



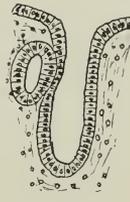
13



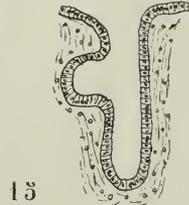
16



14

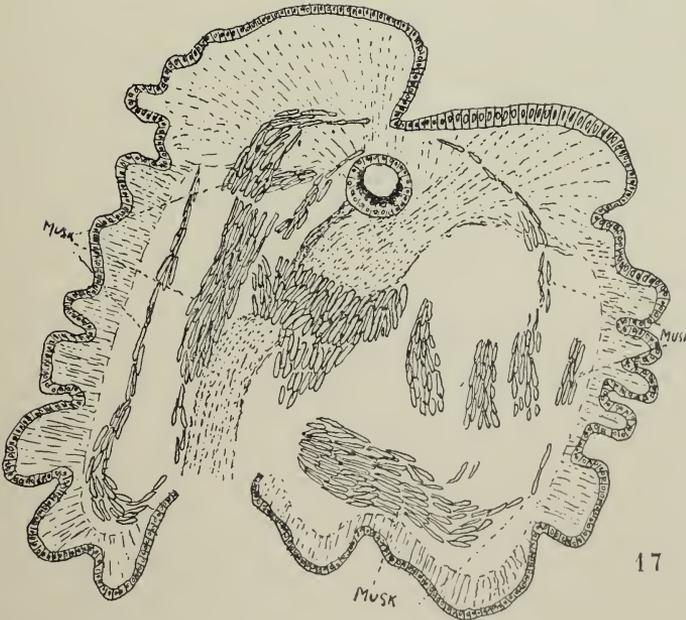


a



15

b



17

H. RIEPER. — SUCCINEA.

VITA

Der Verfasser dieser Arbeit, HINRICH RIEPER, ev. Konfession, ist geboren am 14. März 1891 zu Chemnitz als Sohn des Apothekers Rieper. Seine erste Vorbildung erhielt er auf der Volksschule zu Blasewitz bei Dresden, die er von 1897 bis 1900 besuchte, um dann auf das Königl. Gymnasium zu Dresden-N. überzugehen. Hier ging er Ostern 1909 mit dem Zeugnis der Reife ab. Er studierte hierauf an der Technischen Hochschule zu Dresden von 1909 ab 2 Semester Naturwissenschaften und ging mit dem Sommersemester 1910 an die Universität Leipzig, wo er vor allem naturwissenschaftliche und philosophische Studien trieb. Seine akademischen Lehrer waren in Dresden die Herren HEMPEL, VON MEYER, HALLWACHS, KALKOWSKY, DRUDE, JACOBI, ELSENHANS; in Leipzig die Herren CHUN, WOLTERECK, SIMROTH, PFEFFER, MIEHE, NATHANSON, SPALTEHOLZ, WIENER, WAGNER, CREDNER, RINNE, STILLE, FISCHER, WUNDT, VOLKELT, BARTH, JUNGSMANN.

An dieser Stelle gestatte ich mir, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geheimrat CHUN den herzlichsten Dank auszusprechen für die mannigfache Unterstützung und das stete Interesse, das er meiner Arbeit hat zuteil werden lassen. Meinen wärmsten Dank sage ich auch Herrn Prof. SIMROTH, der mich in liebenswürdiger Weise durch mancherlei Anregung bei meinen Untersuchungen unterstützt und gefördert hat. Dank auch für das Interesse, das sie an meiner Arbeit genommen haben, den Herren Prof. WOLTERECK, Privatdozent Dr. STECHE und Privatdozent Dr. HEMPELMANN.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Monografien Evertebrata Mollusca](#)

Jahr/Year: 1913

Band/Volume: [0055](#)

Autor(en)/Author(s): Rieper Hinrich

Artikel/Article: [Studien an Succinea \(aus dem Zoologischen Institut zu Leipzig\) 1-77](#)