

*Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

Über die Lebensdauer der freilebenden Süßwasser- Cyclopiden und andere Fragen ihrer Biologie.

Von

Elisabeth Walter (Bremerhaven).

(Aus dem Zool. Institut der Universität Marburg.)

Mit Tafel 20—22.

Inhaltsübersicht.

Einleitung.

Material und Methode.

1. Beitrag zur Kenntnis der Metamorphose.
2. Beitrag zur Kenntnis der Fortpflanzungserscheinungen.
3. Die Lebensdauer.
4. Fortpflanzung und Lebensdauer.
5. Altersveränderungen und Tod.

Einleitung.

Die Copepoden haben schon früh die Aufmerksamkeit der Forscher auf sich gelenkt. Schon Ende des 18. und Anfang des 19. Jahrhunderts hat sich eine größere Anzahl namhafter Forscher, wie O. F. MÜLLER, JURINE, SIEBOLD u. A. große Verdienste um die Erforschung der Lebensverhältnisse der Copepoden erworben. Gegen Ende des 19. Jahrhunderts folgen dann die bahnbrechenden Arbeiten des Altmeisters CLAUS, Arbeiten von SCHMEIL, GIESBRECHT und später OBERG, DIETRICH und vieler anderer Forscher.

Um die Wende des 18. Jahrhunderts wurde vor allem die Systematik gepflegt, während von CLAUS, SCHMEIL und ihren Zeitgenossen neben der Systematik hauptsächlich das Studium der Anatomie und Biologie mit Erfolg betrieben wurde. Auch aus neuester Zeit besitzen wir von WOLF, BURCKHARDT, DIETRICH u. A. ein umfangreiches Beobachtungsmaterial auf dem Gebiet der Biologie.

Während also in bezug auf die Lebensweise der Copepoden bis zur Gegenwart eine Fülle von Beobachtungen zusammengetragen wurde, steht es mit unserer Kenntnis von der Lebensdauer sehr schlecht. Schon WEISMANN sagt in seinem Vortrag „Über die Dauer des Lebens“: „Sie finden in den neueren Hand- und Lehrbüchern der Zoologie fast oder wirklich nichts über die Lebensdauer der Tiere, und selbst monographische Behandlungen einzelner Klassen, wie z. B. der Amphibien, Reptilien, ja selbst der Vögel enthalten darüber recht wenig. Steigt man nun gar zu den niederen Tieren hinab, so hört fast alles auf. Über das Alter der Echinodermen habe ich nicht eine einzige Angabe finden können, und bei den meisten Würmern, Crustaceen und Cölenteraten steht es nicht besser.“

Wenn wir auch jetzt im allgemeinen über die Lebensweise der einzelnen Tierklassen etwas genauer unterrichtet sind (KORSCHOLT, 1917), so beruhen doch noch immer die wenigen Angaben, die wir speziell über die Lebensdauer der niederen Krebse besitzen, zum großen Teil auf Vermutungen. Eine genaue Bearbeitung dieser Fragen erschien daher sehr wünschenswert, und so erhielt ich von meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geh. Regierungsrat Prof. Dr. E. KORSCHOLT, den Auftrag, diese Verhältnisse zu prüfen. Für das stete gütige Interesse, sowie die zahlreichen Ratschläge und Anregungen, die ich von ihm erfahren durfte, möchte ich hier an dieser Stelle meinen ergebensten Dank aussprechen.

Material und Methode.

Als Material für die Untersuchungen wurde naturgemäß hauptsächlich das benutzt, was in der Marburger Gegend anzutreffen war. Für die Züchtung am geeignetsten erwiesen sich die Cyclopiden; die Centropagiden und Harpacticiden wurden gelegentlich zum Vergleich mit herangezogen.

Da das Züchten der Tiere anfangs ohnehin erhebliche Schwierigkeiten bot, und für die Untersuchungen zunächst nur perennierende Formen in Betracht gezogen werden sollten, so wählte ich einen

Vertreter der Cyclopiden, der wegen seiner beträchtlicheren Größe leichter zu beobachten und in der Umgebung Marburgs sehr häufig zu finden war. Es war dies der *Cyclops viridis* JURINE, die neben *Cycl. strenuus* und *Cycl. prasinus* bei weitem verbreitetste Form unter den Cyclopiden. Nebenher wurden beobachtet *Cycl. fuscus*, *Cycl. insignis* und *Cycl. strenuus* FISCHER (Teichform).

Das Material wurde in erster Linie dem Tümpel des Marburger Zoologischen Instituts und den Teichen des Botanischen Gartens entnommen.

Die Untersuchung der Metamorphose wurde an lebendem Material, aber auch an den abgeworfenen Häuten angestellt, da die Exuvien der Cyclopidenlarven, abgesehen von dem Riß in der Stirngegend, gänzlich unversehrt waren. Nach zahlreichen vergeblichen Versuchen gelang es, die Tiere ex ovo zu züchten. Die Nauplien wurden einmal dadurch gewonnen, daß ich eisacktragende Weibchen in Gläser setzte und nach der Eiablage wieder herausfing; dann aber auch durch Rollen der eisacktragenden Weibchen auf einem hohlgeschliffenen Objektträger unter einem Deckglas, wodurch die Eiersäcke vom Abdomen abgelöst wurden. Ebenso wie DIETRICH erhielt auch ich im Gegensatz zu KLINTZ durch das Ablösen der Eiballen sehr gute Resultate. Betonen möchte ich allerdings, daß sich bei dieser Methode nur die Embryonen der Cyclopiden entwickelten, während die der Centropagiden zugrunde gingen.

Bei der Zeichnung der einzelnen Stadien mußte mit großer Geduld vorgegangen werden. Da es mir darauf ankam, die Nauplien auch noch für die nächstfolgenden Entwicklungsstufen am Leben zu erhalten, um so eine sichere Kontrolle für die einzelnen Stadien zu haben, war es nicht angängig, die Tiere durch irgendeinen Kunstgriff festzulegen, da sie hierdurch meistens Schaden litten und nach kurzer Zeit eingingen. Die Nauplien wurden mit einer fein ausgezogenen Pipette mit wenig Wasser auf einen hohlgeschliffenen Objektträger gebracht und mit einem Deckglas bedeckt. Es mußten nun die Augenblicke zum Zeichnen der Tiere benutzt werden, in denen sie für eine kurze Zeit bewegungslos an einer Stelle des Objektträgers verharrten. Im übrigen wurden die Tiere in Mikroaquarien gehalten, d. h. ebenfalls in hohlgeschliffenen Objektträgern und sehr kleinen Uherschälchen, in die als Nahrung tierischer und pflanzlicher Detritus gebracht war und die zum Schutz gegen das Verdunsten des Wassers in feuchte Kammern gesetzt wurden.

Nach dem Ausschlüpfen der Nauplien aus den Eisäckchen wurde

von den jungen Tieren sofort je eins in ein Mikroaquarium gebracht und anfangs zweimal, später einmal am Tage gezeichnet mit dem Zeichenapparat nach ABBÉ. Zur Kontrolle wurden 4—5 Tiere derselben Serie gezüchtet und gezeichnet, die übrigen wurden in einem großen Glas gehalten.

Zur Feststellung der Fortpflanzungsverhältnisse und der Lebensdauer wurden die Tiere in sorgfältig angesetzten Gläsern von ca. 150 ccm Inhalt gezüchtet. Wurden mehrere Serien zusammengesetzt, so geschah es in Bechergläser mit 300, 400 und 500 ccm Wasser. Die vorher vollkommen getrockneten Gläser wurden mit filtriertem, frisch geschöpftem Wasser gefüllt, als Nahrung mit Detritus, Chlorellen und vor allem Diatomeen und zur besseren Durchlüftung mit Elodea und Wasserlinsen besetzt. Darüber gelegte Glasplatten verhinderten nach Möglichkeit die Infektion mit Pilzen und Bakterien, so daß das Wasser klar blieb. Es war dies unbedingt erforderlich zum Gedeihen der Kulturen, dann aber auch, um das tägliche Beobachten der Tiere zu ermöglichen. Die Kulturen wurden in der Weise angesetzt, daß mehrere eisacktragende Weibchen in verschiedene Gläser gebracht und nach der Eiablage wieder herausgefangen wurden. Die einzelnen so erhaltenen Nauplienserien wurden mit fortlaufenden Nummern 1, 2, 3 . . . bezeichnet, die Dauer der Embryonalentwicklung und der Tag des Ausschlüpfens der Embryonen auf dem Glase vermerkt und in ein Kontrollbuch eingetragen. Erlangten diese Serien nun ihrerseits die Geschlechtsreife, so wurden sie täglich kontrolliert, damit die Weibchen, die Eiersäcke gebildet hatten, abermals herausgefangen und in markierte Gläser gebracht wurden, bis sie abgelegt hatten. Alle diese Daten wurden genau in dem Kontrollbuch angegeben. In dieser Weise wurde das Züchten 2 Jahre lang fortgesetzt, um im zweiten Jahre den Beweis für die Richtigkeit der Befunde des ersten Jahres zu erbringen.

Für histologische Untersuchungen war nur das Gemisch nach HENNINGS brauchbar (in: Z. wiss. Mikrosk., Vol. 17, 1900) (8 Teile $\frac{1}{2}$ % Chromsäure, 6 Teile gesättigte wässrige Pikrinsäure, 8 Teile 25 % HNO_3 , 12 Teile Sublimatalkohol 60 %, 21 Teile Alkoh. absol.). Die Konservierungsflüssigkeiten, wie Subl.-Alkohol, ZENKER, FLEMMING u. A., die in den entwicklungsgeschichtlichen Arbeiten von HAECKER, TOBIAS, MATSCHK u. A. zur Anwendung kamen, ergaben wohl im Ovarium und Darm klare Bilder, die Muskelbündel, Drüsenbildungen und das Nervensystem erscheinen jedoch vollständig maceriert. Chrom- und Pikrinsäure wurden mit den übrigen Bestandteilen des

Gemisches im Verhältnis 1:3 gemischt und die Tiere kalt fixiert. Nach 24 Stunden wurde weitere 24 Stunden gewässert und nach Behandlung mit Jodalkohol über Xylol in Paraffin eingebettet. Da die Weichteile des Körpers im Verhältnis zur äußeren Chitinbekleidung äußerst hinfällig erscheinen, und der Körper daher leicht zusammengedrückt wurde, so geschah die Überführung vom absoluten Alkohol in Xylol und vom Xylol in Paraffin ganz allmählich.

Die 5—7 μ dicken Paraffinschnitte wurden für feinere histologische Untersuchungen mit HEIDENHAIN'schem Eisenhämatoxylin und Eosin gefärbt. Für Orientierungsschnitte wurde Stückfärbung mit Boraxkarmin angewandt.

1. Beitrag zur Kenntnis der Metamorphose.

Es lag ursprünglich nicht in meiner Absicht, die Metamorphose des von mir zur Bestimmung der Lebensdauer gewählten *Cyclops viridis* JURINE zu untersuchen. Als ich aber bei der Feststellung der Lebensdauer der einzelnen Naupliusstadien genötigt war, diese durch Vergleich mit den Angaben der 1915 erschienenen Arbeit von DIETRICH zu ermitteln, ergaben sich einige Abweichungen. Da aber für morphologische und biologische Fragen die genaue Kenntnis der Jugendformen und ihrer Metamorphose eine Vorbedingung ist, hielt ich es für wünschenswert, diese Verhältnisse aufs neue zu prüfen.

Bezüglich unserer bisherigen Kenntnis von der Metamorphose der freilebenden Copepoden möchte ich mich kurz fassen und auf die Arbeit von DIETRICH (1915) verweisen, da hier eingehende Literaturangaben gemacht sind.

ANTONIUS VON LEEUWENHOEK (1699, 1719), KARL DEGEER (1783) O. FRIDERICUS MÜLLER (1785), GERSTAECKER (in: BRONN, Klass. Ordn. 1866—1879), JURINE (1820) und RATHKE (1833) hatten nur ungenaue, zum Teil sehr dunkle Vorstellungen von der Entwicklungsweise der Copepoden. Erst durch die grundlegenden Arbeiten von CLAUS (1857—93), GIESBRECHT (1895), OBERG (1906) u. A. wurde die Entwicklung wesentlich geklärt. Durch die jüngst erschienene Arbeit von DIETRICH ist der Verlauf der Metamorphose dann nahezu vollständig bekannt geworden. Es werden für die Gymnopleen 6 Naupliusstadien, für die Podopleen nur deren 5 beschrieben.

Die charakteristischen Merkmale eines Naupliusstadiums sind die Anzahl der angelegten bzw. ausgebildeten Gliedmaßen, die Furcal-

bewaffnung und die Größenzunahme. Jedes neue Stadium wird durch eine Häutung eingeleitet. Im folgenden möchte ich die Metamorphose besonders in ihrem Abweichen von den bisher bekannten Tatsachen schildern.

Alle Süßwasser-Cyclopiden, ja wahrscheinlich sämtliche Podopleen durchlaufen dieselbe Anzahl, nämlich 6, Naupliusstadien. Es ist begreiflich, daß von DIETRICH bei den Süßwasserformen der Cyclopiden ein Stadium übersehen wurde, indem das 4. und 5. zusammengezogen wurden, da diese beiden Stadien sich nur durch eine Größenzunahme und durch Ausbildung einer größeren Anzahl Borsten am 4. Beinpaar und an der Furca unterscheiden.

Mit der Beschreibung der 3 ersten Stadien von *Cycl. viridis* JURINE möchte ich mich nicht eingehender befassen, sondern wiederum auf die DIETRICH'sche Arbeit verweisen, da sie vollkommene Übereinstimmung mit meinen Befunden zeigt (Fig. 1, 2 u. 3). Charakteristisch für den eben geschlüpften Nauplius sind bekanntlich das Vorhandensein von 3 Paar Gliedmaßen und 2 großen Borsten am analen Ende; nach der ersten Häutung erscheint die 1. Maxille in Form eines mit einer großen Fiederborste bewaffneten Höckers angelegt, im 3. Stadium treten am Analpol 2 weitere große Borsten auf. Nach abermaliger Häutung (Fig. 4) ist die 1. Maxille nur schwach, aber deutlich gekerbt und läßt Endopodit und Exopodit gut erkennen. Der Endopodit trägt 2 große und 1 kleine, der Exopodit 2 große Borsten. An der Furca sind 2 weitere kleine Borsten zur Ausbildung gelangt. Im 5. Stadium (Fig. 5) tragen Endopodit 4, Exopodit 3 und die Furca 6 große und 4 kleine Borsten. Im letzten Naupliusstadium (Fig. 6) erscheinen dann die 2. Maxille, Maxillarfuß und 1. und 2. Schwimmfuß als Wülste mit borstenartigen Anhängen.

Nach DIETRICH bleibt die 1. Antenne in allen 6 Stadien unverändert, und OBERG bezeichnet das proximale Glied als „Wirbel“, das 2. Glied als „Schaft“ und das distale wegen seiner abgeplatteten Form als „Blatt“. — Von der Dorsalseite gesehen läßt sich aber die verschiedene Ausbildung der 1. Antenne in den einzelnen Entwicklungsstufen sehr wohl feststellen: in den ersten 5 Stadien kommen 3, im 6. Stadium 4 Glieder zur Ausbildung. In der Ventralansicht wird die Segmentgrenze zwischen dem 3. und 4. Glied dadurch etwas undeutlich, daß der Innenrand des 3. Gliedes eine distalwärts gerichtete Verlängerung treibt, die in eine große Borste ausläuft. Die Segmentgrenze verläuft daher auf der Ventralseite sehr schräg nach

vorn, von außen nach innen (s. Fig. 6) und ist nur schwach, aber deutlich zu erkennen.

Hand in Hand mit der fortschreitenden Ausbildung der Extremitäten geschieht die Längen- und Breitenzunahme des Körpers. Zur Erklärung der Tatsache, daß 2 Nauplien desselben Stadiums verschiedene Größe aufweisen, ist es nicht erforderlich, wie OBERG es vermutet, mit zunehmendem Alter eine Größenzunahme zwischen den einzelnen Häutungen anzunehmen. Denn schon 2 Individuen, die in derselben Minute schlüpften, zeigten sehr verschiedene Körpermaße. Dann aber ist die Annahme OBERG's auch aus dem Grunde unwahrscheinlich, weil eine Streckung des Körpers in dem Maße nicht anzunehmen ist; wenn auch der Chitinpanzer bis zu einem gewissen Grade dehnbar sein dürfte. Vielmehr findet m. E. diese Frage eine befriedigende Antwort, wenn man den Einfluß äußerer Faktoren, wie z. B. Temperatur, Ernährung usw. dafür verantwortlich macht und zugleich die individuell sehr verschiedene Wachstumsenergie in Betracht zieht. — Es ist daher nicht angängig, in der Weise, wie DIETRICH es getan hat, die absoluten Maße für die einzelnen Stadien in Millimetern anzugeben und diese Größen als Bestimmungsmerkmale für die Nauplien zu benutzen. Vielmehr ist aus den Zeichnungen, die die einzelnen Stadien desselben Individuums in gleicher Vergrößerung wiedergeben, lediglich die relative Größenzunahme zu ersehen. Die von DIETRICH gegebene Anregung zur Schaffung eines Bestimmungsbuches für die Nauplien der freilebenden Copepoden möchte ich aber sehr unterstützen, da die Bestimmung eines Nauplius sehr wohl nach anderen Gesichtspunkten (Form des Körpers, der Kaulade usw.) geschehen kann; denn die Kenntnis der Artzugehörigkeit eines Nauplius ist für die Feststellung der Fortpflanzungsperiode einer Art unbedingt erforderlich, während bis jetzt zu diesem Zweck nur die adulten Formen, insbesondere die eisacktragenden Weibchen, berücksichtigt wurden.

Auch die Meinungen von OBERG und DIETRICH, daß die Entwicklung der Cyclopiden und Harpacticiden im Gegensatz zu der der Gymnopleen eine so „völlig sprunghafte“ sei, kann ich nicht in dem Maße bestätigen. Wohl finden bei der „kritischen Häutung“, also zwischen dem letzten Nauplius- und dem 1. Copepoditstadium durchgreifendere Wachstumsprozesse statt als bei den vorhergehenden Häutungen. Es ist dabei aber wohl zu beachten, daß diese Veränderungen schon fast alle im letzten Naupliusstadium vorbereitet sind. So sind ähnlich wie in früheren Stadien alle Extremitäten,

die der 1. Copepodit besitzt, bis auf die beiden letzten Schwimmfußpaare schon mindestens als Wülste angelegt. Auch die äußerlich sichtbare Segmentierung des Körpers ist beim letzten Nauplius schon angedeutet durch zwei im hinteren Drittel des Körpers verlaufende rinnenartige Einsenkungen. Sie sind nicht als Kunstprodukt aufzufassen, da sie fast stets zur Beobachtung kamen, am lebenden Objekt sowohl als auch an den Exuvien. Die hintere Einsenkung schnürt fast vollständig das Analsegment ab. Ein kurzes Leibesende sieht aber schon unter dem Kopfschild hervor, und Spuren einer Segmentierung sind deutlich zu erkennen. — Auch die relative Größenzunahme ist bei dieser kritischen Häutung nicht erheblicher als in den vorhergehenden Stadien. — Jedenfalls scheint mir die Metamorphose in dem sog. kritischen Stadium nicht sprunghafter zu sein als z. B. zwischen dem letzten Copepoditen und dem geschlechtsreifen Tier, wo plötzlich beim Männchen die kompliziert gebaute Greifantenne mit der enormen Muskulatur und den hoch differenzierten Sinnesorganen sich ausbildet, und der gesamte Geschlechtsapparat in Erscheinung tritt, und beim Weibchen ebenfalls die Generationsorgane mit Receptaculum seminis und Drüsenapparat zur Ausbildung gelangt sind.

Die Annahme DIETRICH'S von der Konzentration der Entwicklung auf nur 5 Naupliusstadien bei Podopleen konnte also durch meine Untersuchungen, wenigstens für die Cyclopiden, nicht bestätigt werden; vielmehr verläuft die Metamorphose bei den Centropagiden und Cyclopiden vollkommen parallel; denn auch die Centropagiden entwickeln sich, wie schon bekannt ist und auch aus meinen Zuchtversuchen an *Diaptomus vulgaris* hervorging, über 6 Naupliusstadien zum 1. Copepoditen.

Für die Harpacticiden liegt die Vermutung ebenfalls nahe, daß auch in dieser Familie 6 Naupliusstadien existieren. Da es zur Erbringung des Beweises unbedingt erforderlich ist, alle Entwicklungsstadien von ein und demselben Individuum abzubilden, so können die 6 Naupliusstadien der Harpacticiden nur vermutet werden, da die Tiere schon nach dem 3. oder 4. Stadium abstarben.

2. Beitrag zur Kenntnis der Fortpflanzungserscheinungen.

Von den Fortpflanzungserscheinungen der freilebenden Copepoden sind der Geschlechtsdimorphismus, die interessanten Vorgänge bei der Copulation und die Art der Eiablage schon verhältnismäßig früh

bekannt geworden. JURINE (1820), SIEBOLD (1839) und später ZENKER (1854), LEYDIG (1859), CLAUS (1893), SCHMEIL (1892), GRUBER (1879) und MRÁZEK haben die Vorgänge bei der Begattung eingehend beobachtet. Dagegen wurden die Fortpflanzungszyklen der Copepoden verhältnismäßig spät bekannt. Erst nachdem die Fortpflanzungsgeschichte der Daphniden, Rotatorien und anderer Tiere längst geklärt war, erschienen beim Beginn des 20. Jahrhunderts die Arbeiten von BURCKHARDT „Quantitative Studien über das Zooplankton des Vierwaldstätter Sees“, ferner von HAECKER „Über die Fortpflanzung der limnetischen Copepoden des Titi-Sees“ (1901), und 1902 die Arbeit von STEUER „Die Entomostrakenfauna der ‚Alten Donau‘ bei Wien“. Die 1905 erschienene Arbeit von E. WOLF behandelt den Fortpflanzungszyklus der Copepoden Württembergs.

Wenn ich mich im folgenden nur auf eine Species unter den Cyclopiden beschränke und nur hier und da nahestehende Formen berücksichtige, so geschieht dieses deshalb, um einen tieferen Einblick in die Fortpflanzungs- und Lebensenergie eines Copepoden zu bekommen und um zu verhindern, daß das Material unübersehbar wurde, da ohnehin schon von dieser einen Species mehrere Tausend Individuen gezüchtet wurden.

Cyclops viridis JURINE befindet sich das ganze Jahr hindurch in Fortpflanzung. Gleich nachdem die Männchen und Weibchen das geschlechtsreife Stadium erreicht haben, beginnen sie mit dem Fortpflanzungsgeschäft. Es gelang mir sehr häufig, ein ausgesprochenes Liebesspiel der Tiere zu beobachten. Hat der Cyclops ein Weibchen, das bewegungslos an der Wand des Aquariums verharret, aufgespürt, so umkreist er es zunächst unter starkem Hin- und Herschlagen der ersten Antennen mit langsamen, fast zitternden Bewegungen, umschwimmt es, wobei dem weiblichen Tier oftmals Stöße und Püffe versetzt werden. Wird das Weibchen hierdurch zum Fortschwimmen veranlaßt, so schlägt das Männchen seine Greifantenne blitzschnell um die Furca des Weibchens, das sich vergeblich durch kräftige Schläge mit den Schwimmpfüßen zu befreien sucht. Sinkt es schließlich ermattet zu Boden, so nähert das Männchen die Genitalöffnungen denen des Weibchens, indem es beide Greifantennen um das 4. Schwimmpfußpaar des Weibchens schlägt und vollzieht den Akt der Begattung. Über die nachfolgenden Vorgänge besitzen wir von E. WOLF und anderen Forschern sehr genaue Beobachtungen, auf die ich hier verweisen möchte.

Auch bei den Diaptomiden beginnt das Männchen nach erlangter Geschlechtsreife um die Gunst des Weibchens zu werben. Vor dem Weibchen führt es minutenlang Schwimmbewegungen aus, indem es sich ständig überschlägt und in einem geschickten „Gleitflug“ wieder in seine Anfangsstellung zurückkehrt. Zeigt sich das Weibchen zur Copulation geneigt, indem es ebenfalls im Wasser zu rotieren beginnt, so erfolgt auch hier unter blitzschnellem Anklammern mit der Greifantenne die Begattung. Gleich nach dem Anheften der Spermatophoren an die Medianöffnung des Receptaculum beginnt der Austritt des Spermas.

In welcher Weise das Weibchen geschlechtlich gereizt wird, ist schwer zu sagen. Denn durch die Organisation des Copepoden Auges ist es dem Weibchen wohl unmöglich, die graziösen Schwimmbewegungen des Männchens zu sehen. Vielleicht werden spezifische chemische Stoffe secerniert; aber auch hierfür besitzt man keinerlei Anhaltspunkte. Vielleicht dient aber auch die Erzeugung eines ganz bestimmten Wasserstromes dazu, dem Weibchen die Gegenwart des Männchens anzuzeigen.

Wegen der herrschenden Unklarheit über die Verhältnisse des Receptaculum seminis, des Drüsenapparats und der Eisackbildung erscheint es angezeigt, auf diesen Punkt näher einzugehen. Durch Zerlegung des Genital-Doppelsegments in 5μ dicke Schnitte lassen sich die Lagebeziehungen der Organe im Genitalsegment feststellen, und es können eindeutige Schlüsse gezogen werden in bezug auf Befruchtung und Eisackbildung.

Das Receptaculum seminis erscheint in der Medianlinie des Genitalsegments direkt der ventralen Körperoberfläche anliegend und steht durch einen median gelegenen Porus mit der Außenwelt in Verbindung. Die chitinöse Auskleidung dieses Porus ist schwach papillenartig in das Innere des Receptaculum-Hohlraumes vorgewölbt. Hier ist die Anheftungsstelle der Spermatophoren und die Eintrittsöffnung für das Sperma. GRUBER hat 1879 schon merkwürdige Quellungen an den Spermien beobachtet, ohne jedoch eine Erklärung dafür zu geben. Denn während der Same in den Spermatophoren langgestreckt fadenförmig erscheint, zeigt er im Receptaculum rhombische oder quadratische Formen. Ich möchte glauben, daß durch diese Vorgänge der Austritt des Spermas auf gleichem Wege verhindert wird. Das Receptaculum steht in gleicher Höhe mit dem medianen Porus durch 2 sehr enge Gänge mit den beiden Oviductschenkel in Verbindung, und zwar kurz vor der Genitalöffnung.

Fig. 7 stellt zur allgemeinen Orientierung einen Querschnitt dar durch das erste freie Thoracalsegment eines weiblichen Cyclops. An der Dorsalseite ist das Ovarium im Schnitt getroffen, rechts und links davon die beiden Oviductschenkel und weiter unten ihre Aussackungen. Die Oviductschenkel ziehen gerade nach hinten und münden seitlich, der Dorsalseite genähert, im Genitalsegment nach außen. Fig. 8 u. 9 zeigen auf Querschnitten die Verbindung des Receptaculum mit dem Oviduct. Wahrscheinlich ist von allen Autoren, die in ihren Arbeiten das Receptaculum seminis am Totalpräparat behandeln, der eigentliche Verbindungsgang nicht gesehen worden; denn dieser Gang ist von außerordentlicher Zartheit und bis zur Mündung in den Oviduct mit einigen Drüsenzellen ausgekleidet, die das Lumen schlüpfrig erhalten. In seinem Verlauf zieht der Gang an einer Chitinspange entlang, die wohl eine festigende Wirkung ausübt. Diese ist es wahrscheinlich, die von den Autoren als Verbindungsgang abgebildet wurde, da das Lumen des vermeintlichen Ganges stets viel zu weit gezeichnet wurde. Das Chitinstück dürfte beim Verschmelzen der ursprünglich vorhandenen 2 Segmente zu einem einheitlichen Genitalsegment erhalten geblieben sein und aus der Gelenkhaut seinen Ursprung genommen haben.

Ebenso erinnert bei den erwachsenen Tieren der meisten Arten noch eine über die ganze Ventralseite von Geschlechtsöffnung zu Geschlechtsöffnung sich erstreckende Chitinspange an die Entstehung dieses Segments aus 2 selbständigen Abschnitten.

Der Endabschnitt des Oviducts ist mit kräftigen Ringmuskeln versehen, die in Gemeinschaft mit einem weiteren Ringmuskel (s. unten!) die Entleerung der Oviducte bewerkstelligen. Aus der Fig. 10 ist schließlich die eigentliche Ausmündung des Oviducts zu ersehen. Diese Zeichnung ist aus 3 Schnitten kombiniert, um die Verhältnisse zu verdeutlichen. Das Oviductepithel erscheint drüsig, und an der Genitalöffnung ist ein 2. Ringmuskel (*S. M*) ausgebildet. Die äußere Chitinbekleidung zeigt hier einen klappenartigen Anhang, der sich bei der Kontraktion des Ringmuskels über die Genitalöffnung legt und diese fest verschließt.

Der Anstoß zum Austritt der Eier scheint durch folgende Vorgänge gegeben zu werden: zunächst kontrahieren sich die innen gelegenen Muskeln und pressen so den hier gelegenen Inhalt nach außen, d. h. sie verringern das Volumen. Dann kontrahiert sich der unmittelbar an der Genitalöffnung gelegene Muskel (*S. M*) ebenfalls und verschließt sie. Erfolgt nun im Innern ein Erschlaffen

der Muskeln, so entsteht im letzten Oviductabschnitt ein luftverdünnter Raum, und die Eier werden angesogen. Ist der gesamte Inhalt der beiden Oviductschenkel erst einmal in fließender Bewegung, so erfolgt nach Öffnen des Genitalporus die endgültige Entleerung in der unten beschriebenen Weise.

An den Wandungen des Receptaculums sind keinerlei Drüsenbildungen zu beobachten; sondern sie erscheinen mit einer dünnen kontinuierlichen Cuticula ausgekleidet, an der hier und da noch die Matrixzelle anzutreffen ist. Eine Beteiligung des Receptaculums an der Bildung der Eiersäcke erscheint also ausgeschlossen. Es dient lediglich der Aufbewahrung des Spermas, und die körnige, gelbliche Masse, die sich im Receptaculum im Leben und auch auf Schnitten stets findet, stammt zweifellos aus den Spermatophoren und dient zur Erhaltung der Generationszellen.

Wenn nun CLAUS in seiner Arbeit über „Organisation und Entwicklung von Cyclops“ dem Receptaculum anliegende, mächtige Drüsenbildungen fand, so beruht das auf einem Irrtum, der teils auf täuschende optische Wirkungen zurückzuführen ist: die kleinen Vortreibungen, welche die unregelmäßige Wandung des Receptaculums hier und dort zeigt, werden im Mikroskop verkürzt projiziert und erwecken so den Anschein eines drüsigen Komplexes. Dagegen sind die Drüsenzellen an der latero-dorsalen Seite des Genitalsegments von CLAUS in richtiger Weise gedeutet worden. Wenn CLAUS diesen Drüsenzellen sowohl wie den Wandungen des letzten Oviductabschnittes die Bildung der Gallerte für die Eiersäcke zuschreibt, so ist nach meinen Befunden anzunehmen, daß diese Substanz lediglich von dem Drüsenkomplex unter der Genitalöffnung produziert wird. In der Fig. 12 ist ein Aufsichtsbild auf das Genitalsegment von der Seite gezeichnet, das die Genitalöffnung und den darunter gelegenen Drüsenkomplex wiedergeben soll. Die Genitalöffnung ist von einem chitinösen Vorsprung überdacht, der an seinem distalen Ende einige wenige kurze Borsten trägt. Der darunter gelegene Drüsenkomplex ist zuweilen nur undeutlich zu erkennen, da das unfertige Secret nahezu dasselbe Lichtbrechungsverhältnis zeigt wie die benachbarten Gewebe. Schon die Betrachtung des Totalpräparats läßt vermuten, daß zwischen den Drüsen und den Genitalgängen kein Zusammenhang besteht; denn die Secretzellen, die durch die Körperdecke hindurchscheinen und als vacuolenartige Gebilde zu erkennen sind, lassen sich sowohl in der Seiten- als auch in der Ventralansicht (Fig. 11) nicht bis zum Receptaculum verfolgen.

Immerhin wäre die Möglichkeit vorhanden, daß bei dieser oberflächlichen Betrachtung ein Ausführungsgang dem Betrachter verborgen bleibt. Erst die genaue Durchsicht einer Querschnittserie konnte hier Aufschluß geben. — Die Fig. 13 stellt einen Teil eines Querschnitts dar, der durch das Genitalsegment unmittelbar hinter der Genitalöffnung geführt ist. Die oben am Totalpräparat beschriebenen einzelligen Drüsen sieht man hier als mächtige Secretzellen (*dr*) in die Leibeshöhle ragen. Sie erscheinen prall gefüllt, mit einem typischen Drüsenkern im Basalteil der Zelle gelegen, der kreisrunde bis längliche Form annimmt. Eine sogenannte „Binnenblase“, die bei Arthropoden in den Drüsenzellen häufig zu finden ist (siehe CASPER) und in der sich das Secret sammelt, ist nicht zu entdecken. Das nahezu fertige Secret sammelt sich hier dicht unter der äußeren Körperoberfläche als kompakte Masse an und erscheint stark gefärbt. In dem Querschnitt sind die Ausführungsgänge zweier Drüsenzellen getroffen. Diese Gänge sind sehr eng und ziehen auf geradem Wege durch das Chitin hindurch zur Körperoberfläche. Stellt man auf verschiedene Höhen ein, so erscheinen auf der Außenseite des Chitins eine größere Anzahl kleiner heller Kreise, die die Ausmündungsstellen der Drüsenzellen verkörpern. Auch bei der Durchmusterung der Schnittserien läßt sich für jede Drüsenzelle der Ausmündungsgang feststellen. Durch die Konvergenz der Drüsenzellen gegen die Genitalöffnung kommt auf der Körperdecke eine Art Drüsenfeld zustande, auf dem das Secret durch sehr feine Poren austritt (Fig. 12 *). Genitalöffnung und Drüsenfeld werden, wie schon bemerkt wurde, von einem chitinösen Vorsprung überdeckt, der das Zusammentreffen von Ei und Gallerte sicherstellt. Die Trennung der Ausführungsgänge von Ei und Gallerte erscheint außerordentlich zweckmäßig. Denn die Secretmasse nimmt, sobald sie mit dem umgebenden Wasser in Berührung kommt, eine feste, klebrige Konsistenz an: sie erstarrt. Würde nun das Secret zusammen mit den Eiern aus dem Oviduct austreten, so könnte es vorkommen, daß das Secret zu früh erstarrt und die Mündung verstopft. Durch die Trennung beider Ausführungsgänge ist diese Gefahr behoben.

Es ist anzunehmen, daß diejenigen Drüsenzellen, die den Endabschnitt des Oviducts auskleiden, die Funktion haben, die Eier, die schon im Besitz eines Chorions sind, mit einer Extrahülle zu umkleiden; denn bei der geringen Anzahl der hier vorhandenen Secretzellen (CLAUS bildet derer für *Cycl. vir.* viel zu viele ab) ist

es unmöglich, für sie eine Beteiligung an der Bildung der Gallerte anzunehmen.

Die Bildung der Eiersäcke konnte mehrere Male genau beobachtet werden. Die Eier, die bis dahin den Oviduct bis ins vorletzte Thoracalsegment anfüllten, geraten langsam durch oben beschriebene Muskelkontraktionen in Bewegung; sie gleiten vor und reißen, wohl durch Saugwirkung, das Sperma mit sich. Beim Austritt aus der Geschlechtsöffnung werden die Eier stark gepreßt und in die Länge gezogen, nehmen aber hernach sofort wieder die kuglige Gestalt an. Das Secret tritt nun ebenfalls aus, umfließt die Eier in dem Hohlraum, der durch die Überdachung der Genitalöffnung geschaffen wird und quillt nach Berührung mit dem Wasser sehr stark auf. Die Entleerung der beiden Oviductschenkel geschieht in gleichmäßigem, langsamem Strom, bis nach ungefähr 1 Minute die Bildung des Eiballens vollendet ist. Da das Secret eine zähflüssige, klebrige Konsistenz hat, so bleibt das gebildete Eisäckchen an der Geschlechtsöffnung haften. Größe und Haltung der Eisäcke sind bei *Cyclops viridis* so wenig konstant, daß ich ihnen, entgegen der Meinung von CLAUS, höchstens die Stellung eines untergeordneten Bestimmungsmerkmals einräumen möchte (siehe SCHMEIL).

Der Fortpflanzungszyklus des *Cyclops viridis* JURINE wurde von E. WOLF (1905) eingehend untersucht, und die beigefügte Kurve (Fig. 34), die die Fortpflanzungsverhältnisse veranschaulichen soll ist der WOLF'schen Arbeit entnommen.

Cyclops viridis ist das ganze Jahr hindurch in Fortpflanzung anzutreffen und weist in bezug auf das Auftreten adulter Formen 8 Maxima auf, von denen das erste in den Januar, das letzte in den Dezember fällt. Unsere Kenntnis der Lebensweise der vorliegenden Cyclopidenart ist durch WOLF wesentlich erweitert worden, und im einzelnen sei daher auf seine Arbeit verwiesen. Da das Auftreten eines Maximums, d. h. die Höchstzahl an geschlechtsreifen Individuen, an die Nahrungsverhältnisse, Temperatur und andere Bedingungen gebunden ist, so läßt sich das Vorhandensein von 8 Maxima wohl nicht für alle Gegenden aufrecht erhalten und wird höchstwahrscheinlich schon innerhalb Deutschlands erheblich variieren. Auch kommen noch weit kompliziertere Verhältnisse hinzu, die eine so große Anzahl Maxima bedingen (s. Abschnitt Lebensdauer!). In welcher Weise nun aber ein und dasselbe Individuum an dem Zustandekommen der einzelnen Maxima beteiligt ist, entzog sich unter

den bisherigen Versuchsbedingungen jeglicher Schätzung. Da ist es zunächst von Interesse, zu erfahren, wie hoch die Fortpflanzungsintensität der Copepoden zu bemessen ist. Durch das Züchten und das Isolieren der Serien war es möglich, hier tiefere Einsicht zu gewinnen.

Ungefähr 10—15 Tage nach dem Eintritt in das geschlechtsreife Stadium sind die Spermatophoren des Männchens zur Reife gelangt und die Tiere zur Begattung befähigt. Das Lebensalter, mit dem die Männchen die Zeugungsfähigkeit erhalten, ist naturgemäß sehr verschieden und abhängig von der Jahreszeit, in der sie zur Welt kommen (s. Lebensdauer!). — Im weiteren Verlauf ihres Lebens nimmt die Entwicklungsdauer der Spermatophoren ständig ab, bis die Tiere die Höhe der Geschlechtstätigkeit erreicht haben. Hier finden sich häufig Männchen, die jeden Tag oder alle zwei Tage imstande sind, die Weibchen erfolgreich zu begatten; und zwar werden bei einer Begattung stets zwei Spermatophoren an das Genitalsegment des Weibchens angeheftet, während ja bei den Weibchen sehr oft nur ein Eisack zur Ausbildung gelangt. In der zweiten Hälfte ihres Lebens nimmt dann die Geschlechtstätigkeit wieder ab, um in der letzten Lebensphase gänzlich zum Stillstand zu kommen.

Die Weibchen werden sofort nach der letzten Häutung von den Männchen begattet. Aber erst 2—3 Wochen später werden die ersten Eiballen gebildet. Sie sind bedeutend kleiner als die nächstfolgenden und enthalten insgesamt nicht mehr als 20 Embryonen. Auch bei den weiblichen Tieren läßt sich ein ausgesprochenes An- und Absteigen der Eiproduktion feststellen. Nach der zweiten Eiablage, also meistens im 2. Monat ihres Lebens, tritt eine Pause von ca. 3 Wochen ein; es erfolgt dann ein Emporschnellen, und schon Anfang des 3. Monats ist das Maximum erreicht. Im Höchstfall konnten in einem Eisack 80 Embryonen gezählt werden. Bei jeder Eiablage werden männliche und weibliche Individuen hervorgebracht, jedoch nicht stets im gleichen Verhältnis; im Sommer kommen ca. $\frac{3}{5}$ Weibchen und $\frac{2}{5}$ Männchen zur Welt, während gegen den Oktober und November die Zahl der erzeugten Männchen sinkt bis herab zu dem Verhältnis von ca. $\frac{2}{3}$ Weibchen zu $\frac{1}{3}$ Männchen. Zu Beginn der wärmeren Jahreszeit wird dann allmählich das alte Verhältnis wiederhergestellt. — Die Weibchen werden in weit augenfälliger Weise als die Männchen in ihrem Fortpflanzungsgeschäft von der Jahreszeit beeinflusst. So ist die

Zahl der erzeugten Brutserien und Nachkommen im Sommer und im Winter eine sehr verschiedene. Im Sommer erweisen sich besonders die kurzlebigen Weibchen (s. Abschn. Lebensdauer!) mit steigender Temperatur im Verhältnis zu ihrer doch immerhin zarten Konstitution als sehr fruchtbar. Wie aus beifolgender Tabelle zu ersehen, ist ein Weibchen imstande, im Verlauf seines Lebens bis zu 12 und 13 Brutserien hervorzubringen, und es erscheint nicht ausgeschlossen, daß die Tiere es unter sehr günstigen äußeren Bedingungen auf eine noch höhere Zahl bringen.

Zahl der Brutserien	Datum der Eiablage	Zahl der Brutserien	Datum der Eiablage
I	15./4. 1917	VIII	9./6. 1917
II	25./4. 1917	IX	17./6. 1917
III	3./5. 1917	X	26./6. 1917
IV	10./5. 1917	XI	6./7. 1917
V	17./5. 1917	XII	17./7. 1917
VI	25./5. 1917	XIII	29./7. 1917
VII	1./6. 1917		

Dagegen ist die Fortpflanzungsintensität im Winter viel geringer als in den Sommermonaten. Während die Weibchen zurzeit eines Maximums auch im Winter fast alle zwei Tage von den Männchen begattet werden, geschieht die Reifung der Eier sehr viel langsamer, und entsprechend gelangen Eiersäckchen sehr viel seltener zur Ausbildung. So bildeten mehrere Brutserien vom Juli, die im Oktober zum letztenmal abgelegt hatten, erst Mitte Januar wieder neue Eiersäcke. Auch die Anzahl der Embryonen ist in den kälteren Monaten sehr viel geringer. Ja, in den Fällen, wo größere Eiersäcke gebildet werden, gelangt nur eine entsprechende Anzahl Embryonen zur Entwicklung, die übrigen sind dem Untergang geweiht. Die nachfolgende Tabelle ist aus 10 verschiedenen Brutserien zusammengestellt, und in ihr die Anzahl der Tage eingetragen, die

Monat	Anzahl der Tage	Monat	Anzahl der Tage
Januar	35	Juli	10
Februar	25	August	14
März	18	September	17
April	10	Oktober	21
Mai	7	November	35
Juni	8	Dezember	60

bei einem Weibchen in den verschiedenen Jahreszeiten von einer Eiablage bis zur anderen verstreichen.

Das Maximum würde demnach in die Monate Mai-Juni, das Minimum in den Dezember fallen. Zur Prüfung der obigen Befunde wurden nach Möglichkeit entsprechende Studien angestellt an Tieren, die im hiesigen Institut in einem großen Aquarium gezogen wurden und an solchen, die im Freien in kleinen Tümpeln lebten. Es zeigten sich sowohl für die Fortpflanzungsverhältnisse als auch für die im nächsten Abschnitt zu besprechenden Untersuchungen zur Feststellung der Lebensdauer so übereinstimmende Ergebnisse, daß die Daten, die aus den Beobachtungen an den gezüchteten Tieren gewonnen wurden, hier in vollem Umfang berücksichtigt werden konnten.

3. Die Lebensdauer.

Über die Lebensdauer der freilebenden Süßwassercyclopiden ist, wie schon erwähnt wurde, bisher sehr wenig bekannt geworden. Die einzigen genaueren Angaben, die über diesen Gegenstand gemacht sind, stammen aus dem Jahre 1900 von BURCKHARDT in seiner Arbeit über „Quantitative Studien über das Zooplankton des Vierwaldstätter Sees“. An Hand von Stichproben, die zu jeder Jahreszeit an bestimmten Stellen des Sees angestellt wurden, ermittelte er für die Diaptomiden ein Lebensalter von 8?—18 Monaten, für Cyclopiden 8?—14 Monate. Wenn diese Zahlen auch — wenigstens für die Cyclopiden — zu hoch sind (BURCKHARDT selbst bezeichnet sie schon als Hypothesen), so spricht er doch Vermutungen aus, die den Ergebnissen meiner Untersuchungen sehr nahe kommen.

Auch OBERG schätzt in seiner Arbeit über „Die Metamorphose der Copepoden der Kieler Bucht“ die Lebensdauer auf einige Monate.

HENSEN bestimmt sie einmal durch Zählung der relativen Häufigkeit der Eier, Nauplien und Copepoditen; dann nach der Zahl der reifen Männchen und Weibchen, führt als bekannte Größe die Angabe JURINE's über die Entwicklungsdauer des Eies = 7 Tage ein und bestimmt so die Entwicklung bis zum geschlechtsreifen Tier auf 52 Tage.

Auch dieser Weg erscheint natürlich nicht ganz einwandfrei und exakt. Es wurde daher von mir die Methode der direkten Züchtung gewählt und die Tiere nach Möglichkeit den natürlichen Verhältnissen in bezug auf Nahrung, Temperatur usw. angepaßt. Die Untersuchungen wurden an ca. 2500 Individuen angestellt, die

Tiere täglich kontrolliert und ihre Lebensdaten, wie schon früher bemerkt wurde, genau in ein Kontrollbuch eingetragen. Alle Individuen stammen in letzter Instanz ab von 4 Weibchen der *viridis*-Species, von denen die erzeugten Nauplienserien gezüchtet wurden. Die nächstfolgende Generation wurde entweder durch Kreuzung zweier Gruppen oder durch Inzucht gewonnen. — Als im 1. Jahr der Beobachtung in der wärmeren Jahreszeit mehrere Naupliusserien desselben Lebensalters zur Vereinfachung der Kontrolle zusammengetan wurden, hatte plötzlich ein gewisser Prozentsatz aller Individuen, sowohl Männchen wie Weibchen, die Geschlechtsreife erlangt, während ein großer Teil noch in Nauplius-, bzw. in den ersten Copepoditstadien war. Gegen den Hochsommer hin wurde der Prozentsatz der zurückgebliebenen Individuen immer kleiner, um gegen den Herbst hin allmählich wieder zuzunehmen. Im Winter waren dann alle Tiere nahezu zur gleichen Zeit geschlechtsreif. Durch Trennung dieser zwei Gruppen von Individuen und durch eingehende Untersuchungen im nächstfolgenden Jahr konnte dann der Sachverhalt geklärt werden. — Im folgenden möchte ich das Gesamtergebnis meiner Untersuchungen darlegen und als Belege hierfür Auszüge aus dem Kontrollbuch in Form von kleineren Tabellen folgen lassen. Das Verhalten, das sich für einzelne Brutserien aus den Tabellen ergab, wurde an allen daraufhin untersuchten Tieren, mit Ausnahme der in Abschnitt 4 erwähnten, beobachtet.

Leider bin ich bis jetzt noch nicht imstande, über die Lebensdauer aller Gruppen der Cyclopiden genaue Angaben machen zu können; jedoch liegt nach den bisherigen Erfahrungen die Vermutung nahe, daß auch schon innerhalb der Familie der Cyclopiden ganz verschiedene Lebensalter erreicht werden. So werden es die kleineren Formen wahrscheinlich nur auf höchstens 4—6 Monate bringen, während die größeren Arten im Höchstfall 10—14 Monate alt werden können.

Die Embryonalentwicklung vollzieht sich schon bei einer Species, bei *Cyclops viridis* J., innerhalb bedeutender Grenzen. Schon geringe Temperaturschwankungen machen sich hier und in den ersten Stadien der Metamorphose sehr stark bemerkbar. Die Dauer der Embryonalentwicklung erstreckt sich bei optimaler Temperatur auf 2 Tage, nimmt gegen den Herbst hin ständig ab, um in den kalten Monaten 10—15 Tage zu dauern. Als optimale Temperatur für die Embryonalentwicklung wurde 22—23° C ermittelt. Bei höherer Temperatur gelangten die Embryonen nicht mehr zur Entwicklung,

da sie von Pilzen, Infusorien usw. befallen wurden und schnell abstarben (Tabelle I).

In die erste Häutung treten alle Nauplien derselben Serie gleichzeitig ein und zwar in der wärmeren Jahreszeit in der Regel am 2., spätestens im Laufe des 3. Tages. Auch hier machen sich Temperaturschwankungen, allerdings nicht so bedeutend wie bei der Embryonalentwicklung, bemerkbar. Schon jetzt tritt äußerlich eine Trennung der Geschlechter auf, indem die weiblichen Tiere sich langsamer fortentwickeln als die Männchen. Im weiteren Verlaufe der Metamorphose wird das Intervall zwischen den einzelnen Häutungen immer größer, bis dann frühestens nach 3 Wochen von den Männchen das geschlechtsreife Stadium erreicht wird. 8—12 Tage später erscheinen auch die reifen Weibchen, und die Tiere beginnen mit dem Fortpflanzungsgeschäft.

Bei der großen Hitze Ende Mai, Anfang Juni 1917 entwickelten sich die Tiere außerordentlich rasch. Es war dies das einzige Mal, daß Individuen nach 3 Wochen geschlechtsreif waren. Die Tiere ertrugen hier Temperaturen bis zu 33° C. Mit fallender Temperatur nimmt die Entwicklungsdauer zu, und bei 0°—2° C benötigen die Tiere bis zu 3 und 4 Monaten, um die Geschlechtsreife zu erlangen (Tabelle II).

Die Faktoren, die den Verlauf der Metamorphose beeinflussen, sind sehr mannigfaltiger Art, und es ist wohl unmöglich, sie alle und in ihrer Wirkungsweise vollständig zu ermitteln. Als stärksten Faktor erwähnte ich schon die Temperatur. Da sie indirekt in bezug auf die vorhandenen Nahrungskörper und direkt physiologisch auf die Tiere einwirkt, so müssen sich Schwankungen in der Phase des Wachstums der Tiere geltend machen. Daß dieses in der Tat der Fall ist, wurde schon erwähnt; sahen wir doch bei Temperaturen von 25°—30° C die Metamorphose sich innerhalb 3—4 Wochen vollziehen, während bei tiefen Temperaturen mehrere Monate zur Gestaltung des geschlechtsreifen Tieres nötig waren.

Bekanntlich besitzen die Weibchen der Cyclopiden im Verhältnis zu ihrer doch immerhin zarten Konstitution eine sehr große Fruchtbarkeit. So kann ein Weibchen während seines verhältnismäßig kurzen geschlechtsreifen Lebens 800—1000 große und sehr dotterreiche Eier hervorbringen. Indessen erlangen höchstens 300 dieser Embryonen die Geschlechtsreife. Eine Erklärung dieser Verhältnisse findet man, wenn man das Schicksal der Embryonen bis zur Geschlechtsreife genauer verfolgt. In einem Eiballen, der ca. 40 Em-

Tabelle I.

Einfluß der Temperatur auf die
Embryonalentwicklung.

No. der Brutserie	Tag der Eisack- bildung	Tag des Ans- schlüpfens	Durch- schnittl. Tages- temperat. in Celsius- Graden	Bemerkungen
1	4./1. 1917	13./1. 1917	3,5	Es wurden große Eiersäcke gebildet, von deren Inhalt sich aber nur $\frac{1}{3}$ der Eier entwickelte.
2	5./2. 1917	14./2. 1917	4	Mäßig große Eiersäcke.
3	12./2. 1917	19./2. 1917	6,5	Mäßig große E.-S. (60 Embryonen).
4	2./3. 1917	12./3. 1917	3	"
5	30./3. 1917	14./4. 1917	1	Große E.-S. Nur 2 ♂♂, 5 ♀♀ wurden geschlechtsreif.
6	12./4. 1917	17./4. 1917	4	Große E.-S.
7	19./4. 1917	26./4. 1917	7	" "
8	26./4. 1917	1./5. 1917	13	" "
9	1./5. 1917	5./5. 1917	15,5	Mäßig große E.-S.
10	10./5. 1917	13./5. 1917	19	Große E.-S.
11	13./5. 1917	15./5. 1917	22	" "
12	15./5. 1917	18./5. 1917	22	" "
13	16./5. 1917	18./5. 1917	23	Mäßig große E.-S.
14	17./5. 1917	19./5. 1917	23	Kleine E.-S.
15	18./5. 1917	—	26	Zerfallen.
16	25./5. 1917	27./5. 1917	23	Mäßig große E.-S.
17	5./6. 1917	9./6. 1917	15	Große E.-S.
18	14./6. 1917	17./6. 1917	19	Mäßig große E.-S.
19	28./6. 1917	30./6. 1917	22	" " "
20	1./7. 1917	3./7. 1917	23	" " "
21	2./7. 1917	4./7. 1917	22	Kleine E.-S.
22	Juli 1917	—	24—33	Bei der hohen Temperatur wurden nur kleine E.-S. gebildet, die bald zerfielen.
23	22./7. 1917	26./7. 1917	15	Mäßig große E.-S.
24	2./8. 1917	6./8. 1917	15	Kleine E.-S.
25	14./8. 1917	18./8. 1917	15	Große E.-S.
26	1./9. 1917	5./9. 1917	15	Mäßig große E.-S.
27	18./9. 1917	23./9. 1917	12	Große E.-S.
28	1./10. 1917	6./10. 1917	12	" "
29	16./10. 1917	21./10. 1917	12	Mäßig große E.-S.
30	8./11. 1917	12./11. 1917	5	5 ♀♀, 1 ♂ wurden geschlechtsreif.
31	29./11. 1917	7./12. 1917	5	Große E.-S., nur 7 Embryonen entwickelten sich.
32	19./12. 1917	28./12. 1917	4	Mäßig große E.-S., 8 ♀♀, 2 ♂♂ wurden geschlechtsreif.
33	25./12. 1917	7./1. 1918	1,5	Große E.-S., 18 Embryonen.

Tabelle II.

Geschlecht	No. der Brutserie	Tag der Geburt	1. Naupl.- Stadium	2. Naupl.- Stadium	3. Naupl.- Stadium	4. Naupl.- Stadium	5. Cop.- Stadium	Geschlechts- reife	Durchschnittl. Tages- temperatur in Celsius-Graden
♂ ♂ + ♀ ♀ + ♀ ♀ + ♀ ♀ + ♀ ♀	1	13./1. 1917	16./1. 1917	19./1. 1917	23./1. 1917	31./1. 1917	5./2. 1917	11./2. 1917	7,2 15,7 20 29 10,2 3,3
	2	12./3. 1917	14./3. 1917	20./1. 1917	25./1. 1917	28./3. 1917	2./2. 1917	9./2. 1917	
	3	13./5. 1917	15./5. 1917	17./5. 1917	21./3. 1917	23./3. 1917	30./3. 1917	3./4. 1917	
	4	3./7. 1917 morgens	abends	18./5. 1917	19./5. 1917	22./5. 1917	25./5. 1917	30./5. 1917	
	5	5./9. 1917	6./9. 1917	4./7. 1917	5./7. 1917	7./7. 1917	10./7. 1917	3./6. 1917	
	6	12./11. 1917	15./11. 1917	7./9. 1917	10./9. 1917	14./9. 1917	16./9. 1917	20./9. 1917	
				8./9. 1917	11./9. 1917	22./11. 1917	30./11. 1917	23./9. 1917	18./12. 1917
				19./11. 1917	24./11. 1917	2./12. 1917	12./12. 1917	22./12. 1917	

Geschlecht	No. der Brutserie	1. Cop.- Stadium	2. Cop.- Stadium	3. Cop.- Stadium	4. Cop.- Stadium	5. Cop.- Stadium	Geschlechts- reife	Durchschnittl. Tages- temperatur in Celsius-Graden
♂ ♂ + ♀ ♀ + ♀ ♀ + ♀ ♀ + ♀ ♀	1	19./2. 1917	28./2. 1917	13./3. 1917	27./3. 1917	14./4. 1917	1./5. 1917	7,2 15,7 20 29 10,2 3,3
	2	25./2. 1917	7./3. 1917	20./3. 1917	5./4. 1917	23./4. 1917	10./5. 1917	
	3	18./4. 1917	24./4. 1917	4./5. 1917	14./5. 1917	25./5. 1917	8./6. 1917	
	4	24./4. 1917	2./5. 1917	13./5. 1917	25./5. 1917	6./6. 1917	19./6. 1917	
	5	12./6. 1917	20./6. 1917	28./6. 1917	3./7. 1917	7./7. 1917	9./7. 1917	
	6	16./6. 1917	24./6. 1917	3./7. 1917	9./7. 1917	14./7. 1917	18./7. 1917	
		15./7. 1917	18./7. 1917	22./7. 1917	25./7. 1917	28./7. 1917	3./8. 1917	29
		17./7. 1917	21./7. 1917	25./7. 1917	29./7. 1917	2./8. 1917	8./8. 1917	
		3./10. 1917	12./10. 1917	21./10. 1917	31./10. 1917	11./11. 1917	23./11. 1917	10,2
		7./10. 1917	16./10. 1917	26./10. 1917	5./11. 1917	17./11. 1917	1./12. 1917	
		27./12. 1917	7./1. 1918	19./1. 1918	4./2. 1918	19./2. 1918	9./3. 1918	
		2./1. 1918	13./1. 1918	26./1. 1918	12./2. 1918	1./3. 1918	20./3. 1918	

bryonen enthält, gelingt es schon beim Ausschlüpfen durchschnittlich 5–8 Tieren nicht, die schützenden Hüllen zu durchbrechen. Sie sind dem Untergang geweiht und sterben schon nach wenigen Stunden. Unter günstigen äußeren Bedingungen vollzieht sich der Verlauf der Metamorphose bis zum Eintritt in das erste Copepoditstadium sehr regelmäßig. Die 6. Häutung scheint jedoch für die Tiere äußerst kritisch zu sein, denn durchschnittlich gehen hier $\frac{2}{3}$ aller Individuen zugrunde. In dieser Zeit trifft man häufig Nauplien an, die sich durch heftige, krampfartige Zuckungen und Schütteln ihrer Chitinhülle zu entledigen suchen. Jedoch vergeblich! Nach wiederholten Versuchen sinken die Tiere schließlich ermattet zu Boden und gehen ein. Zur Erklärung dieser eigenartigen Erscheinung ließen sich Vermutungen anführen, die jedoch nicht durch irgendwelche Beweise gestützt werden können. — Die 2. Hälfte der Metamorphose wird dann wieder mit aller Gleichmäßigkeit durchlaufen, jedoch nur höchstens $\frac{1}{3}$ aller ursprünglich vorhandenen Individuen kommt zur Fortpflanzung.

Abgesehen von der Dezimierung der Brut im „kritischen Stadium“ sind die Tiere schon in ihrer Jugendzeit mancherlei äußerem Unbill ausgesetzt. Ihr größter Feind ist die Überhandnahme einer Pilz- und Bakterienentwicklung. Trübte sich das Wasser durch allzu starke Bakterienansammlung, so gingen schon nach wenigen Tagen sämtliche Nauplien zugrunde, da sie während des Wachstums besonders empfindlich gegen Infektion sind. Da nun die Hitze des Sommers das Fauligwerden des Wassers in kleineren Tümpeln außerordentlich begünstigt, so sehen wir zu dieser Jahreszeit neben den langlebigen auch kurzlebige Formen auftreten (s. unten!), die sich der Gefahr einer Infektion durch beschleunigte Entwicklung entziehen.

Auch aus den verschiedenen Tierklassen, die außer ihnen das Süßwasser bevölkern, erwachsen ihnen mancherlei Feinde. Schon eine *Diffugia* oder *Arcella* ist imstande, durch den Giftstoff ihrer Pseudopodien den Nauplius zu lähmen und zu töten; in Mengen bleiben sie an den Fangarmen einer *Hydra* haften oder wandern in den Magen eines Turbellars. Ja, ihre nächsten Verwandten, die Ostracoden, hausen oft geradezu verheerend unter einer Nauplienbrut. Und wenn wir in die höheren Tierklassen gehen, so wissen wir ja, daß die Nauplien zusammen mit den adulten Formen einen großen Teil der Fischnahrung darstellen.

Alle diese Betrachtungen lassen erkennen, daß eine starke Ei-

produktion unbedingt erforderlich ist, um die Existenz der Art zu sichern.

Die vorhandene Nahrungsmenge ist naturgemäß für das Fortkommen der Jungen überaus wichtig. Tritt Nahrungsknappheit ein, so vermögen die Nauplien trotzdem ihr Dasein zu fristen, indem sie sich gegenseitig bekämpfen und verzehren und dadurch manchen Rivalen beseitigen. Verteilt man jedoch die Brut auf mehrere Gläser oder setzt sie in ein großes Glas, so bleiben alle Individuen am Leben. Auch DIETRICH bemerkte in jungen Brutserien ein starkes Abnehmen der Individuenzahl und machte dafür in erster Linie die Größe des Lebensraumes verantwortlich. Es ist aber wohl kaum anzunehmen, daß dieser Faktor ausschlaggebend für die Entwicklung sein kann; höchstens indirekt, indem bei zunehmender Größe des Lebensraumes auch eine größere Nahrungsmenge verfügbar wird.

Aber noch auf eine andere Weise sind die Tiere imstande, sich ungünstigen Nahrungsverhältnissen anzupassen. Diese Tatsache kann zugleich zu einem Aufklärungsversuch für die starke Größenvariation des *Cyclops viridis* J. dienen. Es ist ja bekannt, daß die Größe des *Cyclops vir.* innerhalb außerordentlich weiter Grenzen schwankt, nämlich zwischen 1,5 und 5 mm. Gelegentlich wurden auch besonders große Artgenossen beobachtet, die mit dem Namen eines *Cyclops gigas* belegt wurden. — Unter meinen Kulturen befanden sich 2 Gläser, bei denen durch Zufall versäumt war, sie mit pflanzlichem und tierischem Detritus und Diatomeen als Nahrung zu beschicken. In der 1. Phase der Metamorphose noch nicht so stark bemerkbar, machte sich schon beim 1. Copepoditen der Nahrungsmangel in überzeugender Weise geltend. Die Tiere blieben bis zum geschlechtsreifen Stadium in ihrer Größe weit hinter den übrigen Kulturen zurück. In der Fig. 14 ist ein Weibchen einer beliebigen Kultur und in der Fig. 15 ein solches klein gebliebenes Weibchen in derselben relativen Vergrößerung gezeichnet. Während die weiblichen Tiere durchschnittlich eine Länge von 3—4 mm hatten, erreichten sie bei Nahrungsmangel nur ein Längenmaß von 1,5 mm. Die Ovarien waren vollständig entwickelt und mit Eiern prall gefüllt. Durch Hungern blieben also schon die jungen Tiere in ihrem Wachstum stark zurück, und die Produktion der Keimzellen geschah späterhin offenbar auf Kosten der übrigen Körpermasse.

Auch den erwachsenen Tieren fehlt es naturgemäß nicht an Feinden. Im Gegensatz zu ihren Larven erweisen sie sich auf der

Höhe ihres Lebens sehr viel widerstandsfähiger gegen Pilze und Bakterien. Es gilt dieses besonders für die Winterformen, die bedeutend größer und kräftiger entwickelt sind. Auch Protozoen scheinen nicht imstande zu sein, den erwachsenen Tieren mit Erfolg nachzustellen. Dagegen räumen Cölenteraten, niedere und höhere Würmer, vor allem Fische und Amphibienlarven oft erschreckend unter einem *Cyclops*-Bestand auf. — Daß bei Nahrungsmangel die Tiere zunächst das Fortpflanzungsgeschäft einstellen und dann frühzeitig absterben, erscheint selbstverständlich. Gegen Temperaturschwankungen erweisen sie sich wenig empfindlich und ertragen, wie schon oben erwähnt wurde, Temperaturen bis zu 33° C, fallen dann für kurze Zeit in eine Wärmestarre und gehen ein. Ob im entgegengesetzten Fall die hier besprochene *Cyclops*-Art befähigt ist, sich bei sinkender Temperatur zu encystieren oder einem Einfrieren zu widerstehen, wie dieses von KORSCHOLT, LAUTERBORN und WOLF für die Harpacticiden angegeben wurde, erscheint nach meinen Befunden noch sehr fraglich. Im März 1918 war durch Frost in mehreren Gläsern das Wasser unterkühlt bis auf — 4° C. Die Tiere ertrugen die Temperatur ohne nachteilige Wirkung und zeigten höchstens verlangsamte Bewegungen. Das Wasser wurde mit einem Eiskrystall geimpft, so daß es ziemlich schnell gefror. Jetzt flüchteten die Tiere in kleine Räume, in denen durch Druck oder andere Ursachen das Wasser am Gefrieren verhindert war. Wurde weiterhin gekühlt, so erstarrten auch diese kleinen Flüssigkeitsmengen. In den so behandelten Gläsern und auch in denjenigen, in denen das Wasser von vornherein gefroren war, war trotz vorsichtigen Auftauens kein *Cyclops* mehr am Leben.

Wie weit sich meine Befunde mit denen von KORSCHOLT bei *Canthocamptus* und *Cyclops* in Übereinstimmung bringen lassen, ist schwer zu sagen. Wahrscheinlich beruhen die abweichenden Resultate auf dem Umstand, daß bei den verschiedenen Versuchsbedingungen die Abkühlung der Körpersäfte verschieden weit vorgeschritten war. Daß die Tiere imstande sind, für kurze Zeit ein Einfrieren zu überdauern, war ebenfalls aus meinen Versuchen zu ersehen. Wurden sie aber bis zu 2 Tagen Temperaturen ausgesetzt, die das Wasser bis in seine kleinsten Teile zum Gefrieren brachten, wie es hier der Fall war, so waren auch die Körpersäfte so weit abgekühlt, daß sie völlig erstarrten. Schon rein physikalische Ursachen, wie z. B. die hierdurch herbeigeführten mechanischen Zerreißungen, machen ein Wiederaufleben unmöglich.

Wenn trotzdem von KORSCHULT für niedere und höhere Würmer, Rotatorien, Arthropoden und Mollusken Angaben gemacht werden, welche die Fähigkeit der Tiere dartun, einem Einfrieren zu widerstehen, so kann dieses sehr wohl darauf beruhen, daß, wie schon von KORSCHULT selbst vermutet wird, die Körpersäfte nicht die genügende Abkühlung erfahren, um zu gefrieren. Hier eine Entscheidung zu treffen, ist, wie gesagt, sehr schwer, zumal meine Beobachtungen mehr nebenbei angestellt wurden.

Hinsichtlich der gesamten Lebensdauer verhalten sich die Individuen der warmen und der kalten Jahreszeit verschieden. Einmal werden das ganze Jahr hindurch Brutserien erzeugt, deren Individuen eine Lebensdauer von 8–9 Monaten besitzen. In der Zahl der erzeugten Brutserien kommen Schwankungen vor, auf die bezüglich der verschiedenen Jahreszeiten schon hingewiesen wurde. Aber aus einem anderen Grunde treten die Brutserien mit neunmonatiger Lebensdauer in den Monaten April bis September sehr stark zurück. Von April bis November bringen die Weibchen nämlich Brutserien hervor, deren Nachkommen ein Lebensalter von nur 4–5 Monaten besitzen.

Durch genaue Untersuchungen wurde etwa folgendes ermittelt:

Ein Weibchen bringt im Laufe seines Lebens eine größere Anzahl Brutserien zur Welt. Diese einzelnen Serien besitzen im Sommer verschiedene Lebensdauer. Während in den Monaten November bis Februar nur Individuen zur Welt kommen, die ein Lebensalter von 9 Monaten besitzen, treten im März die ersten kurzlebigen Formen auf. Das Verhältnis der lang- und kurzlebigen Formen ist hier noch 4:1, späterhin 2:1. Im April verschiebt sich das Verhältnis weiterhin zugunsten der kurzlebigen Formen auf 1:1, 1:2, bis dann im Mai ein Verhältnis von 1:4 erreicht ist, d. h. auf 5 Eiablagen eines Weibchens kommen eine Serie mit 9 monatiger, 4 Serien mit 4–5 monatiger Lebensdauer. Diese Verhältnisse dauern bis August an, im September und Oktober läßt die Produktion der kurzlebigen Formen allmählich wieder nach, um im November ganz zu erlöschen.

Da die kurzlebigen Serien sich natürlich sehr viel schneller entwickeln und stärker fortpflanzen, so ist die Folge davon ein schnelles Ansteigen der Individuenzahl im Sommer und Herbst, wo die Tiere unter den günstigsten äußeren Bedingungen leben können. — So werden hauptsächlich diese kurzlebigen Formen die von WOLF beobachtete große Anzahl der Maxima bedingen.

Tabelle III.

1. Die Brutserien eines Weibchens von 2. I. 7.

	1. Brutserie	2. Brutserie	3. Brutserie	4. Brutserie	5. Brutserie	6. Brutserie	7. Brutserie	8. Brutserie
Tag der Eiablage	29/11. 1916	4./1. 1917	5./2. 1917	3./3. 1917	22./3. 1917	7./4. 1917	17./4. 1917	26./4. 1917
Tag des Ausschlüpfens	7./12. 1916	13./1. 1917	14./2. 1917	12./3. 1917	4./4. 1917	12./4. 1917	22./4. 1917	1./5. 1917
1. <i>Cyclops</i> -Stadium	3./2. 1917	25./2. 1917	20./3. 1917	24./4. 1917	30./4. 1917	7./5. 1917	17./5. 1917	28./5. 1917
Geschlechtsreife	31./3. 1917	5./5. 1917	25./5. 1917	14./6. 1917	28./5. 1917	18./6. 1917	28./6. 1917	25./6. 1917
Fortpflanzung	sehr träge	mäßig	lebhaft	sehr lebhaft	sehr lebhaft	sehr lebhaft	sehr lebhaft	lebhaft
Tod der ♂	3/7. 1917	1/8. 1917	23./9. 1917	10./10. 1917	31/7. 1917	7/11. 1917	15/11. 1917	25./8. 1917
Tod der ♀	8/9. 1917	25/9. 1917	20/11. 1917	24/12. 1917	2/9. 1917	3/1. 1918	18/1. 1918	1/10. 1917
Lebensdauer	langlebig	langlebig	langlebig	langlebig	kurzlebig	langlebig	langlebig	kurzlebig

2. Die Brutserien eines Weibchens von 1. I. 7.

	1. Brutserie	2. Brutserie	3. Brutserie	4. Brutserie	5. Brutserie	6. Brutserie	7. Brutserie
Tag der Eiablage	5./3. 1917	27./3. 1917	6./4. 1917	17./4. 1917	26./4. 1917	5./5. 1917	11./5. 1917
Tag des Ausschlüpfens	10./3. 1917	9./4. 1917	11./4. 1917	23./4. 1917	1./5. 1917	9./5. 1917	14./5. 1917
1. <i>Cyclops</i> -Stadium	22./3. 1917	15./4. 1917	25./4. 1917	3./5. 1917	20./5. 1917	22./5. 1917	10./6. 1917
Geschlechtsreife	11/4. 1917	7./5. 1917	15./5. 1917	15./5. 1917	7/6. 1917	3./6. 1917	7/7. 1917
Fortpflanzung	lebhaft	lebhaft	lebhaft	sehr lebhaft	lebhaft	sehr lebhaft	sehr lebhaft
Tod der ♂	8/10. 1917	19/7. 1917	3/11. 1917	31/7. 1917	3/12. 1917	9/9. 1917	13/12. 1917
Tod der ♀	5/12. 1917	15./9. 1917	8/1. 1918	25./9. 1917	28/1. 1918	7/11. 1917	17/2. 1918
Lebensdauer	langlebig	kurzlebig	langlebig	kurzlebig	langlebig	kurzlebig	langlebig

	8. Brutserie	9. Brutserie	10. Brutserie	11. Brutserie	12. Brutserie	13. Brutserie
Tag der Eiablage	17./5. 1917	24./5. 1917	24./5. 1917	1./6. 1917	16./6. 1917	24./6. 1917
Tag des Ausschlüpfens	19./5. 1917	26./5. 1917	26./5. 1917	5./6. 1917	19./6. 1917	26./6. 1917
1. <i>Cyclops</i> -Stadium	3./6. 1917	10./6. 1917	10./6. 1917	19./6. 1917	4./7. 1917	27/7. 1917
Geschlechtsreife	30./6. 1917	8/7. 1917	12/7. 1917	17/7. 1917	1/8. 1917	28/7. 1917
Fortpflanzung	sehr lebhaft	sehr lebhaft	sehr lebhaft	sehr lebhaft	lebhaft	außerordentl. lebhaft
Tod der ♂	15/8. 1917	17/8. 1917	1/10. 1917	13/10. 1917	23/1. 1918	15/10. 1917
Tod der ♀	7/10. 1917	20/10. 1917	4/12. 1917	1/12. 1917	15/3. 1918	27/12. 1917
Lebensdauer	kurzlebig	kurzlebig	kurzlebig	kurzlebig	langlebig	kurzlebig

3. Die Brutserien eines Weibchens von 2. I. 7.

	1. Brutserie	2. Brutserie	3. Brutserie	4. Brutserie	5. Brutserie	6. Brutserie	7. Brutserie
Tag der Eiablage	1./5. 1917	7./5. 1917	19./5. 1917	25./5. 1917	2./6. 1917	10./6. 1917	19./6. 1917
Tag des Anschlüpfens	5./5. 1917	10./5. 1917	21./5. 1917	27./5. 1917	5./6. 1917	13./6. 1917	22./6. 1917
1. <i>Cyclops</i> -Stadium	8./6. 1917	9./6. 1917	16./6. 1917	20./6. 1917	30./6. 1917	7./7. 1917	12./7. 1917
Geschlechtsreife	15./7. 1917	9./7. 1917	17./7. 1917	23./7. 1917	31./7. 1917	8./8. 1917	3./8. 1917
Fortpflanzung	lebhaft	sehr lebhaft	sehr lebhaft	lebhaft	lebhaft	mäßig	sehr lebhaft
Tod der ♂	3./12. 1917	27./7. 1917	5./8. 1917	3./9. 1917	10./9. 1917	3./1. 1918	17./9. 1917
Tod der ♀	13./2. 1917	30./9. 1917	18./10. 1917	1./11. 1917	10./11. 1917	17./3. 1918	23./11. 1917
Lebensdauer	langlebig	kurzlebig	kurzlebig	kurzlebig	kurzlebig	langlebig	kurzlebig

	8. Brutserie	9. Brutserie	10. Brutserie	11. Brutserie	12. Brutserie	13. Brutserie
Tag der Eiablage	28./6. 1917	8./7. 1917	18./7. 1917	29./7. 1917	11./8. 1917	25./8. 1917
Tag des Anschlüpfens	30./6. 1917	10./7. 1917	zerfallen	2./8. 1917	15./8. 1917	29./8. 1917
1. <i>Cyclops</i> -Stadium	18./7. 1917	25./7. 1917	—	1./9. 1917	7./9. 1917	25./9. 1917
Geschlechtsreife	4./8. 1917	7./8. 1917	—	3./10. 1917	27./9. 1917	13./11. 1917
Fortpflanzung	sehr lebhaft	mäßig	—	mäßig	sehr lebhaft	lebhaft
Tod der ♂	15./10. 1917	17./9. 1917	—	15./3. 1918	17./11. 1917	3./12. 1917
Tod der ♀	9./12. 1917	23./11. 1917	—	27./5. 1918	26./1. 1918	4./2. 1918
Lebensdauer	kurzlebig	kurzlebig	—	langlebig	kurzlebig	kurzlebig

4. Die Brutserien eines Weibchens von 2. I. 7.

	1. Brutserie	2. Brutserie	3. Brutserie	4. Brutserie	5. Brutserie	6. Brutserie	7. Brutserie	8. Brutserie
Tag der Eiablage	1./8. 1917	15./8. 1917	1./9. 1917	18./9. 1917	6./10. 1917	27./10. 1917	30./11. 1917	27./1. 1918
Tag des Anschlüpfens	5./8. 1917	19./8. 1917	5./9. 1917	23./9. 1917	11./10. 1917	5./11. 1917	8./12. 1917	9./2. 1918
1. <i>Cyclops</i> Stadium	29./8. 1917	8./9. 1917	7./10. 1917	12./10. 1917	8./11. 1917	25./11. 1917	12./1. 1918	3./3. 1918
Geschlechtsreife	20./9. 1917	2./10. 1917	1./12. 1917	7./11. 1917	14./12. 1917	23./12. 1917	24./2. 1918	17./4. 1918
Fortpflanzung	sehr lebhaft	mäßig	lebhaft	lebhaft	träge	mäßig	mäßig	träge
Tod der ♂	11./11. 1917	22./2. 1918	15./1. 1918	3./12. 1917	3./4. 1918	1./3. 1918	—	—
Tod der ♀	13./1. 1918	13./4. 1918	28./2. 1918	4./1. 1918	7./6. 1918	8./5. 1918	—	—
Lebensdauer	kurzlebig	langlebig	kurzlebig	kurzlebig	langlebig	kurzlebig	langlebig	langlebig

Die Männchen sterben stets früher als die Weibchen, bei den kurzlebigen Formen im 3. und 4. Monat, bei den langlebigen durchschnittlich im 7. Monat. — Da die Weibchen bis in den 9., ev. 10. Monat ihres Lebens Eiersäcke bilden und Nachkommen liefern, so ist daraus eine ziemlich lange Lebensdauer des Spermas, das ja im Receptaculum seminis des Weibchens aufbewahrt wird, zu entnehmen (Tab. III.). Es soll jetzt in der Tabelle III das Schicksal aller Brutserien verfolgt werden, die von einem isolierten Weibchen einer Stammkultur im Laufe seines Lebens erzeugt wurden.

Daß nicht im Lauf der Zeit das Wasser in den angesetzten Kulturen in bezug auf Sauerstoffgehalt usw. verbraucht wurde und die Tiere so eines gewaltsamen Todes starben, erhellt einmal daraus, daß das Absterben der Männchen und Weibchen mit größter Regelmäßigkeit erfolgte. Dann wurden aber auch solche Gläser, in denen alte Kulturen ausgestorben waren, wieder für neue Brutserien benutzt. Es entwickelten sich ebenfalls stets lebenskräftige Tiere, die ein gleiches Lebensalter erreichten.

Wenn wir uns nach der Bedeutung des Auftretens zweier Individuenformen von so ungleicher Lebensdauer bei ein und derselben Art fragen, so ist sie wohl hauptsächlich darin zu suchen, daß den Tieren durch die gesteigerte Individuenzahl in der wärmeren Jahreszeit eine stärkere Verbreitung ermöglicht wird und sie so leichter trotz der zahlreichen Feinde im Sommer die Existenz der Species zu sichern vermögen.

Die Lebensdauer des *Cycl. fuscus*, der auch einer der größeren *Cyclopiden* ist, zu ermitteln, ist mir leider nicht gelungen, da die Tiere sich sehr schwer halten ließen.

Nicht viel besser ist es mir bei dem Versuch zur Bestimmung der Lebensdauer einer kleinen Art, *Cycl. serrulatus*, ergangen. Wenn auch die Züchtung keine erheblichen Schwierigkeiten bot, so wurde die Beobachtung durch die geringe Körpergröße der Individuen sehr erschwert. Immerhin konnte die *serrulatus*-Form mehrmals bis zur Geschlechtsreife gebracht werden, so daß hieraus schon einige Schlüsse in bezug auf ihre Lebensdauer gezogen werden können, obgleich genaue Angaben über einen derartigen Punkt sehr viel eingehendere Studien erfordern, die mir bei der gleichzeitigen Bearbeitung des *Cycl. viridis* nicht möglich waren.

Auch die Entwicklungsdauer des *Cycl. serrulatus* variierte, wie

zu erwarten war, mit zu- und abnehmender Temperatur. Im Vergleich zu *Cycl. viridis* entwickelte sich diese kleine Cyclopidenart aber sehr viel schneller. Bei optimaler Temperatur, die etwa bei 10° C zu suchen ist, erlangten sie schon nach 2 Wochen die Geschlechtsreife, während die Metamorphose in der kalten Jahreszeit bis zu 1½ Monate in Anspruch nahm. Aus diesem Verhalten wäre ein durchschnittliches Lebensalter von 4 bis höchstens 6 Monaten zu erwarten. Ob auch hier im Sommer Individuen verschiedener Lebensdauer auftreten, d. h. lang- und kurzlebige Formen, möchte ich nicht entscheiden, da dieses aus dem Verhalten der Zuchtserien nicht unmittelbar zu ersehen war.

Cycl. viridis und *Cycl. serrulatus* sind beide perennierende Formen, die sich polycyclisch fortpflanzen. Für sie wurde eine Lebensdauer von 9 bezw. 6 Monaten ermittelt. Dagegen wird man wohl nicht fehl gehen, das Alter der Sommer- und Winterformen höher zu veranschlagen, und zwar hauptsächlich bei den Arten, die sich dicyclisch fortpflanzen, wie *Cycl. prasinus*, *fimbriatus*, *strenuus* (Winterform). Obgleich es sich hier durchweg um kleine Arten handelt, muß das Alter, das von ihnen erreicht wird, auf 10—12 Monate geschätzt werden. Es ist dieses um so eher zu erwarten, als die Tiere, die sich z. B. dicyclisch im Sommer fortpflanzen, durch das Fortpflanzungsgeschäft nicht so sehr angestrengt werden und die kalte Jahreszeit nach den Angaben von WOLF in einem Ruhezustand überdauern. Entsprechende Züchtungsversuche können hier erst genauen Aufschluß geben.

Über die zweite Gruppe der Podopleen, die Harpacticiden, können keinerlei genaue Lebensdaten angegeben werden. Sie werden aber wahrscheinlich ebenso wie die Centropagiden ein höheres Lebensalter erreichen.

Nur zweimal gelang es mir, eine Centropagidenart, *Diaptomus vulgaris*, zu züchten. Die erste Serie schlüpfte im Februar, erreichte nach 10 Tagen das 1. Copepoditstadium und war nach weiteren 2 Wochen geschlechtsreif. Ende November war das letzte Weibchen gestorben, so daß die Tiere ein Alter von 10 Monaten erreichten. Die 2. Serie, die erst im Mai ausschlüpfte, erlangte erst nach 1½ Monaten die Geschlechtsreife und starb nach 13 Monaten. Hiernach liegt die Vermutung nahe, daß die Diaptomiden es im Winter (die oben erwähnte Art jedoch wahrscheinlich nicht) bei stärkerer Verzögerung der Metamorphose auf ein noch höheres Lebensalter bringen.

Sowohl Cyclopiden wie Centropagiden sind also imstande, die

Metamorphose innerhalb von 3 Wochen zu durchlaufen. Es kann daher der Meinung DIETRICH's nicht voll zugestimmt werden, der für die Podopleen in der Konzentration der Entwicklung eine Anpassung an das Leben in seichten Gewässern und Tümpeln erblickt, indem sie die Metamorphose schneller durchlaufen und daher eher zur Geschlechtsreife gelangen.

Zwischen Lebensweise und Lebensdauer der Cyclopiden läßt sich insofern eine Wechselbeziehung feststellen, als die größeren Cyclopsformen, also Tiere mit 9 monatiger Lebensdauer, hauptsächlich in größeren Gewässern leben, während in Tümpeln usw. in der Hauptsache kleinere Formen (3—4 monatige Lebensdauer) gefunden werden.

Aus dem Gesagten geht also hervor, daß das Lebensalter, das von den freilebenden Copepoden erreicht wird, innerhalb außerordentlich weiter Grenzen schwankt. Wenn die Lebensdauer der Centropagiden auf 15—18 Monate geschätzt wird (s. BURCKHARDT), was aus meinen Untersuchungen geschlossen werden muß, so dürften hiermit die Copepoden unter den niederen Krebsen, abgesehen von den Cirripeden, das höchste Alter erreichen. Bei den Cirripeden handelt es sich um andersartige Verhältnisse, da sie, wenn auch nicht immer schmarotzend, so doch stets einer festen Unterlage aufsitzend leben. Die nächsten Verwandten der Copepoden, die Ostracoden, dürften es auf höchstens 3—4 Monate bringen. Wenn auch zweifellos die Winterformen älter werden, so läßt doch das auffallend schnelle Kommen und Gehen in den Zuchtgläsern, besonders im Sommer, auf eine sehr kurze Lebensdauer schließen. Nachdem zunächst nur wenige Ostracoden beobachtet wurden, folgte eine außerordentlich intensive Vermehrung, aber schon nach 2 Monaten waren sämtliche Ostracoden abgestorben. Auch bei meinen Fängen im Freien gewann ich den Eindruck, daß in dem Auftreten und Vergehen der einzelnen Formen ganz bestimmte Gesetzmäßigkeiten vorliegen, über die Näheres nicht ausgesagt werden kann. Immerhin bemerkenswert scheint mir die auffallend kurze Periode ihres Auftretens.

Bei den Phyllopoden und Cladoceren scheint die Art der Fortpflanzung ihren Einfluß auf die Lebensdauer auszuüben. Im Sommer, wo die genannten Tiere sich ja in der Regel parthenogenetisch fortpflanzen, kommt es plötzlich zu einer außerordentlich hohen Individuenzahl, die aber schon nach kurzer Zeit ebenso plötzlich wieder abfällt, und schon oft nach wenigen Wochen ist kein Individuum der betreffenden Species mehr zu entdecken. Ich erinnere nur an das ge-

legentliche massenhafte Auftreten einer *Apus*- oder *Daphnia*-Form in seichten Gewässern, wo oft schon 4—5 Tage nach einer zufälligen Kontrolle alle genannten Individuen zugrunde gegangen waren. Dagegen leben die aus befruchteten Wintereiern hervorgegangenen Individuen im Ruhezustand schon den ganzen Winter hindurch und als geschlechtsreife Tiere im Frühjahr. — Bei einer genauen Untersuchung dieser Gewässer würden sich auch hier Anhaltspunkte zur Berechnung der Lebensdauer finden lassen.

Beim Vergleich der Lebensalter, die die Vertreter der einzelnen Tierklassen besitzen, ist schon oft der Versuch gemacht worden, eine Gesetzmäßigkeit zwischen der Lebensdauer und den sie bestimmenden Faktoren aufzustellen. Man hat zunächst für die Lebensdauer die Körpergröße, die Geschwindigkeit der Entwicklung, die Fruchtbarkeit der geschlechtsreifen Tiere verantwortlich gemacht. Wenn diese Faktoren auch in sehr vielen Fällen zutreffend sind, so kommen doch für jede dieser Ursachen Ausnahmen vor, und wir suchen meistens vergebens nach der Veranlassung. — So hat LOEB versucht, die Einwirkung der Temperatur auf die Lebensdauer klarzulegen, indem er zu dem Schluß kam, daß die Temperaturkoeffizienten für die Entwicklung und die Lebensdauer weit voneinander abweichen. Durch DEMOLL u. STROHL und LIPSCHÜTZ erfuhr er aber stärksten Widerspruch, indem diese Autoren es nicht für statthaft hielten, den Lebensprozeß auf einfache physikalische und chemische Prozesse zurückzuführen. — Auf die angedeuteten Streitfragen soll hier nicht näher eingegangen werden, da sie in der 1917 erschienenen Abhandlung von KORSCHULT über „Lebensdauer, Altern und Tod“ eingehender behandelt sind. Immerhin ist aus den wenigen Worten zu ersehen, wie schwer es ist, die Lebensdauer in einen für alle Tiergruppen geltenden kausalen Zusammenhang zu bringen.

4. Fortpflanzung und Lebensdauer.

Daß verspätete Fortpflanzungsmöglichkeit lebensverlängernd auf den Organismus einwirkt, ist uns besonders bei Insecten genügend bekannt. Wenn auch bei dem vorliegenden Objekt die Verhältnisse nicht so klar liegen, konnten doch erhebliche Abweichungen von der normalen Lebensdauer festgestellt werden. Im 1. Fall handelt es sich um 2 Serien, bei denen nach erlangter Geschlechtsreife aus unbekannten Gründen die Fortpflanzung in den ersten 6 Monaten ausblieb. Die Tiere wurden in Schnitte zerlegt; bei den Männchen

sowohl als auch bei den Weibchen zeigten die Generationsorgane einen durchaus normalen Bau. Daß die Männchen ihre Geschlechtstätigkeit ausübten, konnte an den angehefteten Spermatophoren festgestellt werden. Die Männchen starben daher auch normalerweise im 7. Monat ab. Die Weibchen bildeten gegen Ende des 6. Monats sehr kleine Eiballen, von denen auch nur die ersten 2 Serien entwicklungsfähig waren. Die Eiablage wurde fortgesetzt bis zum 14. Monat, im Anfang des 15. Monats gingen die Tiere schnell zugrunde. — Das gleiche Resultat lieferte ein Experiment, bei dem die weiblichen Tiere kurz vor der letzten Häutung isoliert wurden. Auch bei ihnen wurden nur selten 1 oder 2 sehr kleine Eisäckchen gebildet, deren Eier aber infolge der ausgebliebenen Befruchtung sofort zerfielen. Die so behandelten Weibchen brachten es zu einem Lebensalter von durchschnittlich 13 Monaten. Dagegen erreichten isolierte Männchen ein verhältnismäßig viel höheres Alter, denn sie starben erst im 12. Monat.

Aus dem Gesagten geht also hervor, daß das Ausbleiben der Fortpflanzung auf die Lebensdauer unserer Cyclops-Arten eine deutliche lebensverlängernde Wirkung hat, wenn auch nicht in so augenfälliger Weise, wie es bei den klassischen Beispielen unter den Insecten, u. a. den Eintagsfliegen, auf Grund ihres anatomischen Baues zu erwarten und bekannt ist.

5. Altersveränderungen und Tod.

Es soll hier nicht die Aufgabe sein, die zahlreichen Schriften über das Wesen des Lebens und des Todes auf Grund des vorliegenden Materials einer Kritik zu unterziehen. Eine große Anzahl namhafter Forscher, Naturwissenschaftler und Mediziner wie WEISMANN, METSCHNIKOFF, DRIESCH, MÜHLMANN, RIBBERT, LIPSCHÜTZ u. A. haben z. T. sehr einleuchtende Theorien zur Erklärung der Lebensvorgänge aufgestellt. Da aber alle diese Theorien nicht durch Tatsachen gestützt werden können, so werden wir auf sichererer Grundlage der Lösung dieser Frage näherkommen, wenn zunächst einmal möglichst zahlreiche Beobachtungen zusammengetragen werden. Es sollen daher hier die Befunde, die an einem alternden Cyclops gemacht wurden, möglichst eingehend geschildert werden, um einen kleinen Beitrag zu liefern zu der interessanten Frage der Lebensvorgänge, die doch immerhin von prinzipieller Bedeutung für uns geworden ist.

Aus naheliegenden Gründen ist von den Altersveränderungen des menschlichen Organismus schon ziemlich viel bekannt geworden.

Dagegen steht es mit unserer Kenntnis seniler Erscheinungen bei Tieren sehr schlecht. Die Erforschung dieser Vorgänge ist hier häufig mit Schwierigkeiten verbunden, da es nicht immer leicht ist, senile und pathologische Prozesse scharf voneinander zu trennen, und wir auch meistens über das normale Lebensalter der Tiere schlecht unterrichtet sind. Bezüglich unserer Kenntnis der Lebensdauer der Tiere möchte ich wiederum auf die 1917 erschienene Abhandlung von KORSCHOLT verweisen, da hier umfassende Angaben gemacht sind.

Da am lebenden Tier hauptsächlich das allmähliche Nachlassen der Reflexbewegungen für das Altern des Organismus kennzeichnend ist, wurden diesbezügliche Studien in erster Linie am Nervensystem der Tiere angestellt.

Wenn beim Menschen mit zunehmendem Alter eine anwachsende Pigmentierung der Zellen im Nervensystem, der Herzmuskulatur, Leber, Niere, Hoden, Ovarien gefunden wurde, so kann ein ähnliches Verhalten auch für die höheren Wirbeltiere angenommen werden. Eine allgemeine Volumabnahme der Organe, Schwund der Keimdrüsen und pigmentäre Atrophie des Gehirns wurden bei Säugetieren und Vögeln bestätigt (MÜHLMANN, METSCHNIKOFF). Die Umwandlung der Muskulatur der Wirbeltiere im Alter ist uns als die unerfreuliche Erscheinung des Zählwerdens am Fleisch älterer Tiere bekannt.

Im Prinzip ähnlich dürfte sich auch bei Wirbellosen die zunehmende Pigmentanhäufung des Nervensystems vollziehen. So fand KUNZE bei *Helix pomatia* im Alter die Ganglienzellen überladen mit Pigment.

HODGE (1894) stellte im Antennenlappen des Gehirns ganz junger Honigbienen große, prall gefüllte Kerne fest, bei alten Individuen dagegen nur noch ein Drittel der ursprünglich vorhandenen Ganglienzellenzahl, und diese wenigen, noch vorhandenen unregelmäßig geformt und geschrumpft.

Ähnlich sind die Befunde von HANSEMANN bei jungen und alten Stabheuschrecken (*Bacillus rossii*, 1914). Auch hier besteht die Seneszenz des Nervensystems im wesentlichen in Veränderungen der Ganglienzellen und im Auftreten von Wanderzellen und Nekrosen in der Nervensubstanz.

Umfangreichere Beobachtungen besitzen wir von W. HARMS (1912), der bei dem Röhrenwurm *Hydroides pectinata* senile Erscheinungen am Nervensystem, Nieren, Darm und Blutgefäßsystem feststellen konnte. Die Atrophie der Ganglienzellen verläuft auch hier wieder

ähnlich unter körnigem Zerfall. Die Ganglienkerne erscheinen im Anfang bläschenartig aufgetrieben, das Chromatin ballt sich unregelmäßig zusammen, und die Zellen schrumpfen. Der Zerfall tritt dann allmählich auch in den Fasern und den größeren Nervenstämmen auf. Greift die Degeneration auf Gehirnpartien über, die die Gefäße innervieren, so treten Störungen in der Pulsation der Gefäße auf, die ihrerseits wieder Funktionsstörungen des Darmes zur Folge haben. Die Verfallsprozesse dehnen sich dann auch auf die segmentalen Organe aus, und so verfällt ein Abdominalsegment nach dem anderen allmählich dem Tode. Die Auflösung des Thorax geschieht sehr viel schneller, da diese Segmente nicht mehr in dem Maße ihre Selbständigkeit bewahrt haben.

Die Verfallsprozesse bei einem alternden *Cyclops* treten nun in histologischer Beziehung in ganz anderer Weise zutage. Da es sich hier um ein bedeutend höher organisiertes Tier handelt, verlaufen die Nekrose-Prozesse nicht in dem Sinne segmental, wie es bei *Hydroides pectinata* der Fall ist, denn die einzelnen Segmente haben ihre Selbständigkeit aufgegeben. Schon verhältnismäßig geringe Störungen im Nervensystem haben ein ziemlich rasches Absterben des ganzen Individuums zur Folge.

Bei einem langlebigen *Cyclops*, also bei einem Individuum mit neunmonatiger Lebensdauer, treten die ersten typischen Alterserscheinungen gegen Ende des 8. Monats auf. Sie bestehen in einer geringeren Widerstandsfähigkeit gegen Chlorophyceen, Ciliaten und Pilzen, so daß beim Tode ein *Cyclops* von diesen Tieren fast vollständig überwachsen erscheint. Wie aus später zu besprechenden Tatsachen hervorgeht, scheint das Chitin schon jetzt allmählich eine Konsistenz anzunehmen, die die Ansiedlung der Chlorophyceen usw. begünstigt und nach dem Absterben die Auflösung des Chitins durch chitinovore Bakterien beschleunigt. Irgendeine nachteilige innere Wirkung scheinen diese Ansiedler nicht auf ihren Träger auszuüben, höchstens wirken sie hindernd auf die Bewegungsfreiheit des *Cyclops* ein.

Mit zunehmendem Alter verlieren die Borsten ihre Elastizität, in ihrem Innern treten an der späteren Bruchstelle Vacuolen auf, die Borsten werden spröde und brechen ab. Die Bewegungen werden immer langsamer, das Schwimmen höchst unbeholfen, indem die Tiere sich beim Niederlassen überschlagen und so aus dem Gleichgewicht kommen. Sie nehmen nur noch selten Nahrung zu sich, wodurch eine starke Herabsetzung des Stoffwechsels erfolgt.

Dieses Verhalten deutet auf Veränderungen im Nervensystem hin und konnte durch die Untersuchung der Schnittserien alternder Tiere vollauf bestätigt werden.

Vergleicht man die Struktur des Nervensystems junger und alter Tiere, so sind hier bedeutende Veränderungen wahrzunehmen. Die Figg. 16 und 17 stellen Querschnitte dar durch die Gehirne eines 3 Monate alten und eines 8 Monate alten *Cyclops*. Hauptsächlich die Struktur der Ganglienzellkerne weist ganz erhebliche Unterschiede auf. Ebenso ist mit fortschreitendem Alter eine starke Abnahme der Anzahl der Ganglienzellen zu bemerken. Dagegen sind die Alterserscheinungen in der Punktsubstanz weniger ersichtlich. Hier sind Lücken zwischen den einzelnen Gewebelementen sowohl im Alter als auch in der Jugend zu finden, wahrscheinlich Querschnitte durch Blutbahnen. Immerhin weist ein alterndes Gehirn (Fig. 17) sehr viel zahlreichere Hohlräume auf, die dann wohl durch Schrumpfungen entstanden sein dürften. In der Fig. 18 ist ein Übersichtsbild gegeben über den linksseitigen Gehirnlappen eines 8 Monate alten *Cyclops*; von der abgebildeten Partie aus wird die 1. Antenne innerviert. Die meisten Ganglikerne befinden sich schon in sehr weit vorgeschrittener Degeneration. Fig. 19 zeigt einen normalen Ganglienzellkern von nahezu kugliger Gestalt, mit Maschengerüst und vereinzelt geringen chromatischen Partikeln, die hier und da zu einem Nucleolus kondensiert sind. Der Degenerationsprozeß setzt zunächst ein mit einer Anreicherung des Chromatins (Fig. 20), das sich in kleineren, dann größeren Nucleolen sammelt (Fig. 21) und an der Kernperipherie zu mächtigen Chromatinhaufen zusammengeballt wird (Fig. 22). Ob in diesem Stadium Chromatin durch die Kernmembran hindurch ins Plasma tritt, möchte ich nicht entscheiden; bewiesen ist es nicht. Aber immer findet sich in späteren Stadien dem Kern anliegend eine körnelige Masse (Figg. 28 u. 29), die allerdings nicht so intensiv färbbar ist. Vielleicht handelt es sich hier um Pigment, das seinen Ursprung aus dem Chromatin genommen hat. Diese Vermutung liegt auch aus dem Grunde nahe, weil in dem nächsten Stadium (Fig. 23) die einzelnen Nucleolen sich zu einem großen zentral gelegenen Nucleolus vereinigt haben, der aber in seinem Umfang weit hinter dem der gesamten peripher gelegenen zurücksteht. Dieser Nucleolus wandert wiederum an die Peripherie, und plötzlich sieht man in seinem Innern helle Partien auftreten, die sich zu größeren vereinigen und schließlich den Nucleolus zum Zerfall bringen (Fig. 24).

An dieser Zerfallsstelle verbleibt ein vacuolenartiges Gebilde (Fig. 25), das im weiteren Verlauf der Seneszenz an Umfang zunimmt. Während des Zerfalls der chromatischen Substanz im Nucleolus zeigt die übrige Kernpartie wiederum eine stärkere Tinktion (Fig. 24), und wieder kommt es zur Kondensation eines großen zentralen Nucleolus (Fig. 25), der jetzt gegen die Vacuole wandert und in der oben beschriebenen Weise zerfällt (Fig. 26). Die vacuolige Auftreibung des Kerns schreitet immer weiter voran, bis schließlich die Kernsubstanz an einem Pol als schmaler Belag der Membran zurückbleibt (Fig. 27). Jetzt platzt die Membran ebenfalls, und die letzten Kernbestandteile gehen der vollständigen Auflösung entgegen. Auch am Plasma sind während der letzten 3 Stadien Veränderungen wahrzunehmen, die im wesentlichen in verstärkter Tinktion und allmählichem körnigen Zerfall bestehen. Die gesamte Ganglienzelle scheint während des Altersprozesses zu schrumpfen; denn im Gegensatz zu jungen Nervenzellen sind im vorgeschrittenen Alter hier und da Zellgrenzen wahrzunehmen (Fig. 18). Während des Altersprozesses beginnen also die Ganglienzellen zu schwinden, und man findet häufig auf Schnitten durch die Gehirne alternder Individuen Lücken in dem Nervengewebe, die auf die frühere Existenz solcher Gewebelemente hindeuten (Fig. 18 *b*). Diese starke Verminderung der nervösen Elemente muß eine erhebliche Alterskachexie zur Folge haben; und in der Tat ist dies der Fall.

Die ersten Altersveränderungen des Nervensystems treten in den mittleren Partien des Gehirns auf, und zwar schon im 5. Monat. Sie greifen zunächst auf die Gehirnlappen über, die die 1. Antennen innervieren, befallen den nur sehr kurzen Opticus und schreiten dann weiter nach hinten fort. Am Bauchmark selbst konnten keine senilen Erscheinungen wahrgenommen werden; denn in dem Maße, wie die Seneszenz weiter um sich greift, schreitet der Zerfall der Antennenlappen fort; und in dem Augenblick, wo hier die bläschenförmige Auftreibung der Kerne beginnt, kommt es zu Störungen, die den Gesamtorganismus aufs heftigste schädigen. In den Figg. 31 u. 32 sind z. B. solche Störungen dargestellt, die ihre Ursache in dem Zerfall desjenigen Ganglienkomplexes haben, der die abgebildete 1. Antenne innerviert. In der Fig. 30 ist zum Vergleich eine normale, gesunde Greifantenne des Männchens gezeichnet, die mit kräftigen Borsten ausgerüstet ist und den mächtigen Greifmuskel deutlich bis zum Endglied erkennen läßt. Die senile Degenerations-

erscheinung besteht in einem körnigen Zerfall der Gewebelemente, der in letzter Instanz zur vollständigen Zersetzung des Muskels führt. Er beginnt im distalen Teil des letzten Antennengliedes und schreitet allmählich proximalwärts fort. Die Insertionsstellen der Borsten bleiben zunächst vor dem Zerfall bewahrt, um dann in späteren Stadien (Fig. 32) auch der Auflösung entgegenzugehen: die Borsten krümmen sich und brechen ab. In der Fig. 32 ist die Atrophie schon auf das vorletzte Antennenglied übergegangen, der Muskel ist vollständig zum Zerfall gebracht, der distale Teil des Sinneskolbens abgefallen (×) und das Chitin in eigenartiger Weise umgewandelt. Denn auch an den Stellen, wo der Zerfall schon so weit vorgeschritten war, daß die körnelige Pigmentierung wieder zurücktrat, war ein Muskelbündel nicht mehr zu entdecken; ein Beweis, daß es sich um eine wirkliche Auflösung des Muskels handelt. — Dadurch, daß die Kontraktionswirkung in der Antenne gestört ist, gibt die Gelenkhaut nach, streckt sich in die Länge und verwischt so die Segmentgrenze. Auf Schnitten zeigt das Chitin ein abweichendes tinktoriellcs Verhalten; denn während es bei jungen Individuen homogen gelblichbraun gefärbt erscheint, zeigt es jetzt vereinzelte tiefe, dunkle Linien vor allem an der Außenseite, die durch das Hämatoxylin schwarz gefärbt sind. Wie schon oben angedeutet wurde, scheinen sich hier im Chitin chemische Prozesse zu vollziehen, die nach dem Absterben des Individuums die Verarbeitung des Chitinpanzers durch die Bakterien erleichtern.

Diese Degenerationserscheinungen in der 1. Antenne treten sowohl im männlichen als auch im weiblichen Geschlecht auf. In der Fig. 33 ist eine solche weibliche Antenne von einem 8½ Monate alten Individuum gezeichnet. Allerdings sind hier die Alterserscheinungen nicht so augenfällig, da es sich hier nicht um so massige Gewebekomplexe wie in der männlichen Greifantenne handelt. Immerhin erscheint hier die Seneszenz der Borsten bemerkenswert.

Da bei der Bewegung mit Hilfe der Thoracalgliedmaßen die 1. Antennen dem Tier als Balanceorgan dienen, und diese durch die Altersprozesse in ihrer Funktion gestört sind, so treten jetzt die unbeholfenen Schwimmbewegungen auf, die für diese Altersphase kennzeichnend sind. — Diese ungeschickten Schwimmbewegungen bleiben während der nächsten 3—4 Tage noch bestehen, bis das Tier schließlich, unter Detritus Unterschlupf suchend, auf der Seite liegend, sein Ende erwartet. Der *Cyclops* verharret jetzt regungslos an einer Stelle des Aquariums, und nachdem in den letzten Lebens-

stunden auch die Pumpbewegungen des Darmes eingestellt sind, verrät nur noch das zeitweise Öffnen und Schließen der Afterklappe, daß das Tier noch am Leben ist. Der Tod selbst erfolgt verhältnismäßig langsam. Erst ungefähr 2 Tage später wird der eingetretene Tod durch das Vorhandensein andersartiger Vacuolen und die Koagulierung des Plasmas sicher gekennzeichnet. Sofort dringen durch den After und hernach auch durch die Mundöffnung und Lücken in den Gelenkhäuten Ciliaten, Flagellaten, Bakterien usw. ein, die ein schnelles Auflösen der Weichteile des *Cyclops* herbeiführen.

Auch im Darmepithel gehen, schon im 5. und 6. Monat beginnend, senile Veränderungen vor sich, die mit zunehmendem Alter zu einer caudalwärts fortschreitenden Belastung der Zellen mit Harnkonkrementen führen. Diese Stoffwechselprodukte scheinen nicht mehr von dem alternden Individuum abgebaut und ausgeschieden werden zu können, üben durch ihre Überhandnahme eine Giftwirkung auf den Organismus aus und beschleunigen so seinen Tod.

Im hohen Alter, also bei einem langlebigen *Cyclops*-Weibchen im 8. Monat etwa, beginnen die vorderen Partien des Darmepithels, die drüsigen Charakter tragen, zu schrumpfen. Es sind dies Erscheinungen, die lebhaft an die von HARMS beschriebenen Verhältnisse bei *Hydroides pectinata* erinnern, nur daß es beim *Cyclops* nicht mehr zu einer Abstoßung der inneren Zellpartien mit nachheriger Regeneration kommt; die vorderste drüsige Partie des Darmes, die durch hohe becherförmige Schleimzellen gekennzeichnet ist, degeneriert, indem die Zellen weniger saftreich werden und schrumpfen. Sie beherbergen dann nicht mehr in ihrem Innern die großen Vacuolen, die mit Schleim gefüllt sind, und das Epithel besitzt nur noch $\frac{1}{4}$ der ursprünglich vorhandenen Höhe. Nur der mittlere Teil des Darmes bleibt von diesem Degenerationsprozeß verschont. Hier finden sich bis zum natürlichen Tode in den Darmzellen Mitosen, welche die abortiv gewordenen Secrezellen ständig ersetzen und so diese Partie des Darmes funktionskräftig erhalten.

Ob sich auch die Muskeln im Verlauf des Altersprozesses histologisch verändern, war aus den Schnittserien nicht unmittelbar zu ersehen. Eine größere Sprödigkeit und Anhäufung kleiner dunkler Körnchen an einigen Stellen der Muskelfibrillen sowie weniger große Mächtigkeit der Bündel machen auch hier eine Altersatrophie wahrscheinlich.

Zusammenfassung.

Die Cyclopiden entwickeln sich ebenso wie die Centropagiden durch 6 Naupliusstadien zum 1. Copepoditen.

Die Befruchtung der Eier geschieht bei der Eiablage. Durch einen engen Gang stehen Receptaculum seminis und Oviduct auf gleicher Höhe mit dem medianen Porus des Receptaculums in Verbindung, und das Sperma wird bei der Entleerung des Oviducts durch Saugwirkung mitgerissen.

Die Gallertsubstanz der Eiersäckchen wird nur von den Drüsen gebildet, die unmittelbar unter der Genitalöffnung liegen. Jede dieser Drüsenzellen steht durch einen sehr engen Ausführungsgang mit der Körperoberfläche in Verbindung. In dem von einem chitinosen Vorsprung überdachten Raum treffen Ei und Gallerte zusammen.

Die Männchen von *Cyclops viridis* JURINE vollziehen auf der Höhe des Lebens die Begattung, in der Regel jeden 2. oder 3. Tag, späterhin in größeren Zwischenräumen.

Die Weibchen bilden durchschnittlich 2—3 Wochen nach dem Eintritt in das geschlechtsreife Stadium die ersten Eiballen. Zahl und Häufigkeit der abgelegten Brutserien sind abhängig von der Jahreszeit; das gleiche gilt für das Geschlechtsverhältnis und die Anzahl der erzeugten Nachkommen.

Auch Embryonalentwicklung und Metamorphose erweisen sich bei *Cyclops vir.* J. in starkem Maße von der Temperatur beeinflusst. Die Dauer der Embryonalentwicklung schwankt zwischen 2 und 15 Tagen, die der Metamorphose zwischen 3 Wochen und 4 Monaten. Nahrungsknappheit während der Metamorphose bedingt eine Reduktion der Körpergröße.

Hinsichtlich der Lebensdauer treten bei dieser Species 2 Formen von Individuen auf: lang- und kurzlebige. Von November bis Februar kommen nur Individuen zur Welt, die eine lange Lebensdauer besitzen, d. h. die Weibchen leben 9 Monate, die Männchen 7 Monate. Von Februar bis November treten dann in an- und wieder absteigendem Verhältnis kurzlebige Individuen auf, d. h. Tiere von 6, bzw. 4 monatiger Lebensdauer.

Die kleineren Formen besitzen sehr wahrscheinlich eine kürzere Lebensdauer, *Cyclops serrulatus* war im Sommer in 2 Wochen (*Cycl. vir.* in 3 Wochen), im Winter in 1½ Monaten (*Cycl. vir.* in 4 Monaten) geschlechtsreif. Demnach dürfte diese Species 4—6 Monate leben.

Eine Centropagidenspezies, *Diapt. vulgaris*, erreichte ein Lebensalter von 10 und 13 Monaten.

Das Ausbleiben der Fortpflanzung hat bei *Cyclops vir.* J. auf beide Geschlechter einen lebensverlängernden Einfluß.

Die Alterserscheinungen treten bei langlebigen Formen äußerlich im 6., bzw. 8. Monat auf, in histologischer Beziehung schon im 5. Monat. Sie bestehen in der Hauptsache in einer vacuoligen Auftreibung der Ganglienzellenkerne mit nachfolgendem Zerfall, in der Zersetzung der Bewegungsmuskulatur und hierdurch bedingter starker Herabsetzung des Stoffwechsels. Ebenso schrumpfen Muskeln und der vordere Teil der Drüsenzellen des Darmepithels, während caudalwärts die Belastung der Darmzellen mit Harnconcrementen fortschreitet. Äußerlich erscheint der alternde *Cyclops* außerordentlich hinfällig; seine Bewegungen werden langsamer, das Schwimmen höchst ungeschickt, die Borsten brechen ab. Der Zerfall der Bewegungsmuskulatur in der 1. Antenne ist als körnelige Pigmentierung zu erkennen.

Literaturverzeichnis.

1. BURCKHARDT, G., Quantitative Studien über das Zooplankton des Vierwaldstädter Sees, in: Mitt. naturf. Ges. Luzern, 1900.
2. CASPER, A., Die Körperdecke und die Drüsen von *Dytiscus marginalis*, in: Z. wiss. Zool., Vol. 107, 1913.
3. CLAUS, C., Das Genus *Cyclops* und seine einheimischen Arten, in: Arch. Naturg., Jg. 23, Bd. 1, 1857.
4. —, Weitere Mitteilungen über die Cyclopiden, *ibid.*, 1857.
5. —, Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Copepoden, *ibid.*, Jg. 24, 1858.
6. —, Die freilebenden Copepoden mit besonderer Berücksichtigung der Fauna Deutschlands, der Nordsee und des Mittelmeeres, 1863.
7. —, Neue Beiträge zur Morphologie der Crustaceen, in: Arb. zool. Inst. Wien, Vol. 6, 1886.
8. —, Über die Bildung der Greifantenne der Cyclopiden und ihre Zurückführung auf die weiblichen Antennen und auf die der Calaniden, in: Zool. Anz., Jg. 16, 1893.
9. —, Neue Beobachtungen über Organisation und Entwicklung von *Cyclops*, in: Arb. zool. Inst. Wien, Vol. 10, 1893.
10. —, Über die Wiederbelebung im Schlamm eingetrockneter Copepoden und Copepodeneier, *ibid.*, Vol. 11, 1894.
11. DEGEER, K., Abhandlungen zur Geschichte der Insekten, Vol. 7, Nürnberg 1783.
12. DEMOLL, R. und J. STROHL, Temperatur Entwicklung und Lebensdauer, in: Biol. Ctrbl., Vol. 29, 1909.

13. DIETRICH, W., Die Metamorphose der freilebenden Süßwassercopepoden, in: Z. wiss. Zool., Vol. 113, 1915.
14. GERSTAECKER, A., Crustacea, in: BRONN, Klass. Ordn. Thier-Reich, Vol. 5, Abt. 1.
15. GIESBRECHT, W. und SCHMEIL, Copepoda, in: Tierreich.
16. GIESBRECHT, W., Crustacea, in: ARNOLD LANG, Handb. Morphol. wirbelloser Tiere, Vol. 4, Arthropoda, Lfg. 1 u. 2, Jena 1913.
17. GRUBER, A., Über zwei Süßwassercalaniden, 1878.
18. —, Die Bildung der Eisäckchen bei den Copepoden, in: Zool. Anz., Jg. 1, 1878.
19. HAECKER, V., Die Eibildung bei Cyclops und Canthocamptus, in: Zool. Jahrb., Vol. 5, Anat., 1892.
20. —, Über die Fortpflanzung der limnetischen Copepoden des Titisees, Freiburg 1901.
21. v. HANSEMAN, W., Über Alterserscheinungen bei *Bazillus rossii*, in: SB. Ges. Nat. Frde. Berlin 1914, No. 5.
22. HARMS, W., Beobachtungen über den natürlichen Tod der Tiere. 1. *Hydroides pectinata*, in: Zool. Anz., Vol. 40, 1912.
23. HENSEN, V., Über die Bestimmung des Planktons oder des im Meere treibenden Materials an Pflanzen und Tieren, in: 5. Ber. Komm. wiss. Unters. Deutsch. Meere Kiel 1882—1886, Vol. 12 bis 16, 1887.
24. HODGE, C. F., Changes in Ganglion cells from birth to senile Death, Observations on man and honey-bee.
25. JURINE, L., Histoire des Monocles, qui se trouvent aux environs de Genève, 1820.
26. KLINTZ, J. H., Versuche über das geringe Regenerationsvermögen der Cyclopiden, in: Arch. Entw.-Mech., Vol. 25, 1908.
27. KORSCHOLT, E., Versuche an Lumbriciden und deren Lebensdauer im Vergleich mit anderen wirbellosen Tieren, in: Verh. Deutsch. zool. Ges., 1906.
28. —, Über Transplantationsversuche, Ruhezustände und Lebensdauer der Lumbriciden, in: Zool. Anz., Vol. 43, 1914.
29. —, Über das Verhalten verschiedener wirbelloser Tiere gegen niedere Temperaturen, *ibid.*, Vol. 45, 1914.
30. —, Lebensdauer, Altern und Tod, Jena 1917.
31. KUNZE, H., Zur Topographie und Histologie des Centralnervensystems von *Helix pomatia* L., in: Z. wiss. Zool., Vol. 118, 1917.

32. LAUTERBORN, R., Über Periodizität im Auftreten und in der Fortpflanzung einiger pelagischer Organismen des Rheins und seiner Altwasser, in: Verh. naturw.-med. Ver. Heidelberg, Vol. 5, 1903.
33. v. LEEUWENHOEK, A., Continuatio arcanorum naturae, in: Opera omnia, Vol. 3, Lugduni Batavorum MDCCXIX.
34. LEYDIG, FR., Bemerkungen über den Bau der Cyclopiden, in: Arch. Naturg., Jg. 25, Bd. 1, 1859.
35. LIPSCHÜTZ, A., Warum wir sterben, 3. Aufl., Stuttgart 1914.
36. —, Allgemeine Physiologie des Todes, Braunschweig 1915.
37. LOEB, J., Über den Temperaturkoeffizienten für die Lebensdauer kaltblütiger Tiere und über die Ursache des natürlichen Todes, in: Arch. ges. Physiol., Vol. 124, 1908.
38. MATSCHK, H., Über Eireifung und Eiablage bei Copepoden, in: Arch. Zellforschung, Vol. 5, 1910.
39. METSCHNIKOFF, E., Studies of natural Death, in: Harpers Monthly Mag., Vol. 114, London 1907.
40. —, The prolongation of life, London 1907.
41. MRÁZEK, Beitrag zur Kenntnis der Harpacticidenfauna des Süßwassers, in: Zool. Jahrb., Vol. 7, Syst., 1894.
42. MÜHLMANN, M., Über die Ursache des Alterns, Wiesbaden 1900.
43. —, Die Veränderungen der Nervenzellen in verschiedenem Alter beim Meerschweinchen, in: Anat. Anz., Vol. 19, 1901.
44. —, Über die Altersveränderungen der Ganglienzellen im Gehirn, in: Arch. pathol. Anat., Vol. 191, 1908.
45. MÜLLER, O. F., Entomostraca seu Insecta testacea. . . , 1785.
46. OBERG, M., Die Metamorphose der Planktoncopepoden der Kieler Bucht, in: Wiss. Meeresuntersuchungen [N. F.], Vol. 9, Kiel 1906.
47. RATHKE, H., Abhandlungen zur Bildungs- und Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Tiere, 2. Teil, Leipzig 1833.
48. RIBBERT, H., Der Tod aus Altersschwäche, Bonn 1908.
49. SCHMEL, O., Beiträge zur Kenntnis der Süßwassercopepoden Deutschlands mit besonderer Berücksichtigung der Cyclopiden, in: Z. Naturw. (Halle), Vol. 64, 1891.
50. —, Deutschlands freilebende Süßwassercopepoden, T. 1, Cyclopidae, in: Bibl. zool., Heft 11, 1892.
51. —, —, T. 2, Harpacticidae, ibid., Heft 15, 1893.
52. —, —, T. 3, Centropagidae, ibid., Heft 18, 1896.
53. v. SIEBOLD, Über das Begattungsgeschäft des Cyclops castor, in: Neueste Schriften naturw. Ges. Danzig, Vol. 3, 1839.

54. STEUER, A., Die Entomostrakenfauna der „alten Donau“ bei Wien, in: Zool. Jahrb., Vol. 15, Syst., 1902.
55. TOBIAS, A., Über den Einfluß erhöhter Temperaturen auf den Kernteilungsmodus von Cyclops, Halle a. S. 1914.
56. WEISMANN, A., Über die Dauer des Lebens, Jena 1882.
57. —, Über Leben und Tod, Jena 1892.
58. WOLF, E., Dauereier und Ruhezustände bei Copepoden, in: Zool. Anz., Vol. 27, 1903.
59. —, Die Fortpflanzungsverhältnisse unserer einheimischen Copepoden, in: Zool. Jahrb., Vol. 22, Syst., 1905.
60. ZENKER, W., Über die Cyclopiden des süßen Wassers, in: Arch. Naturg., Jg. 20, Bd. 1, 1854.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel 20.

Fig. 1—6. Die 6 Naupliusstadien von *Cyclops viridis* JURINE. Ventralansicht.

Fig. 7. Querschnitt durch das erste freie Thoracalsegment des Weibchens von *Cycl. viridis* J. Ok. 1, Obj. 5. *Or* Ovarium. *Ord* Oviduct. *D. v. M* Dorsoventralmuskeln. *L. M* Längsmuskeln. *D* Darm. *Bg* Bauchganglion.

Tafel 21.

Fig. 8—10. Querschnitte durch das Genitalsegment eines Weibchens von *Cycl. viridis* J. Ok. 3, Obj. 7. *R. s* Receptaculum seminis. *Vg* Verbindungsgang des Receptaculums mit dem Oviduct. *Ord* Oviduct. *R. M* Ringmuskel. *S. M* Schließmuskel. *G. Oc* Genitalöffnung. *Ch* Chitin.

Fig. 11. Ventralansicht auf das Genitalsegment des Weibchens mit Receptaculum seminis und Drüsenkomplex.

Fig. 12. Seitliche Aufsicht auf das Genitalsegment. *x* Drüsenfeld unter der Körperoberfläche.

Fig. 13. Querschnitt durch den Drüsenkomplex unmittelbar unter der Genitalöffnung. Komp.-Ok. 12, $\frac{1}{12}$ Öl-Imm. *Lh* Leibeshöhle. *Dr* Drüsenzelle. *S* Secret. *P* Porus.

Fig. 14. Weibchen von *Cycl. viridis* J., 4 Monate alt. Ok. 1, Okj. 3. *Ant. 1* 1. Antenne. *Ant. 2* 2. Antenne. *Ord* Oviduct.

Fig. 15. Durch Hunger im Wachstum zurückgebliebenes Weibchen. Ok. 1, Obj. 3.

Fig. 16. Querschnitt durch das Gehirn eines 3 Monate alten *Cyclops*. Ok. 1, $\frac{1}{12}$ Öl-Imm. *Bb* Blutbahn. *M* Muskeln.

Tafel 22.

Fig. 17. Querschnitt durch das Gehirn eines 8 Monate alten *Cyclops*. Ok. 1, $\frac{1}{12}$ Öl-Imm. *Bb* Blutbahn. *M* Muskeln. *l* Lücken im Nervengewebe.

Fig. 18. Querschnitt durch den linksseitigen Antennenlappen des Gehirns des 8 Monate alten Männchens von *Cycl. viridis* J. Ok. 3, $\frac{1}{12}$ Öl-Imm.

Fig. 19—27. Verschiedene Zerfallsstadien des Ganglienzellkerns aus dem Gehirn eines alternden männlichen *Cycl. viridis* J.

Fig. 28 u. 29. 2 Ganglienzellen aus einem alternden Gehirn mit pigmentartiger Substanzablagerung an die Kernperipherie. *pl* Cytoplasma. *n* Kern.

Fig. 30. Greifantenne eines 2 Monate alten Männchens von *Cycl. viridis* J. Ok. 1, Obj. 5.

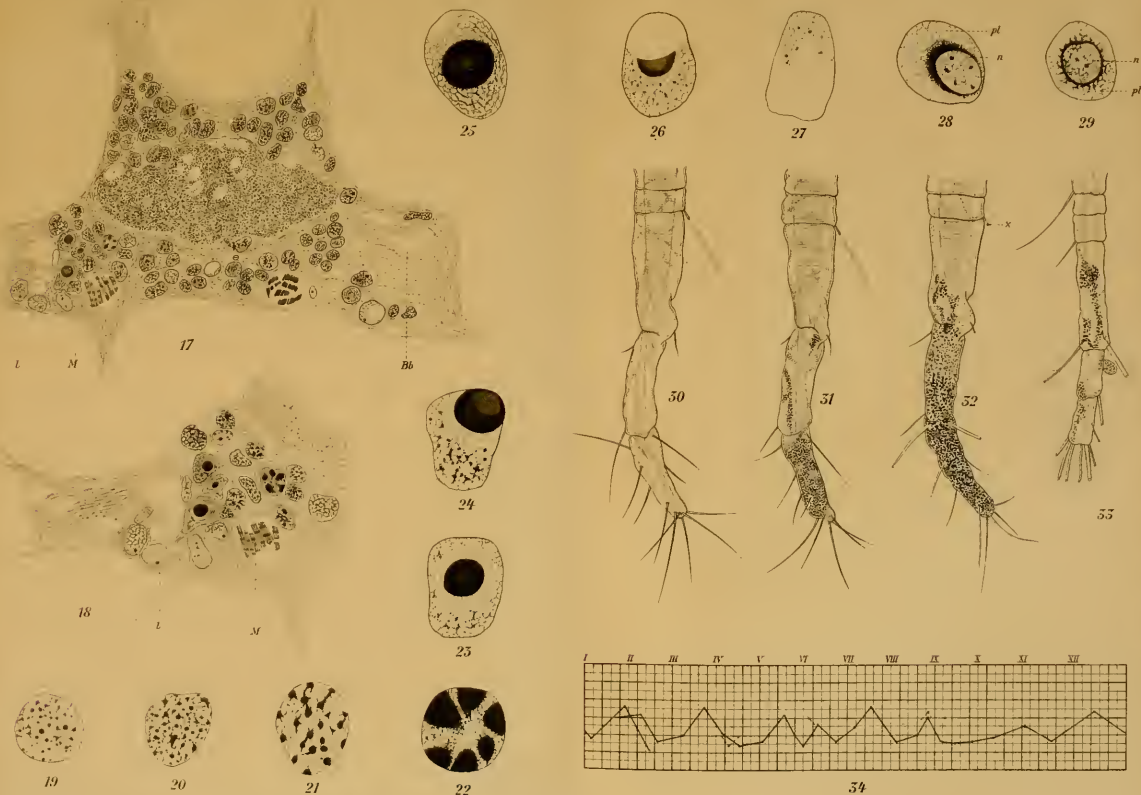
Fig. 31 u. 32. Alternde Greifantenne von *Cycl. viridis* J. 6 bis 7 Monate alt. Ok. 1, Obj. 5. *x* Stelle, an der der Sinneskolben abgefallen ist.

Fig. 33. Alternde weibliche 1. Antenne. $8\frac{1}{2}$ Monate alt. Ok. 1, Obj. 5.

Fig. 34. Graphische Darstellung der Fortpflanzungsperioden von *Cycl. viridis* J. (nach WOLF). *I, II, III* usw. Januar, Februar, März usw.







ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zoologische Jahrbücher. Abteilung für Systematik, Geographie und Biologie der Tiere](#)

Jahr/Year: 1922

Band/Volume: [44](#)

Autor(en)/Author(s): Walter Elisabeth

Artikel/Article: [Über die Lebensdauer der freilebenden Süßwasser-Cyclopiden und andere Fragen ihrer Biologie. 375-420](#)