

Fig. 20. Larva of about the fifteenth day.  $\times 12$ .  
 Fig. 21. " " " " " " " Ventral aspect.

*a* anal fin, *an* anterior naris, *ant. an.* anterior anal fin, *b* basal fin support, *brs* branchiostegal rays, *c* caudal fin, *ch* ceratohyal, *jug.* jugular plate, *o* operculum, *pn* posterior naris, *r* radial fin support, *v* ventral fin.

## Plate 11.

Fig. 22. Larva of about the twenty-second day.  $\times 7$ .  
 Fig. 23. " " " " " " " Dorsal aspect.  
 Fig. 24. " " " " " " " Ventral aspect.  
 Fig. 25. Larva of about the thirty-fifth day.  $\times 7$ .  
 Fig. 26. " " " " " " " Ventral aspect.

*a* anal fin, *an* anterior naris, *ant. an.* anterior anal fin, *ao* anal opening, *brs* branchiostegal rays, *c* caudal fin, *c-a* membranous fin connecting caudal and anal, *dr* dermal fin rays, *io* interoperculum, *jug.* jugular plate, *la* linea alba, *o* operculum, *p* pectoral fin, *pn* posterior narial opening, *r* radial fin supports, *so* suboperculum, *ug* urinogenital eminence, *v* ventricle.

Nachdruck verboten.  
 Uebersetzungsrecht vorbehalten.

## Zur Kenntniss der in *Vaucheria*-Arten parasitirenden Rotatorie *Notommata wernecki* Ehr.

Von

**W. Rothert,**

Professor der Botanik an der Universität Kazan.

Mit 4 Figuren im Text.

*Notommata wernecki* und die von ihr auf den Fäden der einzelligen, grünen Alge *Vaucheria* hervorgerufenen und bewohnten Gallen sind bereits seit dem Anfang unseres Jahrhunderts bekannt und seitdem mehrfach sowohl von zoologischer als botanischer Seite beobachtet worden. Die erste und bisher einzige ausführlichere Untersuchung derselben lieferte indessen erst BALBIANI<sup>1)</sup> im Jahre 1878. Er beschrieb eingehend die Organisation der weiblichen Thiere in ihren verschiedenen Entwicklungsstadien, entdeckte die Winter Eier und machte einige Beobachtungen über die biologischen Verhältnisse des Thieres. Auf die Details der Untersuchung BALBIANI'S kann hier nicht eingegangen werden, — einzelne Punkte werde ich weiter unten näher besprechen.

Ich nahm im Herbst 1895 zwei bei Kazan gefundene Rasen einer *Vaucheria* in Cultur, welche eine neue Species ist und von mir *Vaucheria walzi* genannt worden ist; nach einiger Zeit sah ich zuerst in der einen und später auch in der zweiten Cultur zahlreiche Gallen entstehen, deren Bewohner von Herrn cand. zool. ZABUSOW als *Notom-*

1) BALBIANI, Observations sur le Notommate de WERNECK et sur son parasitisme dans les tubes des Vaucheries, in: Ann. Sc. Nat., Zool., sér. 6, V. 7, 1878, p. 1—40, tab. 4. Hier ist auch die ältere Litteratur zusammengestellt. — Vgl. den Nachtrag zu der vorliegenden Arbeit.

*mata wernecki* bestimmt wurde. Im Laufe des Winters unterzog ich die Gallen und die Beziehungen der *Vaucheria* zu ihrem Parasiten einer eingehenden Untersuchung; dabei verfolgte ich zwar in erster Linie botanische Zwecke, machte aber gelegentlich auch einige zoologische Beobachtungen, welche theils einige der Angaben BALBIANI's bestätigen resp. berichtigen, theils auch neu sind, wie namentlich die Auffindung der eigenartig organisirten Männchen und die Beobachtungen über die vor der Ruheperiode stattfindende Entwicklung der Winter-eier. Die Lückenhaftigkeit meiner Beobachtungen mag damit entschuldigt sein, dass ich weder die Zeit noch die erforderliche Vorbereitung besass, um eingehendere speciell-zoologische Untersuchungen anzustellen. Doch glaube ich, dass die folgenden Mittheilungen auch in ihrem unvollkommenen Zustand das Interesse zoologischer Kreise erwecken dürften, sei es auch nur als Anhaltspunkte für eine nähere Untersuchung von kompetenterer Seite. Daher entschliesse ich mich, diejenigen meiner Beobachtungen, welche von vorwiegend zoologischem Interesse sind, hier separat zu publiciren<sup>1)</sup>. Ich bedauere lebhaft, meine Angaben nicht in dem erwünschten Maasse durch Zeichnungen illustriren zu können; es wird mir dies unmöglich gemacht einerseits durch ein Leiden der Hand, welches mir die Anfertigung complicirterer Zeichnungen verbietet, andererseits auch durch den Mangel an Uebung im Zeichnen schwieriger zoologischer Objecte.

Es ist mir mitgetheilt worden, dass in der Monographie der Rotatorien von HUDSON u. GOSSE<sup>2)</sup> die Species *Notommata wernecki* in eine neue Gattung *Proales* gestellt worden ist. Leider war mir weder das betreffende Werk noch selbst irgend ein Referat über dasselbe zugänglich, so dass ich nicht einmal weiss, ob unsere Species allein die neue Gattung bildet (was, wie man sehen wird, wohl berechtigt wäre), oder ob in diese auch noch andere Species von den Autoren einbezogen worden sind. Ebenso bleibt es mir natürlich unbekannt, ob nicht vielleicht die eine oder andere der mitzutheilenden Beobachtungen sich bereits in dem genannten Werk findet.

### Organisation und allgemeine Lebensverhältnisse der Weibchen.

Hier habe ich zunächst einige ergänzende und berichtigende Bemerkungen zu den Angaben BALBIANI's zu machen.

1) Den Rest meiner Untersuchung publicire ich in: Jahrb. f. wissensch. Botanik, V. 29, Heft 4 (1896).

2) HUDSON and GOSSE, *The Rotifera or Wheel-animals*, London 1886 u. 1889.

Die Lage des Auges. In seiner fig. 3, welche den Vordertheil eines erwachsenen Thieres in der Profilansicht darstellt, zeichnet BALBIANI das Auge dicht an der Körperoberfläche. Dies ist unrichtig; das Auge liegt zwar an der Dorsalseite des Körpers über dem Kauapparat, ist aber von der Körperoberfläche in deutlichster Weise durch einen bedeutenden Zwischenraum getrennt (siehe Fig. B, S. 676).

Das Schicksal der Speicheldrüsen. BALBIANI lässt dieselben beim erwachsenen Thier atrophiren; er sagt (p. 17): „Chez l'individu jeune ces organes (les glandes salivaires) sont relativement volumineux (fig. 2 *gs*); chez l'animal âgé ils sont au contraire fort petits, presque atrophies (fig. 9 *gs*)“, und (p. 37): „l'atrophie des annexes du tube digestif (glandes salivaires et gastriques)“. Von dieser angeblichen Atrophie der Speicheldrüsen habe ich nichts bemerkt, vielmehr habe ich sie bei den alten eierlegenden Thieren bis zu deren Lebensende stets als zwei durch ihren Glanz sehr auffallende Körper im Kopf gesehen, welche mir grösser und jedenfalls auffallender erschienen als bei den eben ausgekrochenen weiblichen Jungen. Auch BALBIANI's eigene Zeichnungen lassen durchaus keine Atrophie der Speicheldrüsen erkennen; zwar sind dieselben in seiner fig. 9 kleiner als in fig. 2, doch ist dies ausschliesslich darauf zurückzuführen, dass, wie ein Blick auf die Figuren zeigt, erstere viel schwächer vergrössert ist als letztere.

Bau, Lage und Function des Kauapparats. BALBIANI erklärt den Kauapparat unserer Species für sehr schwach entwickelt („cette extrême simplicité de l'appareil masticateur“, „ce faible développement de l'appareil maxillaire“, p. 16) und erblickt darin eine Anpassung an die parasitische Lebensweise und die Ernährung mit dem weichen Protoplasma der Alge (p. 16—17). Er zeichnet auch den Kauapparat sehr einfach, — so einfach, dass man ihn nach seinen Zeichnungen in der That, im Vergleich mit dem Kauapparat anderer Rotatorien, für sehr reducirt und functionslos halten könnte, denn es sind in den Zeichnungen gar keine Zähne zu sehen, die zum Beissen verwandt werden könnten. Der Kauapparat hat aber in Wirklichkeit einen ganz andern Bau. Die mit Zeichenapparat genau nach der Natur gezeichnete Fig. A (S. 676) stellt den Kauapparat eines jungen Weibchens in der Flächenansicht dar, die in verschiedenen Ebenen liegenden Theile in eine Ebene projicirt. Man sieht, dass die Unci zwar nur aus je einem, aber recht kräftigen, scharf zugespitzten und zum Beissen wohl geeigneten Zahn bestehen und dass ausserdem noch zwei kleine,

ungefähr dreieckige Zähnen vorhanden sind, welche mit den Enden der stimmgabelähnlichen Rami beweglich verbunden sind; ähnlich gebaute Kauapparate scheinen nach den freilich etwas verwachsen gehaltenen Zeichnungen EHRENBERG's sehr vielen frei lebenden Rotatorien zuzukommen, und von einer Reduction des Kauapparats unserer Species in Anpassung an die parasitische Lebensweise kann, wie mir scheint, nicht die Rede sein<sup>1)</sup>. Bei den Bewegungen des Kauapparats erfahren dessen Theile bedeutende, allerdings nicht leicht in ihrer Totalität zu verfolgende Lagenänderungen; einerseits können die Unci einwärts gezogen werden, so dass sie mit einander einen nach vorn offenen stumpfen Winkel bilden, wobei das Fulcrum zurückweicht und die Rami eine Oeffnungsbewegung ausführen; andererseits können die Unci weit vorgestreckt werden, so dass sie einander fast parallel werden, wobei Fulcrum und Rami vorrücken und die Manubrien sich einander nähern; in der letztern Stellung vermag offenbar der Kauapparat einen Gegenstand zu ergreifen und bei Uebergang zur erstern Stellung ihn zu durchbeißen.

Fig. A.

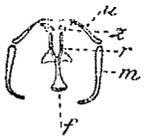


Fig. B.



Fig. A. Kauapparat eines jungen Weibchens, von der Bauchseite (in etwas schräger Aufsicht) gesehen, nach einem mit Kalilauge behandelten und in Glycerin liegenden Präparat. m Manubrium, u Uncus, f Fulcrum, r Ramus, z das über des letztern Spitze liegende Zähnen.

Fig. B. Umriss des Vordertheiles eines in genauer Profilstellung befindlichen jungen Weibchens, im optischen Längsschnitt. a Auge, s Schlund; die übrigen Buchstaben wie in Fig. A.

sieht, dass der Kauapparat dicht über dem Schlund liegt, so dass die Spitzen der Unci leicht aus diesem hervorgestreckt werden können.

1) Man könnte geneigt sein, aus der so verschiedenen Darstellung des Kauapparats zu schliessen, dass ich eine andere Species vor mir gehabt habe als BALBIANI. Ich glaube aber die Differenz nur der Flüchtigkeit der Beobachtungen BALBIANI's zuschreiben zu sollen. Wie wenig Vertrauen seine Zeichnungen verdienen, geht daraus hervor, dass er den Kauapparat in der Profilsansicht (fig. 3, 10) ganz ebenso aussehend darstellt wie in der Aufsicht (fig. 2, 6, 7), was in Wirklichkeit natürlich ganz unmöglich ist. Auch die sonstigen Differenzen zwischen BALBIANI und mir dürften wohl zum grössten Theil in demselben Umstand ihre Ursache haben.

Die schwächer vergrösserte Fig. B zeigt den Kauapparat im Profil, in der der Fig. A entsprechenden Ruhelage. Diese Figur ist ebenfalls mittels Zeichenapparats möglichst genau nach der Natur gezeichnet, doch sind die Rami nur ungefähr wiedergegeben, da ich mir über die gegenseitige Lage und die Art der Verbindung ihrer einzelnen Theile nicht klar werden konnte. Man

Sicher ist, dass bei ausgestreckter Stellung des Kauapparats die Unci ziemlich weit über die Körperoberfläche hervorragen; dies habe ich einmal bei einem vertical aufrecht stehenden Thier ganz deutlich gesehen. Hierin schliesst sich also unsere Species an die in Volvox parasitirende *Notommata parasita* an, bei der nach COHN<sup>1)</sup> die freilich anders gestalteten Kiefer weit aus dem Körper hervorragen. Aehnlichen Bau und Lage des Kauapparats scheint auch die ebenfalls in Volvox parasitirende *Notommata petromyzon* zu haben; obgleich aus den Zeichnungen EHRENBERG's<sup>2)</sup> nicht zu ersehen ist, ob auch hier die Kiefer über die Körperoberfläche hervorragen, zwingt doch die Lebensweise des Thieres zu der Annahme, dass dies wenigstens zeitweilig der Fall sein muss.

Dasjenige, was ich oben über Bau, Lage und Bewegungen des Kauapparats bei *Notommata wernecki* gesagt habe, ist nun von Wichtigkeit für die Frage, auf welchem Wege und auf welche Weise das Thier in den Vaucheria-Schlauch eindringt. BALBIANI meint freilich diese Frage gelöst zu haben, aber die vermeintliche Lösung macht seinem Scharfsinn keine besondere Ehre. Wenn das in der Galle befindliche Mutterthier seine Eier abgelegt hat und der plasmatische Inhalt der Galle abgestorben und zerfallen ist, wird, wie schon vor BALBIANI bekannt war, die Membran der Galle am Scheitel ihrer hornartigen Auswüchse perforirt, und durch die so entstehenden Löcher gelangen die aus den Eiern ausgeschlüpften jungen Thiere ins Freie. Draussen nehmen sie aber keine Nahrung zu sich, und deshalb beeilen sie sich, sagt BALBIANI (p. 35), wieder durch die genannten Löcher in die entleerten Gallen zurückzukehren, von wo aus sie in lebende, grüne Zweige der Alge eindringen, um dort ihre parasitische Lebensweise zu beginnen. Abgesehen von der Widersinnigkeit des Verlassens der entleerten Galle, um in sie wieder zurückzukehren (was in Wirklichkeit auch gar nicht stattfindet), wäre hiernach die Existenz einer Galle die Bedingung für die Entstehung weiterer auf demselben Faden, und wie die erste Galle auf einem noch intacten Faden zu Stande kommen kann, wäre unerfindlich. Ausserdem hat BALBIANI vergessen oder übersehen, dass die Galle sammt einem kurzen Stück des Fadens, auf dem sie inserirt ist, stets noch vor dem Absterben ihres plasmatischen Inhalts durch feste Querwände von den lebendig

1) COHN, in: Z. wiss. Zool., V. 9, 1858, tab. 13, fig. 8.

2) EHRENBERG, Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen, 1838, tab. 50, fig. 7.

bleibenden Theilen des Vaucheria-Fadens abgegrenzt wird. Zwischen den entleerten Gallen und den lebendigen Theilen der Vaucheria besteht demnach gar keine offene Communication (es wäre auch sehr sonderbar, wenn sie bestände), und folglich ist ein Eindringen des Parasiten auf dem von BALBIANI bezeichneten Wege nicht möglich. Dies war mir von vorn herein klar, doch blieb es mir lange räthselhaft, wie das Eindringen in Wirklichkeit stattfinden kann; denn auf den ersten Blick scheint der Kauapparat (bei Flächenansicht) tief im Innern des Körpers zu liegen, und die Möglichkeit, dass der Parasit sich selber ein Loch in die Membran der Alge beissen könnte, scheint ganz ausgeschlossen. Nachdem ich mich aber überzeugt habe, dass die kräftigen Unci aus dem Körper des Thieres hervorgestreckt werden können, steht der letztern Möglichkeit nichts mehr im Wege, dieselbe erscheint sogar sehr plausibel. Ich habe Grund anzunehmen, dass das Eindringen des jungen Thieres an der conischen Spitze lebhaft wachsender Zweige stattfindet, wo die Membran überaus zart und wahrscheinlich sehr weich ist, so dass sie sehr leicht durchbissen werden kann; eine nähere Begründung dieser Vermuthung über den Ort des Eindringens findet man in meiner botanischen Arbeit über die *Notommata*-Gallen.

Die Ernährung des Thieres. Entsprechend der Angabe BALBIANI's schien es auch mir, dass die aus den Gallen ins Freie gelangenden jungen Thiere keine Nahrung aufnehmen, obgleich sie anscheinend hierzu befähigt wären, da sie durch ihr Wimperspiel lebhaft Strudel in der Flüssigkeit hervorrufen und ihren Kauapparat bewegen. Nichts desto weniger sah ich die kleinen, einzelligen Algen (*Rhaphidium* u. a.), die in den Culturentropfen reichlich vorhanden waren und andern Rotatorien zur Nahrung dienten, nie in den Körper der jungen Thiere von *Notommata wernecki* gelangen; nur kleine Bacterien schienen mir verschluckt zu werden, womit aber nicht gesagt ist, dass sie als Nahrung dienten. Mehrmals brachte ich in meine Culturen zerschnittene Vaucheria-Fäden, aber die aus den Schnittwunden hervortretenden und im Wasser zerfallenden Inhaltmassen wurden ebenso wenig von den jungen Thieren als Nahrung verwandt. Der Schluss, dass die ausgeschlüpften Jungen während der Periode ihrer freien Existenz keine Nahrung aufnehmen, muss aber jedenfalls mit Vorsicht aufgenommen werden, denn es ist sicher, dass die Cultur in offenem Wassertropfen auf dem Objectträger (und wohl überhaupt in kleinen Flüssigkeitsmengen) ihnen keine normalen Lebensbedingungen bietet. Während andere, frei lebende Rotatorien sich in solchen Tropfenculturen

vollkommen wohl fühlen und beliebige Zeit lebendig bleiben, werden bei den Jungen von *Notommata wernecki* die Bewegungen schon nach einem Tage (oft sofort nach dem Ausschlüpfen aus dem Ei) sehr träge, und nach höchstens 3–4 Tagen (oft schon nach wenigen Stunden) sterben die Jungen unvermeidlich ab. Auch auf das Verhalten der Embryonen in den Eiern (besonders in den Wintereiern, siehe weiter unten), das Ausschlüpfen derselben aus der Eihülle und das Auskriechen der ausgeschlüpften Jungen aus der Galle übt die Tropfencultur einen unverkennbar ungünstigen Einfluss. Relativ selten beobachtet man in solchen Culturen eine schnelle und durchgehend normale Entwicklung. Nicht selten sterben völlig entwickelte und bewegliche Embryonen in der Eihülle ab; noch häufiger geschieht es, dass ausgeschlüpfte Junge trotz Vorhandenseins offener Löcher nicht aus der Galle hinaus gelangen, sondern in derselben mehr oder weniger lange umherirren und schliesslich hier oder im leeren Theil des Tragfadens absterben. Dies findet um so häufiger statt, je länger die Galle in Tropfencultur gehalten wird. Oft geschieht es sogar, dass aus einer ganz normal aussehenden Galle kein einziges Junges spontan herausgelangt, sondern alle in ihr zu Grunde gehen. In den Massenculturen der gallentragenden Vaucherien (in ziemlich geräumigen Glaszylindern mit viel Wasser) scheint Aehnliches kaum je vorzukommen, hier scheinen die Jungen bald nach dem Ausschlüpfen ins Freie zu gelangen, denn in frisch aus der Massencultur entnommenen Gallen geeigneten Entwicklungsstadiums findet man immer nur wenige junge Thiere auf einmal, tote Junge oder Eier fast nie. Charakteristisch ist z. B. folgender Fall. Aus der Massencultur wurde ein Faden mit einer Galle entnommen und in Tropfencultur gehalten; die Galle, deren plasmatischer Inhalt eben zerfallen war, enthielt über 60 Sommererier in allen möglichen Entwicklungsstadien; am folgenden Tage war das erste Junges ausgeschlüpft, und es hatten sich offene Löcher an den Hörnerenden der Galle gebildet. Am zweiten Tage war ein zweites Junges ausgeschlüpft, am dritten Tage noch drei weitere, das erste war aber inzwischen in der Galle abgestorben. Am vierten Tage waren keine Jungen hinzugekommen, und von den früher ausgeschlüpften war noch keins aus der Galle herausgelangt. Da im Tropfen keine weitere Entwicklung zu erwarten war, wurde der Faden am Nachmittag des vierten Tages in die Massencultur zurückgebracht, am folgenden Morgen aber wieder untersucht: die Galle war jetzt fast ganz entleert, sie enthielt nur einige wenige Eier und 11 Junge, deren zunächst sehr lebhaft Bewegungen nach einigen Stunden träge wurden. Es

waren somit in der Massencultur in weniger als 24 Stunden über 50 Junge aus den Eiern ausgeschlüpft und ungefähr ebenso viele aus der Galle ins Freie gelangt. Wenn also das Ausschlüpfen der Jungen und ihr Auskriechen aus der Galle in der Tropfencultur so enorm verzögert ist, so müssen hier offenbar die äusseren Bedingungen in irgend welcher Hinsicht ungünstig sein; worin diese Ungunst der Bedingungen beruht, weiss ich nicht zu sagen. Wenn es somit keinem Zweifel unterliegt, dass in der für die Beobachtung unumgänglichen Tropfencultur die jungen Thiere der *Notommata wernecki* sich unter ihnen nicht zusagenden Bedingungen befinden, so kann man aus in solchen Culturen angestellten Beobachtungen keine sichern Schlüsse auf ihr Verhalten unter normalen Verhältnissen ziehen, und es muss die Möglichkeit im Auge behalten werden, dass sie in Massenculturen auch in ihrer Periode des freien Lebens Nahrung aufnehmen, während in Tropfenculturen ihnen der Appetit benommen ist.

Was die Ernährung des bereits in die *Vaucheria* eingedrungenen Thieres anbetrifft, so findet dieselbe so reichlich statt, dass das Thier allmählich unförmlich anschwillt; sein Magen füllt sich mehr und mehr mit unverdauten Speiseresten an und wird durch deren steigende Menge aufgetrieben, bis er eine unregelmässig kugelige, schwarze Masse darstellt, die oft den grössten Theil des Volumens des Thieres einnimmt und schon mit blossem Auge als schwarzer Punkt erkennbar wird. Diese Verhältnisse sind bereits von BALBIANI geschildert und bildlich dargestellt worden (fig. 1, 2, 9, 15—18). NB. Das bereits in einer jungen Galle befindliche Thier leidet nicht mehr durch die Tropfencultur und kann lange cultivirt und beobachtet werden.

Bezüglich der Nahrung, welche das Thier aus dem Zellinhalt der *Vaucheria* entnimmt, behauptet BALBIANI ausdrücklich, dass ausschliesslich das farblose Protoplasma mit Ausschluss der Chlorophyllkörner aufgenommen wird, was aus der Abwesenheit jeglichen grünen Inhalts im Darmcanal hervorgehen soll (p. 30). Dies ist ein entschiedener Irrthum; BALBIANI hat sich dadurch täuschen lassen, dass die im Magen massenhaft vorhandenen kleinen, schwarz-braunen Körnchen das darin ebenfalls vorhandene Chlorophyll verdecken. Zerquetscht man ein aus der Galle isolirtes Thier, so überzeugt man sich, dass der Mageninhalt eine Menge äusserlich meist ganz unveränderter Chlorophyllkörner enthält, die wohl die Hauptmasse seines Inhalts ausmachen; in günstigen Fällen sieht man selbst am intacten Thier, besonders an der Peripherie des Magens, die Chlorophyllkörner ganz deutlich durchschimmern, und einmal sah ich sogar den vordern Theil

des Magens nur mit grünen Chlorophyllkörnern angefüllt. Es wäre auch schwer begreiflich, wie das Thier es anfangen sollte, die protoplasmatische Grundmasse zu fressen, ohne die in dieselbe sehr dicht eingestreuten Chlorophyllkörner mit aufzunehmen; ebenso wäre es unverständlich, was aus den vielen Chlorophyllkörnern wird, die in eben ausgewachsenen Gallen in sehr reichlicher, in den dem Absterben nahen Gallen hingegen in sehr spärlicher Menge vorhanden sind. Es ist mir zweimal gelungen, das Thier direct beim Fressen des plasmatischen, chlorophyllführenden Wandbeleges der Galle zu beobachten. Es saugte sich mit der Bauchseite des Kopfes (wo sich der Schlund befindet) am Wandbeleg gewissermaassen fest, liess seine Wimpern in demselben umherwirbeln und frass allmählich ein Loch in den Wandbeleg, wobei von Zeit zu Zeit Chlorophyllkörner einzeln oder in kleinen Gruppen in den Schlund hinabglitten und im Leibe des Thieres verschwanden. Neben den Chlorophyllkörnern werden auch die Fetttropfen verschluckt, welche bei *Vaucheria* das Product der Kohlenstoffassimilation bilden und welche sich in den Gallen reichlich ansammeln; desgleichen wird zweifellos auch das farblose Protoplasma gefressen, obgleich sich dies natürlich direct nicht beobachten lässt.

Wenn somit, entgegen BALBIANI, die Chlorophyllkörner in grossen Mengen gefressen werden, so stimme ich hingegen BALBIANI darin theilweise bei, dass sie nicht verdaut werden; wenigstens bleibt ein Theil ihrer Grundsubstanz nebst dem sie durchtränkenden, grünen Farbstoff längere Zeit unverdaut. Nur hierdurch ist es zu erklären, dass sich die Chlorophyllkörner in solcher Menge im Magen ansammeln und daselbst lange in Gestalt und Farbe unverändert bleiben. Als Nahrungsstoff dürften dem Thier wohl in erster Linie die Fetttropfen dienen, daneben natürlich die verdaulichen Bestandtheile der protoplasmatischen Grundmasse und der Chlorophyllkörner (die letztern enthalten, wie in der Botanik bekannt ist, in Magensaft lösliche Albuminate in reichlicherer Menge als die farblose Grundmasse des Protoplasmas). Die unverdaulichen Bestandtheile resp. deren Umwandlungsproducte bilden das sich im Magen anhäufende Residuum; während die Reste der Chlorophyllkörner als solche erkennbar bleiben, müssen die eigenthümlichen schwarz-braunen Körnchen, die dem Mageninhalt seine Farbe verleihen, von dem farblosen Protoplasma oder von den Fetttropfen oder von beiden sich herleiten.

BALBIANI (p. 18) giebt an beobachtet zu haben, dass von Zeit zu Zeit kleine Partikel des schwarzen Mageninhalts sich loslösen, zum After bewegt und aus dem Körper ausgestossen werden. Ich habe

weder den Act der Entleerung, noch auch unzweifelhafte Excremente in der Galle zu sehen bekommen (braune, kuglige Klümpchen, die ich öfters in noch lebenden Gallen antraf und Anfangs für Excremente hielt, waren keine solchen, denn ich fand sie auch in spontan absterbenden Fadenpartien; in den Gallen dürften sie die Zersetzungsproducte von Partikeln des protoplasmatischen Wandbeleges sein, welche beim Fressen durch die Wimperbewegungen des Parasiten nachweislich oft abgelöst werden und in den Saft Raum gelangen). Selbst von der Anwesenheit eines Enddarms und Afters beim erwachsenen Thier habe ich mich nicht überzeugen können. Ohne mich daher berechtigt zu glauben, die citirte Angabe BALBIANI's als unrichtig hinzustellen, kann ich doch nicht umhin, mich ihr gegenüber skeptisch zu verhalten. Wenn nun aber auch Entleerung von festen Excrementen thatsächlich stattfinden sollte, so kann sie jedenfalls nur in ganz ungewöhnlich geringem Maass statthaben. Nur so sind die zwei folgenden Thatsachen erklärbar: erstens, dass in den Gallen, obgleich sie lange von dem Parasiten bewohnt werden und ihr reichlicher Inhalt von demselben fast rein ausgefressen wird, keine merklichen Mengen von Excrementen zu finden sind; zweitens, dass die Verdauungsrückstände im Magen des Thieres sich in solch gewaltigen Mengen anhäufen, — ein bei den Rotatorien wohl einzig dastehendes Verhalten, welches BALBIANI zu erklären versäumt hat. Mir scheinen beide Thatsachen es wahrscheinlich zu machen, dass bei unserer Species die Entleerung von Speiseresten überhaupt unterbleibt.

Die Bedeutung der Gallenbildung für das Thier ist einer kurzen Erörterung werth. Die Frage, auf welche Weise das in einen Vaucheria-Faden eingedrungene Thier denselben zur Bildung einer Galle veranlasst, lasse ich hier aus dem Spiel, — diese Frage wird in meiner botanischen Arbeit erörtert. Ich gehe von der Thatsache aus, dass die Galle gebildet wird, und frage, ob und in wie fern dies dem Thier vortheilhafter ist, als wenn es einfach in dem Saft-Raum des unveränderten cylindrischen Fadens leben würde. Unter natürlichen Verhältnissen (in den Massenculturen) findet fast stets, wenn einmal ein Thier in einen lebenden Faden eingedrungen ist, wenn nicht die Bildung einer typisch geformten Galle, so doch wenigstens die Bildung einer localen Anschwellung des Fadens statt, in der das Thier lebt, sich in normaler Weise entwickelt und Eier ablegt. In Tropfenculturen kommt es aber manchmal vor, dass man ein auf irgend welche Weise in einen lebenden Faden gelangtes Thier antrifft, ohne dass dasselbe die Bildung einer Galle oder einer Anschwel-

lung veranlasst. Solche Fälle geben Anhaltspunkte zur Beurtheilung der oben gestellten Frage. Es muss vorausgeschickt werden, dass die Anwesenheit des Thieres (ebenso wie die Anwesenheit anderer, selbst lebloser Fremdkörper, z. B. eines toten Eies der *Notommata*) eine langsame, nach ihm gerichtete Strömung im Protoplasma des Fadens zur Folge hat, in Folge dessen der Wandbeleg an der betreffenden Stelle dicker wird. Meist wird nun schliesslich das Thier vom plasmatischen Inhalt des Fadens allseitig vollkommen umhüllt und gewissermaassen eingekapselt, worauf der betreffende Theil des Fadens von den gesunden Theilen durch Querwände abgegrenzt wird; so wird die Pflanze den unwillkommenen Gast los. Es kann aber auch vorkommen, dass das Thier zu kräftig ist, um sich auf diese Weise einzukapseln zu lassen; alsdann stellen sich aber andere Folgen ein. Interessant war der folgende Fall, auf den ich noch zurückzukommen haben werde. Aus der Massencultur wurde ein Faden mit einer erwachsenen, lebenden Galle entnommen, welche ein Mutterthier, zwei Eier und zwei eben aus dem Ei geschlüpfte, weibliche Junge enthielt; das Mutterthier war aus unbekanntem Gründen todt, die Eier desgleichen, — sie blieben fortan unverändert (eins der Eier befand sich im Faden und wurde in der oben beschriebenen Weise eingekapselt). Die beiden Jungen nebst den zugehörigen leeren Eihüllen befanden sich ebenfalls im Faden; offenbar waren die betreffenden Eier auch in den Faden gelangt und hatten dort ihre Embryonen entlassen. Das eine von den jungen Thieren bewegte sich eine Zeit lang im Faden umher, kehrte aber nach 2 Tagen in die Galle zurück, um dort zu bleiben und deren Inhalt an Stelle der todtten Mutter zu verzehren; es schwoll alsbald bedeutend an und hatte nach insgesamt 7 Tagen bereits 10 Sommererier abgelegt, deren Zahl weiterhin noch zunahm. Das zweite Junge entfernte sich weit von der Galle, bewegte sich im Faden hin und her, fand aber weder den Weg in die alte Galle, noch veranlasste es die Bildung einer neuen. Es nährte sich vom reichlichen Zellinhalt, der es umgab, schwoll ziemlich bedeutend an, und sein erweiterter Magen füllte sich mit dem charakteristischen schwarzen Inhalt; bald war es so angeschwollen, dass es die ganze Dicke des Fadens ausfüllte. Von nun an war es in seinen Bewegungen sehr behindert, weiteres Wachsthum und weitere Entwicklung fand nicht statt, und zum Ablegen von Eiern kam es nicht. Nach 19 Tagen, als die Cultur entfernt wurde, war das Thier noch immer lebendig und beweglich, aber es war seit langem auf demselben Entwicklungsstadium stehen geblieben und versprach keinen weitem Fortschritt.

Das andere Thier war indessen nach Erfüllung seiner reproductiven Aufgabe längst abgestorben. — Ebenso verhielten sich die in den Faden gelangten Thiere noch in mehreren weiteren Fällen, in denen sie jedoch nicht so lange Zeit hindurch beobachtet wurden.

Wir ersehen hieraus, dass nur der Aufenthalt in einer Galle dem Thier die Bedingungen zu normaler Entwicklung und Reproduction bietet. Zunächst spielen hier die Raumverhältnisse jedenfalls eine wichtige Rolle. In dem engen Faden wird mechanisch, durch den Druck der Seitenwände desselben, das Wachsthum des Thieres gehemmt und die Entwicklung der Eier verhindert, während die Galle für beides genügenden Raum bietet. In dem Faden ist ferner das Thier in seinen Bewegungen und dadurch in der Nahrungsaufnahme stark behindert, während es im geräumigen Safttraum der Galle auch im Zustand grösster Anschwellung sich frei bewegen und die vorhandene Nahrung mit Leichtigkeit erreichen kann. Ausserdem ist aber in der Galle auf relativ kleinem und leicht zugänglichem Raum in Form des hier ungewöhnlich mächtigen Protoplasma-Wandbeleges eine sehr bedeutende Nahrungsmenge aufgehäuft, wie sie der cylindrische Faden nur auf langer Strecke bieten könnte. Hat sich der Parasit in einer Galle einlogirt, so zieht er von seiner Eigenschaft, einen starken Zustrom von Protoplasma nach seinem Aufenthaltsort zu veranlassen, einen augenscheinlichen und wesentlichen Nutzen; befindet er sich hingegen im Faden, so bleibt diese Eigenschaft für ihn fast nutzlos und wird ihm sogar, wie wir gesehen haben, oft verderblich. — Ausser diesen wichtigen Vortheilen, welche der Aufenthalt in einer Galle für das Mutterthier hat, ist noch der nicht minder wesentliche Umstand anzuführen, dass nur in den typischen Gallen durch die Ausbildung eigenthümlich beschaffener Membranstellen an den Hörnerenden, die zu einem geeigneten Zeitpunkt aufgelöst werden, präformirte Austrittsstellen für die Brut gegeben sind, was eine nothwendige Bedingung für die Verbreitung des Parasiten und für die Erhaltung der Species bildet.

Mit einem Wort, nur durch die Ausbildung der Gallen wird der Parasitismus der *Notommata wernecki* im Vaucheria-Thallus überhaupt ermöglicht. Dass diese Rotatorie die Fähigkeit hat, durch eine modificirende Beeinflussung des Entwicklungstriebes der Wirthspflanze dieselbe zur Bildung von Gallen zu veranlassen, ist gewiss ein sehr bemerkenswerther Fall einer ganz speciellen Anpassung an die parasitische Lebensweise. Der Fall ist um so bemerkenswerther, als *Notommata wernecki* in dieser Hinsicht einzig unter den Rotatorien

dasteht; denn die andern in Algen (*Volvox*) parasitirenden Rotatorien nähren sich einfach von ihrer Wirthspflanze, ohne derselben irgend welche Modificationen der Entwicklung aufzuzwingen. Hervorgehoben sei, dass die besondern Eigenschaften unserer Species sich äusserlich durch nichts verrathen; ein junges Weibchen der *Notommata wernecki* bietet in seinem Bau nichts Auffallendes und unterscheidet sich in keiner Hinsicht vom Typus gewöhnlicher, frei lebender Rotatorien. Erst in einem spätern Entwicklungsstadium treten einige Besonderheiten hervor, welche keiner andern Rotatorie zukommen, nämlich die gewaltige Anschwellung des Magens in Folge Anhäufung der unverdauten Speisereste und die (weiter unten zu besprechende) ungewöhnliche Massenhaftigkeit und Schnelligkeit der Eierproduction; doch sind das Eigenthümlichkeiten, welche erst als Folgen der Anpassung an das Leben in den Gallen angesehen werden können.

Für die Entwicklung der einmal ausgebildeten Eier hat die Galle keine Bedeutung mehr. Der oben beschriebene Fall zeigt, dass die Eier sich unter Umständen auch dann normal weiter entwickeln, wenn sie auf irgend welche Weise aus der Galle in den lebenden Tragfaden gelangt sind. Andererseits kann ein ausgebildete Eier enthaltendes Mutterthier, wenn es aus einer angeschnittenen Galle ins Wasser hinausgelangt, hier einige Eier ablegen, und die frei im Wasser liegenden Eier können sich normal entwickeln, ebenso wie auch in der Galle gelegte und nach Anschneiden derselben aus ihr hinausgelangte Eier. Das ist auch nicht anders zu erwarten, da ohnehin die meisten Eier erst dann sich entwickeln und ihre Jungen entlassen, wenn der Inhalt der Galle bereits abgestorben und zerfallen und deren Membran mit offenen Löchern versehen ist, wenn also die Galle nichts mehr als einen leeren, mit dem umgebenden Wasser frei communicirenden Raum darstellt. Für die Brut besteht also die Bedeutung der Galle (abgesehen von den vorgebildeten Austrittsstellen) nur darin, dass sie während der Entwicklung der Eier und des Ausschlüpfens der Jungen Schutz vor grössern Raubthieren bietet. Vor kleinern Thieren schützt die alte, todte Galle keineswegs, denn durch die Oeffnungen der Membran dringen die verschiedensten Organismen hinein; da sich solche Gäste manchmal in bedeutenden Mengen einfinden, so kann ihr Eindringen kein zufälliges sein, sie werden vielmehr zweifellos von den sich zersetzenden Resten des todten Mutterthieres angelockt. Ich beobachtete folgende fremde, thierische Organismen in alten, offenen Gallen: die Flagellate *Peranema trichophorum* (häufig und oft in grosser Zahl), verschiedene ciliate Infusorien, kleine Monadinen, sowie (nur ein oder

wenige Male) grosse Amöben und einen *Anguillula*-ähnlichen Nematoden; alle diese Organismen, vielleicht mit Ausnahme des letztern, nähren sich von den Resten des todtten Mutterthieres, — *Peranema* und die Infusorien sind manchmal ganz schwarz von den gefressenen schwarzen Körnchen seines Mageninhalts. *Peranema* kann ausserdem aber auch ausgeschlüpfte Junge der *Notommata* fressen, wahrscheinlich jedoch nur solche, die bereits spontan gestorben sind; ich sah Leichen solcher, in denen mehrere *Peranema*-Exemplare sich herumbewegten; sie krochen durch den Schlund aus und ein, frassen die Leichen bis auf die Chitinhaut rein aus, und in einzelnen der Peranemen war dann das gefressene Auge ihres Opfers zu erkennen. Mitunter dringen auch fremde Rotatorien in die offenen Gallen ein; einmal fand ich eine ganze Colonie einer zu den *Loricatae* gehörigen Art, ein anderes Mal neben Wintereiern der *Notommata wernecki* ein Individuum einer in meinen Culturen sehr häufigen, kleinen, anscheinend ebenfalls zur Gattung *Notommata* gehörigen Rotatorie, das sich in der Galle häuslich niedergelassen und 5 Sommereier daselbst deponirt hatte; aus den letztern schlüpften bald junge Thiere aus, die in derselben Weise wie die Jungen unserer Species ins Freie gelangten. Ausserdem finden sich häufig Pilze ein, die manchmal schon bei Lebzeiten der Galle unter Durchbohrung der Membran eindringen und sich auf Kosten der Reste des Mutterthieres und des abgestorbenen Galleninhalts reich entwickeln; endlich schwärmende Bacterien, die sich manchmal so stark vermehren, dass die Galle nebst dem abgestorbenen Theil des Tragfadens buchstäblich von ihnen erfüllt ist; die Wintereier scheinen von einer solchen Bacterieninvasion nicht zu leiden, während dieselbe den Sommereiern und den aus ihnen ausschlüpfenden Jungen oft verderblich wird.

Phototaxis<sup>1)</sup>. In meinen im Herbst angestellten Tropfenculturen bemerkte ich, dass die aus der Galle ins Freie gelangten jungen

1) Die im Thierreich erst seit Kurzem näher untersuchte Eigenschaft frei beweglicher Organismen, unter dem Einfluss einseitiger Beleuchtung eine bestimmte Bewegungsrichtung anzunehmen, wird von den Thierphysiologen gewöhnlich mit dem der Pflanzenphysiologie entlehnten Terminus „Heliotropismus“ bezeichnet. Nun ist es aber in der Pflanzenphysiologie schon seit ziemlich langer Zeit üblich, diese Erscheinung „Phototaxis“ zu nennen, während unter Heliotropismus etwas anderes verstanden wird, nämlich die Eigenschaft der Organe, sich unter dem Einfluss einseitigen Lichts in bestimmter Richtung zu krümmen. Es wäre zu wünschen, dass auch in der Thierphysiologie diese Terminologie eingehalten würde.

Thiere sich sämmtlich an dem dem Fenster zugekehrten Rande des Tropfens aufhielten; wurde der Objectträger umgedreht, so waren nach einiger Zeit (ca. 15—20 Minuten) alle noch lebhaft beweglichen Individuen in die Nähe des entgegengesetzten, nunmehr dem Fenster zugekehrten Tropfenrandes gerückt. Die Thiere sind demnach prosphototaktisch (positiv phototaktisch), wie es auch bei den meisten Rotatorien der Fall sein soll. Bei directer Beobachtung wurde zwar eine unmittelbare Einstellung der Längsaxe der Thiere in die Richtung der Lichtstrahlen nicht beobachtet (vielleicht nur deshalb, weil ich nicht für streng einseitigen Lichteinfall sorgte); offenbar muss aber die Richtung zur Lichtquelle hin bei den Bewegungen der Thiere bevorzugt werden. — Im Winter konnte ich keine Phototaxis constatiren; die im Tropfen befindlichen Jungen waren in demselben regellos vertheilt, ohne Beziehung zur Lichtquelle. Dies darf jedoch nicht Wunder nehmen, da durch die Untersuchungen STRASBURGER'S<sup>1)</sup> bekannt ist, dass die phototaktischen Eigenschaften pflanzlicher Schwärmosporen in hohem Grad von Temperatur und Lichtintensität abhängig sind und sich mit Veränderung dieser Factoren nicht bloss quantitativ, sondern auch qualitativ ändern können; die Licht- und Temperaturverhältnisse waren aber in meinen Culturen im Winter zweifellos andere als im Herbst.

Auch die oben gelegentlich erwähnte kleine, anscheinend zu *Notommata* gehörige Rotatorie ist prosphototaktisch. Offenbar ist die prosphototaktische Eigenschaft bei den Rotatorien weit verbreitet. Da die Rotatorien entweder von Algen oder von algenfressenden Thieren leben und jedenfalls gern Algenrasen bewohnen, so dürfte diese Eigenschaft vortheilhaft sein, indem sie sie nach solchen Orten führt, welche von Algen bevorzugt werden.

#### Fortpflanzungsverhältnisse.

Wenn das in einer Galle befindliche Weibchen der *Notommata* seine volle Grösse erreicht hat, entwickeln sich in seinem Leibe die Eier. Bezüglich der Entwicklung derselben im Mutterleibe giebt BALBIANI an, dass die zahlreichen, in dem trächtigen Thier enthaltenen Eier grösstentheils im gleichen Entwicklungszustand sich befinden und daher auch fast gleichzeitig den Zeitpunkt der Ablage erreichen (p. 23); er zeichnet dem entsprechend in seiner fig. 9

1) STRASBURGER, Wirkung des Lichts und der Wärme auf Schwärmosporen, Jena 1878.

ein Mutterthier, dessen Magen ringsum von zahlreichen (16) zur Ablage reifen Eiern umgeben ist. Hierzu muss ich bemerken, dass, wenigstens in der Regel, die Eier nur an der einen Seite des Mutterthieres gelegen sind, während die andere Seite von dem angeschwollenen Magen eingenommen wird (in der Aufsicht). Ferner kann es zwar wohl vorkommen, dass gleichzeitig einige fast völlig entwickelte Eier sich vorfinden; dass aber alle erkennbaren Eier gleich weit entwickelt wären, wie es BALBIANI zeichnet, ist mir bei meinen sehr zahlreichen Beobachtungen nie vorgekommen, die Entwicklung der Eier findet vielmehr immer succedanea statt. Das dem Schwanzende des Mutterthieres zunächst gelegene Ei ist das grösste, nach dem Kopf zu nimmt die Grösse der Eier ab und zwar meist sehr rapid; man kann also unter den sichtbaren Eiern eines (oder einige) unterscheiden, welche zur Ablage bereit sind, und andere, welche hierzu noch nicht reif sind und noch ein kürzeres oder längeres Wachsthum im Mutterleib durchzumachen haben. Ausserdem sind, falls das Mutterthier nicht schon der Erschöpfung nahe ist, ausser den schon sichtbaren Eiern andere, noch nicht unterscheidbare vorhanden, welche nach Maassgabe des Ablegens der älteren heranwachsen und in die Erscheinung treten. Dem entsprechend werden die Eier auch keineswegs alle fast auf einmal abgelegt, wie es nach BALBIANI'S Angabe den Anschein hat, sondern das Ablegen derselben geschieht allmählich und dauert mehrere Tage an, so dass nicht selten die zuerst gelegten Eier bereits bewegliche Embryonen enthalten oder dieselben gar bereits entlassen haben, während das Mutterthier immer noch mit dem Legen neuer Eier fortfährt. Zur Illustration dessen, wie allmählich das Ablegen der Eier erfolgt, führe ich folgendes Beispiel an. In einer Galle wurden die ersten Eier am 20. X. gefunden; am 22. X. betrug ihre Zahl 13, am 23. X. — 17, am 25. X. — 20, am 27. X. — 23, und erst jetzt war die Eiablage beendet. Nicht immer freilich geschieht die Ablage der Eier in so langsamem Tempo, und wenn ihre Gesamtzahl gross ist, so können deren 10—20 und selbst mehr im Laufe eines Tages abgelegt werden.

Sommer- und Wintereier. BALBIANI hat die Bildung von zweierlei Eiern, wie sie bei vielen Rotatorien vorkommt, auch bei *Notommata wernecki* aufgefunden; die Sommereier entwickeln sich sofort, während die Wintereier eine längere Ruhepause durchmachen. BALBIANI machte auch die wichtige Beobachtung, dass ein und dasselbe Weibchen beide Arten von Eiern legen kann; es ist das der einzige derartige Fall, der bisher bei den Rotatorien beobachtet worden ist. Ich kann diese Beobachtung bestätigen; ich habe, wenngleich nur wenige Male,

Gallen gesehen, in denen sich nur ein Mutterthier befand und welche sowohl Sommereier als Wintereier in wechselnden Mengenverhältnissen enthielten.

Die Sommereier sind von ellipsoidaler Form, 67—78  $\mu$  (meist 74  $\mu$ ) lang, 44—52  $\mu$  (meist 52  $\mu$ ) dick (nach BALBIANI nur  $56 \times 42 \mu$ ). Sie sind und bleiben nur von einer zarten Hülle umgeben. Das frisch gelegte Ei hat einen dicht körnigen Inhalt, bald aber wird mit fortschreitender Entwicklung der Inhalt heller, das rothe Auge und der Kauapparat werden erkennbar, der fertige Embryo beginnt sich lebhaft zu bewegen, er sprengt schliesslich die Hülle und schlüpft aus. Der Riss, durch den das Ausschlüpfen stattfand, schliesst sich sofort wieder so vollständig, dass die leere Eihülle völlig intact erscheint. Zwischen der Ablage der Sommereier und dem Ausschlüpfen der jungen Thiere sollen nach BALBIANI (p. 31) 10—15 Tage vergehen. Ich habe diesen Zeitraum bedeutend kürzer gefunden; zwischen der Ablage der ersten Eier und dem Ausschlüpfen der ersten jungen Thiere in derselben Galle verstrichen in 2 Fällen nur 4 Tage, in 3 andern Fällen 6—7 Tage; nur in einer Cultur, die zu bestimmtem Zweck bei niedriger Temperatur (6—9°) gehalten wurde, verstrichen 10 Tage (die übrigen Culturen wurden bei gewöhnlicher Zimmertemperatur gehalten).

Die frisch gelegten Wintereier unterscheiden sich von den frisch gelegten Sommereiern nur durch etwas bedeutendere Dicke (zwei gemessene Eier waren 70 resp. 72  $\mu$  lang, 61  $\mu$  dick). Nach einiger Zeit aber (ca. 2 Tagen) umgibt sich der dunkel-körnig gebliebene und ein wenig contrahirte Inhalt

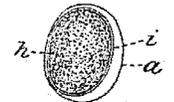


Fig. C. Ein ruhendes Wintereier. *a* äussere, *z* innere Eihülle, *h* heller Fleck.

mit einer zweiten, innern Hülle (Fig. C); diese ist viel dicker, derber und lichtbrechender als die zarte, äussere Hülle und zeichnet sich durch grosse Resistenz gegen Reagentien aus; so ist sie in concentrirter Schwefelsäure und concentrirter Chromsäure ganz unlöslich. In diesem Zustand sind die Wintereier zum Antritt ihrer Ruheperiode reif; jetzt sind sie sowohl an der doppelten Hülle als auch an der Dunkelheit und Körnigkeit ihres Inhalts auf den ersten Blick von den Sommereiern zu unterscheiden. Die äussere Hülle steht nur selten von der innern ringsum gleich weit ab; meist liegt sie ihr in einem gewissen (zuweilen dem grössern) Theil der Peripherie dicht an und steht im Uebrigen an verschiedenen Stellen verschieden weit von ihr ab (Fig. C). Die Länge der ruhenden Wintereier mit Einschluss der

innern Hülle beträgt 67—74  $\mu$  (meist 70  $\mu$ ), die Dicke 52—56  $\mu$  (BALBIANI giebt wiederum kleinere Maasse an, nämlich  $62 \times 50 \mu$ ); die Wintereier sind somit durchschnittlich etwas weniger lang, aber dafür dicker als die Sommereier. Was die Form anbetrifft, so sind sie nicht ellipsoidal, sondern monosymmetrisch, nämlich an der einen Seite abgeflacht, an der entgegengesetzten stark gewölbt (Fig. C); dies ist natürlich nur dann zu sehen, wenn die Symmetrieebene des Eies horizontal liegt. — Nach BALBIANI (p. 23) soll von den zwei Hüllen der Wintereier die äussere derb, die innere zart sein; diese Angabe kann wohl nur auf ungenauer Beobachtung beruhen, falls sie nicht einfach ein Lapsus calami ist, denn der wirkliche Sachverhalt ist nicht zu verkennen. Auch sonst weichen die Angaben BALBIANI'S über die Wintereier in einigen Punkten von der obigen Darstellung ab, und seine Abbildung (fig. 13) giebt von dem Aussehen der Wintereier keinen richtigen Begriff.

Durch ihre zwei völlig glatten und durchsichtigen Hüllen unterscheiden sich die Wintereier der *Notommata wernecki* wesentlich von den Wintereiern fast aller andern Rotatorien. So viel mir bekannt ist, haben nur bei *Conochilus volvox* nach COHN<sup>1)</sup> die Wintereier ebenfalls glatte und durchsichtige Hüllen, und zwar sind hier, ebenso wie bei unserer Art, zwei Hüllen vorhanden, von denen die äussere zart, die innere derb ist.

Ganz einzig unter den Rotatorien steht *Notommata wernecki* durch die grosse Zahl der Eier da, welche von einem Weibchen in dem kurzen Zeitraum von wenigen Tagen abgelegt werden. Dies steht jedenfalls damit im Zusammenhang, dass das Weibchen ungewöhnlich schnell eine gewaltige Menge von Nahrung aufnimmt, welche grössten Theils für die relativ rapide Ausbildung der Eier Verwendung findet; fast die ganze, relativ sehr bedeutende Masse des dicken protoplasmatischen Wandbeleges der Galle (welche durchschnittlich ca.  $\frac{3}{4}$  mm lang,  $\frac{1}{4}$  mm breit ist) sowie des zugehörigen Tragfadenstücks wird von dem Thier im Laufe einiger Tage aufgefressen. Diese Gefrässigkeit ist eine spezifische Eigenthümlichkeit unserer Art, in der wohl eine Anpassung an ihre parasitische Lebensweise zu erblicken ist. Der Umstand, dass in der Galle auf relativ kleinem und leicht zugänglichem Raum dem Thier eine grosse Menge Nahrung dargeboten wird, ist gewiss nur als die nothwendige Bedingung für die Ausübung dieser spezifischen Eigenthümlichkeit aufzufassen; denn die Weibchen

anderer Rotatorien dürften, selbst wenn ihnen die Aufnahme reichlicher Nahrung auch noch so sehr erleichtert würde, schwerlich eine auch nur annähernd so grosse Gefrässigkeit an den Tag legen und zu einer so massenhaften Eierproduction übergehen wie diejenigen von *Notommata wernecki*. BALBIANI (p. 25) hat bis zu 30 oder 40 von einem Weibchen gelegte Sommereier in einer Galle gezählt. Damit ist aber das Maximum noch nicht erreicht, denn ich habe zweimal über 60 von einem Weibchen gelegte Sommereier in einer Galle gefunden, und in einem dritten Fall zählte ich über 50 abgelegte Sommereier, während das Mutterthier deren noch zahlreiche ungelegte enthielt. Da ich solche Zählungen nur wenige Mal vorgenommen habe, so ist es wohl möglich, dass selbst noch höhere Zahlen vorkommen. Die Wintereier sollen nach BALBIANI (p. 36) in viel geringerer Anzahl gelegt werden, es sollen deren höchstens 5—12 pro Galle vorkommen. Das würde dem Verhalten anderer Rotatorien entsprechen, welche ebenfalls Wintereier in geringerer Zahl produciren sollen als Sommereier. Ich kann aber für *Notommata wernecki* BALBIANI'S Befund nicht bestätigen, denn ich habe in grossen Gallen auch die Wintereier in grossen Mengen beobachtet; in 8 Gallen fand ich z. B. folgende Minimalzahlen von Wintereiern: 30, 32, 38, 39, 42, 46, 50, 54 — alle ebenfalls von je einem Mutterthier gelegt; die Zahl der Wintereier steht also derjenigen der Sommereier nur wenig nach. In kleinern Gallen kommen freilich viel weniger Wintereier vor, doch gilt das in gleicher Weise auch für die Sommereier. Die Zahl der producirten Eier scheint mir überhaupt nur von der Grösse und dem Plasmareichthum der Galle abzuhängen; es werden so viele Eier ausgebildet und abgelegt, wie die dem Mutterthier zur Verfügung stehende Nahrung gestattet, und dass caeteris paribus die Wintereier in etwas geringerer Menge producirt werden als die Sommereier, ist eine einfache Folge davon, dass erstere etwas grösser sind und daher etwas mehr Substanz zu ihrer Ausbildung beanspruchen. Ist die in der Galle gebotene Nahrung verzehrt, ohne zur Ausbildung aller entwicklungs-fähigen Eier, die das Mutterthier enthält, ausgereicht zu haben, so bleibt ein Theil dieser unentwickelt resp. bleibt in der Entwicklung stehen, und das Thier stirbt mit den unfertigen Eiern im Leibe ab. Enthält eine Galle mehr als ein Mutterthier (ich habe deren nicht selten 2, einige Mal sogar 3 in einer Galle gefunden), so erhält jedes derselben nur einen Theil der vorhandenen Nahrung und bringt daher nur einen entsprechenden Bruchtheil seiner Eier zur Entwicklung; die Gesamtzahl der gelegten Eier ist also in solchen Fällen nicht

1) COHN, in: Z. wiss. Zool., V. 12, 1862, p. 203.

grösser, als wenn die Galle nur ein Thier enthielte, ja sie ist sogar kleiner, da ja ein nicht unwesentlicher Theil der aufgenommenen Nahrung zum Wachsthum des Körpers der Mutterthiere selbst verwandt wird.

Die Grösse der Gallen und ihr Plasmagehalt werden nun ihrerseits bis zu einem gewissen Grad von den Dimensionen und dem Inhaltsreichtum der Vaucheria-Fäden bedingt, auf denen sie entstehen. Daher nahm in meiner Cultur, wo eine beschränkte Menge der Vaucheria im Laufe einiger Monate ununterbrochen zahlreiche Gallen producirt und hierdurch natürlich sich allmählich erschöpfte, die durchschnittliche Grösse der Gallen mit der Zeit in auffallender Weise ab, und damit verminderte sich entsprechend auch die Durchschnittszahl der Eier pro Galle.

Die Aufeinanderfolge der Production von Sommer- und Wintereiern. Bekanntlich werden die Wintereier (richtiger Dauereier zu nennen) der Rotatorien nicht bloss im Herbst, sondern auch im Frühjahr producirt und wahrscheinlich überhaupt zu jeder Jahreszeit beim allmählichen Eintritt ungünstiger Existenzbedingungen. BALBIANI, welcher seine Beobachtungen an *Notommata wernecki* Anfang April begann, sah zuerst nur Sommereier entstehen, dann wurden neben diesen in allmählich steigender Proportion Wintereier producirt, bis in den letzten Tagen des April und im Anfang Mai fast nur noch diese letztern zu finden waren.

Meine Beobachtungen erstreckten sich über den Spätherbst und Winter, von Mitte October bis Ende Februar. Im Laufe dieser Zeit fand ein mehrmaliger Wechsel zwischen Sommer- und Wintereiern statt; ganz unterbrochen dürfte wohl die Production der Sommereier nie gewesen sein, da sonst längere Pausen in der Bildung neuer Gallen hätten eintreten müssen, was nicht der Fall war; wohl aber trat die Production von Sommereiern zeitweilig so zurück, dass diese unter zahlreichen untersuchten Gallen in keiner gefunden wurden. Die Wintereier enthaltenden Gallen (kurz: Wintergallen) begannen gegen Ende October aufzutreten, ihre relative Zahl nahm schnell zu, und Mitte November dominirten sie entschieden. Nun trat auf einen Monat eine Unterbrechung meiner Beobachtungen ein, nach welcher, also Mitte December, die Wintergallen noch (oder vielleicht schon wieder) bedeutend überwogen. Am 21. XII. begann von neuem die überwiegende Production von Sommergallen, und bis Mitte Januar wurden diese anscheinend ausschliesslich gebildet. Nun trat eine

Periode strenger Kälte draussen und entsprechend kühler Temperatur im Laboratorium ein; nunmehr wurden eine Zeit lang nur Wintergallen gebildet. Erst den 21. I., als es draussen und gleichzeitig auch im Laboratorium bedeutend wärmer wurde, begann die Bildung der Sommergallen von neuem, um jedoch schon nach einer Woche wieder zurückzutreten. Gegen 2 Wochen lang wurden jetzt nur Wintergallen beobachtet. Mitte Februar traten wieder Sommergallen auf, doch abermals nur für kurze Zeit und zum letzten Mal; Ende Februar bildeten sich ausschliesslich Wintergallen, dann hörte die Production neuer Gallen ganz auf und ist bis jetzt (22. III.) nicht wieder eingetreten.

Dieser schnelle und unregelmässige Wechsel in der Production von Sommer- und Wintereiern, wie er für gewöhnlich bei Rotatorien nicht vorzukommen scheint, ist wohl jedenfalls auch bei unserer Species eine abnorme Erscheinung und hat seinen Grund darin, dass die *Notommata* zu einer ganz ungewöhnlichen Jahreszeit in günstige Entwicklungsbedingungen versetzt worden war. Es fand anscheinend eine Art Kampf zwischen zwei verschiedenen Tendenzen statt, von denen die eine auf Production von Wintereiern, die andere auf Production von Sommereiern hindrängte und von denen die erstere auf den erblich überlieferten Einfluss der Jahreszeit, die andere auf den Einfluss der thatsächlich gebotenen Lebensbedingungen zurückzuführen sein dürfte. Aus dem geschilderten Verhalten unseres Thieres scheint hervorzugehen, dass bei demselben zwar eine ererbte Jahresperiode der Entwicklung vorhanden ist, dass aber die Periodicität keineswegs dermaassen fixirt ist, wie es bei vielen Pflanzen (und gewiss auch bei vielen Thieren) der Fall ist — beispielsweise bei den Zwiebelgewächsen, wo die jährliche Ruheperiode durch Darbietung noch so günstiger äusserer Entwicklungsbedingungen nicht aufgehoben, sondern nur um einen gewissen Betrag abgekürzt werden kann. Bei *Notommata* macht sich der Einfluss der ererbten Ruheperiode nur darin kenntlich, dass zeitweilig Wintereier in überwiegender Menge producirt werden, obgleich die äussern Bedingungen für die ausschliessliche Bildung von Sommereiern günstig sind; den überwiegenden Einfluss haben aber offenbar die direct einwirkenden äussern Bedingungen.

Es fiel mir auf und ist oben bereits erwähnt worden, dass im Januar das Vorherrschen der Wintergallen mit einer Periode niedriger Temperatur und das Wiederauftreten der Sommergallen mit dem Eintritt wärmerer Witterung coincidirte. Es lag die Vermuthung nahe, dass die Bildung der einen oder andern Art von Eiern direct von der Temperatur abhängig sei. Ich prüfte diese Vermuthung durch folgenden

Versuch. 10 junge, noch im Wachstum begriffene Gallen, mit je einem noch keine Eier führenden Weibchen, wurden ausgesucht und je 5 davon in bedeckte Krystallisirschälchen mit Wasser gelegt; das eine Schälchen hielt ich in der Mitte des Zimmers bei 17—20°, das andere in der kalten Abtheilung des Gewächshauses bei 6—9°; täglich wurden sämtliche Gallen untersucht und ihre Entwicklung notirt. Ich erwartete, dass in den warm gehaltenen Gallen ausschliesslich oder doch vorwiegend Sommereier, in den kalt gehaltenen dagegen Wintereier sich bilden würden. Diese Erwartung erwies sich aber als ganz irrig. Die 5 warm gehaltenen Gallen lieferten sämtlich nur Wintereier; in den kalt gehaltenen Gallen blieb die Entwicklung zeitlich bedeutend zurück, und als schliesslich doch überall Eier gebildet wurden, waren dieselben in 4 Gallen ebenfalls Wintereier, in einer aber Sommereier. Gleichzeitig hatte auch in der Massencultur die fast ausschliessliche Production von Wintereiern begonnen. Dieser Versuch ist trotz seines negativen Resultats lehrreich; er zeigt, dass die Art der zu legenden Eier schon in dem ziemlich jungen Weibchen, lange bevor noch die Eier in demselben sichtbar geworden, vorher bestimmt ist und dass sie sich nicht willkürlich ändern lässt, wenigstens nicht durch selbst ziemlich weit gehende Temperaturänderung. Die oben erwähnte Coincidenz der Temperaturveränderung mit der Aenderung in der Art der gebildeten Eier scheint demnach nur zufällig gewesen zu sein. Wodurch nun factisch die Art der zu bildenden Eier bestimmt wird, darüber kann ich nicht einmal Vermuthungen anstellen. Dass die Differenz nicht daran liegen kann, dass die einen Eier befruchtet worden sind und die andern nicht, scheint mir kaum zweifelhaft (vgl. weiter unten). Dass nicht etwa die Weibchen von vorn herein (schon im Ei) dazu gewissermaassen prädestinirt sind, Sommer- oder Wintereier zu bilden, geht nicht nur aus der Abwesenheit jeglicher erkennbaren Differenzen unter den jungen Weibchen hervor, sondern auch vor allem daraus, dass ein und dasselbe Weibchen beiderlei Eier produciren kann. Auch an einen Generationswechsel, derart, dass aus Sommereiern hervorgehende Thiere Wintereier bilden und vice versa, ist aus naheliegenden Gründen nicht zu denken.

Entwicklung der Wintereier vor Beginn ihrer Ruheperiode. Alle Untersuchungen über die Entwicklung der Rotatorien-Eier, welche ich habe ausfindig machen können, beziehen sich auf die Sommereier; die Entwicklung der Wintereier hingegen (abgesehen von den dem Ausschlüpfen unmittelbar vorausgehenden Stadien) scheint gar nicht untersucht worden zu sein, und eine solche

Untersuchung würde auch bei der Dicke, Undurchsichtigkeit und Impermeabilität der Hülle der Wintereier bei den meisten Species auf fast unüberwindliche Schwierigkeiten stossen. Man glaubt wohl allgemein, dass die Wintereier in einzelligem Zustand in die Ruheperiode treten und erst nach Absolvirung dieser sich zu furchen beginnen. So heisst es bei KORSCHOLT u. HEIDER<sup>1)</sup>: „Die Entwicklung . . . der Dauereier erfolgt erst längere Zeit nach der Ablage.“ Dies ist die einzige allgemeine Angabe, die ich in der Literatur habe auffinden können. Speciell bezüglich der *Notommata wernecki* vertritt BALBIANI ebenfalls die herrschende Ansicht, indem er (p. 24, 27) die Anwesenheit eines Kerns („Keimflecks“) bei den Wintereiern hervorhebt und in einem mit 2 Hüllen versehenen, also für die Ruheperiode reifen Winterei (fig. 13) den Keimfleck zeichnet. Nur eine einzige Angabe ist mir in der Literatur begegnet, welche mit der obigen Meinung nicht im Einklang ist. COHN<sup>2)</sup> sagt: „Von der mehrzelligen Structur der Wintereier, die HUXLEY bei *Lacimularia* beschreibt, habe ich in den von mir untersuchten Fällen nichts wahrnehmen können (siehe dessen Abhandlung „On Lacimularia socialis“, Quarterly Micr. Journ., 1852, p. 12—14)“. Leider war mir die von COHN citirte Mittheilung HUXLEY's weder im Original noch in einem Referat zugänglich, so dass es mir unbekannt bleibt, was HUXLEY eigentlich beobachtet hat. HUXLEY selbst übergeht in seinem Lehrbuch<sup>3)</sup> den fraglichen Punkt mit Stillschweigen. — Sonst ist nur noch anzuführen, dass COHN<sup>4)</sup> bezüglich der Wintereier von *Conochilus volvox* es unentschieden lässt, ob dieselben, „ehe sie ihre völlige Reife annehmen, sich furchen oder nicht“.

In Anbetracht dieses Standes der Dinge dürfte der Nachweis von Interesse sein, dass die Wintereier von *Notommata wernecki* sofort nach der Ablage sich zu entwickeln beginnen und in Form eines schon ziemlich weit entwickelten Embryos ihre Ruheperiode durchmachen.

Ich wurde hierauf zuerst durch folgende Beobachtung aufmerksam. Aus einer noch lebenden Galle, welche ich aufschnitt, trat eine Anzahl unverletzter Wintereier aus, zum Theil noch mit einer Hülle, meist

1) KORSCHOLT u. HEIDER, Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Thiere, spec. Theil, 1893, p. 168.

2) COHN, in: Z. wiss. Zool., V. 7, 1856, p. 484.

3) HUXLEY, A manual of the anatomy of invertebrated animals, 1877, Rotifera (p. 187—193).

4) COHN, in: Z. wiss. Zool., V. 12, 1862, p. 204.

aber „reif“ (d. h. hier wie auch im Folgenden: zur Ruheperiode reif), mit zwei Hüllen. Unter den ersteren fiel mir eines auf, dessen Inhalt eine gewisse Differenzirung aufwies, an einigen Stellen eingeschnürt war und 4 durchscheinende helle Flecke enthielt, während die übrigen „unreifen“ Eier gleichmässig dichtkörnig waren und nur einen hellen Fleck im Centrum hatten; nähere Betrachtung bei starker Vergrösserung liess keinen Zweifel, dass das betreffende Ei aus 4 Zellen bestand, welche sehr dicht gelagert und an den Berührungsflächen abgeplattet waren; die hellen Flecke in den Centren der 4 Zellen waren offenbar Zellkerne. Später machte ich noch einmal zufällig eine ähnliche Beobachtung, bis ich schliesslich Gelegenheit fand, die Furchung wenigstens zum Theil direct zu verfolgen. Aus einer aufgeschnittenen, Wintereier führenden Galle wurden am Nachmittag des 8. II. das noch lebende und Eier enthaltende Mutterthier und einige unverletzte Eier isolirt, darunter 2 offenbar frisch gelegte, noch einzellige Eier mit einem deutlichen Keimfleck. Am Nachmittag des 9. II. hatten beide die erste Furchung erfahren; durch eine Quersfurche war der Inhalt in eine hellere Mikro- und eine dunklere Makromere zerfallen, beide mit durchschimmerndem Zellkern. Nach weitem 3½ Stunden war bei beiden Eiern die Makromere ihrerseits durch eine schräge Einfurchung in zwei Zellen getheilt; ob auch die kleinere Zelle schon getheilt war, blieb mir zweifelhaft. Am Vormittag des 10. II. war die Furchung bereits weit vorgeschritten; in beiden Eiern war eine dunklere centrale Masse und eine hellere peripherische Schicht zu sehen; die centrale Masse bestand aus wenigen ziemlich grossen, die peripherische Schicht aus zahlreichen kleinern Zellen, — doch waren namentlich in der letztern die Zellen nur schwer zu erkennen. Bis zum Nachmittag desselben Tages schienen in der centralen Masse noch Veränderungen (vielleicht weitere Theilungen) vor sich gegangen zu sein, in Folge deren dieselbe etwas kleiner, dichter und gegen die peripherische Schicht schärfer abgegrenzt wurde. Bis zu diesem Stadium füllte der Inhalt die Hülle aus, nur stellenweise war er ein wenig von ihr zurückgetreten, und in dem Zwischenraum befanden sich kleine Plasmaklumpchen, über deren Herkunft, Bedeutung und Schicksal ich im Zweifel blieb. — Ein drittes Ei befand sich bereits zu Beginn der Beobachtung in demselben vielzelligen Stadium, welches die beiden bisher besprochenen Eier erst am 10. II. erreichten. Dessen zunächst die Eihülle ganz ausfüllender Inhalt contrahirte sich im Laufe der Beobachtung nicht unbeträchtlich, wobei mir der entstehende Zwischenraum von einer gallertigen Substanz er-

füllt schien; an der Oberfläche des contrahirten Inhalts trat eine feine hyaline Schicht auf, und schliesslich umgab sich derselbe an dem einen Ende mit einer deutlichen innern Hülle. — Weiter konnte ich die Beobachtungen nicht führen, denn am 11. II. Morgens waren alle Eier ohne weitere Veränderung abgestorben, wahrscheinlich deshalb, weil das Präparat die ganze Zeit hindurch mit Deckglas bedeckt war und weil überdies das Wasser etwas schon früher zu anderweitigem Zweck zugesetztes Anilinblau enthielt; auch das Mutterthier und zwei inzwischen von ihm noch gelegte, einzellig gebliebene Eier waren abgestorben. Durch die offenbar ungünstigen Bedingungen erklärt sich auch die Langsamkeit, mit der die Entwicklung der 3 Eier verlief. Dass die Furchung normaler Weise ziemlich schnell vor sich gehen muss, ergibt sich daraus, dass man in aufgeschnittenen Gallen meist nur einerseits noch einzellige, andererseits schon „reife“, mit zwei Hüllen versehene Wintereier antrifft, während in Furchung begriffene Zwischenstadien nur selten und zwar immer vereinzelt vorkommen; bevor also noch ein neu gelegtes Ei sich zu furchen beginnt, hat das vor ihm gelegte schon die Furchung beendet. Immerhin konnte ich durch Vergleich verschiedener aufgefundenen Entwicklungsstadien die oben mitgetheilten Beobachtungen bestätigen und einige Lücken derselben ergänzen. Offenbar contrahirt sich gegen Ende der Furchung der Embryo mehr oder weniger und umgibt sich darauf mit der derben innern Hülle; unmittelbar nach Ausbildung der innern Hülle lässt sich die Zusammensetzung aus zahlreichen, kleinen Zellen noch wenigstens andeutungsweise erkennen; bald darauf schwinden aber auch diese Andeutungen, und nunmehr ist das Winterei „reif“ und tritt seine Ruheperiode an.

Wie man aus dem Mitgetheilten ersieht, verläuft die Furchung bei den Wintereiern anscheinend ebenso, wie sie für die Sommereier der Rotatorien von verschiedenen Forschern im Wesentlichen übereinstimmend geschildert worden ist. Nur ist bei den Sommereiern alles viel übersichtlicher, da die Furchungsproducte fast kuglig sind und ziemlich locker liegen; bei den Wintereiern hingegen sind sie dicht gedrängt, durch sehr feine, ebene Grenzlinien von einander getrennt und nur an den Ecken leicht abgerundet; da überdies das Protoplasma dunkel und dichtkörnig ist, so sind die Theilungszustände leicht zu übersehen und die Einzelheiten des Vorganges schwer zu verfolgen.

Zur Controle meiner Beobachtungen und um völlig die Möglichkeit auszuschliessen, dass dieselben vielleicht nicht Wintereier, sondern einzeln in derselben Galle vorhanden gewesene Sommereier betroffen

haben, wäre es nun erwünscht, auch an ganz „reifen“, ruhenden Wintereiern sich von der Vielzelligkeit des Inhalts zu überzeugen. Das ist aber an lebenden Eiern durchaus unmöglich; offenbar sind die Zellen hier so dicht gedrängt, dass die directe Betrachtung lebender „reifer“ Eier (Fig. C) keine Spur ihres vielzelligen Baues zeigt. Der Inhalt erscheint an der Oberfläche grobkörnig, im Innern ziemlich homogen, und sonst ist keinerlei Differenzirung zu sehen. Das Einzige, was ohne Kenntniss der frühern Stadien Zweifel an dem einzelligen Zustand der Eier erwecken kann, ist die Abwesenheit eines Keimflecks und die Anwesenheit einer glänzenden, hyalinen Stelle, welche an der Oberfläche des Eiinhalts und zwar an der abgeflachten Seite desselben sich befindet (Fig. C, h, — im Holzschnitt leider verloren gegangen).

Als günstiger erwiesen sich hingegen durch Alkohol oder Osmiumsäure fixirte und durch langes Liegen in Glycerin aufgehellte Wintereier, welche ich in meinen Dauerpräparaten der Gallen beobachtete. Die derbe innere Hülle der Wintereier ist freilich für Glycerin ausserordentlich schwer permeabel; obgleich ich meine Präparate in nur 6proc. Glycerin einlegte und dieses sich durch ganz allmähliche Verdunstung concentriren liess, drang dasselbe zunächst doch nicht ins Innere der Eier ein, sondern entzog ihnen nur Wasser, in Folge dessen der Eiinhalt bedeutend schrumpfte und die innere Hülle sich einfaltete und eine kantige Form annahm. Im Laufe der Zeit drang das Glycerin aber doch durch die innere Eihülle ein, denn als ich nach über einem Monat meine Präparate revidirte, hatten sich die meisten Wintereier wieder vollkommen geglättet und ihre normale Gestalt angenommen; der Inhalt füllte die innere Eihülle meist ebenso vollständig aus wie an den frischen Eiern, nur in denjenigen Präparaten, welche längere Zeit mit Osmiumsäure behandelt worden waren, blieb der stark gebräunte Eiinhalt etwas contrahirt. Der nun viel durchsichtigere Inhalt liess folgendes erkennen: Zunächst eine Differenzirung in eine voluminöse, feinkörnige, bei starker Einwirkung von  $OsO_4$  dunkler gefärbte, centrale Masse und eine davon scharf abgegrenzte, hellere, mehr grobkörnige, peripherische Schicht: in ersterer mehrere Gebilde, die mir nach Kernen mit je einem Nucleolus aussahen, in letzterer zahlreiche kleinere, helle Körperchen, die mir ebenfalls den Eindruck von Kernen machten. In der centralen Masse war in günstigen Fällen ein feiner longitudinaler Spalt zu sehen, von dem beiderseits einige Querspalten ausgingen (Andeutung der Zellgrenzen); an der Peripherie endlich sah ich an einigen Stellen merkliche Einschnürungen und unter der schon am frischen Ei sichtbaren, hellen Stelle eine deutliche

Vertiefung. Diese Beobachtungen beziehen sich auf unzweifelhafte Wintereier mit doppelter Hülle, welche erst unlängst ihre „Reife“ erlangt haben, denn sie befinden sich in Gallen mit zum Theil noch nicht perforirter Membran und noch nicht zerfallenem plasmatischem Wandbeleg, neben noch lebend fixirtem und zum Theil sogar noch ungelegte Eier enthaltendem Mutterthier. Persönlich auf Grund des Angeführten von der Vielzelligkeit der „reifen“ Wintereier überzeugt, wandte ich mich doch Sicherheit halber und wegen näherer Aufklärung an eine in zoologischen Dingen competente Persönlichkeit, nämlich an meinen geehrten Collegen Herrn EDUARD MEYER, Privatdocenten der Zoologie an hiesiger Universität. Dieser untersuchte die ihm vorgelegten Präparate und erklärte, die „reifen“ Wintereier enthielten weit entwickelte Embryonen mit ausgebildeten Keimblättern und angelegter Mundöffnung.

Die mitgetheilten Thatsachen legen die Vermuthung nahe, dass überhaupt bei den Rotatorien die Wintereier nicht, wie man glaubte, in einzelligem Zustand, sondern im Zustand eines ziemlich weit entwickelten Embryos ihre Ruheperiode durchmachen. *Notommata wernecki* bildet, dank der Durchsichtigkeit der Eihüllen, ein relativ günstiges Object für die Constatirung dieser Thatsache; bei den Wintereiern der meisten andern Rotatorien könnte das gleiche Verhalten wegen ihrer Undurchsichtigkeit bisher der Beobachtung entgangen sein und dürfte sich, wenn man danach sucht, vielleicht auch hier constatiren lassen. — Eine indirecte Bestätigung meiner Annahme erblicke ich in den Beobachtungen über die dem Ausschlüpfen vorausgehende Entwicklung des Embryos, welche WEISSE<sup>1)</sup> an den Wintereiern einer ganzen Reihe von Rotatorien angestellt hat. Zwischen dem Stadium des ruhenden Wintereies und dem Ausschlüpfen des jungen Thieres vergingen überall nicht mehr als 2—3 Tage; die ersten bemerkbaren Veränderungen bestanden in der Ausbildung der Wimpern, des Auges und des Kauapparats, welche manchmal schon wenige Stunden nach Beginn der Beobachtung erkennbar wurden. Eine so schnelle und mit der Bildung solcher Organe beginnende Entwicklung scheint mir mit der Einzelligkeit des ruhenden Eies unvereinbar und zwingt zu der Annahme, dass dasselbe in der Ruheperiode bereits einen ziemlich weit entwickelten Embryo enthält, ebenso wie ich es bei *Notommata wernecki* constatirt habe.

1) WEISSE, in: Bull. Acad. Sc. St. Pétersbourg, 1851, p. 349 und 1865, p. 203—214.

Die Ruheperiode und der Abschluss der Entwicklung der Wintereier. Die reifen Wintereier verbleiben nach dem Absterben des Mutterthieres in der Galle, deren dicke, resistente Membran, abgesehen von der Perforation der Hörnerenden, persistirt, auch wenn der sie tragende Vaucheria-Faden zu Grunde gegangen ist. Früher oder später verschwindet die äussere, zarte Hülle des Eies, im Uebrigen erleidet es während seiner Ruheperiode keinerlei erkennbare Veränderungen. Bezüglich der Dauer der Ruheperiode giebt BALBIANI (p. 36) an, dass in seinen Culturen die Ende April gebildeten Wintereier bis in den December ganz unverändert blieben; nach einer längern Unterbrechung der Beobachtungen fand er im März nur noch leere Eihäute vor; die Eier ruhten also fast ein ganzes Jahr. Meine Culturen zeigen, dass die Ruheperiode auch viel kürzer sein kann und dass ihre Dauer sehr variabel ist. Eine Galle mit Wintereiern, in der die Entwicklung am 19. XII. abschloss, wurde neben 3 andern in einem Schälchen mit Wasser im Zimmer aufbewahrt; schon am 14. I., also nach kaum einem Monat, fand ich in derselben 2 ausgeschlüpfte junge Thiere, zu denen am folgenden Tage noch 2 weitere hinzukamen<sup>1)</sup>; noch einige weitere Eier waren in Entwicklung gerathen, ihre Embryonen starben jedoch ab, ohne auszuschlüpfen; die übrigen in derselben Galle enthaltenen Eier sowie sämtliche Eier der 3 andern, gleich alten Gallen blieben ruhen bis in den Februar hinein, wo ihre Beobachtung aufgegeben wurde. Von 2 andern Gallen mit Wintereiern, die schon Ende October gelegt worden waren, begann die Entwicklung in der einen ebenfalls Mitte Januar, in der zweiten erst Ende Januar — also nach 2½—3 Monaten. In einigen der übrigen, aus derselben Zeit stammenden Gallen zeigte noch im Februar keines der Wintereier Anzeichen der Entwicklung, während freilich die grosse Mehrzahl der im October gelegten Wintereier im Februar bereits entleert war. In den zwei eben erwähnten Gallen sowie überhaupt in allen beobachteten Fällen waren es immer nur einzelne Eier, welche sich entwickelten; in einem Fall z. B. zeigten zuerst am 16. I. zwei Eier die ersten Anzeichen von wieder beginnender Entwicklung, am 20. I. ein drittes, am 22. I. ein viertes — die übrigen Eier blieben während der noch mehrere Wochen fort-dauernden Beobachtung vollkommen ruhend. Die Dauer der Ruhe-

1) Auch bei *Hydatina senta* dauert die Ruheperiode der Wintereier zuweilen nur 18—21 Tage (PLATE, in: Jena. Z. Naturw., V. 19, 1886, p. 42).

periode ist also selbst für die von demselben Mutterthier gelegten Wintereier individuell verschieden. — Sehr auffallend ist der schädigende Einfluss der Tropfencultur auf die Entwicklung der Wintereier. Von den in Entwicklung begriffenen Embryonen starb stets die Mehrzahl in mehr oder weniger vorgeschrittenem Entwicklungszustand ab, und nur einzelne schlüpften aus; zweimal schlüpfte nur je ein Junges aus, und zwar starb dieses in dem einen Fall sofort nach dem Ausschlüpfen ab; ein drittes Mal starben alle 5 in Entwicklung begriffenen Eier ab, ohne Junge zu liefern; nur einmal schlüpften 4 Junge aus, doch war die betreffende Galle in einem Schälchen mit Wasser gehalten worden und wurde erst dann in Tropfencultur genommen, als bereits zwei junge Thiere ausgeschlüpfte waren.

Die ersten Anzeichen der wieder beginnenden Entwicklung eines ruhenden Wintereies bestehen darin, dass der etwas heller werdende Inhalt das Ei nicht mehr ganz ausfüllt und gleichzeitig eine zunächst noch sehr undeutliche Differenzirung erkennen lässt. Am folgenden Tage ist bereits das Auge ausgebildet und die Anlage des Kauapparats erkennbar, am dritten Tage ist das junge Thier fertig gebildet und mehr oder weniger beweglich, am vierten oder fünften Tage schlüpft es aus. Die Embryonen und ausgeschlüpfte jungen Thiere unterscheiden sich von den aus Sommereiern entstehenden einzig und allein dadurch, dass sie eine in der Mitte des Körpers (wahrscheinlich im Magen) gelegene Gruppe röthlicher Körnchen enthalten, welche bei jenen fehlt. Ferner befindet sich in den in Entwicklung begriffenen Wintereiern zwischen dem Embryo und der Eihülle ein Klümpchen anscheinend plasmatischer Substanz, dessen Grösse mit zunehmender Entwicklung des Embryos abzunehmen scheint und das bei dem Ausschlüpfen desselben in der Eihülle zurückbleibt (ich kann aber nicht angeben, ob letzteres stets der Fall ist). Die Sprengung der Eihülle erfolgt durch einen longitudinalen Riss, der bald sich auf die eine Seite beschränkt, bald aber auch über einen der Pole sich erstreckt; dieser Riss wird nach dem Ausschlüpfen des jungen Thieres nicht geschlossen, sondern bleibt mehr oder weniger weit klaffend, mit eingebogenen Rändern (Fig. D); hierdurch sowie durch die Dicke und die starke Lichtbrechung der Hülle unterscheiden sich die leeren Hüllen der Wintereier auf den ersten Blick von denen der Sommereier.

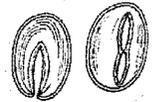


Fig. D. Zwei leere Eihüllen von Wintereiern.

### Die Männchen.

BALBIANI (p. 25) konnte, wie er angiebt, trotz aller darauf gerichteten Aufmerksamkeit bei *Notommata wernecki* keine Männchen auffinden und auch keine indirecten Spuren der Existenz derselben entdecken. Ich war in dieser Hinsicht glücklicher, indem ich nach anfänglich ebenfalls fruchtlosem Suchen die Männchen auffand und sie seitdem oft zu beobachten Gelegenheit hatte.

Die Organisation der Männchen. Vor allem fällt der Hoden auf als nahezu kugliger oder ein wenig birnförmiger Körper, der kaum mehr als  $\frac{1}{4}$  der Körperlänge einnimmt und etwa in der Mitte des Körpers gelegen ist; nach hinten setzt er sich in einen engen Samenleiter fort, der in den Penis führt. Der letztere, welcher in eine Cuticularfalte eingezogen werden kann, bildet in ausgestrecktem Zustand einen an der Dorsalseite des Thieres befindlichen, kurz cylindrischen Fortsatz, dessen Canal am Ausführungsgang mit flimmernden Wimpern besetzt ist; er hat, kurz gesagt, genau dieselbe Form und Lage wie bei *Hydatina senta* nach der COHN'schen Zeichnung<sup>1)</sup> und bei vielen andern Rotatorien. Die „Prostata-drüse“ und die dem Hoden anliegenden „Körnerblasen“, welche bei vielen Rotatorienmännchen beobachtet worden sind, scheinen bei unserer Species ganz zu fehlen. Die Spermatozoen sind im Hoden schlecht zu sehen, werden aber deutlicher sichtbar, wenn, wie das nicht selten vorkommt, das Männchen sie einzeln oder gruppenweise ins Wasser ejaculirt; sie haben die Form spiralig gewundener Stäbchen mit glänzendem Kopf und mattem Schwanz und bieten gegenüber den Spermatozoen anderer Rotatorien nichts Besonderes, es sei denn ihre relativ geringen Dimensionen. Ebenso wie bei andern Rotatorien sinken die ins Wasser gelangten Spermatozoen zu Boden, stellen ihre Bewegungen bald ein und werden desorganisirt. Im Hoden habe ich nur selten deutliche, wimmelnde Bewegung der Spermatozoen gesehen, meist fand gar keine Bewegung statt. Hier möchte ich eine Beobachtung einschalten, von der ich nicht weiss, ob sie bekannt ist. Lässt man zu einem unter Deckglas befindlichen Präparat, welches lebende Männchen enthält, langsam Kalilauge hinzutreten, so werden nach Maassgabe der Ausbreitung des Reagens alle vorhandenen Thiere (nicht bloss Rotatorien) sehr unruhig, der Wimperschlag wird sehr beschleunigt, und alsbald beginnen die bis dahin ruhenden Spermato-

1) COHN, in: Z. wiss. Zool., V. 7, 1856, tab. 23, fig. 11.

zoen im Hoden der *Notommata*-Männchen ausserordentlich lebhaft zu wimmeln; die wimmelnde Bewegung dauert so lange an, bis zunächst das Thier und etwas später auch die Spermatozoen durch die steigende Concentration der Lauge getödtet werden; dem Zurrückkommen der Spermatozoen folgt alsbald ihre Auflösung. Diese anregende Wirkung hat die Kalilauge sogar auf das Sperma der noch im Ei befindlichen männlichen Jungen.

Die Fussdrüsen sind beim Männchen ebenso beschaffen wie beim Weibchen. Die Wassergefässe sind sehr undeutlich; ich habe sie nicht sehen können, schliesse jedoch auf ihre Anwesenheit aus derjenigen der Zitterorgane, die ich beim Männchen ebenso wie beim Weibchen mitunter gesehen habe. Von der contractilen Blase hingegen, deren Pulsationen beim Weibchen sehr deutlich und leicht zu beobachten sind, habe ich beim Männchen nie eine Andeutung sehen können; sie muss also hier fehlen, wie das übrigens nach PLATE<sup>1)</sup> bei der Mehrzahl der Rotatorien-Männchen der Fall zu sein scheint.

Der Vordertheil des Körpers bietet bei beiden Geschlechtern keine Differenzen; die Form desselben, die Bewimperung, das Gehirn, das Auge und schliesslich der Kauapparat sind beim Männchen genau so beschaffen wie beim Weibchen; auch ist der Kauapparat zu denselben Bewegungen befähigt. Dagegen fehlen dem Männchen die beim jungen Weibchen sehr auffallenden Magendrüsen („glandes gastrales“ nach BALBIANI). Von einem Darmcanal war bei normal ausgebildeten Männchen überhaupt nichts zu erkennen. Dennoch ist ein Rudiment desselben vorhanden und nur normaler Weise verdeckt; denn bei einem unvollkommen ausgebildeten, ungewöhnlich hyalin aussehenden und fast unbeweglichen Männchen sah ich mit vollster Deutlichkeit von dem Kauapparat bis in die Gegend des Hodens einen dünnen, lumenlosen Strang hinziehen, der in fortwährender undulirender Bewegung war und nichts Anderes als ein rudimentärer Darmcanal sein konnte. Die normal ausgebildeten Männchen unserer Species sind nb. keineswegs so hyalin, wie es diejenigen mancher anderer Rotatorien sein sollen; sie machen vielmehr ungefähr denselben Eindruck wie die Weibchen und erscheinen in demselben Grad mit innern Organen angefüllt. Daher ist bei ihnen von Muskeln und Nerven ebenso wenig etwas zu sehen wie bei den Weibchen.

1) PLATE, in: Jena. Z. Naturw., V. 19, 1886.

Die Gestalt der jungen Thiere ist (abgesehen vom Penis) bei beiden Geschlechtern genau die gleiche. In der Grösse hingegen bleiben die Männchen um fast  $\frac{1}{4}$  hinter den Weibchen zurück. Im ganz ausgestreckten Zustand habe ich die jungen Thiere nicht messen können, ich maass aber zweimal an mit Osmiumsäure fixirten Präparaten je ein Paar nur mässig und in ungefähr gleichem Grad contrahirter Männchen und Weibchen gleichen Alters; ich fand folgende Zahlen: Männchen 128  $\mu$ , Weibchen 163  $\mu$  lang; das andere Mal: Männchen: Länge 133  $\mu$ , grösste Breite 33  $\mu$ ; Weibchen: Länge 170  $\mu$ , grösste Breite 41  $\mu$ . In entsprechendem Verhältniss sind auch die gleichnamigen Organe, z. B. der Kauapparat, bei den Männchen kleiner als bei den Weibchen.

Vergleichen wir die Organisation der Männchen der *Notommata wernecki* mit derjenigen der Männchen anderer Rotatorien, wie sie von verschiedenen Forschern beschrieben worden ist, so finden wir zwar in den meisten Punkten Uebereinstimmung, in einem wichtigen Punkt stehen aber die Männchen unserer Art einzig da. Die Männchen fast sämtlicher Rotatorien, so weit sie überhaupt bekannt sind, unterscheiden sich bekanntlich von den Weibchen durch völligen Mangel einer Mundöffnung und eines Kauapparats; die Männchen der *Notommata wernecki* haben hingegen einen Kauapparat, der genau ebenso gebaut ist wie bei den Weibchen, und daraus kann man mit grosser Wahrscheinlichkeit auch auf die Anwesenheit einer Mundöffnung schliessen (ich habe leider auf dieselbe nicht geachtet). Unter den übrigen Rotatorien finden wir Mundöffnung und Kauapparat bei den Männchen nur noch in der kleinen und ganz abseits stehenden Familie der *Seisonidae*<sup>1)</sup>, welche eine geringe Anzahl von meerbewohnenden ektoparasitischen Arten umfasst. Diese unterscheiden sich aber sowohl von unserer Art als auch von allen übrigen Rotatorien dadurch, dass die Männchen bis auf die Sexualorgane den Weibchen in jeder Hinsicht völlig gleich organisirt sind, also auch einen vollkommen entwickelten Darmcanal besitzen. *Notommata wernecki* ist somit die bisher einzige Rotatorie, deren Männchen nur ein Rudiment des Darms und gleichzeitig einen Kauapparat besitzen. In Bezug auf die Differenz der Organisationsstufe beider Geschlechter nimmt *Notommata wernecki* eine Mittelstellung ein zwischen den *Seisonidae*, wo keine

1) Vgl. PLATE, in: Mitth. Zool. Stat. Neapel, V. 7, 1886—1887, p. 234 ff. Dasselbst ist auch die frühere, mir unzugängliche Literatur über die *Seisonidae* angeführt.

Differenz besteht, und allen übrigen Rotatorien, wo, so weit man die Männchen kennt, die Differenz bedeutend ist; die Kluft, welche die *Seisonidae* von den übrigen Rotatorien trennt, wird hierdurch bedeutend vermindert. Ich weiss nicht, wie bereits erwähnt, worauf hin HUDSON u. GOSSE unsere Species in die neue Gattung *Proales* gestellt haben; doch scheint es mir jedenfalls, dass sie, allein schon wegen der hervorgehobenen besondern Organisation ihrer Männchen, aus der Gattung *Notommata* ausgeschieden werden muss und für sich allein den Typus zum mindesten einer besondern Gattung der Rotatorien bildet.

Die männlichen Eier. Dieselben unterscheiden sich von den weiblichen Sommereiern durch etwas kleinere Dimensionen; ihre Länge beträgt meist 63  $\mu$  (manchmal bis zu 70  $\mu$ ), die Dicke 44  $\mu$ , während die weiblichen, auf die sich die oben gegebene Beschreibung der Sommereier bezieht, meist  $74 \times 52 \mu$  messen. Die Grössendifferenz ist nicht bedeutend genug, um daran das Geschlecht des Eies mit Sicherheit erkennen zu können, zumal da die grössten männlichen Eier gerade dieselben Dimensionen erreichen, welche bei den kleinsten weiblichen Eiern vorkommen. Auf den ersten Blick werden dagegen beide Geschlechter unterscheidbar, wenn die Eier bereits einen fertigen Embryo enthalten. An den weiblichen Embryonen fallen vor allem die Magendrösen als zwei relativ grosse, glänzende, ovale Gebilde auf; bei den männlichen Embryonen fehlen diese, dagegen fällt hier der Hoden schon bei schwacher Vergrösserung als voluminöser, grobkörniger, kugliger oder ovaler Körper auf; in günstigen Fällen ist selbst der Penis mit seinen zuckenden Bewegungen schon im Ei zu erkennen.

Im Gegensatz zu den über andere Rotatorien vorliegenden Beobachtungen legt bei *Notommata wernecki* ein und dasselbe Weibchen in der Regel Sommereier beiderlei Geschlechts; nachdem ich einmal die Männchen erkennen gelernt hatte, fand ich männliche Eier resp. ausgeschlüpfte Junge in fast sämtlichen untersuchten Gallen. Männliche Eier werden meist in bedeutend geringerer Anzahl gelegt als weibliche; so zählte ich in einer Galle 7 männliche und wenigstens 23 weibliche Eier, in einer andern 12 oder 13 männliche und wenigstens 49 weibliche. In 6 andern Gallen zählte ich nur die sicher männlichen Eier und fand deren einmal nur 3, sonst 7—11; die Zahl der weiblichen Eier war in allen diesen Fällen bedeutend grösser. Aehnlich war das Verhältniss auch in vielen andern Gallen, wo keine Zählungen vorgenommen wurden. Irgend eine bestimmte Reihenfolge im Legen der Eier verschiedenen Geschlechts wird nicht eingehalten, wie ich aus der einige Mal beobachteten Reihenfolge des Ausschlüpfens

der ersten jungen Thiere schliesse; es schlüpfte beispielsweise zuerst ein Weibchen aus, dann ein Männchen, dann mehrere Weibchen, dann wieder ein oder einige Männchen u. s. w. In sehr seltenen Fällen werden nur weibliche Eier gelegt; einmal habe ich einen solchen Fall mit Sicherheit constatirt, ein anderes Mal sah ich zwar nur weibliche Eier, doch waren ausserdem einige Eier ungünstig gelegen (durch andere verdeckt) und konnte deshalb ihr Geschlecht nicht sicher erkannt werden. Andererseits habe ich auch einen Fall beobachtet, wo sämtliche Junge und Eier, die aus der zerschnittenen Galle isolirt werden konnten, männlich waren; andere blieben freilich in der sehr undurchsichtigen Galle zurück, so dass es unbekannt blieb, ob dieselbe nicht auch weibliche Eier enthielt; ich werde unten auf diesen, unter besondern Verhältnissen eingetretenen Fall noch zurückkommen.

Ich kann leider nicht angeben, ob es auch vorkommt, dass ein und dasselbe Weibchen ausser männlichen und weiblichen Sommer-eiern auch Wintererier legt; denn die wenigen Fälle, wo ich Wintererier und Sommererier in einer Galle antraf, wurden sämtlich zu einer Zeit beobachtet, wo ich auf die Männchen noch nicht aufmerksam geworden war. Ich halte es aber für nicht unwahrscheinlich, dass obige Möglichkeit manchmal realisirt wird.

Eine andere Frage, die, wie es scheint, noch von Niemand auch nur aufgeworfen wurde, ist die, ob nicht auch die Wintererier der Rotatorien Junge zweierlei Geschlechts liefern. Leider kann ich hierüber für unsere Species keine ganz bestimmte Auskunft geben, ich glaube aber, dass diese Frage zu bejahen ist. Ich habe freilich, wie bereits gesagt, nur sehr wenige aus Wintereriern ausgeschlüpfte junge Thiere zu sehen bekommen, und diejenigen von ihnen, welche ich gut sehen konnte, waren sämtlich weiblich. Einmal aber schien mir das frisch ausgeschlüpfte Junge ein Männchen zu sein; doch war dasselbe nicht ganz normal ausgebildet, starb alsbald nach dem Ausschlüpfen ab und lag nicht genügend frei, als dass ich sein Geschlecht hätte mit voller Sicherheit erkennen können. Weiter kann ich noch zu Gunsten der Vermuthung, dass die Wintererier zweigeschlechtig sind, die Thatsache ins Feld führen, dass auch unter ihnen Grössendifferenzen derselben Art vorkommen, wie sie zwischen männlichen und weiblichen Sommereriern bestehen. Aus einer zerschnittenen alten Galle trat eine Anzahl ruhender Wintererier mit schon geschwundener äusserer Hülle ins Wasser; eines derselben war auffallend kleiner als die übrigen, welche unter einander sehr gleichmässige Dimensionen aufwiesen; ersteres war  $59 \mu$  lang und  $44 \mu$  dick, die letztern  $67-72 \mu$  (meist

$70 \mu$ ) lang und  $52-54 \mu$  dick. Die Dimensionen des kleinen Eies sind fast dieselben wie bei den männlichen Sommereriern, und ich halte es für sehr wahrscheinlich, dass dasselbe ein männliches Wintererier war. Solche kleine Wintererier neben numerisch überwiegenden grössern habe ich auch noch in einigen andern Fällen beobachtet.

Die Zeit des Auftretens der Männchen und ihr Verhältniss zur Fortpflanzung. Man hat früher geglaubt, dass die Männchen der Rotatorien nur zu bestimmten Jahreszeiten vorkommen, und so sagt auch BALBIANI (p. 25), dass aus seinen negativen Befunden noch nicht auf die völlige Abwesenheit der Männchen bei *Notommata wernecki* zu schliessen sei, da dieselben möglicher Weise nur im Herbst auftreten. COHN<sup>1)</sup> suchte es wahrscheinlich zu machen, dass die Wintererier einem Befruchtungsprocess ihre Bildung verdanken, hauptsächlich auf Grund dessen, dass die Production der Wintererier auf dieselben Jahreszeiten beschränkt sei wie das Auftreten der Männchen. BALBIANI (p. 25) erklärt für *Notommata wernecki* die Ansicht COHN's für unzutreffend, da er Bildung von Wintereriern beobachtete, ohne Männchen auffinden zu können. Seitdem hat PLATE<sup>2)</sup> für verschiedene Rotatorien angegeben, dass die Männchen, wenn auch vereinzelt, die ganze Vegetationsperiode hindurch vorkommen; er zeigte ferner für *Hydatina senta* experimentell, dass begattete Weibchen alle 3 Arten von Eiern (Wintererier, männliche und weibliche Sommererier) legen können, doch jedes nur eine Art, und dass andererseits Wintererier auch von Weibchen gelegt werden können, die nie mit Männchen zusammen gewesen sind. Damit war der COHN'schen Ansicht der Boden entzogen. Auch meine Beobachtungen sprechen nicht zu Gunsten einer Bedeutung der Befruchtung für die Production der Wintererier, denn diese letztern werden abwechselnd bald gar nicht, bald in überwiegender Menge gebildet, obwohl es an Männchen wohl nie fehlte. Ich habe zwar das erste Männchen erst spät, nämlich am 31. XII. entdeckt; ich habe sie aber nur darum früher nicht bemerkt, weil ich sie, unter dem Einfluss der Beschreibungen anderer Rotatorien-Männchen, mir anders (kleiner und einfacher organisirt) vorstellte, als sie bei *Notommata wernecki* in Wirklichkeit sind (es fragt sich, ob sie nicht vielleicht von BALBIANI auch aus demselben Grunde übersehen worden sind). Dass die Männchen schon von Beginn meiner Untersuchung an vorhanden waren, zeigte mir eines meiner ersten

1) COHN, in: Z. wiss. Zool., V. 7, 1856, p. 482—483.

2) PLATE, in: Jena. Z. Naturw., V. 19, 1886, p. 41, 42—43, 113.

Dauerpräparate, in dem ich bei nachträglicher Revision eine ganze Gesellschaft junger männlicher Thiere in einer Galle vorfand; auch finde ich bereits in meinen ersten Notizen Angaben über das Vorkommen kleinerer Sommereier neben solchen von gewöhnlicher Grösse, welche erstere nur männliche Eier gewesen sein können. Ob freilich bei *Notommata wernecki* auch im Frühling und Sommer Männchen vorkommen, bleibt vorläufig ungewiss.

PLATE<sup>1)</sup> hat bei *Hydatina senta* beobachtet, dass die Weibchen auf die mit ihnen zusammengebrachten Männchen gar keine Anziehung ausüben und dass das Zusammentreffen beider zur Begattung dem Zufall anheimgestellt ist. Auch ich sah nicht die mindeste gegenseitige Anziehung zwischen den jungen Thieren beiderlei Geschlechts und habe keine Begattung beobachtet. Freilich ist zu beachten, dass in meinen Tropfenculturen die zusammen befindlichen Männchen und Weibchen immer von dem gleichen Mutterthier abstammten, was vielleicht die Möglichkeit der Begattung zwischen ihnen ausschloss; beim Zusammenbringen von Männchen und Weibchen verschiedener Abstammung hätte möglicher Weise gegenseitige Anziehung und Begattung stattgefunden — doch war mein Material nicht reichlich genug zur Anstellung solcher Versuche.

Ich habe überhaupt keine Anhaltspunkte zur Lösung der Frage gewonnen, ob bei unserer Species Begattung Statt hat, und falls ja, ob sie eine Befruchtung der Eier zur Folge hat oder ob alle Eier sich parthenogenetisch entwickeln. Dass aber parthenogenetische Entwicklung hier möglich ist, das zeigt eine meiner Culturen in so schlagender Weise, dass ich dies erwähnen zu sollen glaube, obgleich wohl niemand an dem Stattfinden der Parthenogenese bei den Rotatorien zweifelt. Es ist das dieselbe Cultur, von der schon zweimal bei verschiedenen Gelegenheiten die Rede war. Ein Mutterthier war in einer Galle aus unbekanntem Gründen abgestorben, nachdem es 4 Sommereier abgelegt hatte; 2 von diesen waren ebenfalls todt, 2 andere aber entwickelten sich zu jungen weiblichen Thieren. Diese Weibchen befanden sich von ihrer Geburt an in dem allseitig geschlossenen Fadenstück der Vaucheria, eine Befruchtung war also völlig ausgeschlossen; nichts desto weniger entwickelte sich das eine Weibchen, welches in die fertige (ebenfalls geschlossene) Galle eindrang, ganz normal weiter und legte zahlreiche Sommereier. Nur ein Theil dieser Eier resp. der aus ihnen ausgeschlüpften jungen Thiere konnte untersucht werden, diese waren

1) PLATE, l. c. p. 37.

aber sämmtlich Männchen; als völlig sichergestellt kann somit bei *Notommata wernecki* die parthenogenetische Entwicklung der männlichen Sommereier betrachtet werden. In Anbetracht des sonst immer ziemlich geringen Procentsatzes männlicher Eier erschien mir dieser Fall sehr merkwürdig und führte mich auf einen Gedanken, den ich hier mit aller Reserve als eine bei künftigen Untersuchungen in Erwägung zu ziehende Möglichkeit aussprechen möchte: dass vielleicht unbefruchtete Eier zu Männchen, befruchtete hingegen zu Weibchen sich entwickeln, ähnlich wie das bekanntlich bei den Bienen der Fall ist. Hierdurch würde es erklärlich werden, dass in dem gegebenen Fall, wo eine Begattung ausgeschlossen war, nur männliche Eier beobachtet wurden; der oben beschriebene entgegengesetzte Fall, wo alle Eier weiblich waren, würde sich dadurch erklären, dass das bei der Begattung in das Mutterthier eingedrungene Sperma zur Befruchtung aller im Ovarium desselben enthaltenen Eier ausreichte, während in der grossen Mehrzahl der Fälle ein Theil der Eier unbefruchtet bleiben würde.

#### Zusammenstellung der wichtigern Ergebnisse.

Der Kauapparat von *Notommata wernecki* ist nicht reducirt, sondern ähnlich dem vieler anderer Rotatorien gebaut; er liegt dicht über der Mundöffnung, und die Unci können aus dieser hervorgestreckt werden.

Das Eindringen des Parasiten erfolgt nicht durch Löcher in der Membran alter entleerter Gallen, sondern wahrscheinlich durch die wachsende Spitze des Vaucheria-Fadens, deren zarte Membran mit Hilfe des Kauapparats durchbissen wird.

Der in einen Vaucheria-Faden eingedrungene Parasit frisst nicht nur das farblose Protoplasma, sondern auch die Fetttropfen und Chlorophyllkörner und enthält die letztern reichlich in seinem Mageninhalt. Entleerung von Speiseresten findet nicht oder höchstens in ungewöhnlich beschränktem Maass statt.

Ausserhalb der Gallen (im cylindrischen Vaucheria-Faden) vermag sich das Weibchen nicht vollkommen zu entwickeln und Eier zu legen.

Sommer- und Wintereier können, in Bestätigung einer Angabe BALBIANI's, von demselben Weibchen gelegt werden.

Die Wintereier besitzen eine zarte äussere und eine derbere innere Hülle, von denen die letztere erst einige Zeit nach der Ab-

lage des Eies gebildet wird und während der Ruheperiode allein erhalten bleibt.

Die Zahl der von einem Weibchen gelegten Sommereier ist ungewöhnlich gross, bis über 60; die Wintereier werden nur in unbedeutend geringerer Zahl gelegt.

Unter günstigen äusseren Bedingungen werden im Spätherbst und Winter sowohl Sommer- als Wintereier in unregelmässigem Wechsel gebildet. Die Art der zu legenden Eier wird nicht durch die herrschende Temperatur bestimmt.

Die Furchung der Wintereier erfolgt alsbald nach der Ablage, erst nach ihrer Beendigung wird die innere Eihülle ausgebildet; während der Ruheperiode enthält das Winterei einen schon ziemlich weit entwickelten Embryo. Wahrscheinlich gilt dasselbe für die Wintereier der Rotatorien überhaupt.

Die Dauer der Ruheperiode der Wintereier ist keine bestimmte, sondern ist selbst für die von demselben Weibchen gelegten Eier individuell verschieden.

Die aus Wintereiern ausschlüpfenden Jungen unterscheiden sich nicht von den aus Sommereiern entstehenden.

Bei *Notommata wernecki* kommen neben den Weibchen auch Männchen vor. Dieselben besitzen nur ein Rudiment eines Darmcanals, haben aber einen normal ausgebildeten Kauapparat. Dadurch unterscheidet sich *Notommata wernecki* von allen übrigen Rotatorien und nimmt eine Mittelstellung zwischen der Hauptmasse derselben und der Familie *Seisonidae* ein.

Die in dem Hoden der Männchen befindlichen ruhenden Spermatozoen werden durch langsam zutretende Kalilauge zu lebhaftester, wimmelnder Bewegung angeregt.

Weibliche und männliche Sommereier werden normaler Weise von demselben Mutterthier gelegt, die erstern meist in bedeutend überwiegender Anzahl.

Wahrscheinlich liefern auch die Wintereier Junge beiderlei Geschlechts.

Die parthenogenetische Entwicklung mämlicher Sommereier ist mit voller Sicherheit erwiesen.

Es ist nicht wahrscheinlich, dass die Sommereier unbefruchtet, die Wintereier befruchtet sind. Dagegen ist die Möglichkeit in Betracht zu ziehen, dass befruchtete Eier weiblich, unbefruchtete männlich werden.

K a z a n, im März 1896.

### Nachtrag.

Erst als das Manuscript der vorstehenden Arbeit bereits zum Druck abgesandt war, erhielt ich Kenntniss von einer neuern Arbeit, welche über denselben Organismus handelt; es ist die Arbeit von F. DEBRAY: „Sur *Notommata wernecki* Ehrb., parasite des *Vauchériées*“ (Bull. sc. France et Belgique, V. 22, 1890, p. 222—240, tab. 11). Ich erhielt diese Arbeit durch die Freundlichkeit des Verfassers und halte es für erforderlich, deren Inhalt, so weit er mit demjenigen der meinigen Berührungspunkte bietet, hier kurz zu besprechen.

DEBRAY fand bei Alger *Notommata*-Gallen auf verschiedenen *Vaucheria*-Arten. Die von ihm beobachtete Species von *Notommata* ist zweifellos verschieden von derjenigen, welche BALBIANI und ich untersuchten (obgleich Verf. selbst das Gegentheil meint). Es folgt dies daraus, dass ihre Wintereier ganz abweichend sind. Während die europäische Art Wintereier mit völlig glatter Membran producirt, ist bei den Wintereiern der algerischen Art die Membran mit Stacheln besetzt, und zwar giebt es hier 2 Sorten von Wintereiern, solche mit weniger zahlreichen, dickern Stacheln, die mit einem axilen Pori versehen sind, und solche mit zahlreichern, dünnern Stacheln ohne Pori. Dass BALBIANI keine stacheligen, sondern glatthäutige Wintereier angiebt, will Verf. so erklären, dass B. entweder durch Eier fremder Rotatorien getäuscht worden sei oder dass beide von ihm gesehenen Sorten von Eiern Sommereier gewesen seien und er irrthümlich die dickhäutige Sorte für Wintereier gehalten habe, während ihm die wahren, stacheligen Wintereier entgangen seien. Diese beiden, ohnehin sehr unwahrscheinlichen Annahmen werden ganz hinfällig, nachdem auch ich die Wintereier fast ganz ebenso gefunden habe, wie sie BALBIANI beschreibt. Während die BALBIANI'sche und meine Species identisch sind oder doch einander sehr nahe stehen, hat somit DEBRAY sicher eine andere Species beobachtet. Auch im Körperbau sind, wie aus der freilich unvollständigen Beschreibung DEBRAY's zu folgen scheint, einige Unterschiede vorhanden; ich überlasse es den competenten Autoritäten, hierüber zu urtheilen, sowie auch die Frage zu entscheiden, welcher von den beiden Species der Name *Notommata*

*wernecki* EHRB. zukommt (da EIRENBERG die Winter Eier nicht kannte). Interessant ist jedenfalls, dass es in Europa und in Algerien zwei verschiedene, gewissermaassen einander vertretende Rotatorien giebt, welche auf den Parasitismus in *Vaucheria* angewiesen sind, ganz ähnliche Gallenbildungen hervorrufen und in biologischer Beziehung einander sehr nahe stehen. So nehmen nach DEBRAY die jungen Thiere während ihrer freien Lebensperiode ebenfalls keine Nahrung auf, im erwachsenen Zustand schwellen sie ebenfalls unförmlich auf, haben einen schwarzen Mageninhalt, legen zahlreiche Eier in rascher Folge, ein und dasselbe Weibchen kann Sommer- und Winter Eier produciren, etc. Bezüglich der Einzelheiten des Baues und der Entwicklung sei auf das Original verwiesen; hier möchte ich nur noch einige wichtigere Punkte hervorheben, in denen der Verf. in Uebereinstimmung mit mir gegen die Angaben BALBIANI'S auftritt.

Der Kauapparat hat auch nach DEBRAY einen Zahn (soll offenbar heissen: ein Paar Zähne), welcher zum Durchbeissen der *Vaucheria*-Zellmembran geeignet ist, und die Darstellung BALBIANI'S wird von DEBRAY gleich wie von mir auf mangelhafte Beobachtung zurückgeführt. DEBRAY'S fig. 6, welche den Kauapparat in der Aufsicht zeigt, stimmt bis ins Detail mit meiner Darstellung überein, abgesehen davon, dass die Unci („Zähne“) stumpf gezeichnet sind und Uncus und Malleus nicht von einander abgegliedert sind, was wohl sicher nur einer Ungenauigkeit der Zeichnung zuzuschreiben ist. Die Figuren 7 und 8 freilich, welche den Kauapparat im Profil und „in einer andern Stellung“ zeigen sollen, sind mir ganz räthselhaft und müssen wohl unrichtig sein (der Kauapparat kann im Profil unmöglich symmetrisch sein, wie in fig. 7).

DEBRAY wendet sich ebenfalls gegen BALBIANI'S Behauptung, dass der Parasit durch die Löcher alter, entleerter Gallen in die Wirthspflanze eindringe, und widerlegt diese Behauptung weit eingehender, als ich dies zu thun für nöthig gehalten habe. Ueber den Modus des Eindringens ist es DEBRAY geglückt, einige, freilich leider unvollständige Beobachtungen zu machen, die mit der Vorstellung, welche ich mir hierüber gebildet habe, nur theilweise übereinstimmen; aus Rücksicht auf den Raum verzichte ich auf Wiedergabe derselben und verweise auf das Original oder auf den Nachtrag zu meiner botanischen Arbeit.

Endlich hat auch DEBRAY die Anwesenheit von Chlorophyllkörnern im Mageninhalt des Parasiten constatirt. Im Gegensatz zu mir hat er einen Enddarm und dessen Ausmündung gesehen; über die Frage,

ob Ausscheidung fester Excremente Statt hat, spricht er sich direct nicht aus, sagt jedoch, dass der Enddarm im Allgemeinen leer ist („la portion terminale de l'intestin est généralement vide“), was wohl gegen eine solche Ausscheidung spricht.

DEBRAY giebt ausdrücklich an, weder Männchen noch männliche Eier gefunden zu haben (seine Beobachtungen wurden im Frühjahr angestellt); nur einmal sah er ein Sommerei von ungewöhnlich kleinen Dimensionen, welches vielleicht ein männliches Ei war, dessen Entwicklung aber nicht verfolgt werden konnte.

Die übrigen Fragen, welche von mir in vorstehender Arbeit behandelt werden, wurden von DEBRAY nicht berührt.

Im August 1896.