

Zur Naturgeschichte von

Nereis dumerilii Aud. et Edw.

Von Dr. phil. **Friedrich Hempelmann.**

==== Mit 4 Tafeln und 14 Textfiguren ====



STUTT GART.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser.

1911.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Postembryonale Entwicklung	1
Literaturangaben	3
Material und Zuchtmethoden	11
A. Nereidogene Larven	13
B. Planktogene Larven	30
Bemerkungen über die Segmentverhältnisse des Vorderendes	36
C. Die Borstenformen der beiden Larven	47
II. Wachstum, Geschlechtsreife und Metamorphose	56
A. Wachstum	56
Lebensweise	73
B. Geschlechtsreife der nereiden Form	78
C. Die kleine heteronereide Form	81
Dissogonie	87
D. Die große heteronereide Form	89
E. Die hermaphrodite Form	91
III. Schwärmen der heteronereiden Form	92
Schlußbetrachtungen	119

Während zweier Aufenthaltsperioden an der Zoologischen Station zu Neapel, einer kürzeren im Frühjahr (März, April) 1907 und einer längeren von Ende September 1908 bis Mitte August 1909, war es mir vergönnt, mich mit der Biologie von *Nereis Dumerilii* Aud. et Edw. zu beschäftigen.¹⁾ — Meine Untersuchungen waren zunächst darauf gerichtet, das Verhältnis der verschiedenen bei diesem Polychaeten auftretenden Geschlechtsformen zu einander aufzuklären, und da ich zu diesem Zwecke Tiere jeden Alters aufzog, vornehmlich aber solche, die ich selbst aus Eiern erhalten hatte, so gewann ich einen Einblick in manche Eigentümlichkeiten der Lebensweise dieser Würmer, vor allem aber konnte ich deren postembryonale Entwicklung verfolgen, über die in der seitherigen Literatur im Gegensatz zu der so genau bearbeiteten Furchung und Embryonalentwicklung nur wenig mitgeteilt wurde.

Die sich ergebenden Resultate forderten von selbst eine Gliederung dieser Arbeit in drei Hauptabschnitte, von denen der erste die postembryonale Entwicklung, der zweite das Wachstum, die Metamorphose und die Geschlechtsreife von *Nereis dumerilii*, der dritte aber das Schwärmen der kleinen heteronereiden Form dieses Wurmes behandeln soll.

I. Postembryonale Entwicklung.

Es gibt in der Literatur nur wenige Arbeiten, die ganz oder wenigstens teilweise von der Entwicklung der Lycoriden handeln, und unter diesen sind es wiederum nur ein paar, die unsere Kenntnis wirklich um ein Bedeutendes bereichert haben. Bekanntlich trifft man bei der Gattung *Nereis* zwei verschiedene Geschlechtsformen, eine, die den Habitus der noch unreifen Tiere auch während der Geschlechtsreife unverändert beibehält, und eine andere, die vor dem Eintritt in das Reifestadium eine Metamorphose durchmacht, was ja Veranlassung gab, daß man früher, ehe man auf den Zusammenhang zwischen beiden Formen aufmerksam geworden war, die letztere, die verwandelte, einer besonderen Gattung *Heteronereis* einreihete. Die einzelnen Autoren, die sich mit der Entwicklung von *Nereis* beschäftigten, haben nun bald die Nachkommen der einen, bald die der anderen Form untersucht.

Da die hier behandelte *Nereis dumerilii* in den beiden erwähnten Formen geschlechtsreif wird und Nachkommen erzeugt, — eine Tatsache, die man bis jetzt noch von keiner anderen Verwandten

¹⁾ Ich spreche hiernit allen Herren der Zoologischen Station zu Neapel meinen herzlichsten Dank aus für die lebenswürdige Aufnahme und die vielseitige Förderung. Vor allem aber danke ich auch hier der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig und ebenso dem Kuratorium der Karl Albrecht-Stiftung an der Universität Leipzig für die reichliche Unterstützung, die sie mir für diese Arbeit zuteil werden ließen, und besonders für die Freigebigkeit der letzteren, durch welche mir der für die Durchführung erfolgreicher Zuchtversuche unbedingt nötige lange Aufenthalt an der Neapler Station überhaupt erst ermöglicht wurde.

ihrer Gattung sicher kennt, — so bezeichne ich die aus nereiden Eltern hervorgegangenen Jungen als „nereidogen“, die von heteronereiden Eltern stammenden, sich zuerst im Plankton entwickelnden aber als „planktogen“. Aus Gründen, die sich im Laufe dieser Arbeit ergeben werden, wird in diesem Abschnitt auf die Unterscheidung einer kleinen und großen Heteronereisform, welche sich gerade bei der vorliegenden Art finden, kein Gewicht gelegt, da sich meine Untersuchungen außer auf die nereiden Jungen lediglich auf die Nachkommen der sogenannten „kleinen“ Heteronereisform beziehen.

Wenn hier nun zuerst in chronologischer Reihenfolge kurz das Wichtigste aus der Literatur über die Ontogenese von *Nereis* aufgeführt wird, soweit dasselbe für die vorliegende Arbeit in Betracht kommt, so geschah das aus Gründen der Zweckmäßigkeit. Es hätte ja auch, wie es oft der Fall ist, bei Gelegenheit der Darstellung meiner eignen Befunde an den entsprechenden Stellen lediglich ein Hinweis auf die Ergebnisse oder Meinungen anderer Forscher gegeben werden können. Es sollte aber durch diese chronologische Vorführung der Literaturergebnisse einmal auch den dem vorliegenden Gebiet Fernerstehenden die Möglichkeit gegeben sein, sich schneller und ohne sich um die weit verstreute Literatur mühen zu müssen, einen Überblick zu verschaffen, vor allem jedoch bleibt auf diese Weise der Zusammenhang der Ergebnisse dieser Arbeit in einer übersichtlicheren Form gewahrt. Natürlich wird in diesem Zusammenhang auf übereinstimmende Befunde hingewiesen oder zu widersprechenden Meinungen früherer Autoren Stellung genommen werden müssen.

Die erste mir bekannte Nachricht von jungen *Lycoriden* stammt von Milne Edwards (1845), der die kleinen nur etwa 1 mm langen Würmchen mit 4 Borstensegmenten auf Haufen von Molluskeneiern fand, von deren Eiweiß sie sich zu nähren schienen. Vor den vier Körpersegmenten befand sich der Kopfappen mit zwei Fühlern und einem Paar Fühlercirren. Die ersten drei Rudersegmente trugen heterogompe Grätenborsten, wie aus der Abbildung Taf. IX. Fig. 64 hervorgeht, während das 4. Segment noch klein war. Milne Edwards beschreibt dann nicht gerade sehr eingehend das weitere Wachstum. „Des vestiges de nouveaux cirrhes tentaculaires se développaient sur les côtés de la tête“ (S. 167). Als die Tiere 7 Ruderpaare hatten, besaßen die ersten 6 von diesen bereits dorsale und ventrale Cirren, aber der dorsale und ventrale Ast der einzelnen Ruder waren äußerlich noch wenig von einander abgeteilt. Der Darm erschien als eine zylindrische Röhre und Milne Edwards konnte weder eine Spur von dem roten Blut der erwachsenen Würmer, noch Zirkulationsgefäße bemerken. Mit etwa 20 Ruderpaaren hatten die *Nereiden*, deren Spezieszugehörigkeit übrigens nicht bestimmt wurde, die Körperformen der Erwachsenen erreicht, die Blutgefäße führten einen roten Inhalt, und der Darm war intersegmental eingeschnürt.

W. Busch (1851) zeichnete und beschrieb eine freischwimmende, wohl aus dem Mittelmeer stammende *Nereis*-Larve, welche „ $\frac{1}{5}$ Linie“ lang war. Die in allen 5 Körpersegmenten gleichen Ruder bestehen aus dem borstentragenden Teil und einem im Verhältnis zur Jugend des Tieres schon sehr langen, aber nur dünnen Cirrus, auf dessen Oberfläche hin und wieder kleine gefärbte Punkte stehen (es sind wohl Sinneshärchen gemeint). Die größte Zahl der in einem Ruder sitzenden Borsten war 4. Busch nennt die Borsten „gegliederte peitschenförmige Stacheln; der Stiel derselben ist anfangs rund und von demselben Durchmesser; an seinem Ende schwillt er aber in eine abgeplattete breitere lanzettförmige Spitze an, von welcher dann in einem Winkel das dünnere Ende sich fortsetzt“.

In der Leibeshöhle der im April gefangenen Weibchen der an der Ostseeküste bei Greifswald häufigen *Nereis diversicolor* O. F. Müller entdeckte Max Schultze (1856) sich entwickelnde Junge.

Diese kamen zu Hunderten aus kleinen Löchern an der Seite des Körpers unter den Parapodien hervor, hatten eine ei- oder birnförmige Gestalt, rötlich-gelbe Farbe und waren gleichmäßig mit Wimpern bedeckt. Die $1\frac{1}{10}$ — $1\frac{1}{8}$ Linie langen Embryonen waren wegen des in ihnen angehäuften reichlichen, fett-ähnlichen Dottermaterials ziemlich undurchsichtig. Unter Rotation um die Längsachse schwammen sie mit dem schmalen Ende voraus durch das Wasser. Sie besaßen zwei dunkle Augenflecke und eine Mundöffnung mit längeren Wimpern, von der sich ein Kanal in das Körperinnere erstreckte, dessen hinteres Ende noch nicht ausgebildet zu sein schien.

Claparède (1863) zeichnet und beschreibt die drei später als Spindrüsen erkannten Organe in den Rudern von ganz jungen *Lycoriden*, und mißbilligt die Ansicht Keferssteins, der diese gewundenen Schläuche bei anderen Anneliden für Geschlechtsorgane hielt, — weiß aber nichts mit ihnen anzufangen. Eine $\frac{3}{4}$ mm lange *Nereis* mit 5 borstentragenden Segmenten besaß einen Rüssel mit gezähnelten Kiefern, zwei Paar Augen, das vordere Paar mit Linsen, zwei Antennen, zwei Palpen mit kurzem Endglied, zwei Paar Fühlercirren jederseits der Mundöffnung, ein drittes, viel längeres weiter nach hinten, jeder der letzteren Cirren auf einem Höckerchen mit zwei Aciculae. Die vordersten vier Ruder enthielten je eine Kapsel mit den gewundenen Drüsenschläuchen.

Aus dem Meer bei Fiume erhielt Ehlers (1868) eine junge *Nereis*, an der er vier borstentragende Segmente, den großen Kopflappen und das kurze Aftersegment unterschied. Nach der Beschreibung dieses Forschers (S. 501, 502 u. Taf. XXI Fig. 1—4) war das Tier „mit Fühlern und Aftercirren 0,354 mm, ohne diese 0,256 mm lang, bei einer größten Breite von 0,084 mm. Der Kopflappen ist eine ovale, vorn seicht ausgerandete, wenig gewölbte Platte, an deren abgerundeten Vorderecken die kurzen mit einzelnen starren Härchen besetzten Fühler stehen; die Palpen sind bei der Ansicht von oben völlig durch den Kopflappen verdeckt; sie entspringen (Taf. XXI Fig. 2) von dessen Unterfläche nahe dem Seitenrande, auf dem Übergange zum ersten Segment¹⁾ und bestehen aus dem Wurzelgliede und dem kurzen, knopfförmigen, mit Härchen besetzten Endgliede. Auf der Oberfläche des Kopflappens steht hinter jedem Fühler ein verhältnismäßig großer dunkler Augenfleck von ovalem Umriß, in dessen Mitte ein heller, linsenähnlicher Körper sitzt. Nahe dem Hinterrande des Kopflappens stehen jederseits eng aneinander zwei sehr viel kleinere rundliche Augen von einem tiefblauvioletten Pigment gebildet. Nach ihrer Stellung und Bildung sind diese hinteren Augen, unter denen man die Anlage des Hirns vermuten kann, bleibende Organe, während die vorderen augenähnlichen Organe bei fortschreitendem Wachstum offenbar verloren gehen und nur provisorische, dem Larvenstadium zukommende Gebilde sind. Jederseits neben dem Kopflappen entspringt vom Vorderrande des ersten Segments ein Fühlercirrus, bestehend aus einem kleinen Wurzelgliede und einem gestreckten, mit Härchen besetzten Endstücke. Die Entwicklung der übrigen Fühlercirren findet also erst in späterer Zeit statt, dann erfolgt auch die Bildung des ersten ruderlosen Segmentes, denn an Tieren auf dieser Entwicklungsstufe tragen alle Segmente Ruder und Borsten. Die Zahl der borstentragenden Segmente war vier, von diesen sind die beiden mittleren am größten und ausgebildetsten; ihre Ruder (Taf. XXI Fig. 3) sind zweiästig, jeder Ast läuft mit zwei stumpf abgerundeten lippenartigen Enden aus, zwischen denen die feinen Borsten hervortreten, welche mit langem, geradem, grätenförmigem Endgliede auslaufen (Taf. XXI Fig. 4); Borsten mit kurzem Sichelanhang fehlen ganz. Die Borstenbündel ragen weit in die Leibeshöhle hinein, mit ihrer Muskulatur kegelförmige Einstülpungen bildend. Das Züngelchen des unteren Astes der Ruder und der Bauchcirrus fehlen noch; als erste Anlage des oberen Züngelchens betrachte ich den oberen lippenartigen Vorsprung des oberen Ruder-

¹⁾ Von mir hervorgehoben. Der Verf.

astes; die Rückencirren sind bereits vorhanden, sie entspringen vom dorsalen Umfang der Ruderbasis. Das Aftersegment ist kurz, kegelförmig, ruderlos; an seinen Hinterecken stehen zwei lange mit Härchen besetzte Aftercirren. — Im Inneren der Körperhöhle fand ich neben dem Darmtraktus im 3. Segmente eine Anhäufung von stark fettglänzenden Kugeln, welche den Körpern der Leibesflüssigkeit erwachsener *Nereiden* völlig glichen. — Vom Verdauungstraktus war der Kieferträger, nicht aber eine mit Kieferspitzen besetzte Rüsselhöhle zu erkennen; es war eine dicke Masse, an deren Vorderende die deutlich erkennbaren, mit wenigen Zahneinschnitten versehenen Kiefer standen. Hinter dem Kieferträger folgte ein anfänglich weiter Darm, welcher sich trichterförmig verdünnte und so zum After lief; von einem besonderen Übergangsteil mit Anhangsdrüsen war noch nichts gebildet. Das Gefäßsystem schien noch völlig zu fehlen“.

Recht flüchtig ist die Beschreibung einer Larve aus dem Golfe von Spezia durch *Von Willemoes-Suhm* (1871), die hier nur kurz erwähnt werden soll, da nichts von Bedeutung in ihr enthalten ist. Nach der Abbildung (Taf. XXXI Fig. 12) und der kurzen Schilderung läßt sich das beschriebene Tier wohl als eine planktogene *Nereis*-Larve ansprechen.

Die allmähliche Weiterentwicklung und das Wachstum der Larven, und zwar gerade von unserer *Nereis dumerilii*, wurden zuerst von *Langerhans* (1880) geschildert. Es handelt sich um nereidogene Junge dieses Wurmes, der an den Pflanzen und Felsen des Strandes von Madeira sehr häufig ist. Die jüngsten beobachteten Würmer, bei denen ventral vom Mund bereits, wenn auch noch undeutlich, die Anlagen der beiden Palpen zu erkennen waren, besaßen ein unbewaffnetes Mundsegment mit der Anlage des ersten Fühlercirrus und drei weitere Segmente, deren jedes mit einem oberen und unteren Borstenbündel versehen war. Das obere von diesen enthielt außer seiner Acicula nur eine Borste, das untere deren mehrere. Alle Borsten glichen einander, waren homogomph und trugen ein kurzes grobzähniges Endglied. Der Mund führte in einen noch ganz unbewaffneten, aber deutlich dickwandigen Schlund. An diesen schlossen sich die vier bis fünf großen grünlichen Zellen des inneren Keimblattes, von denen die dorsalen länger waren als die ventralen. Ein kurzer, vom Hinterende der großen Entodermzellen zu verfolgender Enddarm mündete durch einen genau terminalen Anus nach außen. Einen Tag später zeigte sich die erste Anlage der Kiefer. Am dritten Beobachtungstag war der Munddarm bereits gesondert in Rüsselröhre und Kieferträger, in dessen vorderem Abschnitt sich die Kiefer entwickelten. Der Enddarm besaß eine deutliche Höhle. Die Palpen traten besser hervor, am ersten Fühlercirrus zeigte sich die Anlage des ventralen Astes. Die Dorsalcirren der nunmehr vorhandenen vier Ruderpaare erschienen mehr entwickelt, namentlich die des II. Segmentes, welches zugleich sehr nahe an das Mundsegment herangerückt war. Das Nervensystem wurde durch einen gleichmäßigen Zellstrang dargestellt. Die Tiere bildeten an jedem der folgenden Tage bis zum 10. Beobachtungstage je ein weiteres Ruderpaar aus. Am fünften Beobachtungstage, an dem 8 Segmente vorhanden waren, hatte das II. Segment seine Borsten verloren und besaß nur noch die Aciculae. Der Dorsalcirrus dieses Segments war sehr gewachsen und sehr nahe an den I. Tentakelcirrus herangerückt, um fortan als II. Fühlercirrus zu fungieren. Von einem ventralen Ast dieses zweiten Fühlercirrus war noch keine Spur zu sehen; dagegen zeigten die Palpen bereits den ersten Anfang der Abgliederung des Endstückes. Die Rüsselröhre und der Kieferträger am Munddarm waren noch schärfer gesondert als bisher. Die Kiefer selbst wiesen vier Zähne auf. Der Darm, dessen vier große Entodermzellen noch deutlich zu sehen waren, war nicht durchgängig. Eigentliche Ganglien fehlten noch dem Nervensystem. Wohl aber enthielten die ventralen Borstenbündel der Segmente neben den homogomphen Borsten nun auch schon die ersten heterogomphen Sichelborsten.

Am 6. Beobachtungstage waren die oberen Äste des 2. und 3. Segments borstenlos geworden und enthielten nur noch ihre Aeiaculae. Die anderen Ruder führten in ihren oberen Ästen nur homogomphie, in den unteren dagegen auch heterogomphie Borsten. Das Darmlumen öffnete sich vom Enddarm aus weiterhin, blieb aber noch undurchgängig. Der Munddarm reichte am nächsten Tage bis ins 3. Segment, war aber hinten noch geschlossen; auf ihn folgten die großen Entodermzellen, zwischen denen sich im Anschluß an den bis ins 7. Segment reichenden Enddarm, aber durch ein Septum von ihm geschieden, der Mitteldarm entwickelte. Am Nervensystem war jetzt deutlich ein erstes, dem II. Segment angehöriges Ganglion zu erkennen, ebenso ein solches im 3. Segment. Im 4. und 8. waren die Ganglien nur durch leichte Anschwellungen des Nervenstranges angedeutet, im 9. und 10. blieb der zellige Strang aber noch ohne jede Anschwellung. Am 8. Tag erblickte man eine charakteristische Pigmentlamelle am Gehirn, innen zwischen den Augen. Das Gehirn selbst reichte hinten bis ins II. Segment hinein. Die Zahl der Segmente betrug am 9. Beobachtungstage 11. Am Munddarm hatte sich hinten ein außen mit großen Zellen besetzter Übergangsteil gebildet, der sich noch nicht in den Mitteldarm öffnete; wohl aber war der letztere jetzt mit dem Enddarm in offener Verbindung, seine Farbe zeigte seine Provenienz aus den großen Entodermzellen an. Am 10. Beobachtungstage waren die Zellen des Nervenstranges und dieser selbst im 2.—10. Segment deutlich gesondert, im 11. und 12. gingen beide in den unsegmentierten Zellstrang über. Auch am 11. Beobachtungstage war der Darmkanal noch gesperrt. In den vorderen Rudern aber zeigte sich je eine Borste mit längerem Endglied (Gräte), während die letzten Ruder im oberen Ast noch die alten embryonalen Borsten aufwiesen. Erst bei Würmern mit 16 Segmenten war der Darm nun völlig durchgängig, wenn auch seine einzelnen Abschnitte sich noch auffallend verschieden von einander zeigten. Diese Tiere besaßen nur erst jederseits je 3 Fühlereirren. Auch bei einer anderen, artlich nicht genau bestimmten, jungen *Nereis* mit 26 bewaffneten Segmenten waren nur 3 Tentakelcirren vorhanden, dagegen fand *Langerhans* bei einer ebensolchen von 28 Rudern alle 4 Fühlereirren.

Einige von ihm beobachtete, bis dahin noch unbekannte Tatsachen hebt der eben genannte Forscher besonders hervor, die auch im Hinblick auf die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit hier mit seinen eignen Worten angeführt werden mögen (S. 285): „Wir hatten in dieser Reihe die Tiere von 7 Segmenten noch mit bewaffnetem II. Segment gefunden, die von 8 Segmenten nicht mehr. Bei einer anderen kleinen *Nereis*, welche im Kopfe vorn einen großen paarigen Pigmentfleck hatte, wie die von *Ehlers* und *Willemoes-Suhm* abgebildeten Tiere, fand ich Exemplare von 8 Segmenten noch mit bewaffnetem II. Aber am folgenden Tage hatten sie 9 Segmente, und die Bewaffnung des II. verloren.“ —

„Diese lückenhaften Beobachtungen der *Nereis*-Entwicklung zeigen uns zunächst, daß ursprünglich alle Segmente, außer Kopf- und Mundsegment mit oberem und unterem Ruder versehen sind. Erst später wird das II. Segment ganz unbewaffnet und verschmilzt mit dem Mundsegment zu dem einen großen Mundsegment der *Nereiden*, dessen Zusammensetzung aus zwei Segmenten *Leuckart* (Arch. f. Natgesch. 1849) also ganz richtig vermutet hatte. Und die beiden folgenden Segmente verlieren ihre oberen Ruder und werden rudimentär. Das sind also alles relativ jüngere Modifikationen.“ — *Langerhans* meint hier wohl folgende Betrachtungen *Leuckarts*, die dieser gelegentlich seiner Beschreibung von *Phyllodoce mülleri* anstellt, indem er sagt: „Vor diesen beiden Tentakeln, fast an dem äußersten Rande des Kopfes, steht jederseits noch ein einfacher unpaarer Tentakel. Ein besonderes Segment, zu dem derselbe gehöre, habe ich vergeblich gesucht. Es scheint verloren gegangen zu sein — nach einem Gesetz der Morphogenese, dessen Spuren wir auch

schon in anderen Fällen vorhanden“. An diese Worte schließt L e u c k a r t noch die Anmerkung: „Auf ähnliche morphogenetische Vorgänge haben wir gewiß auch überall da zurückzuschließen, wo hinter dem Kopfe eine größere Anzahl von Tentakeln sich befindet, wie z. B. bei *Nereis* usw.“ (S. 206).

Ferner schreibt L a n g e r h a n s: „Außerdem finden wir ursprünglich überall homogompe Borsten mit kurzem Endglied. Sowohl heterogompe Sichel als Gräten treten erst später auf. Es sind somit homogompe Sichel wohl die ursprüngliche *Nereiden*-Bewaffnung, und wir haben in den homomphen Sichel, die wir im oberen Ruder mancher Arten finden, vielleicht den Rest einer embryonalen Bewaffnung“.

Endlich möge hier auch erwähnt sein, daß L a n g e r h a n s als erster die direkte Entwicklung von *Nereis*, d. h. ohne Metamorphose bestimmt nachwies. Auf S. 282 sagt er: „Schon M i l n e E d w a r d s folgerte aus der Gestalt sehr kleiner *Nereiden*, daß die Tiere dieser Familie sehr frühe das Larvenstadium verlassen. Wir können einen Schritt weitergehen und sagen, daß sie ein solches gar nicht durchmachen, sondern sich in ihren hellen ringförmigen Röhren direkt entwickeln und aus diesen Röhren als junge *Nereiden*, nicht als Larven herauskriechen“.

Eine erste eingehende Darstellung der Furchung und der nächsten sich an diese anschließenden Stadien der Entwicklung der Eier von *Nereis dumerilii*, und zwar der heteronereiden Form dieses Anneliden aus dem Meer bei Neapel, gab G o e t t e (1882). Da er seine Untersuchungen jedoch mit der eigentlichen embryonalen Entwicklung abschloß, so sollte seiner für das Studium der ersten Entwicklungsvorgänge des *Nereis*-Eies wichtigen Arbeit hier nur Erwähnung getan werden.

Das gleiche Thema behandelte S a l e n s k y (1882) an den planktogenen Embryonen von *Nereis cultrifera*, doch verfolgte dieser Autor die Entwicklung der Larven auch noch bis in spätere Stadien hinein, so daß hier auf seine diesbezüglichen Angaben etwas näher eingegangen werden muß. S a l e n s k y beschreibt zunächst die Larven vom 8. Tage ihrer Entwicklung. Hinter jedem der drei Rudersegmente befindet sich ein Wimperring, so daß die Rumpffregion durch ihn in 3 Teile geteilt wird. Etwa am 9. Tage schlüpfen die Embryonen aus der Eihülle, in der sie sich noch bis dahin befinden, heraus und sinken zu Boden, wo sie sich sofort wie erwachsene *Nereiden* bewegen. Nur selten sah S a l e n s k y eine Larve frei schwimmen, und auch dann nur kurze Strecken, weshalb er meint, dieses sei der Grund, daß man so verhältnismäßig wenig *Nereis*-Larven im Plankton finde. Am Tage nach dem Ausschlüpfen ist zu den bisherigen ein neues rudertragendes Segment, das 4. incl. d. Segment des II. Fühlerecirrus, hinzugetreten, doch trägt dieses keinen Wimperreif, wie seine Vorgänger. An dem Kopflappen, der jetzt auch sein hinteres Augenpaar erhält, erscheinen die Anlagen der Palpen in Gestalt von länglichen Vorsprüngen (saillies), und es ist wichtig, was S a l e n s k y über deren Lage sagt: „A l'origine, ces saillies ne sont pas situées à côté des antennes tentaculaires, comme cela s'observe chez la *Néréide* adulte, mais en arrière de celle-ci, sur la face dorsale du corps embryonnaire“ (S a l. orientiert den Körper umgekehrt als wir es in Übereinstimmung mit der üblichen Darstellungsart tun, nämlich mit dem Bauchmark nach oben). Auch am folgenden Tage legen sich neue Segmente an, und die Kiefer werden in dem Rüssel sichtbar. Bereits seit dem Ausschlüpfen der Larve hat sich das Entoderm völlig vom Ektoderm abgetrennt, dessen Zellen nun immer größer werden und zwischen denen zahlreiche Drüsen auftreten. Erst am 6. Tage nach dem Ausschlüpfen der Larve trennen sich die im Ektoderm angelegten Ganglien des Bauchmarks, deren Zahl der Segmente entspricht, von ihren ursprünglichen Schwesterzellen. Die vorderen Ganglien sind umfangreicher als die hinteren, alle aber stehen in unmittelbarem Kontakt miteinander. Es sind jetzt 5 Segmente inkl. dem II. Fühlersegment vorhanden, die alle wohlausgebildete Borsten führen. Die

vorderen Ganglien der Bauchkette teilen sich in zwei Partien, von denen die größere vordere zum eigentlichen Bauchmarkganglion, die hintere aber zur interganglionären Kommissur wird. Vom Unterschlundganglion gehen die beiden Schlundkommissuren aus, die sich mit zwei entsprechenden vom Cerebralganglion ausgehenden Nerven treffen und vereinigen. Eine Reihe Ektodermzellen (s. Taf. XXIV Fig. 22N) trennt die beiden Loben des Gehirns.

Salensky erläutert dann weiter eine Anzahl von Schnitten, die er von Larven verschiedener Altersstufen anfertigte und abbildete. Auf einem Horizontalschnitt durch eine junge *Nereis* mit 5 Ruderpaaren (Fig. 23N) unterscheidet er drei Gruppen von Muskeln in jedem Segment, nämlich zwei aus je drei bis vier Fasern zusammengesetzte Längsmuskellagen auf beiden Seiten des Bauchmarks, ferner eine aus transversalen Fasern bestehende, zwischen den Ganglien an der Grenze der Segmente liegende Muskelschicht; endlich Muskelfasern, die in jedem Segment auf der Bauchganglienlinie verstreichen (muscle sous-ganglionnaire). Über die Entwicklung der Parapodienmuskeln sagt Salensky: „Le système des muscles du pied est absolument indépendant des muscles du corps, car les premiers se développent aux dépens des sacs sétigères“. (S. 587.) Wenn die Larve ausgeschlüpft ist, geht die Entwicklung der Borstensäcke parallel mit dem Wachstum der Füße. Die am Ende dieser Säcke gelegenen Zellen verlängern sich und bilden sich in die Parapodienmuskeln um (Fig. 20N), welche sich nun einerseits am Ende der Borstensäcke, andererseits an der Hypodermis festheften. Der mediane Teil des übrigbleibenden Sackes wird zum eigentlichen Borstensack, der wächst und nur noch flache Zellen enthält, während in seinem Grunde die Borsten gebildet werden.

Auch über die spätere Entwicklung des Mesoderms macht Salensky einige Angaben: „Les plaques latérales qui se sont partagées en 2 lamelles reconnaissables dans chaque segment, où elles délimitent la cavité du corps, s'accroissent rapidement. Pendant toute la durée du développement postembryonnaire, elles progressent d'avant en arrière vers la face dorsale, mais leur accroissement n'est pas uniforme: celui de la lamelle somatique ou somatopleure est beaucoup plus rapide que celui de la lamelle splanchnique; bientôt la première tapisse, dans la région dorsale, toute la paroi interne de l'ectoderme. — Chez une larve âgée de trois jours on voit la lamelle somatique (fig. 22NB) se transformer en une lamelle de muscles longitudinaux. Quant à la lamelle splanchnique, elle ne revêt pas encore tout l'entoderme“. — Die Entwicklung des Mesoderms im Kopfabschnitt soll sich grundsätzlich von der im Rumpfe unterscheiden. Die Hauptmasse des Kopfmesoderms umgibt den Rüssel und bildet dessen peritoneale Umhüllung. Obwohl Salensky keine Schnitte erhielt, die ihn zu dieser Annahme berechtigten, meint er doch, daß diese Peritonealmembran den Rüsselmuskeln ihren Ursprung gibt. Über die Bedeutung einer ziemlich dicken Schicht polyedrischer Mesodermzellen (Fig. 22NA), die in relativ weiter vorgeschrittenen Stadien an das Entoderm stößt, konnte sich Salensky nicht klar werden.

Am Darmtraktus der Larven unterschied er drei Teile: die ektodermale Mundestülpung, 5 Entodermzellen, aus denen der Mitteldarm hervorgeht, und eine Analeinstülpung, das spätere Rektum. Der Rüssel bleibt lange vom Darm getrennt; er besteht aus einer einzigen Schicht von Cylinderzellen (Fig. 22N, 20N). Am 6. Tage nach dem Ausschlüpfen tritt eine zweite Zellschicht auf, welche die Rüsselhöhle auskleidet (Fig. 23NA). Das Darmlumen erscheint definitiv erst am 6. Tage. Am letzten Tage des Embryonallebens (vor dem Ausschlüpfen) teilen sich die Ektodermzellen lebhaft in der Nähe der Rüssel- und Analeinstülpungen und bilden dort Häufungen kleiner Zellen, die sich, innen an der Peripherie der Entodermkugeln sitzend, vermehren und von einander ganz unabhängig sind (Fig. 20N). Am Tag nach dem Ausschlüpfen wird im vorderen Entoderm ein Stück Darmhöhle

sichtbar (Fig. 21N); zwei Tage danach schreitet diese Darmhöhle weiter nach hinten vor und ist bereits so groß, daß sie auch am lebenden Tier beobachtet werden kann. Während nun diese Schicht des Entoderms, deren Zellen übrigens mit Pigment versehen sind, gebildet wird, verschwindet das Deutoplasma immer mehr. Am 6. Tage existiert es nur noch in Form von zwei fetthaltigen Kugeln im mittleren Teil des Darmes. Sobald dann die Wände des Darmes um diese Zeit hergestellt sind, beginnen sich darin die einzelnen Zellen epithelial zu ordnen und von einander abzugrenzen (Fig. 23NB). Auch die Rektaleinstülpung hat zuerst noch kein Lumen; das erscheint erst zwei Tage nach dem Ausschlüpfen, und am 6. Tage bricht der Darm ins Rektum durch.

Am Schlusse seiner Abhandlung setzt sich S a l e n s k y mit G o e t t e auseinander, der in seiner vorhin erwähnten Arbeit die Bildung des Entoderms anders beschrieben hatte. Nach ihm geben die fünf Entodermzellen bei *Nereis dumerilii* den Ursprung für eine Zellreihe auf der Bauchseite, die vom Mund- bis zum Rektalektoderm reicht. Aus dieser Zellreihe entsteht die Darmwand. Die fünf großen Zellen werden reduziert und in die Kopfreion gedrängt, wo sie bald ganz schwinden. S a l e n s k y weist nun darauf hin, daß G o e t t e nur zwei Stadien gesehen hat und seine Angaben daher nicht ganz sicher begründet wären. Er überläßt die Entscheidung späteren Autoren.

¶ In einer weiteren Arbeit beschäftigt sich S a l e n s k y (1883) nochmals mit dem Entoderm von *Nereis cultrifera*. Dasselbe besteht aus ursprünglich vier Zellen, welchen sich durch Teilung einer der dorsalen Zellen eine fünfte hinzugesellt. „Das Deutoplasma, das die Entodermzellen erfüllt, besteht anfangs aus ziemlich kleinen, stark lichtbrechenden Dotterkörnchen. Nach dem Schluß des Furchungsprozesses fließen alle Körnchen zusammen und bilden eine große Ölkugel, welche im Zentrum jeder Entodermzelle liegt.“ Vorderdarm und Hinterdarm bilden sich analog aus dem Ektoderm, und zwar stülpt sich zuerst der Vorderdarm ein, dann viel später auch der Enddarm. Die Vermehrung der primitiven Entodermzellen geschieht nicht durch Teilung der protoplasmatischen Teile dieser Zellen, denn man stößt immer auf ungeteilte, mehrkernige Entodermzellen. Die Zahl der Kerne wächst während der ganzen Entwicklung; sie sind von Protoplasma eingehüllt, liegen um das Deutoplasma herum und stellen mit letzterem das eigentliche Entoderm dar. Später verwachsen die protoplasmatischen Teile untereinander und begrenzen eine Höhle, die durch das Auseinanderweichen der Entodermzellen entstanden ist und die Mitteldarmhöhle repräsentiert.

Gelegentlich seiner „Studien über den Körperbau“ der Anneliden gab E. M e y e r (1887) einige Abbildungen von einer jungen *Nereis cultrifera* und ihren Organen, besonders den Exkretionsorganen (Taf. XXVII Fig. 1—8), ohne im Text darauf zu sprechen zu kommen. Die Figur 1 zeigt das Organisationsbild eines jungen Exemplars mit 6 Ruderpaaren. Die Exkretionsorgane liegen auf dieser Abbildung an der Basis der einzelnen Parapodien und zwar in allen rudert tragenden Segmenten. Die ersten beiden Paare sind als „larvale Nephridien“ bezeichnet. Im ersten Rudersegment stellen sie nur Knäuel dar, im zweiten hakenförmig gewundene Kanäle, in den folgenden dagegen liegen sie schon mehrfach gewunden in einem massigen Körper, wie es bei den erwachsenen L y c o r i d e n der Fall ist. Die Kiefer tragen schon je vier Zähne außer der Spitze. An dem Übergangsteil des Darmes ist jederseits eine Ausstülpung sichtbar, die übrigens nicht bezeichnet ist auf der Abbildung. Figur 4 stellt die linke Hälfte der vordersten Körperregion eines noch jüngeren Individuums dar. Der Kiefer hat drei Zähne, und das Exkretionsorgan des ersten Ruders, bezeichnet als „provisorisches oder Larven-Nephridium“, ist ein einfacher schlauchförmiger, nach der Leibeshöhle zu wohl geschlossener Kanal, der am hinteren Rande des Parapodiums ausmündet. Figur 5 ist das definitive Nephridium

eines lebenden, etwas älteren Wurmes. Es verläuft zunächst als ein gestreckter Kanal, der sich dann umgeben von einer kompakten körnigen Masse zusammenknäuel.

De Saint-Joseph (1888) hat weitere Einzelheiten über junge *Lycoriden* mitgeteilt. Er fand an der Nordküste der Bretagne in der Nähe von Dinard im Juli junge Würmer in Löchern von Austernschalen und meint, daß es elf bis zwölf Tage alte *Leontis dumerilii* seien, wie dieser Autor unsere *Nereis dumerilii* nennt. Der ungefärbte Körper der neun Rudersegmente besitzenden Tiere wird beschrieben als 0,80 mm lang und 0,20 mm breit (excl. Parapodien). Jedes Segment ist durch einen Wimperkranz vom folgenden getrennt. Die Tentakeln des Kopfes sind 0,064 mm lang. Der Kopf selbst („la tête“) scheint mit dem Bukkalsegment, von dem ihn nur ein Wimperreif trennt, ein zusammenhängendes Stück zu bilden. Das Bukkalsegment, auf dem vier Augen gelegen sind, wie oft bei Anneliden-Embryonen nach der Angabe De Saint-Josephs, trägt nur drei Paar Fühlereirren. Der größte von diesen Cirren, welcher 0,16 mm mißt, enthält an seiner Basis zwei feine ungefärbte Aciculae, die dreimal kleiner sind als die gelben der Borstensegmente. Alle folgenden Ruder besitzen einen oberen Ast mit einem einzigen Zünglehen und einem kleinen Dorsalcirrus, und einen unteren Ast mit einem borstentragenden Höcker, der viel stärker ist, als das untere Zünglehen, sowie einen kleinen Ventralcirrus. In allen borstentragenden Segmenten sind eine Acicula und Borsten in jedem der beiden Äste vorhanden, und zwar von dem ersten an, was, wie De Saint-Joseph bemerkt, bei den erwachsenen *Nereiden* nicht mehr der Fall ist; denn dort besitzen die ersten beiden Ruderpaare im allgemeinen weder Borsten noch eine Acicula im oberen Aste. An diesen beiden Segmenten trägt der obere Ast nur homogomph Grätenborsten, der untere aber homogomph Gräten- und Sichelborsten. Vom dritten Ruder ab kommen zu den Borsten im unteren Bündel des unteren Astes noch drei oder vier heterogomph Sichelborsten. Die Endglieder aller dieser Borsten sind fein kammförmig gezähnt („pectinés“) am Rand, wie die der erwachsenen Würmer, denen alle ihre Teile entsprechen; sie sind in kleinerem Maßstabe der Größe der jungen *Nereiden* proportioniert. Das borstenlose Analsegment endigt in zwei kleinen, nur 0,07 mm langen Analcirren. Die aus einem sehr klaren, gelben Chitin bestehenden 0,12 mm langen Kiefer sind verhältnismäßig stark, erfüllen fast das zweite und dritte borstentragende Segment und besitzen sieben spitze Zähne; auch will De Saint-Joseph schon einen Giftkanal unterscheiden können. Weder Paragnathen, noch hinter den Kiefern ein „ventricule“, noch seitliche Blindsäcke an diesem sind zu sehen. Der noch unvollkommene, mit bräunlichen Granulationen erfüllte Darm mündet im Anus nach außen.

Es folgt nun in der chronologischen Reihenfolge eine Arbeit von von Wistinghausen (1891), die sich in der Hauptsache mit der Furchung und eigentlichen Embryonalentwicklung von *Nereis dumerilii* beschäftigt und deshalb hier nur erwähnt sein soll, zumal sie von der bald darauf erschienenen, auch weiterhin bekannten und grundlegenden Arbeit Wilson's (1892): „The Cell-lineage of *Nereis*“ in wichtigen Punkten verbessert wurde. Dieser amerikanische Forscher untersuchte die erste Entwicklung von *Nereis limbata* Ehl. und *N. megalops* Verrill, und zwar an planktongenen Eiern derselben. Es interessieren uns hier von dieser wichtigen Arbeit nur einige Angaben Wilson's über die fertige dreigliedrige Larve, die er mit der Nauplius-Larve der Crustaceen und der dreigliedrigen *Pycnogoniden*-Larve vergleicht. Das rotbraune Pigment des Trochophora-Stadiums verschwindet erst nach etwa 14 Tagen. Die Larve bleibt relativ lange Zeit auf dem dreigliedrigen Stadium, das in der Mitte des dritten Tages voll entwickelt ist, nämlich gegen zwölf Tage, während welcher Zeit die Larve fortfährt, aktiv zu schwimmen, wenn auch weniger lebhaft als anfangs. Das

vierte Segment erscheint durchaus nicht vor dem zwölften Tage, so daß in der Entwicklung der äußeren Gestalt des Tieres eine Pause vorhanden ist, wie sie sich auch bei anderen Formen findet. Lediglich am vorderen Ende geht eine Veränderung vor sich, indem der Kopf durch eine Falte der Körperoberfläche unmittelbar vor dem ersten Parapodienpaar vom Rumpf abgesetzt wird. Zu diesem letzteren unsegmentierten Teil des Körpers gehört auch das Mundsegment. Fünf eigenartige Drüsen, die „frontal bodies“, deren jede sich aus einer Zelle mit einer Art Vakuole entwickelt und die bei der kugeligen Trochophora auf der Vorderseite der Gehirnplatte und vor dem oberen Pol liegen, finden sich jetzt bei der dreigliedrigen Larve zwischen der Basis der Antennen. Etwa am vierten Tag erscheinen die Kiefer mit ihrer Höhle. Unterdessen hat das Entoderm ein Lumen bekommen, einen zentralen Zwischenraum zwischen den Entomeren, in denen die Öltropfen noch lange persistieren, ehe sie resorbiert werden.

In einer kleineren Arbeit gibt W I l s o n (1898) dann noch einige Details über die embryonale Entwicklung von *Nereis* an.

M I n t o s h (1907) berichtet über postlarvale Stadien von *Nereis diversicolor* O. F. Müll. von der schottischen Küste. Gegen Ende des Mai erhielt er aus dem lehmigen Schlamm des Meeresbodens zahlreiche Larven, jedoch keine Spur von früheren Stadien oder einer Trochophora. Es ist nicht zu entscheiden, ob diese Larven vorher schon auf ihrer Fundstelle gelebt hatten, oder ob sie auf ein planktonisches Leben zurücksahen. Die jüngsten Formen besaßen drei borstentragende Segmente. Da sich solche auch in den Röhren der erwachsenen Tiere, niemals aber pelagische Formen fanden, so meint M I n t o s h, daß die gefundenen wohl sich erst im Schlamm niedergelassen hätten, daß aber andererseits nicht alle zu wandern scheinen. Hinter dem die Fühlereirren tragenden Kopf liegt eine nur mit Borsten auf jeder Seite versehene Region; erst dann folgen die drei borstentragenden Parapodien. Am 28. Mai besaßen die Tiere zwei Paar Fühlereirren, das hintere von diesen mit einer dorsalen Acicula, und fünf Paar mit Borsten versehene Füße, mit deutlich zutage tretenden dorsalen und ventralen Cirren, sowie hellbräunlichen Stützborsten. Der Cirrus des ersten borstentragenden Ruders ist verlängert, die Borsten aber sind kürzer als im folgenden Fuß. Der Rüssel verschmälert sich nach hinten zu und stößt an eine breite, opake, gelbliche, drüsige Region, den Mitteldarm, dessen großer Umfang nach hinten allmählich abnimmt und in den Enddarm übergeht, der ziemlich weit dorsal endigt. Die gelbliche Drüsenregion erstreckt sich von der Grenze zwischen dem zweiten und dritten Fuß bis zum letzten borstentragenden Segment und enthält Gruppen der für die Drüsen der Wände des Verdauungskanales so charakteristischen Öltropfen. Die Segmentalorgane liegen als ein Paar hell-durchsichtiger ovaler drüsiger Körper („opaque ovoid glandular bodies“) hinter dem ersten definitiven Ruderpaar, gerade vor der opaken Region des Darmes, und lassen in ihrem Inneren gewöhnlich eine lebhafte Cilienbewegung erkennen.

Bei ebenfalls Ende Mai gefundenen Stadien mit acht borstentragenden Füßen ist der ventrale der vorderen Fühlereirren, der seitwärts von den Augen liegt, ein kurzer, gedrungener Fortsatz; der des nächsten Segments ist undeutlich. Dagegen ist der dorsale Cirrus dieses Segments mit Ausnahme der Analcirren der längste Cirrus überhaupt. Die Borsten dieses zweiten Fühlereirrussegmentes sind kurz und unterscheiden sich so von denen des nächsten Segmentes.

Am 17. Juli waren die Tiere beträchtlich gewachsen. Ihr Kopf gleicht nun dem der Erwachsenen und trägt auf seiner Oberseite ein helles Pigment, das bei noch älteren Tieren mehr bräunlich aussieht. Das vordere Augenpaar besitzt Linsen. Die Fühlereirren zeigen untereinander die richtigen Proportionen. Es sind sechzehn bis zwanzig borstentragende Ruderpaare vorhanden. Die Kiefer

tragen sechs Zähne außer der großen Spitze. Im Rücken- und Bauchgefäß zirkuliert bereits rotes Blut.

Endlich hat noch A k i r a I z u k a (1908) einige Angaben über die Entwicklung der von ihm als neue Art beschriebenen *Nereis japonica* gemacht, welche der *Nereis diversicolor* sehr nahe steht, aber getrennt geschlechtlich ist. 40 Stunden nach der Befruchtung erscheinen bewimperte, lebhaft umherschwimmende Embryonen, die sich als positiv heliotaktisch erweisen. 90 Stunden nach der Befruchtung beginnen die Borsten zu erscheinen. Neun Tage alte Embryonen besitzen vier Paar borstentragender Parapodien, je ein Paar Tentakeln, Fühlercirren und kurzer Analecirren. Die Anlagen der beiden Augenpaare sind auf den hinteren seitlichen Teilen des Kopfes sichtbar, ebenso die Kiefer, jeder mit drei Zähnen, inkl. der Spitze. In diesem Stadium beginnen die Embryonen langsam auf den Boden zu sinken, wo sie alsbald die normale Lebensweise der Erwachsenen führen.

Im folgenden soll nun eine zusammenhängende Schilderung der postembryonalen Entwicklung gegeben werden, soweit das nach den vorliegenden Untersuchungen möglich ist, und wenn da auch zu den vorstehend besprochenen Ergebnissen anderer Autoren eine Menge neuer und ausführlicherer Kenntnisse kommt, wie solche die fast ausschließliche Beschäftigung mit einem Objekte während so langer Zeit notwendig mit sich bringen muß, so ließ sich dem Wesen des Stoffes nach doch nicht vermeiden, sowohl den Hauptgang der Entwicklung als auch besondere Einzelheiten, die bereits von jenen Forschern erkannt und registriert waren, hier nochmals anzuführen, um eben das Gesamtbild von der Entwicklung der *Nereis dumerilii* möglichst vollständig und im Zusammenhang zu geben.

M a t e r i a l u n d Z u c h t m e t h o d e n .

Die Larven, von deren Weiterentwicklung hier die Rede ist, wurden teilweise aus natürlich, teilweise aus künstlich befruchteten Eiern von *Nereis dumerilii* gezogen. Die auf natürliche Weise befruchteten Eier der nereiden Form erhielt ich einerseits von den in meinen Zuchtbecken, großen flachen Glasschalen, befindlichen Würmern, die sie dort in ihren Röhren ablegten, andererseits aus frisch aus dem Golf von Neapel kommenden Röhren, in welchen oft erst vor kurzer Zeit die Befruchtung stattgefunden hatte, wie die in den ersten Stadien der Furchung stehenden Eier zeigten. Von der kleinen heteronereiden Form stammende Eier wurden entweder auf natürliche Weise befruchtet, indem ich frisch gefangene oder in meinen Becken reif gewordene männliche und weibliche Tiere in größere, wohldurchlüftete Glasgefäße setzte, oder es wurden Sperma und Eier aus ebensolchen Würmern künstlich entnommen und zusammen gebracht. Von W i s t i n g h a u s e n (1891) entnahm die einzelnen Furchungsstadien der nereidogenen Eier jedesmal direkt aus der noch von dem Muttertiere bewohnten Röhre. Für meine Zwecke erwies es sich als praktischer, zumal die Furchungsstadien selbst nicht Objekt meiner Untersuchungen waren, die befruchteten Eier alle auf einmal aus den Röhren zu entfernen und sie in einer kleinen flachen Glasschale sich weiterentwickeln zu lassen. In den Röhren befindliche Eier, die aus irgend einem Grunde von dem Muttertiere, das ihnen durch seine undulierenden Bewegungen Atemwasser zuführt, verlassen wurden, gehen, wie schon von W i s t i n g h a u s e n beobachtete, unfehlbar zu Grunde. Es erwies sich als zweckmäßig, die eben befruchteten, am Boden des Gefäßes liegenden Eier sowohl der nereiden als auch der heteronereiden Form zunächst etwa 12 Stunden, d. h. bis nach Ablauf der ersten Furchungsteilungen, ruhig stehen zu lassen unter häufigem Wasserwechsel, der bei den künstlich befruchteten Eiern in den ersten

Stunden mehrmals vorgenommen werden muß, schon um die zahlreichen überzähligen Spermatozoen aus der verhältnismäßig geringen Wassermenge zu entfernen. Nach Ablauf dieser ersten 12 Stunden wurde ein äußerst geringer Luftstrom, erzeugt durch einen Spengel'schen Durchlüfter, durch das Wasser geleitet, der lediglich den Zweck hatte, das die nächsten Tage hindurch nur noch je einmal erneuerte Wasser zu bewegen. Sobald dann mit der Ausbildung der ersten Ruderpaare die eigentliche embryonale Entwicklung der Tiere beendet war, etwa am 4. Tage nach der Befruchtung, wurde die Luftzufuhr unterbrochen, und von nun ab das Wasser selbst nur noch einmal wöchentlich gewechselt. Die einzelnen, kaum $\frac{1}{4}$ l Wasser enthaltenden, mit Glasdeckeln versehenen Zuchtgläser wurden in das in den einzelnen Arbeitsräumen der Station ständig fließende Seewasser gesetzt, so daß der Wasserstand innen und außen ungefähr gleich war. Auf diese Weise blieb die Temperatur des Wassers in den Gläsern vor Schwankungen innerhalb kurzer Zeit bewahrt und sogar tagelang ziemlich konstant. Allerdings stieg sie in den warmen Sommermonaten in den Aquarien, die im Winter durchschnittlich 14 Grad Celsius warm waren, allmählich bis auf 23 Grad, ja einmal, Anfang August, auf $23\frac{1}{2}$ Grad Celsius. Dabei hielt sie sich vom März bis Juni auf etwa 20 Grad Celsius. Zum Vergleich sei hier die Temperatur des Meeres angeführt; sie betrug im Winter durchschnittlich 16—17 Grad, im Sommer stieg sie bis 26 Grad im August.

Schon frühzeitig wurden die Larvenkulturen mit Futter versehen, und zwar die planktogenen sofort beim Auftreten freischwimmender Larven, die nereidogenen jedoch meist erst zur Zeit des Durchbruches des Darmes. Das Futter bestand ausschließlich aus dem in dem großen, ständig vom Seewasser durchflossenen Aquarienbecken des Arbeitszimmers üppig gedeihenden Ansatz von niederen Organismen, in der Hauptsache Diatomeen und Foraminiferen. Anfangs wurde nur wenig davon zugesetzt, um das Auffinden der kleinen Larven nicht zu erschweren; sobald diese aber begannen, sich Röhren zu bauen, erhielt jedes Gefäß so viel Nahrungsorganismen, daß diese, nachdem sie sich am Boden abgesetzt hatten, daselbst einen zusammenhängenden dichten Belag bildeten. Dieses Futter wurde nun mit dem Wasser wöchentlich erneuert, was sich ohne Schwierigkeiten bewerkstelligen ließ, da die jungen Würmer sich bei Erschütterungen des umgebenden Mediums in ihre Röhren zurückziehen und dort festzuhalten pflegen, so daß man das Gefäß bequem ausschütten, ja sogar vorsichtig mit reinem Wasser ausschwenken kann, ohne den Verlust auch nur eines Wurmes befürchten zu müssen.

Es wurden im ganzen 20 solcher Kulturen angelegt, davon 8 nereidogene und 12 planktogene. Von diesen aber gediehen nicht alle in gleicher Weise. Nur aus 6 nereidogenen wurden Würmer mit mehr als 10 borstentragenden Segmenten erzielt. Bei den planktogenen Kulturen war das Verhältnis noch mißlicher, denn 8 von ihnen entwickelten sich überhaupt nur während einiger Tage, dann gingen sie ein; die Würmer einer dieser Kulturen brachten es nur zu 6 borstentragenden Ruderpaaren. Dagegen entwickelten sich die jungen Nereiden dreier weiterer Kulturen in verhältnismäßig kurzer Zeit sehr weit, so daß sogar einige von ihnen das Stadium der Geschlechtsreife erlangten.

Es sei gleich hier bemerkt, daß im folgenden die einzelnen Kulturen der Reihe nach numeriert sind, und zwar nach dem Datum, an dem jeweilig die Befruchtung stattfand, doch so, daß zuerst mit No. 1—8 die nereidogenen, dann mit No. 9—20 die planktogenen Kulturen bezeichnet sind.

Die Untersuchungen wurden, soweit irgend möglich, an den lebenden Würmern vorgenommen, nur wo die Verhältnisse dies nicht zuließen, und zur Ergründung histologischer Einzelheiten wurden Präparate in toto oder Schnittserien angefertigt.

A. Nereidogene Larven.

Sobald bei den nereidogenen Embryonen die gleichzeitig zuerst auftretenden drei Parapodialhöcker und in diesen die ersten Borsten ausgebildet sind, beginnen die Tiere, die schon vorher auf dem Trochophora-Stadium lebhaft in der Eihülle rotierten, durch strampelnde Bewegungen die brüchig gewordene, nebenbei bemerkt ca. 90 μ dicke Gallerthülle, in die sie bis dahin eingeschlossen waren, zu zerreißen, um sich schließlich etwa nach Ablauf eines Tages ganz von ihr zu befreien. Am deutlichsten läßt sich dieser Vorgang bei den frei auf dem Boden einer Glasschale liegenden, aus künstlich befruchteten Eiern hervorgegangenen Tieren beobachten. Im Winter betrug die Dauer der Entwicklung von der Befruchtung der Eier bis zum Ausschlüpfen der Larven 8—10, im März 8, im Juli dagegen nur 4—5 Tage, und zwar zeigten hierin künstlich befruchtete Eier kein abweichendes Verhalten gegenüber solchen, die auf normale Weise in den Röhren besamt waren, dann aber nach 1 oder 2 Tagen aus diesen genommen wurden.

Die jungen Würmer unterscheiden sich in ihrer äußeren Form kaum von den vorhergehenden Stadien, d. h. sie besitzen eine noch fast völlig kugelige Gestalt. Nur da, wo die bereits deutlich erkennbaren Anlagen der Tentakeln sowie der Palpen und I. Fühlercirren aus der dem späteren Kopflappen entsprechenden Zellmasse als kleine Höcker hervorspringen, und ebenso an dem Hinterende der Larve mit den gleichfalls schon als kleine Höcker sichtbaren Analcirren-Anlagen ist die Außenwand des Larvenkörpers etwas vorgewölbt. So kommt es, daß die Richtung der Längsachse des Tieres schon deutlich zu sehen ist und daß sich, weil die beiden in Rede stehenden Punkte einander nicht diametral gegenüberstehen, sondern ein wenig der Ventralseite des Tieres genähert sind, an dem Larvenkörper eine schwächer gewölbte Fläche, die Bauchseite, und eine stark gewölbte, überhalb-kugelige, die Dorsalseite unterscheiden lassen. Verhältnismäßig recht weit ventral liegen jederseits die drei Parapodien, die als plumpe Wülste aus dem allgemeinen Körperumriß herauspringen, und deren jedes einzelne dorsal einen kleinen Höcker, die erste sichtbare Anlage seines Dorsalcirrus trägt. (S. Taf. IV Fig. 17.) Die bereits vorhandenen Borsten dieser Parapodien sind in je zwei Bündeln angeordnet, nämlich in einem dorsalen und einem ventralen, von denen das erstere dem Borstenbündel im dorsalen, das letztere aber den Borstenbündeln im ventralen Ast des Ruders beim erwachsenen Wurm entspricht. Wir werden die Gestalt dieser Borsten später noch genauer kennen lernen.

In dieser Arbeit wird das vorderste der drei Ruderpaare der Larve, an welches später beim erwachsenen Wurm, wie ja schon L a n g e r h a n s (1880) zeigte, lediglich die II. Fühlercirren erinnern, immer mit (1 +) bezeichnet; die beiden folgenden Parapodien jeder Seite heißen dann Ruder 1 resp. 2. Auf diese Weise erhält mit Ausnahme des ersten jedes Larvenruder die Nummer, die ihm nach der in der Literatur allgemein üblichen Benennung zukommt; denn dort wird die Zahl der vorhandenen Ruder stets vom ersten definitiv bleibenden Parapodium (borstentragenden Segment, sétigère) gerechnet. Unsrer eben ausgeschlüpfte Larve hat also (1 +) 2 Ruderpaare.

Die Länge einer solchen Larve beträgt etwa 300—400 μ , der dorsoventrale Durchmesser und ebenso die in der Mitte des Körpers liegende größte Breitenausdehnung messen ca. 300 μ . Da das frisch befruchtete Ei der nereiden Form einen Durchmesser von durchschnittlich 272—306 μ besitzt, so ist also an der ausgeschlüpfte Larve lediglich eine kleine Streckung des Körpers unter Beibehaltung des Umfanges der früheren Stadien und somit des Eies zu konstatieren.

In dem sonst glasklaren Larvenepithel ist eine gürtelförmige Anhäufung von schwach rötlich-

braunem Pigment in dem vorderen Drittel des Körpers zu erkennen, die am dichtesten auf der Ventralseite, von da rechts und links nach der Dorsalseite herumläuft, sich aber bald schon in den seitlichen Regionen derselben verliert. (Taf. IV Fig. 17.) Ein gleichfarbiges, aber ebenfalls nur matt hervortretendes Pigment findet sich an der Basis der Anlagen der Analcirren. Etwas dunkler und schärfer konturiert heben sich die ziemlich weit in der Entwicklung vorgeschrittenen Augenanlagen am entstehenden Wurm Kopf ab. Es ist für gewöhnlich bereits jederseits ein vorderes und ein hinteres Auge vorhanden, doch trifft man nicht selten Larven, die auf einer Seite nur ein einziges Auge besitzen, eine Erscheinung, die schon S a l e n s k y (1882/83 T. III S. 358) aufgefallen war und die auch sonst bei Annelidenlarven nicht selten zu sein scheint, denn derselbe Forscher sah auch bei *Aricia* die Augen ungleich entstehen; ebenso beschreibt V i g n i e r (1886 S. 365) ein ähnliches Verhalten von *Exogone*, und P i e r a n t o n i (1906) sah bei der Larve von *Protodrilus* immer das rechte Auge als einen rötlichen Pigmentfleck sich zuerst anlegen.

Ventral, dicht hinter der Kopfanlage liegt der durch Einstülpung des Ektoderms entstandene Anfangsdarm, dessen Wände dicht aneinander schließen, so daß noch keine eigentliche Mundöffnung vorhanden ist. In der Larve sieht man hinter diesem Stomodäum den in Bildung begriffenen Schlundkopf als eine etwa kugelige Zellmasse durchschimmern, die in ihrem Innern bereits die Anlagen der Kiefer und ein deutliches Lumen enthält. Ein ähnliches Bild wie die Mundeinstülpung bietet die Anlage des Enddarmes am Hinterende. Auch hier findet sich ein Lumen in der vom Ektoderm stammenden Einwucherung von Zellen.

Am meisten fällt bei der Betrachtung der Larve die große Dotter-Entodermmasse auf, welche den bei weitem größten Teil des Tieres ausfüllt. Wegen der bräunlich-gelben Farbe der großen Dotterkugeln ist sie beinahe undurchsichtig und läßt im Leben nur die Grenze zwischen rechter und linker Hälfte erkennen nebst den großen im Dotter enthaltenen Öltropfen. Die Anlagen des Kopfes und des Hinterendes heben sich durch ihr helles, klares Plasma deutlich von der gelben Masse ab. Sehr selten sieht man endlich noch auf der Dorsalseite des Vorderendes in dem Dotter, der sich vorn bis über die Kopfanlage vorwölbt und diese dadurch nach der Bauchfläche neigt, eine Einbuchtung, die nun ebenfalls wieder sehr durchsichtig ist. An dieser Stelle findet man dann die Protonephridien der Larve, und zwar auf jeder Seite ein solches (Taf. IV Fig. 17 Protonephr.).

Betrachtet man diese beiden larvalen Exkretionsorgane bei stärkerer Vergrößerung etwas näher (Taf. III Fig. 12), so erkennt man an jedem einzelnen von ihnen zwei kolbenförmig verdickte plasmatische Enden, an deren Rande eine lebhafte Flimmerbewegung statt hat. Das eine, dem Hinterende des Tieres zugewandte Ende sitzt auf einem langen Hals, von dem sich ein kurzer Ast abzweigt, der zu der anderen plasmatischen Verdickung führt. Aus beiden Ästen resultiert nun ein ziemlich starker, zahlreiche Granulationen enthaltender langgestreckter Strang, der in dorsoventraler Richtung verläuft und mit dem Außenepithel der Larve durch plasmatische Brücken in Verbindung steht. Er ließ sich stets nur ein kurzes Stück weit verfolgen, dann kam er in den Bereich der Dottervorwölbung und war nicht mehr von seiner Umgebung zu unterscheiden. Trotz aller Bemühungen gelang es nicht, ein etwaiges Lumen oder gar eine Flimmerung in diesen plasmatischen Teilen, auf denen die mit beweglichen Cilien ausgestatteten Verdickungen saßen, nachzuweisen. Auch die Art der Flimmerbewegung auf den letzteren mußte unentschieden bleiben, da etwaige Solenocyten-Röhrchen oder sonstige Gebilde, wie man sie von den Larven anderer Anneliden kennt, hier nicht zu erkennen waren. Der ganze Bau dieser Organe aber, und vor allem die Bewegung der Cilien selbst, scheinen dafür zu sprechen, daß wir es auch hier mit Solenocyten zu tun haben. Die einzelnen Cilien nämlich schlagen

mit ihrem freien Ende nicht geißelartig hin und her, wie sie es wohl tun würden, wenn dieses Ende frei in die Larvenhöhle ragte, sondern sie machen wellenförmige Bewegungen, die darauf hindeuten, daß sie durch die Wände von Röhren oder Kanälen beengt sind. Die Untersuchung dieser Protonephridien wurde noch dadurch erschwert, daß sie nur äußerst selten, scheinbar nur in einem ganz bestimmten Stadium der Entwicklung sichtbar werden. Bei Embryonen, die im Anfang des Juli gezogen wurden, erschienen sie in der günstigsten, oben beschriebenen Lage am 4. Tage nach der Befruchtung der Eier, gleich nachdem die Tiere ihre Eihüllen verlassen hatten.

Die nun folgende Schilderung des weiteren Entwicklungsverlaufes schließt sich im wesentlichen an die an einer Zucht (No. 8) von jungen *Nereis dumerilii* gemachten Beobachtungen an, die am 3. Juli 1909 in einer Wurmröhre als frisch gefurchte Eier mit teils zwei, teils vier Blastomeren, zusammen mit ihrer 46 Ruderpaare besitzenden Mutter aus dem Meere gebracht worden waren. Wie sieh später zeigen wird, gingen bei diesen Tieren die Entwicklung und das Wachstum bedeutend schneller vor sich, als bei den anderen in den Winter- oder Frühjahrsmonaten gezogenen Kulturen, so daß die Vorführung gerade dieser Zucht in ihrem zeitlichen Ablauf vielleicht am ehesten den im freien Meere obwaltenden Verhältnissen entspricht.

Am 6. Juli, also am dritten Tage nach der vorauszusetzenden Befruchtung der Eier, welche am 4. Juli aus der mütterlichen Röhre genommen waren, wurden bereits die ersten drei Paar Borstensäcke sichtbar, am folgenden Tage schlüpfen die meisten Embryonen aus der Eihülle und befanden sich in dem vorher geschilderten Stadium. Einzelne Tiere verließen die schützende Hülle erst am 5. oder 6. Tage nach der Befruchtung, zeigten sich aber in ihrer Entwicklung kaum weniger weit fortgeschritten, als ihre früher frei gewordenen Geschwister. In der Natur verhalten sich unsere Embryonen anders. Dort bleiben sie sehr lange Zeit hindurch in der Röhre des Muttertieres, das ihnen durch undulierende Bewegungen seines Körpers Atemwasser herbeistrudelt, und auch innerhalb der Röhre selbst scheinen die einzelnen Individuen ihren Platz nicht zu wechseln, obwohl auch dort, wohl infolge der bald eintretenden Streckung der Tiere, die jedes einzelne umhüllende Eihülle reißt. Niemals sah ich die in der Brutröhre eingeschlossenen Embryonen durcheinanderkriechen oder auch nur sich vorwärts bewegen. Nur kurz vor dem Zeitpunkt, an dem sie, von der Alten verlassen, sich aus der Röhre entfernen, war eine langsame Bewegung der Masse der jungen Würmer nach den beiden Öffnungen der Röhre hin zu bemerken.

Während der folgenden Zeit streckt sich nun der Körper der Embryonen immer mehr. Am 5. Tage — hier wie auch fernerhin in diesem ganzen Absatz gibt die Numerierung der Tage die seit der Befruchtung der Eier verflossene Zeit an — sind die Tiere schon über $\frac{1}{2}$ mm (ca. 528 μ) lang. Hinter dem 2. Parapodienpaar wird die Anlage eines neuen sichtbar, die Analcirren treten deutlich als gestreckte Gebilde hervor, und der I. Fühlerecirrus ist bereits doppelt so lang als dick. Auf der dorsalen Seite des 1. und 2. Ruders treten die Rückencirren auf, dagegen ist auf dem vordersten Parapodienpaar, das zu dem II. Fühlerecirrussegment [Ruderpaar (1 +)] gehört, noch keinerlei Andeutung eines Cirrus zu finden. Die Tentakeln und die Palpen sind deutlich von dem Kopf abgesetzt, letztere aber noch ungegliedert. Der Schlundkopf hat sich vergrößert und enthält ein Paar Kiefer, deren Spitzen schon bräunlich gefärbt sind, und an denen bereits außer der Spitze ein Zahn vorhanden ist. Die Leibeshöhle umgibt deutlich sichtbar den Schlundkopf und reicht vor diesem ventral sich unter dem Cerebralganglion nach vorn erstreckend bis zwischen die basalen Teile der Palpen (Taf. III Fig. 11.). Ganz vorn finden sich am Kopfplatten zwischen den Fühlern ein paar gelbe Flecke, entweder Pigmentablagerungen oder Drüsen. Obwohl die Würmer noch keineswegs in stande sind, Nahrung

aufzunehmen, so wurde doch schon jetzt etwas von dem Diatomeen- und Foraminiferenansatz der Aquarien in das Zuchtglas gebracht, um den Tieren, die bis dahin meist regungslos auf dem glatten Boden des Gefäßes lagen, einen anderen Untergrund zu geben.

Der nächste, 6. Tag zeigt die Tiere bereits wieder bedeutend weiter entwickelt (siehe Textfig. 1a). Es sind jetzt (1 +) 4 wohlausgebildete Ruderpaare vorhanden und ein 5. ist im Entstehen begriffen. Die Länge der Embryonen beträgt durchschnittlich 592 μ . Die Fühler sind doppelt so lang, der I. Fühlereirrus ist dreimal so lang als dick. Auf dem vordersten Parapodialesegment haben

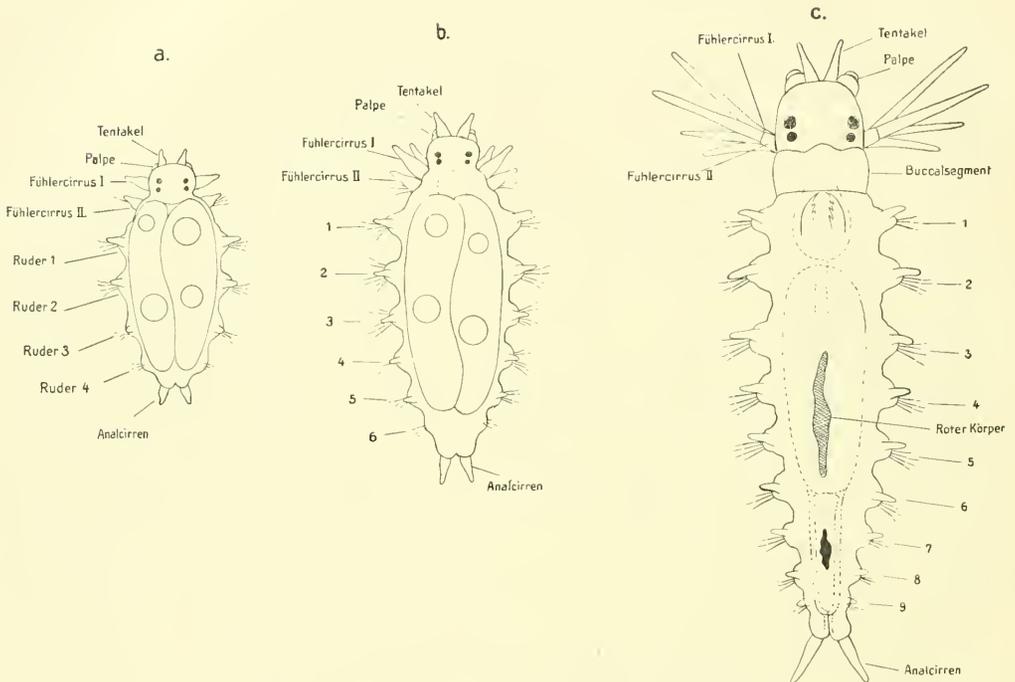


Fig. 1. Nereidogene junge *Nereis dumerilii* (n. d. Leben).

sich Dorsalcirren angelegt, die späteren dorsalen Äste der II. Fühlereirren, die ebenso lang als dick sind. Die immer noch ungegliederten Palpen werden bereits hin und her bewegt. Die Analcirren sind doppelt so lang als dick. Äußere Furchen grenzen auf der Dorsalseite das Segment der II. Fühlereirren, das in der Literatur als Buccalsegment bezeichnet wird, und ebenso die beiden folgenden Segmente nach hinten ab. Der Rüssel schiebt sich schon vorwärts und rückwärts, ohne jedoch ausgestülpt zu werden. In der Mittellinie des Dotterentoderms wird ein schmales Lumen sichtbar, die Anlage des Mitteldarmes. Der Dotter selbst reicht hinten nur bis an die Grenze zwischen dem 4. und 5. Rudersegment, wo eine quere Scheidewand das Lumen des Mitteldarmes von dem dahinter liegenden beträchtlich gewachsenen Darmabschnitt trennt. Im Inneren dieses Enddarmes pflegt auf diesem

Stadium ein blaß gelblich gefärbter Körper aufzutreten, von dem noch weiterhin die Rede sein wird. Ebenso wie der Enddarm nach vorn durch eine Scheidewand geschlossen ist, so besitzt er auch an seinem hinteren Ende noch keine Öffnung ins Freie, zum mindesten liegen die Ränder der späteren Analöffnung dicht aufeinander. Zwischen den Fühlern sind im Kopflappen immer noch die gelben Pigmentgranula vorhanden, aber es lassen sich keinerlei Andeutungen erkennen, daß diese etwa die Anlagen der später dort vorhandenen Drüsen wären. Auch am dorsalen Hinterrand des Kopflappens tritt jetzt ein hellgelbes feinkörniges Pigment auf. Rechts und links dicht neben der Dorsallinie zieht vom 1. Rudersegment an je ein feiner Streifen eines rotgelben körnigen Pigments nach hinten und ein Gürtel von ebensolcher Farbe umgibt das Pygidium. In den Parapodien erkennt man die Spindrüsen.

Das 5. Ruderpaar ist am 7. Tag bedeutend größer geworden und ein 6. in der Anlage vorhanden. Die Länge der Tiere beträgt 640—720 μ . Die Augen haben sich vergrößert, noch aber berühren sich die vorderen und hinteren Paare. Ventral von dem I. Fühlerecirrus erscheint ein neuer Ast, so daß damit augenscheinlich wird, daß der bisher einzige I. Fühlerecirrus jeder Seite einem dorsalen Ast entspricht. Das feine hellgelbe Pigment am dorsalen Hinterrand des Kopflappens hat sich median zu einem großen braunen Pigmenthaufen verdichtet. Vorn, etwas vor der Mitte zwischen den vorderen Augen und der Fühlerbasis liegen fünf kleine Haufen gelber Granula, vier von ihnen ziemlich in einer Reihe, der fünfte, mittelste etwas vorgeschoben. Diese Granula deuten wohl auf die Existenz von Drüsen hin; ihrer Lage und Zahl nach könnte man sie für die weiterentwickelten „frontal bodies“ Wilson's (1892) halten. Die Würmer liegen jetzt nicht mehr bewegungslos auf dem Boden ihres Glasgefäßes, sondern haben sich kurze, äußerst dünnwandige Wohnröhren mit Hilfe ihrer Spindrüsen zwischen den zugesetzten Diatomeen gebaut. Die Spindrüsen funktionieren also bereits jetzt schon, obwohl in der Natur die Würmer nicht nur auf diesem Stadium der Entwicklung, sondern auch noch viel länger in der Wohnröhre der Mutter sitzen, ohne also von diesen Organen Gebrauch zu machen. Allerdings könnte man daran denken, daß der schützende alte Wurm öfters einmal durch fremde auf Raub ausziehende Artgenossen oder auch durch andere Feinde vertrieben werden kann, so daß seine Nachkommen dann gezwungen wären, nun schon vor Ablauf ihrer Jugendzeit die große Röhre zu verlassen, sich zu zerstreuen und eigne Röhren zu bauen.

Am 8. Tage besitzen die meisten Würmer 6 Ruderpaare und sind etwa 800 μ lang. (S. Textfig. 1b u. Taf. IV Fig. 16).

Eine ganze Anzahl von Tieren aus der gleichen Mutterröhre, die in demselben Gefäß unter den gleichen Bedingungen gehalten wurden, sind aber in ihrem Wachstum zurückgeblieben, denn bei ihnen zeigt sich das 5. Ruderpaar kaum erst in der Anlage. Bei den großen 6-ruderigen Würmern ist der dem dorsalen Ast des II. Fühlerecirrus entsprechende Rückencirrus beinahe so lang als der dorsale Ast des I. Fühlerecirrus, und auch ein ventraler Cirrus wird an dem II. Fühlerecirrussegment, dessen Borsten bereits bis auf einige wenige ausgefallen sind, sichtbar. Die vorderen und hinteren Augen sind jetzt deutlich getrennt. Hinter der Basis der Tentakeln erscheinen kleine aufgeknäuelte Drüsenschläuche. Auch im Schlundkopf liegen jederseits vor dem Kiefer, der außer der Spitze noch drei weitere Zähne aufweist, lange U-förmig gebogene und vielfach gewundene Drüsen. In den sich immer länger streckenden Dotterentodermzellen sind die großen Ölkugeln, die in den entsprechenden Blastomeren aufzutreten waren, immer noch vorhanden. Der Enddarm kann jetzt schon nach hinten geöffnet sein, denn bei einzelnen Tieren wird der am vorhergehenden Tage dort befindliche gelbe Körper durch den After ausgestoßen. Zwischen Schlundkopf und Mitteldarm hat sich der sogenannte Übergangsteil des

Darmes eingeschoben, an dessen vorderem Abschnitt sich rechts und links je eine kleine sackartige Ausstülpung anlegt, die ersten Stadien der Darmdivertikel der erwachsenen *Nereis*. Der Schlundkopf kann bereits durch die Mundöffnung mit den Kiefern nach außen vorgestoßen werden, wie man es bei den durch das Deckglas beengten Tieren oft sieht. Dabei ist noch keine offene Verbindung zwischen Anfangsdarm und Mitteldarm vorhanden. Am bemerkenswertesten ist wohl die Tatsache, daß auf diesem Stadium der Entwicklung die Hauptgefäßstämme schon vorhanden sind. Das Dorsalgefäß pulsiert langsam und treibt die fahl-grünlich erscheinende Blutflüssigkeit von hinten nach vorn. Feste Bestandteile oder etwaige Blutkörperchen lassen sich noch nicht wahrnehmen; wohl aber sieht man bereits deutlich die Klappen im Rückengefäß, welche Claparède (1870) bei den erwachsenen Würmern fand. Es sind aber bis jetzt pro Segment nur je ein Paar sichtbar.

Wenn die Tiere bis jetzt an jedem Tage um etwa ein Segment wuchsen, so zeigt sich am 9. Tage nur erst die Anlage eines weiteren, nämlich des 7. rudertragenden Segmentes. Die Streckung des Körpers dagegen hat auch jetzt noch zugenommen, denn die größten Würmchen sind etwa 960 μ lang; neben ihnen finden sich allerdings wie vorher noch bedeutend kleinere mit weniger Ruderpaaren. In den Fußstummeln des II. Fühlereirrussegmentes sind bei den $6\frac{1}{2}$ -ruderigen Tieren nur noch die Aciculae und höchstens je eine Borste vorhanden. Der dorsale Ast des I. Fühlereirrus mißt 128 μ , der ventrale ist kürzer, der obere Ast des II. Fühlereirrus ist 160 μ lang; die Länge der Analcirren beträgt 112 μ , sie sind also hinter den früher kürzeren Fühlereirren im Wachstum zurückgeblieben. Das hintere Ende des Dotterentoderms liegt auf der Grenze zwischen dem 5. und 6. rudertragenden Segment. Mit der Streckung der Dottermasse ist Hand in Hand gegangen eine Vergrößerung des Mitteldarmlumens, in welchem jetzt, am Ende des 6-ruderigen Stadiums, konstant ein bei auffallendem Licht purpurrot leuchtender länglicher Körper aufzutreten pflegt, der wohl als ein Stoffwechselprodukt der Darmwandzellen anzusehen ist, und der später, wie wir noch sehen werden, nach dem Durchbruch des Darmes regelmäßig durch den Anus entleert wird. Vielleicht ist der, wenn auch nicht mit solcher Regelmäßigkeit, aber doch bei sehr vielen Würmern auftretende, bereits erwähnte gelbliche Körper in dem Enddarmlumen, den manche Tiere ebenfalls sehr lange bei sich behalten, als etwas Ähnliches aufzufassen. In dem deutlich sichtbaren Cölom des II. Fühlereirrussegmentes sieht man spindel-förmige oder ovale Cölomkörperchen flottieren. Rechts und links an der Vorderwand des Dotterentoderms liegen mehrere große, durchsichtige, kugelige Zellen. Das Rückengefäß läßt sich nach vorn in den Kopfklappen bis auf die Höhe des hinteren Augenpaares verfolgen; Blutkörperchen scheinen immer noch nicht vorhanden zu sein.

Am 10. Tage ist das 7. Ruderpaar fertig ausgebildet und ein 8. beginnt zu erscheinen. Die größten Würmer messen ca. 1120 μ . Der dorsale Ast des I. Fühlereirrus ist 144 μ lang; die Analcirren messen 136 μ . Das II. Fühlereirrussegment enthält keine äußeren Borsten mehr. Die hintere Grenze des Dotterentoderms hat sich gegen den vorigen Tag nicht verschoben, sondern liegt noch zwischen dem 5. und 6. Rudersegment. Der Dotter selbst enthält jetzt außer 5—6 großen eine ganze Anzahl von kleinen Öl- oder Fettkugeln. Die beiden Darmanhänge am Übergangsteil haben sich vergrößert und sind bereits kleine dünnwandige Bläschen. Je eine Schleife der beiden geknäuelten Drüsenschläuche im Vorderende des Kopfklappens hat sich nach hinten verlängert und die Höhe des vorderen Augenpaares erreicht. Das braune Pigment in der Gegend der vorderen dorsalen Ränder des II. Fühlereirrus- und des 1. Rudersegmentes ist jetzt deutlich zu sehen; das an letztgenanntem Ort befindliche zieht sich seitlich auseinander. An der Basis der Analcirren liegen im Pygidium große, vielgewundene Drüsenschläuche von ähnlichem Aussehen wie die im Kopfklappen. Der rote

Körper im Mitteldarmlumen nimmt an Größe zu. Die Würmer selbst haben ihre kleinen Wohnröhren ihrem Wachstum entsprechend vergrößert.

Der nächste, 11. Tag findet die Tiere teilweise mit 8 fertigen Ruderpaaren, bei einigen legt sich ein 9. an. Die Länge der größten beträgt ca. 1,2 mm. Das Dotterentoderm reicht hinten bis an die Grenze zwischen dem 6. und 7. Rudersegment. Die von dem Drüsenknäuel vorn im Kopflappen nach rückwärts führenden zwei Schläuche weisen dicht bei dem vorderen Augenpaar eine nach außen umgebogene S-förmige Schlinge auf und sind auch sonst in ihrem Verlauf stark geschlängelt (Textfig. 2).

Diese Drüsen werden übrigens schon von R a c o v i t z a (1896) erwähnt (S. 222) und auf seiner Taf. IV Fig. 38 abgebildet. Pigment befindet sich wie vorher auf der Dorsalseite der ersten Rudersegmente, doch hat es sich von da aus noch etwas mehr nach hinten verbreitet. Auch die Analöffnung wird noch, besonders auf der vorderen, dorsalen Seite von einer braungelben Pigmentanhäufung umgeben. Das Blutgefäßsystem besteht jetzt aus dem Rückengefäß, dem Bauchgefäß und intersegmentalen seitlichen Schlingen, die um den Darm rechts und links herumlaufend die beiden Hauptstämme mit einander verbinden. Solche seitlichen Schlingen sind am lebenden Tier deutlich zu sehen in den hinteren Segmenten, in welche das Dotterentoderm nicht mehr hineinreicht, also im 7., 8. und auch schon in dem sich erst neu anlegenden 9. sowie im Analsegment. Obwohl in den vor diesen liegenden Segmenten das über dem Dotter verstreichende Rückengefäß zu sehen war, zeigte sich keine Spur von solchen seitlichen Schlingen in ihnen, die also wohl auch gar nicht vorhanden sind. Vorn, am hinteren Rande des Kopflappens gabelt sich das Dorsalgefäß in die beiden Gefäße, welche den Schlund umgeben und, indem sie sich auf der Grenze zwischen 1. und 2. Rudersegment, da wo das Dotterentoderm anfängt, vereinigen, mit dem Bauchgefäß kommunizieren. Nicht immer entspringen die seitlichen Blutgefäßschlingen symmetrisch vom Dorsalgefäß, denn ich sah öfters die eine Schlinge eines solchen Paares um eine ganze Gefäßbreite weiter vorn sich vom Rückengefäß abzweigen als die der anderen Seite. Jetzt sieht man auch einige wenige langspindelförmige, helle Blutkörperchen im Dorsalgefäß, die durch dessen Kontraktionen schnell nach vorn getrieben werden. In den einzelnen Rudern haben sich die Spinn-drüsen stark vergrößert und schimmern infolge ihres gelblichen Inhalts als rundliche Gebilde durch die Haut der Würmer.

Am 12. Tage besitzen die größten Tiere 9 Ruderpaare, ein 10. ist in Entwicklung begriffen (Textfig. 1c S. 16). Es sind aber auch noch viel weniger weit im Wachstum fortgeschrittene Würmer vorhanden, von denen die kleinsten erst vier Ruderpaare aufweisen. Die Länge der Fühlereirren ist folgende: I. Fühlereirrus, dorsal 192 μ , ventral 96 μ ; II. dorsal 288 μ , ventral 64 μ . Die Anal-cirren sind 160 μ , die Tentakeln 64 μ lang. Das Dotterentoderm, in welchem immer noch eine Anzahl größerer und viele kleine Öl- oder Fettkugeln vorhanden sind, wird durch die Streckung und vor allem wohl durch den Verbrauch des in ihm enthaltenen Nährmaterials immer schlanker, so daß seitlich von ihm deutlich die Cölomhöhle ins Auge fällt, in welcher man Cölomocyten flottieren sieht. In der Mitte der Ventralseite des Schlundkopfes vor den Spitzen der Kiefer, welche vier Zähne aufweisen, liegen große geknäuelte, paarige Drüsen-schläuche. Unter dem Deckglas wird der Rüssel oft ausgestülpt und wieder eingezogen, wobei die Kiefer schnappende Bewegungen machen, wie um das Hindernis, welches das Glas von Objektträger und Deckglas bildet, zu durchbeißen. In einem Uhr-

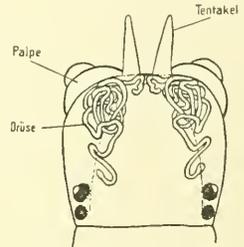


Fig. 2.

Drüsen im Kopflappen einer jungen *Nereis dumerilii*.

schälchen versuchen die Würmer auch zu schwimmen, indem sie sich hin und her schlängeln, vermögen aber nicht, sich vom Boden des Gefäßes zu erheben.

Mit der Ausbildung des 10. Ruderpaares am 13. Tage haben die etwa 1,3 mm langen Tiere ein wichtiges Stadium erreicht, wie wir später noch besser einsehen werden. Der noch vorhandene Dotterrest wird immer dünner und heller. Jetzt bricht auch die Scheidewand zwischen dem Mitteldarm und dem Enddarm durch, so daß man bereits einzelne Würmer trifft, die außer dem Körper im Enddarm auch den im Mitteldarm entleert haben, oder andere, bei denen man diesen Vorgang direkt beobachten kann.

Nachdem die Tiere also 10 Ruderpaare erlangt haben, tritt eine Pause in dem Erscheinen neuer Segmente ein, die bei den einen Individuen längere, bei den anderen kürzere Zeit dauert. Zwar wird bald die Anlage eines 11. Segmentes sichtbar, aber dessen Wachstum und Entwicklung geht nur sehr langsam von statten. Dagegen schreitet die Streckung des ganzen Körpers ungefähr in dem gleichmäßigen Tempo der vorhergehenden Tage vorwärts, so daß die jungen Würmer am 14. Tage etwa 1,5 mm lang sind.

Während die Embryonen in den ersten Stadien nach dem Verlassen der Eihülle leicht unter dem Mikroskop mit Hilfe eines Okularmikrometers zu messen waren, da sie wegen der großen Dottermasse ihre Form, vor allem ihre Länge nicht viel ändern konnten, so wurde das Messen der Länge größerer Embryonen und junger Würmer ziemlich schwierig, da die Tiere bald die mikroskopisch noch meßbaren Längen überschritten, sodann aber, weil sie durch das allmähliche Schwinden des Dotters beweglicher geworden waren und nun nicht mehr ruhig liegen blieben, sondern lebhaft umherkrochen und sich bald kontrahierten, bald streckten. Um einigermaßen relativ übereinstimmende Zahlenwerte zu erhalten, wurden vom 11. Tage ab die Messungen in der Weise vorgenommen, daß die Tiere in einem großen Wassertropfen über die Skala eines in Zehntel-Millimeter eingeteilten Glasmaßstabes kriechen mußten, der unter der binokularen Lupe beobachtet wurde.

Deutlich erkennen lassen sich jetzt die in der Haut gelegenen Drüsen, die ventral besonders zahlreich und groß entwickelt sind. In der Mitte jedes Rumpfsegmentes findet sich ziemlich nahe der Mittellinie der Bauchseite ein Paar gewundener Drüsenschläuche. Bei einem Individuum hatten die Analdrüsen ihr Sekret entleert, das zu langen Fäden mit kreisrundem Querschnitt erstarrt war. Die Blutkörperchen haben sich reichlich vermehrt und zirkulieren in der grünlichen Blutflüssigkeit lebhaft durch die Gefäße. Vom Rückengefäß geht im 2. Rudersegment rechts und links je eine seitliche Schlinge ab, die abwärts schräg nach vorn um den Schlundkopf herum führt. Die Exkretionsorgane sind deutlich erkennbar in der Gestalt, wie sie Ed. Meyer (1887 Taf. XXVII Fig. 1—8) abgebildet hat. Wichtig ist, daß jetzt zum ersten Male die bereits von Claparede (1868 und 1870) für die erwachsenen Tiere als charakteristisch hingestellten und beschriebenen roten und gelben Pigmentzellen im Peritoneum sichtbar werden, und zwar zunächst nur im Vorderkörper der jungen Würmer. Rote Chromatophoren traten bei einem der daraufhin untersuchten Individuen in folgender Anordnung auf: in der Nähe des vorderen dorsalen Randes des II. Fühlereirrussegmentes jederseits und in der Mitte der linken Hälfte, ziemlich dicht an der hinteren Grenze desselben Segmentes je eine, ebenso je eine an der entsprechenden Stelle des hinteren Randes im 2., 3. und 4. Rudersegment, und zwar auch hier unsymmetrisch, in den beiden ersteren nur links, im 4. Rudersegment dagegen rechts, links aber doch schon in der Anlage erkennbar. Im 5. Rudersegment waren dann an der gleichen Stelle beiderseits noch sehr wenig Pigment führende Chromatophoren vorhanden, links außerdem

eine solche in der Entwicklung begriffene etwas weiter nach vorn, im 6. dieser Segmente endlich befand sich wieder nur rechts eine kleine solche Zelle; in den folgenden Segmenten war noch keine Spur von rotem Pigment zu sehen. Ähnlich wie bei dem beschriebenen Tier legten sich die roten Chromatophoren auch bei allen anderen daraufhin untersuchten Individuen an, nur daß von den später streng paarigen Zellen bald einmal die der rechten Seite, bald einmal die der linken zuerst erschienen. Jedenfalls war die Zahl dieser Zellen im Bukkalsegment immer am größten.

Die gelben Chromatophoren waren so verteilt: eine große dorsal in der Mitte des Vorderrandes des Bukkalsegmentes; im Kopflappen mindestens je eine rechts und links hinten zwischen den vorderen Augen; ferner im 2.—6. Rudersegment je ein Paar zu Seiten des Dorsalgefäßes. Die vorher in der Haut des Bukkalsegmentes vorhandenen gelblichen Pigment-Granula haben sich seitlich und nach hinten unregelmäßig verteilt und auseinandergezogen, so daß die nun vereinzelt liegenden Körnchen kaum noch zu sehen sind. Dagegen ist der Kopflappen dorsal und besonders seitlich schon stark mit solchen gelben Pigmentgranulis überzogen.

An allen 10 Ruderpaaren sind jetzt die ventralen Cirren vorhanden. Wenn schon der Umstand, daß noch einzelne der 10-ruderigen Würmer den roten Körper im Mitteldarm enthalten, darauf hinweist, daß die Entwicklung eine ungleichmäßige bei den einzelnen Individuen ist, so zeigen das noch in viel höherem Maße die in der gleichen Zucht befindlichen kleinsten Tiere, die immer erst noch nicht mehr als 4 Ruderpaare besitzen.

Auch am 15. Tage ist noch kein Fortschritt im Wachstum neuer Segmente zu erblicken, obwohl die größten Tiere jetzt 1,6 mm lang sind. Die Kiefer haben außer der Spitze 5 Zähne. Einige Tiere der in Rede stehenden Zucht No. 8 zeigen sich jetzt positiv phototaktisch, indem sie den oberen Rand des Wassers in ihrem Gefäß an der Lichtseite aufsuchen, ein Verhalten, das dem der jungen Würmer im Freien entspricht.

Mit der Erlangung des 10. Ruderpaares nämlich verlassen diese, die bis dahin unter normalen Bedingungen immer noch in der Wohnröhre des nunmehr treulos von ihnen gehenden Mutterwurmes, ohne Nahrung zu sich zu nehmen, gelebt hatten, nun ebenfalls die Stätte ihrer ersten Kindheit, um sich zu trennen und jedes für sich den Kampf mit dem Dasein aufzunehmen. Die Ursache des Auswanderns sind eine jetzt bei den jungen Würmern vielleicht infolge des mittlerweile eingetretenen Mangels an der nötigen Nahrung ausgelöste negative Geotaxis und eine positive Phototaxis.

* * *

Um dieses Verhalten näher zu prüfen, wurden die mit 10 Ruderpaaren versehenen jungen *Nereis dumerilii*, welche sich in einer am 9. Juli frisch aus dem Meere genommenen Röhre in der Zahl von mindestens 300 befanden, in eine breite Glasschale mit flachem Boden gesetzt. Sofort strebten alle der dem Zimmerfenster zugewandten Seite des Gefäßes zu. Das gleiche fand statt, wenn in einer Dunkelkammer die eine Seite der Glasschale mit einer gewöhnlichen elektrischen Glühlampe erleuchtet wurde. Die Würmer bewegten sich mit ziemlicher Geschwindigkeit vorwärts und zwar durch „Schwimmgang“, eine Art der Lokomotion, bei der der ganze Wurmrumpf in Wellenlinien hin und her bewegt wird, indem der Rückschlag der Podien immer gleichzeitig auf der jeweilig konvexen Seite der einzelnen durch Undulation hervorgerufenen Bogen erfolgt, wie es E i s i g (1906) für eine Anzahl von Polychaeten und speziell für die erwachsene *Nereis cultrifera* beschrieben hat.

Mit Hilfe eines unter den Gefäßboden gelegten im Zentimetermaßsystem quadrierten Papiers, dessen eines Koordinatensystem senkrecht zur Lichtrichtung und damit auch zur Richtung des Weges

der einzelnen Würmer verlief, wurde die Geschwindigkeit gemessen, mit welcher die Tiere dem künstlichen Lichte der ziemlich nahen (etwa $\frac{1}{2}$ m entfernten) elektrischen Glühlampe zustrebten. Einzelne beobachtete Würmer legten zurück:

10 mm	in	20—24	Sekunden
15 „	„	30	„
20 „	„	40	„

d. h. durchschnittlich 1 mm in 2 Sekunden. Ihre Geschwindigkeit betrug also etwa 0,5 mm pro Sekunde. Diese Phototaxis änderte sich nicht, wenn statt der weißen eine blaue oder rote Lichtquelle benutzt wurde. So eilten die Tiere dem Lichte noch zu, als die Glühlampe hinter einer etwa 3 mm dicken sattblauen oder dunkelroten Glasscheibe aufgestellt war, doch wurde ihre Geschwindigkeit hierdurch wesentlich reduziert.

Wenn die Würmer am Tageslicht der Fensterseite ihrer Glasschale zustrebten, so bewirkte eine plötzliche Erschütterung des Gefäßes, daß alle in der Bewegung innehielten und sich kontrahierten. In dieser Stellung verharrten sie dann lange Zeit, ehe sie ihren Weg fortsetzten. Noch interessanter war das Verhalten der Tiere bei folgendem Experiment. Es wurden viele von ihnen in eine Pipette aufgesogen und mit dem Wasser wieder in die Glasschale gespritzt. Der zweifellos heftige mechanische Reiz hatte zur Folge, daß die vorher positive Phototaxis in eine negative umgekehrt wurde. Die Tiere eilten jetzt alle von der Lichtseite weg. Auch diese negative Phototaxis hielt lange an, wenn das Tageslicht ununterbrochen auf die Würmer einwirkte. Dagegen stellte sich schon nach einem kurzen Aufenthalt von nur 2—3 Minuten in der Dunkelkammer die ursprüngliche positive Reaktion sofort wieder ein. Eine ähnliche Umkehrbarkeit der phototaktischen Bewegungen durch mechanische Reize ist schon bei anderen Organismen mehrfach beobachtet worden; so bei niederen Krebsen, Copepoden, Ostracoden und Cladoceeren von L o e b, T o w l e, S t e u e r und S c h o u t e d e n.

Sowohl bei diesen jungen Würmern, als auch bei anderen solchen, die mit 10 Ruderpaaren die Röhre, in der sie herangewachsen waren, verließen, zeigte sich, wenn sie in Ruhe gelassen wurden, daß sie sich stets am oberen Rande des Wassers auf der Lichtseite ihres Gefäßes sammelten und zwar alle möglichst dicht gedrängt in einem Klumpen. Es wurde nun ein Gefäß mit derartigen jungen Tieren, nachdem dieselben durch Umrühren gleichmäßig auf dem Boden verteilt worden waren, in einen lichtdicht schließenden Kasten gestellt (Textfig. 3A S. 23), um die Wirkung der völligen Dunkelheit kennen zu lernen. Nach einigen Stunden erst wurde der Kasten wieder geöffnet, und es zeigte sich, daß die Würmer, die sich ja beim Einsetzen in den Kasten alle auf dem Boden ihrer Schale befunden hatten, nunmehr gleichfalls am oberen Rande des Wassers saßen, jetzt aber bei dem Fehlen einer einseitig wirkenden Lichtquelle ringsum ziemlich gleichmäßig verteilt. Dieser Versuch lehrt also, daß die jungen *Nereis* auf diesem Stadium ihres Wachstums durch eine negative Geotaxis gezwungen werden, nach oben zu kriechen, soweit, als ihnen das die Verhältnisse erlauben. Um zu sehen, welcher von beiden Reizen der stärkere war, wurde in einer Wand des Kastens unten eine Spaltöffnung angebracht, so daß das diffuse Tageslicht in dessen Inneres fallen konnte. Eine Glasschale mit gleichmäßig auf dem Boden verteilten jungen Nereiden wurde etwas erhöht auf ein anderes umgedrehtes Glasgefäß in den Kasten gesetzt und dieser für einige Stunden geschlossen und zur Vorsicht mit Ausnahme des Spaltes noch mit einem undurchsichtigen dunklen Tuche umhüllt (Textfig. 3B). Beim Öffnen saßen alle Würmer auf der Lichtseite am o b e r e n Rand des Wassers. Es schien demnach der Reiz der Schwerkraft den des Lichtes an Stärke zu übertreffen. Da die Spaltöffnung in der Kasten-

wand jedoch das diffus auf sie treffende Tageslicht auch nach oben auf den Glasdeckel der Schale fallen ließ, wo es wahrscheinlich reflektiert wurde, so war der Versuch nicht eindeutig. Es wurde deshalb ein Bündel von annähernd parallelen Lichtstrahlen von der Seite her gerade in Höhe des Bodens der Glasschale mit den Versuchstieren in das Innere des Kastens gelenkt, was sich mit Hilfe einer etwa 15 cm langen und nur $\frac{1}{2}$ cm weiten undurchsichtigen Röhre, die vor einem entsprechenden Loch in einer Kastenwand lichtdicht angebracht wurde, leicht bewerkstelligen ließ. (Textfig. 3C). Jetzt ergab sich ein anderes Resultat, denn nunmehr hatten sich die Tiere alle am Boden des Gefäßes auf der Lichtseite versammelt. Das zerstreute Tageslicht war also stärker in seiner Wirkung als die Schwerkraft. Der letzte Versuch wurde dann noch etwas modifiziert, indem das Lichtbündel direkt vertikal von unten her auf die Mitte des Bodens der Versuchsschale gerichtet wurde. Um genügend Licht zu erhalten, wurde unter die nunmehr nach unten gekehrte äußere Öffnung der Röhre in einiger Entfernung ein Stück mattes weißes Zeichenpapier gelegt (Textfig. 3D). Die Würmer fanden sich dann in der Mitte des Gefäßes am Boden, so daß dieser Versuch das Ergebnis des vorigen bestätigte.

Wurden solche jungen Würmer mit 10 Ruderpaaren in ein Gefäß gesetzt, das einen dicken Bodenbelag der als Nahrung verwandten Diatomeen, Foraminiferen usw. enthielt, so

schwanden die beiden Tropismen alsbald; die Tiere begannen sich Röhren zu bauen und blieben am Grunde. Aber nur etwa 24 Stunden dauerte bei den meisten von ihnen dieses Verhalten, dann fanden sie sich abermals auf der Lichtseite am oberen Wasserrande zu einem Haufen zusammengedrängt. Und zwar zeigte sich diese Erscheinung konstant bei einer großen Anzahl von derartigen Zuchtgläsern, deren jedes immer die Nachkommen eines Wurmes, also den Inhalt einer Brutröhre enthielt. Die Tiere blieben sehr lange da oben sitzen. Mehrere solche Kolonien, die am 7. Juli gefangen und aus der Brutröhre genommen worden waren, ließen sich trotz Diatomeenzusatz erst am 31. Juli, also nach mehr als drei Wochen auf dem Boden der Gefäße nieder, indem sie dort ihre

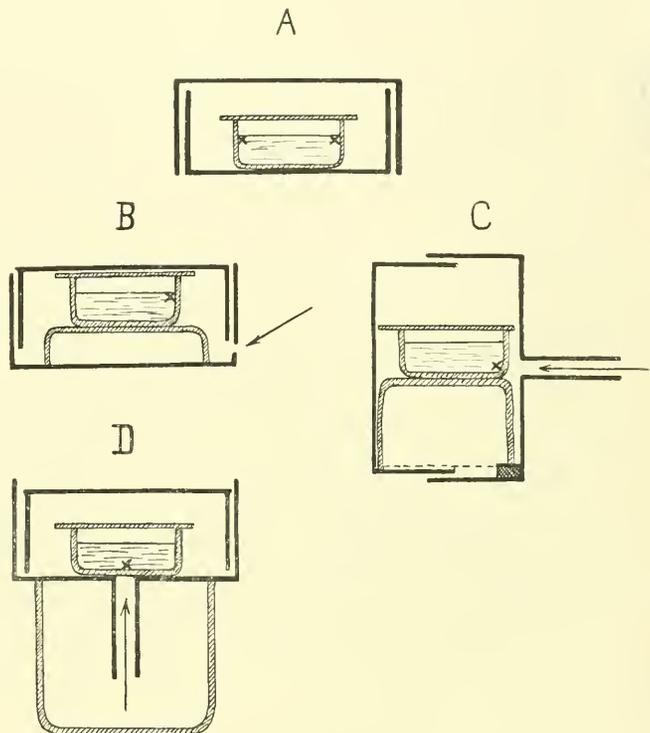


Fig. 3.

× = Ansammlungsstellen der jungen Würmer.
 → = Richtung des einfallenden Lichtes.

Röhren anlegten und nun dauernd dort blieben. Auch wiederholtes gewaltsames Zerstreuen der Würmer in ihrem Glase, das bei einigen der Kolonien vorgenommen wurde, änderte nichts an dem Verhalten.

Die Tropismen, die sich bei den mit 10 Ruderpaaren versehenen jungen *Nereis dumerilii* einstellen, und die ja in der Natur beide in gleichem Sinne wirken, nämlich das Tier veranlassen, aus der mütterlichen Wohnröhre heraus und an den Zweigen der Algen oder an den Steinen und Felsen des Meeresbodens nach oben zu kriechen, bedingen somit die Zerstreung und Ausbreitung der bis dahin auf den engen Raum der Röhre des Muttertieres zusammengedrängten Würmer. Allerdings wird sich diese Ausbreitung nur über ein kleines Gebiet von vielleicht nur einigen Quadratmetern Umfang erstrecken, indem jedes einzelne Tier wohl bald bei seiner Wanderung an die Spitze eines Algenzweiges oder die obere Kante eines Felsstückes gelangt, wo es sich dann eine eigne Wohnröhre baut. Interessant ist es, daß das Überwiegen des Lichtreizes vor dem der Schwerkraft die Tiere davor behütet, von unten her etwa in eine oben geschlossene Felsspalte zu dringen, die sie ja nicht verlassen könnten, wenn die negative Geotaxis stärker wäre. — Es sei hier übrigens daran erinnert, daß in der Natur die Bedingungen etwas anders liegen, als bei den oben mitgeteilten Versuchen; da nämlich die Röhren der Muttertiere durchschnittlich 0,5—1 m unter dem Wasserspiegel angelegt zu sein pflegen, so ist das Verhältnis der Lichtintensität zur Schwerkraft ein anderes, indem erstere wegen der von den Lichtstrahlen zu durchdringenden Wassersäule weniger stark ist als das zerstreute Tageslicht, dem die geringe Wassermenge im Versuchsgefäß keinen nennenswerten Widerstand entgegen setzt. In der Natur wirkt aber andererseits auch oft das recht intensive Licht der Sonne auf die Tiere, das bei den vorliegenden Versuchen absichtlich ausgeschaltet wurde. Auch ist der Druck des Wassers in 1 m Tiefe ein ganz anderer als der in dem Versuchsglas mit etwa 2 cm Wasserstand.

Daß einzelne Individuen die Lichtseite ihres Gefäßes aufsuchten, sobald sie 10 Ruderpaare besaßen, kam nicht nur bei der Zucht No. 8 vor, deren Entwicklung hier beschrieben wurde, sondern auch bei mehreren anderen, die von vornherein ebenso wie diese außerhalb ihrer Mutterröhre gezüchtet wurden. Jedoch bauten sich diese Tiere dann immer schon innerhalb der nächsten Tage ihre Wohnröhren. — Daß diese Tiere trotz ihrer Jugend schon wehrhaft sind, zeigt die Tatsache, daß sie sich, wenn sie auf ein und demselben Algenzweig, auf den sie gesetzt wurden, zusammentreffen, lebhaft zu beißen beginnen.

* * *

Am 16. Tage ist das 11. Ruderpaar bei einigen Würmern fertig ausgebildet. Sie sind nun 1,7 mm lang. Der Darm ist jetzt völlig durchgängig, was am besten die vereinzelt Nahrungsballen, die er enthält, beweisen. Der jetzt nur noch äußerst dünne Dotterrest sieht grünlich aus, umschließt aber immer noch große und kleine Ölkugeln. Die Chromatophoren sind gewachsen und enthalten reichlicheres Pigment als vorher, besonders im Buccalsegment. Außer den roten finden sich dort jetzt auch zwei große gelbe rechts und links, d. h. neben dem Dorsalgefäß. Im 1. rudertragenden Segment liegen symmetrisch je zwei rote hinter einander etwa in der Mitte jeder Segmenthälfte, außen neben den vorderen von diesen zudem noch je eine. Das früher scheinbar diffus verteilte Pigment der Haut ist auf der Dorsalseite des Vorderkörpers in deutlichen Querreihen angeordnet. Quer über die Mitte jeder seitlichen Hälfte des Buccalsegmentes zieht eine Reihe von je vier S-förmig gebogenen größeren Hautdrüsenschläuchen, hinter deren Mitte eine fünfte ebensolche Drüse liegt. Die dorsalen Äste des

1. und 2. Rudersegment enthalten keine äußeren Borsten mehr, sondern lediglich ihre Aciculae, die im Wachstum hinter den ventralen zurückbleiben. Infolge des Zurücktretens der früher undurchsichtigen Dottermasse wird der Vorderdarm mit seinen Teilen deutlich erkennbar. Man sieht hinter dem Schlundkopf den sogenannten „Übergangsteil“ des Darmes, von dessen vorderem Ende rechts und links je ein kleiner Darmanhang sackförmig in die Leibeshöhle ragt.

Die Kiefer der am 17. Tage noch 11 Ruder aufweisenden 1,8 mm langen Würmer besitzen außer der dunklen Spitze 6 Zähne, von denen die vorderen bräunlich, die hinteren aber hell durchsichtig sind. Nicht immer ist die Anzahl der Zähne am Kiefer auf beiden Seiten bei ein und demselben Wurm die gleiche. Auf ähnliche Verhältnisse bei erwachsenen Lycoriden hat schon Hefferan (1900) hingewiesen. Die Chromatophoren haben so zugenommen an Zahl und Größe, daß man bereits am Vorderkörper jederseits eine Reihe von ihnen vom Buccalsegment bis zum 6. Rudersegment verfolgen kann. Oft setzt sich die eine dieser Reihen nach hinten unsymmetrisch bis zum 9. borstentragenden Segment fort. Zu diesen beiden Reihen kommt im Buccal- und 1. Rudersegment noch je eine weitere. Von den Pigmentzellen jeder dieser Reihen liegen im Buccal- und 1. Rudersegment je drei hintereinander in demselben Segment, in den folgenden Segmenten je zwei, in den letzten der in Betracht kommenden Segmente nur je eine. Im Dotter sind noch Ölkügeln vorhanden.

Die im 3. Rudersegment liegenden beiden Anhänge des Vorderdarmes werden durch peristaltische Bewegungen der vor ihnen befindlichen Teile des Darmes mit Wasser gefüllt, das sie dann periodisch wieder nach vorn entleeren. Textfigur 4 zeigt die Lage der gefüllten Darmdivertikel eines Tieres mit 11 rudertragenden Segmenten. (Vergl. auch den Horizontalschnitt Taf. IV Fig. 21 durch das Vorderende eines nereidogenen Wurmes mit $10\frac{1}{2}$ Ruderpaaren.) Es folgen durchschnittlich immer zwei peristaltische Wellen der Schlundkopfmuskulatur aufeinander, deren jede den Darmanhängen eine gewisse Menge von Wasser zuführt. Die einzelnen Phasen einer solchen Welle gibt die Textfigur 5 a-d wieder. Sobald die mit einer kräftigen Muskulatur, einer inneren Ring- und äußeren Längsmuskellage versehenen Divertikel kugelförmig aufgetrieben sind, öffnet sich der vor ihren Mündungen liegende Teil des Übergangsdarmes wieder und die Bläschen sinken plötzlich völlig zusammen, so daß ihr Inhalt in den Vorderdarm getrieben wird, dessen Lumen sich ventral zu einer Rinne öffnet. Nun folgt eine Pause, die länger ist, als die beiden Schlucktempos und das Ausstoßen des Wassers zusammengenommen; sie dauerte gewöhnlich 10 Sekunden, das Einschlucken und Entleeren des Wassers

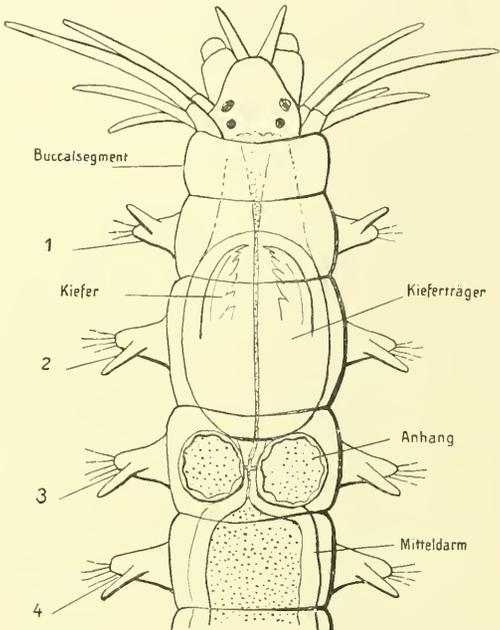


Fig. 4.

Nereidogene *Nereis dumerilii* mit 11 Ruderpaaren.
Nach dem Leben, um die Lage der Darmdivertikel zu zeigen.

jedoch nur 7 Sekunden, so daß also jede einzelne Periode vom Beginn einer Pause bis zum Beginn der nächsten in 17 Sekunden abließ. Eine Reizung des beobachteten Tieres durch Erschütterung des Objektträgers oder durch starkes Licht mit Hilfe des Beleuchtungsapparates des Mikroskops verursachte eine Beschleunigung des Schluckvorganges, so daß dessen einzelne Perioden bis zur Dauer von nur 10 Sekunden verkürzt wurden. Andererseits füllten viele der jungen Würmer, solange sie unter dem Deckglas festgeklemt waren, ihre Darmanhänge überhaupt nicht mit Wasser, so daß man wohl sagen kann, daß die Tiere nur unter normalen oder den normalen möglichst gleichkommenden Bedingungen in regelmäßiger Weise ihr Pumpwerk spielen lassen.

Über die Natur solcher Darmanhänge ist schon viel debattiert worden, ohne daß man deren Funktion sicher und eindeutig angeben konnte. Ehlers (1868) beschreibt diese Gebilde bei der

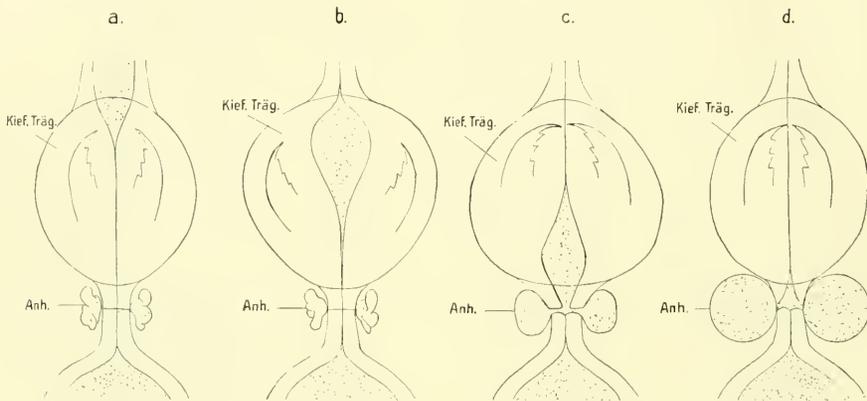


Fig. 5.

Die einzelnen Phasen der Schluckbewegung, durch welche die Darmdivertikel mit Wasser gefüllt werden.

erwachsenen *Nereis cultrifera* und nennt sie „Drüsen“. Da seine Schilderung auch auf die betreffenden Organe von *Nereis dumerilii* paßt, so sei sie hier angeführt: „Die Drüsen, welche in diesen Übergangsteil münden, hängen unmittelbar hinter dem Kieferträger am seitlichen Umfange des Rohres frei in die Körperhöhle hinein, so daß ihre Enden zur Seite oder auch über und unter dem Darm liegen. Da sie kontraktile sind, so wechselt ihre Länge; ich habe am lebenden Tiere gefunden, daß sie bei eingezogenem Rüssel von dessen hinterem Ende bis zum Anfang des Darms reichten. Ihre Farbe war heller oder dunkler braun. Die Drüse ist ein platt zusammengedrückter, hinten blind endender Sack, dessen Wand von den Kanten her durch tiefe Einschnürungen in unregelmäßigen, nie großen Abständen hintereinander gegen das Innere eingestülpt ist. Die taschenförmigen Aussackungen, in welche so das Lumen der Drüse erweitert zu sein scheint, sind dunkler gefärbt und machen den Eindruck kleiner Drüsenschläuche, welche in den Binneuraum der ganzen Drüse, wie in einen gemeinsamen Drüsengang münden. Eine körnige braune Masse liegt auf der Innenfläche der Drüsenwand; wahre Drüsenzellen suchte ich darin vergebens; nach außen ist die Wand von einer starken Muskellage bekleidet, die nach innen aus kreisförmigen, nach außen aus längslaufenden Fasern besteht.

Nach dieser ihrer Zusammensetzung kann man die ganze Drüse als eine Ausstülpung vom Übergangsteile her auffassen“ (S. 474.)

Ähnliche Blindsäcke am Übergangsteil des Darmes waren schon länger bekannt bei Syllideen, und wurden von Claparède (1864, 1868) als „Glandes en T“ bezeichnet. Es stellte sich aber bald heraus, daß man es sicher nicht mit Drüsen zu tun hatte. Eisig (1881), der sie bei Syllideen und Hesioniden studierte, wies Luft in ihnen nach, weshalb er ihnen die Funktion von Schwimmblasen zuschrieb. De Saint-Joseph (1887) bestritt diese Annahme und auch Malaquin (1893) konnte sich ihr in seiner Monographie der Syllideen nicht anschließen. Letzterer Autor beschreibt den Bau dieser Organe, die er „Coecums ventriculaires“ nennt, und gibt eine detaillierte Schilderung von deren Tätigkeit, an die er seine Meinung über ihren Zweck knüpft. Auch bei *Syllis* werden nämlich die Darmanhänge periodisch mit Wasser gefüllt und zwar noch beim erwachsenen Tier, während dies bei *Nereis* so viel ich beobachten konnte, nur in der Jugend stattzufinden pflegt. Es bestehen auch sonst Unterschiede zwischen diesen Organen bei beiden Polychaeten, denn bei *Syllis* sind sie mit beweglichen Cilien ausgekleidet und ziemlich glattwandig, während Wimpern in den Divertikeln bei *Nereis*, weder bekannt sind, noch von mir nachgewiesen werden konnten; andererseits haben diese Organe bei den erwachsenen Nereiden vielfach gefaltete Wandungen. Malaquin meint, daß das Wasserschlucken bei *Syllis* den Zweck hätte, Nahrungspartikel aufzunehmen und durch den Anfangsdarm zu leiten und daß die Darmblindsäcke dazu bestimmt seien, das Wasser selbst, nachdem es diesen Dienst geleistet hat, aufzuspeichern, um es dann gegebenen Falls nach vorn zu entleeren. „Le rôle de ces coecums se trouve alors clairement indiqué: ils retiennent l'eau absorbée en trop grande quantité par l'animal; leurs parois très extensibles se prêtent particulièrement bien à ce rôle. Cette disposition permet donc à l'animal de ne laisser passer dans l'intestin que les aliments.“ Diese Annahme stützt noch besonders die Tatsache, daß bei denjenigen Syllideen, welche keine „coecums ventriculaires“ besitzen, der vordere Teil des Mitteldarmes selbst deren Funktion übernimmt. Der Gedanke an eine solche Funktion der Darmdivertikel scheint viel für sich zu haben, denn wenn auch die jungen Nereiden, bei denen ich das Spiel der Bläschen beobachtete, keinerlei Nahrung mit dem Wasserstrom zugeführt bekamen, so ist doch zu bedenken, daß die Darmanhänge erst auf dem Stadium, wo der Darm durchgängig wurde, also Nahrung aufgenommen werden konnte, ihre Funktion auszuüben begannen, obwohl sie lange vorher schon vorhanden und scheinbar auch fertig ausgebildet waren.

Tafel III Figur 13a ist ein Querschnitt durch den Übergangsteil des Darmes einer jungen *Nereis dumerilii* mit $7\frac{1}{2}$ Ruderpaaren an der Stelle, wo rechts und links die beiden Divertikel einmünden. Die unbewimperte Darmwand geht gleichmäßig in die der Anhänge über, doch besitzen die der ersteren angehörenden Zellen hellere, mehr kugelige Kerne, während die Zellen der Bläschen mit dunkleren, ovalen Kernen versehen sind. Außen auf der Wand der Divertikel sind bereits die beiden Muskellagen vorhanden, wie andere, mehr tangentiale Schnitte deutlich zeigen. Figur 13b stellt dagegen, ebenfalls auf einem Querschnitt, den rechten Darmanhang einer *Nereis dumerilii* mit 22 Ruderpaaren dar. Die Zellen dieses Organes zeigen keine besonderen Eigentümlichkeiten, sondern besitzen das gleiche homogene körnige Plasma, wie auf dem jüngeren Stadium der vorhergehenden Figur, doch ist jetzt auf ihrer dem Bläschenlumen zugekehrten Seite ein schmaler homogener, nicht gekörnelter Rand zutage getreten. Von einer Bewimperung ist nichts zu bemerken. Ebenso wie das Epithel der Anhänge dieses Exemplars mit 22 rudertragenden Segmenten sieht dasjenige eines fast ausgewachsenen Tieres mit etwa 70 Rudersegmenten, oder der geschlechtsreifen kleinen heteronereiden Form aus.

Es bleibt hier noch zu bedenken, ob diese Organe nicht, wenigstens nebenbei, als Atmungsorgane, eine Art Wasserlungen dienen könnten. Zwar stehen sie in keinem Zusammenhang mit dem Blutgefäßsystem, sondern werden nur von der Leibeshöhlenflüssigkeit umspült; doch ist wohl anzunehmen, daß das Blut in diesen jugendlichen Stadien unseres Wurmes überhaupt noch keine oder sicher keine bedeutende Rolle für die Atmung spielt, denn es existieren erst wenige und starke Gefäße, die nur an wenigen Stellen auf ein kurzes Stück dicht unter der Haut verlaufen und da einen Gasaustausch mit dem umgebenden Wasser vermitteln könnten. Wahrscheinlich findet bei solchen jungen Würmern noch eine Atmung mit der ganzen Haut statt, wobei die Leibeshöhlenflüssigkeit und vor allem deren zelliger Inhalt die Funktion, welche bei den erwachsenen Tieren allerdings das Blut ausübt, einsteilen übernimmt. Wenn das der Fall ist, so wird natürlich auch ein Gasaustausch durch die dünnen Wände der Darmdivertikel hindurch stattfinden. Vielleicht deuten die regelmäßig periodischen Füllungen und Entleerungen dieser Organe auf das Vorhandensein einer solchen Atmung hin, und es ist wohl damit in Einklang zu bringen, daß der Rhythmus des Spieles dieser Bläschen durch eine Reizung des Tieres beschleunigt werden kann. Bei den erwachsenen Nereiden scheinen die Darmanhänge wie schon gesagt nicht mehr gefüllt zu werden; allerdings teilt De S a i n t - J o s e p h (1888) folgende Beobachtung mit, die den seitherigen Erfahrungen zu widersprechen scheint: „J'ai vu quelquefois la *Leptonereis vaillanti* projeter sa trompe et aspirer de l'air et de l'eau qui passaient par le ventricule dans les poches latérales, paraissant alors distendues“.

Da die Darmanhänge der Lycoriden eine beträchtliche Größe erreichen, so ist wohl anzunehmen, daß sie noch irgend welche Funktion zu erfüllen haben. Drüsen sind sie dem histologischen Bau ihrer Wandungen nach nicht. Als Schwimmblasen funktionieren sie auch nicht, denn selbst bei der freischwimmenden heteronereiden Form, von der man noch am ehesten glauben könnte, daß sie solcher Organe bedürfe, behalten die Anhänge, die man wegen der vollkommenen Durchsichtigkeit solcher Tiere nach dem Entleeren ihrer Geschlechtsprodukte sehr gut im Leben erkennen kann, immer ihre eingefaltete Form bei. — Bemerkenswert scheint mir die Tatsache zu sein, daß die Darmanhänge bei allen in Sublimat mit Zusatz von Essigsäure fixierten jungen Würmern kugelig aufgetrieben waren.

Ein ähnlicher Versuch, wie ihn seinerzeit E i s i g (1881) angestellt hatte, um bei den vorher genannten Polychaeten Gas in diesen Organen nachzuweisen, ergab keine positiven Resultate. E i s i g brachte u. a. *Nereis cultrifera* unter den Recipienten einer Luftpumpe und sah, wie beim Evakuieren Gas im Darm ausgeschieden wurde. Er meint, daß die Hautatmung durch eine Darmatmung unterstützt werde, und kommt zu dem Schluß: „Wir betrachten daher die Schwimmblasen der Anneliden als Anhänge des Darmkanals, deren Hauptfunktion darin besteht, den vom Magendarm abgeschiedenen Sauerstoff aufzuspeichern und nach Bedürfnis, sei er rein oder mit Seewasser gemischt, demselben behufs vicariierender Atmung wieder zur Verfügung zu stellen“. — Es wurde von mir einer lebenden erwachsenen *Nereis dumerilii* am Vorderkörper die Leibeshöhle geöffnet und das Tier, natürlich unter Wasser, unter die Luftpumpe gebracht. War die Verdünnung der Luft auch noch so stark, so zeigte sich doch kein Anschwellen der Darmdivertikel, das die Anwesenheit von Gas bewiesen hätte. Wenn sich also über die Funktion dieser Organe nichts Bestimmtes sagen läßt, so mag doch vielleicht die von M a l a q u i n gegebene Deutung auch für *Nereis* von Geltung sein, daß nämlich gerade bei den erwachsenen Individuen die Darmanhänge als Speicher des mit der Nahrung aufgenommenen Wassers dienen. Bei den jungen mit mindestens 10 Ruderpaaren versehenen Würmern vermitteln sie neben dieser Funktion wohl auch noch die Atmung als eine Art Wasserlungen.

Kehren wir nun zu unserer Zucht zurück. Am 18. Tage besitzen die Würmer 11 fertig ausgebildete Ruderpaare, ein 12. ist im Entstehen begriffen. Die Länge des Körpers beträgt 1,9 mm, die der Tentakeln 80 μ und die der Analcirren 200 μ . Der dorsale Ast des I. Fühlereirrus mißt 288 μ , der ventrale 128 μ ; der dorsale Ast des II. Fühlereirrus ist 416 μ lang, der ventrale 80 μ . Die Dorsalcirren des 3. borstentragenden Segmentes, die längsten aller vorhandenen sind ebenfalls 80 μ lang. Die großen Ölkugeln sind endlich aus dem Dotter verschwunden, doch existieren immer noch zahlreiche kleine in ihm. Alle Würmer sitzen jetzt am Boden des Gefäßes in ihren Röhren.

Am folgenden. 19. Tage sind die mit 12 Ruderpaaren versehenen Tiere etwa 2 mm lang. Auch am 20. Tage sind die größten Würmer noch nicht weiter gewachsen. Die meisten besitzen erst 9, 10 oder 11 borstentragende Segmente und sind entsprechend kleiner. Bei allen aber ist der Darm durchgängig, also auch bei den mit erst 9 fertigen Ruderpaaren versehenen Individuen. Das diffus gelbliche Pigment bildet auf der Ventralseite ein medianes Längsband in der Breite des Bauchmarks mit dunkleren Rändern, d. h. dichter zusammen gedrängten Körnchen. In diesem Band liegen die schon früher (S. 14. Tag) erwähnten segmentalen großen Hautdrüsen. Auch auf der Dorsalseite findet sich am hinteren Rande jedes Segmentes eine Querreihe besonders großer Drüsenschläuche. In der vorderen Hälfte des Mitteldarms beginnt die grünliche Färbung zu weichen, d. h. der Dotter schwindet dort gänzlich, so daß man nunmehr den Übergangsteil des Darmes in seinem ganzen Verlaufe erkennen kann. Er bildet eine U-förmige, nach oben offene Schlinge, die ziemlich ventral in den Mitteldarm einmündet. Die beiden Darmdivertikel nehmen den Raum über der Schlinge ein, liegen also mehr dorsal, wo sie sich auch bei den erwachsenen Individuen finden. Endlich wurde noch das Tempo des Pulsierens des Rückengefäßes gemessen; es fanden in 60 Sekunden durchschnittlich 28 Kontraktionen statt.

Am 21. Tage waren 13 borstentragende Segmente vorhanden, daneben wurde in dieser Zucht aber noch ein Exemplar mit erst 6 Ruderpaaren, aber schon durchgängigem Darm gefunden, das außerdem die Merkwürdigkeit aufwies, jederseits 3 Augen zu besitzen. Die roten Chromatophoren finden sich jetzt auch an den Seiten der hinteren Region des Kopflappens bis an die Basis der Fühlereirren vorgeschoben. Die Darmanhänge werden infolge der stärker werdenden Muskulatur ihrer Wände immer undurchsichtiger, wozu noch die Tatsache beiträgt, daß in diesen Wänden gelbbraune Pigmentgranula auftreten.

In den folgenden Tagen sind wenig Veränderungen an den Tieren zu bemerken. Die Ruderzahl beträgt am 23. und 24. Tage 13, die Körperlänge hat 2 mm kaum überschritten. Die Kiefer besitzen außer der Spitze immer noch 6 Zähne. In der Rüsselwand ist gerade über den Spitzen der in der Ruhelage befindlichen Kiefer ein dichtes schwarzbraunes Pigment in zwei symmetrischen Haufen zu sehen.

Am 25. Tage besaßen die größten Würmer 14 Ruderpaare und waren 2,3 mm lang. Die Kiefer wiesen jetzt bei einigen von ihnen einen Zahn mehr auf, also 7 außer der Spitze. Die Darmanhänge, die eine grünliche Färbung angenommen haben, bleiben meist kontrahiert.

Die größten, mit 14 Ruderpaaren versehenen Individuen besaßen am 26. Tage eine Länge von 2,5 mm, wenn sie sich völlig ausgestreckt hatten. Waren sie jedoch kontrahiert, so maßen sie nur etwa 2 mm an Länge. Die dunklen Pigmentgranula in der Schlundwand haben sich vermehrt und ausgebreitet. Im oralen Abschnitt des Rüssels sind die Kieferspitzen bereits deutlich in ihrer definitiven Anordnung im Entstehen begriffen. Der vordere dorsale Rand des II. Fühlereirrussegmentes, der bei den erwachsenen Tieren in der Mitte eine leichte Vorwölbung nach vorn aufweist, ist immer

noch wie von Anfang an geradlinig. Das sonst noch grünliche Blut zeigt im vorderen Teil des Dorsalgefäßes, dessen Querschnitt da am größten ist, einen Anflug von Rötung.

Am 27. Tage besitzen die Würmer 15, am 28. Tage 16 Ruderpaare. Die Afteröffnung, die früher terminal in der Längsachse des Körpers ausmündete, ist allmählich etwas nach der Dorsalseite hinaufgerückt und wird von mehreren ungleichen Lippen umgeben, einer unpaaren kleinen dorsalen, zwei paarigen etwas größeren lateralen und zwei großen paarigen ventralen (S. Textfigur 6). Am Blutgefäßsystem ist bemerkenswert, daß in den hinteren Segmenten zwischen je zwei Intersegmentalschlingen je 6 auf der Darmwand verlaufende Gefäße von der Dorsalseite nach der ventralen ziehen.

Nur wenige Individuen besitzen am 29. Tage 16 Ruder und sind 3 mm lang. Die meisten weisen erst 12—13 borstentragende Segmente auf. In dem vorderen dorsalen Rand des Buccalseg-

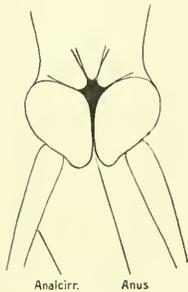


Fig. 6.

Hinterende einer *Nereis dumerilii* mit 15 Ruderpaaren von der Dorsalseite. Nach dem Leben.

mentes werden zwei kleine, mit ihrer konvexen Seite nach hinten gerichtete Einbuchtungen rechts und links neben der Medianlinie sichtbar, so daß durch den zwischen ihnen unverändert gebliebenen medianen Teil die spätere Vorwölbung des Segmentrandes angedeutet wird. In den den Rüssel umgebenden Cöloiwandungen werden kleine rote Chromatophoren erkennbar. Auf dem Kopflappen, besonders nach vorn zu und lateral, liegen in der Haut dichte gelbbraune Pigmentgranula, während rechts und links von der Medianebene große gelbe Chromatophoren sichtbar sind, die dicht aneinandergedrängt wie einheitliche Pigmentplatten wirken, deren Zellgrenzen und Kerne, jederseits etwa acht, aber doch deutlich erkennbar sind. Die Darmanhänge werden bei einigen wenigen Individuen mit 16 Ruderpaaren noch periodisch mit Wasser gefüllt.

Die größten Würmer sind am 30. Tage 3,5 mm lang und besitzen 17 Ruderpaare. Die Differenzierung des Blutgefäßsystems nähert sich immer mehr dem Bau bei den erwachsenen Nereiden; so wird jetzt vor allem die Vaskularisierung des Rüssels ausgebildet.

Ein weiteres Segment ist am 32. Tage vorhanden. Die Länge beträgt ca. 4 mm, die Breite, an der breitesten Stelle in der Gegend des Schlundkopfes exkl. der Ruder 0,3 mm. Der Übergangsteil des Darmes erstreckt sich beinahe durch das ganze 4. borstentragende Segment.

Die Tiere haben nun mit Ausnahme der Pigmentverteilung und der Farbe des Blutes ganz den Bau und das Aussehen der Erwachsenen erreicht. Es sei hier der Vollständigkeit halber nur noch ihr weiteres Wachstum mitgeteilt, soweit es verfolgt wurde. Am 33. und 34. Tage sind 18, am 35. Tage 19 und am 36. Tage 20 Ruderpaare bei den größten Würmern dieser Zucht vorhanden. Am 41. Tage nach der Befruchtung besitzen die meisten dieser Tiere jedoch erst 17 borstentragende Segmente.

B. Planktogene Larven.

Trotz vieler Bemühungen gelang es erst im Frühjahr, aus den Eiern der kleinen heteronereiden Form von *Nereis dumerilii* lebensfähige Nachkommen zu ziehen. Zwar ließen sich die Eier dieser Tiere auch in den Wintermonaten befruchten und entwickelten sich bis zum Nectochaeta-Stadium, — die der Kultur No. 11, die Ende November befruchtet wurden, sogar bis zu kleinen Würmern mit 6 rudertragenden Segmenten —, aber doch deutete alles darauf hin, daß die Tiere sich nicht unter zu-

träglichen Bedingungen befanden; nach kürzerer oder längerer Zeit gingen sie ein. Dagegen wuchsen die Kulturen No. 16, 19 und 20, die in den letzten Tagen des März resp. in der zweiten Hälfte des April ihren Anfang nahmen, verhältnismäßig schnell heran und lieferten sogar wieder geschlechtsreife Tiere.

Aus den auf natürliche oder künstliche Weise befruchteten Eiern der kleinen heteronereiden Form entwickeln sich innerhalb der ersten 12 Stunden kugelige Trochophoralarven, die bis zum zweiten und dritten, mitunter auch vierten Tag nach der Befruchtung an der Oberfläche des Wassers umherschweben. Gegen das Ende dieser Periode legen sich die Borstensäcke, der Schlundkopf, die Tentakeln und andere Organe der Nectochaeta-Larve an, wie dies frühere Autoren beschrieben haben.

Schon vom 4. Tage an kann man dann die fertig ausgebildeten dreigliedrigen Nectochaeten in ihrem Glasgefäß umherschweben sehen, und zwar sind die Tiere positiv phototaktisch. Sie besitzen außer ihren zwei Larvenaugen auch schon die beiden Paare von größeren, dunkler pigmentierten definitiven Augen. Die Larvenaugen halten sich oft noch bis gegen das Ende der ersten Woche der Entwicklung, ehe sie völlig verschwinden.

Als Lokomotoren wirken bei diesen Larven lediglich die hinter jedem Segment vorhandenen Wimpernringe und nicht etwa die verhältnismäßig langen

Borsten. Diese werden vielmehr ebensowie die Parapodien nach hinten dicht an den Leib gelegt (Textfigur 7a). Sobald aber irgend ein heftiger Reiz, eine Erschütterung des Wassers oder ein starker Lichtstrahl die schwimmenden Nectochaeten trifft, spreizen sie ihre Ruder und mit ihnen die Borstenbündel seitwärts von ihrem Körper ab, indem dabei gleichzeitig die Vorwärtsbewegung durch die Tätigkeit der Trochee aufhört (Textfigur 7b). Die meist ziemlich stark gebogenen Borsten sind derartig angeordnet, daß sie bei dieser Spreizung den Körper des Tieres durch ihre nach allen Seiten gerichteten Spitzen zu schützen vermögen. Nicht nur die Seiten der Nectochaeta, sondern auch Rücken und Bauch werden durch diese Stellung in ein Stachelkleid gehüllt; außerdem sind einige der Borstenspitzen des ersten und des letzten Ruderpaares nach vorn resp. nach hinten ge-

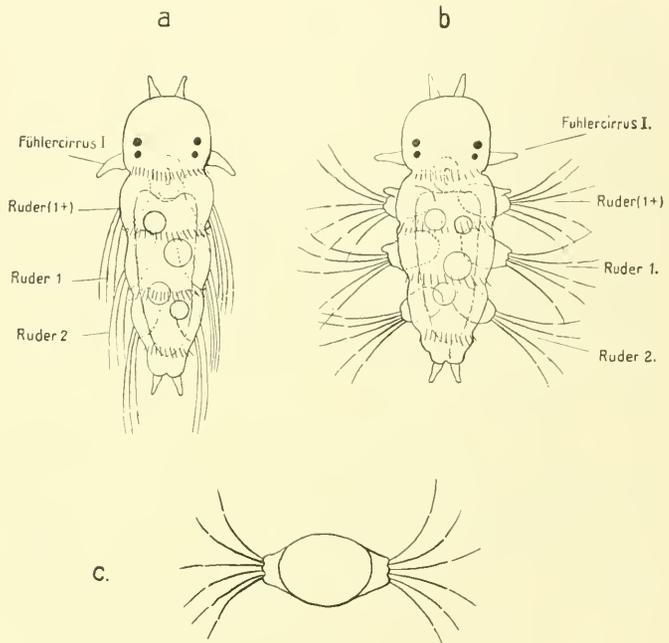


Fig. 7.

Planktogene Larve von *Nereis dumerili*.

a) Borsten in Schwimmstellung, b) Borsten in Verteidigungsstellung, c) Querschnitt v. b.

richtet, so daß das Tier vor kleineren Feinden tatsächlich geschützt erscheint. Eine andere Funktion als die einer Schutzwaffe haben die embryonalen Borsten der Nectochaeta wohl nicht. Sicherlich sind sie keine Fortbewegungsorgane; zur Erleichterung des Schwebens dienen sie auch nicht in erster Linie, wie schon aus der eben beschriebenen für diesen Zweck unpraktischen Form und Anordnung hervorgeht. Dafür, daß sie einen Schutz des Tieres bedeuten, spricht auch die Tatsache, daß die Larven noch später, nachdem sie sich bereits am Boden befinden, auf einen Reiz hin ihre Borsten spreizen.

Schon am 5. Tage nach der Befruchtung sanken in der Kultur No. 11 viele dieser Larven zu Boden, andere schwammen noch am 7. Tage an der Oberfläche des Wassers. Von den Nectochaeten der Zuchten No. 19 und 20 befanden sich am 6. Tage noch keine am Boden; eine Anzahl Larven der Kultur No. 16 lebten am 9. Tage noch pelagisch, und erst am 13. Tage waren alle von der Wasseroberfläche verschwunden und hatten den Boden ihres Gefäßes erreicht. Die Zeit, welche die planktonischen Larven pelagisch zubringen, ehe sie beginnen sich zu Boden sinken zu lassen, schwankt also zwischen fünf und zehn Tagen nach der Befruchtung. Da aber, wie wir noch sehen werden, die befruchteten Eier der Tiere auf den Meeresboden oder jedenfalls wenigstens in die Tiefe sinken, und die sich entwickelnden Nectochaeten mit Hilfe ihrer positiven Phototaxis die Oberfläche erst wieder zu erreichen streben müssen, so erklärt es sich, daß man so selten Nectochaeten im Oberflächenplankton antrifft. Nach der Einteilung H a e c k e l s muß man die Lycoriden-Nectochaeten zu den meroplanktonischen Formen rechnen. Über das Vorkommen von Lycoridenlarven im Plankton berichten H a e c k e r (1896 und 1898) und L e s e h k e (1903), von denen der letztere (S. 132) die wahrscheinlich *Nereis dumerilii* angehörenden, im Plankton der Kieler Förde gefangenen Nectochaeten beschreibt.

Die drei borstentragenden Segmente der Nectochaeta entsprechen genau den drei borstentragenden Segmenten, welche zuerst und gleichzeitig bei der nereidogenen Larve auftreten, d. h. das erste von ihnen wird zu dem Segment der II. Fühlereirren, dem sogenannten Buccalsegment, während die beiden anderen das definitive Rudersegment 1 resp. 2 repräsentieren. Nach unserer hier vorgeschlagenen Numerierung besitzt also die auf den Boden gesunkene Larve (1 +) 2 borstentragende Segmente, und entspricht somit der eben aus der Eihülle geschlüpften künstlich gezüchteten, d. h. außerhalb der Mutterröhre herangewachsenen nereidogenen Larve, die wir vorher näher kennen lernten. Obwohl nun auch der innere Bau beider Larven der gleiche ist, so sind die Tiere doch in ihrer äußeren Gestalt einander sehr wenig ähnlich. (Vergl. Taf. IV Fig. 17 und Textfig. 8a und b). Diese Verschiedenheit wird bedingt durch die ungleiche Menge von Dottermaterial, über welche jede der beiden Larven verfügt. Während das bei der nereidogenen Larve überaus reichlich vorhandene Dotterentoderm wegen seiner Masse gelb und undurchsichtig erscheint und den Larvenkörper zu einer Kugel auftreibt, aus deren Umriß nur Kopf und Hinterende ein wenig hervorragen, übt die helle, weniger kompakte Dottermasse der planktonischen Larve auf die Gestaltung von deren Körper kaum einen Einfluß aus. So kommt es, daß die planktonischen Larven viel schlanker und zierlicher erscheinen, als die nereidogenen; ihr Rumpf ist langgestreckt, die einzelnen Segmente sind deutlich von einander abgesetzt, die Parapodien ragen weit aus den Seitenflächen des Körpers heraus, ohne daß sie jedoch weiter entwickelt wären, als die der nereidogenen Larven. Dieses Verhältnis zwischen den beiden Larvenformen bleibt auch noch für die nächste Zeit, während welcher neue Segmente gebildet werden, bestehen, bis das allmähliche Schwinden des Dotters bei der nereidogenen Larve deren äußere Gestalt dem entsprechenden Stadium der planktonischen gleich macht.

Die Länge dieser Larven beträgt anfangs etwa 200 μ , doch strecken sich die Tiere, auch ohne daß sie neue Segmente bekommen, bald mehr und mehr. Die Tentakeln messen bei solchen Larven mit (1 +) 2 Rudern ca. 12 μ , die Analcirren ca. 16 μ , das einzige Paar erster Fühlercirren 20 μ . Die hintere Grenze des Dotterentoderms befand sich zwischen dem Rudersegment 2 und 3.

Nachdem die planktogenen Larven den Boden erreicht haben, dauert es relativ lange Zeit, bis bei ihnen neue Segmente erscheinen. Da der Darm sehr lange geschlossen bleibt, so leben die Tiere zunächst lediglich von dem ihnen aus dem Ei überkommenen grünlich-gelben Dotter, in welchem

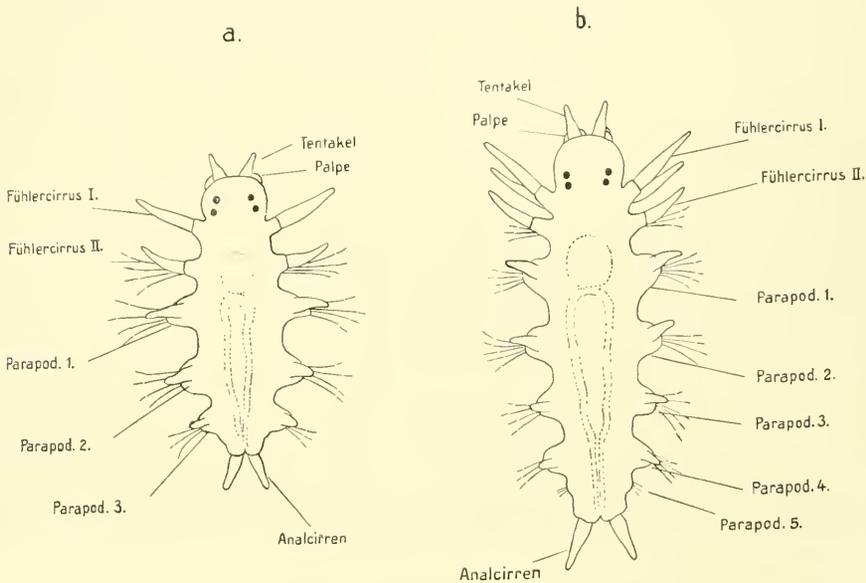


Fig. 8.

Planktogene Larven von *Nereis daueritii*.

ebenso wie bei den nereidogenen Larven einige große und zahlreiche kleine Öltropfen vorhanden sind. Die Würmer der Zucht No. 11 begannen, nachdem ihnen am 14. Tage das übliche Diatomeenfutter zugesetzt worden war, am 15. Tage zu fressen. Aber erst am 24. Tage nach der Befruchtung besaßen manche von ihnen (1 +) 3 Ruderpaare.

Der dorsale Ast der I. Fühlercirren erscheint schon ziemlich früh, noch während die Larve als Nectochaeta frei umherschwimmt. Das Auftreten des ventralen Astes geschieht nicht immer in dem gleichen Zeitverhältnis zu dem des dorsalen Astes des II. Fühlercirrus. Meistens nämlich fand ich schon auf dem (1 +) 3-Rudersegmentstadium die Dorsalcirren des vordersten Ruderpaares (1 +) so stark gewachsen, daß sie dem vor ihnen stehenden I. Fühlercirrus an Länge beinahe gleich kamen. Dabei war bei diesem von einem ventralen Ast noch keine Spur zu sehen (Textfig. 8a). Ein solcher erschien erst einige Zeit nachher, wuchs aber zunächst schneller als der Dorsalcirrus des II.

Fühlercirrussegmentes, so daß derartige Larven, wenn sie (1 +) 4 oder (1 +) 5 Ruderpaare besaßen, das auf Textfigur 8b dargestellte Aussehen hatten. Erst später überholte dann der dorsale Ast des II. Fühlercirrus die beiden Äste des I. an Länge. Bei einer Anzahl von Larven jedoch blieb der Dorsalcirrus des Buccalsegmentes lange Zeit hindurch merklich zurück in seiner Entwicklung, so daß ihn die beiden Äste des I. Fühlercirrus bei weitem an Länge übertrafen. Ja sogar der Dorsalcirrus des I. definitiven Ruderpaares war zeitweise länger und stärker als der II. Fühlercirrus, der bei den anderen, im Vorigen beschriebenen Larven stets kleiner war als jener. Die Larven, bei denen der II. Fühlercirrus zurückblieb, zeigten überhaupt in ihren ganzen äußeren Umrissen, obwohl sie schon einige neue Segmente erworben hatten, ein viel embryonales Aussehen, wenn man so sagen darf, als die anderen sich wohl normaler entwickelnden mit gut ausgebildetem II. Fühlercirrus. Textfigur 9 entspricht einer solchen Larve mit (1 +) 3½ Ruderpaaren. Während der Körper selbst noch recht wenig in die Länge gewachsen ist, sind die Parapodien, die Anhänge des Kopfes, nämlich Tentakeln und I. Fühlercirren, und die Analcirren schon unverhältnismäßig gestreckt. Auf der rechten Seite des Kopfes und um das Pygidium herum befinden sich noch deutlich sichtbar die von der Nectochaeta bekannten Anhäufungen von rötlichbraunem Pigment. Andererseits sind die Kiefer schon kräftig entwickelt. — Die Tiere hatten schon Nahrung aufgenommen, wie einige große Diatomeen im Mitteldarmlumen zeigten. Außer den Wimperringen der Nectochaeta besitzen diese Larven noch Troche auf der Grenze zwischen dem 2. und 3. und zwischen dem 3. und 4. definitiven Rudersegment. Auf einen starken Reiz hin erheben sie sich mit Hilfe dieser Glienkränze vom Boden, legen ihre Parapodien und Borsten nach hinten fest an den Leib und schwimmen frei umher. Beim weiteren Wachstum dieser Larven gleichen sich die Unterschiede mit den normalen Larven bald aus.

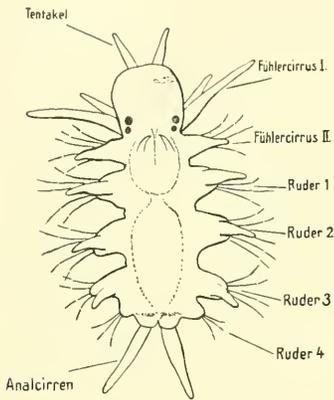


Fig. 9.

Planktogene Larve von *Nereis dumerilii*
mit in der Entwicklung zurück-
gebliebenem II. Fühlercirrus.

Ogleich die planktonischen Larven, die wegen des geringen Nahrungsvorrates, den sie in Gestalt des Dotterentoderms mit sich führen, schon frühzeitig gezwungen sind, sich selbst Nahrung zu suchen, die ihnen gebotenen Diatomeen Foraminiferen und sonstigen kleinen Organismen eifrig fraßen, dauerte es doch ziemlich lange, ehe sie merklich größer wurden.

Ebenso wie bei den nereidogenen Larven ist auch bei ihnen der Mitteldarm gegen den Enddarm anfangs noch geschlossen, allerdings wohl kaum länger als bis zu dem Stadium, wo die Tiere 5 definitive Borstensegmente besitzen. Trotzdem nehmen die jungen Würmer schon lebhaft Nahrung zu sich, wie man an ihrem prall mit Foraminiferen und Diatomeen gefüllten Mitteldarm sehen kann. Bei den meisten Individuen tritt dann, wenn sie im Begriff sind, das 5. Rudersegment zu entwickeln, wohl durch einfaches Durchreißen des mittleren Teiles der Scheidewand der Kommunikation mit dem Enddarm ein. Taf. IV Fig. 22 zeigt den Längsschnitt durch eine Larve mit 4 Rudersegmenten. Die Scheidewand zwischen den beiden in Rede stehenden Darmabschnitten ist noch geschlossen. Außerdem kann man auf dem Schnitt noch sehen, wie der Übergangsteil des Anfangsdarmes und die Darmdivertikel erst in Bildung begriffen sind. Fig. 23 derselben Tafel stellt einen ähnlichen Schnitt dar

durch einen Wurm mit 5 definitiven Ruderpaaren, bei dem der Darm bereits völlig durchgängig ist. Der Übergangsteil des Darmes und die Divertikel sind schon deutlich zu sehen. Daß die Scheidewand trichterförmig nach hinten in den Enddarm vorgewölbt ist, zeigt außer der eben genannten Abbildung am besten ein Querschnitt, wie ihn Taf. IV Fig. 24 in etwas stärkerer Vergrößerung darstellt. Man sieht hier deutlich in dem beinahe kreisrunden Enddarm den ebenfalls kreisförmigen Querschnitt der Scheidewand liegen. Die Reste dieser Scheidewand zwischen Mittel- und Enddarm bleiben noch längere Zeit erhalten, dann schwinden sie allmählich. Da die planktogenen Larven viel früher selbständig leben müssen als die nereidogenen, so funktionieren ihre Darmdivertikel auch schon viel früher als bei jenen. Schon bei Tieren mit 6 Ruderpaaren sind sie in Tätigkeit und werden zu kugeligen Bläschen aufgetrieben. Andererseits sah ich sie aber auch bei einer planktogenen *Nereis dumerilii* mit 19 Ruderpaaren noch kugelförmig ohne jede Einfältelung.

Von Kultur No. 11 besaßen wenige Larven (1+) 3 Ruderpaare am 24. Tage, (1+) 4 am 32., (1+) 5 am 55., 6 Ruderpaare am 57. Tage nach der Befruchtung. Doch fanden sich noch am 38. Tage nicht wenige Tiere mit erst (1+) 2 borstentragenden Segmenten, und sogar am 43. Tage waren ein paar Larven noch nicht weiter gewachsen. Dagegen war am 57. Tage kein Wurm mehr vorhanden, der weniger als (1+) 4 Ruderpaare aufwies.

In Kultur No. 16 erschien am 21. Tage das 3. definitive Ruderpaar, am 28. das 4., am 30. das 5. Die in ihrem Alter nur um einen Tag verschiedenen Larven der Kulturen No. 19 und 20 entwickelten sich auch ziemlich gleichmäßig. Am 36. Tage waren (1+) 4 Rudersegmente vorhanden, am 40. (1+) 5, am 51. schon 9, am 65. Tage 26. Von dem weiteren Wachstum dieser wie auch der nereidogenen Zuchten wird im II. Abschnitt dieser Arbeit noch die Rede sein.

Zum Vergleich mit den nereidogenen Larven seien hier noch einige Maße der normalen planktogenen angeführt (die Zahlen bedeuten μ):

		Larven mit Segmenten:						
		(1+) 2	(1+) 3	(1+) 4	(1+) 5	6	7	8
Körperlänge		200-280	400	480	560	650	800	1100
Tentakeln		12	24	45	60	65	—	80
Analeirren		16	64	100	145	—	—	270
I. Fühlereirrus	dorsal	20	80	96	130	140	—	180
	ventral	—	—	35	65	70	—	144
II. Fühlereirrus	dorsal	—	—	20	145	195	256	320
	ventral	—	—	—	—	20	40	100
Grenze des Dotterentoderms	vordere	—	im Segm. (1+)	zw. Segm. (1+) u. 1	im Segm. 1	zw. Segm. 1 u. 2	zw. Segm. 1 u. 2	im Segm. 2
	hintere	—	zw. Segm. 2 u. 3	zw. Segm. 3 u. 4	im Segm. 4	zw. Segm. 4 u. 5	zw. Segm. 4 u. 5	im Segm. 5

Die mit 9 Ruderpaaren versehenen Larven der planktogenen Zuchten sind ca. 1,2 mm, die mit 10 Ruderpaaren etwa 1,3 mm lang, haben also nun die Größe der entsprechenden nereidogenen erreicht, denen sie auch in ihrem inneren Bau völlig gleichen. Nur in der Färbung unterscheiden sie sich noch von diesen, denn sie sind heller und durchsichtiger.

Auffallend spät nämlich werden die roten und gelben Chromatophoren des Peritoneums bei den planktogenen Larven sichtbar. Bei jungen Würmern aus Kultur No. 19, welche bereits 20 Segmente besaßen, waren rote Chromatophoren nur im Buccalsegment und in den ersten beiden Rudersegmenten jederseits in zwei Längsreihen vorhanden, gelbe dagegen erstreckten sich in zwei Reihen rechts und links vom Dorsalgefäß über den ganzen Körper. Auch bei Tieren aus Kultur No. 16 mit 24 Rudersegmenten waren die roten Chromatophoren nur bis zum 6. borstentragenden Segment vorn in zwei bis drei, hinten in nur je einer Reihe jederseits vorhanden. Allerdings fanden sich noch in einigen der dahinter liegenden Segmente vereinzelte rote Chromatophoren. Trotz dieses anfänglichen Mangels an Pigment erreichen die planktogenen Würmer doch noch das Aussehen der nereidogenen, ehe sie völlig ausgewachsen sind.

An dieser Stelle mag es geeignet erscheinen, einige Bemerkungen über die Segmentverhältnisse des Vorderendes von *Nereis* einzuschieben.

Wie wir bereits sahen, war Langerhans (1880) der erste, welcher die Entstehung der II. Fühlercirren aus Teilen der in der Jugend des Wurmes vorhandenen Parapodien des sogenannten Buccalsegmentes nachwies, nachdem Leuckart (1849) schon lange vorher etwas ähnliches vermutet hatte.

Die vorliegenden Untersuchungen, welche die allgemeineren Angaben von Langerhans bestätigen, ergeben, daß der dorsale Ast des II. Fühlercirrus nichts anderes ist als der Dorsalcirrus, der ventrale Ast aber der Bauchcirrus des ehemaligen Ruders des Buccalsegmentes. Allerdings entspricht nur das äußere lange Anhangsglied der beiden Cirrusäste dem eigentlichen Cirrus des Parapodiums, während die kurzen Basalglieder reduzierte und umgewandelte Teile des Ruders selbst sind. Das geht aus der ganzen Entwicklung dieser Teile ohne weiteres hervor. Es ist auch zu bedenken, daß die Cirren bei den *Lycoriden* in der Regel ungegliedert sind, so daß das plötzliche Auftreten eines vollendet ausgebildeten Gelenkes im Verlaufe eines Cirrus nicht recht verständlich wäre. Nun kommen allerdings bei einigen wenigen Arten der Familie gegliederte Fühlercirren vor, d. h. solche, deren äußeres Anhangsglied aus einer größeren Anzahl von Teilen besteht; — Ehlers (1887) zählt als einzige *Lycoriden*, bei denen das der Fall ist, nur folgende auf: *Nicon tahitana*, *Nicon (Mastigonereis) spinosa*, *Nicon (Nereilepas) augusta* und *Nicon articulata*. Bei diesen sind die äußeren Cirrus-teile etwa in der Weise gegliedert, wie wir es von den Cirren bei den *Sylliden* kennen, d. h. die Segmentierung beschränkt sich eigentlich einzig und allein auf die äußere Oberfläche, welche in gewissen Abständen Einschnürungen aufweist, unter denen die Hypodermis dünner ist, so daß der ganze Cirrus aus einer Reihe gleichartiger, wenig gegen einander beweglicher Teile besteht. Dagegen ist der Unterschied zwischen dem Basalglied und dem eigentlichen Cirrus bei den Fühlercirren unserer *Nereis* ein fundamentaler. Das Basalglied besitzt eine komplizierte Muskulatur und vor allem reicht das Cölom mit seinen Peritonealwandungen bis in den äußersten Abschnitt dieses Gliedes, während der eigentliche Cirrus außer dem Nerven nur wenige Muskelfasern, niemals aber Teile der Leibeshöhle oder des Peritoneums enthält.

Die I. Fühlercirren entstehen, wie schon längst bekannt, an den Seiten des Kopfabschnittes der

Larve, aus dem sie einfach hervowachsen, und zwar zunächst der dorsale, ziemlich viel später auch der ventrale Ast. Ihr Bau unterscheidet sich in keiner Weise von dem der II. Fühlereirren; auch hier sind Basalglieder mit vielen Muskeln und Leibeshöhle durch ein Gelenk mit den eigentlichen Cirren verbunden. Bis auf die Größenverhältnisse gleichen sich die I. und II. Fühlereirren vollständig. — Es taucht nun sofort die Frage auf: Sind die beiden Äste des I. Fühlereirrus ebenso wie die des II. als Rücken- und Bauchcirrus eines ehemaligen Segmentes, das vor dem Buccalsegment lag, aufzufassen?

Bereits Langerhans hat diese Frage angeschnitten, indem er zu zeigen versucht, daß das Buccalsegment, nachdem es seine Borsten verloren hat, mit dem vor ihm liegenden Mundsegment zu dem definitiven großen Mundsegment der Lycoriden verschmilzt, wobei dann die Anhänge der beiden vorher getrennten Segmente von dem aus der Vereinigung resultierenden übernommen werden. Es fragt sich nur, ob oder inwieweit eine solche Vereinigung wirklich stattfindet.

Vor der Veröffentlichung der Langerhans'schen Befunde wurden die sämtlichen vier Fühlereirren einer Seite wohl ausnahmslos dem Buccalsegment selbst als ursprüngliche Anhänge zugerechnet. So beschreibt Ehlers (1868) bei der Gattung *Nereis* „die Ausrüstung des Kopflappens mit zwei Fühlern und Palpen, und die des ersten Segmentes mit jederseits zwei Paar Fühlereirren“. Aber auch das Bekanntwerden der Entwicklung der Fühlereirren an zwei so verschiedenen Stellen, wie es doch der Kopfabschnitt der Larve und die Parapodien des Buccalsegmentes sind, hat keine bestimmtere Auffassung der Segmentverhältnisse des Lycoridenkopfes gezeitigt. Es seien hier nur folgende Sätze aus den allgemeinen Angaben über den Bau der Lycoriden zitiert:

Benam (1896) „The peristomium — carries at its edge four filiform cirri on each side — —“ (S. 248).

Parker and Haswell (1897) „The peristomium — bears laterally four pairs of lang slender cylindrical tentacles“. (S. 405.)

Gravier (1901) „Prostomium avec une paire d'antennes, une paire de palpes à deux artioles, deux paires d'yeux. 1^{er} segment dépourvue de parapodes; deux paires de cirres tentaculaires de chaque côté“.

Claus-Grobben (1910) „Kopflappen mit zwei Cirren, zwei Palpen und vier Augen; Mundsegment ruderlos, mit zwei Paar Fühlereirren jederseits“.

Endlich gibt auch Bohm (1906) an, daß das Buccalsegment der Nereiden vier Paar Fühlereirren trägt. — Diese Sätze sind zugleich die einzigen, mit denen ihre Autoren die Verhältnisse der Fühlereirren abfertigen. Von einer Verschmelzung des Buccalsegmentes mit einem anderen Segment ist nirgends die Rede. Der einzige Autor, der sich deutlicher ausspricht und zugleich das richtige trifft, ist Raevitzka (1896), der zwar gerade von unserer *Nereis dumerilii* sagt, das Buccalsegment trage die Fühlereirren, dann aber fortfährt: „On sait que ce segment est formé par la réunion de deux segments et que les quatre cirres tentaculaires correspondent aux quatre cirres parapodiaux de ces segments, du reste, l'innervation justifie complètement cette manière de voir“.

Zweifellos haben Langerhans und Raevitzka recht, wenn sie die I. Fühlereirren als die Anhänge eines vor dem Segment (I+) liegenden rückgebildeten Segmentes auffassen. Wie ontogenetisch bei *Nereis* die Parapodien des Buccalsegmentes bald bis auf die zurückbleibenden Cirren schwinden, so ist phylogenetisch ein vor jenem liegendes Segment rückgebildet worden, das in der Ontogenese nunmehr schon reduziert und ohne Parapodien auftritt, von deren ehemaligem Vor-

handensein jetzt nur die I. Fühlereirren Zeugnis ablegen. Ob dieses rückgebildete Segment das ursprüngliche Mundsegment war, wollen wir später sehen.

Zunächst möchte ich darauf hinweisen, daß eine eigentliche Verschmelzung der zwei Segmente der Fühlereirrenpaare äußerlich wenigstens nicht stattfindet. Der vordere, durch eine Hautfurehe gegen die davor liegenden Partien deutlich abgesetzte Rand des II. Fühlereirrussegmentes bleibt von seinem ersten, sehr frühen Auftreten an ständig erhalten. Bei ganz jungen Larven sitzen die I. Fühlereirren weit vor dieser Segmentgrenze, die sie nie überschreiten. Die Vorderenden erwachsener Nereiden erwecken vielmehr den Anschein, als säßen auch die II. Fühlereirren v o r dem Buccalsegment. Doch findet man bei genauerem Studium der Verhältnisse, daß sie aus diesem Segment entspringen, dessen Wachstum in der Längsrichtung seit dem Ausfall der Borsten aus seinen Rudern lediglich in der hinter diesen Rudern gelegenen Zone erfolgt ist. Mit der Größenzunahme des ganzen Tieres wachsen auch die Fühlereirren, sie verdicken sich, und so kommt es, daß das II. Paar von ihnen ganz an dem seitlichen Vorderrand des Buccalsegmentes seinen Ursprung nimmt, während andererseits das I. Paar, dessen ursprüngliches Segment sich auch nur wenig verlängert hat, nun ganz dicht an das II. gedrängt erscheint. Die Basalglieder der Fühlereirren einer größeren *Nereis dumerilii* besitzen einen Durchmesser, der etwa so lang ist als die larvalen Segmente dieser Anhänge. Man darf also nur die II. Fühlereirren dem Buccalsegment zurechnen.

Im Innern wird zwar mit dem Heranwachsen der Tiere die auch da anfangs bestehende Trennung der in Rede stehenden Segmente aufgehoben, aber trotzdem kann man nicht von einer Verschmelzung in dem Sinne reden, daß aus den beiden vorher selbständigen Elementen ein neues, wieder in sich geschlossenes Ganzes entsteht. Die beiden Segmente erscheinen nur insofern vereinigt, als die in ihnen befindlichen Cöloabschnitte durch keine Dissepimente von einander getrennt werden. Es ist aber zu bedenken, daß solche Scheidewände einerseits wohl auch in früheren Larvenstadien nie existieren, und daß andererseits bei größeren Tieren infolge der weiten Erstreckung des Rüssels durch mehrere Segmente hindurch die Leibeshöhle des Buccalsegmentes in weit offener Verbindung mit der in den folgenden Segmenten steht. Taf. III Fig. 11 zeigt den optischen Schnitt durch das Vorderende einer lebenden nereidogenen *Nereis dumerilii* mit (1+) 3 Rudern. Man sieht die von zahlreichen Muskeln durchzogene Leibeshöhle sich frei durch den ventralen Teil des Kopflappens und die beiden Fühlereirrussegmente erstrecken, deren ersteres durch die noch einfachen Fühlereirren mit bereits vom Cölom durchsetztem Basalabschnitt in seiner Lage gekennzeichnet ist. Taf. IV Fig. 16 zeigt dann einen $7\frac{1}{2}$ μ dicken Längsschnitt durch einen etwas älteren Wurm gleicher Abstammung mit 6 Rudern. Rechts sind die Basalteile des I. und II. Fühlereirrus getroffen. Die sich durch das ganze Vorderende erstreckende Leibeshöhle ragt auch in sie hinein, die wie die Parapodien zweier aufeinanderfolgender Segmente nach außen vorspringen.

Gehören die I. Fühlereirren nicht zum Buccalsegment, so muß ihr eignes Segment mehr oder weniger mit dem Kopflappen verschmolzen sein, denn wie wir wissen, entspringen sie bei ihrem ersten Auftreten den Seitenteilen desselben. Es ist ja nichts Außergewöhnliches, daß Segmente nach vorn zu vereinigt und zusammengezogen werden. Das lehren uns die meisten Röhrenwürmer, die Sedentaria unter den Polychaeten. Die Tendenz, die vorderen Segmente zu reduzieren, kann man vielleicht bei den *Lycoriden* auch in der Tatsache erblicken, daß die Ruder der ersten borstentragenden Segmente meist nur unvollständig ausgebildet sind. So sind bei *Nereis dumerilii* die Ruder 1–3 kleiner und einfacher gebaut als die folgenden, zu denen das Ruder 4 einen Übergang bildet.

Ich glaube nun nicht im Unrecht zu sein, wenn ich behaupte, daß auch die Palpen der *Lycoriden*, vielleicht auch die anderer Polychaeten Reste von Parapodien eines noch vor dem I. Fühlercirrussegment gelegenen, ehemals selbständigen Segmentes sind.

Der Bau der Palpen einer erwachsenen *Nereis* ist trotz ihrer äußeren Verschiedenheit analog dem der Fühlercirren. Schon Ehlers (1868) weist auf diese Tatsache hin, indem er gelegentlich seiner eingehenden Beschreibung von *Nereis cultrifera* sagt: „Die Palpe ist trotz bedeutender Abweichungen nach dem Muster der Fühler und Fühlercirren gebaut. Das Basalglied dieser Organe, welches den Bewegungsapparat enthält, bei den Cirren und Fühlern ganz fehlt, bei den Fühlercirren aber verhältnismäßig kurz ist, erreicht hier eine große Ausbildung, während der Abschnitt, in welchem der Nerv endet und welcher bei den genannten Organen lang gestreckt ist, hier zu einem kurzen, dicken Endknopf umgestaltet wird“ (S. 492). Das Peritoneum mit seinen roten Pigmentzellen reicht in der gleichen Weise in das Basalglied der Palpen, wie in das der Fühlercirren. Gerade die Anwesenheit dieses Basalgliedes ist es ja, welche beide Organe einander gleichwertig erscheinen läßt. Die Basalglieder der Palpen sind die umgewandelten Reste der Rudereines Segmentes, in welchem ehemals die äußere Mundöffnung lag.

Der optische Schnitt durch die *Nereis*-Larve mit (1+) 3 borstentragenden Segmenten Tafel III Figur 11 zeigt, wie die Leibeshöhle weit nach vorn bis an die Vorderwand des Kopfklappens reicht. Ihr vorderster Teil wird von den beiden mächtigen Basalgliedern der Palpen flankiert. Dieser Abschnitt des Kopfes stellt in der gleichen Weise ein reduziertes Segment vor, wie der nächste, die beiden I. Fühlercirren tragende, nur daß bei ersterem die Segmentreste mehr ventral, bei letzterem lateral gelegen sind. Auf dem Schnitt Figur 16 der Tafel IV sehen wir, wie bei dem jungen Wurm mit sechs Rudern die Leibeshöhle immer noch, wenn auch nicht mehr so geräumig, sich bis neben die Basalteile der Palpen erstreckt. Sie begleitet dabei den Anfangsdarm nach vorn, wo er zwischen den Palpen ausmündet. Die Mundöffnung befindet sich also weit vor dem Segment des I. Fühlercirrus, so daß man wohl annehmen darf, sie habe früher eben in dem Palpensegment selbst gelegen. Die Ansicht einer lebenden jungen *Nereis* mit 7 borstentragenden Segmenten von der Ventralseite (Taf. III Fig. 14) zeigt die Mundöffnung in dem Segment der I. Fühlercirren selbst, noch aber grenzen die Basalglieder der Palpen sie seitlich ab. Mit dem weiteren Wachstum der Würmer schiebt sich die Mundöffnung noch etwas weiter nach hinten, bis sie ihre definitive Lage am vorderen ventralen Rande des II. Fühlercirrussegmentes erreicht. Tafel III Figur 15 ist die Ventralansicht des Vorderendes einer lebenden *Nereis dumerilii* mit 16 Rudern. Die von gewaltigen Hautdrüsen umstellte Mundöffnung liegt jetzt hinter den II. Fühlercirren, und die Palpen sind von ihr abgerückt.

* * *

Wenden wir uns nun zu der Innervierung der Palpen und Fühlercirren, die ja am geeignetsten ist, über die Zugehörigkeit zu bestimmten Segmenten Auskunft zu geben. Außer einer vielfach reproduzierten Abbildung des vorderen Teiles des Nervensystems einer *Nereis* von de Quatrefages (1865), welche die fraglichen Verhältnisse nicht ausführlich genug darstellt, existiert in der Literatur noch eine treffliche schematische Abbildung dieser Organe des Vorderendes in der Arbeit von Hamaker (1898) über das Nervensystem von *Nereis virens*. Endlich hat Retzius (1895) einen Schnitt durch das Gehirn von *Nereis diversicolor* abgebildet. An Schnitten durch zahlreiche Individuen von *Nereis dumerilii* verschiedener Altersstufen konnte ich die anatomischen Verhältnisse des zentralen Nervensystems und des Bauchmarks, sowie deren

Verbindungen und Abzweigungen studieren; die schematische Textfigur 11b (s. S. 43) gibt, wie ich glaube, ein ziemlich genaues Abbild der in Wirklichkeit herrschenden Verhältnisse, soweit sie hier in Betracht kommen.

„Das Vorderende des ganzen Bauchstranges liegt im zweiten Segment“ schreibt sehr richtig *Ehlers* (1868), wobei er mit No. 2 unser erstes borstentragendes Segment bezeichnet, doch trifft dieser Ort nur für größere Individuen von *Nereis dumerilii* zu, denn bei jungen Exemplaren mit wenigen Segmenten findet man das Vorderende der Bauchganglienreihe im Segment (1+), indem dort ebenso wie in jedem der folgenden Segmente ein paariges großes Ganglion liegt, das sich aber dadurch von allen übrigen Bauchganglien unterscheidet, daß seine vorderen Hälften auseinanderweichen und die hier abgehenden Schlundkommissuren ein Stück weit begleiten. Mit der Rückbildung der Ruder im II. Fühlereirrussegment rücken dann die beiden Hälften dieses vordersten Ganglions völlig auseinander, so daß sie jetzt in dem Segment (1+) der Schlundkommissur jeder Seite angelagert erscheinen. Es existiert somit bei *Nereis* keine einheitliche mediane Unterschlundganglienmasse, sondern nur ein Paar von einander getrennter Unterschlundganglien in dem II. Fühlereirrussegment, während vom ersten borstentragenden Segment an je eine paarig gebaute Ganglienanschwellung in jedem Segment vorhanden ist. (Vergl. Textfig. 11 b.)

Von den Unterschlundganglien gehen die Schlundkommissuren ab. Schon *de Quatre-fages* zeichnet dieselben doppelt auf jeder Seite, wie das auch *Hamaker* tut. Tatsächlich erscheinen die Schlundkommissuren auf Schnitten zunächst auch nur zweiteilig, wie man vor allem in den mehr nach dem Gehirn zu gelegenen Regionen dieser Stränge erkennen kann. Dort zweigt sich die eine Hälfte jeder Kommissur bald von der andern ab und läuft in ein Ganglion, das als Ganglion des II. Fühlereirrus bekannt ist, und von dem aus dessen beide Äste innerviert werden. Der andere Zweig der Schlundkommissur trifft alsbald auf ein ähnliches Ganglion, das des I. Fühlereirrus, von dem die beiden Nerven in dessen Äste ausgehen. Es tritt aber nicht der ganze Rest der Schlundkommissur in dieses Ganglion ein, sondern nur etwa die Hälfte der Fasern. Die übrigen wenden sich dem Gehirn zu, in das sie alsbald eintreten. Ein ebenso starker Strang, als in das Ganglion des I. Fühlereirrus eingetreten war, verläßt dieses auf der andern Seite und mündet ebenfalls in das Gehirn. Endlich stehen die beiden Fühlereirrusganglien jeder Seite durch eine Kommissur miteinander in Verbindung.

Aus den bisherigen Erörterungen geht wohl deutlich hervor, daß der zu dem Ganglion des II. Fühlereirrus führende Teil der Schlundkommissur der ursprüngliche periphere Hauptnerv des Buccalsegmentes ist, den wir in jedem der folgenden Segmente von dem Bauchganglion abgehen sehen. Er entspricht dem II. und größten der fünf Segmentalnerven, die *Hamaker* in jedem Segment des Rumpfes nachgewiesen hat. In den Fühlereirrusganglien hätten wir dann das an diesem II. Nerven liegende Parapodialganglion *Hamakers* zu sehen, von dem ebenso wie in den Parapodien des Rumpfes zwei Hauptnerven abgehen. Während nun in den normalen Parapodien diese beiden Hauptnerven (2. und 3. *Hamakers*) sich mehrfach verästelnd die verschiedenen Regionen des Ruders innervieren und nur je ein kleiner Zweig in die beiden Cirren des Parapodiums tritt, sind bei der Rückbildung des Ruders des Buccalsegmentes die Äste dieser Parapodialnerven bis auf die beiden letztgenannten geschwunden, die nun um so mächtiger als die Nerven der beiden Äste des II. Fühlereirrus entwickelt sind.

Nach Analogie kann man schließen, daß auch das Ganglion des I. Fühlereirrus ein ursprüngliches Parapodialganglion des rückgebildeten Segmentes ist. Die peripher von ihm ausgehenden

Fühlereirrusnerven verhalten sich ja genau so, wie die des II. Fühlereirrus. Nun fragt es sich, ob sich Reste des zu dem Segment des I. Fühlereirrus gehörenden Bauchganglions finden lassen. Da scheint mir der in das Fühlereirrusganglion einmündende Teil der Schlundkommissur dafür zu sprechen, daß wenigstens ein Teil dieses ehemaligen Bauchganglions mit dem nächstfolgenden Ganglion, also dem des Segmentes (I+) verschmolzen ist. Da aber in den frühesten Stadien der I. Fühlereirrus direkt aus dem Kopfabchnitt entspringt und von dem sich bildenden Gehirn in keiner erkennbaren Weise getrennt erscheint, so meine ich, daß ein nicht geringer Teil des zugehörigen ehemaligen Bauchganglions wenn nicht mit dem Gehirn selbst verschmolzen, so doch wenigstens ihm angegliedert ist. Es war mir hier umso weniger möglich, nach Schnittserien eine Sicherheit über diese Frage zu gewinnen, als bei sehr jungen Larven die Schlundkommissuren in ihrer ganzen Länge vom Vorderende des Bauchmarks bis zu dem Gehirn mit Anhäufungen von Ganglienzellen bedeckt sind, sodaß man nicht entscheiden kann, wo diese Ganglien aufhören und wo das Gehirn anfängt. Dafür daß ein Teil des zu dem I. Fühlereirrusganglion gehörenden ehemaligen Bauchganglions dem Gehirn angegliedert ist, spricht wohl auch die von diesem Ganglion zum Gehirn führende Kommissur, während aus der Annahme, daß ein Teil des Bauchganglions des I. Fühlereirrussegments mit dem Bauchganglion des II. Fühlereirrussegments verschmolzen ist, sich die Kommissur zwischen dem I. und II. Fühlereirrusganglion erklären läßt. Nach H a m a k e r gehen übrigens sogar drei Nerven von dem Gehirn aus zu einem auf der Schlundkommissur dicht am Gehirn selbst liegenden Kommissuralganglion. Ich konnte bei *Nereis dumerilii* immer nur zwei allerdings sehr starke Kommissuralnerven das Gehirn betreten sehen, doch will ich die auf Grund besonderer, von mir nicht angewandter Färbemethoden gefundenen Resultate H a m a k e r s nicht in Abrede stellen.

Noch schwieriger gestalten sich die Verhältnisse bei den Palpenerven. Diese verlassen das Gehirn an den vorderen unteren Ecken, um als einfache Stränge bis in die Endglieder der Palpen zu verlaufen. Ich kann hier nur ein paar Stellen aus der Literatur anführen, welche vielleicht geeignet sind, einiges Licht auf diese Verhältnisse zu werfen. So sagt E h l e r s (1868) S. 490: „Am Umfange des Loches, welches das Ende der Kommissur durchbricht (gemeint ist der zwischen der eigentlichen Schlundkommissur und dem das Gehirn mit dem II. Fühlereirrusganglion verbindenden Nervenstrang befindliche Spalt), ist das Neurilemm auffallend stark. — An der Stelle, wo die Nervenfasern auseinanderweichen, um in zwei gesonderten Strängen dieses Loch zu umfassen, liegt eine Verdickung, die, wie ich auf dem Querschnitt sehe, Ganglienzellen enthält; da über dieser Stelle am Eintritt der Schlundkommissur in das Hirn die Nerven der Palpen ihren Ursprung nehmen, so hat diese Anschwellung mit Ganglienzellen für die Palpenerven vielleicht die gleiche Bedeutung, wie die zellenartigen Verdickungen der Schlundkommissuren unter dem Ursprung der Fühlereirren.“ Wichtig für die Auffassung, daß das ehemalige Bauchganglion des Palpensegments dem Gehirn nur angegliedert worden ist, und daß die Palpenerven nicht einfach so wie die Tentakelnerven gewissermaßen nach vorn verlängerte Teile des Gehirns darstellen, scheint mir eine weitere Angabe von E h l e r s (1868) über den Ursprung der Palpenerven zu sein. Der genannte Forscher schreibt S. 492: „Die Palpenerven verlassen die Hirnoberfläche am seitlichen Umfang über den eintretenden Schlundkommissuren, fast unter dem Ursprunge der vorderen Augennerven. Ob ihre Fasern unmittelbar vom Hirnkern ausgehen, oder in den Eintrittsstellen der Schlundkommissuren wurzeln, habe ich nicht entscheiden können“. Auch ich kann nur bestätigen, daß man beim Durchsehen der Schnittserien den Eindruck hat, daß die Palpenerven wenn nicht aus dem gleichen, so doch aus einem unmittelbar neben dem der Schlundkommissuren liegenden Kern hervorgehen. Ich möchte diesen Kern jeder

Seite mit aller Vorsicht für einen Teil des dem Gehirn angegliederten ehemaligen Bauchganglions des Palpensegments halten. Vielleicht erinnert an die Tatsache, daß die Basalglieder der Palpen umgebildete Ruderteile sind, ein dort neben dem eigentlichen Palpennerven vorkommender Nerv, den R e t z i u s (1895) bei seiner Beschreibung des Gehirns von *Nereis diversicolor* erwähnt: „Es findet sich in den Palpen, und zwar an ihrem inneren Umfange jederseits ein eigentümlicher Nervenzweig, welcher aus einer beschränkten Anzahl von Fasern besteht, die ein grob-variköses Aussehen darbieten und vorn einen kolbenförmigen Klumpen bilden; in diesem treten starke Verdickungen der Nervenfasern hervor, die jedoch nicht als kleine kernhaltige Nervenzellen imponieren, sondern eher das Aussehen von motorischen Nervenendigungen darbieten. Indessen ist mir die Natur dieser Nervenzweige, welche bei allen von mir untersuchten Nereiden vorkamen, zweifelhaft, und dieselben erfordern daher eine weitere Nachforschung“. Möglicherweise haben wir in diesem Nerv einen Rest

eines der ursprünglichen Parapodialnerven vor uns.

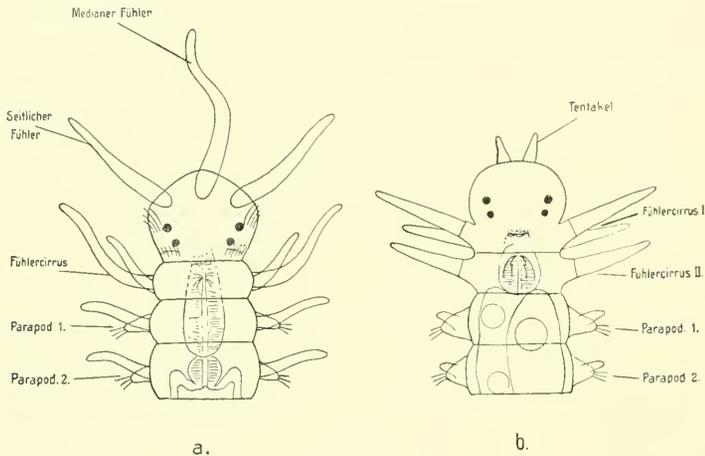


Fig. 10.

- a) Vorderende einer Larve von *Eusyllis monilicornis* mit 7 borstentragenden Segmenten. n. Malaquin.
 b) Vorderende einer Larve von *Nereis dumerilii* mit 7 borstentragenden Segmenten.

schmolzen, teilweise dem Gehirn angegliedert ist. Für die Segmentnatur des die Palpen tragenden Abschnittes sehr junger Larven spricht die bis dorthin reichende geräumige Leibeshöhle und die Lage der Mundöffnung zwischen den Palpen.

Im Anschluß an diese Erörterungen möchte ich nun noch einen Vergleich zwischen den den *Lycoriden* nahe verwandten *Syllideen* und ersteren in bezug auf die Verhältnisse des Vorderendes anstellen.

Der Kopfabschnitt der *Syllideen* trägt fünf Anhänge, nämlich ein Paar Palpen, ein Paar seitliche (bei manchen Geschlechtsformen [*Polybostrichus*] sogar zwei Paar) und einen medianen, aus zwei einzelnen verschmolzenen Fühler. Das nächste Segment ist meist mit zwei, seltener mit nur einem Paar Fühlercirren ausgestattet. Die nun folgenden Somiten sind normale Rumpfsegmente, welche im Gegensatz zu den vorhergehenden mit Parapodien versehen sind. Textfigur 10 zeigt die

Wenn somit die segmentale Natur der Palpen vorläufig noch nicht sicher bewiesen werden kann, so scheint es mir nicht zweifelhaft zu sein, daß ebenso wie die II. Fühlercirren aus den Rücken- und Bauchcirren des Buccalsegmentes hervorgegangen sind, auch die I. Fühlercirren solchen Cirren eines ehemaligen selbständigen Segments entsprechen, dessen Bauchganglion jetzt teilweise mit dem Unterschlundganglion ver-

Vorderenden einer jungen *Eusyllis* (a) mit 7 borstentragenden Segmenten nach Malaquin und einer Larve von *Nereis dumerilii* (b) nebeneinander.

Ich möchte nun das Fühlercirrussegment der Syllideen dem II. Fühlercirrussegment der Lycoriden homologisieren. Den unpaaren, aus paarigen Organen hervorgegangenen Fühler des Kopfes der Syllideen aber halte ich für homolog den I. Fühlercirren der Lycoriden. Endlich würden dann die paarigen Fühler jener den paarigen Tentakeln dieser ebenso wie die Palpen der beiden Familien einander entsprechen. Bei der Polybostrichus-Form von *Myrianida* sind die dort auftretenden vorderen seitlichen Fühler als ein Paar zu dem Palpensegment gehörender Cirren anzusehen, während die äußeren Palpenglieder selbst das zu diesem wie zu jedem normalen Segment gehörende zweite Cirrenpaar darstellen, wie ich weiterhin noch näher ausführen werde.

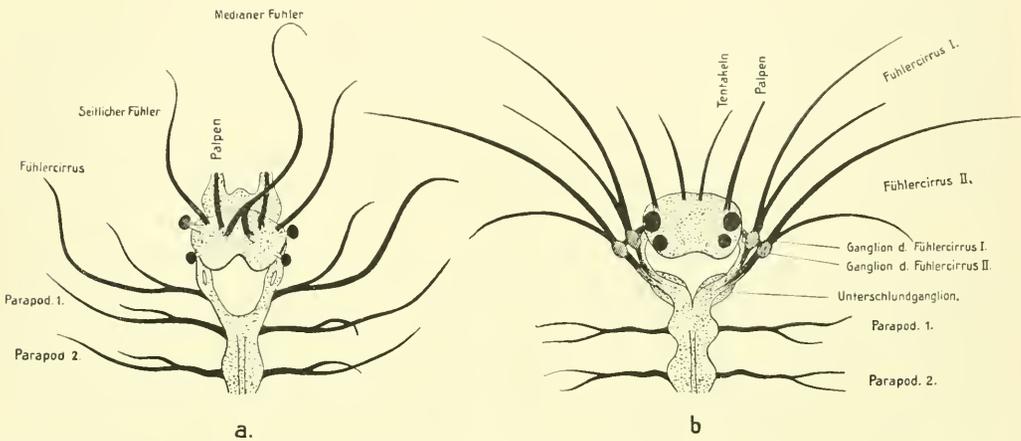


Fig. 11.

Nervensystem des Vorderendes, a) einer Syllidee *Eusyllis* n. Malaquin, b) einer jungen *Nereis dumerilii*.

Malaquin (1893) beschäftigt sich in seiner Syllideen-Monographie ebenfalls mit der Kopffrage der Polychaeten und kommt zu dem wohl kaum haltbaren Resultat, der ganze Kopfabschnitt der Polychaeten mit allen seinen Anhängen repräsentiere ein einheitliches, einem Rumpfssegment homologes Gebilde, wie das schon Viguiér (1886) behauptet hatte. Malaquin bekämpft dabei Pruvot (1885), welcher in ähnlicher Weise wie ich es jetzt vor allem für die Lycoriden klar zu stellen suche, bei den Syllideen mehrere ursprünglich selbständige Segmente im Kopfabschnitt vermutet. Und zwar nimmt Pruvot 3 solcher Segmente im Kopfabschnitt an, nämlich ein die Palpen tragendes „segment stomato-gastrique“, ein die seitlichen Fühler oder, wo zwei Paar solcher vorhanden sind, die vorderen von diesen tragendes „segment antenneaire antérieur“ und endlich ein den unpaaren (event. auch noch die hinteren seitlichen Fühler) tragendes „segment antenneaire postérieur“.

Malaquin begründet seine Annahme von der Einheit des Kopfabschnittes in der Hauptsache damit, daß er eine vollständig durchgeführte Homologie zwischen den Kopfanhängen und den äußeren Teilen eines normalen Parapodiums nachzuweisen sucht. An einer Reihe von Beispielen

bemüht er sich zu zeigen, daß alle die einzelnen äußeren Vorsprünge eines Parapodiums in sensible, den Anhängen des Kopfes ähnliche Gebilde umgewandelt werden können. Es ist hier nicht der Ort, um näher auf die Beweiskraft der angezogenen Beispiele einzugehen, zumal bereits ein anderer Forscher, *Gravier* (1899), der zwar auch an die Einheit des Kopfabschnittes der Anneliden glaubt, doch den Satz *Malaquin*: „Le segment céphalique n'est pas fondamentalement différent d'un segment ordinaire“ insofern bezweifelt, als er das „Prostomium“ der Anneliden wegen seines Baues und seiner Ontogenie fundamental von den übrigen Somiten unterschieden sein läßt.

Nach den bei den *Lycoriden* vorliegenden Verhältnissen möchte ich nun nicht die Tentakeln als den übrigen Kopfanhängen homologe Gebilde ansehen. Ich halte sie vielmehr, wie ich schon aussprach, für direkt aus dem Gehirn und dem Ektoderm des Kopfklappens hervorgegangene Organe, wie wir sie ja schon in einfachster Weise bei dem Archanneliden *Polygordius* ausgebildet sehen, und wie sie in den verschiedensten Annelidenfamilien wiederkehren. Will man den *Syllideen* überhaupt den Tentakeln der *Lycoriden* homologe Gebilde zusprechen, so müssen dies wohl die beiden seitlichen Fühler sein, denn diese entspringen dorsal am weitesten vorn aus dem Gehirn und werden bei der sich entwickelnden Syllideenlarve ebenso wie bei den knospenden Stolonen zuerst von allen Kopfanhängen sichtbar, wie durch *Malaquin*'s Arbeit sicher nachgewiesen ist. Dabei ist daran zu erinnern, daß auch bei der *Nereis*-Larve die Tentakeln zuerst erscheinen.

Während die Palpen bei *Syllideen* und *Lycoriden* ihrer Entstehung und Lage nach wohl ohne weiteres homologisiert werden dürfen, liegen die Verhältnisse nicht so einfach bei dem Vergleich des medianen Fühlers von *Syllis* mit den I. Fühlercirren von *Nereis*. Daß das unpaare Auftreten eines medianen Fühlers bei *Syllis* nur eine sekundäre Erscheinung ist, wird allgemein zugegeben, denn an seiner Basis zeigt dieses Gebilde durch das Auseinanderweichen seines Nerven in zwei seitliche Wurzeln, daß wir hier die Verschmelzung zweier ursprünglich getrennter Gebilde vor uns haben. Nachdem wir nun bei *Nereis* uns von der Tendenz überzeugt haben, die hinter dem Kopfklappen liegenden Segmente mit diesem zu verschmelzen und deren Nervenzentrum dem Gehirn anzugliedern, was dort mit dem I. Fühlercirrussegment erst teilweise gelungen ist, können wir es wohl leichter verstehen, daß ähnliche Verschiebungen auch bei *Syllis* stattfanden, nur daß dort die Verschmelzung entsprechend der unzweifelhaft höheren Organisation des ganzen Tieres eine viel vollständigere geworden ist, indem das Nervenzentrum dieses Fühlersegments vielleicht völlig mit dem Gehirn vereinigt ist.

Ich muß hier noch auf einen Umstand aufmerksam machen, der darauf hindeuten könnte, daß vielleicht bei *Syllis* ähnliche Verhältnisse wie bei *Nereis* vorliegen. Die Schlundkommissuren der *Syllideen* zeigen nämlich eine Duplizität, die an den Bau dieser Nervenstränge bei *Nereis* erinnert (vergl. Textfig. 11a), und da ließe sich denken, daß auch hier bei den *Syllideen* die eine Hälfte jeder Schlundkommissur wie bei *Nereis* einen ursprünglichen Segmentalnerven von dem Bauchganglion des betreffenden Segmentes nach dem ehemaligen Parapodialganglion, dem jetzigen Cirrusganglion repräsentiert. Wie bei *Nereis* kann auch bei *Syllis* nur eine äußerst genaue Erforschung der in Betracht kommenden nervösen Teile eventuell eine sichere Lösung dieser Frage bringen.

Auch das auf den Kopfabschnitt folgende, seiner ontogenetischen Entstehung nach wohl leicht mit dem II. Fühlercirrussegment der *Lycoriden* zu vergleichende Segment der *Syllideen* zeigt deren schon weiter vorgeschrittene Entwicklung, denn an ihm treten in der Onto-

genie niemals mehr Parapodien oder Borsten auf, die wir doch in dem homologen *Nereis*-Segment noch ganz so wie in den folgenden Rumpsegmenten trafen.

Nun wären nur noch die bei männlichen Geschlechtsformen der *Sylliden* auftretenden vorderen seitlichen Fühler die „antennes latérales antérieures“ *Malaquins* unterzubringen. Wenn wir nur ihre Lage bei den erwachsenen Würmern kennen würden, so hätten wir die Wahl, ob wir sie dem von mir angenommenen Palpen- oder dem I. Fühlereircnsegment zurechnen sollten. Die Entstehung dieser Anhangsgebilde jedoch gibt nicht nur eine eindeutige Antwort auf diese Frage, sondern sie bildet wohl auch ein weiteres Argument zur Bestätigung meiner Annahmen. *Malaquin* hat die Entwicklung dieser Gebilde bei *Myrianida fasciata* Edw. beschrieben, und ich brauche hier nur seine diesbezüglichen Worte anzuführen, aus denen sich sogleich eine bestimmte Auffassung des vorderen seitlichen Fühlers gewinnen läßt: „Le 14^e stolon, qui compte 16 segments sétigères, nous montre une modification intéressante dans la forme des appendices céphaliques. Tandis que l'appendice médian, dirigé en arrière, reste cylindrique en s'accroissant, les deux appendices latéraux antérieurs ont continué à s'élargir et à s'épaissir, présentant ainsi un volume bien plus considérable que le médian. Dans la tête du 14^e stolon, ils présentent une échanerure interne qui ira s'accroissant de plus en plus; ce sont eux, en effet, qui doivent, en se développant, devenir les appendices bifurqués, si développés des mâles ou *Polybostrichus* (Pl. IX, fig. 6 et pl. I fig. 2). Comme nous le verrons dans la suite, on doit considérer ces appendices bifurqués comme le résultat de la soudure de deux appendices: l'antenne latérale et le palpe“.

Wenn nun die Palpen einen Teil eines ursprünglichen Segments und je einen der dazu gehörigen Cirren repräsentieren, so entsprechen die vorderen seitlichen Fühler in der Hauptsache dem anderen jener Cirren. Welches Gebilde aus dem Rücken- und welches aus dem Baucheirrus hervorgegangen ist, will ich hier nicht entscheiden. Es mag hier übrigens darauf hingewiesen werden, daß *Vigier* (1905) neuerdings die Mundöffnung der Vorfahren der heutigen Chaetopoden mindestens ebenso weit vorzieht wie ich es tue, wenn ich sie ursprünglich im Palpensegment gelegen sein lasse, denn jener Forscher nimmt eine ehemals direkt terminale Lage des Mundes an, auf welche schon früher auch *Lankester* geschlossen hatte.

Auch die Verhältnisse des Nervensystems, vor allem die Austrittsstellen der in die Kopfanhänge abgehenden Nerven stehen mit meiner in dem vorliegenden Versuch ausgesprochenen Annahme im Einklang, soweit sie überhaupt bekannt sind. Ebenso wie bei *Nereis* bedürfen die entsprechenden Teile des Nervensystems einer gründlichen Bearbeitung.

Das Vorderende der Bauchganglienreihe liegt bei den *Sylliden* im ersten borstentragenden Segment, also an der gleichen Stelle, wie bei den *Lycoriden* (vergl. Textfig. 11a und b). Von den Schlundkommissuren zweigt sich jederseits ein Nerv ab, der sich dann gabelt und die beiden Fühlereircnnerven liefert, wie es bei *Nereis* der Fall ist, während die Commissuren selbst mit einem dorsalen und einem ventralen Zweig in das Gehirn einmünden. Die Cerebralganglienmasse ist nach *Malaquin* in zwei große Zentren gegliedert, ein vorderes „centre stomatogastrique“, von dem die Palpenerven und der untere Ast der Schlundkommissuren abgehen, und ein hinteres „centre antennaire“, das selbst wieder in zwei Abschnitte geteilt sein kann, und von dem die Fühler des Kopfes innerviert werden, wie auch der obere Ast der Schlundkommissuren von ihm ausläuft. Bei den *Sylliden* mit deutlich geteiltem „centre antennaire“ innerviert dessen vordere Partie die seitlichen Fühler und die vorderen Augen, während die hintere Partie den medianen Fühler, das Wimperorgan und die hinteren Augen mit ihren Nerven versieht. Abgesehen von dem von vorn

her ventral an die Gehirnganglienmasse herangeschobenen Palpenzentrum, dessen Bedeutung als ehemaliges Bauchganglion des Mundsegmentes durch eine Anzahl von ihm nach dem Anfangsdarm abgehender Nervenfasern befestigt wird, liegen die Ursprungsstellen der seitlichen Fühler am weitesten vorn von allen vom Gehirn entspringenden Nerven, worin ich einen der Gründe erblicke, sie den Tentakeln von *Nereis* zu homologisieren. Sicher entscheiden kann, wie gesagt, nur eine genaue Feststellung der Lage der zu den Nerven der einzelnen Kopfanhänge gehörenden Zentren.

Daß man bei den anderen mit mehreren Kopfanhängen versehenen Polychaetenfamilien, so vor allem bei den den *Lycoriden* wohl noch näher als die *Syllideen* stehenden *Euniciden* ebenfalls Vereinigung mehrerer Segmente zu dem Kopfabschnitt annehmen muß, geht aus meinen Ausführungen wohl als eine unmittelbare Folge hervor. Natürlich braucht es nicht immer die gleiche Anzahl von Segmenten zu sein, die zum Kopfabschnitt zusammengezogen werden. Es lag mir nur daran, zu zeigen, daß die bisher so ziemlich unwidersprochen gebliebene Ansicht *Malaguis*, daß der Kopfabschnitt der Anneliden ein einheitliches, den Rumpfsegmenten homologes Gebilde sei, nicht aufrecht erhalten werden kann, und daß ferner gerade die Palpen Teile eines ursprünglichen Segments mit Parapodien und Cirren repräsentieren.

Fassen wir das Resultat der vorhergehenden Erörterungen noch einmal kurz zusammen.

Bei den *Lycoriden* stellen die Palpen die Reste eines ehemaligen mit Parapodien versehenen Segmentes vor, in welchem sich ursprünglich die mehr oder weniger terminal gelegene Mundöffnung befand, das dorsal den das Obereschlundganglion enthaltenden, mit zwei Tentakeln ausgestatteten Kopflappen trug, und dessen Bauchganglion der Cerebralganglienmasse des Kopflappens im Laufe der phylogenetischen Entwicklung angegliedert wurde. Dabei ist es hier ganz gleichgültig, ob der Kopflappen als ein Teil dieses vordersten Segmentes angesehen wird, d. h. als ein Gebilde, das sich nur morphologisch von ihm abgegliedert hat, oder ob man ihn, wie es *Woltereck* (1904 und 1905) klarzustellen versucht, für ein dem ganzen Wurmrumpf gegenüberzustellendes besonderes Gebilde hält. Die I. Fühlercirren sind die Reste des auf das Palpensegment folgenden, ursprünglich ebenfalls mit Rudern ausgerüsteten Segments, dessen Bauchganglion bei dem allmählichen Zurückweichen der Mundöffnung teilweise mit dem des folgenden dritten Segments, teilweise mit dem Gehirn vereinigt wurde. Die II. Fühlercirren endlich sind die Reste der Parapodien des jetzigen Buccalsegmentes, welche noch jetzt bei der ontogenetischen Entwicklung zunächst in der normalen Form auftreten und erst beim Heranwachsen der jungen Würmer reduziert und umgebildet werden. Die definitive Mundöffnung liegt im ventralen Vorderrand des II. Fühlercirrussegmentes, dessen Bauchganglion dadurch in seine beiden seitlichen, nunmehr auf den Anfang der Schlundkommisuren geschobenen Hälften geteilt wird. Die Tendenz, die vorderen Segmente zu reduzieren und nach vorn zu ziehen, zeigt sich auch noch an den nächstfolgenden Segmenten, deren Parapodien sich gegenüber den normalen Rudern der Rumpfsegmente als zurückgebildet erweisen.

Zwischen den Vorderenden der *Lycoriden* und der *Syllideen* besteht eine völlige Homologie der einzelnen Anhänge, indem die seitlichen Fühler, die Palpen, der mediane Fühler, die Fühlercirren der *Syllideen* der Reihe nach entsprechen den Tentakeln, den Palpen, den I. und den II. Fühlercirren der *Lycoriden*, wobei die in gewissen Fällen bei *Syllideen* auftretenden sogenannten vorderen seitlichen Fühler als das zum Palpensegment ursprünglich gehörende zweite Paar von Cirren anzusehen sind, während die äußeren Glieder der Palpen das andere Paar dieser Cirren repräsentieren.

Wir können annehmen, daß diese Verschiebungen der einzelnen Teile des Vorderendes der Chaetopoden wohl phylogenetisch in der Weise entstanden sind, daß die sensiblen Anhänge, die Cirren der Parapodien der vordersten Segmente sich mehr und mehr nach vorn wandten, indem sie sich teils in den Dienst des Anfangsdarmes stellten, wo sie die Prüfung der aufzunehmenden Nahrung, wie die heutigen Palpen, — teils die Orientierung übernahmen, d. h. das Aufspüren einer Beute oder die rechtzeitige Warnung vor einer Gefahr, nach der sowohl bei den frei umherkriechenden als auch besonders bei den in Felsrissen, im Sande oder in selbstgebauten Röhren jeder Art lebenden Würmern wichtigste Seite, der Front hin, wie die jetzigen Fühlercirren. Die letzteren usurpierten wohl größtenteils die Funktionen der eigentlichen Tentakeln, die wir bei vielen *Lycoriden*, z. B. bei unserer *Nereis dumerilii* gegenüber den langen Fühlercirren ziemlich zurückgedrängt sehen, und nahmen ebenso wie die Palpen eine ihrer neuen Tätigkeit entsprechendere Gestaltung an. Diese stark einseitige Ausnutzung ihrer sensiblen Anhänge hatte dann eine Rückbildung der übrigen Teile der ehemaligen vordersten Segmente zur Folge, die wohl noch dadurch beschleunigt wurde, daß die früher weit vorn liegende Mundöffnung von den immer mehr in der Front beschäftigten sensiblen Anhangsorganen mehr und mehr zurückgedrängt wurde, so daß sie bei den *Lycoriden* jetzt hinter den Fühlercirren zu finden ist.

Es zeigen sich also schon am Vorderende der *Anneliden* Veränderungen des ursprünglichen Bauplanes, die wir bei den *Arthropoden*, zunächst vor allem bei den *Crustaceen* in noch schärferem Grade ausgebildet wiederfinden.

C. Die Borstenformen der beiden Larven.

Über die Ausrüstung der Jugendformen von *Nereis dumerilii* mit Borsten ist bisher nur äußerst wenig berichtet worden, wie man denn überhaupt noch von keiner *Lycoride* das jugendliche Borstenkleid auch nur annähernd kennt. Und doch ist es interessant, einmal die Borstenformen und deren Anordnung durch die verschiedenen Altersstufen der jungen Würmer zu verfolgen.

Betrachten wir auch hier wieder zunächst die **nereidogenen Larven**. — Wie schon erwähnt wurde, treten bei dem Embryo gleich nach dem Erscheinen der Borstensäcke auch die ersten Borsten in diesen auf. In dem Augenblick nun, in welchem das Tier seine Eihülle verläßt, sind die Borsten keineswegs alle einander gleich und von einheitlichem Typus. Die Abbildungen Taf. II Fig. 5 a—n geben eine Anschauung von den bei einer solchen jungen Larve vorhandenen Borstenformen. Fig. 5 n stellt eine Acicula aus dem unteren Ast des 2. Ruders einer Larve mit (1 +) 2 borstentragenden Segmenten dar. Es sei gleich hier bemerkt, daß alle auf dieser Tafel abgebildeten einzelnen Borsten in gleicher Vergrößerung gezeichnet worden sind, und zwar unter Benutzung von Zeiß-Apochromat 4, Kompensationsokular 18 und Abbe'schem Zeichenapparat, Papier in Höhe des Mikroskopfußes. — Wir sehen sofort, daß wir zwei große Hauptgruppen von Borsten zu unterscheiden haben, nämlich einmal einfache, nadelförmige wie Fig. 5 m, sodann eine große Mannigfaltigkeit von zusammengesetzten, von denen in Fig. 5 a—l die charakteristischsten Vertreter zusammengestellt sind.

Einfache, nicht zusammengesetzte Borsten waren bisher bei der Gattung *Nereis* überhaupt noch nicht bekannt, was sich wegen ihrer Zartheit und vor allem wegen

ihrer im Verhältnis zu den zusammengesetzten Borsten geringen Zahl in den einzelnen Rudern leicht erklären läßt. Solche haarförmigen Borsten (setae capillares), wie man sie nach der von Grube (1851) in seinen „Familien der Anneliden“ S. 16ff. gegebenen Einteilung nennen muß, fanden sich immer nur in dem 1. und 2. definitiven Rudersegment, niemals im Segment der II. Fühlereirren. In jedem der in Betracht kommenden Ruder traf ich meist nur je eine dieser Borsten, im höchsten Falle auch zwei an, und zwar befinden sie sich in dem Falle, daß nur je eine vorhanden ist, in dem zu dem unteren Ast des betreffenden Ruders gehörenden Borstenbündel; eine eventuelle zweite steht dann im Bündel des oberen Astes.

Eine derartige Haarborste, die in Fig. 5 m im richtigen Größenverhältnis zu den anderen Borsten und der Acicula n gezeichnet ist, mißt etwa 76 μ , ist meist ganz gerade, manchmal jedoch auch etwas gebogen, besitzt eine völlig glatte Oberfläche und einen etwa kreisrunden Querschnitt. Wie wir bald sehen werden, finden sich diese einfachen Haarborsten nur in den allerersten Wachstumsstadien der Tiere, bis bei diesen 5 oder 6 definitive Ruderpaare vorhanden sind. Aus dieser Tatsache möchte ich schließen, daß wir es hier mit einer sehr alten Bewaffnung zu tun haben, die vielleicht bei den Vorfahren der heutigen Lycopriden ebenso wie mancher anderer Polychaetenfamilien einst eine größere Rolle spielte, als sie es jetzt tut. Es kommen nämlich solche einfachen Borsten auch bei den Larven anderer Polychaeten vor, ohne etwas mit etwaigen einfachen Borsten der definitiven Bewaffnung zu tun zu haben. So fand sie Malaquin an den Embryonen von Syllideen. (Vergl. seine Taf. XIII Fig. 32, 33a 1893.) Gelegentlich seiner Beschreibung der Entwicklung von *Eusyllis monilicornis* Mgrn. erwähnt dieser Forscher solche Haarborsten, indem er schreibt: „Comme nous l'avons vu déjà, le parapode est d'abord indiqué par l'acicule, le cirre dorsal apparaît ensuite. La fig. 32 représente un parapode jeune, mais où le mamelon sétigère fait déjà saillie. L'acicule Ac. est pourvu de ses muscles moteurs. La soie qui se forme immédiatement ensuite est une soie capillaire fine, a), dont la présence me paraît constante non seulement chez *Eusyllis*, mais chez un très grand nombre de Syllidiens. On voit, en outre, une soie composée, encore jeune, au milieu de la masse sétigène“. Aus der Entwicklungsgeschichte anderer Polychaetenfamilien ist mir kein Fall bekannt, in welchem ebenfalls derartige rein embryonale Haarborsten auftreten. Es ließe sich aber denken, daß sie bei den nächsten Verwandten der Lycopriden wohl ebenso vorhanden sind, da sie ja sogar bei den doch etwas ferner stehenden Syllideen sich finden. Wahrscheinlich wurden sie zwischen den zahlreichen anderen Borsten wegen ihrer Feinheit und geringen Zahl wie bei *Nereis* bisher übersehen.

Betrachten wir die verschiedenen zusammengesetzten Borsten einer Larve mit (1+) 2 Ruderpaaren, so müssen wir zunächst konstatieren, daß sie alle ein und demselben der beiden bei solchen Borsten möglichen, von Claparède (1870 S. 42) aufgestellten Typen angehören, nämlich dem homöomphen. Innerhalb dieses Typus sind nun schon die beiden von den erwachsenen Nereiden bekannten Borstenformen zu erkennen, echte Grätenborsten (setae spinigeræ) und echte Sichelborsten (setae falcigeræ). Die Figuren 5 a und h der Tafel II zeigen solche Grätenborsten, während g und l, vielleicht auch wohl noch c als echte Sichelborstenformen anzusehen sind. Fig. 5 a stellt eine der längsten vorhandenen Grätenborsten dar; sie stammt aus dem oberen Ast des Segmentes (1+) und besitzt ein nur wenig gebogenes, in eine scharfe feine Spitze auslaufendes etwa 28 μ langes Anhangsglied. Der Anhang der Borste h ist etwas mehr nach seinem Rücken zu gekrümmt und nicht so scharfspitzig als der der Borste a; auch ist er etwas kürzer, denn

seine Länge beträgt nur gegen 22 μ . Die Sichelborsten Fig. 5g und l besitzen einen kleinen sichel-förmigen Anhang von etwa 14 μ Länge, der bei Borste g etwas mehr nach dem Rücken zu gebogen ist als bei l. Das äußere Ende dieser Anhänge ist in einem schlanken, mit abgerundeter Spitze versehenen Haken bald mehr bald weniger nach der Schneidenseite gebogen. Der Borstenschaft, der bei den erwähnten Grätenborsten gerade zu sein pflegt, ist oft etwas gekrümmt, z. B. bei Borste g so, daß der Rücken des Anhanges auf der konkaven Seite des Bogens liegt.

Bei keiner dieser ersten Borsten ließ sich mit Sicherheit feststellen, ob der vordere Rand ihrer Anhänge glatt oder gezähnt ist, oder ob neben der Schneide etwa feine Härchen stehen, wie es bei den größeren Borsten späterer Stadien oft der Fall ist. Es ist nicht ausgeschlossen, daß derartige Modifikationen bereits vorhanden sind, die dann aber wegen ihres überaus zarten Baues und der geringen Lichtbrechung nur äußerst schwer nachzuweisen wären.

Zwischen den beiden Extremen, echten Gräten- und echten Sichelborsten, existieren nun bei unseren eben ausgeschlüpften Larven eine Menge von anderen homogomphen Borsten, von denen man einzelne noch diesem, andere noch jenem von beiden Formen zurechnen könnte, wenn nicht noch weitere Borsten vorhanden wären, die man weder als Gräten- noch als Sichelborsten ansehen mag, weil deren Anhänge in ihrer Form direkt zwischen diesen beiden stehen. Kurzum, unsere Embryonen besitzen eine große Anzahl von Übergangsformen zwischen Gräten- und Sichelborsten. Da sind zunächst die Borsten e, f und i, deren 18—20 μ langen Anhänge ihrer Größe nach etwa die Mitte zwischen den Gräten und Sichel einnehmen, während sie nach ihrer Form wohl noch zu den Grätenborsten gerechnet werden dürfen. Diese Anhangsglieder stellen kurze, mit ziemlich stumpfem Ende versehene grätenförmige Gebilde dar, die bald mehr gerade, wie e und i, bald mehr nach dem Rücken zu gekrümmt sind, wie f. Auch der Schaft derartiger Borsten kann entweder gerade oder gebogen sein. Betrachten wir nun eine Borste wie k, so sehen wir den Anhang sehr schwach S-förmig gekrümmt, indem sich das freie stumpfe Ende der Schneidenseite zuneigt. Da sich eine solche Krümmung bei den echten Grätenborsten erwachsener Würmer ebenfalls vorfindet, und da der Anhang der vorliegenden Borste mit seinen 24 μ Länge beinahe das Maß der längsten Gräten unserer Larve erreicht, so könnte man die Borste wohl als eine Grätenborste bezeichnen. Schwieriger ist es, die Borsten von der Form b oder d zu rubrizieren. Ihr 24 resp. 22 μ langer Anhang hat die Form einer stumpfen schlanken Gräte, deren äußeres Glied ähnlich wie bei den Sichel zu einem kleinen kurzen Haken eingebogen ist. Der Schaft ist bei b gerade, bei d gekrümmt.

Vielleicht ist es nützlich, hier darauf aufmerksam zu machen, daß diese Borstenformen frisch getöteten Tieren entnommen und unter Wasser untersucht wurden, wobei besonders darauf achtgegeben wurde, daß die dargestellten Umrisse auch dem wirklichen Profil der Anhänge, gesehen von ihrer breiten Seite, entsprechen. Bei den durchsichtigen, so überaus zarten Objekten ist ja leicht die Gefahr vorhanden, daß man sie bereits in der gewünschten Lage glaubt, ehe sie es wirklich sind. Ich meine nun aber, ziemlich sicher zu sein, daß die gegebenen Abbildungen wirklich verschiedene Borstenformen darstellen und nicht etwa nur den Profilen einiger weniger Borstenarten in verschiedenen Lagen entsprechen.

Wir kommen nun zu der Verteilung dieser Borsten in den einzelnen Rudern. In jedem der drei Ruderpaare finden sich zwei Stützborsten von der vorher erwähnten Form Fig. 5n, die bereits stärker als die äußeren Borsten und gegen 64 μ lang sind. Von allen Borsten erscheinen sie zuerst

bei den Embryonen. Die äußeren Borsten sind bei den eben ausgeschlüpften Larven im oberen Ast jedes Ruders in einem Bündel angeordnet; aber auch in dem unteren Ast der einzelnen Ruder läßt sich noch keine Trennung in ein oberes und unteres Bündel vornehmen, wie dieses bei den erwachsenen und auch schon bei den nächsten Jugendstadien unserer Würmer der Fall ist. Von Haarborsten kommt nur je eine im Ruder 1 und 2 im unteren Ast vor, selten findet sich eine weitere solche Borste im oberen Ast dieser Ruder. Die Borstenformen der Figur 5 verteilen sich etwa folgendermaßen:

Ruder (1+)	oberer Ast	Form a und b,
	unterer „	„ b „ c,
„ 1	oberer „	„ a „ d,
	unterer „	„ b, e, f und g,
„ 2	oberer „	„ a, d und h,
	unterer „	„ g, i, k und l.

Die Anzahl der jeweilig vorhandenen Borsten ist keine konstante, da während der ganzen Jugendperiode unserer Würmer in den einzelnen Rudern ständig neue Borsten gebildet werden und alte ausfallen. Bereits in den eben verlassenem Eihüllen der außerhalb der Mutterröhre aufgezogenen Embryonen finden sich viele abgeworfene oder vielleicht bei den Bemühungen des Tieres, die Gallerte zu durchbrechen, ausgerissene Borsten. In 6 solchen leeren Eihüllen fand ich nur je ein bis zwei Haarborsten, dagegen zusammen 31 zusammengesetzte Borsten, woraus ohne weiteres hervorgeht, daß von vorn herein bei unseren Larven die Zahl der zusammengesetzten Borsten eine viel größere als die der einfachen ist. Durch das Vergleichen einer größeren Anzahl von Larven mit (1+) 2 Rudern läßt sich eine gewisse mittlere Konstante der Borstenzahl in jedem Ruder aufstellen, von der die einzelnen Individuen nur wenig abweichen. Diese mittleren Zahlen sind für das Ruder (1+) 5 im oberen, 6 im unteren Ast, für das Ruder 1 4 im oberen, 7 im unteren Ast, und für das Ruder 2 3 im oberen, 6 im unteren Ast. Eine Larve von (1+) 2 Rudersegmenten besitzt also im ganzen etwa 62 zusammengesetzte Borsten, zu denen dann noch 4—6 einfache kommen, so daß die Gesamtborstenzahl eines solchen Tieres gegen 66—68 beträgt.

Das Verhältnis dieser Zahlen ändert sich nun auch mit dem Auftreten neuer Segmente zunächst nicht, nur daß bei den Larven mit (1+) 3 Ruderpaaren im oberen Ast der Ruder 1 und 2 jetzt ziemlich konstant eine Haarborste zu stehen pflegt. Die in dem Ruder 3 anfangs noch wenig zahlreichen Borsten ähneln in ihrer Form den Borsten der übrigen Ruder des vorigen Stadiums, doch lassen sich ihre Anhänge bereits sicherer als Gräten oder Sichel unterscheiden. Es pflegen zuerst etwa zwei homogompe Grätenborsten im oberen und zwei homogompe Sichelborsten im unteren Ast aufzutreten.

Gleich nach diesen oder beinahe gleichzeitig erscheint dann im unteren Ast ein neuer Typus, der bisher überhaupt noch nicht vertreten war, in Gestalt von einer deutlich heterogomphen Sichelborste. Ihr kleiner, schlanker, nur ca. 12 μ langer Anhang (s. Taf. II Fig. 6a) ähnelt dem der homogomphen Sichelborste Fig. 5 l. Der Schaft der Borste ist leicht gekrümmt.

Sobald im Ruderpaar 4 die Borsten erscheinen, die nach ihrer Form sich ähnlich verteilen, wie eben für das 3. Ruderpaar geschildert wurde, kommt im 3. Ruder zu der ersten eine zweite heterogompe Sichelborste, und auch im unteren Ast des Ruders 2 tritt eine solche auf. Letztere ist bereits etwas größer und stärker als die anderen beiden heterogomphen Sichelborsten und läßt an ihrem

etwa 16 μ langen Anhang neben der Schneide sehr feine Härchen erkennen. In der inneren Zone ihres schwach gekrümmten Schaftes sieht man die von nun an bei allen neu entstehenden Borsten vorkommende bekannte Querstreifung (Fig. 6 b). Im oberen Ast des 1. Ruders der (1 +) 4 ruderigen Larve pflegt die vorher vorhandene Haarborste auszufallen, ohne durch eine neue ersetzt zu werden. Dasselbe Schicksal trifft mit dem Auftreten eines 5. Ruderpaares die Haarborste an der entsprechenden Stelle des Ruders 2, so daß eine Larve mit (1 +) 5 Ruderpaaren nur noch in den ventralen Ästen der Ruder 1 und 2 je eine solche besitzt. Während sich dann das 6. Ruderpaar entwickelt, fallen meist auch noch diese letzten Haarborsten aus, und von nun ab sind nur noch zusammengesetzte Borsten vorhanden.

Es würde zu weit führen, alle Einzelheiten in der Borstenanordnung der weiteren Stadien zu besprechen. Einen guten Überblick über diese Verhältnisse gibt die Tabelle auf Seite 52. Die senkrechten Kolonnen derselben, von oben nach unten gelesen, bedeuten die von vorn nach hinten aufeinanderfolgenden Ruder eines jungen Wurmes mit der in der obersten Reihe angegebenen Ruderzahl, also von (1 +) 2 bis zu 14 Rudern. In den horizontalen Kolonnen stehen die einander entsprechenden Ruder mit der am linken Rande angegebenen Zahl (1 +), 1, 2 usw. bis 14. Das rechteckige Feld auf dem Schnitt einer senkrechten mit einer horizontalen Kolonne bedeutet demnach das links angegebene Ruder eines Wurmes mit der oben verzeichneten Ruderzahl. Jedes dieser Felder selbst ist in eine obere und eine untere Reihe zerlegt, von denen die erste dem oberen, die zweite dem unteren Ast des betreffenden Ruders entspricht. Die kleinen Zahlen in jeder dieser Reihen geben die Anzahl der in dem Ruderast vorhandenen Borsten an, und zwar je nach ihrer Stellung auch die Art der Borsten. In jeder Reihe nämlich können die Zahlen an drei aufeinander folgenden Orten stehen, von denen der erste, linke, heterogompe Sichel-, der mittlere homogompe Sichel- und der rechte homogompe Grätenborsten andeutet. Andere Borstenarten kommen bei den in der Tabelle stehenden Jugendformen nicht vor. In den Rudern (1 +), 1 und 2 der jüngsten Larven wurde ein Unterschied zwischen den verschiedenen Borstenformen wegen der Unmöglichkeit einer genauen Rubrizierung nicht gemacht; die beiden dort verzeichneten kleinen Zahlen geben lediglich die Anzahl der zusammengesetzten Borsten im oberen resp. unteren Ast an. Die in den Rudern 1 und 2 entsprechenden Feldern vorkommenden fetten 1 bedeuten je eine Haarborste, und die fettgedruckte Zahl in der linken oberen Ecke jedes Feldes gibt die Summe der Borsten des betreffenden Ruders an. Es ist noch zu bemerken, daß die Verteilung der Borsten im unteren Ast der Ruder auf ein oberes oder unteres Bündel aus praktischen Gründen in der Tabelle nicht berücksichtigt wurde.

Eine solche Trennung der Borsten des unteren Astes jedes einzelnen Ruders in ein oberes und ein unteres Bündel tritt schon frühzeitig ein. Die Larven mit (1 +) 4 Ruderpaaren zeigen den Anfang dieser Erscheinung, die bei den Larven mit (1 +) 5 borstentragenden Segmenten bereits deutlich ins Auge fällt und von nun an überall durchgeführt wird. Folgendes Schema zeigt die Anordnung der Borsten im 3. definitiven Ruder einer 9 Tage alten nereidogenen *Nereis dumerilii* mit 6 Rudern, und zwar in der natürlichen Reihenfolge von der Dorsal- zur Ventralseite:

Oberer Ast	. . . . .	2	homogompe Grätenborsten			
Unterer Ast	{	oberes Bündel	{	1	„	Grätenborste
				1	heterogompe	Sichelborste
				2	homogompe	Sichelborsten
				1	„	Sichelborste
		unteres	„	3	heterogompe	Sichelborsten

Betrachten wir die ersten Larvenstadien der Tabelle bis zu solchen mit (1+) 6 borstentragenden Segmenten, so sehen wir, daß in den hinteren Rudern allmählich immer mehr heterogompe Sichelborsten auftreten, während die homogomphen Grätenborsten im unteren Ast nur durch je eine vertreten werden. In dem provisorischen Rudersegment (1+) wird die Anzahl der Borsten immer ge-

		Anzahl der borstentragenden Ruder:													
		(1+)2	(1+)3	(1+)4	(1+)5	(1+)6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Anordnung und Art der Borsten im Ruder:	(1+)	11 5 6	9 4 5	10 4 6	3 1 2	1 1									
	1	12 4 7 1	13 4 1 7 1	13 5 7 1	14 5 8 1	9 2 1 4 2	10 2 2 4 2	10 2 4 3 1	8 1 3 3 1	7 4 2 1	8 4 2 2	8 4 2 2	9 5 2 2	10 5 2 3	
	2	10 3 6 1	11 3 1 6 1	10 2 1 6 1	11 3 7 1	11 3 1 5 2	10 2 4 3 1	11 3 5 3 1	11 3 3 3 1	13 4 4 2 1	12 3 4 2 1	12 3 4 2 1	13 4 4 3 2	10 5 3 2	
	3		5 2 1 2 —	7 2 2 2 1	9 3 3 2 1	10 2 4 3 1	11 3 4 3 1	11 3 4 3 1	13 4 4 3 1	13 4 5 3 1	12 3 5 3 1	12 3 5 3 1	13 4 5 3 1	13 4 5 3 1	4 5 3 1
	4			4 1 1 2 —	7 2 2 2 1	10 3 4 2 1	11 3 4 3 1	10 3 4 3 —	11 3 4 3 1	13 4 4 3 1	13 4 5 3 1	13 4 5 3 1	13 4 5 3 1	4 5 3 1	4 5 3 1
	5				6 1 2 2 1	8 2 3 2 1	9 3 3 2 1	10 3 4 3 —	10 3 4 3 —	13 4 5 3 1	13 4 5 3 1	13 4 5 3 1	13 4 5 3 1	4 5 3 1	4 5 3 1
	6					6 1 2 2 1	7 2 2 2 1	8 3 2 3 —	10 3 3 3 1	12 4 4 3 1	12 4 4 3 1	13 4 5 3 1	13 4 5 3 1	4 5 3 1	4 5 3 1
	7						6 1 2 3 —	6 1 2 3 —	9 3 3 2 1	11 3 4 3 1	11 3 4 3 1	11 3 4 3 1	12 3 5 3 1	12 3 5 3 1	3 5 3 1
	8							3 1 2 —	7 2 2 2 1	11 1 2 4 3 1	11 1 2 4 3 1	11 1 2 4 3 1	12 1 2 5 3 1	12 1 2 5 3 1	2 5 3 1
	9								4 1 1 2 —	9 1 2 3 2 1	9 1 2 3 2 1	11 1 2 4 3 1	11 1 2 4 3 1	11 1 2 4 3 1	2 4 3 1
	10									7 2 2 2 1	7 2 2 2 1	11 1 2 4 3 1	11 1 2 4 3 1	11 1 2 4 3 1	2 4 3 1
	11										3 1 8 1 1 —	2 11 1 2 3 2 1	2 11 1 2 4 3 1	2 11 1 2 4 3 1	2 11 1 2 4 3 1
	12											4 1 1 2 —	10 1 2 4 2 1	10 1 2 4 2 1	2 10 1 2 4 2 1
	13												6 1 2 2 1	8 1 2 2 2 1	2 8 1 2 2 2 1
14													3 1 2 —		

Borstentabelle der nereidogenen Larven.

ringer, bis diese auf dem 6-Ruderstadium ganz schwinden. Nur äußerst selten trifft man bei Larven mit 7 definitiven Rudern noch Borsten im Buccalsegment an. Während sich die Borsten im unteren Ast von Ruder 1 etwa so verhalten, wie die entsprechenden der folgenden Ruder, nimmt ihre Zahl im oberen Ast mehr und mehr ab, indem so das definitive Stadium vorbereitet wird. Bekanntlich sind bei den erwachsenen Tieren die oberen Äste der Ruder 1 und 2 borstenlos.

Diese Borstenlosigkeit des oberen Astes von Ruder 1 und 2 wird oft schon auf dem Stadium mit 9, sicher aber während der Wachstumspause bei Tieren mit 10 Ruderpaaren erreicht. Die Larven von 7—10 Segmenten zeigen in allen Rudern eine ziemliche Übereinstimmung mit Ausnahme der eben erwähnten Verhältnisse im Ruder 1 und 2 und der noch nicht vollständig bewaffneten jeweilig

letzten Ruder. Im dorsalen Ast wird die Zahl von 4 homomphen Grätenborsten erreicht, im unteren sind meist 4, manchmal auch schon 5 heterogompe Sichel-, 3 homompe Sichelborsten und 1 homompe Grätenborste vorhanden. Natürlich ist die Größe der einzelnen Borstenformen mit dem Wachstum des ganzen Tieres fortgeschritten.

		Anzahl der borstentragenden Ruder:																		
		(1+)2	(1+)3	(1+)4	(1+)5	(1+)6	7	8	9	10	11	12	13	14						
Anordnung und Art der Borsten im Ruder:	(1+)	12 6 6	11 5 6	8 3 5	3 1 2															
	1	17 7 9 1	14 6 7 1	11 4 3 1 3	11 4 3 1 3	11 3 3 2 3	10 2 3 3 2	11 2 4 3 2	10 1 4 3 2	7 4 2 1	8 4 2 2	8 4 2 2	9 5 2 2	10 5 2 2	3 5 2 3					
	2	16 7 8 1	16 7 8 1	12 4 3 2 3	12 4 3 2 3	11 3 3 2 3	11 3 3 3 2	11 2 4 3 2	10 1 4 3 2	10 4 3 2	9 4 3 2	9 4 3 2	9 4 3 2	10 4 3 2	3 5 3 2					
	3		11 4 2 1 4	9 3 2 1 3	9 3 3 2 1	11 3 3 3 2	12 3 4 3 2	12 3 4 3 2	13 3 5 3 2	13 4 5 3 1	4 5 3 1	4 5 3 1	4 5 3 1	4 5 3 1	4 5 3 1					
	4			7 2 2 2 1	8 3 2 2 1	9 3 3 2 1	12 3 4 3 2	11 3 4 3 1	11 3 4 3 1	13 4 5 3 1	4 5 3 1	4 5 3 1	4 5 3 1	4 5 3 1	4 5 3 1					
	5				7 2 2 — 3	9 3 2 1 3	10 3 3 2 2	11 3 4 3 1	13 4 5 3 1	13 4 5 3 1	13 4 5 3 1	13 4 5 3 1	13 4 5 3 1	13 4 5 3 1	4 5 3 1	4 5 3 1	4 5 3 1	4 5 3 1	4 5 3 1	
	6					5 2 2 1 —	8 2 3 2 1	9 2 4 3 1	11 3 4 3 1	13 4 5 3 1	4 5 3 1	4 5 3 1	4 5 3 1	4 5 3 1	4 5 3 1					
	7						6 1 3 2 —	9 1 2 3 2 1	10 1 2 4 2 1	11 1 2 4 3 1	11 3 4 3 1	12 4 4 3 1	12 3 5 3 1	12 3 5 3 1	3 12 5 3 1					
	8							7 1 3 2 1	9 1 2 3 2 1	11 1 2 4 3 1	11 1 2 4 3 1	12 1 3 4 3 1	12 1 2 4 3 1	12 1 2 4 3 1	2 12 4 3 1	2 12 4 3 1	2 12 4 3 1	2 12 4 3 1	2 12 4 3 1	
	9								4 1 2 1 —	8 1 1 3 2 1	9 1 2 3 2 1	11 1 2 4 3 1	11 1 2 4 3 1	11 1 2 4 3 1	11 1 2 4 3 1	11 1 2 4 3 1	11 1 2 4 3 1	11 1 2 4 3 1	11 1 2 4 3 1	
	10									6 2 2 2 —	8 1 2 2 2 1	10 1 2 3 3 1	10 1 2 3 3 1	11 1 2 4 3 1						
	11										4 1 2 1 —	8 2 3 2 1	8 2 3 2 1	11 1 2 4 3 1	11 1 2 4 3 1	11 1 2 4 3 1	11 1 2 4 3 1	11 1 2 4 3 1	11 1 2 4 3 1	
	12											5 1 2 2 —	5 1 2 2 —	10 1 2 4 2 1						
	13													6 2 2 1 1	6 2 2 1 1	8 1 2 2 2 1	8 1 2 2 2 1	8 1 2 2 2 1	8 1 2 2 2 1	
14															4 2 2 —	4 2 2 —	4 2 2 —	4 2 2 —		

Borstentabelle der planktogenen Larven.

Man könnte nun die Zeit, bis die Tiere ihr 6. Rudersegment fertig ausgebildet haben, die Embryonalperiode nennen, weil bis zu diesem Stadium die embryonalen Haarbörsten und die Borsten des II. Fühlercirrussegmentes vorhanden sind. Wie wir früher sahen, entsteht um diese Zeit eine kleine Pause im Wachstum neuer Segmente; der Rüssel kann von nun an ausgestülpt werden und der After bricht durch. Somit rechtfertigt es sich wohl, mit dem Auftreten des 7. Ruders einen neuen Abschnitt in der Entwicklung von *Nereis dumerilii* beginnen zu lassen.

Dieser neue Abschnitt, den ich die eigentliche Larvalperiode nennen möchte, ist von keiner großen Dauer; sie reicht nur bis gegen das Ende der nicht selten ziemlich langen Wachs-

tunspause, welche die Tiere nach der Erlangung des 10. Rudersegmentes durchzumachen haben. Wie wir sahen, verlassen auf diesem Stadium unsere Tiere im Meer die Wohnröhre ihrer Mutter, der Darm bricht durch, und sie beginnen, nachdem sie sich zerstreut haben, das Leben der Erwachsenen. Wenn man sie nun auch, obwohl die inneren Organe jetzt bei ihnen die definitive Form angenommen haben, noch nicht erwachsen nennen kann, so sind sie doch von dieser Zeit ab typische junge Nereiden, die in der Hauptsache nur neue Segmente zu entwickeln und zu wachsen brauchen, um den Alten gleich zu kommen.

Gegen das Ende des Stadiums, auf welchem 10 Ruderpaare vorhanden sind, erscheinen neue Borstenformen. Vor allem tritt jetzt konstant vom 8. Borstensegment ab im oberen Ast je eine homogompe Sichelborste auf an Stelle einer der bis dahin vorhandenen drei Grätenborsten. Diese Borste findet sich immer in der gleichen Gestalt auch in allen hinter dem 8. Ruderpaar folgenden Segmenten, soweit diese bereits ihre ganze Borstenbewaffnung ausgebildet haben. Tafel II Figur 7 c zeigt eine solche homogompe Sichelborste aus dem oberen Ast des 9. Ruders einer nereidogenen *Nereis dumerilii* mit 11 borstentragenden Segmenten in der gleichen Vergrößerung wie die früher besprochenen Borsten. Der gekrümmte Schaft dieser Borste ist erheblich stärker als der der übrigen Borsten des gleichen Astes, die in derselben Figur unter a und b dargestellt sind. Der sichelförmige Anhang unterscheidet sich von den typischen Sichel, wie sie unter i und k aus dem unteren Ast abgebildet sind, dadurch, daß sein umgebogenes äußeres Ende nicht stumpf abgerundet ist, sondern in eine Spitze ausläuft, die bis an die Schneide reicht, welche sie etwa in der Mitte des Anhanges berührt, so daß die ganze Sichel die Gestalt einer Öse erhält. Außerdem ist für diese Borstenform noch ein in der Richtung der Längsachse des Anhanges auf dessen äußerem Scheitel aufgesetzter abgerundeter Fortsatz charakteristisch. Die Abbildungen Fig. 7 a—c entsprechen den Borstenformen des oberen Astes, d—g denen des oberen Bündels und h—k denen des unteren Bündels des unteren Astes aus dem 9. Ruder der eben erwähnten *Nereis*. Die heterogomphen Borsten g und i sind nur je einmal vertreten in jedem der hinteren Ruder solcher jungen Würmer und zeichnen sich durch ihren gekrümmten besonders starken Schaft aus. Borste g ist die stärkste im ganzen Ruder; ihr Sichelanhang ähnelt dem der Borste c, indem er deren Ösenform nachahmt, doch fehlt der Scheitelfortsatz am Gipfel des Hakens.

Die Stellung der einzelnen Borsten in den Rudern ist eine ziemlich regelmäßige. Im oberen Ast pflegen die Grätenborsten ihren Rücken nach vorn, die homogompe Sichelborste (Ösenborste) den Rücken nach hinten oder oben zu kehren. Im unteren Ast zeigt im oberen Bündel der Rücken der Grätenborste nach vorn, der der großen Sichel nach unten oder hinten, der der kleinen Sichel nach vorn. Der Rücken der Sichel des unteren Bündels endlich ist nach hinten oder unten gerichtet.

Schließlich sei hier noch etwas über die Stützborsten mitgeteilt, die bei einem Individuum mit 10 fertigen und einem sich bildenden 11. Ruderpaar gemessen wurden. Obwohl die äußeren Borsten des II. Fühlercirrussegmentes längst verschwunden sind, bleiben die Aciculae von dessen ursprünglichen Parapodien unverändert an der Basis der Fühlercirren liegen; allerdings wachsen sie nicht mehr. Das gleiche geschieht mit den Stützborsten des dorsalen Astes von Ruder 1 und 2, die aber beträchtlich größer als jene geworden sind, da sie ihr Wachstum so lange fortsetzen, als ihr Ruderast noch äußere Borsten trägt. An dem besagten jungen Wurm betrug die Länge der Aciculae:

im Rudersegment	dorsal	ventral
(1+)	40	40 μ
1	56	76 μ
2	88	96 μ
3	ca. 108	ca. 108 μ
6	„ 100	„ 100 μ
8	„ 96	„ 96 μ
9	„ 88	„ 88 μ
10	„ 60	„ 60 μ
11	„ 16	„ 16 μ

Gehen wir nun zu den **Borsten** der **planktonigen** Larven über. Das Borstenkleid der Nectochaeta ist ein wesentlich anderes als das eines nereidogenen Embryos mit (1+) 2 Rudern. Die Borsten dieser schwimmenden Larve sind zahlreicher und länger als die der nereidogenen, aber auch einheitlicher in ihrer Form. Es sind typische homogompe Grätenborsten. Auf Tafel II Figur 9 a u. b sind solche Borsten dargestellt. Ihre Gräten sind bedeutend länger als die längsten Grätenborstenanhänge der entsprechenden nereidogenen Larven, denn sie variieren etwa zwischen 30 und 44 μ Länge. Der Schaft ist meist mehr oder weniger stark gebogen und die einzelnen Borsten sind so angeordnet, daß bei dem Spreizen eines Parapodiums ihre Spitzen nach allen Seiten starren, wie es hier bereits dargelegt wurde. In den beiden Ästen des Ruders (1+) stehen durchschnittlich je 6. im Ruder 1 oben 7, unten 9, im Ruder 2 oben 7, unten 8 solcher Borsten. Bemerkenswert ist nun, daß neben diesen zusammengesetzten Borsten auch hier wieder einfache, haarförmige vorkommen, wie bei den nereidogenen Larven. Allerdings fand ich diese immer nur in den unteren Ästen der Ruder 1 und 2 und stets in der Einzahl; desgleichen kommen sie nur noch in derselben Anordnung bei Larven mit (1+) 3 Rudern vor, bei solchen mit (1+) 4 Rudern traf ich sie nicht mehr. Die durchschnittliche Gesamtzahl der Borsten einer eben zum Boden gesunkenen planktonigen Larve beträgt ca. 110, also beinahe doppelt so viel als bei nereidogenen Larven.

Mit dem Auftreten des 3. Ruderpaares verschwinden die langen Grätenborsten allmählich, die demnach eine besondere Erwerbung der freischwimmenden Nectochaeta zu sein scheinen, und machen anderen Borsten Platz, die sich in nichts mehr von den entsprechenden der nereidogenen Larven unterscheiden.

Die Tabelle auf Seite 53 gibt in derselben Weise wie die der nereidogenen Larven eine Übersicht über Borsten-Anordnung und -Art bei planktonigen jungen Nereiden. Aus dieser Tabelle sehen wir, daß eine sichere Unterscheidung der Grätenborsten und Sichelborsten viel eher möglich ist als bei den nereidogenen Larven. Schon bei Larven mit (1+) 4 Ruderpaaren sind diese Borstenformen in den Rudern 1—4 deutlich zu erkennen. Die Borsten des II. Fühlerrussegmentes fallen ebenfalls viel früher aus als bei den nereidogenen Larven. Meist sind schon bei Larven mit (1+) 5 Ruderpaaren keine mehr vorhanden, niemals sah ich sie noch bei Larven mit 6 Ruderpaaren.

Wie es überhaupt charakteristisch für die planktonigen Larven ist, daß ihre Entwicklung stetiger und regelmäßiger, durch keine Pausen unterbrochen abläuft, weil diese Tiere eben schon von der Zeit ihrer Ankunft auf dem Meeresgrunde an die Lebensweise der Erwachsenen führen müssen, so erreicht ihre Borstenbewaffnung auch stetiger und schneller die für die jungen Würmer mit 10 und mehr Rudersegmenten typische Anordnung und Beschaffenheit. Von dem Stadium mit 10 Ruder-

paaren an ist kein Unterschied in der Verteilung und Form der Borsten zwischen beiden Larven mehr zu bemerken. Dabei ähnelt aber die Bewaffnung der vorhergehenden Stadien der planktogenen Larve schon sehr diesem Zustand, während er von den nereidogenen gleichsam erst Schritt für Schritt erworben wird. So ist z. B. die homogomphe Sichelborste (Ösenborste) im oberen Ast bei den planktogenen Larven bereits auf dem 8-Ruderstadium, und zwar schon im 7. Ruder vorhanden. Sie bleibt in diesem Ruder aber nur bis zum 10-Ruderstadium, so daß die jungen Würmer beider Entwicklungsarten mit 11 Rudern auch hierin völlig übereinstimmen.

Nachdem wir nun so die Entwicklung der nereidogenen und der planktogenen Larven bis zu dem Stadium verfolgt haben, wo beide, trotz der anfänglich zwischen ihnen obwaltenden Unterschiede, die völlige Übereinstimmung in ihrem Bau erreichen, können wir uns zu dem nächsten Abschnitt wenden, der von dem weiteren Wachstum, der Geschlechtsreife, und den mit diesem Zustand verbundenen Veränderungen handeln soll.

II. Wachstum, Geschlechtsreife und Metamorphose.

A. Wachstum.

Obwohl der innere Bau der jungen Würmer mit 10 borstentragenden Segmenten im Prinzip wenigstens seine definitive Gestaltung bereits aufweist, so daß die einzelnen Organe, die alle schon in mehr oder weniger weit entwickelten Anlagen vorhanden sind, sich nur noch zu vergrößern und zu entfalten brauchen, so unterscheidet sich ihr Borstenkleid doch noch sehr von dem der erwachsenen Individuen. Es ist überhaupt kaum möglich, von einer definitiven Borstenbewaffnung bei *Nereis dumerilii* zu sprechen, da sich die Anordnung und auch die Formen der Borsten, abgesehen von deren Größenzunahme, ständig ändern. Allerdings bewahrt das Borstenkleid dieser Tiere während eines langdauernden mittleren Lebensabschnittes ein einigermaßen konstantes Aussehen, so daß das Vorkommen einzelner bestimmter Borstenformen so vor allem der homogomphen Sicheln in dem oberen Ast der weiter hinten gelegenen Ruder, sowohl von Claparède (1870) als auch von neueren Autoren mit Recht als eines der zur sicheren Bestimmung der Art wichtigen Merkmale angesehen wird. — Ehe wir uns daher mit dem eigentlichen Wachstum der *Nereis dumerilii* beschäftigen, sollen hier zunächst noch die weiteren Veränderungen am Borstenkleid besprochen werden.

Wie aus den Borstentabellen auf Seite 52 und 53 hervorgeht, besitzen die jungen Würmer mit 14 Ruderpaaren dreierlei verschiedene Borstenformen, nämlich homogomphe Gräten- und Sichelborsten und heterogomphe Sichelborsten. Während im oberen Ast vom 3. Ruder an erst 4, dann 3 homogomphe Grätenborsten stehen, zu denen vom 8. Ruder an je eine homogomphe Sichelborste tritt, herrschen im unteren Aste die Sichelborsten und unter diesen die heterogomphen vor. Das nachstehende Schema zeigt die Borstenanordnung in einigen Rudern einer nereidogenen *Nereis dumerilii* mit 15½ Rudern:

		Ruder: 5	6	7	8
Oberer Ast	homogomphe Gräten	4	4	4	4
Unterer Ast	oberes Bündel	homogomphe Gräten	3	3	2 2
		heterogomphe Sichel	2	2	2 2
	unteres Bündel	heterogomphe Sichel	5	5	4 4

Ungefähr um die Zeit des Erscheinens des 15. Ruderpaares tritt im oberen Bündel des unteren Astes des vordersten Ruder eine bisher bei unseren Tieren noch nicht vorgekommene Borstenform auf, in Gestalt von je einer heterogomphen Grätenborste. Tafel II Figur 8 zeigt eine solche Borste aus dem 5. Ruder einer *Nereis dumerilii* mit 17 Rudern. Der Anhang stellt eine typische Gräte mit spitzem äußerem Ende vor, deren breite Fläche neben dem Rande der Schneide einen feinen Härchenbesatz aufweist, und deren Länge 28 μ beträgt. Der deutlich heterogomphe Schaft ist leicht gebogen. Mit dem weiteren Zunehmen der Ruderzahl erscheinen bald auch in den folgenden Segmenten derartige Borsten, zunächst ebenfalls nur in der Einzahl, so daß z. B. ein Wurm mit 22 Ruderpaaren in allen Rudern außer dem noch unfertigen 22. bereits je eine solche Borste aufweist. ¶

Die Tabelle auf Seite 58 gibt diese Verhältnisse wieder; sie ist ebenso gedacht, wie die beiden vorigen Tabellen auf Seite 52 und 53, nur daß die dem oberen oder unteren Ast jedes einzelnen Ruders entsprechenden oberen und unteren Reihen der Felder jetzt an 4 Stellen Ziffern enthalten können, die nach ihrer Stellung von links nach rechts gelesen diese Bedeutung haben: heterogomphe Sichel-, heterogomphe Gräten-, homogomphe Sichel-, homogomphe Grätenborsten.

Verfolgt man die zweite Rubrik der unteren Reihen der einzelnen Felder in den senkrechten Kolonnen der Reihe nach von oben nach unten, so sieht man, wie sich diese heterogomphen Grätenborsten immer weiter nach hinten verbreiten, nachdem sie bei den Individuen mit 15 Ruderpaaren nur im Ruder 1—3 vorhanden waren. Bei Würmern, die mehr als 22 Rudersegmente besitzen, vermehrt sich dann auch die Zahl dieser Borsten in den einzelnen Parapodien, und zwar ist sie in den vorderen Rudern immer am größten und nimmt nach hinten allmählich ab.

Umgekehrt als diese heterogomphen Gräten verhalten sich die homogomphen Sichel des unteren Astes. Wie die Tabelle zeigt, nimmt ihre Zahl in den einzelnen Rudern mit dem Heranwachsen der Tiere immer mehr ab. Während bei einem Tier mit 15 Ruderpaaren vom 2.—9. Ruder noch je 3, und vom 10.—13. noch je 2 solcher Borsten vorhanden sind, hat ein Wurm mit 17 Ruderpaaren fast in allen Rudern nur noch je 1 homogomphe Sichelborste im unteren Ast. Im 1. und 2. Ruder eines solchen Wurmes fehlen sie überhaupt schon ganz, und wie die nächsten senkrechten Kolonnen zeigen, beschränkt sich ihr immer spärlicheres Auftreten allmählich mehr und mehr auf die hinteren Segmente. Ein Wurm mit 22 Ruderpaaren besitzt höchstens noch ein paar vereinzelte im unteren Ast des 14.—17. Ruders.

Die homogomphe Sichelborste im oberen Ast, die seit dem 10-Ruderstadium bei allen Tieren vom 8. Ruder an in der Einzahl vorhanden war, bleibt zwar ein charakteristisches Artmerkmal, doch weicht auch sie mit dem Zunehmen der Segmentzahl immer mehr nach hinten zurück. Schon Claparède (1870) erkannte dieses Verhalten, wie aus seinen Worten S. 46 hervorgeht: „Ces dernières (soies falcigères homogomphes) font constamment défaut dans la région antérieure du corps et se montrent, en général, seulement vers le 20^me segment. A partir du segment variable où elles apparaissent, je les trouve dans tous les suivants au nombre d'une seule, rarement de deux par

mit 31 borstentragenden Segmenten besaß solche Borsten vom 20. Ruder an, einer mit 41 Ruderpaaren führte sie im oberen Ast der Ruder 28—40, ein in Umwandlung begriffenes Weibchen mit 63 Rudern an der gleichen Stelle der Ruder 44—60. Diese homogomphen Sichelborsten können aber auch schon verhältnismäßig früh beinahe ganz schwinden, wie ich mehrfach beobachtete. So waren sie bei einer *Nereis dumerilii* mit 38 Ruderpaaren nur noch im 36. und 37. Ruder rechts und im 34. Ruder links vorhanden. Ein sich umwandelndes Männchen mit 65 Ruderpaaren, das aber noch nirgends die für die heteronereide Form charakteristischen Messerborsten trug, besaß die in Rede stehenden Borsten nur noch im 48. und 61. Ruder, sonst nirgends.

Weiter ersehen wir aus der Tabelle, daß im oberen Ast die Zahl der homogomphen Gräten- und im unteren die der heterogomphen Sichelborsten mehr und mehr zunimmt, woraus sich auch eine allmähliche Steigerung der Gesamtzahl der Borsten in den einzelnen Segmenten erklärt. Dagegen lassen die homogomphen Grätenborsten im unteren Aste zunächst keine Vermehrung erkennen, und auch bei Tieren, die wesentlich größer sind, als die in der Tabelle verzeichneten, sind selten mehr als je 4 solcher Borsten vorhanden.

Der allmählichen Zunahme der Borstenzahl entspricht auch ein Größerwerden der einzelnen Borsten selbst. Am besten zeigen das die Figuren 10 a—m der Tafel II, welche Borstenformen aus verschiedenen Rudern einer *Nereis dumerilii* mit 27 borstentragenden Segmenten darstellen, und die alle in der gleichen Vergrößerung wie die übrigen Borsten der Tafel gezeichnet sind. a und b sind homogomphe Gräten aus dem oberen Ast des 14. Ruders eines solchen Wurmes. Die äußerst lange, sehr spitze Gräte mißt 216 resp. 116 μ . Abbildung c—k sind die im unteren Ast des 5. Ruders vorkommenden Borstenformen, von denen die homogomphen Gräten c und d wesentlich kürzer sind als die des oberen Astes. Die heterogomphe Sichelborste e stellt einen Vertreter dieses Typus dar, wie er im oberen Bündel des unteren Astes vorzukommen pflegt. Der sanft gebogene Schaft ist bedeutend stärker als bei den heterogomphen Sichelborsten des unteren Bündels g—k. Heterogomphe Grätenborsten von der Gestalt der Abbildung f kommen bei Würmern dieser Größe im oberen Bündel des unteren Astes der vorderen Ruder zu mehreren vor, im unteren Bündel der hinteren Ruder dagegen meist nur noch in der Einzahl.

Fig. 10 l ist eine heterogomphe Sichelborste aus dem oberen Bündel des unteren Astes, wo sie ja in der Einzahl als stärkste aller überhaupt vorhandenen Borsten zu stehen pflegt. Ihr Anhang ist ösenförmig umgebogen, der Kopf des Schaftes besonders kräftig und dick. Diese Borste entspricht der in Fig. 7 g dargestellten eines viel jüngeren Stadiums. Figur 10 m endlich stellt die homogomphe Sichelborste (Ösenborste) aus dem oberen Ast des 33. Ruders vor und entspricht der Abbildung c der Fig. 7.

Als charakteristische Borstenanordnung für *Nereis dumerilii* gibt Claparède (1870) folgendes an: „La formule de distribution des soies à partir du premier segment porteur de soies falcigères homogomphes est donc la suivante:

Rame dorsale	.....	| arêtes homogomphes
		| serpe homogomphe
Rame ventrale	$\left\{ \begin{array}{l} \text{faisceau supérieur} \\ \text{faisceau inférieur} \end{array} \right.$	| arêtes homogomphes
		| serpes hétérogomphes
		| arêtes hétérogomphes
		| serpes hétérogomphes

verhalten sich die des Ruders (1 +), die ich noch bei einem geschlechtsreifen heteronereiden Wurm nachweisen konnte. Allerdings bleiben sie ständig hellgelb und durchsichtig, weswegen sie bei ihrer Kleinheit wohl bisher übersehen wurden.

Es sprechen alle Anzeichen dafür, daß die Stützborsten im allgemeinen nicht wie die übrigen Borsten ständig durch neue ersetzt werden, sondern daß sie durch einfache Verlängerung von ihrem hinteren Ende her, wo sich ja die ihre Substanz ausscheidende Borstenbildungszelle befindet, in ihrer Größe mit dem Wachstum des betreffenden Ruders gleichen Schritt halten. Entsprechend der Vergrößerung des Ruders nimmt wohl auch die sezernierende Fläche jener Zelle zu, denn die Stützborsten sind ja konisch gebaut, welche Tatsache sich nur durch ein allmähliches Wachstum der Bildungszelle erklären läßt, da diese allein es ist, die die gesamte Substanz der Stützborste liefert, wie das durch die Untersuchungen S c h e p o t i e f f s (1904) an *Nereis cultrifera* ganz sicher festgestellt ist. Um mich davon zu überzeugen, daß an den bereits gebildeten Teilen einer Acicula kein weiteres Dickenwachstum stattfindet, zeichnete ich die Stützborste des unteren Astes im 4. Ruder links bei einer kleinen *Nereis dumerilii* mit 5 Ruderpaaren mit Hilfe des Zeichenapparates möglichst genau. Die Borste war etwa 80 μ lang. Nach 8 Tagen wiederholte ich dieses Verfahren und fand, daß sich der vordere Teil der inzwischen 112 μ lang gewordenen Borste noch genau mit meiner Zeichnung des jüngeren Stadiums deckte, während ihr hinteres basales Ende entsprechend ihrer konischen Form bereits viel dicker war, als das Ende der gezeichneten Borste.

Mehrfach beobachtete ich die erste Anlage der Borsten in den sich entwickelnden Segmenten an den Hinterenden. So fand ich bei einem Wurm, dessen 16. Rudersegment gerade im Entstehen begriffen war, in diesem 16. Ruder die Aciculae bereits vor, und zwar war die ventrale länger und stärker als die dorsale. Neben ersterer lagen, noch im Ruder, nach vorn zu der Kopf einer homomphen Grätenborste, unter ihr aber, ebenfalls noch nicht aus dem Ruderast herausgetreten, eine heterogomphe Sichelborste. Im 15. Ruder waren außer den Stützborsten vorhanden: eine homogomphe Grätenborste des oberen Astes, die auch schon aus dem Ruder hervorragte, ferner im Innern des Ruders eine homogomphe Grätenborste und die homogomphe Sichelborste des oberen Astes.

Soviel ich durch Vergleichen zahlreicher solcher jungen Segmente ersehen konnte, legen sich die Borsten in folgender Reihenfolge an: S t ü t z b o r s t e n, zuerst ventrale, dann dorsale, ä u ß e r e B o r s t e n, zuerst homogomphe Grätenborsten, dann heterogomphe Sichelborsten, danach die übrigen. Dabei ist oft schon der Kopf einer der äußeren Borsten im Innern des Ruders sichtbar, ehe noch die dorsale Acicula erscheint.

Der feinere Bau der Annelidenborsten, unter anderen auch der von *Nereis* ist von S c h e p o t i e f f (1903 und 1904) untersucht worden. H o l m g r e n (1903) wendete sich gegen die Ansichten des eben genannten Autors, wurde aber durch B ü t s c h l i (1904) widerlegt.

Die eigentliche Bildung einer einzelnen Borste wurde bisher noch nie beobachtet, und es ist anzunehmen, daß der ganze Anhang und das Kopfstück des Schaftes innerhalb einer sehr kurzen Spanne Zeit fertig gestellt werden. Es macht den Eindruck, als werde dieser ganze so kompliziert gebaute Körper auf einmal durch das Ausfüllen einer schon vorher vorhandenen Form mit der Borstensubstanz gewissermaßen gegossen, so plötzlich liegen die neuen Borsten in den Rudern fertig da. Die spätere Verlängerung des zylindrischen Schaftes mag dann allmählich durch einfache Ausscheidung der Borstensubstanz auf einer seinem Querschnitt entsprechenden Fläche der Bildungszelle von statten gehen, wobei aber die Herstellung der reifenartigen Wandverdickungen des innen hohlen

Schaftes wieder eine Komplikation des Vorganges bedeutet. Wie schon bemerkt wurde, muß sich bei dem Wachstum der Stützborsten notwendigerweise die sezernierende Fläche der Bildungszelle und somit diese selbst vergrößern.

Jedenfalls ist es mir bei dem Durchsehen so vieler Hunderte von Borsten kleiner und großer Würmer aufgefallen, daß niemals eine Anomalie in der Form der Borsten vorhanden war. Wohl variieren die einzelnen Exemplare ein und derselben Borstenart in der Größe, wohl gibt es zwischen Gräten und Sichel alle Übergänge, wie wir sahen, die auf eine allmähliche Umbildung jener Form, in welche die Borstensubstanz gegossen wird, deuten. Aber nie kommen krasse Mißbildungen vor, die doch sonst eigentlich bei keinem normalerweise regelmäßig gebauten Gebilde organischer Natur zu fehlen pflegen. Niemals z. B. sah ich Übergänge zwischen homogomphen und heterogomphen Schaftenden, nie war an dieser Stelle, wie man es vermuten könnte, eine Verklumpung oder auch nur ungewöhnliche Verbindung zwischen Schaft und Anhang vorhanden. — Auch aus der Literatur der Chaetopoden ist mir kein Fall von irgend welcher Anomalie im Bau der Borsten selbst bekannt.

Etwas ganz anderes ist es, wenn wir die Anordnung der Borsten in den einzelnen Rudern verfolgen. Da treten häufig Unregelmäßigkeiten auf. Ich will nur ein paar von mir bei ganz jungen Tieren beobachtete Fälle erwähnen. Ein 24 Tage altes Individuum meiner nereidogenen Zucht No. 2 mit 5 Ruderpaaren besaß links im 2., 3. und 5. Ruder nur die beiden Aciculae und keinerlei äußere Borsten in diesen Rudern, während die Bewaffnung der rechten Seite normal war. Dieser krankhafte Zustand hielt jedoch nicht lange an, denn bereits nach 8 Tagen, am 32. Tage nach der Befruchtung, waren in den betreffenden Rudern wieder die entsprechenden äußeren Borsten vorhanden. Eine nereidogene *Nereis dumerilii* mit (1 +) 2 Rudern besaß noch am 6. Tage keinerlei Borsten außer einer schwachen Acicula im Ruder 1 der einen Seite, die erst an diesem Tage entstanden war. Das Tier ging bald darauf ein. Endlich fehlten in dem 6. Ruder links eines nereidogenen Wurmes mit 7 Rudern die Borsten und Aciculae, während sie rechts und im 7. Ruderpaar vorhanden waren. Dabei wich das anomale Ruder in Bau und Größe in keiner Weise von der Regel ab. — Von den in der Literatur erwähnten Borstenanomalien sei hier eine Bemerkung von Ehlers (1868) angegeben, die er in seiner allgemeinen Einleitung über den Bau der *Lycoriden* macht: „In jedem Ruderaste liegt eine Stütznadel; nur in seltenen Ausnahmefällen habe ich zwei gefunden, und bin der Meinung, daß es sich dann immer um die Ersetzung einer alten auszustoßenden durch eine neugebildete handelte“. (S. 444.) Hiermit spielt Ehlers wohl auf einen Fall an, den er nachher (S. 541) gelegentlich der Beschreibung eines sich umwandelnden Weibchens von *Nereis dumerilii* erwähnt: „vielleicht ist es nur Zufall, daß ich gerade hier in dem oberen Aste eines Ruders statt einer drei eng aneinanderliegende Stütznadeln fand“. Willey (1904) bildet das 74. Ruder der *Lycoride Neanthes latipalpa* Kbg. mit 2 Stützborsten im unteren und einer im oberen Ast ab, ohne jedoch diesen Fall im Text zu erwähnen.

Ich glaube nicht, daß die einmal vorhandenen Stützborsten bei *Nereis* normalerweise jemals gewechselt werden. Das Vorkommen solcher Mehrfachbildungen läßt sich vielleicht durch den Vergleich mit ähnlichen Erscheinungen bei der Ontogenese oder bei der Regeneration der Organismen unserem Verständnis näher bringen.

Endlich können auch vielfach die einzelnen Borstenarten vicariierend für einander eintreten. So fand ich, um nur ein Beispiel anzuführen,

oft mitten zwischen normalen Rudern solche, die im oberen Bündel des unteren Astes statt der homogomphen und heterogomphen Grätenborsten nur homogomphe führten, doch in solcher Anzahl, daß die Summe der Borsten dieses Bündels die normale blieb. Es waren also die fehlenden heterogomphen Borsten durch die entsprechende Anzahl homogompher ersetzt.

Wir sehen somit, daß Borsten sowohl ganz fehlen als auch in einer die normale Zahl überschreitenden Menge auftreten können, wie endlich die verschiedenen Borstenformen gelegentlich einander vertreten. Niemals dagegen kommen wirkliche Mißbildungen einzelner Borsten vor. In letzterem Umstand haben wir eine vor allem bei einem Organismus äußerst merkwürdige und seltene Konstanz der Bedingungen zu erblicken, unter denen Form gebildet wird. Obwohl der Bau einer zusammengesetzten *Nereis*-Borste äußerst kompliziert erscheint, wenn man ihn im Hinblick auf die Möglichkeit seiner Entstehung betrachtet, so möchte ich doch annehmen, daß der Mechanismus, welcher die endgültige Form der Borste herstellt, ein äußerst einfacher, gewissermaßen elementarer ist, denn sonst wäre ein solches Gleichmaß in den erzielten Produkten nicht zu verstehen.

Wir hatten im I. Abschnitt dieser Arbeit die jungen nereidogenen und planktogenen Würmer bis zu dem Stadium verfolgt, wo sie in ihrem Bau einander gleich geworden waren. Wir wollen uns nun mit dem weiteren Wachstum der Tiere beschäftigen. Die Figuren 1—3 der Tafel I stellen bei gleicher Vergrößerung (10facher) drei verschiedene Altersstufen von *Nereis dumerilii* nach dem Leben bei auffallendem Licht auf dunklem Untergrund dar. Fig. 1 ist ein junger Wurm mit 11 Ruderpaaren; sein Körper erscheint noch plump und relativ unbehilflich. Die Fühlercirren sind zwar schon lang, aber noch nicht so elegant geschwungen, wie bei größeren Tieren. Auf dem Rücken sieht man das grünliche Blut des Dorsalgefäßes durchschimmern, und wenige rote und gelbe Chromatophoren des Peritoneums.

Diese Pigmentzellen, deren allmähliches Erscheinen bei den Larven bereits besprochen wurde, sind bei den Tieren mit etwa 16 Ruderpaaren vorn auch in den Basalgliedern der Fühlercirren wie in den die Rüsselhöhle umgebenden Cölonwandungen sichtbar. In den ersten Segmenten sind die roten jederseits des Dorsalgefäßes in mehreren Längsreihen angeordnet, während die gelben paarweise das Gefäß begleiten. Nach hinten erstrecken sich beide Arten auf der Rückenfläche mehr und mehr vereinzelt bereits bis nahe an das Hinterende. Nur die letzten, noch nicht vollständig entwickelten Segmente sind noch frei von ihnen. Taf. IV Fig. 18 ist der optische Schnitt durch das Vorderende einer *Nereis dumerilii* mit 30 borstentragenden Segmenten in Höhe der Chromatophorenschicht. Man sieht in dem durch das Deckglas etwas gequetschten Tiere die genaue Lage und Zahl der vorhandenen Pigmentzellen, unter denen die großen gelben im Kopflappen besonders auffallen. — Mit dem weiteren Zunehmen der Segmentzahl verlängern sich die Längsreihen der roten Chromatophoren und gelangen allmählich bis in die am weitesten hinten gelegene Region des Rumpfes, während vorn immer mehr solcher Zellen auftreten, deren Zahl schließlich die Regelmäßigkeit der Anordnung verhindert, so daß die Rückenfläche der ersten Segmente ganz rot besprenkelt aussieht. Die gelben Pigmentzellen vermehren sich ebenfalls und erscheinen bald auch in den seitlichen Partien der Rückenfläche. Fig. 2 der Tafel I stellt einen Wurm mit 44 Ruderpaaren dar, der etwa die beschriebene Pigmentverteilung zeigt.

Allmählich wird nun das Pigment der Haut dichter und dunkler, so daß es vor allem in der vorderen Hälfte des Körpers, wo auch die Längsmuskulatur am stärksten und daher undurchsichtiger ist, die Chromatophoren des Pigments mehr und mehr verdeckt. Claparède hat diesen Vorgang wie überhaupt die näheren Verhältnisse der Pigmentierung bereits ausführlich beschrieben (1868, S. 158, 159 und 1870 S. 50—53. Taf. V Fig. 1—4), so daß ich nicht mehr näher darauf einzugehen brauche. Oft erscheinen die Würmer mittlerer Größe infolge dieses Vorwaltens des Hautpigments mehr bräunlich als rot.

Fig. 3 der Taf. I ist eine *Nereis dumerilii* mit 80 borstentragenden Segmenten, bei der wir vorn das übrigens bei so großen Individuen im Leben mehr karminrote als braune Hautpigment (Claparède nennt es „pigment d'un brun rougeâtre“) in queren feinen Streifen angeordnet sehen, während weiter hinten zuerst die bei auffallendem Licht goldig-leuchtenden gelben, dann auch im durchsichtigeren Hinterende die roten Chromatophoren sichtbar werden. Zugleich pflegt bei so großen Tieren das Vorderende bläulich zu irisieren.

Auf einen Umstand möchte ich noch aufmerksam machen, den Claparède nicht erwähnt. Das Pigment sowohl der roten als auch der gelben Chromatophoren ist befähigt, sich auszubreiten und sich zusammen zu ballen. Taf. IV Fig. 19 und 20 stellen je zwei solcher Pigmentzellen dar, von denen die eine sich im Zustand der Pigmentexpansion, die andere in dem der Pigmentballung befindet. Der rote Farbstoff selbst erscheint bei durchfallendem Licht, wenn er ausgebreitet ist, gekörnelt, hell durchsichtig, karminrot, — wenn er geballt ist, undurchsichtig dunkel-karminrot. Bei auffallendem Licht nimmt er eine mehr violette Färbung an, weswegen ihn Claparède als ein „beau violet“ bezeichnet. Bei durchfallendem Licht erscheinen die gelben Pigmentzellen matt fahlgelb während der Expansion, matt hellgrün bei Pigmentballung. Im auffallenden Licht leuchten sie, wie erwähnt, goldig bis glänzend-weißlich gelb. Der gelbe Farbstoff selbst ist homogen, also wohl öligler Natur.

An den beiden größeren Individuen der Taf. I fällt außer dem Pigment der Haut und des Peritoneums noch einiges andere durch eine besondere Färbung auf. So die Spinndrüsen in den Parapodien, die bei dem Tier mit 44 Ruderpaaren weißlich durchschimmern, während sie bei dem Wurm mit 80 Borstensegmenten in der hinteren Region rötlich gelb erscheinen und vorn überhaupt nicht mehr bei auffallendem Licht zu sehen sind.

Die den After umgebenden rosettenartig angeordneten Papillen sind infolge der schwachen Vergrößerung bei dem Tier der Fig. 2 nicht im einzelnen zu erkennen und zeichnen sich auch durch keine besondere Färbung aus. Bei größeren Individuen, wie z. B. bei dem in Fig. 3 dargestellten, ist dagegen die kreisrunde, beinahe horizontal liegende Rosette sehr deutlich und leuchtet dem Beschauer schon bei der Betrachtung mit bloßem Auge als gut erkennbare hell weißliche Scheibe entgegen. Die Färbung wird durch die in den Papillen liegenden gewaltig entwickelten Drüsen verursacht.

Beachten wir die Färbung des Blutes, so sehen wir dasselbe in der Aufsicht bei dem Tier mit 44 Ruderpaaren immer noch grünlich, im durchfallenden Lichte dagegen bräunlich, mit einem stark rötlichen Schein. Das Tier der Fig. 3 besitzt in jedem Licht dunkelkarminrotes Blut. Die Umfärbung der Blutflüssigkeit beruht wohl zum wenigsten in einer Änderung des Blutfarbstoffes selbst, als vielmehr in der allmählichen Vergrößerung des Gefäßlumens, so daß man bei größeren Würmern eine stärkere Schicht von Blutflüssigkeit zu sehen bekommt, die dunkler als eine nur dünne erscheint.

Das Pigment der Augen endlich ist bei den jüngeren, kleinen Würmern oft braun und dunkelt

beim Größerwerden derselben meist so stark, daß man es schwarz nennen kann; nicht selten jedoch behalten die Augen auch sehr großer Würmer ihre braune Farbe bei, wie Fig. 3 zeigt. Im auffallenden Licht scheinen sie dann in der Umgebung der Pupille direkt goldbraun zu funkeln.

Man kann wohl sagen, daß die einzelnen Individuen von *Nereis dumerilii* so lange wachsen, d. h. an Größe und Segmentzahl zunehmen, bis sie in die Periode ihres Lebens kommen, in der ihre Geschlechtsprodukte zu reifen beginnen. Erst dann tritt ein Stillstand des Wachstums ein, das aber, wie wir noch sehen werden, nicht immer endgültig durch diese Pause abgeschlossen zu sein braucht. Die Zeit, welche zur Entwicklung einer bestimmten Anzahl neuer Segmente nötig ist, zeigt sich je nach dem Alter und der Größe der Tiere, ebenso auch nach den äußeren Bedingungen als eine kürzere oder längere. Die Tabellen auf den folgenden Seiten geben die Lebenszeit und Dauer sowie das Wachstum, soweit dieses gemessen wurde, der gesamten nereidogenen und planktogenen zur Entwicklung gebrachten Kulturen und einer Anzahl (No. 21—39) als größere Würmer gefangener und isoliert gehaltener Individuen an. Wegen der mit dem Messen lebender Würmer verbundenen technischen Schwierigkeit, einigermaßen übereinstimmende Längen in mm anzugeben, wurde bei den größeren Tieren auf eine Feststellung der Körperlänge verzichtet und bei ihnen nur die zunehmende Zahl der Segmente berücksichtigt. Bei den aus Eiern gezogenen Kulturen wurde in diese Tabellen immer der Durchschnitt aus den jeweilig größten Individuen aufgenommen, das Gros hielt sich nicht unbedeutend unter der angegebenen Größe; doch ist anzunehmen, daß unter normalen Bedingungen im freien Meer die Entwicklung schneller von statten geht als in den engen Zuchtgläsern, so daß das Wachstum der der Masse vorausseilenden Individuen in den Kulturen noch am ehesten die natürlichen Verhältnisse widerspiegeln wird. — Auf Seite 70 ist die Zunahme der Segmente der zu einer weiteren Entwicklung gekommenen nereidogenen (No. 2—8) und planktogenen (No. 11, 16, 19, 20) Kulturen sowie die einzelner größerer *Nereis dumerilii* (No. 21—28, 32, 34, 35, 37), soweit sie gemessen wurden, graphisch dargestellt. Die Würmer No. 29—31, 33 und 36 wurden nicht mit in die Tabelle aufgenommen, da ihr Wachstum gegenüber den dort schon verzeichneten nichts Besonderes bietet und ihre Kurven das Bild unübersichtlich gemacht hätten. Die nur kurze Zeit lebenden und nicht gemessenen Kulturen wurden als gerade Linien unter den entsprechenden Monatsdaten eingezeichnet, ebenso die Punkte der Geschlechtsreife der Individuen No. 38 und 39.

Sehen wir uns nun die einzelnen Kurven etwas näher an. — Bei den nereidogenen Kulturen nimmt die Zahl der Segmente nach dem Ablauf der allerersten Embryonalperiode rasch zu, indem beinahe jeden Tag etwa ein neues Segment gebildet wird. Die im Winter zur Entwicklung gebrachten Kulturen (No. 2—5) verharren, nachdem sie etwa 10 Ruderpaare erlangt haben, längere Zeit auf diesem Stadium, während diese Pause bei den im Frühjahr geborenen Kulturen (No. 6—8) nur äußerst kurz ist.

Zur Entwicklung der zweiten Dekade von Segmenten brauchten die nereidogenen Kulturen etwa 20—25 Tage, und um von dem Stadium mit 20 borstentragenden Segmenten auf das mit 30 zu kommen, durchschnittlich 30 Tage. 40 Ruderpaare wurden nur von einem Wurm der Kultur No. 6 erreicht. Die Zeit, in welcher die Tiere der Kulturen No. 4 und 5 das 31. bis 37. Ruderpaar erhielten, betrug gegen 50 Tage. Am schnellsten wuchsen die Tiere der Kultur No. 8, deren in der Hauptsache in den Juli fallende Kurve die steilste unter denen der nereidogenen Kulturen ist. Am 36. Tage nach der Befruchtung waren schon Würmer mit 20 Ruderpaaren vorhanden.

Wachstumstabellen.

Nereidogene *Nereis dumerilii*.

Zucht No.	Tag	Monat	Alter in Tagen	Zahl der Ruder-segmente	Größe in μ	Zucht No.	Tag	Monat	Alter in Tagen	Zahl der Ruder-segmente	Größe in μ
1	1.	X.	*	—	—	1 a.	27.	II.	74	17	—
	19.	„	18	—	—		5.	III.	80	19	Hinterende abgerissen
	20.	„	†	—	—		10.	„	85	16	—
2	2.	X.	*	—	—	3.	IV.	109	24	—	
	15.	„	13	(1+)2	—	10.	„	116	26	—	
	18.	„	16	(1+)4	—	17.	„	123	28	—	
	19.	„	17	(1+)4 ¹ / ₂	—	24.	„	130	30	—	
	24.	„	22	(1+)5	—	28.	V.	164	35	—	
	13.	XI.	42†	(1+)5	—	5.	VI.	172	35	—	
3	30.	X.	*	—	—	19.	„	186	38	—	
	5.	XI.	6	—	272—306	3.	VII.	200†	38	—	
	6.	„	7	—	310						
	7.	„	8	(1+)2	—						
	8.	„	9	(1+)2	480	4 b.	bis 13.	II.	wie 4 a.		
	9.	„	10	(1+)3	512	20.	III.	95	16	—	
	10.	„	11	(1+)4	560	27.	„	102	17	—	
	11.	„	12	(1+)4 ¹ / ₂	640	3.	IV.	109	21	—	
	12.	„	13	(1+)5	656	10.	„	116	23	—	
	13.	„	14	(1+)5 ¹ / ₂	720	17.	„	123	26	—	
	14.	„	15	(1+)6	768	24.	„	130	30	—	
	15.	„	16	6 ¹ / ₂	800	5.	VI.	172	30	—	
	16.	„	17	7	832	19.	„	186	32	Hinterende abgerissen	
	17.	„	18	7 ¹ / ₂	880	3.	VII.	200	25	—	
	18.	„	19	8	—	17.	„	214	29	—	
	20.	„	21	8 ¹ / ₂	—	31.	„	228	33	—	
	23.	„	24	9	—	13.	VIII.	241	34	—	
	30.	„	31	9 ¹ / ₂	—						
	5.	XII.	36	10	—	5	19.	I.	*	—	—
26.	I.	88†	10	—	29.	„	10	(1+)2	—		
4 a.	15.	XII.	*	—	—	1.	II.	13	(1+)2	—	
	21.	„	6	(1+)2	—	3.	„	15	(1+)4	—	
	26.	„	11	(1+)3	—	7.	„	19	(1+)6	—	
	28.	„	13	(1+)5	—	13.	„	25	7	—	
	30.	„	15	7	—	21.	„	34	9	—	
	4.	I.	20	9	—	27.	„	39	9	—	
	11.	„	27	10	—	5.	III.	45	10	—	
	26.	„	42	11	—	10.	„	50	11	—	
	7.	II.	54	12	—	14.	„	54	11	—	
	13.	„	60	14	—	18.	„	58	13	—	
22.	„	69	16 ¹ / ₂	—	20.	„	60	14	—		
					27.	„	67	17	—		
					3.	IV.	74	20	—		
					10.	„	81	20	—		
					17.	„	88	21	—		

Zucht No.	Tag	Monat	Alter in Tagen	Zahl der Ruder-segmente	Größe in μ	Zucht No.	Tag	Monat	Alter in Tagen	Zahl der Ruder-segmente	Größe in μ
5	24.	IV.	95	22	—	8	7.	„	4	(1+)2	—
	28.	V.	129	30	—		8.	„	5	(1+)3	528
	12.	VI.	144	34	—		9.	„	6	(1+)4 $\frac{1}{2}$	592
	3.	VII.	165	37	—		10.	„	7	(1+)5 $\frac{1}{2}$	640—720
	17.	„	179	37	—		11.	„	8	6	800
	31.	„	193	20 Ende fehlt	—		12.	„	9	6 $\frac{1}{2}$	960
6	28.	III.	*	—	—		13.	„	10	7 $\frac{1}{2}$	1120
	5.	IV.	8	(1+)2	—		14.	„	11	8	1200
	8.	„	11	(1+)4	—		15.	„	12	9 $\frac{1}{2}$	—
	10.	„	13	(1+)6	—		16.	„	13	10	1300
	15.	„	18	8	—		18.	„	15	10 $\frac{1}{2}$	1600
	24.	„	27	10	—		19.	„	16	11	1700
	28.	V.	61	22	—		21.	„	18	11	1900
	10.	VI.	74	23	—		22.	„	19	12	2 mm
	49.	„	83	24	—		24.	„	21	13	2 mm
	3.	VII.	97	32	—		27.	„	24	13	2 mm
	10.	„	104	33	8000		28.	„	25	14	2,3 mm
	31.	„	125	33	—		30.	„	27	15	—
13.	VIII.	138	40	—	31.	„	28	16	—		
7	4.	VI.	*	—	—	1.	VIII.	29	16	3 mm	
	11.	„	7	(1+)5	—	2.	„	30	17	3,5 mm	
	19.	„	15	9	—	4.	„	32	18	—	
	3.	VII.	29	14	—	5.	„	33	18	4 mm	
	17.	„	43	20	—	6.	„	34	18	—	
	31.	„	57	21	—	7.	„	35	19	—	
	8	3.	VII.	*	—	—	8.	„	36	20	—
		5.	VII.	2	—	300	13.	„	41	20	—

Planktogene *Nereis dumerilii*.

Zucht No.	Tag	Monat	Alter in Tagen	Zahl der Ruder-segmente	Größe in μ	Zucht No.	Tag	Monat	Alter in Tagen	Zahl der Ruder-segmente	Größe in μ
9	20.	X.	*	—	—	12	19.	XII.	*	—	—
	26.	„	6†	—	—		22.	„	3†	—	—
10	21.	X.	*	—	—	13	3.	III.	*	—	—
	25.	„	4†	—	—		12.	„	9†	(1+)2	—
11	27.	XI.	*	—	—	14	13.	III.	*	—	—
	1.	XII.	4	(1+)2	—		16.	„	3†	—	—
	21.	„	24	(1+)3	—	15	16.	III.	*	—	—
	28.	„	31	(1+)3	—		18.	„	2†	—	—
	29.	„	32	(1+)4	—		16	27.	III.	*	—
21.	I.	55	5	—	3.	IV.		7	(1+)2	—	
23.	„	57	6	—	17.	„		21	(1+)3	—	
29.	I.	63†	6	—							

Zucht No.	Tag	Monat	Alter in Tagen	Zahl der Ruder-segmente	Größe in μ	Zucht No.	Tag	Monat	Alter in Tagen	Zahl der Ruder-segmente	Größe in μ	
	24.	„	28	(1+)4	—	19	28.	V.	37	7	800	
	26.	„	30	5	—		1.	VI.	41	10	1300	
	28.	V.	62	6	—		12.	„	52	20	—	
	5.	VI.	70	12	—		19.	„	59	23	—	
	12.	„	77	17	—		3.	VII.	73	31	—	
	19.	„	84	24	—		17.	„	87	32	—	
	3.	VII.	98	40	—		13.	VIII.	114	50	—	
	10.	„	105	42	—							
	17.	„	112	51	—		20	22.	IV.	*	—	—
	24.	„	119	54	—			27.	„	5	(1+)2	280
	31.	„	126	60	—			28.	V.	36	4	480
	12.	VIII.	138	62	—			1.	VI.	40	5	560
17	30.	III.	*	—	—			12.	„	51	9	1200
	1.	IV.	2	(1+)2	—	26.		„	65	26	—	
	9.	„	10†	(1+)2	—	3.		VII.	72	35	—	
18	14.	IV.	*	—	—	10.		„	79	48	—	
	16.	„	2†	—	—	17.		„	86	54	—	
19	21.	IV.	*	—	—	31.		„	100	54	—	
	27.	IV.	6	(1+)2	200	13.	VIII.	113	54	—		

Ein Wurm dieser Zucht vom:

47 ♀ reif in der heteronereiden Form

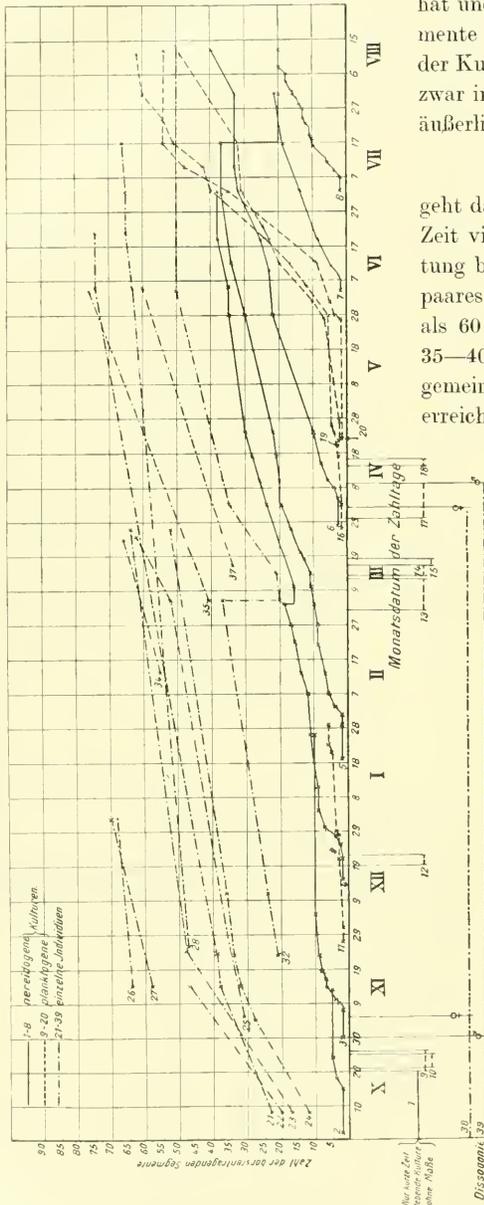
Einzelne ältere *Nereis dumerilii*.

No.	gefangen		gestorben		gestorben als	In Gefangenschaft Tage	Rudersegmente			Bemerkungen
	Tag	Monat	Tag	Monat			Tag	Monat	Anzahl	
21	2.	X.	21.	VI.	heteronereid ♀	262	8.	X.	23	
							14.	XI.	38	
							23.	„	39	
							5.	VI.	74	
							21.	„	74	
22	2.	X.	20.	IV.	heteronereid ♀	200	8.	X.	20	
							14.	XI.	47	
23	2.	X.	28.	V.	unreif	237	8.	X.	17	
							23.	XI.	48	
							27.	III.	64	
24	2.	X.	28.	V.	heteronereid ♂	237	8.	X.	12	
							4.	XI.	28	
							14.	„	32	
							23.	„	34	
							11.	XII.	36	
							27.	III.	52	
25	30.	IX.	24.	IV.	heteronereid ♂	206	5.	XI.	31	
							23.	„	34	
							6.	III.	52	
							27.	„	64	

No.	gefangen		gestorben		gestorben als	In Gefangenschaft Tage	Rudersegmente			Bemerkungen
	Tag	Monat	Tag	Monat			Tag	Monat	Anzahl	
26	30.	IX.	16.	IV.	heteronereid ♂	198	14. 2.	XI. I.	64 69	
27	23.	X.	6.	III.	heteronereid ♂	134	14. 2.	XI. I.	58 70	
28	23.	X.	—	—	—	288	23. 5. 21. 3. 17. 7.	XI. VI. „ VII. „ VIII.	47 63 65 65 66 —	aus d. Gefäß entkomm.
29	7.	X.	20.	IV.	unreif	195	23. 6. 3.	XI. III. IV.	41 59 61	
30	2.	X.	22.	II.	unreif	143	23. 22.	XI. II.	22 33	
31	23.	XI.	—	—	—	229	23. 14. 6. 5. 21. 10.	XI. XII. III. VI. „ VII.	21 22 36 50 51 —	verschwunden.
32	23.	XI.	—	—	—	265	23. 11. 6. 14. 3. 4. 21. 17. 31. 14.	XI. XII. III. „ IV. VI. „ VII. „ VIII.	21 24 37, 20 21 35 50 50 50 50 50	17 Segmente abgeriss. Beobacht. unterbroch.
33	23.	XI.	21.	IV.	heteronereid ♂	149	17. 21.	XII. IV.	36 70	
34	8.	II.	24.	III.	heteronereid ♀	44	13. 24.	II. III.	55 66	Hinterende fehlt. dazu noch Regenerat.
35	4.	III.	12.	VI.	heteronereid ♀	100	6. 5.	III. VI.	41 76	
36	4.	III.	12.	VI.	heteronereid ♂	100	14. 5.	III. VI.	51 68	
37	4.	III.	14.	VI.	heteronereid ♀	102	16. 5.	III. VI.	34 60	
38	30.	IX.	3.	IV.	heteronereid ♀	185	5.	XI.	—	nereid ♀, also Dissogonie.
39	29.	X.	9.	IV.	heteronereid ♂	223	12. 5. 27.	XI. XII. III.	39 45 53	war 30. X. nereides ♂, also ebenfalls Dissogonie. Vater von Zucht No. 3.

Interessant ist es zu beobachten, wie das der Kurve 4 zu Grunde gelegte Tier mit 19 Ruderpaaren nach dem Verlust des Hinterendes nach einer kurzen Pause, in welcher die ersten Regenerationsvorgänge stattfanden, schon etwa am 15. Tage nach der Verletzung den Verlust wieder eingeholt hat und nun wie früher weiterwächst. Ein um 17 Segmente verkürzter Wurm mit vorher 37 Ruderpaaren der Kultur No. 5 war am 13. Tage nach der Verletzung zwar im Besitze eines Regenerates, doch zeigten sich äußerlich noch keine neuen Parapodienpaare.

Das Wachstum von *Nereis dumerilii*.



Im Verhältnis zu dem der nereidogenen Larven geht das Wachstum der planktogenen in der ersten Zeit viel langsamer vor sich. Vom Tage der Befruchtung bis zur vollen Entwicklung des 6. oder 7. Ruderpaares vergingen bei den Kulturen No. 11 und 16 mehr als 60, bei den Kulturen No. 19 und 20 auch noch 35—40 Tage, während die nereidogenen Larven im allgemeinen schon nach 15—20 Tagen dieses Stadium erreichten, die der Zucht No. 8 sogar schon nach 10 Tagen. Der Grund für die lange Embryonalperiode der planktogenen Larven ist wohl in der vorübergehenden Einschaltung des freischwimmenden Nectochaeta-Stadiums zu suchen. Die Entwicklung bleibt, nachdem diese Larvenform ausgebildet worden ist, zunächst eine Weile stehen, bis die Larve den Boden des Meeres erreicht hat; dann müssen größere innere morphologische und physiologische Veränderungen stattfinden, durch welche die an eine freischwimmende Lebensweise speziell angepaßte Nectochaeta für den Aufenthalt und ein Fortkommen am Boden erst befähigt wird. Diese Umwälzungen sind es wohl, welche die unterdessen einsetzende Weiterentwicklung verlangsamen.

Sobald aber die Zahl von 6—10 Ruderpaaren erreicht ist, tritt mit einem Male ein Umschwung ein, und die Tiere wachsen von nun an viel schneller als die jungen nereidogenen Würmer. Vom Stadium mit 10 borstentragenden Segmenten bis zu dem mit 20 vergehen nur 10 Tage; in den nächsten 15—20 Tagen werden 40 Ruderpaare erreicht.

Die Tiere der Kulturen No. 16 und 20 vermehrten ihre Ruderpaare in etwa 50 Tagen von 6 bis zu 50. Ein Individuum aus No. 20 wurde geschlechtsreif und schwamm am 12. August als heteronereides Weibchen im Glase umher. An demselben Tage besaß der größte Wurm der Kultur No. 16 im Alter von 138 Tagen 62 Rudersegmente ohne eine Spur von Reife zu zeigen.

Die Segmente der einzeln gehaltenen größeren Würmer No. 21—37 wurden nicht so oft gezählt als die der jungen Tiere aus den Kulturen. Meist liegt ein weiter Zwischenraum, oft eine Reihe von Monaten zwischen zwei Zähltagen, so daß die langen geraden Abschnitte der betreffenden Kurven nur den allgemeinen Verlauf des Wachstums angeben. Im Oktober und November steigen die Kurven der damals gemessenen Würmer alle ziemlich in der gleichen Weise an. Innerhalb eines Zeitraumes von 40 Tagen nimmt die Zahl ihrer Rudersegmente um 15—25 zu. Etwa vom Anfang des Dezember ab wachsen diese Würmer etwas langsamer, aber alle ziemlich gleichmäßig weiter. Die erst später als sie gefangenen größeren Individuen No. 25—28 und 32 vermehren ihre Segmentzahl in der Folge ebenfalls annähernd in gleicher Weise, so daß wir lauter ziemlich parallel verlaufende Wachstumslinien in der Zeit vom Dezember bis zum März erhalten, mit deren Richtung sogar die der nereidogenen Kulturen No. 4 und 5 im allgemeinen übereinstimmt. Die Kurven derjenigen Würmer, die noch mindestens bis in den Anfang des Sommers weiterwachsen, wie No. 21, 28, behalten auch weiterhin ihre Richtung bei. Dagegen finden wir bei manchen von den Tieren, welche geschlechtsreif wurden, so bei No. 25, 34 und 37 in der letzten Zeit vor der Reife wieder ein schnelleres Wachstum, das sich durch einen steileren Abschnitt der Kurve dokumentiert. Auch bei No. 25 beschleunigte sich die Segmentzunahme bereits vom 6. März an, obwohl das Tier erst am 24. April reif war. — Der Verlust des Hinterendes des Wurmes No. 32, der ihn von 37 auf 20 Ruderpaare reduzierte, wurde durch das Regenerat in etwa 30 Tagen ausgeglichen, worauf das Wachstum auch hier wieder ungefähr im alten Tempo, vielleicht etwas schneller als vorher von statten ging. Nachdem dieser Wurm 50 borstentragende Segmente erreicht hatte, wurden während der ganzen weiteren Beobachtungszeit, d. h. 71 Tage lang keine neuen Segmente mehr gebildet, wobei sich aber auch noch keinerlei Anzeichen von beginnender Geschlechtsreife bemerkbar machten. Beidenjenigen Würmern, welche in der heteronereiden Form reif werden, hört natürlich das Wachstum vom Beginn der Umwandlungszeit an völlig auf.

Daß die Wärme das Wachstum ziemlich stark beschleunigt, zeigt das Schicksal des auf Tafel I Fig. 2 abgebildeten Wurmes, der, nachdem er gezeichnet worden war, am 19. März mit 44 Ruderpaaren in ein Glas gesetzt wurde, dessen Wasser durch einen Thermostaten konstant auf etwa 26 ° C. gehalten wurde. Am 22. April, also nach 34 Tagen besaß er 67 borstentragende Segmente und hatte sich fertig in die geschlechtsreife heteronereide Form umgewandelt.

Unter den sämtlichen *Nereis dumerilii*, welche ich bei meinem zweiten längeren Aufenthalt in Neapel zu Gesicht bekam, befand sich keine, die mehr als 87 Ruderpaare besaß, soviel ich mich auch bemühte, größere Individuen zu finden. Es ist aber bekannt in der Literatur, daß manche Würmer dieser Art bis zu 95 borstentragenden Segmenten anwachsen können, und ich selbst habe im Frühjahr 1907 nicht selten große Exemplare mit 85—92 Ruderpaaren vor Augen gehabt. Von ihnen wird weiterhin noch die Rede sein.

Über die Körperlänge von *Nereis dumerilii* liegen mehrfach Angaben in der Literatur vor. E h l e r s (1868) gibt als Maß des größten ihm vorliegenden Individuums mit 74 Segmenten 35 mm an.

Cla p a r è d e (1870) erwähnt S. 60 ein Exemplar mit 35 Segmenten von 2 cm Länge und ein anderes mit 85 Segmenten von 6 cm Länge. Einige Seiten danach sagt er, daß geschlechtsreife Individuen mit 30, 35, 40 oder 45 Segmenten sehr oft nur 12—15 mm lang waren; andererseits fand er wieder ein reifes Männchen mit 50 Segmenten 35 mm lang. Die größten von ihm gesehenen Tiere waren 80 mm lang und besaßen 88, 90 und selbst 95 Segmente. L a n g e r h a n s (1880) beschreibt bei Madeira gefangene reife Weibchen von *Nereis dumerilii*, die 15 mm lang waren und die noch 45 Segmente besaßen, während ihr Hinterende fehlte. An der Nordküste der Bretagne fand D e S a i n t - J o s e p h (1888) Exemplare von *Nereis dumerilii*, deren Länge er auf 2—7 cm im allgemeinen angibt. Ein reifes Weibchen war 2 cm lang, ein ebensolches Männchen mit 92 Segmenten 6 cm. Später (1906) traf dieser Forscher bei Saint-Raphaël an der Küste der Provence zahlreiche kleinere Vertreter unserer Wurmart, deren längster bei 75 Rudersegmenten 27 mm maß. Nach v o n W i s t i n g h a u s e n (1891) ist die nereide Form mit 15—30 mm geschlechtsreif, erreicht aber Längen von ca. 65 mm.

Zur Vervollständigung der Angaben über das Wachstum seien hier noch einige Maße genannt, wie sie von mir gelegentlich festgestellt wurden. Die Länge des Körpers ohne Kopfanhänge und Analcirren schwankte unter Zugrundlegung eben gefangener unreifer Tiere, wenn sie sich in frischem Wasser und in einer weiten Schale unter normaler Streckung der Rumpsegmente bewegten, bei solchen mit 30—35 Ruderpaaren zwischen 15 und 20 mm, bei größeren mit 60—65 Ruderpaaren zwischen 30 und 35 mm, und von den größten der gemessenen war eines mit 75 Ruderpaaren 73, eines mit 85 Ruderpaaren 80 mm lang. Eines der sehr großen Exemplare vom Frühjahr 1907 war mit 76 borstentragenden Segmenten etwa 80 mm lang. Diese Befunde stehen also mit den von früheren Autoren gemachten Angaben im Einklang.

Daß die aus Eiern gezogenen Würmer unter ungünstigen Bedingungen lebten und daher nicht die normale Körpergröße erlangten, zeigen folgende Zahlen. Ein Wurm der Kultur No. 16 war mit 51 Ruderpaaren nur 15 mm, ein anderer mit 62 Ruderpaaren nur etwa 25 mm lang.

Wenden wir uns nun der L e b e n s d a u e r unserer *Nereis dumerilii* zu. Nur in einem Falle bot sich Gelegenheit, dieselbe genau auf den Tag zu bestimmen, nämlich bei dem einen Individuum der Zucht No. 20, welches geschlechtsreif wurde. Der betreffende Wurm ging aus einem am 22. April künstlich befruchteten planktogenen Ei hervor, schwamm am 12. August, also nach 112 Tagen, als reifes Weibchen umher, und wurde dann konserviert. Wenn wir ihm bis zu einem natürlichen Ende ein Leben von 115 Tagen zugestehen, so ist das reichlich bemessen, denn sobald unsere Würmer frei schwimmen, sind sie auch völlig reif. Wie wir noch sehen werden, sind sie dann nach der Entleerung ihrer Geschlechtsprodukte einem sicheren Tode innerhalb weniger Tage, vielleicht oft nur weniger Stunden verfallen. In den 112 Tagen hatte unser Wurm 47 Ruderpaare erworben. Die größten seiner Geschwister besaßen am 113. Lebenstage 54 borstentragende Segmente, ohne eine Spur von Reife oder Umwandlung zu zeigen. Die größten Tiere der Kultur No. 16 brachten es innerhalb von 138 Tagen bis zu 62 Ruderpaaren ohne Anzeichen von Geschlechtsreife. Der älteste nereidogene Wurm No. 4 b besaß am 241. Lebenstage erst 34 Rudersegmente, hatte aber am 186. Tage 13 Segmente verloren.

Bei den aus dem Meere entnommenen Würmern, die bereits eine größere Anzahl von borstentragenden Segmenten besaßen, läßt sich natürlich der Beginn ihrer Lebens nicht feststellen. Es ist aber interessant zu sehen, wie lange ein solches Tier leben kann. Am längsten hielt sich in der Gefangen-

schaft der Wurm No. 28, der mir am 23. Oktober mit mehr als 40 Ruderpaaren aus dem Meere gebracht wurde, und den ich am 7. August noch gesund, ohne Anzeichen von Geschlechtsreife antraf, worauf er mir leider verloren ging, nachdem ich bei der letzten Messung am 17. Juli 66 Rudersegmente bei ihm festgestellt hatte. Dieses Tier lebte 288 Tage in seinem Glasgefäß, und wenn wir zu dieser Zeit die Anzahl der Tage rechnen, welche die sich am schnellsten entwickelnden meiner Kulturen brauchten, bis sie gegen 40 Ruderpaare besaßen, das sind etwa 75 Tage (nach Kultur No. 20), so kommen wir auf ein Alter von etwa 363 Tagen. Dabei müssen wir bedenken, daß der Wurm noch nicht geschlechtsreif war, also mindestens noch einige Wochen weitergelebt hätte. Er wäre demnach über ein Jahr alt geworden. — Wurm No. 32 lebte 265 Tage in der Gefangenschaft, ohne geschlechtsreif zu werden, besaß aber bei der Ankunft aus dem Meere erst 21 Ruderpaare, war also jünger als No. 28. — Ein normales Ende fand der Wurm No. 21, indem er als geschlechtsreifes heteronereides Weibchen nach 262tägiger Gefangenschaft einging. Da er aber in den ersten Tagen derselben nur 23 Ruderpaare aufwies, so war sein Leben sicher kürzer als das von No. 28.

Die Lebensdauer schwankt demnach, soweit wir das aus den vorliegenden Beispielen ersehen können, bei *Nereis dumerilii* zwischen ungefähr 112 Tagen, das sind weniger als 4 Monate, und mehr als einem Jahr.

Was endlich die Verteilung der verschiedenen Größenstufen von *Nereis dumerilii* auf die einzelnen Abschnitte des Jahres anbelangt, so kann man sagen, daß eigentlich zu jeder Jahreszeit alle gefangen werden mit Ausnahme der größten Individuen mit mehr als 85 Ruderpaaren. Letztere fing ich bei meinem letzten Aufenthalt, wie schon gesagt, nie, bei meinem ersten im Jahre 1907 in den Monaten März und April. Röhren mit frisch gefurchten Eiern oder Embryonen wurden mir gebracht in den letzten Tagen des Sept., im Okt., Nov., Dez., Jan., März, April, Juni und Juli. Dementsprechend fanden sich auch das ganze Jahr hindurch Würmer aller Größenklassen nebeneinander vor.

* * *

An dieser Stelle mögen einige Bemerkungen über die **Lebensweise** von *Nereis dumerilii* folgen.

Im Golf von Neapel ist diese Art sehr häufig, vielleicht die gemeinste sämtlicher dort vorkommenden *Lycoriden*. An den seichten Uferstellen, die sich am Posilipo hinziehen, kann man allenthalben derartige Würmer in geringer Tiefe finden. Sie leben dort auf den Algen, besonders auf *Ulva lactuca* und *Gelidium*-Arten, an deren Zweigen und Blättern sie ihre Wohnröhren befestigt haben. Ebenso trifft man letztere aber auch an den überall umherliegenden, nur wenig unter die Wasseroberfläche getauchten Gesteinsblöcken.

Ich fand die von unserer Art bewohnten Röhren sowohl dicht unter dem Meeresspiegel, höchstens 30 cm von der Oberfläche entfernt, als auch in Tiefen von mehreren Metern. De Saint-Joseph (1888) nennt die gleiche Art häufig an den Küsten der Bretagne in 7--8 m Tiefe in den „touffes de Rytiphloea“. Später fing derselbe Autor (1906) bei Saint-Raphaël zwischen den Algen 2 m unter der Oberfläche zahlreiche kleine Exemplare.

Auf alle Fälle also beschränkt sich unsere Art auf geringe Tiefen und kommt wohl nirgends unter 10 m vor. Damit hängt dann zusammen, daß wir es hier mit einer Küstenform zu tun haben, die zwar möglichst dicht unter dem Wasserspiegel ihre Behausungen anlegt, aber doch immer noch so tief, daß dieselben bei Ebbe nicht trocken gelegt werden.

Eine Zusammenstellung der bisher bekannten Fundorte unserer Art hat Michaelsen (1897) gegeben, und zwar führt er auf S. 106 folgende Gegenden an: „Nordamerika O; Faroer; S Japan; W Norwegen; Britannien; Madeira; Mittelmeer; Cap Verdische Inseln.“ Zu diesen Fundorten kommen dann noch einige speziellere von diesem Autor selbst festgestellte, nämlich: die Jütländische Küste der Nordsee, Fano, Skagerak, Kattegatt, Sund und Belte; westliche Ostsee: Kiel, Heiligenhafen, Travemünde; östliche Ostsee: Eingang zur Bay von Reval. Außerdem ist *Nereis dumerilii* noch von De Saint-Joseph an der Küste der Bretagne und von Caullery et Mesnil (1898) an der Küste der Normandie gefunden worden.

Wenn auch die *Lycoriden* im allgemeinen räuberische Tiere sind, so nähren sich die Vertreter unserer Art doch vornehmlich von Vegetabilien. Allerdings verschmähen sie auch Fleischkost nicht, und nicht selten konnte ich in meinen Zuchtgläsern, in denen mehrere solcher Tiere ungleicher Größe eingesperrt waren, die unangenehme Erfahrung machen, daß die großen die kleinen auffraßen. Wie schon bemerkt, bildete für meine Kulturen der sich in dem von durchlaufendem Seewasser durchspülten Aquarium ansiedelnde Organismenbesatz die Hauptnahrung. Die darin enthaltenen verschiedenartigen Diatomeen und großen Foraminiferen besonders aus der Familie der *Cornuspiriden* wurden von den ganz jungen Würmern ebenso gern genommen als von den größeren. Letztere erhielten öfter auch kleine Stückchen von Blättern der *Ulva lactuca*, die sie aber scheinbar weniger gern fraßen, sondern meistens einrollten, um ihre Wohnröhren darin anzulegen. Daß die den gezüchteten Würmern zur Verfügung stehende Kost nicht die genügende war, zeigt die geringe Körpergröße, welche von ihnen erreicht wurde, obwohl die Segmentzahl sich wohl nicht viel von der normalen unterschied.

Am Tage, bei Licht pflegen die Würmer in den Röhren zu sitzen und nur des Nachts verlassen sie dieselben, um auf die Nahrungssuche zu gehen. Am Morgen findet man in dem Bodensatz der Zuchtgläser stets die häufigen Kriechspuren.

Im Gegensatz zu vielen anderen *Lycoridenarten*, z. B. *Nereis parallelogramma*, *N. cultrifera*, *N. coccinea*, ist *Nereis dumerilii* gegen Artgenossen, die ihr an Größe nicht zu sehr unterlegen sind, im allgemeinen sehr friedlich. Niemals sah ich unter gewöhnlichen Umständen, daß sich zwei ältere Tiere bekämpften, wenn natürlich auch jedes seine Wohnröhre gegen unberufene Eindringlinge verteidigte, welche es öfters gab, wenn in die Schalen zu den bereits darin eingewöhnten frisch gefangene Individuen gesetzt wurden. Nur als einmal ein Glas mit mehreren größeren Würmern auf dem Thermostaten auf erhöhter Temperatur (26 ° C.) gehalten wurde, begannen auch sie sich kräftig und energisch zu beißen.

Hierbei, ebenso wie in einigen anderen Fällen, wo ich ein paar Würmer in einer Röhre gewaltsam aufeinander hetzte, konnte ich nach dem Bisse keine besondere Giftwirkung wahrnehmen, obwohl ja die Kiefer auch bei *Nereis dumerilii* von je zwei sogenannten Giftkanälen durchbohrt sind. Die gebissenen Tiere hatten wohl nur unter der Verwundung selbst zu leiden. Ganz anders sah ich die Wirkung eines Bisses bei *Nereis coccinea*. Die Kiefer des gegnerischen Tieres hatten sich in den ausgestülpten Rüssel eingegraben und beinahe augenblicklich trat eine Lähmung des Vorderendes ein. Der Rüssel konnte nicht mehr eingezogen werden, die Fühlereircen wurden unbeweglich, bald auch die Parapodien der ersten Segmente. Nach mehreren Tagen ging das verwundete Tier ein, ohne wieder eine Beweglichkeit des Vorderendes erlangt zu haben.

Nicht nur als Angriffs- und Verteidigungswaffe benutzen unsere *Nereis dumerilii* ihre Kiefer,

sondern sie bahnen sich gelegentlich auch einen Weg damit, indem sie kleine Hindernisse, z. B. Teile alter Wohnröhren, zerbeißen. Diese Fähigkeit äußert sich auch darin, daß sie, in eine Uhrschale mit wenig Wasser gesetzt, alsbald beginnen, heftig auf die nach allen Seiten ansteigenden Glaswände loszubeißen, als wollten sie sich einen Durchgang bahnen. Schon bei ganz jungen Würmern mit wenigen Segmenten bemerkte ich dieses Gebaren, indem sie unter dem Deckglas umherkriechend häufig ihre Rüssel ausstreckten und mit den Kiefern schnappten.

Über die Bewegungsweise der *Lycoriden* haben Bohn (1904 und 1906) und Eisig (1906) Beobachtungen angestellt. Wenn wir den für die verschiedenen Lokomotionsarten von dem letztgenannten Forscher gegebenen Bezeichnungen folgen, so können wir auch bei *Nereis dumerilii* von einem „Paddeln mit einzelnen Podien“, der langsamsten Gangart auf glattem wie rauhem Boden sprechen. Eine schnellere Fortbewegung auf dem Grunde ist dann der „Schwimmgang“, bei dem der ganze Körper in kurzen Wellen mit kleiner Amplitude unduliert. „sinusoidale“ Bewegungen ausführt, wie Bohn es nennt, unter gleichzeitigem „paradoxem“ Rückschlag der Podien auf der konvexen Seite der einzelnen Bögen des Rumpfes nach hinten und auf der konkaven nach vorn. Nur äußerst selten und immer nur durch starke Reize sind die gefangenen Tiere zum eigentlichen „Schwimmen“ zu bewegen, obwohl sie hierzu wohl befähigt sind. Das Schwimmen kommt dadurch zu stande, daß die Wellen des Schwimganges, der jenem immer vorauszugehen pflegt, länger und länger werden, so daß gleichzeitig ihre Zahl auf einige wenige reduziert wird, während die Schwingungsamplitude zunimmt. Ob unsere Würmer im freien Meere öfters wirklich schwimmen, ist kaum festzustellen. Jedenfalls legen sie, wenn sie es tun sollten, nur sehr kurze Strecken auf diese Weise zurück, denn dafür spricht sowohl ihr Verhalten in der Gefangenschaft als auch die Tatsache, daß man niemals einen Wurm im Meere schwimmen sieht, auch wenn man sich länger zwischen den Steinen ihres seichten Wohnreviers aufhält. — Eine letzte Bewegungsart ist endlich der „Kriechgang“, bei dem ein Teil des Körpers peristaltisch vorgeschoben oder nachgezogen wird, während sich der übrige Teil meist podial vorwärts bewegt. Besonders wenn die Tiere in den Glasgefäßen ihre Röhren aus irgend welchem Grunde verlassen und sehr langsam vorwärtskriechen, kann man diese Art der Lokomotion beobachten. — Es mag hier darauf hingewiesen werden, daß Loeb (1894) verschiedene Beiträge zur Gehirnphysiologie von *Nereis* gab, und daß Steen (1897) den Einfluß der Exstirpation einzelner Teile des Nervensystems auf die Bewegungen von *Nereis virens* untersuchte.

Bohn (1903 und 1904) hat sich noch mit einer andern Bewegungsform der *Lycoriden* befaßt, die aber nicht der Ortsveränderung dient, sondern durch welche die Atmung unterhalten wird. Die in ihren Wohnröhren sitzenden *Nereis dumerilii* führen nämlich, ebenso wie die übrigen Mitglieder dieser Familie, ständig undulierende Bewegungen mit ihrem Rumpfe aus, wodurch ein Wasserstrom erzeugt wird, aus dem die Tiere, welche mit einem großen Teile der Haut atmen, den ihnen nötigen Sauerstoff entnehmen können. Es ist ja bekannt, daß in den mannigfaltigen, vielfach lappenartigen Anhängen der Parapodien zahlreiche feine Blutkapillaren dicht unter der Körperoberfläche verlaufen, so daß hier der Gasaustausch stattfinden kann. Wohl in erster Linie das Blut ist es dann, welches den Sauerstoff den einzelnen Organen des Körpers zuführt.

Es wurde ein paar Mal die Geschwindigkeit der Kontraktionen des Rückengefäßes gemessen. Bei einem Wurm mit 14 Ruderpaaren liefen innerhalb von 60 Sekunden 28 Kontraktionswellen über die Wände des Gefäßes, bei einem anderen mit 76 borstentragenden Segmenten in der gleichen Zeit 26. Bei einem größeren Individuum bemerkte ich, nachdem es etwa 10 Minuten in Seewasser gelegen hatte,

dem etwas Cocain zugesetzt worden war, um das Tier zum Zwecke einer besseren Beobachtung zu betäuben, — daß die Kontraktionswellen des Rückengefäßes in umgekehrter Richtung verliefen, so daß das Blut sich im Hinterende, besonders in den seitlichen Schlingen staute. Zehn Minuten später wurden diese rückläufigen Bewegungen ab und zu unterbrochen durch eine einzelne im richtigen Sinne. Allmählich wurden dann die normalen Kontraktionen des Rückengefäßes immer häufiger, bis die Peristaltik schließlich wieder ständig von hinten nach vorn verlief. Erwähnen möchte ich hier, daß P i e r a n t o n i (1908) in seiner *Protodrilus*-Monographie für diesen Wurm als die Regel beschreibt, daß das Blut im Rückengefäß von vorn nach hinten läuft, meines Wissens der einzige Fall bei den Anneliden. Da der genannte Forscher jedoch seine Beobachtungsobjekte, wie er zwar nicht an dieser Stelle, wohl aber sonst öfters angibt, mit Cocain betäubte, so läßt sich vielleicht die von ihm beobachtete abnorme Blutbewegung als eine Folge der Einwirkung jenes Giftes erklären.

Den Tag über sitzen unsere Würmer, wie bereits erwähnt wurde, für gewöhnlich in ihren Röhren und zeigen außer den regelmäßigen leisen Undulationen, welche der Atmung dienen, keine weiteren Bewegungen. Dabei konnte ich feststellen, daß sie diese Wellenbewegungen des Körpers sofort einstellen, wenn ein Schatten über sie hinweggeht. Dieses Verhalten ist als eine Schutzanpassung anzusehen, durch welche es vermieden wird, daß die Würmer etwa sich nähernden größeren Feinden, vor allem Fischen und Krebsen, sofort ins Auge fallen, denn bekanntlich erregen nur bewegte Objekte deren Aufmerksamkeit, soweit es sich um den Gesichtssinn handelt. Ist dann der Schatten vorübergegangen, so setzen die Würmer ihre unterbrochene Atemschlängelung wieder fort.

Die in einem Glasgefäß umherkriechenden *Nereis dumerilii* hinterlassen Kriechspuren in Gestalt von feinen Fäden, welche die Spinndrüsen ihrer Parapodien aussenden. Besonders bei kleineren, nur etwa 10 mm langen Tieren, deren Bewegungen wegen der geringen Körpergröße unter der binokularen Lupe gut zu verfolgen waren, ließ sich mit Hilfe fein zerteilten, im Wasser unlöslichen Karmins feststellen, daß bei dem Vorwärtskriechen von den Parapodien einer Anzahl der vordersten Segmente äußerst feine Fäden ausgehen, welche in gewissen unregelmäßigen Abständen am Boden befestigt werden. Die einzelnen feinen Fäden selbst vereinigen sich oft zu einem stärkeren, indem sie wohl untereinander verkleben. Wenn sich der Wurm vorwärts bewegt, hinterläßt er also rechts und links von seinem Körper einen Faden, der ihm in der Natur dazu dienen mag, seine Wohnröhre wiederzufinden, wenn er auf die Nahrungssuche ausgegangen ist. Ich sah große, 5 cm lange Exemplare, die ich durch Berührungen mit einem Glasstab veranlaßt hatte, sich bis auf etwa 30 cm von ihrer Röhre zu entfernen, mit Hilfe dieser Kriechspuren sehr schnell zu ihrer Behausung zurückkehren, wobei die Würmer manchmal rückwärts mit dem Hinterende voran genau auf den gleichen Biegungen und Unwegen wie auf dem Hinwege entlang krochen. Es ist anzunehmen, daß sie in der Natur, wo sich ihre Streifzüge wohl über ein viel größeres Gebiet erstrecken, umwenden und mit dem Kopfe voran den Rückzug antreten. Die Benutzung von Kriechspuren zur Wiederauffindung des Wohnplatzes ist ja auch sonst mehrfach bei anderen Tieren, es sei hier nur an gewisse Mollusken erinnert, beobachtet worden.

Die Wohnröhren unserer Würmer selbst bestehen aus einem dichten Gespinnst, das mit Hilfe der Spinndrüsen angefertigt wird. Die Länge der einzelnen Röhren entspricht gewöhnlich derjenigen ihres Bewohners, wenn dieser sich völlig ausstreckt. Da aber die Tiere in den Röhren wie auch sonst in der Ruhelage eine Länge innehalten, die etwa in der Mitte zwischen der bei größtmöglicher Streck-

ung und engster Zusammenziehung liegt, so überragt die Röhre gewöhnlich den Kopf ebenso wie das Hinterende um ein Stück. Die bei unserer Art besonders langen Fühlereirren und Analeirren werden in der Längsrichtung des Körpers nach der Frontseite, resp. nach hinten ausgestreckt gehalten, so daß sie es sind, die wohl in erster Linie den Wurm durch die Vermittlung der auf ihnen befindlichen Tasthärchen von dem Nahen einer Beute oder eines Feindes benachrichtigen.

Der Durchmesser jeder Röhre ist größer als die Breite ihres Bewohners, so daß dieser in seiner Behausung sich umkehren, d. h. an die Stelle, wo sich vorher das Hinterende befand, den Kopf bringen kann. Die Würmer führen diese Bewegung nicht selten aus, besonders wenn sie am Hinterende mehrmals leicht berührt werden, oder wenn hinten ein anderes Individuum in ihre Röhre zu dringen sucht. Sie wenden dabei zunächst den Kopf und die ersten Segmente nach rechts oder links um und kriechen mit dem Vorderende in der neuen Richtung, die der vorher eingenommenen entgegengesetzt ist, neben ihren allmählich nachkommenden mittleren und hinteren Körperabschnitten vorwärts. Bemerken sie dann den eingedrungenen Feind, so stülpen sie ihren Schlundkopf aus und gehen dem dann meist fliehenden Gegner mit geöffneten Kiefern entgegen. Im Gegensatze nämlich zu der Behauptung von Wistinghausens, die Röhren wären an einem Ende geschlossen, muß hier festgestellt werden, daß sich keinerlei Verschuß an ihnen befindet. Sie sind beiderseits offen, wie auch Sorby (1906) angibt.

Während die gefangenen *Nereis dumerilii* in den flachen Glasschalen, in welche sie gesetzt wurden, im allgemeinen an irgend einer Stelle des unteren Randes, da wo die horizontale Bodenfläche und der senkrechte Seitenrand des Gefäßes aufeinanderstoßen, mitunter auch irgendwo am oberen Rande des Wassers, ihre Röhren anlegten, fand ich einmal eine sonderbare, auffällige Regelmäßigkeit. Als ich nämlich kurz vor meiner Abreise von Neapel die noch am Leben befindlichen Würmer aus den verschiedenen Kulturen alle zusammen in zwei Glasgefäßen unterbrachte, von denen eines die nereidogenen, das andere die planktogenen enthielt, bemerkte ich am andern Morgen, daß die Wohnröhren, welche sich die Tiere wie immer nach dem Einsetzen in ein Gefäß alsbald gebaut hatten, meistens auf dem flachen Boden der Glasschalen und zwar einander ziemlich parallel angelegt waren, so daß sie mit ihrer Längsrichtung nach der Fensterseite des Zimmers zeigten. Die Würmer selbst hatten ihre Vorderenden dem Lichte zugewandt, das also auch bestimmend auf die Richtung beim Röhrenbau gewirkt hatte.

Solange die Röhren bewohnt werden, sind ihre Wände noch völlig biegsam und äußerst zäh, so daß man sie nur schwer zerreißen kann. Sind sie dagegen schon eine Zeitlang verlassen, so werden sie brüchig und zerfallen leicht. Die kleinen Röhren junger Tiere besitzen durchsichtigere Wandungen, die der größeren Individuen dagegen sind bräunlich und oft auf der Außenseite mit allerlei Fremdkörpern und kleinen Organismen, die sich da angesiedelt haben, besetzt.

Bei dem Bau der Röhren spannen unsere Würmer zunächst eine Anzahl Fäden der Länge nach aus, indem sie sich oftmals kontrahieren und wieder weit ausstrecken, wobei sie die Fäden an vielen Stellen auf der Unterlage ankleben. Dann führen sie auf der Stelle schaukelnde Bewegungen mit Gruppen von Segmenten aus und alsbald sieht man sich über ihnen die Wände der bereits fertigen Röhre wölben. Von Wistinghausen führt über die Entstehung der Röhren folgendes aus: „*Nereis dumerilii* besitzt in der Körperwand eine große Anzahl von Hautdrüsen, die bald als einzelne Follikel, bald zu größeren Gruppen vereinigt über den ganzen Körper verbreitet sind. Außerdem finden sich Haufen von großen Drüsenzellen auch an jedem Parapodium, 3 am oberen, 2 am unteren Aste. Das Sekret dieser beiden Arten von Hautdrüsen wird durch Porenkanäle nach außen entleert,

nimmt sofort eine zähe, lederartige Konsistenz an, bildet um das Tier herum eine Hülse und liefert so das Material für die zu bauende Röhre“.

Daß diese Röhren späterhin noch weiter ausgebaut und verlängert werden können, zeigt die in Fig. 4 Taf. I dargestellte Röhre eines jungen Wurmes mit 12 Ruderpaaren, die ich von ihm in einer kleinen Uhrschale bauen ließ, so daß sie leicht unter dem Mikroskop betrachtet werden konnte. Man sieht an den Enden die Längsfäden ausgespannt, und erkennt auch mehrere neu angebaute Stücke, die immer da beginnen, wo die gespannten Längsfäden die seitherige Mündung der Röhre kennzeichnen. Die mehrfachen Richtungsänderungen kommen wohl daher, daß bei dem mehrmals vorgenommenen Wasserwechsel die Uhrschale nicht wieder in die ehemalige Orientierung zum Licht gebracht wurde, während der Wurm sogleich auf die nun veränderte Lichtrichtung reagierte.

Im freien Meere passen unsere Würmer ihre Wohnröhren natürlich der Form der Unterlage an. An den Ulvablättern benutzen sie meist eine der vielen Falten, um in deren Grunde, nachdem sie dieselbe durch ihre Fäden womöglich noch enger zusammengezogen haben, die eigentliche Röhre anzulegen. 

B. Geschlechtsreife der nereiden Form.

Die geschlechtsreifen, getrennt geschlechtlichen *Nereis dumerilii* sind von verschiedener Größe und Segmentzahl. Die von mir gemessenen Individuen besaßen eine Länge von etwa 15—35 mm und 37—62 borstentragende Segmente. Wie die Angaben der verschiedenen Autoren zeigen, scheinen die Größen nach den einzelnen Fundorten zu variieren. Claparède (1870), der zwar sein Material wie ich aus dem Golf von Neapel erhielt, nimmt 30—45 Segmente bei einer Länge von 12—15 mm als das normale an. Er spricht dann aber von einem reifen Männchen mit 50 Segmenten bei 35 mm Länge. Langerhans (1880) erwähnt unter seinen bei Madeira gefundenen *Nereis dumerilii* ein Weibchen mit 45 Segmenten, dem das Hinterende fehlte, bei 15 mm Länge, und ein ebensolches, gleichlanges Männchen mit 41 Segmenten. Von Wistinghausen (1891) hält die Angabe Claparèdes, daß so kleine Individuen von nur 12 mm Länge mit nur 30 Segmenten geschlechtsreif würden, für unwahrscheinlich und gibt selbst nach seinen hauptsächlich bei Messina angestellten Beobachtungen als normale Größe 15—30 mm bei 50—75 Segmenten an. Endlich erwähnt De Saint-Joseph (1888) von der Küste der Bretagne ein reifes Weibchen von 20 mm Länge und ein reifes Männchen mit 92 Segmenten von 60 mm Länge; dann 1895 von der gleichen Gegend ein reifes Weibchen mit 80 Segmenten und 65 mm, wie ein solches mit 60 Segmenten von nur 13 mm Länge.

Nach dieser Aufstellung würden die kleinsten geschlechtsreifen Tiere im Golf von Neapel und bei Madeira vorkommen, dann folgten die von Messina, darauf endlich die von der Küste der Bretagne. — Wenn wir uns nun nach einem Grund für die Größenunterschiede der reifen Tiere an den verschiedenen Wohnorten umsehen, würde wohl in erster Linie die Verschiedenheit des Klimas und der Meerestemperatur in Frage kommen, doch spielen sicher noch andere Faktoren wie Beschaffenheit des Meeresbodens, etwaiges Vorhandensein eines einigermaßen wirkungsvollen Gezeitenwechsels und anderes mit hinein.

Schon aus den an einer früheren Stelle dieser Arbeit (S. 73) gemachten Angaben über das Vorkommen von in den ersten Entwicklungsstadien begriffenen Embryonen in den Brutröhren fast während des ganzen Jahres, läßt sich schließen, daß die Geschlechtsreife unserer nereiden Form an keine bestimmte Jahreszeit gebunden ist. Demgemäß fand ich denn auch vom Ende des September bis zum Februar und dann wieder vom März bis zum Juli reife Individuen in ihren Röhren. In der Literatur sind nur von von Wistinghausen und von Langerhans genauere Zeitangaben über das Vorkommen von reifen Würmern gemacht worden. Ersterer gibt für Messina die Zeit vom April bis zum Ende des Juli, für Neapel die auf den Anfang des Dezember folgende Zeit an, und letzterer traf bei Madeira im Juli reife Exemplare in ihren Röhren.

Wie schon von den früheren Autoren mitgeteilt wurde, bestehen zwischen den männlichen und den weiblichen Tieren keinerlei Unterschiede im Bau und Aussehen. Nur zur Zeit der Reife, etwa vom 10. Tage vor der Ablage der Geschlechtsprodukte an, lassen sich vor allem die Weibchen an den die sämtlichen Segmente erfüllenden größer und gelber werdenden Eiern erkennen, während der Rumpf der Männchen eine hellere Färbung infolge der ebenfalls in allen Segmenten befindlichen durchschimmernden Spermamassen annimmt. Im allgemeinen sind die männlichen Würmer auch etwas kleiner als die weiblichen.

Die reifen Eier der nereiden Form sind von Claparède (1870) und von von Wistinghausen (1891) ausführlich beschrieben worden. Der Durchmesser des Eiplasmas beträgt nach meinen Messungen im Mittel 272—306 μ , dazu kommt noch die Gallerthülle, welche nach der Befruchtung zu einer Dicke von etwa 92 μ aufquillt, so daß der Durchmesser der Eier im ganzen also 450—480 μ beträgt. Diese Zahlen stimmen mit den von den beiden genannten Forschern verzeichneten ungefähr überein, indem Claparède als Maß der Eier „avec membrane vitelline à double contour, assez épaisse“ 410 μ angibt, von Wistinghausen aber folgendes ausführt: „Die Größe der reifen Eier, verschiedenen Tuben entnommen, unterliegt oft verhältnismäßig recht bedeutenden Schwankungen; die Länge der Hauptachse variiert zwischen 260—310 μ , die der Querachse zwischen 290—390 μ “. Die Gallerthülle ist nach dem letztgenannten Autor ca. 78 μ dick.

Über die Zahl der in einem Weibchen enthaltenen Eier findet sich nur bei Sorby (1906) eine Notiz, nach welcher sie dieser Autor auf etwa 20 000 schätzt. Man kann wohl ohne weiteres sagen, daß diese Zahl viel zu hoch ist, obwohl wirkliche Zählungen von mir nicht unternommen wurden. Der ganzen aus einem reifen Weibchen ausgepreßten Eiermenge nach mögen es nur wenige Tausende sein. Nimmt man z. B. für ein Tier mit der durchschnittlichen Segmentzahl 50 etwa 5000 Eier an, so würden auf jedes Segment 100 Eier kommen, und dieses ist meiner Schätzung nach schon eine die wirkliche Zahl weit überschreitende Menge. Auch reicht die Zahl der in einer Röhre enthaltenen Embryonen, die ja die ganze Nachkommenschaft des Muttertieres vorstellen, bei weitem nicht an 5000, wahrscheinlich sind es nur gegen 1000.

Die Art und Weise der Ablage und Besamung der Eier hat von Wistinghausen ausführlich geschildert, so daß ich hier nur kurz zu wiederholen brauche, daß die Männchen in die Röhren der Weibchen hineinkriechen, dort ihren Samen über die abgelegten Eier ergießen und auch noch weiterhin in der Nähe des Weibchens bleiben, indem sie sich meist dicht neben die größere des letzteren eine Röhre bauen. Jener Autor gibt an, daß die Tiere in Madeira in seinen

Aquarien regelmäßig zwischen 11 und 12 Uhr vormittags gelaicht hätten. In Neapel schritten die *Nereis dumerilii* nach meinen Erfahrungen meist des Nachts zum Laichgeschäft, wie besonders aus der Tatsache hervorgeht, daß in den Röhren, welche sich frisch gefangene Würmer erst am Nachmittag des einen Tages in ihrem Glasgefäß bauten, sehr oft am nächsten Morgen schon die Eier abgelegt und befruchtet waren. Die Beobachtung von Wistinghausens, daß die reifen Weibchen ihre Röhre verlassen, wenn kein Männchen vorhanden ist, und ihre Eier auf dem Boden der Glasschale verstreuen, wo sie dann umkommen, kann ich bestätigen.

Nachdem die Eier befruchtet sind, spinnt das Weibchen rechts und links von seinem Körper ein paar die Röhre der Länge nach durchlaufende Scheidewände, hinter welchen die Eier in je einer Schicht in einer Art Brutraum liegen, während der mittlere Teil der Wohnröhre für das Muttertier frei bleibt. Der Mutterwurm führt nun in der Röhre seine gewöhnlichen Atemschlängelungen aus, nur daß er seinen Körper viel heftiger hin und her bewegt als es die Tiere sonst zu tun pflegen. Zweifellos wird so den sich entwickelnden Eiern ein kräftiger Strom von Atemwasser zugeführt, aus dem der Sauerstoff durch Diffusion durch die Membranen der Brutkammern zu ihnen gelangt. Wird der Wurm aus der Röhre vertrieben, so entwickeln sich die Eier nicht weiter, sondern gehen ein. Wie schon früher gesagt, ließen sie sich am Leben erhalten, wenn sie aus der Röhre herausgenommen und auf dem Boden einer Glasschale zerstreut wurden. Auch jetzt noch halten die Würmer wie früher, ehe sie reif waren, mit ihren Atemschlängelungen inne, wenn ein dunkler Körper sich zwischen ihnen und der Lichtquelle bewegt.

Es wurde schon gesagt, daß die Gallerthüllen um die Eier nach einigen Tagen von den Embryonen zerrissen werden, wodurch sich wohl die Meinung von Wistinghausens, sie dienten vielleicht als Nahrung der sich entwickelnden Jungen, erklären läßt, denn dieser Forscher entnahm seine Untersuchungsobjekte immer direkt den Brutröhren und bekam so natürlich stets nur die ausgeschlüpften Würmer ohne Hülle. Tatsächlich zerfallen die Gallerthüllen wohl allmählich, besonders wenn die größer werdenden Larven sich zu bewegen beginnen. Meine außerhalb der Röhren gezüchteten Embryonen krochen aus den Hüllen heraus und ließen sie leer nur mit einer Anzahl ausgefallener oder ausgerissener Borsten zurück.

Das Muttertier bleibt während der ganzen Entwicklung der Larven in der Röhre bei seiner Brut und verläßt sie wohl auch nicht auf kurze Zeit, um etwa Nahrung zu suchen, vielmehr scheint es in dieser Periode seines Lebens überhaupt keine solche zu sich zu nehmen. In meinen mit dem oft erwähnten Bodenbelag versehenen Gläsern, welche solche Brutröhren mit dem Muttertier enthielten, fand ich niemals Kriechspuren, woraus sicher hervorgeht, daß die Tiere ständig, auch des Nachts in ihren Röhren saßen. Erst wenn die Jungen etwa 10 Ruderpaare besitzen, verläßt sie die Alte. Der nun eintretende Sauerstoffmangel ist es wohl in erster Linie, der die kleinen Würmer aus der Röhre treibt und die früher geschilderten Tropismen bei ihnen wachruft.

Noch auf einen Umstand muß hier aufmerksam gemacht werden, der bei der Entwicklung der nereidogenen Jungen auffällt, das ist die ungleiche Geschwindigkeit des Wachstums innerhalb der Nachkommenschaft eines und desselben Wurmes. Wir sahen ja schon, wie in den Kulturen einzelne Individuen weit vor dem Gros vorauseilten, und in den frisch aus dem

Meer geholten Brutröhren finden wir dasselbe wieder. Von Wistinghausen schon war das, wenn auch nicht in solchem Maße aufgefallen, und er versucht die Größenunterschiede der Larven auf die der Eier zurückzuführen. Indem er auf das Variieren des Eidurchmessers hinweist, führt er folgendes aus: „Ähnliches kommt übrigens auch bei Eiern anderer Chaetopoden, z. B. Aphroditeen, wie Kleinenberg angibt, vor. Bei *Lopadorhynchus* beobachtete derselbe Autor häufig genug, daß von zwei Larven der nämlichen Ausbildungsstufe die eine die andere um die doppelte, ja sogar dreifache Größe übertraf, und Kleinenberg glaubt auch hier annehmen zu können, daß diese auffallende Ungleichheit auf ursprüngliche Größenverschiedenheiten der Eier zurückzuführen sei. So beträchtliche Größenunterschiede konnte ich bei *Nereis dumerilii* in den späteren Entwicklungsstadien nicht konstatieren; freilich machen auch hier sich Größenverschiedenheiten geltend, jedoch sind sie den oben angeführten Maßangaben (der Eier) proportional.“ Fast immer konnte ich feststellen, daß in einer frisch aus dem Meere kommenden Brutröhre neben der Hauptmasse von Embryonen, die vielleicht erst ein paar Rudersegmente besaßen, einige wenige Exemplare mit weit mehr, meist 10 Ruderpaaren vorhanden waren. Daß diese etwa von außen eingewandert seien, ist kaum anzunehmen, da das Muttertier wohl keinen fremden Gast in die Röhre herein läßt; es müßte denn sein, daß weibliche Würmer in dieser Periode ihres Lebens gegen junge Individuen ihrer Art überhaupt keine Feindschaft hegen. Um festzustellen, an welchen Stellen diese größeren Individuen in der Röhre saßen, warf ich einige Röhren in heißes Sublimat, um ihren Inhalt möglichst plötzlich zu töten. Nachdem ich sie dann aufgeschnitten hatte, fand ich die großen Exemplare in der Nähe der beiden Öffnungen, mit dem Kopf bald nach dem Inneren, bald nach dem Ausgang gerichtet. Vielleicht ist es die wohl unzweifelhaft bessere Versorgung mit Sauerstoff, welche die an den Enden der Röhre sich entwickelnden Jungen begünstigt und sie im Wachstum ihren Geschwistern voraneilen läßt. Ich möchte noch bemerken, daß sich Übergänge zwischen diesen größeren Würmern und dem Gros der Brut kaum fanden. Die Hauptmasse der jungen Würmer zeigte sich immer auf der gleichen Entwicklungshöhe.

C. Die kleine heteronereide Form.

Während die einen der heranwachsenden Würmer, sobald sie mindestens etwa 40 Rudersegmente besitzen, geschlechtsreif werden, wobei sie ihre äußere Form nicht verändern, wachsen andere noch etwas weiter und kommen alsbald in ein Stadium, auf welchem eigenartige Umwandlungen an fast allen ihren inneren wie äußeren Teilen vor sich gehen. Aus dieser Metamorphose resultiert dann eine ganz neue ebenfalls getrenntgeschlechtliche, die kleine heteronereide Form, bei welcher jetzt auch die Geschlechter äußerlich durch besondere Eigentümlichkeiten im Bau zu unterscheiden sind. Bekanntlich nennt E h l e r s diese Form „epitok“ im Gegensatz zu der nicht umgewandelten „atok“. Es wurde hier absichtlich auf diese Bezeichnungen verzichtet, weil gerade bei unserer *Nereis dumerilii*, wie wir sahen, auch die nereide Form geschlechtsreif wird und deshalb nicht gut „atok“ genannt werden kann. C l a p a r è d e wies ja schon auf diesen Umstand hin und führte für epitok oder besser für die Zeit der Umwandlung den Ausdruck „phase epigame“ ein; doch da dann keine entsprechende Bezeichnung für die nereide Form vorhanden ist, wurde auch dieser Ausdruck hier nicht verwendet. Zur Erleichterung der Bezeichnung und in Analogie mit ähnlichen Verhältnissen bei

anderen Anneliden will ich die reife nereide Form α , die kleine heteronereide β und die später noch zu besprechende große heteronereide Form γ nennen.

Gleichzeitig mit der Umwandlung der Körperform werden die Geschlechtsprodukte fertig ausgebildet und zwar so, daß mit der Vollendung der Metamorphose auch die Eier und das Sperma zur Befruchtung reif sind. Die bei der Umwandlung Platz greifenden Veränderungen sind von Ehlers (1868) und von Claparède (1870) bereits ausführlich beschrieben worden, so daß wir hier von einer näheren Schilderung absehen können. Die inneren Organe degenerieren meistens sehr stark infolge der massenhaften Ausbildung von Keimzellen. Fage (1905) zeigt, daß bei *Platynereis dumerilii* wie er unsern Wurm nennt, auch die Nephridien bei der Umwandlung eine pigmentäre Degeneration erleiden, während er bei anderen *Lycoriden* keine derartigen Veränderungen nachweisen konnte. Treadwell (1905) berichtet über die inneren Veränderungen bei der sich umwandelnden *Nereis kobsiensis*.

Während der Zeit, in welcher sich die Umwandlung in die heteronereide Form vollzieht, verlassen die Tiere ihre Wohnröhre nicht mehr und nehmen infolgedessen auch keinerlei Nahrung zu sich. Der oft erwähnte Bodenbelag der Gläser, in welchen sich die Tiere umwandelten, blieb daher stets unversehrt gleichmäßig ausgebreitet. Es vergingen durchschnittlich 14—25 Tage, ehe die Würmer ihre Metamorphose völlig beendet hatten, und wenn sie dann aus den Röhren herausgekrochen waren, so blieben sie mitunter erst noch einen halben Tag am Boden mehr oder weniger regungslos liegen, ehe sie zu schwimmen begannen. Von da ab aber erhoben sie sich in das freie Wasser und schwammen unermüdlich in den Gefäßen im Kreise umher.

Daß eine Erhöhung der Temperatur des Wassers die Umwandlung beschleunigt, zeigten mehrere Individuen, deren Gefäße im März mit Hilfe des Thermostaten auf 26° C. gehalten wurden.

So wie die in der nereiden Form reifen Tiere recht verschieden groß sein können und dementsprechend sehr schwankende Segmentzahlen aufweisen, so finden wir auch die Individuen der kleinen heteronereiden Form verschieden lang und mit mehr oder weniger Segmenten ausgestattet. Während der Umwandlung verkürzt sich übrigens der Körper der Tiere um etwa ein Drittel der vorher erreichten Länge. Ehlers erwähnt ein heteronereides Tier mit 80 Segmenten bei 30 mm Länge. Nach Claparède besitzen die heteronereiden Würmer 65—75 Segmente und sind etwa 20—40 mm lang. De Saint-Joseph (1906) traf bei Cannes Weibchen der heteronereiden Form mit 66 Segmenten bei 15 mm Länge. Ich fand die zahlreichen von mir gemessenen Tiere variierend zwischen 42 und 87 Ruderpaaren bei 12—50 mm Länge. Von ein paar aus dem Ei gezüchteten, noch kleineren Würmern wird gleich die Rede sein. Die meisten der mir zu Gesicht gekommenen Tiere der Form β besaßen 65—70 Rudersegmente und waren 20—25 mm lang. Für sie passen also die von Claparède gegebenen Zahlen. Die Länge des vorderen, keine Messerborsten tragenden Abschnittes des Körpers schwankte zwischen 3,5 und 7 mm, doch betrug sie bei den meisten Würmern 4—5 mm. Natürlich sind im allgemeinen die Vorderenden der Weibchen, bei welchen erst im 23. Ruder die Messerborsten beginnen, länger als die der Männchen, wo schon im 16. Ruder Messerborsten stehen. Es seien hier die Maßverhältnisse einiger Individuen mitgeteilt:

Geschlecht	Rudersegmente	Vordere Körperstrecke mm	Hintere Körperstrecke mm	Gesamtlänge mm
♂	42	4	8	12
♂	50	5	11	16
♀	65	6	10	16
♂	66	3.5	12	15,5
♂	72	5	17	22

Die meisten Segmente unter den mir zu Gesicht gekommenen Exemplaren der Form β besaß ein nur 25 mm langes Tier, nämlich 87.

Drei Würmer aus den planktogenen Zuchten wandelten sich in die heteronereide Form β um und wurden so geschlechtsreif. Das war das schon früher erwähnte Weibchen aus der Zucht No. 20, welches am 22. April geboren, am 12. August seine Röhre verließ und frei umherschwamm. Es besaß 47 Rudersegmente und war 14 mm lang, wovon je 7 auf jeden der beiden Körperabschnitte kamen. Das Tier hatte 112 Tage, also genau 16 Wochen von seiner Geburt bis zur Geschlechtsreife gebraucht. Wir haben mit dieser kurzen, normal abgeschlossenen Lebensdauer bereits die von mir festgestellte lange Lebenszeit anderer Individuen verglichen. — Die andern beiden Würmer machten die Metamorphose erst nach meiner Abreise von Neapel durch, nachdem ich alle planktogenen in einem Glase vereinigt hatte. Es läßt sich also nicht mehr feststellen, aus welcher Zucht sie stammten. Ich erhielt sie konserviert im November zugeschickt; sie haben sich also spätestens bis Anfang November umgewandelt. Obwohl sie in dem Alkohol zweifellos stark kontrahiert waren, so zeigte es sich doch, daß es besonders kleine Exemplare waren. Das eine Tier, ein Weibchen, maß nur etwas über 10 mm, das andere, ein Männchen, sogar nur 5 mm. Ersteres hatte 57, letzteres 39 Rudersegmente, doch fehlte dem Männchen das Hinterende.

Das von so vielen Lycoriden bekannte umfassende Regenerationsvermögen (vergl. z. B. N u s b a u m 1908) ist auch bei *Nereis dumerilii* wie bei anderen Lycoriden vorhanden. Da darf es denn nicht wunder nehmen, wenn wir unseren Wurm sogar befähigt finden, mitten in der Zeit seiner Umwandlung verlorene Körperteile zu ersetzen und nachzubilden. Mehrmals fand ich unter einer Anzahl von normal gebauten Würmern der Form β , die mir frisch gebracht wurden, Tiere, deren mit Messerborsten versehene Hinterenden auffallend kurz waren und nur eine geringe Anzahl von Segmenten enthielten. So setzte sich z. B. einmal die „epitoke“ Körperstrecke eines Weibchens, das bereits abgelaicht hatte, aus nur 18 Segmenten zusammen gegenüber den 45—50 der normalen Tiere; allerdings fehlten die Analcirren. Zweifellos muß bei diesem Exemplar ebenso wie bei den übrigen mir zu Gesicht gekommenen mit so wenig Segmenten kurz vor der Umwandlung oder sogar während derselben ein beträchtliches Stück des Hinterendes verloren gegangen sein. Da die Metamorphose nun schon nahe bevorstand oder bereits eingeleitet war, hatten die Tiere keine Zeit, den Verlust wieder vollständig zu ersetzen, sondern es wurde nur ein Wundverschluß und ein neues Endsegment gebildet. Weitere neue Segmente, die etwa an ihren kleineren Dimensionen, wie so oft bei derartigen Regeneraten, zu erkennen gewesen wären, ließen sich nicht nachweisen.

Um die Regenerationsfähigkeit der Tiere während der Zeit der Umwandlung selbst zu prüfen,

schnitt ich am 13. Juli einem Weibchen mit 62 borstentragenden Segmenten, dessen Augen bereits vergrößert waren und dessen Körperhöhle von gelben Eiern strotzte, das Hinterende ab, so daß das Tier nur noch 29 Rudersegmente besaß. Das zum Zwecke der Operation aus seiner Röhre genommene Tier wurde wieder in dieselbe hineingeleitet, weil ich die Erfahrung gemacht hatte, daß verletzte Tiere in ihren Röhren sich weit besser am Leben erhalten ließen, als wenn sie ins freie Wasser gelegt wurden. Die Metamorphose des in Rede stehenden Weibchens ging scheinbar ruhig weiter, denn bereits am 23. Juli, also am 10. Tage nach der Verletzung, verließ das Tier fertig umgewandelt seine Röhre und versuchte umherzuschwimmen, was ihm aber nur schlecht gelang, da ihm nur wenige Segmente mit Ruderborsten zur Verfügung standen. In der Zwischenzeit waren hinter der Schnittfläche ein neues Analsegment und 11 rudertragende Segmente regeneriert worden, doch waren diese noch sehr klein und das vorderste von ihnen nur etwa halb so breit als das letzte der stehen gebliebenen Segmente, so daß man die Schnittstelle sofort erkennen konnte. Die Ruder der neuen Segmente zeigten die typische Verbreiterung ihrer äußeren Fortsätze, wie sie der umgewandelten Form zukommt, und trugen alle Messerborsten, deren Größe im richtigen Verhältnis zu der der Ruder stand, so daß sie also viel kleiner waren, als die der davorliegenden.

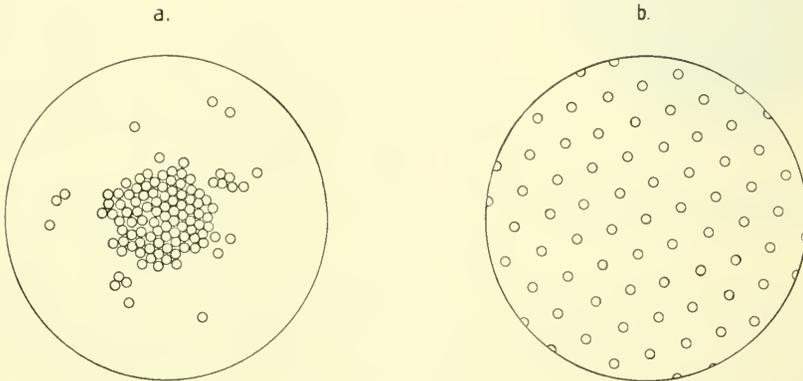
Als Schwärmzeit der kleinen heteronereiden Form von *Nereis dumerilii* werden meistens die Monate Februar und März angegeben. Man kann nach meinen Erfahrungen tatsächlich auch diese Monate und dazu noch den April als die Hauptschwärmzeit unseres Wurmes bezeichnen, doch muß hier bemerkt werden, daß mir vom Oktober bis zum Mai in jedem Monat einzelne heteronereide reife Exemplare aus dem Meere gebracht wurden, wie sich auch in meinen Zuchtgläsern die Umwandlung der Tiere nicht auf jene kurze Spanne Zeit beschränkte. Wir haben ja gesehen, wie sich ein Individuum z. B. im Juli umwandelte. Die Tabelle auf S. 95 im III. Teil dieser Arbeit gibt eine Übersicht über die Tage, an denen Exemplare der Form β im Meere erbeutet wurden, während in der Tabelle auf S. 96 sämtliche in meinen Gläsern metamorphosierten Würmer aufgezählt sind. Wir wollen hier nicht näher auf die Zeit des Vorkommens der Form β eingehen, da sich der III. Teil dieser Arbeit speziell mit dieser Frage beschäftigt.

Schon Claparède hat darauf hingewiesen, daß bei der Umwandlung die Zahl der feinen Blutgefäße in den Lappen der Parapodien bedeutend vermehrt wird. Es hängt das damit zusammen, daß die große Menge der Geschlechtsprodukte, welche ebenso wie bei der nereiden Form die ganze Leibeshöhle der heteronereiden ausfüllen, das Bedürfnis des Tieres nach Sauerstoff sehr stark erhöht, so daß der Gasaustausch, welcher vornehmlich an jenen kiemenartigen Erweiterungen der Parapodien stattfindet, ein äußerst reger wird. Bouhioi (1903) hat gezeigt, daß bei der Geschlechtsreife der heteronereiden Form von *Nereis irrorata* die Steigerung der Respiration etwa das dreifache des Mittels bei der nereiden Form ausmacht. Demgemäß wird dann auch der Rhythmus der Pulsationen des Rückengefäßes entsprechend beschleunigt, wie ich an den sehr schnell durch das Gefäß jagenden Blutwellen konstatieren konnte. Leider wurde die auf eine bestimmte Zeiteinheit fallende Zahl solcher Kontraktionen nicht näher bestimmt.

Sobald die Tiere völlig reif sind, beginnen sie, wie schon gesagt wurde, lebhaft umherzuschwimmen. Im freien Meere suchen sie die obersten Wasserschichten auf, wo sich dann die Geschlechter, welche eine starke Anziehung auf einander ausüben, finden. Gelegentlich treten

unsere Tiere in gewaltigen Brutschwärmen auf, von denen im III. Abschnitt noch die Rede sein wird.

Wenn reife heteronereide Männchen und Weibchen zusammen in ein größeres Glasgefäß gesetzt wurden, so steigerte sich ihre Beweglichkeit aufs Äußerste. Vor allem die Männchen umkreisten ständig die agil unherschwimmenden Weibchen und nach kurzer Zeit ließen beide ihre Geschlechtsprodukte fahren, wobei sich die Eier langsam auf den Boden des Gefäßes senkten, die Spermatozoen aber sich über die ganze durch die schwimmenden Tiere bewegte Wassermasse verteilten, wie sich an der milchigen Trübung derselben erkennen ließ. — Es ist in der Literatur mehrfach erwähnt worden, daß die abgelegten Eier der heteronereiden Form von *Nereis* als eine zusammenhängende Masse in Schleim gehüllt planktonisch an der Oberfläche des Meeres trieben. Nach



[Fig. 12.

Gesichtsfeld des Mikroskops mit den Eiern der kleinen heteronereiden *Nereis dumerilii* in der Mitte einer Uhrschale. a) vor, b) nach der Befruchtung.

meinen Erfahrungen kann ich dies für die Eier von *Nereis dumerilii* nicht bestätigen, denn stets sah ich sie befruchtet einzeln zu Boden sinken.

Bringt man eine Anzahl reifer Eier der Form β unter Wasser in eine Uhrschale, so rollen sie nach der tiefsten Stelle in der Schale zusammen, und zwar so dicht, daß sie sich berühren (Textfig. 12a). Setzt man nun dem Wasser eine Anzahl reifer Spermatozoen zu und rührt den Inhalt der Schale durcheinander, so gelingt es nicht, die Eier wieder in die vorige Lage zu bringen. Man sieht vielmehr, daß sie, wenn man sie durch Erschütterungen in der Mitte der Schale zusammentreiben will, zwar der tiefsten Stelle zustreben, sich aber nicht mehr berühren, sondern in gleichmäßigen Abständen von einander liegen bleiben. Man erhält auf diese Weise ein regelmäßiges Muster auf dem Boden der Schale (Textfig. 12b). Das Auftreten dieser Erscheinung ist zugleich der sichere Beweis dafür, daß die Befruchtung der Eier tatsächlich stattgefunden hat.

Auch bei starker Vergrößerung unter dem Mikroskop findet man zwischen den Eiern nichts, was sie an einer völligen Annäherung hindern könnte. Bringt man jedoch fein zerriebenes, im Wasser unlösliches Karmin in die Uhrschale, so sieht man alsbald, wie sich die Körnchen des Farbstoffes

zu die Eier polyedrisch umgebenden Figuren anordnen, woraus hervorgeht, daß jedes einzelne Ei von einer Gallerthülle umgeben ist, welche unter gewöhnlichen Verhältnissen völlig unsichtbar bleibt, da sich ihr Lichtbrechungsindex wohl nur wenig von dem des Wassers unterscheidet.

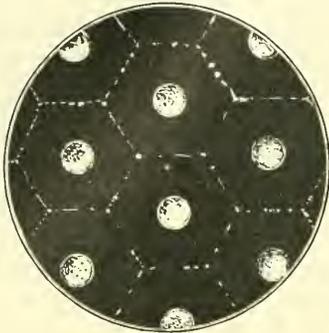


Fig. 13.

Gesichtsfeld des Mikroskops mit befruchteten Eiern der kl. heteronereiden *Nereis dumerilii* bei Dunkelfeldbeleuchtung.

Die Gallerthüllen lassen sich auch mit Hilfe der Dunkelfeldbeleuchtung sichtbar machen, wie Textfig. 13 zeigt. Man erkennt denn auch an isoliert liegenden einzelnen Eiern, daß diese Hüllen normalerweise kugelförmig sind und sich nur da, wo viele Eier sich zusammen drängen, polyedrisch aneinander abplatten. Schon Goette (1882 S. 84) beschreibt eine wenig sichtbare Hülle bei den Eiern von *Nereis dumerilii*, erkannte aber die wahren Verhältnisse ebensowenig wie Salensky (1882), der ganz unregelmäßige Grenzkonturen um die Eier zeichnete (Fig. 1 NA). Nur ganz lose kleben in dem Uhrschildchen die Eier mit ihren Gallerthüllen aneinander. Die in großen Gläsern abgelegten und befruchteten Eier dagegen fallen, wie bereits gesagt, einzeln zu Boden, und so ist vor allem im Meer keine Möglichkeit für sie vorhanden, sich zu größeren Haufen zusammenzuballen.

Claparède gibt als Durchmesser der Eier der kleinen heteronereiden Form 200 μ an, Ehlers 189 μ . Die von mir festgestellten Maße schwanken zwischen 160 und 175 μ für das eigentliche Ei. Die Gallerthülle erreicht einen ziemlich beträchtlichen Durchmesser. Ihre Dimensionen sind nämlich nicht sofort nach der Befruchtung des Eies, wo wir sie ja erscheinen sehen, unveränderlich festgelegt, sondern noch lange Zeit hindurch nimmt die Dicke der Hülle zu. Es betrug der Abstand zwischen zwei Eiern im Lichten gemessen:

$\frac{1}{4}$ Stunde nach der Befruchtung	. . . . .	18 μ
$\frac{1}{2}$ „ „ „ „	. . . . .	24 „
$\frac{3}{4}$ „ „ „ „	. . . . .	272 „
1 „ „ „ „	. . . . .	400 „
$1\frac{1}{4}$ „ „ „ „	. . . . .	496 „
$1\frac{1}{2}$ „ „ „ „	. . . . .	560 „
20 Stunden „ „ „ „	. . . . .	640—800 „

Aus dieser Erscheinung geht wohl ziemlich sicher hervor, daß wir es hier mit einer Quellung zu tun haben, wie sie sich in ähnlicher Weise bei den Eiern vieler Tiere wiederfindet. Wilson (1892) beschreibt, wie bei den Eiern von *Nereis limbata* etwa 20—30 Minuten nach der Befruchtung die innere, dickere der beiden den Dotter umgebenden Schichten, die er wegen ihrer radiären Streifung „zona radiata“ nannte, allmählich schwindet. Man könnte deshalb daran denken, daß diese auch bei *Nereis dumerilii* vorhandene Zona radiata etwa einen Stoff enthält, welcher nach der Befruchtung aus dem Ei ausgeschieden wird und dann in Verbindung mit dem Seewasser zu quellen beginnt. Die Gallerthülle der Eier der nereiden Form entspricht wohl der hier beschriebenen der heteronereiden Form, doch wird sie, wie wir sahen, nur etwa 92 μ dick. Die 320—400 μ starke Gallerthülle der planktogenen Eier ist eine besondere Anpassung an die an der Oberfläche des Meeres erfolgende Ablage

und Befruchtung derselben, die bei ihrem langsamen Hinabsinken auf den Meeresboden in ganz anderem Maße feindlichen Angriffen ausgesetzt sind, als die in der Röhre von der Mutter bewachten Eier der Form α (vergl. Loisel 1900). Bereits Haecker (1896) wies auf diese Funktion der Laichgallerte hin.

Die Eier selbst sind im Gegensatz zu denen der nereiden Form schön durchsichtig und hellgelb, da sie viel weniger Nahrungsdotter führen als jene. Wie sich aus den oben angegebenen Maßen ergibt, beträgt der Durchmesser eines befruchteten Eies mit seiner Gallerthülle $1\frac{1}{2}$ St. nach der Befruchtung etwa 720—735 μ . — Sie beginnen nun, sich innerhalb der dicken Gallerthüllen zu furchen, und bereits etwa 12 Stunden nach der Befruchtung haben sie sich zu Trochophora-Larven entwickelt, welche in den Hüllen lebhaft rotieren. Schon am Tage nach der Befruchtung verlassen dann viele die brüchig gewordene Gallerthülle und schwimmen frei umher, andere sah ich erst nach mehreren Tagen sich aus ihrem Gefängnis befreien. Sobald die ersten Stadien der Furchung vorüber sind, schwindet die vorher gelbliche Farbe des Eies, welches nun im durchfallenden Lichte, ebenso wie die späteren Trochophoren schön durchsichtig hellblau erscheint.

Die Eier lassen sich auch künstlich ohne Zusatz von Sperma zur Entwicklung bringen. M. H. Fischer (1902 und 1903) beschreibt bereits die durch Erhöhung des osmotischen Druckes hervorgerufene künstliche Entwicklungserregung bei *Nereis limbata*, die er bis zu schwimmenden Trochophoren züchtete. Durch Schütteln der Eier mit Seewasser, das eine gewisse Menge Chloroform oder Benzol (nach Angaben von Herbst 1893) enthielt, gelang es mir, die Gallerthülle an den Eiern hervorzubringen. Auch furchten sich einige der so behandelten Eier, entwickelten sich aber nicht weiter.

Die heteronereiden Elterntiere schwimmen nach dem Abbläuen noch einige Zeit umher, wobei ihre Rückengefäße immer noch ziemlich lebhaft das dunkel-karminrote Blut vorwärts bewegen, doch dann ist ihr Schicksal besiegelt; spätestens nach ein oder zwei Tagen gehen sie zu Grunde. Bei den so durchaus speziellen Anpassungen ihres ganzen Körpers an die zum Brutgeschäft nötigen Funktionen ist es den Tieren nicht möglich, sich etwa wieder in die einfachere nereide Form zurück zu verwandeln, wie denn heute wohl alle Autoren darüber einig sind, daß die Geschlechtsreife der heteronereiden Form ein Endstadium bedeutet.

Nicht alle Individuen, welche sich in die Form β umwandeln und damit geschlechtsreif werden, erzeugen zum erstenmal in ihrem Leben Nachkommenschaft. In zwei Fällen, bei den Tieren No. 38 und 39 (S. Tabelle S. 69) gelang es mir, dieselben, nachdem sie in der nereiden Form geschlechtsreif gewesen waren, weiter am Leben zu erhalten, worauf sie sich nach einiger Zeit in die Form β umwandelten und zum zweiten Male Geschlechtsprodukte produzierten.

Das am 30. September gefangene und isolierte Weibchen No. 38 war am 5. November reif und legte seine Eier, da ihm kein Männchen beigegeben war, außerhalb seiner Wohnröhre ab. Leider wurden bei diesem Tier, wie bei No. 39, die Segmente nicht gezählt, so daß bestimmte Größen nicht angegeben werden können. Sicher ist aber, daß dieses Weibchen nach der ersten Reife weiterwuchs und größer wurde, bis es sich umzuwandeln begann und am 3. April als reifes heteronereides Weibchen umherschwamm. Zwischen beiden Reifezuständen lag also eine Zeit von 149 Tagen.

Das Männchen No. 39 wurde am 29. Oktober gefangen, mit einem reifen Weibchen zusammengespart und befruchtete bereits am 30. Oktober regulär in dessen Röhre die von jenem abgelegten Eier, aus denen die Zucht No. 3 hervorging. Darauf wurden beide Tiere isoliert. Das Weibchen starb nach nicht langer Zeit, das Männchen dagegen blieb am Leben, besaß am 12. November 39, am 5. Dez. 45, am 27. März 53 Rudersegmente und metamorphosierte, so daß es am 9. April als reifes heteronereides Männchen umherschwamm. Bei ihm betrug die Zeit zwischen beiden Reifezuständen 161 Tage.

Wir haben hier einen Fortpflanzungsmodus vor uns, der an die von Ch un (1888 und 1892) an Vertretern (*Eucharis*) der zu den Ctenophoren gehörenden Gruppe der *Lobatae* aufgefundenen Verhältnisse erinnert. Ch un führte den Namen „Dissogonie“ für eine derartige Zeugung ein und definiert diesen Begriff folgendermaßen: „Als Dissogonie bezeichne ich die Geschlechtsreife eines und desselben Individuums in zwei verschiedenen Formzuständen, zwischen welche eine mit Rückbildung der Geschlechtsprodukte verbundene Metamorphose sich einschaltet.“

Schon damals wies Ch un auf die Möglichkeit hin, daß vielleicht bei den *Lycoriden* und speziell bei *Nereis dumerilii* ebenfalls eine Dissogonie vorkommen könnte. In einer Anmerkung auf S. 100 sagt dieser Forscher: „Es dünkt mir weiterhin nicht unwahrscheinlich, daß manche Entwicklungsvorgänge bei Würmern mit einer Dissogonie gepaart sein dürften. Ich denke hierbei speziell an die eigenartige Zeugung der Nereiden, wie sie schrittweise durch die Untersuchungen von Ehlers und Claparède bekannt wurde.“ Er schildert dann die durch von Wistinghausens Arbeit nochmals festgestellten verschiedenen Formen unserer *Nereis dumerilii* und sucht durch ein Schema deren Verhalten zu einander zu verdeutlichen. Schließlich fährt er fort: „Leider sind uns die Schicksale der geschlechtlich erzeugten Nachkommen völlig unbekannt; wir wissen nicht, ob die Larven der Heteronereis-Formen sich wieder zu Heteronereis oder zu Nereis ausbilden und ebensowenig sind wir darüber orientiert, welche äußeren Bedingungen die Umwandlung der kleinen Nereis in eine kleine Heteronereis resp. in eine mittlere geschlechtliche Nereis und in die große Heteronereis im Gefolge haben. Die moderne Entwicklungsgeschichte hat ein größeres Interesse daran, den Aufbau der Organsysteme aus Keimblättern kennen zu lernen, denn den nach meiner Ansicht weit bedeutungsvolleren cyklischen Lebensvorgängen nachzuspüren: so sind wir denn über die Furchung der dotterreichen Nereis-Eier, über ihre vier den Kopflappen bildenden „Enecephaloblasten“ und über die den Rumpf liefernden „Somatoblasten“ auf das genaueste unterrichtet, ohne daß indessen das weitere Schicksal der Larve verfolgt worden wäre. — Ich kann nun die Vermutung nicht unterdrücken, daß vielleicht eine Dissogonie in die Entwicklung von *Nereis dumerilii* hereinspielt. Man hat sich bisher mit der Auffassung begnügt, daß mit dem Eintritt der Geschlechtsreife bei der kleinen Nereis und Heteronereis auch die Entwicklung des Individuums abgeschlossen sei; es verlohnt sich zum mindesten der Mühe, weiter zu prüfen, ob diese Auffassung zutrifft, oder ob nicht doch nach der geschlechtlichen Tätigkeit eine Umwandlung in die große Nereis resp. Heteronereis stattfindet“.

Wie wir sehen, haben sich die Vermutungen Ch un s bestätigt, zunächst wenigstens insofern, als tatsächlich eine Dissogonie bei *Nereis dumerilii* sicher festgestellt werden konnte. Nachdem die Tiere in der Form α ihre Geschlechtsprodukte abgesetzt hatten, wuchsen sie zunächst weiter, um dann die Metamorphose durchzumachen und in der Form β nochmals geschlechtsreif zu werden. Die Würmer wandelten sich allerdings nicht, wie Ch un es vermutete, in die dritte reife, die große heteronereide Form um, sondern wählten die kleine heteronereide Form, doch ändert das ja nichts am Prinzip des Zeugungsmodus.

D. Die grosse heteronereide Form.

Die große heteronereide *Nereis dumerilii* ist die dritte Form, in welcher dieser Wurm geschlechtsreif werden kann und die ich deshalb mit γ bezeichne. Sie ist wie Form α und β getrennt geschlechtlich. Claparède fand im März in den Röhren unserer Art gelegentlich Würmer, die durch ihre Größe und ihr Aussehen auffielen. Er beschreibt diese *Nereis* folgendermaßen: „Elle est violette en avant, et d'un vert d'eau assez délicat en arrière. Malgré cette coloration si frappante, il est facile de se convaincre qu'il ne s'agit point d'une espèce particulière. C'est une *Nereis dumerilii* chez laquelle le pigment péritonéal a atteint son maximum de développement dans la région antérieure du corps, mais est en voie de résorption plus en arrière. Quant à la couleur vert-pâle de la région postérieure, elle est due au développement de ce tissu particulier que j'ai décrit ailleurs sous le nom de tissu sexual. Les cellules de ce tissu (III, 3A, a) renferment, en effet, en outre des nucléus et d'une vacuole pleine d'un liquide aqueux, une gouttelette, parfois plusieurs, d'une substance verte, d'apparence grasseuse. Lorsque ce tissu est assez développé pour remplir toute la cavité périspéciale, la couleur verte de ces gouttelettes perce à travers la paroi du corps.“ Da solche großen Würmer nie in der nereiden Form geschlechtsreif wurden, sondern die in ihnen beginnende Entwicklung der Geschlechtsprodukte stets den ersten Anfang zu einer Verwandlung in die heteronereide Form bedeutete, so nannte Claparède das Stadium, auf dem sich die großen Würmer befanden: „phase epigame“. Als bald geht dann die Metamorphose vor sich und es resultieren heteronereide Würmer, die ihrem Bau nach völlig denen der von mir Form β genannten gleichen. Trotzdem bei ihnen nun echte Schwimmruder mit Messerborsten ausgebildet sind, vermögen diese Tiere nicht wirklich zu schwimmen, weil sie offenbar zu schwer sind. Nur mühsam erheben sie sich durch ihre Bewegungen vom Boden.

Nach Claparède sind die Spermatozoen der großen und kleinen heteronereiden Form gleich, dagegen sollen sich ihre Eier unterscheiden, indem beim Ei der Form β die gelbe Farbe und die „zone granuleuse périphérique“ fehlen sollen, die er bei der Form γ erkannte. In der Größe gleichen sich nach diesem Autor die Eier beider Formen. Wir haben bereits gesehen, daß die von Claparède den Eiern der Form β abgesprochenen beiden Merkmale wohl vorhanden sind, so daß also kein Unterschied zwischen den Eiern beider Formen existiert. Es bliebe demnach als einziges Unterscheidungsmerkmal zwischen Form β und γ nur die verschiedene Größe und die damit verbundene größere oder geringere Beweglichkeit bestehen.

Von Wistinghausen hat sich nicht näher in einen Vergleich beider Formen eingelassen, sondern gibt nur an, daß die größten Tiere in der nereiden Form 55—65 mm lang werden und sich bei Messina im Juni und Juli in die große heteronereide Form umwandeln, welche im August reif wird. „Die Eier der letzteren Form“, fährt er dann fort, „enthalten wenig Nahrungsdotter und werden in Tuben abgelegt. Die große Heteronereis tritt niemals pelagisch auf. Wie die Entwicklung verläuft, ob mit, ob ohne Metamorphose, ist unbekannt, doch glaube ich, aus dem geringen Gehalt der Eier an Nahrungsdotter schließen zu können, daß ersteres der Fall ist.“

Wie schon früher hier auf S. 71 gesagt wurde, wurden mir gelegentlich meines ersten Aufenthaltes in Neapel im Frühjahr 1907 mehrfach große nereide Würmer mit 85—92 borstentragenden Segmenten gebracht, welche sich nach den reichlich in ihnen heranwachsenden Geschlechtsprodukten und nach ihrer Färbung als die „phase epigame“ Claparèdes erkennen ließen. Sie wandelten sich denn auch bald in die Form γ um. Andere so große Würmer, die zwar noch in ihren Röhren saßen, als sie gefangen wurden, hatten zu jener Zeit schon die Metamorphose beinahe durchgemacht.

Obwohl mir nun bei meinem zweiten langen Aufenthalt in Neapel ebenfalls größere Würmer, bis zu solchen mit 87 Ruderpaaren zu Gesicht kamen, so war es mir doch nicht möglich, jene „phase epigame“ oder große heteronereide Tiere zu erhalten. Trotz eifrigen Nachsuchens an den verschiedensten Fundstellen besonders in den Frühjahrsmonaten, aber auch in den andern Jahreszeiten, und trotz der Bemühungen des erfahrenen, nun leider so plötzlich verstorbenen Dr. L o B i a n c o, dem ich die, wenn auch nicht gerade schwierige, so doch um so reichlichere Materialbeschaffung für diese Arbeit in erster Linie zu verdanken habe, — gelang es nicht, jene Form auch nur in einem Exemplar zu erbeuten. Infolgedessen mußte die Aufzucht von Nachkommen der Form γ unterbleiben.

Bei der völligen Übereinstimmung des Baues der Formen β und γ möchte es mir scheinen, als seien beide nicht prinzipiell von einander verschieden. Wie wir sahen, kamen mir vielfach Tiere vor, welche ich, da sie frei beweglich umherschwebten, ohne Zögern der Form β zurechnete, deren Körperlänge aber manchmal eine ziemlich große, bis zu 50 mm war und deren Segmentzahl mitunter die für die Form β durchschnittliche (65—70 Rudersegmente) weit überschritt, indem sie bis zu 87 stieg. Sollte man diese die normale Größe der Form β überschreitenden Individuen nicht als Übergänge zwischen den beiden heteronereiden Formen ansehen können?

Ausschlaggebend wäre hier wohl in erster Linie die Art der Entwicklung der befruchteten Eier der Form γ , über die wir noch gar nichts kennen. V o n W i s t i n g h a u s e n behauptet, die Eier der Form γ würden in Tuben abgelegt. Doch sagt er dieses nur in jener oben angeführten Stelle. Es geht nun in keiner Weise aus seiner Arbeit, die sich im weiteren lediglich mit der Furchung der nereidogenen Eier beschäftigt, hervor, ob er zu dieser Behauptung auf Grund von eigenen Beobachtungen gekommen ist, oder sie nur aus den Angaben C l a p a r è d e s abgeleitet hat. Da die Eier der beiden heteronereiden Formen nicht verschieden von einander sind, und andererseits v o n W i s t i n g h a u s e n in jenem oben (S. 89) zitierten Absatz selbst meint, daß sie sich wohl mit M e t a m o r p h o s e entwickeln, so möchte ich eher annehmen, daß auch die Eier der großen heteronereiden Form außerhalb der Röhren abgelegt und befruchtet werden und sich dann in derselben Weise wie die der Form β unter Bildung eines Nectochaeta-Stadiums weiterentwickeln. Die beiden Geschlechter, welche zwar nicht schwimmen, könnten sich ja auch außerhalb ihrer Röhren in ihrem Wohnbezirk treffen und ablaichen. Außerdem kommt der Art der Eiablage, ob innerhalb oder außerhalb der mütterlichen Wohnröhre, keine so wichtige Bedeutung zu wie dem Entwicklungsmodus, ob mit oder ohne Nectochaeta. Die endgültige Entscheidung dieser Frage muß späteren Untersuchungen überlassen bleiben.

Während nach meinen Erfahrungen die Form γ von *Nereis dumerilii* in Neapel das eine Jahr verhältnismäßig häufig, das andere Jahr wieder gar nicht oder sicher sehr selten aufzutreten pflegt, hören wir von D e S a i n t - J o s e p h (1888), daß er an der Küste der Bretagne die heteronereide *Leontis dumerilii*, wie er unseren Wurm nennt, nur in der großen, nicht schwimmfähigen Form antraf. Die Männchen waren 4—6 cm lang, die Weibchen im allgemeinen noch etwas größer. Erstere besaßen 74—80, letztere 83—85 borstentragende Segmente. Im Juli traf er in den Vertiefungen von Austernschalen junge Nereiden mit 9 Rudersegmenten von 0,8 mm Länge, die er für die Nachkommen jener hält und deren weitere Entwicklung er beschreibt, wie bereits auf S. 9 angegeben wurde. Sollten diese jungen Würmer wirklich zu unserer Art gehört haben, wie es ja allen Anschein hat, so wäre die Tatsache, daß sie sich mit erst 9 Rudersegmenten schon frei umher bewegten, ein weiterer Beweis für eine Entwicklung mit Metamorphose bei den Nachkommen der Form γ .

Wie verschiedenartig die Lage und die Verhältnisse des Aufenthaltsortes unseren Wurm be-

einflussen, zeigt auch die Mitteilung von L a n g e r h a n s, der bei Madeira unter vielen Hunderten von gefangenen *Nereis dumerilii* niemals eine heteronereide oder eine in Umwandlung begriffene fand. Wir sehen also schon aus den verhältnismäßig spärlichen Angaben in der Literatur über die Faunistik unserer Form, daß im Golf von Neapel und bei Messina alle drei Geschlechtsformen nebeneinander, an der Küste der Bretagne nur die Formen α und γ , bei Madeira nur die Form α vorkommen. Allerdings ist zu berücksichtigen, daß an den anderen Orten nicht so lange Zeit hindurch beobachtet worden ist als bei Neapel, so daß bei einer genaueren Durchsicht dort vielleicht auch noch die fehlenden Formen gefunden werden können.

Leider haben meine Zuchten keinen Anschluß über das Vorleben der großen nereiden Form, der „phase epigame“ C l a p a r è d e s gegeben. Selbst Würmer, die $\frac{3}{4}$ Jahr in der Gefangenschaft lebten, zeigten kein Merkmal, aus dem sich entnehmen ließ, daß sie bis zu jener Größe heranwachsen, und sich dann umwandeln wollten. Es bestehen zwei Möglichkeiten für die Form γ ; entweder mögen manche der aus den Eiern hervorgehenden Würmer direkt heranwachsen bis zur Größe der *Nereis* der „phase epigame“ und sich dann umwandeln in die Form γ , oder sie mögen dazwischen erst einmal geschlechtsreif werden in der Form α , so daß wir abermals eine Dissogonie vor uns hätten. Die Form β als Endstadium eines Nereiden-Lebens kommt nicht in Frage. Nach Analogie mit dem Schicksal der Form β müssen wir dann annehmen, daß auch die Form γ ein das Leben des Individuums beendendes Stadium ist.

Von weiteren möglichen Zusammenhängen der drei im Golf von Neapel auftretenden Geschlechtsformen von *Nereis dumerilii* wird am Schlusse dieser Arbeit noch einmal zusammenfassend die Rede sein.

E. Die hermaphrodite Form.

Mit den drei getrenntgeschlechtlichen Formen α , β und γ ist nun die Reihe der Reifezustände unserer Art noch nicht erschöpft. Es gibt eine weitere Form, die ich mit δ bezeichnen will, welche hermaphrodit ist. Sie wurde allerdings bisher im Golf von Neapel nicht gefunden, sondern ist nur von Marseille und der Küste bei San Remo und Villefranche sowie von der Nordküste der Normandie bekannt.

In der Literatur wurde diese Form zuerst von M o q u i n - T a n d o n (1869) als *Nereis massiliensis* erwähnt. M e c z n i k o w entdeckte sie im November des Jahres 1869 auch bei San Remo und Villefranche und erkannte ihre Identität mit *Nereis dumerilii*. C l a p a r è d e (1870) hat die Form dann ausführlicher beschrieben.

Die 40, 50 oder 60 Segmente zählenden Würmer enthielten sowohl Eier als Sperma in ihrer Leibeshöhle. Dort werden auch die mit gelbem Dotter versehenen Eier befruchtet, so daß sie sich zu entwickeln beginnen, nachdem sie sich mit einer Gallerthülle umgeben haben (Clp. Taf. IV Fig. 7). Eine Umwandlung in eine heteronereide Form scheint nicht vorzukommen, da sich während des Dezember, Januar und Februar keine Anzeichen hierfür fanden.

Neuerdings haben C a u l l e r y e t M e s n i l (1898) diese hermaphrodite Form in der „Anse de Saint-Martin“, einer Bucht an der Nordküste der Normandie in der Nähe von Cherbourg, gefunden, ebenso auch F a u v e l (1900) bei Bretteville und Fort Flamands in derselben Gegend. Die ersteren

Autoren teilen mit, daß viele der dortigen Würmer hermaphrodit, und zwar protandrisch seien. Auf S. 180 schreiben sie: „Or, nous l'avons retrouvée en grande abondance, à la Hague, où elle pullule, dans les algues des mares à *Lithothamnion* et de la zone des marées en général. Nous n'y avons pas observé de viviparité. On trouve, d'autre part, ses embryons dans les tubes habités par elle. Nous concluons donc, comme pour *N. diversicolor*, que la viviparité est occasionnelle, mais non nécessaire“. Allerdings ist diese Form nicht vivipar, wie aus den eben zitierten Worten hervorgeht, und wie die beiden Forscher schon vorher in einer Anmerkung (S. 147) betonten: „La *Nereis dumerilii* de la Hague est ovipare. Peut-être la viviparité constatée par Metchnikoff, d'une façon indéniable, était-elle accidentelle“.

Es fragt sich nun, ob wir es hier wirklich mit einer nur gelegentlich, nach den äußeren Umständen mehr oder weniger häufig auftretenden weiteren geschlechtlichen Form unserer *Nereis dumerilii* zu tun haben, oder etwa mit einer jener zwar äußerst nahe verwandten, vielleicht nur den Rang einer Unterart einnehmenden Varietät, welche aber ihren Zeugungskreis für sich, unabhängig von dem der anderen Formen besitzt. Erst weitere Untersuchungen an den Fundstellen dieser Form können darüber Aufschluß geben, ob dort neben der hermaphroditen auch noch eine oder mehrere der übrigen Geschlechtsformen unseres Wurmes vorkommen, und ob deren Lebenszyklen etwa ineinander übergehen können, so daß man zeigen könnte, daß nur besondere Bedingungen es sind, welche das Tier entweder in der Form α , β , γ oder δ reif werden lassen.

Erinnert sei hier an die bei *Nereis diversicolor* herrschenden Verhältnisse. Max Schultze (1856) hatte von Tieren dieser Art aus der Ostsee bei Greifswald nachgewiesen, daß sie vivipar wären. Mendthal (1889) zeigte dann, daß die im Frischen Haff vorkommenden *Nereis diversicolor* hermaphrodit, und zwar proterogyn und in der Regel ovipar seien. Es bleiben aber nach diesem Autor nach dem Abbläuen immer eine Anzahl Eier in der Leibeshöhle, die dort eventuell befruchtet werden und sich entwickeln können. McIntosh (1907) fand dann an der schottischen Küste dieselbe Art getrennt geschlechtlich, niemals hermaphrodit oder vivipar. Wir sehen also auch bei dieser Lycoride, daß sie sich je nach dem Aufenthaltsort verschieden verhält.

III. Schwärmen der heteronereiden Form.

Durch das Entgegenkommen des Herrn Dr. Lo Bianco erhielt ich sämtliche in der Zeit meines Aufenthaltes an der Neapler Station vom 1. Oktober 1908 bis 15. August 1909 von den Fischern der Anstalt erbeuteten heteronereiden *Nereis dumerilii*. Die Tiere wurden zum größten Teil gelegentlich des von der Station tagaus tagein regelmäßig in den frühen Morgenstunden unternommenen Planktonfischens gefangen, nur selten von den Fischern bei dem Suchen nach andern Tieren mit erbeutet. Wenn eine derartige Beschaffung des Materiales auch durchaus keine planmäßig quantitativ geregelte ist, wie man sie etwa durch das Fischen mit einem Netz von bestimmter Öffnung, Größe und Maschenweite, an regelmäßig demselben Ort, zu genau der gleichen Zeit, während der gleichen Dauer hätte vornehmen können, so war, weil die Fänge vor allem gerade bei dem Plankton-

fischen gemacht wurden, doch eine gewisse Konstanz in Fang-Zeit, -Dauer, -Ort und -Apparat vorhanden. Den folgenden Ausführungen liegt nämlich die Annahme zu Grunde, daß die Anzahl der an ein und demselben Orte zu gleicher Tageszeit während derselben Zeitdauer in einem bestimmten Wasservolumen der Meeresoberfläche an den einzelnen Tagen der verschiedenen Abschnitte des Jahres freischwimmend auftretenden heteronereiden *Lycoriden* einigermaßen proportional ist der Anzahl der an diesen Tagen oder in der Nacht vorher wirklich zur Oberfläche gestiegenen Würmer.

In welcher Weise sich diese Tiere an der Oberfläche des Meeres verbreiten, ist noch in völliges Dunkel gehüllt. Zerstreuen sie sich planlos, sobald sie in den oberen Wasserschichten angekommen sind, oder werden sie durch irgend einen vielleicht gerade erst jetzt in ihnen wirksam werdenden Reiz alle in einer bestimmten Richtung fortgeführt? — Es müssen Gründe vorhanden sein, welche die schwärmenden Geschlechtstiere unserer Art, ebenso aber auch die abgelösten, mit Geschlechtsprodukten gefüllten Teile anderer schwärmender Polychaeten, vor allem der Palolowürmer veranlassen, die Nähe der Küste oder seichte Buchten aufzusuchen. Denn wenn sich die Brutschwärme in das offene, tiefe Meer hinaus bewegen und dort ihre Geschlechtsprodukte absetzen, so würden die sich entwickelnden Larven bei ihrer geringen Eigenbewegung nicht imstande sein, die allen diesen in Betracht kommenden Arten eigentümlichen Wohnplätze, die ziemlich dicht unter der Meeresoberfläche, also immer in der Nähe des Landes gelegen sind, zu erreichen, sondern sie würden in ihrer Weiterentwicklung unzuträgliche Tiefen hinabsinken.

Wie schon im vorigen Abschnitt erwähnt wurde und wie es ja sein muß, wenn die Eier der Weibchen sicher befruchtet werden sollen, üben die beiden Geschlechter eine starke Anziehung aufeinander aus, vor allem drängen die männlichen Würmer energisch nach den weiblichen hin. Ebenso ist bei den vorliegenden Tieren eine mäßige positive Phototaxis vorhanden, die bei andern Arten wohl noch viel stärker sein mag, wie die von der Deutschen Tiefsee-Expedition beim Ankerplatz in der großen Fischbai an der Westküste von Afrika gefangenen heteronereiden Vertreter einer neuen Art, *Nereis lucipeta* Ehlers lehren. Diese Würmer fanden sich „in Masse an der Oberfläche des Wassers, unter den Lampen“, und Ehlers (1908) knüpft an die Tatsache, daß lediglich männliche Tiere erbeutet wurden, die Vermutung, daß die Weibchen vielleicht leuchtend sind und so die Männchen herbeilocken. Es ist zwar bis jetzt noch nicht das Leuchten irgend einer *Nereis*-Art nachgewiesen worden, wohl aber hält Herdman (1904) es für wahrscheinlich, daß die phosphoreszierenden Lichter, die er im Frühjahr 1902 im Hafen von Manaar sah, von leuchtenden heteronereiden *Lycoriden* stammen mochten.

Von Wistinghausen, der die bestimmtesten Angaben über das Erscheinen der kleinen heteronereiden *Nereis dumerilii*, welche sich in der Literatur finden, gemacht hat, schreibt darüber, daß diese Form im Februar und März pelagisch auftritt. Auch sonst findet sich in der Literatur stets die Ansicht vertreten, daß im Mittelmeer die Zeit der Geschlechtsreife der vorliegenden Form die ersten Frühjahrsmonate seien. Dem gegenüber konnte durch die oben erwähnte Beschaffung des Materials von mir festgestellt werden, daß im Jahre 1909 das Maximum des Auftretens der Form β zwar in die Monate März und April fiel, daß aber andererseits solche Würmer während des ganzen Winters 1908/09 vorkamen. So erhielt ich diese Form aus dem Meere vom 1. Oktober 1908 an in jedem Monat bis zum 15. Mai. Diejenigen ursprünglich nereiden Tiere, welche sich nach längerer oder kürzerer Gefangenschaft in meinen Versuchsbecken umwandelten, zeigten insofern ein hiervon abweichendes Verhalten, als sie nur vom 13. Oktober 1908 bis 1. Dezember und dann erst wieder vom 27. Februar bis 24. April 1909 heteronereid wurden, so daß eine Pause von beinahe vollen drei

Monaten ohne Umwandlung zu konstatieren war. Während nun aber nach dem 15. Mai bis zum 15. August, dem Ende meiner Beobachtungen, aus dem Meere keine derartigen Würmer mehr zu haben waren, wurden in meinen Versuchsgläsern auch noch später, nämlich am 28. Mai, am 12., 14., 28. und 29. Juni einige Tiere freischwimmend heteronereid, ja ein von mir aus dem Ei gezüchtetes sogar erst am 12. August, zwei andere ebenfalls selbst gezogene noch später, wahrscheinlich im September. Dabei ist bemerkenswert, daß ein Tier vom 12. Juni nur 7, das vom 28. Juni nur 11 Tage in der Gefangenschaft lebte, so daß anzunehmen ist, daß es den Reiz, der es zur Umwandlung brachte, noch in der Freiheit erhalten hat, da die Umwandlung selbst, wie wir sahen, 14—25 Tage dauert. Daraus aber kann man folgern, daß diese Tiere im Meere etwa um die gleiche Zeit reif geworden wären, wie in meinen Becken. An die im September reif gewordenen schließen sich dann die im Jahre vorher im Oktober aus dem Meere gefangenen an, so daß fast in jedem Monat des ganzen Jahres solche heteronereiden Tiere gefunden werden, allerdings besonders häufig im Frühjahr.

Nun sind Fälle aus der Literatur bekannt, wo die kleine heteronereide Form von *Nereis dumerilii*, aber auch die entsprechende von anderen *Lycoriden* nicht nur so vereinzelt und weitverstreut im Meere auftrat, sondern wo gewaltige Mengen, richtige Brutschwärme nach Art der Palolo-Würmer, an bestimmten Tagen gesehen wurden. Wir werden im weiteren Verlaufe dieses Abschnittes noch näher auf diese Schwärme zurückzukommen haben.

Es mag schwer sein, die Art der Verbreitung der von einem bestimmten Orte aus ihren Wohnröhren zur Oberfläche gestiegenen Tiere nach dem Vorkommen der für gewöhnlich nur einzeln im Plankton schwimmenden Individuen zu studieren. Dagegen wäre es wohl eine leichter durchführbare Aufgabe, durch genaue Beobachtung der Schwimmrichtung eines solchen großen Brutschwarmes von heteronereiden *Lycoriden* und durch Feststellung von dessen Grenzen hierüber Aufschluß zu erhalten. Die Faktoren, welche bekamtermaßen auf die Zusammensetzung und die Wanderungen des Planktons von Einfluß sind, wie Wellenbewegung, Strömungen des Wassers und Gezeiten einerseits und meteorologische Vorgänge, vor allem Wind und Regen, andererseits, scheinen bei dem Vorkommen unserer Tiere in den oberflächlichen Wasserschichten keine große Rolle zu spielen, wie es im folgenden gezeigt wird, und wie es sich auch nach der Größe, Widerstandsfähigkeit und lebhaft aktiven Beweglichkeit der heteronereiden Würmer vermuten läßt.

Schon in den ersten Monaten des Jahres 1909 fiel mir an den zunächst ohne besondere Absicht gemachten Notizen über die freischwimmend gefangenen *Nereis dumerilii* eine gewisse Periodizität in dem Auftreten einer Maximalzahl von solchen Würmern auf. Das bekannte Schwärmen anderer geschlechtsreifer Polychaeten, z. B. der Palolo-Würmer, um die Zeit einer bestimmten Mondphase herum brachte mich, zumal die Maxima der von mir notierten Fänge in etwa vierwöchigen Zwischenräumen aufeinander folgten, auf den Gedanken, nachzusehen, ob etwa diese Maxima mit einer bestimmten Mondphase zusammenfallen und ob auf diese Weise sich ein Einfluß des Mondes auf das Schwärmen oder wohl besser auf die Zeit der Entwicklung und Reifung der Geschlechtsprodukte und die damit verbundene Umwandlung der äußeren Körperform nachweisen ließe.

Es zeigte sich, daß in diesen Wintermonaten um die Zeit des ersten Viertels des Mondes die Anzahl der gefangenen Tiere jedesmal ein Maximum erreichte. Die Notizen wurden nun während der übrigen Zeit des Jahres bis zum 15. August fortgesetzt, so daß die folgende Tabelle zusammengestellt werden konnte, die eine Übersicht über sämtliche Fänge und die zugehörigen

Mondphasen enthält. Es sei hier noch bemerkt, daß leider ein Unterschied zwischen solchen heteronereiden Tieren, die noch ihre Geschlechtsprodukte enthielten, also wohl erst vor wenigen Stunden an

Tabelle der vom 1. X. 08 bis 15. VI. 09 im Golfe von Neapel gefangenen freischwimmenden *Nereis dumerilii*.

Tag	Monat	Geschlecht		Summe	Mondphasen	
		♂	♀			
1.	X.	—	—	2	3. X.	☾
16.	„	—	—	2	17. X.	☾
21.	„	—	—	2	17. X.	☾ 25. X. ☽
30.	„	4	2	6	1. XI.	☾
30.	XI.	3	2	5	30. XI.	☾
3.	XII.	3	—	3	30. XI.	☾ 7. XII. ☽
19.	„	1	1	2	15. XII.	☾ 23. XII. ☽
26.	„	4	—	4	23. XII.	☽ 30. XII. ☾
15.	I.	2	—	2	14. I.	☾
27.	I.	3	2	5	28. I.	☾
30.	„	—	2	2	28. I.	☾
1.	II.	1	1	2	28. I.	☾ 5. II. ☽
22.	„	1	4	5	20. II.	☽ 27. II. ☾
25.	„	1	—	1	27. II.	☾
26.	„	1	—	1	27. II.	☾
3.	III.	3	—	3	27. II.	☾ 7. III. ☽
10.	„	5	—	5	7. III.	☽ 15. III. ☾
13.	„	4	3	7	15. III.	☾
18.	„	6	4	10	15. III.	☾ 21. III. ☽
20.	„	2	1	3	21. III.	☽
24.	„	3	—	3	21. III.	☽ 28. III. ☾
25.	„	3	6	9	21. III.	☽ 28. III. ☾
26.	„	1	1	2	28. III.	☾
27.	„	7	—	7	28. III.	☾
29.	„	5	3	8	28. III.	☾
30.	„	3	4	7	28. III.	☾
9.	IV.	3	—	3	5. IV.	☽ 13. IV. ☾
13.	„	24	12	36	13. IV.	☾
14.	„	2	4	6	13. IV.	☾
15.	„	5	—	5	13. IV.	☾
16.	„	5	1	6	13. IV.	☾ 20. IV. ☽
17.	„	—	1	1	13. IV.	☾ 20. IV. ☽
19.	„	2	—	2	20. IV.	☽
23.	„	1	—	1	20. IV.	☽ 27. IV. ☾
10.	V.	—	—	5	12. V.	☾
14.	„	—	—	3	12. V.	☾

die Meeresoberfläche gelangt waren, und solchen, die bereits abgelaiht hatten, mithin schon seit einem Tage planktonisch gelebt haben konnten, nicht gemacht wurde. Für eine genauere Bestimmung des Eintretens der freischwimmenden Lebensweise wäre eine solche Unterscheidung wohl von Bedeutung.

Beim Durchsehen der vorstehenden Tabelle fällt das Vorwiegen des ersten, im März, April und Mai auch des letzten Viertels des Mondes um die Zeit der Fangtage und noch deutlicher um die Zeit der ergiebigsten Fänge auf.

Recht deutlich zeigt diese Verhältnisse auch die folgende Tabelle, in der die Anzahl der Schwärm-

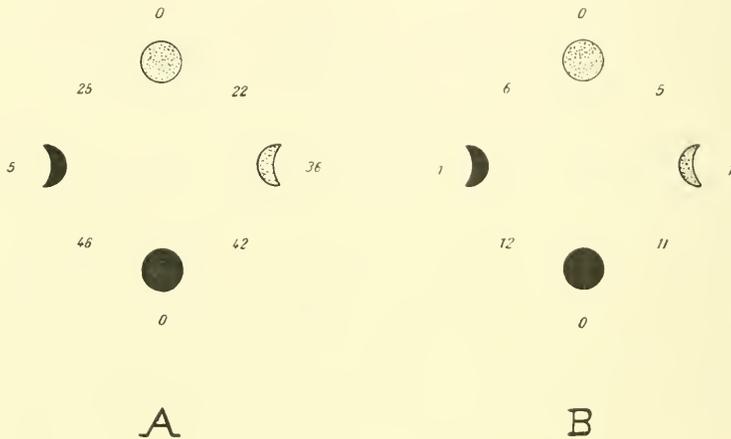
Tabelle der Schwärmtage der heteronereiden *Nereis dumerilii* in ihrem Verhältnis zu den Mondphasen v. 1. X. 08 bis 15. VIII. 09.

	Tage vorher	Tag der Mondphase	Tage nachher	☺	☾	☼	☽
1	3	—	—	—	14 III	16 IV	33 VIII
2	3	1	—	—	50 IV	16 IV	38 IX
3	2	—	—	—	14 III	5 II	22 VI
4	2	1	—	—	50 IV	5 II	29 VIII
5	2	1	1	—	59 VI	5 II	37 IX
6	2	1	2	—	66 VIII	10 III	46 XI
7	1	—	—	—	2 I	5 II	13 III
8	1	1	—	—	38 II	5 II	18 IV
9	1	1	1	—	46 IV	5 II	26 V
10	1	1	2	—	54 VI	10 III	35 VII
11	1	1	3	5 I	70 VIII	18 VI	38 VII
12	—	1	—	—	36 I	—	5 I
13	—	1	1	—	44 III	—	13 II
14	—	1	2	—	52 V	5 I	22 IV
15	—	1	3	5 I	68 VII	13 IV	25 IV
16	—	1	4	8 II	73 X	22 V	30 VI
17	—	—	2	—	16 IV	5 I	17 III
18	—	—	3	5 I	32 VI	13 IV	20 IV
19	—	—	4	8 II	37 IX	22 V	25 VI
			Summa:	31 VII	821 VIC	180 LII	492 CVII

tage (d. h. günstigen Fangtage) und der an diesen Tagen erbeuteten Würmer in ihrer zeitlichen Beziehung zu den Mondphasen dargestellt ist.

Die arabischen Ziffern der rechten Kolonnen geben die Summe der gefangenen Tiere an, die römischen dahinter bezeichnen die Anzahl der Fangtage. Es sind alle möglichen Perioden von Tagen um die Mondphasen herum, begonnen mit dem 3. Tage vor der betreffenden Phase bis zum 3. oder 4. Tage nach der Phase zusammengestellt, in der Weise, daß ein, zwei, drei, vier oder fünf aufeinander-

folgende Tage berücksichtigt wurden. So gibt Horizontreihe 1 die Zahl der ergiebigen Fangtage und der erbeuteten Würmer für alle vier Mondphasen an, für den Fall, daß die Fangtage 1, 2 und 3 Tage vor der Mondphase lagen, Reihe 2 das gleiche, wenn dazu auch noch der Tag der Mondphase selbst kam, usw.; Reihe 7 bezeichnet die Fänge einen Tag vor, Reihe 12 dieselben am Tag der Phase selbst. Bei allen diesen Kombinationen zeigt sich, daß um die Zeit des Vollmondes herum das Schwärmen fast gar nicht vorkommt, etwas häufiger um den Neumond, häufig dagegen in den Tagen um das letzte und erste Viertel, um das letzte wieder mehr als um das erste.



In dem vorstehenden Schema A sind die vier Mondphasen dargestellt mit der Anzahl der auf die Tage jeder Phase und auf die Tage zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Phasen fallenden gefangenen Würmer. Schema B zeigt in gleicher Anordnung die Zahl der Fangtage bei und zwischen den Mondphasen. Das Verhältnis der Zahlen in A und B ist beinahe das gleiche, wie auch schon in der vorigen Tabelle die Zahl der Fangtage und die der gefangenen Tiere immer ziemlich proportional erscheinen. In der Zeit zwischen Neumond und erstem Viertel wurden die meisten Fänge gemacht und auch die meisten Tiere erbeutet. Nicht viel nach steht dieser Periode die Zeit zwischen letztem Viertel und Neumond, während in den beiden Perioden vor und nach Vollmond nur halb soviel Fänge und Würmer zu verzeichnen sind als in den beiden andern Perioden.

Es scheint somit wirklich ein kausaler Zusammenhang zwischen dem Mond und dem Schwärmen von *Nereis dumerilii* zu bestehen. Der Zweck der folgenden Auseinandersetzungen ist es nun, diesen Zusammenhang im einzelnen noch näher zu untersuchen.

Zunächst müssen zwei Fragen beantwortet werden, nämlich erstens: Wie verhält sich das Auftreten der freischwimmenden *Nereis* zu den Einflüssen, die Wind und Regen auf das Wasser der Meeresoberfläche ausüben? und zweitens: Wurden die sich in den Zuchtgläsern umwandelnden *Nereis dumerilii* etwa auch periodisch geschlechtsreif?

Leider sind die hydrographischen Verhältnisse des Golfes von Neapel sehr wenig durchforscht,

so daß z. B. der Einfluß eines bestimmten Windes auf die Strömungen im einzelnen noch gar nicht bekannt oder wenigstens nicht in der Literatur verzeichnet ist. Man weiß, daß SO-, S-, SW- und W-Winde das Plankton in den Golf hineintreiben, und daß O-, NO-, N- und NW-Winde es wieder hinaus-treiben; selbst wenn letztere nur schwach wehen, läßt sich eine Abnahme der pelagischen Tiere meist

Tag	Monat	Anzahl	Richtung des Windes			Geschwindigkeit in km			Regen in 24 Std. u. mm
			9 ^h	15 ^h	21 ^h	9 ^h	15 ^h	21 ^h	
28.	X.		N	N	NNE	12	10	14	—
29.	„		NNE	N	NNE	11	4	10	—
30.	„	6	N	NNW	NNE	12	6	9	—
28.	XI.		NW	NNW	NW	1	7	13	—
29.	„		N	NNW	NNW	9	9	9	—
30.	„	5	NNW	SE	NW	10	3	9	—
24.	XII.		N	NNE	SSW	12	8	7	—
25.	„		N	S	N	12	11	10	—
26.	„	4	SE	N	NNW	6	8	15	—
25.	I.		NNW	N	N	15	11	16	—
26.	„		ENE	SSE	NE	8	4	5	11,8
27.	„	5	NNW	N	NNE	15	14	13	0,7
20.	II.		NNE	NNE	NNE	18	20	8	—
21.	„		N	NNE	NE	8	11	12	—
22.	„	5	N	NW	NNE	8	6	9	—
16.	III.		SSW	SSW	SSW	23	32	30	4,0
17.	„		NNW	NW	WNW	3	8	24	4,0
18.	„	10	WSW	WSW	SSW	2	14	4	—
23.	„		SW	S	S	4	23	24	1,5
24.	„		WSW	NNE	N	14	24	9	8,9
25.	„	9	NE	WSW	SSW	6	24	8	—
26.	„		SSW	WSW	W	39	19	24	23,2
27.	„	7	ESE	SW	NNE	5	17	5	3,8
28.	„		NNE	NE	SSE	8	5	3	0,2
29.	„	8	SSE	SSW	WSW	4	21	9	—
11.	IV.		SSW	WSW	S	2	17	13	—
12.	„		S	SW	S	7	17	14	—
13.	„	36	S	SSW	WSW	12	17	3	—

schon nach einigen Tagen bemerken (Brandt 1885). Es konnte hier daher nur auf die Wind-Richtung und -Geschwindigkeit und auf die täglich eventuell gefallene Regenmenge Rücksicht genommen werden, wie sie von dem „Reale Osservatorio di Capodimonte“ zu Neapel gemessen und veröffentlicht wurden. Auch die immerhin nicht ganz minimale Ebbe und Flut, die einen Unterschied im Wasserstand von 20, ja 30 cm im Golf von Neapel ausmachen kann, wurde nicht mit in Betracht gezogen. Doch lehren A. G. Mayer's (1909) Versuche am atlantischen Palolo auf die wir noch zurückkommen, daß die Gezeiten keine ausschlaggebenden Faktoren für das Schwärmen

jener Würmer sind, und man darf wohl das gleiche für *Nereis dumerilii* bei der im Verhältnis zum atlantischen Ozean geringen Niveauschwankung des Mittelmeeres und bei dem für gewöhnlich nur zerstreuten Schwärmen einzelner Individuen mit umso mehr Recht erwarten.

In den Tabellen am Schlusse dieser Arbeit sind die oben erwähnten meteorologischen Beobachtungen für die in Frage stehende Zeit neben dem Verzeichnis der Fänge eingetragen. Windrichtung und Windstärke scheinen danach ohne Einfluß auf das Vorkommen von heteronereiden Tieren im Plankton zu sein, denn selbst an den Tagen vor und zur Zeit der Maximalfänge findet man ganz verschiedenartige Winde, wie es in der vorhergehenden Tabelle nochmals nebeneinander gestellt ist.

Am 30. Oktober, am 30. November und am 22. Februar wurden Maxima erreicht, nachdem in den Tagen vorher mäßige N-, NNO-, oder NNW-Winde geweht hatten; nach den gerade entgegengesetzt gerichteten, im wesentlichen W-, WSW- und SSW-Winden vor dem 27. März und nach den S-, SW- oder WSW-Winden vor dem 13. April traten aber ebenfalls wieder Maxima auf.

Der Regen scheint sich eher bemerkbar zu machen, denn an den Tagen, an welchen eine größere Anzahl von Tieren gefangen wurde, hat es nie eine nennenswerte Niederschlagsmenge gegeben, und auch in den Monaten Februar und März, wo diese Würmer besonders zahlreich schwärmten, steigt die Anzahl der gefangenen nur dann, wenn der in jener Periode des Jahres recht häufige Regen einmal nachläßt. Wahrscheinlich vertreibt das als Regen auf die Meeresoberfläche kommende Süßwasser die dort schwimmenden *Lycoriden* ebenso wie die anderen Planktonten. Aber natürlich beeinflußt dieses Regenwasser lediglich die Verbreitung der heteronereiden Würmer, nicht deren Schwärmen überhaupt, indem es diese Tiere wahrscheinlich veranlaßt, tiefere Wasserschichten aufzusuchen als in niederschlagsarmen Zeiten, in denen sie sich mehr an der Oberfläche halten. Der Zeitpunkt des Schwärmens selbst, d. h. des Planktonischwerdens der vorher benthonischen Tiere wird wohl auch durch den heftigsten Regen kaum in Mitleidenschaft gezogen.

Sehr wichtig scheint mir die Frage zu sein, ob der Himmel in den Nächten vor dem Schwärmen bewölkt war oder nicht, da wohl nur im letzteren Falle eine Einwirkung des Mondes stattfinden kann. Leider kann ich über diesen Punkt für die in Frage kommende Beobachtungszeit keine Angaben machen.

Wenden wir uns nun den in den Zuchtgläsern geschlechtsreif gewordenen heteronereiden *Nereis dumerilii* zu. Zunächst sei auch für diese eine Tabelle mit den entsprechenden Mondphasen vorgeführt. (S. S. 100.)

Bei diesen Würmern ließ sich durch die tägliche Kontrolle der Tag ganz genau bestimmen, an dem sie ihre Wohnröhren verließen und zu schwimmen begannen. Die Versuchsgläser standen, wie schon bemerkt, in dem großen Aquariumbecken in der Mitte des Arbeitszimmers. Hohe Fenster befanden sich auf der Südseite und ebenso auf der Nordseite des Raumes, waren aber bis auf die obersten Scheiben mit weißen Vorhängen bedeckt, so daß ein regelmäßiges Einwirken des Mondlichtes auf die in den Gläsern befindlichen Tiere so gut wie ausgeschlossen war.

Die meisten der in den Gläsern sich umwandelnden Würmer hatten mehrere Wochen, ja nicht wenige sogar mehrere Monate in der Gefangenschaft gelebt, und wir sehen die Schwärmtage ziemlich regellos zwischen den Mondphasen verteilt. Vielleicht aber ist es kein Zufall, daß die erst kurze Zeit vorher dem Meere entnommenen Tiere sich wie die meisten ihrer in der freien Natur befindlichen Artgenossen um die Zeit der Mondviertel umwandelten. So ein 7 Tage lang gefangen gehaltener

Tabelle der in den Versuchsgläsern geschlechtsreif gewordenen hetero-
nereiden *Nereis dumerilii*.

Tag	Monat	Gefangen Tage:	Anzahl	Mondphasen	
13.	X.	13	1	9. X. ☺	17. X. ☾
15.	„	15, 15, 15	3	17. X. ☾	
21.	„	21	1	17. X. ☾	25. X. ☺
22.	„	22, 22, 22	3	17. X. ☾	25. X. ☺
26.	„	10, 26, 26, 26	4	25. X. ☺	
27.	„	20	1	25. X. ☺	
31.	„	15, 15	2	1. XI. ☾	
2.	XI.	17, 17	2	1. XI. ☾	
3.	„	18	1	1. XI. ☾	
6.	„	21, 21, 21	3	8. XI. ☺	
15.	„	30	1	16. XI. ☾	
1.	XII.	20	1	30. XI. ☾	
27.	II.	32	1	27. II. ☾	
1.	III.	104	1	27. II. ☾	
3.	„	88	1	27. II. ☾	7. III. ☺
6.	„	112	1	7. III. ☺	
16.	„	17, 45	2	15. III. ☾	
20.	„	165	1	21. III. ☺	
24.	„	39	1	21. III. ☺	28. III. ☾
27.	„	24, 136	2	28. III. ☾	
31.	„	15	1	28. III. ☾	5. IV. ☺
3.	IV.	169, 185	2	5. IV. ☺	
13.	„	81	1	13. IV. ☾	
14.	„	85	1	13. IV. ☾	
16.	„	20, 144, 198	3	13. IV. ☾	20. IV. ☺
17.	„	68	1	20. IV. ☺	
20.	„	84, 200	2	20. IV. ☺	
21.	„	125	1	20. IV. ☺	
22.	„	169	1	20. IV. ☺	
23.	„	127, 130	2	20. IV. ☺	27. IV. ☾
24.	„	28, 95, 206	3	20. IV. ☺	27. IV. ☾
28.	V.	237	1	27. V. ☾	
12.	VI.	7, 90, 98	3	11. VI. ☾	
14.	„	90	1	11. VI. ☾	17. VI. ☺
28.	„	11	1	25. VI. ☾	
29.	„	24	1	25. VI. ☾	3. VII. ☺
12.	VIII.	112	1	8. VIII. ☾	16. VIII. ☺
26.	„	—	1	24. VIII. ☾	
Summa			60		

Wurm am 12. Juni, ein 11 tägiger am 28. Juni, drei 15 tägige am 15. Oktober, zwei andere 15 tägige am 31. Oktober und ein weiterer 15 tägiger am 31. März, zwei 17 tägige am 2. November, ein anderer 17 tägiger am 16. März und ein 18 tägiger am 3. November. Auch der seit 13 Tagen gefangen

gehaltene vom 13. Oktober, dessen Umwandlung gerade zwischen Vollmond und erstes Viertel fällt, macht wohl keine Ausnahme von dieser Regel, der sich nur ein 10 tägiger vom 26. Oktober nicht fügt, denn er wurde gerade am Tage nach dem Neumond geschlechtsreif. Bei den länger als 18 Tage dem Meere entnommenen Tieren wird die Zeit der Umwandlung unregelmäßig. So fiel sie bei den drei Würmern vom 6. November zwei Tage vor den Vollmond. Die folgende Zusammenstellung dieser Fälle zeigt dieses Verhalten noch deutlicher:

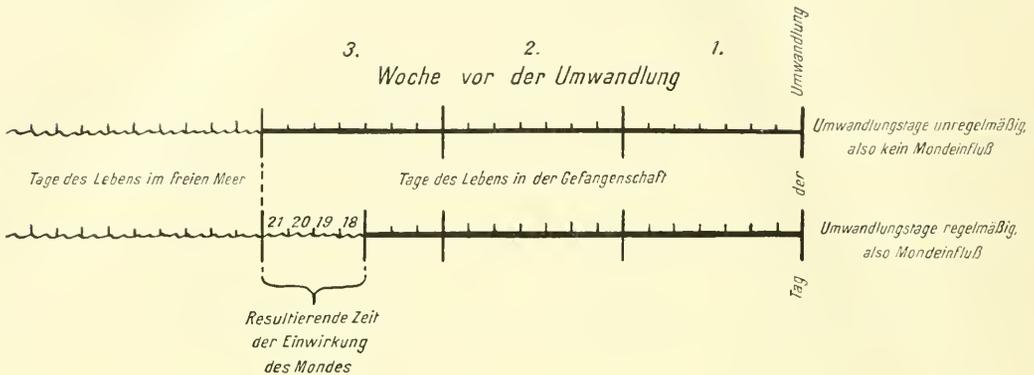
Vielleicht ließe sich aus diesen Erscheinungen ableiten, zu welcher Zeit vor dem Eintritt der Geschlechtsreife die hier supponierte Einwirkung des Mondes statthaben muß. Daß die Beeinflussung nicht etwa erst in der Nacht vor dem Schwärmen erfolgt, geht wohl ganz deutlich aus den vorstehenden Angaben hervor. Einmal müßten es dann Mondphasen von annähernd gleicher Helligkeit sein, welche die Würmer an die Oberfläche des Meeres locken, und doch sehen wir die Tiere bei dem verschiedensten Lichtschwärmen, wenn auch die

Gefangen Tage:	Anzahl	Geschlechtsreif		Mondphasen	
		Tag	Monat		
7	1	12.	VI.	11. VI.	☾
10	1	26.	X.	25. X.	☾
11	1	28.	VI.	25. VI.	☾
13	1	13.	X.	9. X.	☺ 17. X. ☾
15	3	15.	X.	17. X.	☾
15	2	31.	X.	1. XI.	☾
15	1	31.	III.	28. III.	☾
17	2	2.	XI.	1. XI.	☾
17	1	16.	III.	15. III.	☾
18	1	3.	XI.	1. XI.	☾
20	1	27.	X.	25. X.	☾
20	1	1.	XII.	30. XI.	☾
20	1	16.	IV.	13. IV.	☾ 20. IV. ☺
21	1	21.	X.	17. X.	☺ 25. X. ☺
21	3	6.	XI.	8. XI.	☺

meisten allerdings um die Zeit der gleich hellen Mondviertel vom Grunde emporsteigen. Sodann dürften auch nur einen Tag gefangen gehaltene Tiere nicht mehr regelmäßig schwärmen, wie es doch nicht nur 7, sondern auch 17 Tage lang in der Gefangenschaft dem regelmäßigen Mondlicht entrückte Würmer taten. Endlich müßten in der Zeit vor den später zu besprechenden großen Brutschwärmen, wo Millionen von Würmern in einer Nacht gleichzeitig losbrechen, um ihre Geschlechtsprodukte abzulegen, alle diese Tiere schon in ihren Wohnröhren gewissermaßen bereit sitzen, um nur auf den auslösenden Reiz durch den Mond zu warten, der sie dann an die Oberfläche führt. Viel sympathischer scheint mir der Gedanke, daß der Mond vor der vollen Geschlechtsreife seine Wirkung ausübt, so daß unter ganz besonders günstigen Umständen sehr viele Würmer gleichzeitig ihre Umwandlung wirklich vollenden. während für gewöhnlich die verschiedene Konstitution, wenn man so sagen darf, auf welche der allerdings auf alle gleichzeitig wirkende Reiz bei den einzelnen Würmern trifft, auch die Metamorphose bald ein wenig früher, bald ein wenig später beendet sein läßt. So erklären sich dann auch die größeren oder kleineren Unregelmäßigkeiten in den Schwarmperioden.

Waren die Würmer nur 17—18 Tage dem Mondlichte entzogen, so wurde die Umwandlung, die nach diesem Zeitabschnitte erfolgte, in der Nähe eines der Viertel des Mondes beendet; konnte dagegen der Mond mindestens 20—21 Tage lang vor der dann beendeten Metamorphose nicht auf die Tiere einwirken, so zeigte sich keine geregelte Beeinflussung der Geschlechtsreife mehr. Wird nun die Häufung der Schwärmtage in der Nähe der Mondviertel tatsächlich durch eine Einwirkung des

Mondes selbst herbeigeführt, wie ja anzunehmen ist, so ergibt sich aus den vorstehenden Tatsachen, daß diese Einwirkung in der Zeit zwischen dem 17. und 21. Tage, d. h. in der ersten Hälfte der dritten Woche vor der Umwandlung der Würmer stattgefunden hat. Das hier folgende Schema erläutert diese Verhältnisse wohl am einfachsten und klarsten:



Das zur Verfügung stehende Tatsachenmaterial ist sehr knapp, so daß die eben erörterte Ableitung recht ungenau sein mag und kaum irgend welchen Anspruch auf allgemeine Gültigkeit machen könnte, wenn ihr Resultat nicht eine Stütze in dem Verhalten der freilebenden Würmer finden würde, wie sich bald zeigen wird.

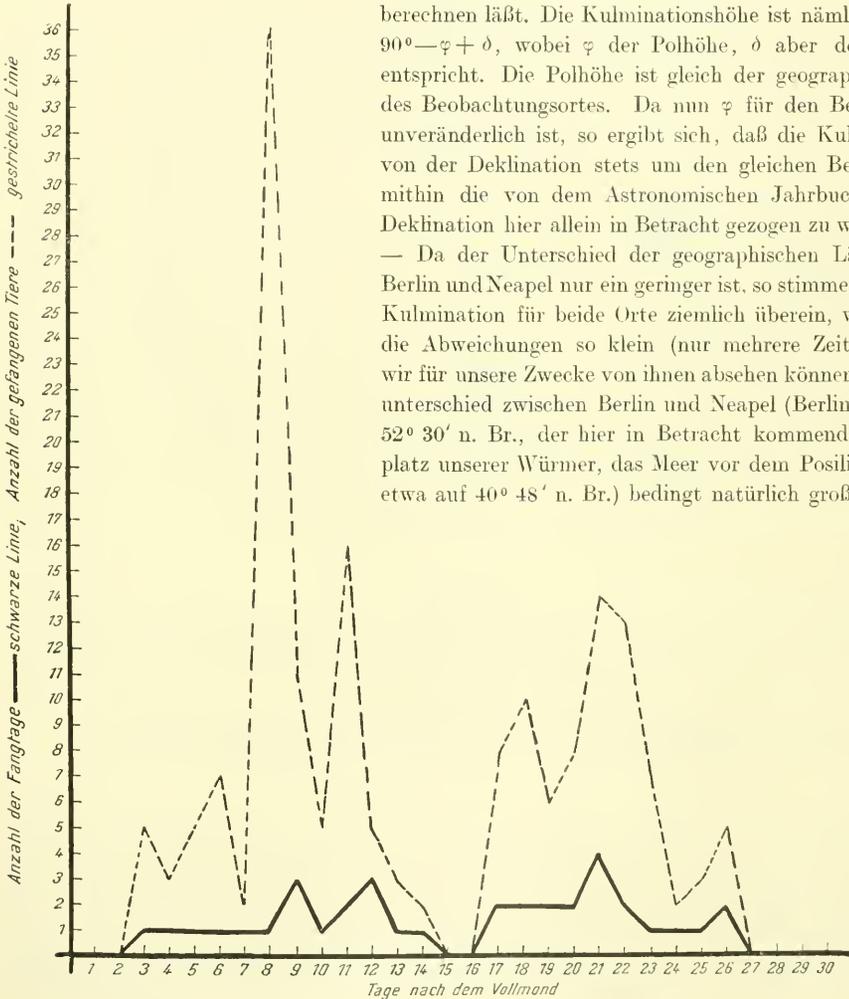
Wenn die Hauptschwärmzeit unserer *Nereis* tatsächlich in die Zeiten des ersten und letzten Mondviertels fällt, und wenn diese Erscheinung die Folge einer Einwirkung des Mondes ist, die 17—21 Tage vor der vollendeten Geschlechtsreife tätig war, so ergibt sich ohne weiteres, da die Mondphasen selbst in regelmäßigen Zwischenräumen aufeinander folgen, daß sich das Helligkeitsstadium des Mondes, von dem die Anhäufung der Schwärmtage abhängt, ermitteln lassen muß. Nach Arrhenius (1898) beeinflußt die Stellung des Mondes nur in sehr geringem Grade den Luftdruck und die luftelektrischen sowie erdmagnetischen Erscheinungen. Der einwirkende Faktor kann daher — auch die Gezeiten kommen beim Mittelmeer nicht in Betracht — wohl kaum etwas anderes sein, als das reflektierte Sonnenlicht, das vom Mond auf die Erde strahlt. Wenigstens ist außer diesem unseren bisherigen physiologischen Erfahrungen schon recht schwach erscheinenden Reiz keine andere auch nur annähernd ins Gewicht fallende Strahlung, oder allgemeiner gesprochen, Wirkungsart des Mondes bekannt. Schon wegen des Zusammenhanges mit den periodisch wiederkehrenden Erscheinungen im synodischen Monat, den Mondphasen, deren Wechsel ja eine Veränderung der Menge des auf die Erde gestrahlten Lichtes entspricht, ist die wirkende Ursache eben in diesem Licht zu suchen. Die einzige außer dem Lichtwechsel noch deutlich ins Auge fallende periodisch sich ändernde Erscheinung am Mond ist die verschieden hohe Lage der Punkte seiner täglichen oberen Kulmination über dem Horizont.

Arrhenius hat unter Benützung dieser Tatsache versucht, dem Monde einen Einfluß auf die Spannung der Luftelektrizität zuzuschreiben, deren periodisch sich ändernder Zustand dann auch auf die physiologischen Vorgänge in den Organismen einwirken soll. Doch ist der Wechsel in der luftelektrischen Spannung, wenn er wirklich im Zusammenhang mit dem Mondwechsel steht, wohl

kaum imstande, auf unsere metertief unter der Wasseroberfläche lebenden Würmer einen so wirk-samen Reiz auszuüben.

Es ist anzunehmen, daß das Mondlicht dann am stärksten auf einen Ort der Erdoberfläche einwirkt, wenn der Mond am höchsten über diesem steht. Andererseits ist das Mondlicht zur Zeit des Vollmondes am intensivsten. In der Tabelle am Schluß der Arbeit sind neben den meteorologischen Angaben die Tage und Zeiten der höchsten und niedersten Deklination des Mondes in den einzelnen Monaten verzeichnet, wie sie in dem Astronomischen Jahrbuch von der Berliner Sternwarte für das Jahr 1908 und 1909 veröffentlicht wurden. Es genügt, wenn hier nur diese Deklinationen angegeben

werden, da sich aus ihnen jederzeit die Kulminationshöhe berechnen läßt. Die Kulminationshöhe ist nämlich stets gleich $90^\circ - \varphi + \delta$, wobei φ der Polhöhe, δ aber der Deklination entspricht. Die Polhöhe ist gleich der geographischen Breite des Beobachtungsortes. Da nun φ für den Beobachtungsort unveränderlich ist, so ergibt sich, daß die Kulminationshöhe von der Deklination stets um den gleichen Betrag abweicht, mithin die von dem Astronomischen Jahrbuch verzeichnete Deklination hier allein in Betracht gezogen zu werden braucht. — Da der Unterschied der geographischen Länge zwischen Berlin und Neapel nur ein geringer ist, so stimmen die Zeiten der Kulmination für beide Orte ziemlich überein, wenigstens sind die Abweichungen so klein (nur mehrere Zeitminuten), daß wir für unsere Zwecke von ihnen absehen können. Der Breiten-unterschied zwischen Berlin und Neapel (Berlin liegt etwa auf $52^\circ 30'$ n. Br., der hier in Betracht kommende Hauptwohn-platz unserer Würmer, das Meer vor dem Posilipo bei Neapel, etwa auf $40^\circ 48'$ n. Br.) bedingt natürlich große Unterschiede



tief, im Frühjahr sehr hoch. Daß aber die im Frühjahr sich mehrenden Schwärmtage nicht von dieser Erscheinung abhängen, lehrt die Tatsache, daß in den ersten wärmeren Monaten eines jeden Jahres die heteronereiden Würmer am häufigsten auftreten, wie man ja bis jetzt das Frühjahr für die eigentliche Schwärmzeit hielt, obgleich der Vollmond in den verschiedenen Jahren im Frühjahr ganz verschieden hoch kulminiert. Wir können demnach also als wirksam zu denkenden Faktor lediglich das **Mondlicht** ansehen.

In der vorhergehenden graphischen Darstellung auf Seite 103 sind die Fangtage und die Anzahl der an diesen erbeuteten Tiere in zeitliche Beziehung zum Vollmond gebracht.

Es zeigen sich deutlich an den betreffenden Kurven zwei Gipfel um die Zeit vom 8.—12. und vom 17.—22. Tag nach dem Vollmond. Hieraus ergibt sich aber auch sofort, daß es nicht eine bestimmte Mondphase, vor allem nicht der am intensivsten wirkende Vollmond selbst sein kann, welcher jene Häufung des Schwärmens herbeiführt, denn wir müssen doch annehmen, daß die Zeit zwischen der erfolgten Einwirkung bis zu der durch diese hervorgerufenen Umwandlung annähernd die gleiche bei allen Individuen unserer Art sein wird.

Ordnen wir die Fangtage und Fangzahlen in ihrem Verhältnis zum Vollmond in einem Kreise an, wie es in Schema Seite 104 geschehen ist, so kann man zwei vom Vollmond gleichweit entfernte Tage finden, an denen der zunehmende und der abnehmende Mond also gleiche Helligkeit besitzen, und die von den ergiebigsten Fangtagen ungefähr gleich weit entfernt sind. Nimmt man z. B. von diesen Tagen gleicher Helligkeit, d. h. gleicher Wirksamkeit, den 5. und 25. nach Vollmond, so liegen die Maxima der Fänge 12—17 Tage später. Bei der Ungenauigkeit der ganzen hier angewandten Methode läßt sich jedenfalls nur das eine mit wenigstens einiger Sicherheit behaupten, daß nicht der Vollmond mit seinem stärksten Licht der ausschlaggebende Faktor für die spätere Umwandlung unserer *Nereis dumerilii* ist, sondern daß die wirksamen Zustände des Mondes wohl in der Zeit unmittelbar nach dem ersten und vor dem letzten Viertel zu suchen sind. Diese Zeit würde sich aber einigermaßen decken mit der, die wir an den in den Gläsern gehaltenen Würmern errechnet hatten. Zudem sahen wir, daß die Würmer 14—25 Tage zu ihrer Umwandlung brauchen. Es fällt der Termin der hier supponierten Einwirkung ungefähr mit dem Beginn der Umwandlung zusammen.

Wenn wir die Tage der Reife jener heteronereiden Elternpaare betrachten, deren Nachkommen sich in den Gläsern länger als einen Monat entwickelten und heranwuchsen, die also scheinbar in keinem wesentlichen Punkte geschädigt erschienen, so waren diese Tage der 16., 17., 19. und 20. nach dem Vollmond; sie fielen also in die eine Periode des maximalen Auftretens heteronereider Würmer im Meere, für die wir ja den 17.—22. Tag nach dem Vollmond festgestellt hatten.

Die Reifetage jener heteronereiden Würmer, deren Nachkommen weniger als 10 Tage am Leben blieben, die also wahrscheinlich aus nicht normalen Geschlechtsprodukten hervorgegangen waren, fallen auf den 6., zweimal auf den 9., einmal auf den 11., zweimal auf den 12. und je einmal auf den 23. und 26. Tag nach dem Vollmond, also nur teilweise auf einen Tag innerhalb der Maximalperiode vom 8.—12. Tag nach dem Vollmond, nie aber auf jene andere Periode zwischen dem 17. und 22. Tag, in welcher die Fänge am ergiebigsten waren. (S. die Tabellen auf S. 106.)

Aus den beiden eben erörterten Tatsachen kann man vielleicht schließen, daß auch im Freien nur diejenigen heteronereiden Würmer eine wirklich lebensfähige Nachkommenschaft erzeugen, welche innerhalb einer jener beiden Maximalperioden schwärmen, und von diesen wohl wieder am ehesten diejenigen, die 17—21 Tage nach Vollmond ihre Umwandlung beendet haben.

Reifetage der Elternpaare von 4 sich länger als 1 Monat entwickelnden planktonogenen Kulturen.

Kultur No.	Tag der Reife	Mondphase	Zeitlich. Abstand v. d. Mondphase Tage	Tage nach ☺
11	27. XI.	30. XI.	☾ 3 v. ☾	19
16	27. III.	28. III.	☾ 1 v. ☾	20
19	21. IV.	20. IV.	☺ 1 n. ☺	16
20	22. IV.	20. IV.	☺ 2 n. ☺	17

Reifetage der Elternpaare von 8 weniger als 10 Tage lebenden planktonogenen Kulturen.

Kultur No.	Tag der Reife	Mondphase	Zeitlich. Abstand v. d. Mondphase Tage	Tage nach ☺
9	20. X.	17. X.	☾ 3 n. ☾	41
10	21. X.	17. X.	☾ 4 n. ☾	42
12	19. XII.	15. XII.	☾ 4 n. ☾	12
13	3. III.	27. II.	☾ 4 n. ☾	26
14	13. III.	15. III.	☾ 2 v. ☾	6
15	16. III.	15. III.	☾ 1 n. ☾	9
17	30. III.	28. III.	☾ 2 n. ☾	23
18	14. IV.	13. IV.	☾ 1 n. ☾	9

Faktor ist, der für das Zustandekommen der Metamorphose wichtig ist. Sicher ist ja, daß Unterschiede im Alter und der Ernährung unserer Würmer auf die Zeit, vielleicht auch auf die Dauer der Umwandlung einwirken. Es scheint so, als müßte der physiologische Gesamtzustand jedes einzelnen Wurmes eine gewisse Normale erreicht haben, um das Tier für den Einfluß des Mondes überhaupt erst geeignet zu machen. Wenn wir eine solche Sachlage annehmen, werden wir auch eher verstehen, wie es kommt, daß eine große Zahl von Tieren sich entweder niemals umwandelt oder erst in der nereiden Form geschlechtsreif wird, um dann ein zweites Mal durch Dissogonie in der heteronereiden Form Nachkommen zu erzeugen. Auch das Vorkommen einer zweiten heteronereiden Form bei *Nereis dumerilii*, der Form γ , läßt sich vielleicht auf diese merkwürdige Labilität der der Geschlechtsreife entgegenghenden Tiere zurückführen. Ob dann auch die Existenz der hermaproditen Form δ diesen Verhältnissen zuzuschreiben ist, mag dahingestellt bleiben.

Man könnte denken, daß die Geschlechtszellen unserer Würmer in den Gonaden sich bilden und heranwachsen und nun jener vorher erwähnte physiologische Gesamtzustand vom Monde mehr oder weniger beeinflußt wird, so daß er das weitere Wachstum der Tiere in diese oder jene Bahnen lenkt, wobei dann der eingeschlagene Weg wieder auf die endgültige Gestaltung der Geschlechts-

Es taucht hier nun die Frage auf, wie sich die in der nereiden Form geschlechtsreif werdenden *Nereis dumerilii* zu dem Wechsel der Mondphasen verhalten. Die beiden Tabellen auf Seite 107 geben eine Übersicht über sämtliche für diese Frage in Betracht kommenden Fälle aus dem vorliegenden Material.

Die Tage der Geschlechtsreife der 7 Individuen der ersten Tabelle fallen teilweise in unsere Maximalperioden, teilweise auf Tage außerhalb derselben. Ebenso verhalten sich die 8 Elternpaare der nereidogenen Kulturen, die sich in den Zuchtgläsern weiter entwickelten. Somit scheint die Geschlechtsreife der nereiden Form von *Nereis dumerilii* nicht irgendwie durch den Wechsel der Mondphasen beeinflußt zu werden.

* * *

Die Tatsache, daß die Umwandlung unserer heteronereiden Würmer nicht ausschließlich in die Zeit der oben nachgewiesenen Perioden fällt, sondern daß einzelne Tiere auch zu anderen Zeiten geschlechtsreif werden, zeigt einmal die Plastizität der physiologischen Vorgänge, andererseits läßt sie aber auch vermuten, daß das Mondlicht nicht der einzige

produkte zurückwirken mag. Denkbar ist ja auch, daß das Schicksal der Tiere schon durch die Geschlechtszellen, aus denen sie hervorgehen, von vorn herein prädestiniert und so bereits im befruchteten Ei entschieden wäre, in welcher Form der sich entwickelnde Wurm geschlechtsreif werden soll. Da jedoch sämtliche Würmer, die in den Zuchtgläsern aus Eiern herangezogen und geschlechtsreif wurden, auch die heteronereide Form annahmen, und da andererseits vom 5. November ab von den zahlreichen in Gläsern gehaltenen schon als herangewachsene Würmer gefangenen Tieren keines mehr in der nereiden Form reif wurde, sondern diejenigen, die überhaupt diesen Zustand erreichten, alle die Metamorphose durchmachten, so ist wohl sicher, daß es die ungünstigen, unnatürlichen Bedingungen, vor allem der Mangel an der nötigen und natürlichen Nahrung waren, welche die Umwandlung veranlaßten. Die umgewandelten Tiere verbreiten die Art, bringen die Nachkommen an neue Wohnplätze, so daß bei eintretenden ungünstigen Verhältnissen, bei Nahrungsmangel die hierdurch bedingte Metamorphose auch die Weiterexistenz der Art sichert.

Zur Orientierung seien hier Zahlen angeführt, die über das Schicksal der längere Zeit hindurch in Gläsern gehaltenen Tiere Auskunft geben. Von 129 solchen *Nereis dumerilii* wurden 67 geschlechtsreif, und zwar nur 7 in der nereiden Form, 60 in der heteronereiden Form. Die übrigen 62 dagegen gingen nach einem kürzeren oder längeren Leben in der Gefangenschaft ein, ohne daß sich Anzeichen für eine bevorstehende Umwandlung oder Geschlechtsreife bei ihnen erkennen ließen.

Zum Vergleich sollen in der Tabelle auf der folgenden Seite die Fangtage einer anderen heteronereiden Lycoride, nämlich von *Nereis coccinea* Clp. mitgeteilt werden, wie ich sie nach dem Material, das mir zugeht, feststellen konnte. Ich möchte bemerken, daß mir zwar hin und wieder die heteronereiden Formen auch noch anderer *Nereis*-Arten, die gelegentlich des Planktonfischens ins Netz gingen, gebracht wurden, doch waren diese Fälle so vereinzelt, daß man aus ihnen höchstens entnehmen könnte, daß andere Arten nicht so häufig oder zu anderen Tageszeiten schwärmen als unsere *Nereis dumerilii*.

In der zweiten Tabelle sind auch die Reifetage der sich in meinen Gläsern umwandelnden *Nereis coccinea* mitgeteilt, bei denen ich leider die Dauer der Gefangenschaft nicht angeben kann. Betrachten wir die Tage, an denen solche Würmer aus dem Meere gefangen wurden, so scheinen diese in bezug auf die Mondphasen regellos verteilt zu sein, soweit man nach den wenigen, nur 28 Individuen,

Reifetage nereider Tiere in den Zuchtgläsern.

Ge-fangen Tage	Tag der Reife	Mondphase	Zeitlich. Abstand v. d. Mondphase Tage	Tage nach ☾
5	5. X.	3. X. ☽	2 v. ☽	25
7	7. X.	9. X. ☽	2 v. ☽	27
7	7. X.	9. X. ☽	2 v. ☽	27
7	7. X.	9. X. ☽	2 v. ☽	27
17	17. X.	17. X. ☾	☾	8
17	17. X.	17. X. ☾	☾	8
36	5. XI.	8. XI. ☽	3 v. ☽	27

Reifetage der frisch gefangenen Elternpaare der 8 nereidogenen Kulturen.

Kultur No.	Tag der Reife	Mondphase	Zeitlich. Abstand v. d. Mondphase Tage	Tage nach ☽
1	1. X.	3. X. ☽	2 v. ☽	21
2	1. X.	3. X. ☽	2 v. ☽	21
3	30. X.	1. XI. ☽	2 v. ☽	21
4	14. XII.	15. XII. ☾	1 v. ☾	7
5	19. I.	22. I. ☽	3 v. ☽	13
6	27. III.	28. III. ☽	1 v. ☽	20
7	3. VI.	4. VI. ☽	1 v. ☽	29
8	2. VII.	3. VII. ☽	1 v. ☽	28

Im Freien gefangene heteronereide *Nereis coccinea* Clap.

Datum	Anzahl	Mondphase	Tage nach ☺
10. III.	4	7. III. ☺	3
13. III.	7	15. III. ☾	6
18. III.	4	15. III. ☾	11
25. III.	4	28. III. ☽	18
30. III.	1	28. III. ☽	23
9. IV.	1	5. IV. ☺	4
13. IV.	5	13. IV. ☾	8
23. IV.	1	20. IV. ☽	18
14. V.	1	12. V. ☾	9

In den Zuchtgläsern reif werdende heteronereide *Nereis coccinea* Clap.

Datum	Anzahl	Mondphase	Tage nach ☺
8. II.	1	5. II. ☺	3
13. III.	2	15. III. ☾	6
16. III.	2	15. III. ☾	9
19. III.	1	21. III. ☽	12
24. III.	1	21. III. ☽	17
26. III.	3	28. III. ☽	19
13. IV.	2	13. IV. ☾	8
16. IV.	2	13. IV. ☾	11

von inneren und vor allem auch äußeren Faktoren wird noch besonders deutlich durch das bereits erwähnte gelegentliche Auftreten großer Schwärme von heteronereiden Tieren an bestimmten Tagen, mit dem wir uns nunmehr zu beschäftigen haben. Eine gewisse Ähnlichkeit mit diesem Phänomen, vielleicht eine Art Übergang zu ihm scheint der in den Tabellen und Übersichten bisher nur angeführte, aber noch nicht näher erörterte Fall zu bilden, daß am 13. April 1909 im Golf von Neapel die große Menge von 36 *Nereis dumerilii* in der Form β gefangen wurde, die das Maximum aller übrigen Fänge um mehr als das $3\frac{1}{2}$ fache überragt. Vielleicht waren diese Würmer noch die Nachzügler eines richtigen Brutschwarmes, der in den Stunden des ersten Morgenrauens das Meer belebt hatte, vielleicht auch war das gleichzeitige Reifwerden einer ungewöhnlich großen Menge von Tieren nur der Ansatz zu einem solchen massenhaften Schwärmen, das aber doch nicht im großen Stile zur Durchführung kam, weil die Bedingungen nicht ganz günstig lagen.

Daß im Golf von Neapel gelegentlich solche großen Brutschwärme vorkommen, lehrt ein Fall vom 2. Mai 1908, den L o B i a n e o beobachtete, wie er mir mitteilte. Es wurden an diesem Tage große Mengen von heteronereiden L y c o r i d e n erbeutet, von denen die weitaus meisten unserer Art

die erbeutet wurden, urteilen kann. Alle Fangtage fallen in die Frühjahrsmonate März, April und Mai.

Es möchte beinahe scheinen, als hätten wir es auch bei dieser Art mit einer zweimaligen Häufung der Schwärmtage im synodischen Monat zu tun. Jene Maxima 6 und 8 Tage nach dem Vollmond und die Tatsache, daß zwei verschiedene Fangtage auf den 18. Tag nach dem Vollmond fielen, könnten darauf hindeuten. Dazu kommt dann noch, daß auch von den in meinen Gläsern sich umwandelnden Tieren einmal drei Individuen an einem Tage geschlechtsreif wurden, und zwar lag dieser Tage 19 Tage nach dem Vollmond. Auch fielen zwei solcher Umwandlungstage mit je zwei Würmern auf die Tage der Maximallänge aus dem freien Meer, also auf den 6. und 8. Tag nach dem Vollmond.

Es wäre wünschenswert, daß das Auftreten der heteronereiden Formen von möglichst vielen Lycoriden einmal quantitativ unter Festlegung der Fangzeiten untersucht würde, da man nur an einem reichen Tatsachenmaterial sichere Schlüsse auf einen etwaigen Zusammenhang mit dem Mondwechsel ziehen kann.

* * *

Die Abhängigkeit des Schicksals der ins Stadium der Geschlechtsreife tretenden Würmer

angehörten; vereinzelt befanden sich unter ihnen Angehörige einer anderen Art, nämlich von *Nereis cocinea* Clp., wie ich an dem von der Neapler Station gesammelten Material von jenem Tage feststellen konnte. Der 2. Mai war der 2. Tag nach einem Neumond und der 16. nach dem Vollmond.

Auch an anderen Orten treten zeitweise solche Brutschwärme von *Nereis dumerilii* auf. S o r b y (1906) beobachtete länger als 20 Jahre hindurch in jedem Sommer während mehrerer Wochen das Leben im Meere an der Themse-Mündung („on the Stour and Orwell“) und achtete besonders auf alle schwimmenden Tiere. Niemals sah er eine heteronereide *Nereis dumerilii* umherschweben mit Ausnahme des 16. Juli 1898, an welchem Tage um 5 Uhr morgens im Hafen von Harwich die ganze Meeresoberfläche mit Millionen dieser Würmer bedeckt war. Bereits nach 2 Stunden hatte sich der Schwarm verloren; es war nicht ein einziges Tier mehr zu sehen. Die von S o r b y unter dem Beistand von Prof. D e n n y untersuchten Proben ergaben, daß sämtliche Würmer männlichen Geschlechtes waren. Am 18. Juli war Neumond, das Schwärmen fand also 13 Tage nach dem Vollmond statt.

Schon eine Reihe von Jahren vorher sah S o r b y eine Anzahl von heteronereiden L y c o r i d e n an der Oberfläche des Wassers an der Mündung des Colne (in der Nähe von Harwich mündendes Flößchen) schwimmen, in denen er Angehörige unserer Gattung *Nereis dumerilii* vermutete. Es war am Abend des 23. Mai 1885 bei Hochwasser. Auf den 24. Mai fiel das erste Viertel des Mondes, also schwärmten die Tiere 20 Tage nach dem Vollmond.

Auch von anderen L y c o r i d e n beobachtete S o r b y große Brutschwärme, so von *Nereis longissima*. Am Abend des 11. Mai 1882 trat ein solcher Schwarm auf in einiger Entfernung von Sheernes; das war am Tage nach dem letzten Mondviertel oder 8 Tage nach dem Vollmond, — und ebenso ziemlich spät am Abend des 9. September 1889 bei Queenborough, 2 Tage vor dem folgenden und 27 nach dem vorhergehenden Vollmond. Auch die heteronereiden Würmer eines Schwarmes, den S o r b y bei Hochwasser, als das Wetter schön und warm war, in der Mündung des Orwell am 24. Mai 1889 sah, möchte dieser Autor für *Nereis longissima* halten. Auf den 21. Mai fiel das letzte Viertel des Mondes, so daß der 24. Mai der 11. Tag nach dem Vollmond war. Sorby erwähnt dann noch die Mitteilung eines anderen Beobachters (Dr. A l l e n), daß im April 1885 zahlreiche *Nereis longissima* bei Plymouth gesehen wurden, in den späteren Jahren aber niemals wieder.

Nur fünf Mal also sah S o r b y während seiner über 20 Jahre hindurch fortgesetzten Beobachtungen solche großen Mengen von schwärmenden L y c o r i d e n, die sicher zwei Arten angehörten. Dieser Autor rechnet dann aus, daß demnach für jede Art etwa in jedem 8. Jahre einmal der Fall eintritt, daß gleichzeitig solche Massen schwärmen; er hält es aber für möglich, daß derartige Schwärme, zumal sie so plötzlich und nur für wenige Stunden an die Oberfläche kommen, vielleicht in jedem Jahre auftreten und von ihm nur übersehen wurden, da er ja auch nicht ununterbrochen beobachten konnte.

Ehe wir zu den Berichten über weitere Schwärme von L y c o r i d e n übergehen, sollen die von S o r b y mitgeteilten Fälle erst noch einmal übersichtlich zusammengestellt werden, da sie die einzigen außer den von mir von Neapel erwähnten sind, von denen wir eine genaue Datumangabe besitzen. Der Übersicht halber seien auch die beiden Neapler Fälle mit in die Tabelle aufgenommen.

Tabelle der Tage großer Brutschwärme von *Lycoriden* in ihrer Beziehung zu den Mondphasen.

Tag	Monat	Jahr	Mondphase	Tage nach ☺	<i>Nereis</i>	Vorkommen	Autor
13.	IV.	1909	13. IV. ☾	8	<i>dumerilii</i>	Neapel	—
2.	V.	1908	30. IV. ☺	16	„	„	—
23.	V.	1885	24. V. ☽	20	„	Colne	Sorby
16.	VII.	1898	18. VII. ☺	13	„	Stour, Orwell	„
11.	V.	1882	10. V. ☾	8	<i>longissima</i>	Sheerness	„
24.	V.	1889	21. V. ☾	11	„	Orwell	„
9.	VIII.	1889	10. VIII. ☺	27	„	Queenborough	„

Es zeigt sich, daß die Schwärmtage im Verhältnis zum Vollmond regellos liegen, und auch bei alleiniger Beachtung einer der beiden Spezies fügen sich jene Tage nicht einem bestimmten Schema, bald fallen sie in die im vorigen erörterten Maximalperioden vom 8.—12. und 17.—22. Tage nach dem Vollmond, bald kommen sie außerhalb derselben zu liegen. Es mag wohl kaum angehen, jene Perioden nach dem Auftreten großer Brutschwärme zu erweitern, etwa auf die Zeit vom 8.—13. und 16.—28. Tage nach dem Vollmond, da die bekannten Fälle viel zu wenige sind, um aus ihnen eine Regel abzuleiten. Ja es möchte scheinen, als stände dieses plötzliche massenhafte Erscheinen geschlechtsreifer Tiere überhaupt in keinem kausalen Zusammenhang mit dem Wechsel der Mondphasen. Es muß jedenfalls eine ganz besonders günstige Konstellation von vielen Faktoren zusammentreffen, um eine solche ungeheure Menge von Tieren alle gleichzeitig zu veranlassen, ihre Wohnröhren zu verlassen und an die Oberfläche des Meeres zu schwimmen. Es wäre sicher eine dankbare Aufgabe, möglichst viele solcher Schwärme zu beobachten und vor allem die genaue Zeit ihres Auftretens festzulegen, so daß später einmal, wenn genügend Material zusammengekommen ist, durch die Prüfung einer großen Anzahl solcher Daten vielleicht ein Schluß auf die Bedingungen gezogen werden kann, unter denen die großen Brutschwärme zustande kommen. Zudem ist anzunehmen, daß sich nicht nur die verschiedenen Arten, sondern auch die gleichen Spezies unter verschiedenen Bedingungen verschieden verhalten werden, so *Nereis dumerilii* im fast gezeitenlosen warmen Mittelmeer anders als in den kälteren nordischen Meeren mit dem starken Unterschied von Ebbe und Flut.

In einer Notiz über die bisher bekannt gewordenen Palolo-Würmer führt McIntosh (1905) auch einige Beispiele von Brutschwärmen von *Lycoriden* an, die an den Küsten Groß-Britanniens beobachtet wurden. So seien öfters Schwärme von *Nereis dumerilii* in verschiedenen Meeresbuchten gesehen worden. „Thus they were in vast numbers in Castlebay, Barra, in May, and were captured by Dr. Thomas Scott of the staff of the Fishery Board for Scotland. „Millions“ of *Nereis longissima* were also found by Mr. Hearder swimming at the surface in Plymouth Sound in 1865.“

Verrill (1873) beschreibt drei *Lycoriden* von Vineyard Sound, die den dortigen Fischern unter dem Namen „clam-worms“ bekannt sind. Es handelt sich um *Nereis virens*, *N. limbata* und *N. megalops*. Die letztere Art war an der Südküste von New England sehr zahlreich anzutreffen an den Abenden des 3. und 11. Juli, sowie des 3. und 8. September des Jahres 1872. Auch sonst wurden in der Zeit vom 3. Juli bis zum 11. August einzelne Exemplare dieser Spezies lebhaft an der Oberfläche des Meeres schwimmend getroffen, und zwar sowohl in der Dämmerung des Abends als auch des Mittags im hellsten Sonnenschein. Von *Nereis virens*, der häufigsten und gemeinsten aller *Lycoriden* von Vineyard Sound, schreibt Verrill, daß sie oft von allerlei Fischen aus ihren Röhren gezogen würden, denen sie zur Nahrung dienen. Aber zu gewissen Zeiten, besonders des Nachts verlassen sie ihre Wohnröhren und kommen an die Oberfläche, wo sie in großer Anzahl wie kleine Aale oder Schlangen umherschweben, um ihre Geschlechtsprodukte zu entleeren; auch hierbei fallen sie vielen Fischarten zur Beute. Im April 1872 wurden solche schwärmenden Würmer am Tage in der Nähe von Newport beobachtet, und Verrill selbst sah ähnliche Schwärme noch öfters an den Abenden in einer etwas vorgerückteren Jahreszeit. Am 12. April fand er bei Watch Hill, Rhode Island, große Mengen von schwimmenden Männchen, die in den während der Ebbe zurückbleibenden Tümpeln zwischen den Felsen ihre Geschlechtsprodukte absetzten.

Obwohl die männlichen Tiere von *Nereis limbata* in den Wohnröhren viel weniger zahlreich sind als die weiblichen, bilden sie doch die einzigen Vertreter in den Brutschwärmen, die am Tage bei Fire Island an der Südseite von Long Island im August in ungeheurer Ausdehnung beobachtet wurden.

Einige äußere Umstände, unter denen sich heteronereide *Lycoriden* an der Oberfläche des Meeres häufen, hat Wilson (1892) mitgeteilt. Die Eier von *Nereis limbata* Ehl. und *N. megalops* Verrill werden nach diesem Forscher des Nachts abgesetzt, während die Tiere an der Oberfläche des Wassers schwimmen. Bei Woods Hole, Massachusetts, dauert die Schwarmperiode wenigstens vom Juni bis zum September, doch sind die Tiere am häufigsten im August und Anfang September. Sie erscheinen in warmen ruhigen Nächten und nur, wenn das Wasser mehrere Tage hindurch unbewegt war. Unter günstigen Bedingungen kommen sie bald nach dem Dunkelwerden, manchmal in ungläublicher Anzahl. Doch auch ihr Erscheinen läßt sich nicht von irgend welchen sicher zu bestimmenden Ursachen herleiten, so daß es Wilson, der keine genügende Erklärung finden kann, „capricious“ nennt. Manchmal kommen beide Arten zusammen, ein anderes Mal unter äußerlich gleichen Bedingungen nur die eine, oder die eine sehr zahlreich, die andere nur vereinzelt. Die Männchen sind immer viel häufiger als die Weibchen, die auch langsamer als jene schwimmen. Wilson fing manchmal Tausende von männlichen Tieren, ohne auf ein weibliches zu treffen. Diese Würmer werden durch das Licht angezogen, welchen Umstand man sich beim Fange zu Nutze machen kann.

Eine bestimmte Schwarmperiode besitzt die von Izuoka (1908) beschriebene *Nereis japonica*, der japanische „Gokai“, eine nahe Verwandte der längst bekannten *Nereis diversicolor*. Diese Tiere schwärmen im Dezember während mehrerer Tage, und zwar beginnt das Schwärmen für gewöhnlich in der Nacht gerade vor dem Tag des Neu- oder Vollmondes im mittleren oder letzten Teil des Monats, unveränderlich gegen Mitternacht gerade nach der Flutzeit; nur selten geschieht das Schwärmen in zwei Perioden nahe beim folgenden Neu- oder Vollmond. Die geschlechtsreifen Individuen dieser Art, die übrigens keine Umwandlung zu einer heteronereiden Form durchmachen, schwimmen an der Oberfläche in der nereiden Gestalt in solchen Mengen in dem Kojima Golf, daß sie eifrig gefangen und als Düngermittel verwandt werden.

Das Verhalten des „Gokai“ leitet nun über zu den Palolo-Würmern, von denen man jetzt mehrere kennt, die sogar verschiedenen Polychaetenfamilien angehören.

Am längsten wissen wir von dem Palolo der Samoa-, Tonga-, Viti- und Gilbert-Inseln, der seit alter Zeit von den Eingeborenen jener Eilande während seines Schwärmens gefangen wird, um einen beliebten Leckerbissen abzugeben. Nachdem Collin, Krämer (1897 und 1899), Friedländer (1898) und Ehlers (1898) diesen Wurm und seine seltsame Art der Fortpflanzung untersucht und ihre Ergebnisse in größeren oder kleineren Arbeiten mitgeteilt hatten, blieb der merkwürdige Zusammenhang des Schwärmens mit dem Mondwechsel, der den Eingeborenen längst bekannt war und sie zur rechten Zeit im voraus die Vorbereitungen zum Fang treffen läßt, bis heute, trotz mannigfacher Bemühungen und Erklärungsversuche noch ziemlich rätselhaft und unverständlich.

Der Wurm, um den es sich handelt, ist eine Eunicide, und zwar *Eunice viridis* Gray, ein naher Verwandter von *Eunice sicilensis*. Zweimal im Jahre, in den Monaten Oktober und November am Tage des letzten Mondviertels lösen sich die mit Geschlechtsprodukten prall gefüllten Hinterenden der bis dahin in den Ritzen und Löchern der Korallenriffe (in den sogenannten „Palolosteinen“) lebenden männlichen und weiblichen Tiere von den dort verbleibenden Vorderenden los und steigen noch vor Sonnenaufgang zur Oberfläche des Meeres, wo sie in solcher Masse auftreten, daß Collin schon in einer Tiefe von etwas über 10 cm ein weißes Taschentuch unter ihnen nicht mehr sehen konnte. Außer diesem Hauptschwarm am Tage des letzten Mondviertels selbst pflegen übrigens schwächere Schwärme am Tage vorher und am Tage nachher zu erscheinen.

Während so der „pazifische Palolo“ durch die an ihn anknüpfenden Erörterungen immer mehr das Interesse der Naturforscher auf sich zog, entdeckte A. G. Mayer (1900) bei den Tortugas-Inseln einen Wurm, der ein gleiches Verhalten zeigte. Nach mancherlei systematischen Irrfahrten wurde dieser „atlantische Palolo“ von Ehlers (1901) richtig erkannt und als *Eunice fucata* bezeichnet. In einer weiteren Arbeit konnte A. G. Mayer (1902) manche seiner früheren Angaben berichtigen und Genaueres über die Lebensweise des Wurmes mitteilen. Demnach führt der atlantische Palolo eine ähnliche Lebensweise wie der pacifische, indem die männlichen und weiblichen Tiere vor der Geschlechtsreife ebenfalls in Korallenblöcken hausen. Nach einer fast 10 jährigen Beobachtungszeit kann Mayer über die Schwarmzeit folgendes mitteilen: Innerhalb drei Tagen vom Tage des letzten Mondviertels an in der Zeit zwischen dem 29. Juni und 28. Juli schwärmen die abgelösten Hinterenden der bis dahin geschlechtsreif gewordenen Tiere an der Oberfläche des Meeres, und zwar vor Sonnenaufgang. Dabei ist es merkwürdig, daß diese hinteren Wurmhälften rückwärts, mit dem Aftersegment voraus schwimmen. Wenn das letzte Mondviertel im Juni spät fällt, so reagieren die Tiere übrigens mitunter auch auf das erste Viertel so wie sonst auf das letzte.

Die beiden eben besprochenen Palolo-Würmer gehören der Familie der Euniciden an. Da ist es denn umso interessanter, daß man neuerdings nun auch auf ein ähnliches mit bestimmten Mondphasen zusammenhängendes Schwärmen einer Lycopride aufmerksam geworden ist. Japanische Forscher waren es, die in den Buchten ihres Vaterlandes das Auftreten dieses Wurmes beobachteten. Osaawa (1902) und vor allem Izuka (1903 und 1905) teilen Wesentliches über die Anatomie und Biologie dieses von den japanischen Fischern unter dem Namen „Batzi“ vielfach als Köder benutzten Tieres mit. Da ist vor allem einmal merkwürdig, daß bei dieser *Ceratocephale osawai* Izuka, wie der Wurm heißt, nicht das Hinterende mit den Geschlechtsprodukten zur Meeresoberfläche steigt, sondern das Vorderende. Die vorderen zwei Fünftel des „Home“, so wird der Wurm genannt, solange er auf dem Grunde lebt, bilden sich zur Zeit der Geschlechtsreife um, die

Augen werden vergrößert und die Parapodien in breitere Ruder verwandelt. Zu bestimmter Zeit schnüren sich dann die Vorderenden, die prall gefüllt sind mit den männlichen, resp. weiblichen Geschlechtsprodukten, von den im Uferschlamm, ihrem gewöhnlichen Aufenthaltsort, zurückbleibenden Hinterenden ab. Die letzteren degenerieren und gehen zu Grunde. Die Brutschwärme treten viermal im Jahre auf, und zwar in den Monaten Oktober und November in 3—4 tägigen Perioden in den unmittelbar auf die Syzygien folgenden Tagen. Sie sind zahlreicher in den Tagen nach dem Neumond als in denen nach dem Vollmond. Die Batzi erscheinen das erstmal nach der Springflut, auch sonst genau nach der Flut am Abend und schwärmen 1—2 Stunden lebhaft umher, wobei sie durch Licht angezogen zu werden scheinen. Es wurde auch beobachtet, daß die Schwärme in warmen, bedeckten Nächten zahlreicher sind als in hellen und kalten.

In seiner letzten, nachher noch näher zu besprechenden Arbeit über den atlantischen Palolo erwähnt A. G. M a y e r (1909) auch *Lysidice oele* Horst, also wieder eine E u n i c i d e, das „Wawo“ von Amboina, das nach einem mir nicht zugänglichen Bericht von H o r s t (1905) im März und April in der 2. und 3. Nacht nach dem Vollmond schwärmen soll.

Von verschiedenen Seiten ist versucht worden, den merkwürdigen Kausalzusammenhang zwischen den Brutschwärmen aller dieser Würmer und dem Wechsel der Mondphasen unserem Verständnis näher zu bringen. Schon K r ä m e r (1897 und 1899) und F r i e d l ä n d e r (1898, 1901, 1904) haben sich darum bemüht, indem sie außer dem wechselnden Mondlicht besonders den durch den Mond beeinflussten Wechsel der Gezeiten als die Hauptursache des so plötzlich erfolgenden Schwärmens ansahen; doch gelang es ihnen nicht, zu einem befriedigenden Resultat zu kommen. A r r h e n i u s (1898), der zusammen mit E k h o l m eine periodische Schwankung in der Spannung der Lufterktrizität nachweisen konnte, die mit dem tropischen Monat zusammenfiel, stellte eine Hypothese auf, nach der diese Spannungsänderung der Lufterktrizität auf die physiologischen Vorgänge in der Organismenwelt, so auch auf das Schwärmen der Palolo-Würmer von Einfluß sein sollte. B e r g und K n a u t h e (1898) untersuchten den Einfluß der Elektrizität auf den Sauerstoffgehalt unserer Gewässer, kamen aber zum entgegengesetzten Resultat als E u l e r (1901), der aus seinen das gleiche Problem verfolgenden Untersuchungen diese Schlußfolgerungen zog: Unter dem Einfluß der Lufterktrizität wird der Gasgehalt von reinem oder von salz- und bakterienhaltigem aber klarem Wasser nicht wesentlich geändert. „Hieraus ergibt sich folgender Schluß: Zeigen sich biologische Einflüsse der Lufterktrizität auf im Wasser lebende Individuen, so dürfte die wahrscheinlichste und allgemeinste Wirkungsweise die sein, daß der in der Luft unter dem Einfluß der Elektrizität gebildete Ozon, der vom Wasser nur spurenweise aufgenommen wird und deshalb analytisch kaum nachweisbar ist, die biologisch-chemischen Prozesse katalytisch beeinflusst, wie ja für die Pflanzen- und Tierwelt im allgemeinen der Ozon eine noch ungeahnte Bedeutung als Katalysator besitzen dürfte.“

F r i e d l ä n d e r (1901) wendet sich gegen A r r h e n i u s, indem er sagt: „Die Anwendung der Arrhenius'schen Hypothese auf den pazifischen Palolo besteht im wesentlichen in der Betrachtung, daß der Mond an den Tagen des dritten Viertels in den Monaten Oktober und November eine erhebliche nördliche Deklination hat. Da nun Samoa auf etwa 14° südlicher Breite liegt, so steht das dritte Viertel mit seiner nördlichen Deklination in den beiden Monaten sehr viel tiefer am Himmel, als das erste Viertel.“ Nach A r r h e n i u s kommt es nun auf diese Mondhöhe über dem Horizont gerade an. F r i e d l ä n d e r fährt deshalb fort: „Von den beiden Perioden der Nipp-

gezeiten sucht sich der Palolo diejenige aus, bei welcher der Mond tief steht, und daher die luftelektrischen Verhältnisse (und was davon abhängt) günstig sind.“ Friedländer setzt dann auseinander, daß dies wenigstens die einzige noch mögliche Version der Arrhenius'schen Theorie sei, denn der Palolo richtet sich nach dem synodischen und nicht nach dem tropischen Monat. In Loggerhead Key, dem Wohngebiete des atlantischen Palolo aber hat im Juli das dritte Viertel eine beträchtlich nördlichere Deklination als das erste. Deshalb schließt Friedländer, müßte sich der atlantische Palolo nach Arrhenius eher das erste Viertel aussuchen als das letzte, wie er in Wirklichkeit tut. So kann denn auch die von Euler mitgeteilte Vermutung, wenn sie sich auch als richtig erweisen sollte, die Hypothese des Arrhenius nicht stützen.

Brunelli und Schoener (1905) suchten die Frage vom Gesichtspunkte der allgemeinen Biologie zu lösen. Nach ihnen sollen die Schizogamie und Epitokie der Chaetopoden darin ihren Ursprung haben, daß ursprünglich zufällige Verletzungen der in Frage kommenden Würmer bei diesen spontan wurden und sich schließlich in einer Form vererbten, die der Verbreitung und Erhaltung der Art günstig war. Speziell bei den Palolos und ihren Verwandten soll der Wechsel der Gezeiten gewissermaßen einen phylogenetisch entstandenen erinnernden Reiz für das Nervensystem darstellen, das durch die physiologischen Vorgänge bei der Geschlechtsreife und der durch die Epitokie bedingten Umwandlung eine periodisch wiederkehrende Krisis durchzumachen hat.

Die schon vorher erwähnte Arbeit A. G. Mayer's (1909) hat nun endlich dem planlosen Suchen nach Erklärungen ein Ende gemacht, indem dieser Forscher den hier einzig richtigen Weg, den des Experiments, beschriftet. Mayer glaubte nachgewiesen zu haben, daß der natürliche Wechsel des Mondlichtes auf das Zustandekommen der Brutschwärme beim atlantischen Palolo ein unbedingt notwendiger Faktor sei.

Zunächst gibt Mayer noch einige Einzelheiten über die Art des Schwärmens und die Entleerung der Geschlechtsprodukte von *Eunice fucata* Ehl. Die geschlechtsreifen Würmer sind etwa 250 mm lang und enthalten in den hinteren 150 Segmenten ihre Geschlechtsprodukte. Vor Sonnenaufgang des Schwärmtages kommen die Hinterenden aus den Ritzen der Steinblöcke und lösen sich unter korkzieherartigen Bewegungen von den Vorderenden los, steigen an die Oberfläche und schwimmen rückwärts hinweg, während die Vorderenden in die Steine zurückkriechen und regenerieren. Nur wirklich reife Würmer werfen ihre Hinterenden ab. Die männlichen Enden sind durch ihren Inhalt lachsrot oder trübrosa, die weiblichen grünlichgrau oder hellbraun gefärbt. Auch einzelne Teile zerschnittener Hinterenden schwimmen rückwärts weiter. Nachdem die Wurmenden die Meeresoberfläche erreicht haben, schwimmen sie nach allen Richtungen durcheinander, zeigen keine Tendenz, sich in Massen zu vereinigen, sondern jedes einzelne verfolgt seinen eigenen Weg ohne Rücksicht auf seine Genossen andern Geschlechts. Sobald die ersten Sonnenstrahlen sichtbar werden, kontrahieren sich die Tiere und entleeren ihre Geschlechtsprodukte durch Zerreißen des Hautmuskelschlauches, der alsbald als leere tote Hülle zu Boden sinkt. Das Licht ist aber nicht die einzige, sondern nur eine begleitende Ursache für jene Muskelkontraktion, denn sie findet auch bei im Dunkeln gehaltenen schwimmenden Wurmenden statt, allerdings oft erst eine Stunde oder mehr nach der Zeit, zu welcher es die im Freien befindlichen Tiere tun. Einige Würmer des Schwarmes entleeren sich auch schon vor Sonnenaufgang. Ein mechanischer Choc verursacht das Bersten der Wurmenden, wobei die weiblichen sensitiver als die männlichen sind. Das zeigt sich auch darin, daß man letztere durch Zusatz von Alkohol betäuben kann, ohne daß sie sich entleeren, was bei den Weibchen nur schwer gelingt.

Gewaltsam aus den Felsen gebrochene Würmer werfen zwar ein schwimmendes Ende ab, das auch seine Geschlechtsprodukte, allerdings nur langsam, entleert, doch entwickeln sich auf diese Art gewonnene Eier nicht weiter, selbst wenn sie nur 24 Stunden vor dem normalen Schwarm abgelegt wurden. Jede kleinste Unreinheit des Wassers oder auch nur die Anwesenheit von etwas Kohlensäure verhindert das Schwärmen zur normalen Zeit, ebenso wie stagnierendes Wasser den Brutschwarm vereitelt. Die Geschlechtsprodukte atrophieren in solchem nicht völlig frischen Wasser.

Um nun den Einfluß des Mondlichtes und auch der Gezeiten auf das Schwärmen dieser *Eunice* sicher bestimmen zu können, setzte M a y e r die Würmer mit ihren Steinen in große, 2 m × 1 m × 1 m messende Holzkasten, die halbvoll Wasser auf der Oberfläche der See schwammen und deren Boden und Seitenwände reichlich mit Löchern versehen waren, so daß ständig frisches Wasser ins Innere der Behälter gelangen konnte. Durch besondere Schirme wurden die direkten Sonnenstrahlen von dem Inhalt der Kasten abgehalten, dagegen konnte das Mondlicht frei einfallen. Infolge einer solchen Vorrichtung befanden sich die Würmer beinahe völlig unter natürlichen Verhältnissen, nur waren sie dem Wechsel der Gezeiten entrückt, da ihre schwimmenden Behälter sich mit dem Wasserspiegel hoben und senkten.

M a y e r setzte nun die Versuchstiere in den Jahren 1905 und 1908 je 30 Tage vor dem voraussichtlichen Hauptschwarm, im Jahre 1907 aber erst 3 Tage vor demselben in diese Behälter. Jedesmal schwärmten einige von den so behandelten Würmern normal, d. h. innerhalb der Zeit vom 1.—3. Tage nach dem letzten Mondviertel im Juli. Von 11 Würmern waren es 4, 7 warfen ihre Hinterenden nicht ab, sondern blieben indifferent. Da nun in der Natur alle reifen Würmer schwärmen, so folgert M a y e r aus diesem Experiment, daß der Gezeitenwechsel zwar kein notwendiger, wohl aber ein die physiologischen Vorgänge fördernder Faktor für das Zustandekommen der Brutschwärme ist. Allerdings gibt dieser Forscher selbst zu, daß doch vielleicht die Wasserzirkulation in seinen Bassins nicht genügend war, und so die unnatürlichen Verhältnisse die Würmer am Schwärmen hinderten.

Ein sicheres Ergebnis scheinen die Versuche zu haben, bei denen es sich um den Einfluß des Mondlichtes handelte. M a y e r schloß nämlich die Strahlen des Mondlichtes von einigen seiner Behälter dadurch aus, daß diese regelmäßig des Abends bei Sonnenuntergang mit lichtdichten Holzdeckeln zugedeckt wurden, so daß die betreffenden Würmer wohl dem Tageslicht, nicht aber dem Mondlicht ausgesetzt waren, da die Deckel jeden Tag bald nach Sonnenaufgang wieder geöffnet wurden. Das Mondlicht wurde abgesperrt 1905 30 Tage, 1906 14 Tage, 1907 5 Tage, 1908 2 Tage vor dem vermutlichen Datum des Hauptschwarmes. Von den 22 zu diesem Versuche in die Kasten gesetzten Würmern zeigte nicht ein einziger eine Neigung zum Schwärmen. Somit hielt M a y e r das Mondlicht für einen zum Zustandekommen des Schwärmens unbedingt notwendigen Faktor; und zwar glaubte er, daß die betreffende Mondphase das Losbrechen der Brutschwärme selbst beeinflusst.

Auf Grund unserer Beobachtungen an der heteronereiden Form von *Nereis dumerilii* waren wir zu der Annahme gekommen, daß es das vom Mond reflektierte Licht der Sonne sei, welches den Zeitpunkt bestimmt, an dem die Umwandlung der Würmer beendet wird und an welchem diese zur Meeresoberfläche empor steigen, um ihre Geschlechtsprodukte abzusetzen. Wie schon in einem früheren Absatz erörtert wurde, ist aber auf Grund der Beobachtungen an der schwärmenden *Nereis dumerilii* zu schließen, daß dieser Reiz, den das Mondlicht ausübt, nicht erst im Moment des Los-

brechens der Brutschwärme wirkt, weil es sonst nicht verständlich wäre, wie so viele in die Millionen zählende Individuen plötzlich auf die Stunde alle fertig geschlechtsreif sein könnten. Wir müssen vielmehr annehmen — und die von unserer *Nereis* mitgeteilten Tatsachen scheinen diese Annahme zu bestätigen —, daß die Einwirkung des Mondes bereits eine beträchtliche Zeit vor der Vollendung der Metamorphose erfolgt und für das Vorsichgehen dieser Umwandlung selbst erst den Hauptanschlag gibt, nicht aber, daß er für schon umgewandelte Tiere, die nur auf ihn warten, gewissermaßen das Alarmsignal bedeutet. Nur auf diese Weise ist, wie schon früher gesagt, das vereinzelt und doch in gewissen Perioden erfolgende Schwärmen unserer *Nereis* zu erklären.

In einem eben erst veröffentlichten populären Aufsatz über das Tortugas Laboratory und die daselbst vorgenommenen Untersuchungen teilt nun A. G. M a y e r (1910), nachdem er unter anderem auch auf das Schwärmen des atlantischen Palolo zu sprechen gekommen ist, folgende kurze Notiz mit: „Professor A a r o n L. T r e a d w e l l, of Vassar College, is now studying this phenomenon, and he has discovered that if the rocks containing the worms be placed in a dark chamber upon the day preceding the night of the swarm the worms may still swarm. Hence, contrary to M a y e r's supposition, the presence of moonlight is not necessary for the swarming reaction. Previous studies at Tortugas have shown that the swarming is not due to tidal influences, and now the great question is — what does cause this remarkable response, for it appears to be some form of energy to which we are ourselves not sensitive.“

Nach dieser Angabe zweifelt also der amerikanische Forscher neuerdings überhaupt daran, daß das M o n d l i c h t einen Einfluß ausüben soll. Ich glaube nun, daß wir auch trotz dem Ergebnis dieser angedeuteten Untersuchungen von T r e a d w e l l noch nicht darauf zu verzichten brauchen, im Mondlichte die Ursache für das Auftreten von Brutschwärmen zu sehen. Wir dürfen nur nicht annehmen, wie M a y e r es getan hatte, daß eine bestimmte Mondphase das gleichzeitige Losbrechen der Schwärme verursacht, sondern wir müssen uns die Einwirkung des Mondes auf eine viel frühere Zeit im Leben der betreffenden Polychaeten zurückverlegt denken. Die schwärmenden Tiere sind ja voll geschlechtsreif, mithin muß doch vor allem die Reifung der Geschlechtsprodukte durch einen alle gleichzeitig treffenden Reiz angeregt und eingeleitet worden sein. Dieser Reiz muß demnach schon einige Wochen vor dem Schwärmen auf die Tiere gewirkt haben.

So weit sich aus meinen kurzen Beobachtungen an *Nereis dumerilii* ersehen ließ, scheint eine solche Annahme durch die Tatsachen eine Stütze zu finden. Daß von jenen 22 Palolo-Würmern M a y e r's kein einziger schwärmte, kann an den immerhin unnatürlichen Bedingungen liegen, unter welchen diese, wie ja M a y e r selbst zugibt, so empfindlichen Tiere gehalten wurden. Daß dagegen die nur einen Tag vor dem voraussichtlichen Schwärmen im Dunkeln gehaltenen Würmer T r e a d w e l l's trotzdem losbrachen, kann man als eine Bestätigung meiner Annahme, daß die Beeinflussung durch das Mondlicht früher stattfindet, ansehen.

Eine solche vorherige Einwirkung des Mondes schließt ja nicht aus, daß das gleichzeitige Losbrechen der so zahlreichen Individuen, aus denen sich die großen Brutschwärme zusammensetzen, wiederum durch einen Reiz ausgelöst wird. Dieser s e k u n d ä r e Reiz mag bei den an streng eingehaltenen Terminen schwärmenden Palolo-Würmern abermals in Gestalt des Mondlichtes einwirken. Man kann sich auch hier wieder die Beeinflussung einige Tage vor dem Schwärmen stattfindend denken, so daß die Ergebnisse T r e a d w e l l's dieser Annahme nicht widersprechen. Immer-

hin ist es ja möglich, daß der in der Natur in dem Wohngebiet der Palolo-Würmer vorhandene und vom Monde abhängige Gezeitenwechsel auch mit zur genaueren Einhaltung der Schwärmtermine beiträgt, wie Mayer annimmt. — Bei unserer *Nereis dumerilii*, die für gewöhnlich nur vereinzelt schwärmt, scheint zunächst nur der primäre, der Hauptreiz eine Wirkung auszuüben; die gelegentlichen großen Brutschwärme zeigen aber, daß sich auch bei diesem Polychaeten allmählich die Neigung herausbildet, auf einen sekundären Reiz zu reagieren, der die durch den ersten zur Umwandlung veranlaßten Tiere zum spontanen Losbrechen bringt.

Wenn hier immer von einer Einwirkung des Mond-Lichtes gesprochen wurde, so möchte ich ausdrücklich darauf hinweisen, daß diese ja keine unmittelbare zu sein braucht, zumal eine solche nach unseren bisherigen physiologischen Erfahrungen recht wenig verständlich sein würde. Man kann aber ein mittelbares Einwirken annehmen, das man sich wenigstens für *Nereis dumerilii* vielleicht folgendermaßen vorstellen könnte. Wie sich aus dem Verhalten der gefangenen Würmer ergibt, verlassen diese nur des Nachts ihre Wohnröhren, um sich Nahrung zu suchen. Es ist daher wahrscheinlich, daß auch das helle Licht des Vollmondes, ebenso wie am Tage das Sonnenlicht, die im Freien lebenden Tiere veranlaßt, in den Nächten um den Tag des Vollmondes herum in ihren Röhren zu bleiben. Ob die Tiere bei absoluter Dunkelheit auf Beute ausgehen, ist nicht bekannt, könnte aber leicht experimentell festgestellt werden. Da unsere Würmer mit verhältnismäßig hochorganisierten Linsenaugen versehen sind, scheint ihnen eine gewisse Lichtmenge nötig zu sein, um sie in ihrer Umgebung zu orientieren. Somit würden die *Nereis dumerilii* in der Zeit um den Vollmond, vielleicht auch um die des Neumondes einige unfreiwillige Hungertage durchzumachen haben, oder anders ausgedrückt, der Hauptnahrungserwerb fiele in die Zeit um die Mondviertel mit ihrem mäßigen Licht, etwa in die Nächte kurz nach dem ersten sowie in die gleich hellen kurz vor dem letzten Viertel. Diese periodische Nahrungszufuhr könnte aber für den Zeitpunkt der Vollendung der Geschlechtsreife, und damit für das Schwärmen von Bedeutung sein. Bemerkenswert ist, daß diese Perioden einer gesteigerten Nahrungsaufnahme sich mit den früher auf anderem Wege gefundenen und als wirksam bezeichneten Zeitabschnitten decken. 14—25 Tage lang dauert ja die Umwandlung, wie von mir festgestellt wurde. (S. S. 82.)

Keinen Einfluß scheint bei unseren Würmern der Phasenwechsel des Mondes darauf zu haben, ob eine Umwandlung überhaupt erfolgt oder nicht, denn wir sahen alle Andeutungen dafür, daß es ungünstige Bedingungen sind, welche die für die Existenz der Art vorteilhafte Metamorphose herbeiführen, durch die die Nachkommen der Würmer an neue Wohnplätze gebracht werden.

* * *

Mayer weist darauf hin, daß das Verhältnis der männlichen zu den weiblichen Tieren beim atlantischen Palolo 3:2 ist und daß die Brutzeit bei diesem Wurm nur 1—6 Tage dauert, bei *Nereis*, wo nach diesem Autor sehr viele Männchen auf ein Weibchen kommen, dagegen volle 100 Tage, eine Zahl, die allerdings für viele *Lycoriden*-Arten ungefähr zutreffen mag. (Für *Nereis dumerilii* mit ihren zahlreichen Geschlechtsformen könnte man das ganze Jahr als Brutzeit angeben.) Da nun eine Verkürzung der Brutzeit eine Vermehrung der Weibchen und eine Verminderung der Männchen erfordert, wenn die Art nicht weniger Nachkommen als früher erzeugen soll, eine Verlängerung der Brutzeit diese Zahlen aber umgekehrt gestaltet, weil es möglich wäre, daß die Weibchen inner-

halb weniger Tage schwärmen und dann auf diese zu wenig Männchen fielen, — so schließt M a y e r , daß irgend eine solche Ursache dazu beigetragen habe, die Brutzeit des atlantischen, aber auch die der übrigen Palolos zu kürzen. Diese Vermutung möchte richtig sein, wenn man die früher erwähnten von W i l s o n , S o r b y usw. berichteten Fälle in Betracht zieht, wie es M a y e r getan hat. Nicht ganz paßt aber in dieses Schema der Tatsachenbefund, den ich an dem mir zugänglichen Material konstatieren konnte.

Von den 163 *Nereis dumerilii* der kleinen heteronereiden Form, die ich während meines ganzen Aufenthaltes in Neapel aus dem Meere erhielt und deren Geschlecht ich feststellte, waren

109 Männchen und 54 Weibchen

oder 66,87 % Männchen und 33,13 % Weibchen

d. h. beinahe genau doppelt soviel Männchen als Weibchen. Genau so verhielt sich der eine größte Fang vom 13. April 1909, wo von 36 Individuen 24 Männchen und 12 Weibchen waren.

Dagegen waren von 153 heteronereiden *Nereis dumerilii* aus dem großen Schwarm vom 2. Mai 1908

92 Männchen und 61 Weibchen

oder 60,13 % Männchen und 39,87 % Weibchen

d. h.: es verhielt sich die Menge der Männchen zu der der Weibchen wie 3:2.

Endlich gehörten von 23 von mir auf ihr Geschlecht geprüften frisch aus dem Meere kommenden heteronereiden *Nereis coccinea* nur 11 dem männlichen, aber 12 dem weiblichen Geschlechte an; das Verhältnis war also etwa 1:1.

Danach verhält sich also *Nereis dumerilii* — wenigstens im Golf von Neapel — im günstigsten Falle genau so wie *Eunice fucata*. Es mag aber zu Gunsten von M a y e r 's Theorie sprechen, daß das Verhältnis der Geschlechter bei unserer *Nereis*, das bei dem gewöhnlichen Schwärmen 2 Männchen auf je 1 Weibchen kommen läßt, in dem großen Brutschwarm sich zum Vorteil der Weibchen in 3:2 verwandelte, wie es dieser Autor doch für den Fall spontanen Schwärmens fordert.

Wenn die Resultate der in diesem Abschnitt vorgeführten Ableitungen auch keinerlei Anspruch auf Genauigkeit machen können, so zeigen sie doch wenigstens das eine, wie nämlich durch ein planmäßiges Vorgehen die bisher noch so ganz rätselhafte Einwirkung des Mondes auf physiologische Vorgänge sehr wohl näher analysiert und so der Erkenntnis zugänglicher gemacht werden kann. Sollten die hier gegebenen Ausführungen auch nur dazu anregen, daß hier und da an geeigneten Orten das Schwärmen irgendwelcher heteronereider *Lycoriden* oder auch anderer eine Epitokie aufweisender Polychaeten durch eine längere Reihe von Jahren hindurch beobachtet, wenn möglich quantitativ exakter bestimmt würde, so hätten sie schon ihren Zweck erfüllt. Unsere Kenntnis der kausalen Zusammenhänge solcher Erscheinungen ist noch viel zu gering, als daß sich schon jetzt die bisher bekannten wenigen Tatsachen zu einem zusammenhängenden Bilde vereinigen ließen. Erst in den allerletzten Jahrzehnten hat man begonnen, den kosmischen Einflüssen auf die Vorgänge auf der Erde ein regeres Interesse darzubringen. Vielleicht sind diese Einflüsse von größerer Bedeutung, als man bisher annahm, vor allem für die Organismenwelt, da sie in erster Linie auf das Klima und die meteorologischen Erscheinungen wirken, von denen dann wieder viele Lebenserscheinungen der Tiere und Pflanzen abhängen. Es ist mehrmals versucht worden, speziell den Wechsel des Mondes mit allen möglichen periodischen Vorgängen bei Tieren und auch beim Menschen in Zusammenhang zu bringen, ohne daß es gelungen wäre, tiefer in dieses Problem einzudringen.

Schlussbetrachtungen.

Fassen wir die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit kurz zusammen, so finden wir, daß die im Golf von Neapel vorkommenden Vertreter der *Lycoriden*-Art *Nereis dumerilii* Aud. et Edw. in drei verschiedenen Formen geschlechtsreif werden können, nämlich in einer nereiden Form α und in zwei heteronereiden β und γ . Alle drei Formen sind getrennt geschlechtlich im Gegensatz zu einer vierten hermaphroditen Form δ , welche bisher nur bei Marseille, Villefranche, San Remo und an der Küste der Normandie gefangen wurde.

Die Form α legt dotterreiche Eier in ihren Wohnröhren ab, wo sie vom Männchen befruchtet werden und sich dann bis zu jungen Würmern mit 10 Ruderpaaren unter dem Schutze des Muttertieres entwickeln. Bei dieser Entwicklung können wir eine allererste Jugendzeit als Embryonalperiode, die bis zu dem Stadium mit 6 Ruderpaaren reicht, unterscheiden gegenüber der darauf folgenden Larvalperiode. Die beiden Lebensabschnitte sind besonders deutlich durch das verschiedene Aussehen des Borstenkleides der jungen Würmer charakterisiert. Am Ende der Larvalperiode verläßt das Muttertier seine Brut, und diese zerstreut sich infolge einer jetzt auftretenden negativen Geotaxis und positiven Phototaxis über den Wohnbezirk, um dann das Leben der Erwachsenen aufzunehmen.

Die freischwimmende Form β legt Eier mit wenig Nahrungsdotter an der Oberfläche des Meeres ab, die nach der Befruchtung mit einer dicken Gallerthülle umgeben abwärts sinken, sich schnell, vielleicht ehe sie den Boden erreichen, zu einer schwimmenden Larve, der Nectochaeta entwickeln. Diese Larven streben zunächst wieder nach der Oberfläche des Meeres, sinken aber bald zu Boden und bilden sich hier in junge Würmer um, die dann sehr schnell heranwachsen, indem sie nach Art der Erwachsenen leben. Sobald sie 10 Rudersegmente erreicht haben, gleichen sie den Jungen der Form α . Wir haben also eine Erscheinung vor uns, die Giard (1904) „Poecilogonie“ genannt hat, deren Wesen darin besteht, daß bei einer Tierart die Erwachsenen gleich, die Jungen aber nach den äußeren Bedingungen verschieden gebaut sind.

Die Eier der Form γ unterscheiden sich nicht von denen der Form β . Ihr Schicksal ist nicht bekannt; wahrscheinlich aber entwickeln sie sich wie die der Form β .

Die von den Formen α und β stammenden jungen Würmer wachsen ziemlich stetig heran, wobei an ihrem Borstenkleid einige charakteristische Veränderungen stattfinden, und werden nun, nachdem sie eine gewisse Größe erreicht haben, geschlechtsreif.

In der folgenden Textfigur 14 ist der Formenkreis der *Nereis dumerilii* schematisch dargestellt.

Wir sehen oben einen jungen Wurm, der auf der Bahn a zunächst größer, dann geschlechtsreif wird in der nereiden Form α . Seine Nachkommen beginnen nach dem Durchlaufen des dotterreichen Larvenstadiums den Lebenskreis von neuem.

Andere solcher jungen Würmer wandeln die Bahn b, d. h. sie wachsen zunächst bis zu einem Stadium, das bereits größer ist, als die Form α , wandeln sich dann um und werden geschlechtsreif in der Form β , um nach Abgabe ihrer Geschlechtsprodukte einzugehen. Ihre Nachkommen beginnen nach Absolvierung des Nectochaeta-Stadiums den Cyklus wieder von vorn.

Die Würmer der Form α können nach Beendigung ihres Brutgeschäftes und der damit verbundenen Brutpflege weiterwachsen und so (Bahn c) sich nach einiger Zeit ebenfalls in die Form β

umwandeln. Sie werden also während ihres Lebens zweimal geschlechtsreif, und zwar in zwei durch ihren Bau sehr von einander verschiedenen Formen, so daß wir es hier mit einer *Dissogonie* zu tun haben. Ihre Nachkommen werden sich wie die der auf der Bahn b zur Form β gelangten Tiere verhalten.

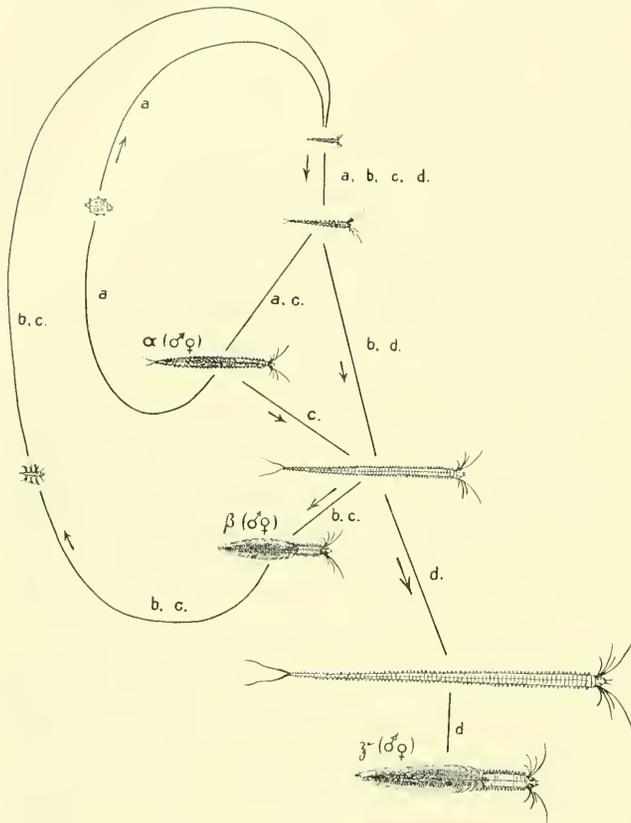


Fig. 14.

Formenkreis der *Nereis dumerilii* (schematisch — Zeichenerklärung im Text).

Endlich wachsen manche Würmer auf der Bahn d zu ganz großen Individuen heran, die sich jedesmal in die heteronereide Form γ verwandeln. Über deren Nachkommen wissen wir nichts. Wahrscheinlich verhalten sie sich wie die der Form β .

Es fragt sich nun, ob die einzelnen Lebenszyklen a, b, c und d unabhängig nebeneinander bestehen, so daß die Individuen, welche sie absolvieren, ebenso vielen Varietäten der Art entsprechen, oder ob sie ineinander übergehen können.

Nach meinen direkt gemachten Erfahrungen kann der Kreis c mehrmals durchlaufen werden, denn ich sah die Nachkommen der Form β auf diesem Wege wieder zur Form β werden. Die anderen Lebenskreise wurden nur höchstens einmal durchlaufen, so daß sich über ein etwaiges Ineinandergehen derselben nach meinen Zuchtversuchen nichts sagen läßt. Es scheint aber vieles dafür zu sprechen, daß die einzelnen Kreise wirklich ineinander übergehen können, wie das ja schon die Bahn c andeutet.

Außerdem ergibt sich das aus der

Tatsache, daß die weitaus meisten der in meinen Gläsern geschlechtsreif werdenden Würmer in der Form β endeten. Wenn nun die Nachkommen dieser Form immer den Kreis b wandeln müßten, so hätten viel mehr Tiere, nämlich etwa die Hälfte meiner zur Reife kommenden Würmer, in der Form α Nachkommen erzeugen müssen, da auch in der Natur mindestens ebenso viele Würmer der Form α wie der Form β gefunden werden. Ob die Form γ , so wie es Claparède und von Wistinghausen angeben, nur auf dem Wege d in direkter Wachstumslinie erreicht werden kann, oder ob manchmal oder immer eine erste Reifeperiode in der Form α in diesen Weg einge-

schaltet wird, also abermals Dissogonie vorliegt, läßt sich nach meinen Zuchtversuchen nicht entscheiden. Endlich besteht noch die Möglichkeit, daß in der Bahn a eine zweimalige oder mehrmalige Reife einunddesselben Individuums in der Form α durchlaufen wird, da wir die Tiere dieser Form recht verschieden groß und darum wohl auch verschieden alt antreffen, so daß die einen von ihnen bereits einmal geschlechtsreif gewesen sein könnten, dann aber notwendigerweise in der Form α .

Ziehen wir nun noch die hermaphrodite Form δ mit in Betracht, so ergibt sich eine ungeheure Menge von möglichen Kombinationen zwischen den einzelnen Lebensläufen. Nur weitere, möglichst über mehrere Jahre fortgesetzte Züchtungsversuche können hier sicheren Aufschluß geben.

Tritt uns nun auch bei der rein morphologischen Betrachtung des Formenkreises unserer *Nereis dumerilii* eine erdrückende Fülle von möglichen Entwicklungszyklen entgegen, so wird diese durch eine mehr physiologische Betrachtung doch wenigstens etwas geklärt. Meine Zuchtversuche scheinen unmittelbar zu ergeben, daß sich das Schicksal der jungen Würmer beeinflussen läßt durch die äußeren Lebensbedingungen. Und zwar können wir mit Sicherheit annehmen, daß ungünstige Verhältnisse, vor allem zu geringe, ungenügende Ernährung die Tiere veranlassen, sich möglichst bald in die Form β zu verwandeln.

Während unsere *Nereis* bei einem mehrmaligen Durchlaufen der Bahn a befähigt ist, in einem wenig ausgedehnten, vielleicht recht günstige Existenzbedingungen bietenden Bezirk eine große Nachkommenschaft zu erzeugen, die sich nur innerhalb dieses Bezirks verteilt, so ermöglicht es die Form β , die Art weiter zu verbreiten und sie von ungünstigen Wohnplätzen weit wegzuführen. Die Form α vermehrt die Art, die Form β verbreitet sie. Über die Form γ läßt sich gegenwärtig noch nichts sagen, doch neige ich dazu, in ihr nichts anderes als besonders groß gewordene, besonders alte Tiere zu sehen, die sich nicht typisch von der Form β unterscheiden, zumal da ich Übergangsgrößen zwischen beiden fand. Stimmt diese meine Annahme, so würden die Würmer der Form γ in bezug auf den Nutzen ihres Baues für die Nachkommenschaft eine Mittelstellung zwischen den Formen α und β einnehmen, indem sie selbst sich zwar nicht weit von dem alten Wohnbezirk entfernen können, wohl aber ihre Nectochaeta-Nachkommen wieder die Art verbreiten, wenn auch nicht in dem Maße wie die Geschlechtstiere der Form β .

Die Schwärmzeit der Form β wird beeinflußt von dem Phasenwechsel des Mondes. Da gelegentlich ungeheure Brutschwärme von *Nereis dumerilii* plötzlich erscheinen, so muß der Mondwechsel, wenn er auf die Zeit des Losbrechens solcher Schwärme überhaupt einwirkt, auch schon die vorhergehende Reifung der Geschlechtsprodukte beeinflußt haben, denn sonst könnten solche Massen von Würmern nicht gleichzeitig geschlechtsreif sein. Für das tatsächliche Vorhandensein eines solchen die Würmer bereits lange Zeit vor dem Schwärmen zur Umwandlung veranlassenden Reizes sprechen auch die Termine des Schwärmens selbst. Vielleicht bewirkt außer diesem Hauptreiz, dem primären, noch ein sekundärer, erst kurz vor dem Losbrechen der Brutschwärme in die Erscheinung tretender Reiz das spontane Geschehen dieses Vorganges. Die Einwirkung des Mondes beruht auf dem von diesem ausgehenden Licht und ist wohl nur eine mittelbare, indem sie wahrscheinlich ein Verhalten der Tiere hervorruft, das dann erst die Entwicklung der Geschlechtsprodukte zur Folge hat, mit der die eine einigermaßen konstante Zeit dauernde Umwandlung der äußeren Form des Tieres notwendig verbunden ist. Daß der Mond auf die Gestaltung der geschlechtsreifen Form selbst einwirkt, daß er also ein die Formen α , β , oder γ mit bedingender Faktor sei, scheint dagegen ausgeschlossen.

Nereis dumerilii ist die einzige unter den *Lycoriden*, von der man bisher einen so formenreichen Polymorphismus kennt. Nur bei *De Saint Joseph* (1888) finde ich eine Andeutung, daß vielleicht auch bei *Leptonereis vaillanti* zwei heteronereide Formen vorkommen; dieser Autor schreibt nämlich hierüber: „On le prend plus rarement au fond, et les exemplaires qu'on en ramène sont moins agiles que ceux de la surface, quoiqu'il n'y ait aucune différence apparente.“

Umso interessanter scheint es da, daß in einer ganz anderen Polychaetenfamilie, nämlich bei den *Cirratuliden* sehr ähnliche Verhältnisse wie bei unserem Wurm obwalten, die oft bis in kleinere Details mit den an dieser *Nereis* beobachteten Erscheinungen übereinstimmen. *Caulery et Mesnil* (1898) haben bei *Dodecaceria concharum* nachgewiesen, daß dieser Wurm in einer parthenogenetischen Form A, in einer beweglich schwimmenden Form B₂ und in einer wenig beweglichen Form C₂ geschlechtsreif werden kann. Sie vergleichen diese Formen mit denen der *Nereis dumerilii* (S. 147):

„On sera frappé des analogies entre le polymorphisme de *Nereis dumerilii* et celui de *Dodecaceria concharum*. Nous sommes en présence, dans l'une comme dans l'autre, d'une forme atoque (α , A) et de deux formes épitoques, l'une pélagique nageuse (β , B), l'autre sédentaire (γ , C). *Nereis* présente en outre une forme hermaphrodite et vivipare, trouvé par *Metchnikoff*, et il en est peut-être de même de *Dodecaceria*, d'après les observations de *Monticelli*.“

Ob die drei Geschlechtsformen von *Dodecaceria* einer einzigen Art angehören, also mit einander abwechseln können, oder ob sie völlig getrennt neben einander bestehen, konnten *Caulery et Mesnil* nicht entscheiden, und so treten für jene Art dieselben Fragen auf wie für unsere *Nereis*.

Tabelle der vom 1. X. 08 bis 15. VIII. 09 im Golfe von Neapel gefangenen freischwimmenden *Nereis dumerilii* mit Mondphasen, Angaben über Wind und Regen und den höchsten sowie niedersten Deklinationen des Mondes.

(Die meteorologischen Notizen aus den Mitteilungen des R. Osservatorio di Capodimonte (Neapel), die Deklinationen aus dem Astronomischen Jahrbuch.)

Datum		Anzahl d. gefang. Würmer	Mond- phasen	Windrichtung			Geschwindig- keit in km			Regen in 24 Std. in mm	Astronom. Datum		Kulmination = $90^\circ - \varphi + \delta$		
Tag	Monate			9h	15h	21h	9h	15h	21h		Tag	Monat	Std.	Min.	W. Deklinat.
1.	Oktr.	2		NNE	NNE	N	24	28	14						
2.				NE	NE	NE	10	18	14						
3.			☾	NNE	NNE	SSE	6	13	2		3.	X.	18	54	— 23° 59'
4.				NNE	ENE	SSW	6	9	10						
5.				NW	SSW	WSW	3	16	5						
6.				N	S	N	3	15	11						
7.				NNE	ENE	N	14	7	10						
8.				N	SSW	SW	10	11	4						
9.			☺	NNE	SW	NW	6	16	2						
10.				N	SW	WNW	7	16	6						
11.				S	SSW	N	7	16	10						
12.				NNW	N	NW	17	9	7	2,2					
13.				N	WNW	NNW	7	5	9	0,4					
14.				NW	SW	N	0	11	6						
15.				NNW	NNE	NNW	14	12	14	0,7					
16.		2		NNW	S	NW	4	12	11		15,5.	X.	6	39	+ 24° 5'
17.			☾	N	SW	SE	8	13	6						
18.				N	WSW	WNW	10	13	8						
19.				N	SW	E	8	18	3						
20.				NE	SSW	WNW	2	12	14						
21.		2		NNW	N	N	15	13	14	20,8					
22.				N	N	N	17	17	13	21,1					
23.				NNE	N	N	8	6	16	13,8					
24.				ENE	SW	NNW	15	23	28	39,2					
25.			☺	SSW	S	S	6	22	28	36,7					
26.				NE	NE	N	2	6	10						
27.				NNW	NW	NNW	14	10	15						
28.				N	N	NNE	12	10	14						
29.				NNE	N	NNE	11	4	10						
30.		6		N	NNW	NNE	12	6	9		30.	X.	18	41	— 24° 13'
31.	Novbr.		☾	NNW	NNW	NW	9	5	4						
1.				N	NNW	NNE	10	7	18						
2.				NNE	NE	NNE	22	18	13						
3.				NNE	NNE	N	10	4	9						
4.				N	S	NNW	6	5	11	2,0					
5.				N	NNW	N	15	15	14	4,1					
6.				N	SSW	NW	6	13	3						
7.				N	SSW	NW	12	8	13						
8.			☺	N	SSE	S	4	27	36						

Datum		Anzahl d. gefang. Würmer	Mond- phasen	Windrichtung			Geschwindig- keit in km			Regen in 24 Std. in mm	Astronom. Datum		Kulmination = $90^\circ - \varphi + \delta$		
Tag	Monat			9h	15h	21h	9h	15h	21h		Tag	Monat	Std.	Min.	W. Deklinat.
9.	Novbr.			S	WSW	WSW	31	30	24	10,0					
10.				S	S	N	32	24	13	20,5					
11.				E	SE	N	7	6	13	22,8					
12.				NNE	NNE	NNE	21	16	16		12.	XI.	6	46	+ 24° 18'
13.				N	NNE	NNW	13	9	12						
14.				N	S	NNW	10	8	9						
15.				N	ENE	NNE	12	4	12						
16.			☾	NNE	NNE	NNE	21	20	22						
17.				NNE	NNW	NNE	18	13	15	2,5					
18.				N	NNW	N	17	16	20	2,1					
19.				NW	SSW	NW	11	13	11	38,3					
20.				SSW	S	NNW	6	14	11	52,4					
21.				NNE	N	NNE	8	12	18	0,4					
22.				NNE	NE	N	13	17	12						
23.			☽	N	S	NNW	2	23	13	1,8					
24.				N	NE	N	10	18	31						
25.				NNW	NNE	N	19	18	16						
26.				NNW	NNW	NW	14	9	13						
27.				N	SSE	NW	9	7	11		26,5.	XI.	18	56	- 24° 21'
28.				NW	NNW	NW	1	7	13						
29.				N	NNW	NNW	9	9	9						
30.		5	☾	NNW	SE	NW	10	3	9						
1.	Dezbr.			N	NW	NW	8	7	3						
2.				NNW	S	NNW	3	11	13						
3.		3		NNW	WSW	N	8	7	5						
4.				N	S	SE	8	7	3						
5.				NNW	SW	NW	10	11	14						
6.				NNE	NNE	NNE	17	20	19						
7.			☺	NNE	NE	NNW	16	13	10						
8.				N	NNW	NW	10	9	12						
9.				N	ESE	NNW	9	4	12						
10.				N	NE	NE	14	3	6		9,5.	XII.	6	52	+ 24° 22'
11.				SW	SW	SSW	31	33	26	36,0					
12.				SW	W	NNE	37	7	16	27,5					
13.				NNW	NNE	NNW	12	11	10						
14.				NNW	NNW	WSW	14	5	6						
15.			☾	N	N	N	9	9	12	0,5					
16.				N	NNE	NE	13	12	14	10,5					
17.				ENE	NNE	SSE	10	11	8	34,9					
18.				ENE	S	SSE	8	15	3	30,0					
19.		2		NNW	NE	NNW	10	17	17						
20.				NNE	NNE	NNE	15	23	20						
21.				NNE	NNE	NNE	20	24	32						
22.				N	NNE	N	16	16	15	9,0					
23.			☽	N	NE	NNE	13	14	13						

Datum		Anzahl d. gefang. Würmer	Mond- phasen	Windrichtung			Geschwindig- keit in km			Regen in 24 Std. in mm	Astronom. Datum		Kulmination = $90^\circ - \gamma + \delta$		
Tag	Monat			9h	15h	21h	9h	15h	21h		Tag	Monat	Std.	Min.	W. Deklinat.
24.	Dezbr.			N	NNE	SSW	12	8	7	29,4	24.	XII.	19	6	- 24° 19'
25.				N	S	N	12	11	10	5,0					
26.		4		SE	N	NNW	6	8	15	0,5					
27.				NNW	SSW	SE	15	5	4						
28.				S	SSE	NW	8	13	22	27,1					
29.				NNE	NE	N	10	16	15	6,5					
30.			☾	NNW	NNE	N	7	8	16	0,4					
31.				NNE	NNE	NNE	17	23	24						
1.	Jan.			NNE	NE	NNE	30	19	19						
2.				NNE	NE	NNE	12	17	25						
3.				NNE	NNE	NNE	29	37	28						
4.				NNE	NNE	NNE	12	29	14						
5.				NNW	SE	N	11	6	8						
6.			☺	NNW	NNE	NNW	14	5	10		6.	1.	7	2	+ 24° 20'
7.				NNW	SE	WNW	5	3	5						
8.				SSW	SSW	SSW	22	23	46	5,0					
9.				SSW	SSE	NNE	36	23	10	5,4					
10.				SE	NNE	NE	14	11	21	6,8					
11.				N	N	NNW	11	10	5						
12.				SW	SW	SSW	5	15	18	2,0					
13.				WNW	NE	NNW	8	3	5	21,0					
14.		2	☾	SSW	SW	SW	7	22	12	0,6					
15.				S	SW	SW	4	15	14	0,2					
16.				SSE	S	SSW	7	15	12						
17.				SW	WNW	NNE	9	14	24						
18.				N	NNE	NW	22	23	15						
19.				N	NNW	N	5	12	10	0,2					
20.				NNE	N	N	15	22	14	4,5	20.	1.	18	39	- 24° 20'
21.				N	NE	NNE	10	14	12	0,2					
22.			☽	N	NE	N	14	11	14						
23.				NNE	NE	NNE	16	17	14						
24.				N	NE	N	14	11	14						
25.				NNW	N	N	15	11	16						
26.				ENE	SSE	NE	8	4	5	11,8					
27.		5		NNW	N	NNE	15	14	13	0,7					
28.			☾	NNE	NE	NE	21	19	26						
29.				NNE	NNE	N	16	14	12						
30.		2		N	S	SSW	9	10	10	4,9					
31.				NW	NNW	N	9	9	10	4,0					
1.	Febr.	2		N	NW	NW	11	12	13						
2.				NNE	NNE	NNE	6	24	19	2,0	2.	II.	6	47	+ 24° 24'
3.				NW	WNW	SW	2	4	9						
4.				S	W	WNW	5	9	11						
5.			☺	SW	SSW	WSW	4	7	10						
6.				SSE	SW	SW	5	10	1						

Datum		Anzahl d. gefang. Würmer	Mond- phasen	Windrichtung			Geschwindig- keit in km			Regen in 24 Std in mm	Astronom. Datum		Kulmination = $90^\circ - \varphi + \delta$		
Tag	Monat			9h	15h	21h	9h	15h	21h		Tag	Monat	Std.	Min.	W. Deklinat.
7.	Febr.			SW	S	WSW	1	5	9						
8.				NNE	NE	NNE	18	17	13	3,6					
9.				NNE	NNE	N	20	25	10						
10.				NE	S	SE	6	12	14						
11.				SSE	SSE	SSE	29	25	32						
12.				SE	WNW	WSW	18	16	19	12,7					
13.			☾	WNW	SSW	NE	6	6	8	2,8					
14.				NNE	NNE	NNE	19	20	20	0,2					
15.				NNE	NNE	NNW	15	13	14						
16.				NW	NW	ENE	1	9	7						
17.				NNE	NE	N	15	18	15	0,7	16,5.	II.	18	42	- 24° 29'
18.				NNE	NE	NNE	15	15	14						
19.				N	NE	NNE	12	16	17						
20.			☉	NNE	NNE	NNE	18	20	8						
21.				N	NNE	NE	8	11	12						
22.		5		N	NW	NNE	8	6	9						
23.				NNE	NNE	N	23	21	14	2,8					
24.				N	NNE	SE	16	14	19	5,6					
25.		1		SSE	SW	SSW	8	24	20	9,0					
26.		1		N	NNE	N	11	9	14	0,2					
27.			☾	SSE	SE	SSE	27	33	20	19,8					
28.				SW	SW	S	14	23	17	15,1					
1.	März			SE	SE	SSE	15	24	57	0,3					
2.				W	WSW	SSW	11	23	20	16,0	1,5.	III.	7	2	+ 24° 32'
3.		3		SSW	SW	SW	7	23	14	10,1					
4.				SW	SSW	SW	26	31	33	0,2					
5.				SW	SW	SW	27	26	23	7,5					
6.				NW	W	WSW	12	23	6						
7.			☺	SE	W	SSW	11	30	3	7,5					
8.				SSE	WNW	W	27	36	24	12,2					
9.				NE	NE	W	6	10	5	3,3					
10.		5		NNE	SSW	NNE	7	17	2						
11.				SW	SSW	SSW	16	20	22	13,9					
12.				WSW	WSW	SE	23	30	8	0,5					
13.		7		SE	W	S	3	16	5	0,8					
14.				NNW	WSW	WSW	15	20	14						
15.			☾	SW	SW	SW	19	30	13	7,7					
16.				SSW	SSW	SSW	23	32	30	4,0	16.	III.	18	50	- 24° 43'
17.				NNW	NW	WNW	3	8	24	4,0					
18.		10		WSW	WSW	SSW	2	14	4						
19.				SSE	NE	NNW	12	6	9	0,3					
20.		3		NNE	SSW	WSW	9	19	13						
21.			☉	NNW	SW	WSW	13	10	8						
22.				SSW	SW	WNW	11	17	6						
23.				SW	S	S	4	23	24	1,5					

Datum		Anzahl d. gefang. Würmer	Mond- phasen	Windrichtung			Geschwindig- keit in km			Regen in 24 Std. in mm	Astronom. Datum		Kulmination = $90^\circ - \varphi + \delta$		
Tag	Monat			9 h	15 h	21 h	9 h	15 h	21 h		Tag	Monat	Std.	Min.	W. Deklinat.
8.	Mai														
9.															
10.		5									10.	V.	19	20	- 24° 56'
11.															
12.			☾												
13.															
14.		3													
15.															
16.															
17.															
18.															
19.			☽												
20.															
21.															
22.											22.	V.	6	34	+ 25° 7'
23.															
24.															
25.															
26.															
27.			☽												
28.															
29.															
30.															
31.															

Im Juni, Juli und August wurden keine Würmer erbeutet.

Der grosse Brutschwarm vom 2. Mai 1908.

21.	April			WNW	W	WSW	26	35	22	1,2					
22.				W	W	WSW	23	22	10	3,7	22.	IV.	19	3	- 23° 18'
23.			☾	NNE	SW	WNW	6	16	18	—					
24.				WNW	SSW	SSW	8	21	9	—					
25.				SE	SSW	S	6	21	7	—					
26.				ENE	W	WSW	5	30	6	—					
27.				NW	SW	SSW	7	20	3	—					
28.				SSE	S	NW	11	23	1	—					
29.				SSW	SSW	SSW	8	22	6	—					
30.			☽	NNE	NNE	NNE	13	21	16	—					
1.	Mai			NNE	NNE	WNW	19	14	13	—					
2.		8		SSE	SSW	SSW	6	17	9	—					

Literaturverzeichnis.

- 1898 Arrhenius, S., Die Einwirkung kosmischer Einflüsse auf physiologische Verhältnisse. Skand. Arch. f. Phys. T. 8.
- 1896 Benham, W. Bl., Archannelida, Polychaeta and Myzostomaria. Cambridge Nat. Hist. Vol. 2.
- 1898 Berg, Otto und Karl Knauth, Über den Einfluß der Elektrizität auf den Sauerstoffgehalt unserer Gewässer. Natwiss. Rundschau Bd. 13 No. 51 und 52.
- 1903 Bohm, G., Des localisations respiratoires chez les Annélides. C. R. Soc. Biol. Paris T. 55.
- 1904 Bohm, G., Les mouvements hélicoïdaux des Annélides. C. R. Soc. Biol. Paris T. 56.
- 1906 Bohm, G., Attitudes et mouvements des Annélides. Essai de psycho-physiologie éthologique. Ann. Sc. Nat. T. 3.
- 1903 Bounhiol, Jean, Recherches biologiques expérimentales sur la respiration des Annélides polychètes. Ann. Sc. Nat. T. 16.
- 1905 Brunelli, G. und H. Schoener, Die Frage der Fortpflanzungsperiodizität des Palolowurms im Lichte der allgemeinen Biologie der Chaetopoden. C. R. 6. internat. Zool. Kongr.
- 1904 Bütschli, O., Erwiderung auf N. Holmgren's Kritik in Bd. 24 S. 205—8 dieser Zeitschrift. Anat. Anz. Bd. 24.
- 1851 Busch, Wilh., Beobachtung über Anatomie und Entwicklung einiger wirbellosen Tiere. Berlin.
- 1898 Caullery, M. et F. Mesnil, Les formes épitoques et l'évolution des Cirratiens. Annales de l'Univ. de Lyon. T. 39.
- 1888 Chun, C., Die pelagische Tierwelt in größeren Meerestiefen und ihre Beziehungen zur Oberflächenfauna. Zoologica Bd. I.
- 1892 Chun, C., Die Dissogonie, eine neue Form der geschlechtlichen Zeugung. Festschr. f. Leuckart. Leipzig.
- 1863 Claparède, E., Beobachtungen über Anatomie und Entwicklungsgeschichte wirbelloser Tiere an der Küste der Normandie. Leipzig.
- 1864 Claparède, E., Glanures zotomiques parmi les Annélides de Port-Vendres. Mem. Soc. Phys. Hist. Nat. Genève. T. 17.
- 1868 Claparède, E., Les Annélides chétopodes du golfe de Naples. Genf und Basel.
- 1870 Claparède, E., Supplement zum Vorigen. Genf und Basel.
- 1910 Claus-Grobbeu, Lehrbuch der Zoologie. 8. Aufl.
- 1868 Ehlers, E., Die Borstenwürmer. II. Teil. Leipzig.
- 1887 Ehlers, E., Florida Anneliden. Mem. Mus. Comp. Zool. Harvard College. Vol. 15.
- 1898 Ehlers, E., Über Palolo (*Eunice viridis* Gr.). Nachr. Ges. Wiss. Göttingen. Math. Phys. H. 4.
- 1901 Ehlers, E., Über atlantischen Palolo. Nachr. Ges. Wiss. Göttingen. Math. Phys. H. 4.
- 1908 Ehlers, E., Die bodensässigen Anneliden aus den Sammlungen der Deutschen Tiefsee-Expedition. Wiss. Erg. Deutsch. Tiefsee-Expedition. Bd. 16.
- 1881 Eisig, H., Über das Vorkommen eines schwimmbblasenähnlichen Organs bei Anneliden. Mitt. Zool. Stat. Neapel. Bd. 2.
- 1906 Eisig, H., *Ichthyotomus sanguinarius*, eine auf Aalen sehmarotzende Annelide. Fauna und Flora d. Golf. Neapel. Nr. 28.

- 1901 Euler, H., Über den Einfluß der Elektrizität auf den Sauerstoffgehalt der Gewässer. Biol. Zentralbl. Bd. 21.
- 1905 Fage, Louis, Modifications et rôle des organes segmentaires chez les formes épitoques d'Annélides Polychètes. C. R. Acad. Sc. Paris. T. 141.
- 1905 Fage, Louis, Les organes segmentaires au moment de la maturité sexuelle chez les Hési-niens et les Lycoridiens. ibidem. T. 141.
- 1900 Fauvel, Pierre, Annélides Polychètes recueillies à Cherbourg. Mém. Soc. nation. Sc. nat. math. Cherbourg. T. 31.
- 1902 Fischer, M. H., Further experiments on artificial parthenogenesis in Annelides. Amer. Journ. Phys. Vol. 7.
- 1903 Fischer, M. H., Artificial parthenogenesis in *Nereis*. ibidem Vol. 9.
- 1898 Friedländer, B., Über den sogenannten Palolowurm. Biol. Zentralbl. Bd. 18.
- 1899 Friedländer, B., Nochmals der Palolo und die Frage nach unbekanntem kosmischen Einflüssen auf physiologische Vorgänge. B. C. Bd. 19.
- 1901 Friedländer, B., Herrn Alfred Goldsborough Mayer's Entdeckung eines Atlantischen Palolo usw. Biol. Zentralblatt. Bd. 21.
- 1904 Friedländer, B., Zur Geschichte der Palolofrage. Zool. Anz. Bd. 27.
- 1904 Giard, A., La poecilogonie. C. R. Congr. internat. Zool. Berne.
- 1882 Goette, A., Abhandlungen zur Entwicklungsgeschichte der Tiere. II. I. Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte der Würmer. Leipzig.
- 1899 Gravier, Ch., Etude du prostomium des Glycériens suivie de considérations générales sur le prostomium des Annélides Polychètes. Bull. Sc. France Belg. T. 31.
- 1901 Gravier, Ch., Contribution à l'étude des Annélides Polychètes de la mer rouge. Nouv. Arch. Mus. Hist. Nat. Paris. T. 3.
- 1851 Grube, E., Die Familien der Anneliden. Arch. f. Naturgesch. Bd. 16.
- 1896 Haecker, Val., Pelagische Polychaetenlarven. Zur Kenntnis des Neapler Frühjahr-Auftriebs. Z. w. Z. Bd. 62.
- 1898 Haecker, Val., Die pelagischen Polychaeten- und Achaetenlarven der Plankton-Expedition. Erg. Plankton-Expedition. Bd. 2.
- 1898 Hamaker, J. J., The nervous system of *Nereis virens* Sars. Bull. Mus. Harvard Coll. Vol. 32.
- 1900 Hefferan, Mary, Variation in the teeth of *Nereis*. Biol. Bull. Boston. Vol. 2.
- 1893 Herbst, C., Über die künstliche Hervorrufung von Dottermembranen an unbefruchteten Seeigeleiern nebst einigen Bemerkungen über die Dotterhautbildung überhaupt. Biol. Zentralbl. Bd. 13.
- 1903 Herdman, W. A., Phosphorence phenomenon in the Indian Ocean. Rep. 73. Meet. Brit. Assoc. London.
- 1903 Holmgren, Nils, Bemerkungen zur Schepotjef'schen Abhandlung über den feineren Bau der Borsten einiger Chaetopoden und Brachiopoden. Anat. Anz. Bd. 24.
- 1905 Horst, R., „Over Wawo (*Lysidice oele* n. sp.)“ Rumphius Gedenkboek. Mus. Haarlem. S. 105—108.
- 1903 Izuka, Akira, Observations on the Japanese Palolo *Ceratocephale osawai*. Journ. Coll. Sc. Tokio. T. 36.
- 1905 Izuka, Akira, On some points in the organisation of *Ceratocephale osawai* Iz. Annot. Zool. Japon. Tokio. Vol. 5.
- 1908 Izuka, Akira, On the breeding habit and development of *Nereis japonica*. Annot. Zool. Japon. Tokio. Vol. 6.
- 1897 Krämer, Aug., Über den Bau der Korallenriffe und die Planktonverteilung an den Samoanischen Küsten nebst vergleichenden Bemerkungen von Dr. A. Krämer, Marinearzt, und einem Anhang: Über den Palolowurm von Dr. A. Collin. Kiel und Leipzig.
- 1899 Krämer, Aug., Palolountersuchungen. Biol. Zentralbl. Bd. 19.
- 1880 Langerhans, P., Die Wurmfauna von Madeira. II. Z. w. Z. Bd. 33.

- 1903 Leschke, M., Beiträge zur Kenntnis der pelagischen Polychaetenlarven der Kieler Förde. Wiss. Meeresuntersuch. Komm. Kiel. Bd. 7.
- 1849 Leuckart, R., Zur Kenntnis der Fauna von Island. I. Würmer. Arch. F. Natg. 15 Jg. Bd. 1.
- 1890 Loeb, J., Der Heliotropismus der Tiere und seine Übereinstimmung mit dem Heliotropismus der Pflanzen. Würzburg.
- 1894 Loeb, J., Beiträge zur Gehirnphysiologie der Würmer. Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 56.
- 1900 Loisel, La défense de l'oeuf. Journ. Anat. Phys. Vol. 36.
- 1892 Malaquin, A., Remarques sur l'absorption et l'excrétion chez les Syllidiens. Congr. Assoc. Franç. Avanc. Sc. Pau.
- 1893 Malaquin, A., Recherches sur les Syllidiens. Mém. Soc. Sc. Arts Lille.
- 1900 Mayer, A. G., An atlantic Palolo, *Stauropcephalus gregarius*. Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard Coll. Vol. 36.
- 1902 Mayer, A. G., The atlantic Palolo. Bull. Mus. Brooklin Inst. Vol. 1.
- 1908 Mayer, A. G., VI. The annual breeding-swarm of the Atlantic Palolo (*Eunice fucata*). Carnegie Institution Washington. Nr. 102.
- 1910 Mayer, A. G., The Research Work of the Tortugas Laboratory. Popular Science Monthly.
- 1889 Mendthal, M., Untersuchungen über die Mollusken und Anneliden des Frischen Hafts. Schr. Phys. Ök. Ges. Königsberg. 30. Jg.
- 1887 Meyer, E. d., Studien über den Körperbau der Anneliden. I. Mitt. Zool. Stat. Neapel. Bd. 7.
- 1897 Michaelsen, W., Die Polychaetenfauna der Deutschen Meere. Wiss. Unts. Deutsch. Meere. Kiel. Bd. 2.
- 1845 Milne Edwards, Recherches zoologiques faites pendant un voyage sur les côtes de la Sicile. Ann. Sc. Nat. T. 3.
- 1905 M'Intosh, W. C., Notes from the Gatty Marine Laboratory St. Andrews. Nr. 26.
- 1907 M'Intosh, W. C., Dito. Nr. 28. Ann. Mag. Nat. Hist. Vol. 20.
- 1869 Moquin-Tandon, Note sur une nouvelle Annélide hermaphrodite. Ann. Sc. Nat.
- 1908 Nusbaum, J., Weitere Regenerationsstudien an Polychaeten. Über Regeneration von *Nereis diversicolor*. Z. w. Z. Bd. 89.
- 1902 Osawa, K., Über die japanischen Palolo. Verh. 5. internat. Zool. Kongr.
- 1908 Ostwald, Wolffg., Über die zeitlichen Eigenschaften der Entwicklungsvorgänge. Vortr. und Aufsätze Entwickl. Mech. II. 5.
- 1897 Parker and Haswell, A Textbook of Zoology. London.
- 1906 Pierantoni, Umb., Sullo sviluppo del *Protodrilus* e del *Saccocirrus*. Mitt. Zool. Stat. Neapel. Bd. 17.
- 1908 Pierantoni, Umb., *Protodrilus*. Faun. u. Flor. Golf. Neapel. Nr. 31.
- 1885 Pruvot, G., Recherches anatomiques et morphologiques sur le système nerveux des Annélides Polychètes. Arch. Zool. Expér. T. 3.
- 1885 Pruvot, G., Système nerveux des Annélides Polychètes. ibidem.
- 1865 Quatrefages, A. de., Histoire naturelle des Annélides. Paris.
- 1896 Racovitza, Em. G., Le lobe céphalique et l'encéphale des Annélides Polychètes. Arch. Zool. Expér. T. 4.
- 1895 Retzius, G., Zur Kenntnis des Gehirnganglions und des sensiblen Nervensystems der Polychaeten. Biol. Untsuch. Bd. 7.
- 1887 Saint-Joseph, De., Les Annélides Polychètes des côtes de Dinard. I. Part. Ann. Sc. Nat. T. 1.
- 1888 Saint-Joseph, De., II. Part. ibidem. T. 5.
- 1895 Saint-Joseph, De., IV. Part. ibidem. T. 20.
- 1898 Saint-Joseph, De., Les Annélides Polychètes des Côtes de France Ann. Sc. Nat. T. 5.
- 1906 Saint-Joseph, De., Dito ibidem. T. 3.
- 1882 Salensky, W., Etudes sur le développement des Annélides. I. Arch. Biol. T. 3.
- 1883 Salensky, W., Dito. ibidem. T. 4.

- 1903 S c h e p o t i e f f , A l e x . , Untersuchungen über den feineren Bau der Borsten einiger Chaetopoden und Brachiopoden. Z. w. Z. Bd. 74.
- 1904 S c h e p o t i e f f , A l e x . , Untersuchungen über die Borstentaschen einiger Polychaeten. *ibidem*. Bd. 77.
- 1856 S c h u l t z e , M a x . , Über die Entwicklung von *Arenicola piscatorum*, nebst Bemerkungen über die Entwicklung anderer Kiemenwürmer. Abh. Natforsch. Ges. Halle. Bd. 3.
- 1906 S o r b y , H. C. , Notes on some species of *Nereis* in the district of Thames Estuary. Journ. Linn. Soc. London. Vol. 29.
- 1897 S t e e n , M. S. , Beiträge zur Gehirnphysiologie der Anneliden. Arch. Phys. Pflüger. Bd. 67.
- 1905 T r e a d w e l l , A. L. , On the Heteronereis stage of *Nereis kobeensis* M'Intosh. Biol. Bull. Woods Hole. Vol. 9.
- 1873 V e r r i l l , Invertebrate Animals of Vineyard Sound. U. S. Comm.-Fish.
- 1886 V i g u i e r , C. , Études sur les animaux inférieures de la Baie d'Alger. II. Recherches sur les Annélides pélagiques. Arch. Zool. Expér. T. 4.
- 1905 V i g u i e r , C. , Le recul de la bouche chez les Chétopodes. C. R. Acad. Sc. Paris. T. 141.
- 1871 W i l h e m o e s - S u h m , R. v o n , Biologische Beobachtungen über niedere Meerestiere. Z. w. Z. Bd. 21.
- 1904 W i l l e y , A. , Littoral Polychaeta from the Cape of Good Hope. Trans. Linn. Soc. London. Vol. 9.
- 1892 W i l s o n , E. B. , The Cell-lineage of *Nereis*. Journ. Morph. Boston. Vol. 6.
- 1898 W i l s o n , E. B. , Considerations on Cell-lineage and ancestral reminiscence, based on a reexamination of some points in the early development of Annelids and Polyclades. Ann. New-York Acad. Sc. Vol. 11.
- 1891 W i s t i n g h a u s e n , C. v o n , Untersuchungen über die Entwicklung von *Nereis dumerilii*. Mitt. Zool. Stat. Neapel. Bd. 10.
- 1904 W o l t e r e e k , R. , Wurmkopf, Wurmrumpf und Trochophora. Zool. Anz. Bd. 28.
- 1905 W o l t e r e e k , R. , Zur Kopfrage der Anneliden. Verh. Deutsch. Zool. Ges.

Erklärung der Abbildungen.

Alphabetisches Verzeichnis der gewählten Abkürzungen.

Ac.	Acicula
An. Cirr.	Analcirren
Drüs.	Drüsen
Entod.	Entoderm
Epiderm.	Epidermis
F. C.	Fühlercirrus
Ggl.	Ganglion
Hautmuskelschl.	Hautmuskelschlauch
Kief.	Kiefer
Kief.-Träg.	Kieferträger
M. Öffn.	Mundöffnung
Musc.	Muskeln
Nucl.	Kern
Palp.	Palpen
Parapod.	Parapodium
Periton.	Peritoneum
Protonephr.	Protonephridium
Scheidew.	Scheidewand
Schl. Comm.	Schlundkommissur
Schl. Nerv.	Schlundnerv
Tent.	Tentakeln
Unt. L.	Unterlippe
Unt. Schl. Ggl.	Unterschlundganglion
Übergangstl.	Übergangsteil
Ventr. Gef.	Ventralgefäß

Tafelerklärungen.

Tafel I.

- Fig. 1. Nereidogene *Nereis dumerilii* mit 11 Ruderpaaren. Nach dem Leben. $10 \times$ nat. Gr.
Fig. 2. *Nereis dumerilii* mit 44 Ruderpaaren. Nach dem Leben. $10 \times$ nat. Gr.
Fig. 3. *Nereis dumerilii* mit 80 Ruderpaaren. Nach dem Leben. $10 \times$ nat. Gr.
Fig. 4. Röhre einer jungen *Nereis dumerilii*. $15 \times$ nat. Gr.

Tafel II.

Die Borstenformen der verschiedenen Altersstufen von *Nereis dumerilii*. Zeiss Apochr. 4. Comp. Okul. 18. Zeichenapparat. $1750 \times$ nat. Gr.

- Fig. 5. Borsten von einem eben aus der Eihülle geschlüpften Embryo. a, b aus d. oberen Ast d. Ruders (1 +). c aus d. unteren Ast dieses Ruders. d—g aus Ruder 1, d oberer, e—g unterer Ast. h—n aus Ruder 2, h oberer, i—n unterer Ast. m einfache Haaborste. n Acicula.
Fig. 6. Erste heterogompe Sichelborsten von einem 6 Tage alten nereidogenen Embryo mit (1 +) 3 Ruderpaaren. a aus d. unteren Ast d. Rud. 3, b aus d. unt. Ast d. Rud. 2.
Fig. 7. Borsten aus d. 9. Rud. eines jungen Wurmes mit 11 Ruderpaaren. a—c oberer Ast, d—g oberes, h—k unteres Bündel d. unt. Astes.
Fig. 8. Erste heterogompe Grätenborsten eines jungen Wurms mit 17 Ruderpaaren. Aus d. unteren Ast d. 5. Rud.
Fig. 9. Borsten von einer planktogenen Larve mit (1 +) 2 Ruderpaaren.
Fig. 10. Borsten von einem Wurm mit 37 Ruderpaaren. a u. b homogompe Grätenborsten aus d. oberen Ast d. Rud. 14, c—k aus d. unteren Ast d. Rud. 5, l aus d. unt. Ast d. Rud. 29, m homogompe Sichelborste (Ösenborste) aus d. oberen Ast d. Rud. 33.

Tafel III.

- Fig. 11. Opt. Längsschn. d. d. Vorderende eines nereidogenen 6 Tage alten Tieres mit (1 +) 3 Ruderpaaren. Nach dem Leben. $200 \times$ nat. Gr.
Fig. 12. Protonephridien eines eben ausgeschlüpften nereidogenen Embryos. Apochr. 8. Comp. Okul. 8. $365 \times$ nat. Gr.
Fig. 13. Schn. d. d. Anhänge d. Vorderdarmes, a eines nereidogenen Wurmes mit $7\frac{1}{2}$, b eines ebensolchen Tieres mit 22 Ruderpaaren. Färbung mit Haemalaun. Homog. Imm. Apochr. 2. Comp. Okul. 4. $640 \times$ nat. Gr.
Fig. 14. Ventralansicht des Vorderendes eines Wurmes mit 7 Ruderpaaren. Nach dem Leben. Apochr. 8. Comp. Okul. 4. $200 \times$ nat. Gr.
Fig. 15. Die gleiche Ansicht eines Wurmes mit 16 Ruderpaaren. Nach dem Leben. Apochr. 4. Comp. Okul. 4. $350 \times$ nat. Gr.

Tafel IV.

- Fig. 16. Horizontalschn. d. einen 10 Tage alten nereidogenen Wurm mit 6 Ruderpaaren. Färbung Haemalaun, Orange G. Apochr. 8. Comp. Okul. 8. $365 \times$ nat. Gr.
- Fig. 17. Eben aus der Eihülle geschlüpfter nereidogener Embryo mit Protonephridien. Nach dem Leben. Apochr. 16. Comp. Okul. 8. $490 \times$ nat. Gr.
- Fig. 18. Optischer Schnitt d. d. Vorderende eines Wurmes mit 30 Ruderpaaren. Das Tier ist etwas durch das Deckglas gequetscht. Anordnung der roten und gelben Chromatophoren. Nach dem Leben. Apochr. 16. Comp. Okul. 4. $65 \times$ nat. Gr.
- Fig. 19. Rote Chromatophoren eines Wurmes mit 34 Ruderpaaren. a in Pigmentexpansion, b in Pigmentballung. Nach dem Leben. Apochr. 8. Comp. Okul. 8. $300 \times$ nat. Gr.
- Fig. 20. Gelbe Chromatophoren desselben Wurmes. Pigment in a ausgedehnt, in b zusammengezogen. Vergr. wie Fig. 19.
- Fig. 21. Horizontalschnitt d. einen nereidogenen Wurm mit $10\frac{1}{2}$ Ruderpaaren. Die Stelle, wo sich die Darmanhänge vom Vorderdarm abzweigen, ist gerade getroffen. Apochr. 8. Comp. Okul. 4. $200 \times$ nat. Gr.
- Fig. 22. Horizontalschnitt d. einen planktogenen Wurm mit 4 Ruderpaaren. Mitteldarm noch geschlossen. Vergr. wie Fig. 21.
- Fig. 23. Horizontalschnitt d. einen planktogenen Wurm mit 5 Ruderpaaren. Darm durchgängig. Darmanhänge sind ausgebildet. Kombiniert aus zwei Schnitten. Vergr. wie Fig. 21.
- Fig. 24. Querschnitt d. einen 30 Tage alten planktogenen Wurm mit 5 Ruderpaaren in der Gegend der Grenze des Mitteldarmes. Apochr. 4. Comp. Okul. 4. $350 \times$ nat. Gr.
-



