Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. K. Goebel und Dr. R. Hertwig
Professor der Botanik Professor der Zoologie
in München,

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal
Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

Die Herren Mitarbeiter werden ersucht, alle Beiträge aus dem Gesamtgebiete der Botanik an Herrn Prof. Dr. Goebel, München, Luisenstr. 27, Beiträge aus dem Gebiete der Zoologie, vgl. Anatomie und Entwickelungsgeschichte an Herrn Prof. Dr. R. Hertwig, München, alte Akademie, alle übrigen an Herrn Prof. Dr. Rosenthal, Erlangen, Physiolog. Institut, einsenden zu wollen.

Bd. XXXI. 15. September 1911. № 18.

Inhalt: **Koch**, Über die geschlechtliche Differenzierung und den Gonochorismus von *Hydra fusca*. — **Höber**, Martin H. Fischer's Lehre von der Bindung des Wassers in den Zellen. — **Kowalewsky**, Der geschlechtsbestimmende Faktor bei Tieren.

Über die geschlechtliche Differenzierung und den Gonochorismus von Hydra fusca.

Von Wilhelm Koch.
(Aus dem zoologischen Institut in München.)

Inhaltsverzeichnis.

1. Einleitung.
2. Material und Methode.
3. Verlauf der Kulturen.
   a) Einfluss der Temperatur auf die Entwickelung von Geschlechtsprodukten.
   b) Einfluss des Hungers auf die Entwickelung von Geschlechtsprodukten.
   c) Gonochorismus.
   d) Depression und geschlechtliche Fortpflanzung.
4. Zusammenfassung und Schluss.
5. Literaturverzeichnis.

1. Einleitung.

Über die Geschlechtsbildung der Süßwasserpolypen entstand in den letzten Jahren eine große Anzahl Arbeiten. In mehreren vorläufigen Mitteilungen hatte Nussbaum über seine Untersuchungen der Jahre 1891—1897 in den Sitzungsberichten der Niederrheinischen Gesellschaft und im Biologischen Centralblatt kurz berichtet, aber erst im Jahre 1906 erschien die erste umfassendere Arbeit über die Geschlechtsbildung und Knospung der *Hydra fusca* von R. Hertwig. Ich habe die erste wie die folgenden *Hydra*-Arbeiten, die aus der Hertwig'schen Schule stammten, bereits in einer vor-

läufigen Mitteilung (1. März 1911) hier eingehender referiert und möchte nur nochmals hervorheben, dass nach Hertwig die Ursache der Entstehung von Geschlechtsprodukten stets eine Temperaturerniedrigung war. Regelmäßig entwickelte *Hydra fusca* in Kälte Hoden, und zwar wurden sowohl Hunger- wie Futterkulturen in Kälte geschlechtsreif. Die Hertwig'schen Kulturen wurden von seinem Schüler Krapfenbauer fortgesetzt. Auch er fand regelmäßig, dass die Geschlechtsbildung bei *Hydra fusca* stets in Kälte eintrat. Im Jahre 1907—1908 wurde von einem anderen Schüler Hertwig's, Frischholz, an *Hydra* gearbeitet und zwar über die Depressionserscheinungen und die geschlechtliche Fortpflanzung. Das wichtigste Resultat seiner Untersuchungen war die Feststellung ganz bestimmter Temperaturen, die eine Geschlechtsproduktion bewirken, und zwar ergab sich, dass *Hydra fusca* bei ca. 10° C., *Hydra grisea* dagegen bei ca. 20° C. geschlechtsreif wird. Die Frischholz'schen Resultate wurden in Zweifel gestellt durch eine Arbeit von Nussbaum, die im letzten Jahre erschien. Nach Nussbaum soll die Entwickelung von Geschlechtsprodukten unabhängig von der Temperatur allein durch Hunger bewirkt werden, es sollen die Tiere, die nach reichlicher Fütterung plötzlich in dauernden Hungerzustand versetzt werden, Eier oder Hoden entwickeln. Zu demselben Resultat war auch schon vorher (1906) E. Schultz gekommen, der die Hungererscheinungen bei *Hydra fusca* eingehend untersuchte. Es heisst bei ihm: „in allen von mir untersuchten Fällen erhielt ich durch Hunger Hodenbildung". Hanel, die die Nussbaum'sche und Schultz'sche Arbeit erwähnt, äußert sich dazu: „Ich kann nur darauf erwidern, dass ich in meinen Kulturen bei vollständiger Abwesenheit von Nahrung auch niemals eine einzige geschlechtsreife *Hydra* fand. Dagegen traten zu gewissen Zeiten in meinen Futterkulturen geschlechtsreife Individuen epidemisch auf. Dieselbe Beobachtung hat auch Hertwig bei *Hydra fusca* gemacht, der diese Erscheinungen auf eine andere Ursache zurückführt, nämlich auf die Herabsetzung der Temperatur. Es scheint aber, dass sich diese Erfahrung auch nicht verallgemeinern lässt. Nicht nur konnte ich in meinen schon erwähnten Versuchen bei Kälte niemals ein einziges geschlechtsreifes Tier beobachten, ich fand auch im Juli, während des heißesten Wetters, außer zahlreichen mit Eiern oder Follikeln versehenen *Hydra grisea* geschlechtsreife *Hydra fusca*. Weltner (1908) wiederum erwähnt, dass nach seinen „mehrjährigen Erfahrungen die Geschlechtsperiode bei *Hydra monoecia* erst im Herbst eintritt" und es ihm bisher nicht gelungen sei, vor dieser Zeit im Aquarium „durch starke Fütterung oder durch Abkühlung des Wassers auf 4° C. und weniger die *Hydra monoecia* zur Geschlechtsreife zu bringen, wie es Nussbaum und Hertwig geglückt ist".

Aus alledem ergibt sich, dass über die Ursachen, die eine Geschlechtsperiode bei *Hydra fusca* bewirken, noch immer Widerspruch besteht, dass die einen Autoren den Hunger, die anderen die Temperaturerniedrigung als auslösenden Faktor annehmen. Um diesen Widerspruch zu beseitigen, unternahm ich es daher im Oktober 1909 auf Anregung meines Lehrers, des Herrn Geheimrat von Hertwig, sowohl den Einfluss des Hungers als den der Temperatur auf die Entwickelung von Geschlechtsprodukten bei *Hydra fusca* nachzuprüfen.

Außerdem war es von vornherein meine Absicht, eine weitere Streitfrage zu lösen, nämlich die, ob *Hydra fusca* im Gegensatz zu den anderen Süßwasserpolypen gonochoristisch ist. Ich möchte daher, bevor ich auf meine eigenen Untersuchungen eingehe, hier kurz angeben, wie frühere Forscher sich über den Gonochorismus der *Hydra fusca* ausgesprochen haben, und weshalb ich noch immer an dem alten Spezies-Namen festhalte, der schon so oft hat beseitigt werden sollen. Da in den letzten Jahren von Frischholz in der Arbeit „Biologie und Systematik im Genus *Hydra*", und neuerdings auch von Toppe (1910) und Koelitz (1910) alle früheren Resultate über die Frage nach dem Gonochorismus der *fusca* zusammenfassend beschrieben sind, kann ich mich darauf beschränken, nur die in den letzten Jahren über diese vielumstrittene Frage veröffentlichten Ansichten näher zu besprechen.

Es ist nicht leicht, sich aus den vielen *Hydra*-Arbeiten der letzten Jahre ein klares Bild von der Systematik des Genus zu machen. So hat die eine Art, für die ich den Namen *Hydra fusca* beibehalten möchte, bis heute nicht weniger als 10 Spezies-Bezeichnungen bekommen. Diese Verwirrung ist vor allem auch dadurch entstanden, dass man die Art auf Grund ihrer Geschlechtlichkeit in zwei Spezies trennte. Während Hertwig (1906), Krapfenbauer (1908) und Frischholz (1909) regelmäßig *Hydra fusca* gonochoristisch fanden, trennen Brauer und Downing die *fusca* in eine hermaphrodite und eine gonochoristische Art. Downing nennt die hermaphrodite Form *Hydra fusca*, die gonochoristische *Hydra dioecia*, Brauer gibt neuerdings (1908) der hermaphroditen Form den Namen *Hydra polypus*, der getrenntgeschlechtlichen den Namen *Hydra oligactis*. Es würden demnach nach Brauer und Downing folgende nicht grüne *Hydra*-Arten existieren:

1. *Hydra grisea* = *vulgaris* (Brauer, 1908),
2. *Hydra oligactis* (Brauer, 1908) = *dioecia* (Down.),
3. *Hydra polypus* (Brauer, 1908) = *fusca* (Down.).

Über *Hydra grisea* ist man sich heute völlig im klaren. Sie ist charakterisiert durch die mehr sackförmige Körpergestalt, das Fehlen eines vom Magenteil gesonderten Fußteiles, den Besitz von vier Nesselkapsel-Arten, ferner dadurch, dass an den jungen Knospen

die Tentakeln, die nie viel länger als der Körper sind, nicht einzeln, sondern stets zur gleichen Zeit alle hervorsprossen, dass die Eier hirschgeweihartige Aufsätze auf der Schale haben und endlich, dass sie meist hermaphrodit vorkommt.

Weniger genau wissen wir über die systematische Begrenzung der *fusca* Bescheid. Brauer (1908), der sie in zwei Arten trennt, charakterisiert die beiden von ihm als *polypus* und *oligactis* bezeichneten Spezies folgendermaßen:

1. *Hydra oligactis* Pall.: gestielt, Tentakel sehr lang, Körper 2—3 cm lang, drei Arten von Nesselkapseln, getrenntgeschlechtlich, Hoden außer am stielförmigen Teil am ganzen Körper, Eier meist in Gruppen angeklebt, rund, mit sehr kurzen Stacheln bedeckt. Färbung grau, braun, rötlich.

2. *Hydra polypus* L.: gestielt, Körper höchstens 2 cm lang, meist 1—$1^1/_2$ cm, vier Arten von Nesselkapseln, zwitterig, Hoden nur am distalen Drittel, Eier einzeln angeklebt, unten glatt, oben konvex, mit kurzeln Stacheln bedeckt. Färbung grau, braun.

Außer von Brauer ist also die hermaphrodite *Hydra polypus* nur noch von Downing in Amerika gesehen worden. Nach Brauer soll sie vier, die getrenntgeschlechtliche dagegen nur drei Arten von Nesselkapseln haben. Er bildet die Nesselkapsel-Unterschiede in zwei Textfiguren ab, aber nur ihre Größenunterschiede. Es ist daher um so erfreulicher, dass wir ganz seit kurzem eine exakte Untersuchung der Nesselkapseln von O. Toppe (1910) besitzen. Toppe unterscheidet ebenfalls vier *Hydra*-Spezies, aber wieder in anderem Sinne als Brauer. Er lässt nämlich die *Hydra fusca* ungetrennt und stellt als vierte Art neben *viridis*, *grisea* und *fusca* die *Hydra attenuata* auf, die schon früher von Rösel als der „strohgelbe Polyp“ und von Pallas als *attenuata* beschrieben wurde. Diese Art ähnelt nun, wie man aus seiner Abbildung (Taf. 14, Fig. 41) ersehen kann, ganz auffällig der *grisea*, sowohl in der Haltung der Tentakel, als in ihrer sonstigen Körpergestalt (kein abgesetzter Fuß!). Es ist also wohl möglich, dass diese *Hydra attenuata* eine nahe Verwandte der *grisea* ist. Brauer erwähnt sie in seiner letzten Arbeit auch, meint aber, dass sie wohl nur eine „Farbenvarietät“ der *grisea* sei und lässt sie deshalb fallen. Die Nesselkapsel-Unterschiede sind indes, wie man aus Toppe's Bildern sehen kann, so groß, dass es nur wünschenswert erscheinen kann, dass die von ihm neu aufgestellte Art auch einmal genauer auf ihre geschlechtliche Fortpflanzung hin untersucht würde.

Es fragt sich nun: welcher Art ist wiederum die *fusca* Toppes. Leider hat Toppe die letzte kleine Arbeit Brauer's (1908) noch nicht gekannt. Wie alle von Toppe untersuchten *Hydra*-Spezies hat auch sie vier Arten von Nesselkapseln. Hiernach müsste sie also der Brauer'schen zwitterigen *Hydra polypus* L. entsprechen.

Ich glaube indes nicht, dass es die hermaphrodite Art ist. Vor allem zeigt die Abbildung Toppe's (Taf. 14, Figg. 39 a und b), dass sie fast 10 cm lange Tentakeln hat. Und dann entspricht sie in ihrem Aussehen völlig der von mir untersuchten *fusca*, die getrenntgeschlechtlich ist. Es erscheint mir also noch immer sehr fraglich, ob wir wirklich die *fusca* in zwei Spezies trennen dürfen. Sollte wirklich eine hermaphrodite *fusca* existieren, so wäre es dringend nötig, dass diese noch genauer untersucht und abgebildet würde. Setzen wir aber ihre Existenz voraus, so kämen wir zur Aufstellung folgender fünf Spezies:

1. *Hydra viridis*		
2. *Hydra vulgaris* Pall. (Brauer)	= *grisea* früherer Autoren	
3. *Hydra attenuata* (Rösel, Toppe)		
4. *Hydra oligactis* Pall. (Brauer)	= *fusca* früherer Autoren.	
5. *Hydra polypus* L. (Brauer)		

Da mir das Vorhandensein einer hermaphroditen *fusca* also noch zweifelhaft erscheint, behalte ich für die von mir untersuchte Art den allgemeinen Namen *fusca* bei, betone aber, dass sie im übrigen mit der Brauer'schen *oligactis* identisch ist und an Gestalt völlig der von Toppe abgebildeten *fusca* (Taf. 14, Figg. 39 a und b) gleicht.

Bevor ich nun zu meinen eigenen Untersuchungen übergehe, sei mir gestattet, an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer Herrn Geheimrat Prof. Dr. R. von Hertwig für die Anregung zu dieser Arbeit und sein stetes Interesse meinen herzlichsten Dank auszusprechen. Auch Herrn Prof. Dr. R. Goldschmidt bin ich für manchen freundlichen Rat dankbar.

2. Material und Methode.

Mein Ausgangsmaterial stammte aus drei kleinen Tümpeln bei Unterföhring, einem kleinen Ort nordöstlich von München, und bestand aus *Hydra fusca* (= *oligactis* Brauer) und *Hydra grisea* (= *vulgaris*). Um jedoch Hydren von möglichst verschiedenen Gegenden zu untersuchen, holte ich mir später wiederholt noch Material aus Possenhofen am Starnbergersee, aus dem Schlosspark Nymphenburg und aus einem Weiher bei Pasing, welcher schon früher Herrn Dr. Frischholz mit Hydren versehen hatte. Nur in seltenen Fällen wurden Tiere aus dem Aquarium des Instituts verwendet. (Nur einige geschlechtsreif gefundene *grisea*.)

Es könnte mir hier der Vorwurf gemacht werden, dass ich als Ausgangsmaterial ausschließlich aus dem Freien genommene, bereits ausgewachsene Hydren benutzte und nicht Eier; es hat sich gezeigt, dass bei Daphniden der Fortpflanzungszyklus nur dadurch richtig erkannt werden konnte, dass man die Fortpflanzungsverhältnisse vom Winterei an studierte und nicht an beliebig eingefangenen

bereits erwachsenen Tieren Man könnte also meinen, dass es event. auch bei *Hydra* von Wichtigkeit wäre, dass man ab ovo kultivierte. Ich habe deshalb auch Versuche angestellt, Hydren vom Ei aus zu kultivieren, aber leider mit negativem Erfolg. Von *Hydra fusca,* die ich wiederholt derart zur Geschlechtsproduktion bringen konnte, dass zur gleichen Zeit Tiere mit Eiern und andere Tiere mit Hoden in meinen Gläsern waren, bekam ich 56 befruchtete Eier. Immer wenn die Weibchen Eier entwickelt hatten, brachte ich sie auf kurze Zeit mit einigen geschlechtsreifen Männchen, in deren Hoden schon bei schwacher Vergrößerung die lebhafte Spermatozoenbewegung zu sehen war, zusammen in ein kleines Schälchen, damit die ausschlüpfenden Spermatozoen die Eier befruchten sollten. Es blieb so auch nur selten ein Ei unbefruchtet, ein Weibchen trug sogar einmal acht befruchtete, beschalte Eier. Es waren die Eier, wie dies Brauer ganz richtig angibt, über den ganzen Tierkörper verteilt, sie wurden von dem Muttertier am Boden angeklebt und trugen sehr wenige kurze Stacheln, bisweilen war die Eischale auch ganz glatt. Es wäre nun interessant gewesen, einmal die Eientwickelung weiter zu verfolgen und vor allem auch Vergleiche anzustellen über die Dauer der Embryoentwickelung bis zum Ausschlüpfen der jungen Hydren. Ich hatte mich auch bemüht, die Eier zum Ausschlüpfen zu bringen, aber leider ist es mir nie gelungen, obwohl ich sie unter die verschiedensten Lebensverhältnisse brachte (Versuche mit Kälte, Wärme, öfterem Wechsel der Temperaturen, Einfrieren in Eis etc.). Fast regelmäßig gingen mir nämlich die Eier dadurch verloren, dass sie verpilzten. Gegen die Verpilzung war ich aber wehrlos. Am stärksten war sie in den Kulturen, die ich künstlich durchlüftete. Ich wollte nämlich die geschlechtsreifen Weibchen, die ja regelmäßig nach der Eiablage absterben, durch künstliche Sauerstoffzufuhr über die Geschlechtsperiode hinweg zu einer zweiten Geschlechtsperiode bringen. Bei *fusca* ist mir das nicht gelungen, da die geschlechtsreifen Weibchen infolge der starken Fütterung stets mehrere Eier hervorgebracht hatten und deshalb starben (über die Erfolge bei *grisea* s. S. 565) und da in der Durchlüftung regelmäßig eine starke Verpilzung eintrat, die alles Leben vernichtete. Mit dem kultivieren von *grisea*-Eiern hatte ich dagegen mehr Glück, indem ich von den etwa 25 befruchteten Eiern doch wenigstens drei zum Ausschlüpfen bringen konnte. Leider aber blieben die Tiere nur kurze Zeit am Leben und konnten mir nicht als Ausgangstiere für größere Massenkulturen dienen, da nur ein einziges der drei Tiere eine Knospe (5 Tage nach dem Ausschlüpfen) trieb, dann aber bald starb.

Ich habe mich also wohl bemüht, *Hydra fusca* vom Ei aus zu kultivieren. Indes glaube ich diesen negativen Erfolgen wenig Bedeutung beilegen zu dürfen, da *Hydra fusca* getrenntgeschlechtlich

ist und ein eigentlicher Fortpflanzungszyklus wohl sicher nicht existiert. Unbedingt notwendig erscheint mir dagegen die Untersuchung des Fortpflanzungszyklus der *grisea* zu sein. Es wäre zu wünschen, dass *grisea* noch viel eingehender und vor allem auch vom Ei aus untersucht würde, da bei dieser Spezies die Fortpflanzungsverhältnisse wohl viel komplizierter liegen, wie ich später noch ausführen werde.

Im übrigen hielt ich mich an die Frischholz'schen Untersuchungsmethoden, machte aber die Erfahrung, dass das sehr harte Leitungswasser sich zum Ansetzen neuer Kulturen meist nicht eignete. Ich benutzte deshalb entweder Wasser aus den Tümpeln, von denen das Material stammte oder abgestandenes Leitungswasser. Aber auch hier kommt es öfter vor, dass beim Umsetzen von Tieren, vor allem beim Teilen einer Massenkultur die eine Zweigkultur erhalten bleibt, die andere dagegen zugrunde geht. Da es nun oft von größter Wichtigkeit ist, dass beide Parallelkulturen erhalten bleiben, verfuhr ich meist in der Art, dass ich (beispielsweise Tab. IV, Kultur Nr. 17 a und 17 b) zunächst nur drei Tiere in das Glas einsetzte und erst am folgenden Tage, wenn ich sehen konnte, ob diese drei Tiere ganz normal waren, die größere Anzahl Tiere dazu tat. Bei Beachtung dieses Verfahrens passierte es mir nie, dass eine Massenkultur verloren ging.

Seit Beginn der Untersuchungen bis zu deren Abschluss wurden über 200 Kulturen geführt. Bisweilen enthielt eine Kultur über 400 Tiere, die stets durch Knospung von einem einzigen Ausgangstier gewonnen waren (Kulturen in reinen Linien). Da bei der Frage nach dem Geschlecht der Kultur es von besonderer Wichtigkeit war, dass die Gläser gut markiert wurden, benutzte ich neben äußerer Markierung durch Papierschildchen verschieden gefärbte Glasperlen, die eine Verwechslung der Kulturen unmöglich machten. Alle Kulturen wurden täglich oder alle 2—3 Tage untersucht, nur dreimal die Untersuchung wegen Reisen auf 3 Tage unterbrochen.

3. Verlauf der Kulturen.

Über den Einfluss der Temperatur auf die Entwickelung von Geschlechtsprodukten gehen die Meinungen der vielen Forscher, die bis heute über diese Frage gearbeitet haben, noch sehr auseinander. Wie ich bereits erwähnte, hielten Hertwig und seine Schüler Krapfenbauer und Frischholz daran fest, dass die Temperaturerniedrigung allein die Bildung von Hoden bei *Hydra fusca* bewirke. Und Frischholz stellte sogar ganz sichere Temperaturoptima für die Geschlechtsproduktion der beiden Spezies *fusca* und *grisea* auf (*fusca* bei ca. 10° C., *grisea* bei ca. 20° C. geschlechtsreif). Downing (1905) hatte dagegen nicht mit Sicherheit feststellen können, ob die Temperatur auf die Hodenbildung einen

Einfluss hätte. Von seinen 50 Experimenten ergab nur ein einziges, dass eine Temperaturerniedrigung *fusca* zur Hodenbildung brachte: „In only one case out of the fifty experiments did the sexual organs develop. This was on one animal which had been kept in a refrigerator in darkness at about 12 degress C. for twelve hours.“ Er glaubt zwar auch, dass die Temperatur von Einfluss ist, aber vor allem, dass die Entstehung von Geschlechtsprodukten an bestimmte Jahreszeiten (Frühjahr) geknüpft sei: „and it was thought possible that spring and fall rains might act as the immediate cause,“ und zwar sollen alle vier Spezies (*grisea*, *viridis*, *fusca* und *dioecia* zur selben Jahreszeit geschlechtsreif werden. Etwas sicherer drückt sich Annandale aus, der *Hydra orientalis* untersuchte und fand, dass bei steigender Temperatur dieser Polyp Hoden oder Eier entwickelt *Hydra orientalis* sei eine Verwandte der *grisea* und soll einen recht eigenartigen Lebenszyklus haben: „The four-tentacled summer-phase gives rise asexually to the six-tentacled winter-phase, which is potentially sexual. The latter phase, however, gives rise to the former again asexually as a rule, possibly by sexual reproduction occasionally.“ Withney fand für *Hydra viridis*, dass sie zur Geschlechtsreife kommt, wenn sie von niederer in höhere Temperatur versetzt wird: „When *Hydra viridis* is subjected for a sufficient length of time to a low temperature which is then followed by a period of higher temperature and starwation it develops testes and eggs.“ Und wie bereits erwähnt, behauptet Weltner, dass *Hydra monoecia* stets im Herbst geschlechtsreif wird.

Während also die genannten Forscher alle in erster Linie für den Ausbruch einer Geschlechtsperiode bei *Hydra* den Wechsel der Temperaturen verantwortlich machen, trat ihnen im Jahre 1909 M. Nussbaum entgegen mit der schon früher wiederholt aufgestellten Behauptung, dass allein der Hunger, die plötzliche Unterbrechung einer Fütterung, die Tiere zur Ei- und Hodenbildung veranlasse. Er stützt seine Behauptungen auf Versuche, die er in den Jahren 1891—1897 an *Hydra grisea* und zum kleinen Teile auch an *Hydra fusca* machte. Ich will, bevor ich diese Arbeit näher bespreche, meine eigenen Versuche anführen und zwar sowohl meine Versuche mit verschiedenen Temperaturen wie die mit verschiedener Ernährung.

a) Einfluss der Temperatur auf die Entwickelung von Geschlechtsprodukten.

In voller Übereinstimmung mit den Frischholz'schen Untersuchungen ging aus meinen Kulturen das Resultat hervor, dass bei *fusca* allein die Erniedrigung der Temperatur, also das Umsetzen einer Kultur von Wärme (Zimmertemperatur [Zi-T.] durchschnittlich 14—16°), in Kälte (durchschnittlich 8—10°), Ursache der

Abbildungen zu dem Artikel Witschi
in Nr. 16 und 17 des „Biologischen Centralblattes“.

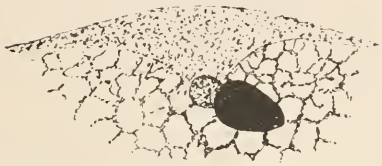

Fig A.

Fig. B.

Entwickelung von Ovarien oder Hoden war. So erhielt ich während der $^5/_4$ Jahre, die ich meine Kulturen führte, in der Zimmertemperatur nicht ein einziges geschlechtsreifes Tier der Spezies *fusca*. *Grisea* dagegen wurde öfters in Zimmertemperatur geschlechtsreif, zumal wenn die Temperatur höher als im Durchschnitt war.

Betrachten wir hierzu meine Tabellen I—VIII, in denen ich den Verlauf meiner wichtigsten *fusca*-Kulturen zusammengefasst habe:

Tabelle I: eine *fusca* (aus Nymphenburg) wurde seit dem 26. August 1910 in Zimmertemperatur gefüttert und vermehrte sich durch Knospung bis zum 24. September auf mehrere hundert Tiere, von denen zu drei Nebenkulturen einmal 60 und zweimal 55 Tiere abgezweigt wurden. Während die Stammkultur in Zimmertemperatur stets steril blieb, enthielten die drei in Kälte abgezweigten Kulturen am 27. Oktober fast nur noch geschlechtsreife Tiere[1]).

Tab. I: *Hydra fusca*.
Stammkultur Nr. 5 a mit Nebenkulturen.

Datum	Kultur: Nr. 5 a	Kultur: Nr. 5 a 1	Kultur: Nr 5 a 2	Kultur: Nr. 5 a 3
26. Aug. 1910	eine *fusca* in **Zi-T.** gefüttert			
6. Sept. 1910	51 Tiere			
24.—28. Sept.	mehrere hundert Tiere, davon wurden abgezweigt: 60 Tiere als Nr. 5 a 1 55 „ „ Nr. 5 a 2 55 „ „ Nr. 5 a 3	60 *fusca* in **Kälte ohne Futter** gestellt	55 *fusca* in **Kälte mit Futter** gestellt	55 *fusca* in **Kälte mit Futter** gestellt
12. Okt.	↓		deutliche Hodenanlagen	
17. „				Hodenanlagen
27. „		48 Tiere, davon 26 ♂		35 ♂
31. „			alle Tiere ♂	
Ende Januar 1911	Die Kultur blieb stets in Zi-T. und stets steril, obwohl sie zeitweise (3.—29. Okt.) hungerte			

1) Ich möchte schon hier ausdrücklich hervorheben, dass alle Kulturen, die ich fütterte, auch regelmäßig Nahrung aufgenommen haben, sowohl die Kältetiere wie auch die Zimmerkulturen. Das geht ganz unzweifelhaft aus meinen Tage-

Dasselbe ergibt Tabelle II: Von der Stammkultur M II p (Föhring) wurden viele Nebenkulturen abgezweigt. Ich habe zunächst eine Kultur genannt M II p 2, zu der allerdings eine Parallelkultur fehlt, die uns aber auch den Einfluss der Temperatur auf die Entwickelung von Geschlechtsprodukten zeigt: Es wurde ein Tier gefüttert. Nachdem es sich (sehr langsam!) auf 29 Tiere vegetativ vermehrt hatte, wurde die Kultur in die Kälte gestellt und nach 2—3 Wochen war ein kleiner Prozentsatz der nicht sehr kräftigen Tiere geschlechtsreif. Von der Stammkultur M II p wurde aber noch eine zweite Abzweigung gemacht. Diese Kultur hieß M II p 1 β: das am 9. Dezember 1809 abgezweigte Tier wurde gefüttert, so dass am 8. März 1910 139 Tiere in der Kultur waren. Ich teilte diese Kultur und stellte einen Teil (100 Tiere) in Kälte, den anderen ließ ich in Zimmertemperatur. Beide Kulturen wurden gleichmäßig weiter gefüttert, und während die Zimmerkultur stets steril blieb, entwickelten 12 Tiere der nicht sehr kräftigen Kältekultur Eier.

Tab. II: *Hydra fusca.*

Von der Kultur M II p (*fusca* aus Föhring), die ständig in Zi-T. stand und deshalb auch stets steril blieb, wurden viele Abzweigungen gemacht, von denen ich hier folgende angebe:

Datum	Kultur: **M II p 2**	Kultur: **M II p 1 β**	
3. Dez. 1909	eine *fusca* in **Zi-T.** gefüttert		
9. „ „		eine *fusca* von M II p in **Zi-T.** gefüttert	
19. Febr. 1910	29 Tiere in **Kälte gestellt, gefüttert**		
7. März „	38 Tiere, darunter 8 ♀		
	↓	139 Tiere. Kultur geteilt	
8. „ „		100 Tiere in **Kälte gefüttert**	39 Tiere in **Zi-T. gefüttert**
13. April „	Kultur verpilzt †	12 Tiere mit Eiern	↓
18. „ „		Depression †	↓ blieben stets steril

Ebenso Tabelle III: Ein Tier in Zimmertemperatur gefüttert trieb viele Knospen. Binnen 5 Wochen enthielt die Kultur über

buchnotizen hervor. Ich fütterte etwa alle 1—2 Tage und zwar meist sehr stark, so dass die Tiere dick-sackförmig aussahen und oft 5—6 Daphnien in ihrem Magen trugen. Etwa 1 Stunde nach der Fütterung waren meist schon sämtliche Daphniden von den Hydren verschlungen und kaum noch eine einzige freischwimmende *Daphnia* zu sehen.

200 Tiere. Es wurden von der Kultur, die in Zimmertemperatur stets steril blieb und Ende November 480 Tiere enthielt, am 28. September zwei Abzweigungen gemacht, Nr. 24a und 24b. Beide Zweigkulturen enthielten nach 14tägigem Verweilen in Kälte fast nur Geschlechtstiere.

Tab. III: *Hydra fusca.*

Datum	Kultur: Nr. 24	Kultur: Nr. 24a	Kultur: Nr. 24b
22. Aug. 1910	eine *fusca* in **Zi-T.** gefüttert		
26. Sept. „	über 200 Tiere		
28. „ „	50 Tiere als Nr. 24a, 50 Tiere als Nr. 24b } isol.	50 Tiere isoliert	50 Tiere isoliert
29. „ „	↓	in **Kälte** gefüttert	in **Kälte** ohne Futter
10. Okt. „	↓		Hodenanlagen zu sehen
12. „ „	↓	Hodenanlagen zu sehen	
17. „ „	↓	Hoden an allen Tieren	Hoden an allen Tieren
27. „ „	↓	42 Tiere, darunter 36 ♂	50 Tiere, darunter 46 ♂
11. Nov. „	↓	in **Zi-T.** gestellt	in **Zi-T.** gestellt
25. „ „	480 Tiere gezählt		
5. Dez. 1910	↓	†	
9. „ „	↓		†
5. Jan. 1911	sehr gut ausgestr. stets steril		

Ich will es dem Leser ersparen, alle weiteren Tabellen in gleicher Weise an der Hand meiner Beschreibung zu verfolgen. Ein Blick auf eine jede von ihnen genügt, um aus ihnen allen das Resultat herauszulesen, dass die Temperaturerniedrigung stets Entwickelung von Geschlechtsprodukten, Eiern oder Hoden, zur Folge hatte.

b) Einfluss des Hungers auf die Entwickelung von Geschlechtsprodukten.

Der Einfluss des Hungers auf die Entwickelung von Geschlechtsprodukten war stets negativ. In auch nicht einem einzigen Falle gelang es, allein durch Hunger *Hydra fusca* zur Geschlechtsreife zu bringen. Wie bereits gesagt, habe ich in den $^5/_4$ Jahren, während welcher ich *Hydra fusca* kultivierte, in Zimmertemperatur nie eine

geschlechtsreife *fusca* zu sehen bekommen. Und es ist schon an sich selbstverständlich, dass während dieser langen Zeit nicht regelmäßig sämtliche Zimmerkulturen gefüttert werden konnten, sondern dass viele Kulturen oft Wochen, ja Monate lang hungern mussten, zumal wenn das Futtermaterial ausging oder nur zur Fütterung wichtiger Versuchskulturen verwendet werden konnte. Leider hat Frischholz bei seinen Untersuchungen nicht genügend auf die Fütterung geachtet. Daher sagt Nussbaum (1909, S. 545): „Will man annehmen, dass bei *Hydra fusca* in der Tat ein Optimum für das Erscheinen von Geschlechtsprodukten bei niederer Temperatur besteht, so ist doch bei Frischholz, wie das oben schon gezeigt wurde, bei dieser Spezies wie bei *Hydra grisea* jeder Geschlechtsbildung Herabsetzung der Ernährung voraufgegangen.“ Da sich aber aus meinen Untersuchungen ergab, dass die Fütterung für das Auftreten von Geschlechtsprodukten ein ganz nebensächlicher Faktor ist, will ich meine Kulturen, die den negativen Einfluss des Hungers zeigen, näher beschreiben.

Ich verweise zunächst wieder auf meine Tabelle I. Die Zimmerkultur Nr. 5a wurde anfangs regelmäßig gefüttert. Am 3. Oktober wurde aber die Fütterung ausgesetzt und zwar bis 29. Oktober, d. h. fast 4 Wochen. Nie war ein Geschlechtstier zu sehen. Ebenfalls nach einer längeren Hungerperiode vom 22. Dezember bis 7. Januar war nicht ein einziges geschlechtsreifes Tier in der Kultur. Es wurden dann drei Abzweigungen in Kälte gemacht. Absichtlich wurden zwei von ihnen gefüttert und nur eine nicht. Dass die Kältekulturen auch gefressen hatten, unterliegt keinem Zweifel, da ich alle 1—2 Tage neues Futter einsetzte, wie ich aus meinen Notizen ersehen kann. Alle drei Kulturen, sowohl die zwei gefütterten, als auch die eine, welche hungerte, entwickelten aber fast an demselben Tage Geschlechtsprodukte. Es war also die Geschlechtsperiode nur infolge der Temperaturerniedrigung eingetreten.

Dasselbe ergibt Tabelle II: Kultur M IIp 2 aus Zimmertemperatur in Kälte gestellt und nicht gefüttert, wurde geschlechtsreif. Kultur M IIp 1β geteilt, blieb in Zimmertemperatur steril, entwickelte aber in Kälte Eier. Es war aber die Kältekultur ebenso wie die Zimmerkultur weiter gefüttert worden.

Ebenso Tabelle III. Von den zwei Abzweigungen wurde die eine mit Futter, die andere ohne Futter in Kälte gestellt. Beide Zweigkulturen enthielten nach knapp 14 Tagen fast nur geschlechtsreife Tiere.

Ich füge diesen drei Tabellen noch drei weitere an.

Tabelle IV: Von der Kultur Nr. 17 wurden zwei Abzweigungen gemacht, Nr. 17a und Nr. 17b. Die eine kam mit, die andere ohne Futter in Kälte. Dass die Futterkultur auch wirklich gefressen hatte, beweist die Zahl der Tiere, die am 29. Oktober 63

betrug, während ursprünglich nur 28 Tiere in der Kultur waren. Beide Kältekulturen waren nach kaum 4 Wochen geschlechtsreif.

Tab. IV: *Hydra fusca.*

Datum	Stammkultur Nr. 17	Nr. 17 a	Nr. 17 b
22. Aug. 1910	eine *fusca* in Zi-T. gefüttert		
9. Sept. „	3 Tiere als Nr. 17 a isol.	3 Tiere in Zi-T. gefüttert	
14. „ „	25 Tiere zu Nr. 17 a 3 Tiere als Nr. 17 b isol.	25 Tiere aus Nr. 17 dazu	3 Tiere in Zi-T. gefüttert
24. „ „			38 Tiere
27. „ „		in Kälte gestellt gefüttert	in Kälte ohne Futter
21. Okt. „		Hodenanlagen	Hodenanlagen
29. „ „	Kultur in Zi-T. weiter gefüttert, blieb stets steril	63 Tiere, alle ♂	

Am besten aber zeigen die beiden folgenden Tabellen V und VI, dass ausschließlich das Umsetzen einer Kultur von Wärme in Kälte Geschlechtsproduktion bewirkt und dass dagegen das Versetzen einer Kultur von Futter- im Hungerzustand nie Ursache einer Geschlechtsproduktion ist.

Tab. V: *Hydra fusca.*

Datum	Kultur: Nr. 28	Kultur: Nr. 28 a	Kultur: Nr. 28 b
24. Aug. 1910	eine *fusca* in Zi-T. gefüttert		
13. Okt. „	Kultur geteilt: 50 Tiere = Nr. 28 a 50 Tiere = Nr. 28 b	50 Tiere in Zi-T. gefüttert	50 Tiere in Zi-T. ohne Futter
23. Nov. „		blieben stets steril	blieben stets steril
28. „ „		in Kälte weiter gefüttert	Hungertod †
5. Dez. „		Hodenanlagen ganz deutlich	

Tabelle V: Nachdem von einem Tier eine Massenkultur herangezogen war, wurde diese am 13. Oktober in die beiden Kulturen Nr. 28 a und Nr. 28 b geteilt. Die eine Kultur (Nr. 28 b) blieb in Zimmertemperatur und wurde in Hungerzustand versetzt. Nach

6 Wochen anhaltendem Hunger war noch nicht ein einziges Geschlechtstier aufgetreten, die Tiere waren stets kräftig, starben aber infolge des anhaltenden Hungerns. Zur gleichen Zeit, als diese Zimmer-Hungerkultur angesetzt wurde, stellte ich eine andere (Nr. 28a) mit 50 Tieren in Kälte und fütterte sie fast täglich. Schon nach einer Woche entwickelten die Tiere in Kälte Hoden.

Tab. VI: ***Hydra fusca.***

Datum	Kultur: Nr. 23	Kultur: Nr. 23a	Kultur: Nr. 23b
22. Aug. 1910	eine *fusca* in **Zi-T.** gefüttert		
24. Sept. „	Kultur geteilt: 80 Tiere = Nr. 23a 75 Tiere = Nr. 23b	80 Tiere in **Zi-T.** isoliert	75 Tiere in **Zi-T.** gefüttert
26. „ „		Kultur †	↓
27. „ „		3 Tiere aus Nr. 23b eingesetzt, gefüttert	↓
1. Okt. „		18 Tiere aus Nr. 23b dazu	↓
9. Nov. „		in **Kälte** gestellt, gefüttert	↓
11. Okt.–9. Nov. 1910			4 Wochen gehungert
28 Nov. 1910		Hoden deutlich	↓
5. Dez. „		an allen Tieren Tierzahl 65	bis heute stets steril

Betrachten wir schließlich die Tabelle VI: Nach der Teilung der Massenkultur wurde die eine Zweigkultur Nr. 23b in Zimmertemperatur zunächst noch einige Tage gefüttert, dann aber auf 4 Wochen in Hungerzustand versetzt. Sie blieb stets steril. Die Parallelkultur Nr. 23a, die 80 Tiere enthielt, ging durch unerklärliche Ursache zugrunde. Sie war genau in derselben Weise angelegt worden wie Nr. 23b. Am 9. November war sie wieder erneuert, indem aus der Kultur Nr. 23b allmählich Hydren eingesetzt waren, und bestand aus etwa 25 Tieren. Sie wurde in Kälte gestellt und gefüttert und enthielt am 5. Dezember ausschließlich geschlechtsreife Tiere.

Somit wurden von mir alle vier Fütterungsmöglichkeiten, nämlich:

Zimmer — Futter
Zimmer — Hunger
Kälte — Futter
Kälte — Hunger

ausprobiert und es ergab sich, dass in Zimmertemperatur *fusca*

weder als Futter- noch als Hungerkultur geschlechtsreif wird, dass dagegen in Kälte sowohl in Futter- wie Hungerkulturen Geschlechtsproduktion auftritt. Mit anderen Worten: die Geschlechtsproduktion tritt bei *Hydra fusca* unabhängig vom Maß der Fütterung allein nach dem Umsetzen der Tiere von wärmere in kältere Temperatur auf.

Meine Resultate stehen in direktem Widerspruch zu denen M. Nussbaum's. Aber die Erklärung dieses Widerspruchs ist nicht schwer, denn einmal arbeitete Nussbaum fast ausschließlich an *grisea* und sehr wenig an *fusca*, und dann hat er viel zu wenig auf die Temperaturen geachtet. Dass *grisea* in Zimmertemperatur bei 15° und mehr geschlechtsreif wird, hatte bereits Frischholz beschrieben. Nussbaum's Kulturen standen, wie er selbst angibt, in dem „regelmäßig" auf 15° temperierten Arbeitszimmer. Es ist nun schon an sich selbstverständlich, dass diese Zimmertemperatur nicht konstant blieb, zumal nicht während des Sommers, in dem jede Zimmertemperatur schwankt. Aber man kann diese Temperaturschwankungen, die Nussbaum so völlig vernachlässigt hat und die doch gerade für den Ausbruch einer Geschlechtsperiode außerordentlich wichtig sind, am besten aus dem Vergleich der Geschlechtsperioden von *Hydra fusca* und *grisea* herauslesen. Es ergibt sich nämlich die interessante Tatsache, dass *fusca* regelmäßig geschlechtsreif wurde, wenn *grisea* steril blieb und umgekehrt. Ich habe mich bemüht, aus den unübersichtlichen Kulturberichten Nussbaum's einen Vergleich zwischen den Geschlechtsperioden von *grisea* und *fusca* herauszulesen und fand, dass, während *Hydra fusca* vom 6. Dezember 1895 bis 3. Januar 1896 geschlechtsreif war (Aquar. L. u. M.), *Hydra grisea* in folgenden Zeiten steril blieb:

17. Okt. 1895	bis	7. Jan. 1896	(in Aquar. K.)
Dez. 1895	„	13. Jan. 1896	(in Aquar. J.)
21. Nov. 1895	„	Jan. 1896	(in Aquar. N.)
16. Nov. 1895	„	10. Jan. 1896	(in Aquar. H.)

Mit anderen Worten: Wahrscheinlich ist die Zimmertemperatur im Dezember 1895 bis Anfang Januar 1896 bedeutend kühler gewesen als 15° C., so dass *grisea* steril blieb und *fusca* geschlechtsreif werden konnte. Es ist jedenfalls auffallend, dass die *grisea*-Kulturen immer nur vor und nach dieser angegebenen Zeit geschlechtsreif waren, aber stets während derselben steril blieben. Nussbaum hat auch diese Temperaturschwankungen, auf die ich also nur rückwärts aus dem verschiedenzeitlichen Auftreten der Geschlechtsperioden von *grisea* und *fusca* schließen kann, nicht geachtet.

Ferner möchte ich eine Erklärung für den einen von ihm angegebenen Fall geben, in dem er fand, dass *grisea* auch in Kälte geschlechtsreif würde. Es heisst bei ihm auf S. 554: „Das Aquarium

stand von Ende Oktober 1891 bis zum 15. Februar 1892 in einem frostfreien, aber nicht geheizten Zimmer an einem Fenster der Südfront des Instituts, neben meinem Arbeitszimmer, und wurde am 15. Februar 1892 wieder neben dem Aquarium I in meinem gleichmäßig auf 15° C. erwärmten Arbeitszimmer aufgestellt. Die Zahl der Tiere hatte sich bis auf drei Stück verringert. Es waren (?) aber in dem frostfreien, nicht geheizten Zimmer einmal wieder Geschlechtsbildung am 3. November 1891 aufgetreten. Es werden also bei *Hydra grisea* auch in der Kälte Geschlechtsprodukte erzeugt." Der letzte Schluss ist wohl kaum mit Recht aus dem Verlauf der Kultur zu ziehen, denn während der 4 Monate, die das Aquarium in der Kälte stand, trat nie Geschlechtsproduktion auf, außer in dem einen Fall am 3. November, also unmittelbar nach dem Versetzen der Kultur aus dem warmen Zimmer in die Kälte. Es ist also mehr als wahrscheinlich, dass die Hodenbildung bereits in der Wärme begonnen hatte.

Endlich darf ich nicht unerwähnt lassen, dass die ganze Art der Kulturführung Nussbaum's auch deshalb keine sicheren Schlüsse gestattet, weil nie direkte Kontrollkulturen geführt wurden, sondern stets nur der Verlauf der einzelnen Kulturen, oft mit monatelanger Unterbrechung, verfolgt wurde. Nie hat er in der Weise kultiviert, dass er etwa eine Kultur fütterte und eine Parallelkultur hungern ließ, um so das Resultat aus den Kulturen abzulesen, sondern meist beobachtete er ein und dasselbe Aquarium und stellte beim Auftreten einer Geschlechtsperiode fest, dass eine Unterbrechung der Fütterung vorausgegangen war.

Und selbst in der Beziehung wurde von Nussbaum nicht exakt kultiviert, dass er *grisea* und *fusca* in den Aquarien getrennt hielt, nein, wie im „Aquarium L." zu lesen steht, wurden am 21. November 1895 zwei *fusca* nach Aquarium M. und am 30. November eine *fusca* mit Knospe nach Aquarium N. und eine andere nach Aquarium J. verbracht. Von diesen Aquarien enthielten aber J. und N. zur gleichen Zeit *Hydra grisea*. Es wurden also die *fusca* mit den *grisea* zusammengebracht, aber trotzdem in den Kapiteln „Aquarium J." und „Aquarium N." gar nicht weiter über sie besonders berichtet.

Ich denke, dass diese Bemerkungen genügen, die Nussbaum'sche Behauptung, dass der Hunger die Geschlechtsproduktion herbeiführe, zu entkräften. Es bleibt mir nur noch eine Erklärung für dieselbe Behauptung, die E. Schultz 1906 aufstellte: „In allen von mir untersuchten Fällen erhielt ich durch Hunger Hodenbildung u. s. w." Wie mir indes Herr Prof. Schultz selbst sagte, hat er wenig den Einfluss des Hungers auf die Geschlechtsproduktion beachtet, da er ausschließlich den Verlauf der Reduktion („rückläufige Entwickelung") bei Hungertieren verfolgte.

Wir können also mit Bestimmtheit annehmen, dass allein die Temperaturerniedrigung für den Eintritt einer Geschlechtsperiode bei *Hydra fusca* maßgebend ist. Alle Tiere, mit oder ohne Futter, in Kälte gestellt, wurden geschlechtsreif. Die Fütterung ist demnach für den Eintritt der Geschlechtsperiode nebensächlich. Von ihr ist nur die Intensität der Hoden- und Eibildung abhängig, und zwar gilt der bereits von Frischholz aufgestellte Satz: „die Stärke der Fütterung bestimmt die Stärke der Hodenbildung und zwar sowohl bezüglich der Zahl der Geschlechtstiere in einer Kultur, wie auch der Stärke der Hodenbildung am einzelnen Tier.“ Nussbaum nutzt diese Zeilen für sich aus, indem er sagt: „Frischholz leugnet zwar den Einfluss auf den Eintritt der Geschlechtsperiode; nur der Temperaturwechsel sollte einwirken. Das scheint jedoch unmöglich zu sein. Denn wenn die Ernährung zwar nicht den Eintritt der Geschlechtsbildung, aber die Zahl der in ihr auftretenden Geschlechtstiere bestimmt, so hat sie doch von 1 an alle folgenden Zahlen beeinflussen können; sie ist also ein maßgebender Faktor.“

Ich möchte hierzu einige Bemerkungen machen. Da ich sehr oft gleichzeitig Hungerkulturen und Futterkulturen in Kälte hielt, wo sie regelmäßig geschlechtsreif wurden, konnte ich auch oft die geschlechtsreifen Tiere der Futterkultur mit den geschlechtsreifen Tieren der Hungerkultur vergleichen. Stets fand ich dasselbe Resultat: die Tiere der Futterkultur hatten bei weitem mehr Geschlechtsprodukte entwickelt, ja sie zeigten oft eine vom Tentakelkranz bis zu dem Beginn des Fußteils reichende ununterbrochene Hodenmasse[2]).

Die Hungerkulturen hatten dagegen stets nur vereinzelt stehende Hodenbläschen, das Ektoderm war bei weitem nicht in toto zu Hoden umgebildet wie bei den Futtertieren. Ebenso stand es mit

---

2) Hier kam es auch vor, dass die Hodenentwickelung so stark war, dass bei gleichzeitiger Knospung die Hodenbläschen auf die Knospe übergriffen. Nie aber entstanden, wie Downing sagt, die Hoden bei Tieren mit Knospen anstatt auf dem Eltertier allein auf der Knospe. Diese Behauptung ist völlig aus der Luft gegriffen, denn stets werden nur die Eltertiere geschlechtsreif, während die Knospen ihre Sterilität bewahren. Nur bei Polypen, bei denen das Ektoderm eine kontinuierliche dicke Hodenmasse bildet, kann mit dem Wachstum der Knospe bisweilen ein Hoden auf diese übergreifen, indem die Knospe das Ektoderm des Elters auf sich „hinüberzieht“. Nur in einem einzigen Falle habe ich beobachten können, dass das Hodenbläschen auf die Knospe weit nach vorn gerückt war und auf ihr auch nach ihrer Abschnürung vom Elter noch blieb. Es unterliegt nach meinen wiederholten Beobachtungen also keinem Zweifel, dass bei knospenden Tieren stets nur das Eltertier geschlechtsreif wird und nie die an ihm sitzende Knospe. Wenn sich, wie Downing sagt, Hoden auf der Knospe selbst entwickeln, so läge kein Grund vor, nicht auch anzunehmen, dass ebenso Knospen weiblicher Tiere auch Eier entwickelten, so lange sie noch am Eltertier säßen. Eine solche Beobachtung ist aber bis heute noch nie gemacht worden.

den weiblichen Kulturen: stark gefütterte Tiere produzierten nicht selten auf einmal zehn Eier. Es unterliegt also keinem Zweifel, dass das Maß der Fütterung auf die Intensität der Geschlechtsproduktion von Einfluss ist. Und zwar gilt ganz allgemein, dass die bestgenährten, d. h. kräftigsten Tiere auch am meisten Hoden oder Eier hervorbringen, dass dagegen schwächliche Tiere, die lange hungerten, nur ganz vereinzelte Hoden oder Eier produzieren. Die Intensität der Geschlechtsproduktion hängt also von dem Kräftigkeitszustand der Tiere ab und insofern auch vom Maß der Fütterung.

c) Gonochorismus.

Wie ich bereits in der Einleitung (S. 547) darauf hinwies, war es von vornherein meine Absicht, die Streitfrage zu lösen, ob *Hydra fusca* gonochoristisch oder hermaphrodit sei. Von Hertwig, Krapfenbauer und Frischholz war sie getrenntgeschlechtlich gefunden worden, aber immer hatten die Tiere nur Hoden in der Kälte entwickelt, und es bestand die Möglichkeit, dass die einseitige Hodenbildung vielleicht Ursache einer bestimmten Kultivierungsmethode sei und dass die Eier event. unter anderen Bedingungen hätten auftreten können. Jedenfalls blieb die Entscheidung darüber offen, ob durch den Einfluss der Kälte ebenso Eier entstehen könnten und ob das Auftreten von Hodentieren in den Kulturen von Hertwig, Krapfenbauer und Frischholz allein die Folge davon war, dass die Ausgangstiere stets männlichen Charakter trugen.

Schicke ich meinen Kulturbeschreibungen wieder das Gesamtergebnis voraus, so war dies folgendes: In allen von mir geführten *fusca*-Kulturen bekam ich weder ein hermaphrodites Tier zu sehen, noch konnte ich in ein und derselben Kultur einen Umschlag von Männlichkeit zu Weiblichkeit oder umgekehrt von Weiblichkeit zu Männlichkeit beobachten. Alle von mir untersuchten *fusca* waren streng diözisch.

Im einzelnen zeigen das wiederum meine Tabellen: Tabelle I: Alle drei Abzweigungen von der Hauptkultur waren rein männlich.

Tabelle II: Alle Kältekulturen waren stets weiblich. Ich will, da ich in der langen Zeit meiner Kulturführung nur wenig weibliche Kulturen bekam, die Tabelle II, die, wie schon früher gesagt, zwei Kulturen der von einem einzigen Tier stammenden Hauptkultur M II p beschreibt, hier noch in Tabelle VII etwas erweitert wiedergeben. Wie die Tabelle VII zeigt, enthielten also alle Zweigkulturen, die in Kälte gestellt wurden, stets nur weibliche Tiere. Als Kontrollkultur für alle fünf Kältekulturen kann die Kultur M II p 1 β betrachtet werden, die in Zimmertemperatur stets steril blieb.

Endlich Tabellen III und IV: Stets enthielten die Kältekulturen nur männliche Tiere.

Tab. VII: *Hydra fusca* (vgl. Tab. II).

Datum	M II p 2	M II p 2 α	M II p 1 β	F_1	Cc	C_1
9. Dez. 1909	seit 3 Dez. eine *fusca* in **Zi-T.** gefütt.	Knospe von M II p 2 in **Zi-T.** gefütt.	eine *fusca* in **Zi-T.** gefüttert			
14. „ „		in **Kälte** gestellt, weiter gefüttert				
16. Febr. „	29 Tiere, in **Kälte weiter gefüttert**					„Zweiköpfiges" Tier in Zi-T. gefüttert
7. März 1910	38 Tiere, darunter 8 ♀					
8. „ „			139 Tiere, davon 100 als F_1 isoliert, 39 Tiere bleiben hier	100 Tiere von M II p 1 β in **Kälte gefütt.**		
21. „ „	Kultur verpilzt	22 Tiere, teils ♀ (Zahlen fehlen)				
26. „ „				vorübergehende Depression, deshalb vom 26. III.–5. IV. in Zi-T., dann in Kälte		
5. April „						
6. „ „				64 Tiere, davon 12 ♀		in **Kälte** gestellt
13. „ „						
14. „ „					15 Tiere von M II p in **Kälte** gestellt	
18. „ „			Kultur blieb in Zi-T., stets steril		unverkennbare Eianlagen	
28. „ „						Eianlage am Tier
9. Mai 1910						Ei am Tier

Auch die Tabelle VIII zeigt, dass in allen Kältekulturen immer nur Männchen auftraten. Alle drei Kulturen sind Nebenkulturen der von einem Ausgangstier herangezüchteten Hauptkultur M P I.

Tab. VIII: *Hydra fusca.*

Datum	M P I α 2	M P I α 3	M P I α 4
15. Jan. 1910	eine *fusca* in **Zi-T.** gefüttert		
24. „ „		eine *fusca* in **Zi-T.** gefüttert	
19. Febr. „		23 Tiere in **Kälte** weiter gefüttert	
23. „ „			eine *fusca* in **Zi-T.** gefüttert
28. „ „	8 Tiere, in **Kälte** gefüttert		
8. März „			9 Tiere in **Kälte** weiter gefüttert
9. „ „		49 Tiere, darunter 15 ♂, gefüttert	
18. „ „			nicht gut ausgestreckt, deshalb in **Zi-T.** gestellt
23. „ „	Beginn der Hodenbildung	71 Tiere, darunter 27 ♂	
1. April „	11 Tiere, davon 3 ♂		51 Tiere in **Kälte** weiter gefüttert
23. „ „			47 Tiere, darunter 22 ♂

Die Tabellen zeigen also, dass bei *Hydra fusca* die durch Knospung von einem einzigen Tier gewonnenen Nachkommen stets dasselbe Geschlecht aufweisen. Krapfenbauer und Frischholz hatten in ihren Kulturen bereits stets nur männliche Tiere bekommen, dagegen nie weibliche. Meine Untersuchungen ergaben aber, dass ebenso rein weibliche Linien vorkommen, dass also die Art stets getrenntgeschlechtlich ist.

Wie Krapfenbauer und Frischholz machte auch ich die Erfahrung, dass bei weitem öfter Männchen wie Weibchen vorkommen. So waren alle meine Kulturen, die ich seit August 1910 bis Januar 1911 hielt, männlich, obwohl ich mir wiederholt Material holte. Ich muss ferner betonen, dass ich das Material nie von ein und derselben Stelle eines Tümpels nahm, sondern stets von möglichst vielen, um zu vermeiden, nur die Knospen eines Tieres mitzunehmen.

Um den Gonochorismus der *fusca* noch strenger zu beweisen, hätte ich ferner gern geschlechtsreife Tiere über die Geschlechtsperiode hinweg und später zu einer neuen Geschlechtsperiode ge-

bracht. Das ist mir indes nur an Männchen geglückt, die man verhältnismäßig leicht zu wiederholten Geschlechtsperioden bringen kann[3]). Stets aber waren bei *fusca* diese Tiere, die einmal Hoden entwickelt hatten, bei abermaliger Geschlechtsproduktion männlich. Leider gelang es mir nicht, auch *fusca*-Weibchen über die Geschlechtsperiode hinwegzubringen. Im ganzen letzten Sommer bekam ich nur männliche Kulturen, keine einzige weibliche, und die weiblichen Kulturen im Frühjahr waren alle so stark gefüttert und hatten so viele Eier produziert, dass alle Tiere regelmäßig nach der Eiablage starben, zum großen Teil auch infolge starker Verpilzungen in der Durchlüftung.

Ich möchte hier noch einige Beobachtungen anschließen, die ich an ***grisea*-Kulturen** machte und die bezüglich des Gonochorismus dieser Spezies von Interesse sein dürften. Im allgemeinen gilt *Hydra grisea* für hermaphrodit. Fast regelmäßig wurde an Massenkulturen von *grisea* beobachtet, dass sie bald männlich und bald weiblich wurden. Nussbaum fand auch (Aquar. I und II), „dass aus weiblichen Polypen und ihrer durch Knospung entstandenen Nachkommenschaft Männchen wurden". Aber in nur ganz seltenen Fällen wurde ein und dasselbe Tier über mehrere Geschlechtsperioden hin verfolgt, obwohl das Experimentieren in dieser Richtung zur Aufklärung der bei dieser Spezies sicher nicht so einfach liegenden Geschlechtsverhältnisse sehr wünschenswert wäre. Ich möchte deshalb hier einige meiner *grisea*-Kulturen beschreiben, in denen einzelne Tiere bis 4 Monate lang beobachtet wurden. Frischholz beschreibt einen Fall (Kultur 29), in dem eine *Hydra grisea*, die einmal weiblich gewesen war, später auch wieder Eier produzierte. „Jedenfalls war diese ursprünglich weibliche Kultur durch sonst geeignete Einwirkung nicht zur Hodenbildung zu bringen; und ich bin fest überzeugt, wenn diese Kultur Geschlechtstiere gebracht hätte, wären es nur weibliche gewesen." Ebenso finden wir bei Weltner (1908) die Beschreibung eines gleichen Falles. Er bekam im Dezember 1907 von Herrn Prof. Plate eine Anzahl Exemplare von *Hydra grisea* und fütterte diese reichlich (wahrscheinlich im gewärmten Zimmer. Nähere Angaben darüber fehlen), so dass manche Tiere bis sieben Knospen trugen. „Am 16. Januar 1908 sah ich eine *Hydra* mit drei Eiern, am 20. eine mit zwei Eiern, eine andere mit fünf Eiern, jedes dieser Tiere hatte eine Knospe. Tiere mit Hoden waren nicht vorhanden. In der Folgezeit bis zum 9. Februar entwickelten zahlreiche Exemplare meiner *Hydra grisea* Eier, aber nie Sperma." Und später: „Diese Beobachtungen zeigen, dass die sonst zwittrige *Hydra grisea* im Aquarium getrennt-

3) Ich betone hier besonders, dass bei diesen Versuchen immer ein und dasselbe Individuum zu wiederholten Geschlechtsperioden gebracht wurde, nicht etwa zuerst ein Eltertier und dann von ihm stammende Knospen.

geschlechtlich auftreten kann und unbefruchtete Eier ablegt, die nicht zu normalen Gebilden, d. h. mit stachelbewehrter Schale, sich entwickeln, sondern zugrunde gehen, ein Verhalten, welches ich in der freien Natur bei keiner der bei Berlin vorkommenden Arten beobachtet habe.“ Im allgemeinen stimmt also diese Beobachtung mit der Frischholz'schen überein, obwohl von Weltner leider auch nicht jedes einzelne Tier exakt beobachtet wurde. Da es mir nun gelang, zweimal ein und dasselbe Weibchen zu wiederholter Geschlechtsbildung zu bringen und in beiden Fällen die Tiere, die einmal Eier produziert hatten, wieder Eier produzierten, möchte ich die Kulturen näher angeben:

Tabelle IX: Eine *grisea*, die am 20. Dezember 1909 zwei Eier entwickelt hatte, ging nach deren Ablage Mitte Januar zur Knospung über. Ende Januar, am 29., wurde das Tier zum zweiten Male geschlechtsreif und zwar wieder weiblich; auch die von ihm stammende Knospe M II r β produzierte später Eier, desgleichen die von diesem Weibchen am 10. März freigewordene Knospe.

Tab IX: *Hydra grisea.*

Datum	Kultur: M II r	Kultur: M II r α	Kultur: M II r β
20. Dez. 1909	♀ mit Knospe in Zi-T. isoliert		
14. Jan. 1910	Knospe frei = M II r α	Knospe von M II r in Zi-T. gefüttert	
29. „ „	II. Eibildung!		
31. „ „	Knospe am Tier	Depression	
4. Febr. „	Knospe frei – M II r β		Knospe von M II r in Zi-T. isoliert und gefüttert
9. „ „		†	
8. März „			Knospe am Tier
10. „ „			in 20° gestellt, Knospe frei
21. „ „			Eianlagen an beiden Tieren

Im anderen Falle handelte es sich um die Kultur M II w (Tabelle X). Ich isolierte am 27. Januar 1910 eine *grisea* aus einem großen Glas, in dem Material aus Föhring war. Das Tier hatte noch die zwei Eipolster der beiden unbefruchtet zerflossenen Eier, an einem Polster hingen außerdem noch Eifetzen, die jeden Zweifel darüber, dass es sich wirklich um ein weibliches Tier handelte, beseitigten. Ich stellte das Tier am 8. März, als es wieder

sehr kräftig war, in die Wärme (20° C.), wo es auch bereits nach 8 Tagen ein Ei entwickelte.

Tab. X: *Hydra grisea.*

Datum	Kultur: M H w
27. Jan. 1910	♀ mit 2 ausgelaufenen Eiern in Zi-T. isoliert
8. März „	in 20° gestellt
11. „ „	gefüttert!
16. „ „	Ei am Tier
17. „ „	Ei zerlaufen

Es verdient also die Erscheinung, dass weibliche *grisea* immer nur wieder Eier produzieren, Beachtung. Wahrscheinlich werden weibliche *grisea* selbst nie wieder männlich.

Selbstverständlich genügen diese wenigen angeführten Kulturen nicht zum Beweis für meine Behauptung, aber ich wollte sie anführen, da es mir scheint, dass die Geschlechtsverhältnisse bei *grisea* doch komplizierter liegen als allgemein angenommen wird. Ob in der Tat gonochoristische *grisea* vorkommen, wage ich nicht zu entscheiden, obwohl die Tabellen IX, X und XI dafür sprechen könnten. Wie Tabelle XI zeigt, beobachtete ich auch eine männliche *grisea* mit einer von ihr stammenden Knospe über 4 Monate lang. Selbstverständlich hatten beide Tiere während dieser 4 Monate auch andere Knospen hervorgebracht, die ich aber immer beseitigte, um nur die zwei Tiere einmal genau betreffs ihrer Geschlechtsentwickelung zu untersuchen. Alle anderen Knospen wurden also entfernt, da ich sie natürlich nicht alle einzeln neben meinen vielen *fusca*-Kulturen weiter kultivieren konnte. Ich berichte deshalb nur über diese zwei Tiere. Wie Tabelle XI zeigt, entwickelt also das Stammtier viermal (am 3. Januar, 20. Januar, 3. Februar und 18. Februar), die Knospe von ihm nach ihrer Ablösung fünfmal (nämlich am 23. Februar, 13. März, 28. März, 13. April und 26. April) Hoden, aber nie ein Ei. — Später fand ich die gleiche Erscheinung an einem anderen Tier; es wurde auch über 4 Monate lang beobachtet und entwickelte fünfmal Hoden, aber nie ein Ei.

Fassen wir also meine Resultate zusammen, so ergibt sich: *Hydra fusca* ist stets getrenntgeschlechtlich, alle durch Knospung von einem Tier stammenden Nachkommen haben stets dasselbe Geschlecht. *Hydra grisea* ist hermaphrodit, aber wahrscheinlich behalten die Tiere, die einmal Eier produziert haben, den weiblichen Charakter bei, produzieren also nie wieder Hoden.

Tab. XI: *Hydra grisea.*

Datum	Kultur: **M II q 2**	Kultur: **M II q 2 α**
3. Jan. 1910	♂ in **Zi-T.** isoliert	
12. „ „	ohne Hoden, gefüttert	
20. „ „	II. Hodenbildung!	
26. „ „	eine Knospe frei = M II q 2 α	Knospe von M II q 2 in **Zi-T.** gefüttert
3. Febr. 1910	III. Hodenbildung!	
10. „ „	Hoden und 2 Knospen am Tier	↓
15. „ „	ohne Hoden (Knospen schon am 11. beseitigt)	Knospung stark Knospen stets beseitigt
18. „ „	IV. Hodenbildung!	in **10°** gestellt
21. „ „		in **Zi-T.** zurück
23. „ „		I. Hodenbildung!
3. März „	ohne Hoden	Knospe am Tier
4. „ „		ohne Hoden, eine Knospe beseitigt
13. „ „		II. Hodenbildung!
19. „ „	Tier in **20°** gestellt, gefüttert	
21. „ „		Kultur in **20°** gestellt
24. „ „		Hoden völlig verschwunden
25. „ „	2 Knospen am Tier, in **Zi-T.** schwach	
28. „ „		III. Hodenbildung!
29. „ „	Depression	
1. April „		Spermatozoen wandern aus
8. „ „		ohne Hoden, Knospe am Tier
10. „ „	eine der beiden Knospen infolge der Depression noch heute am Tier	Knospe beseitigt
13. „ „		IV. Hodenbildung!
18. „ „	†	
20. „ „		ohne Hoden
26. „ „		V. Hodenbildung!
27. „ „		Tier in Depression, in **Zi-T.** gestellt
11. Mai „		†

Vielleicht kommt überhaupt außer Hermaphroditismus auch Gonochorismus vor oder existiert ein bisher noch nicht bekannter Fortpflanzungszyklus.

d) Depression und geschlechtliche Fortpflanzung.

Frischholz, der die Depressionserscheinungen bei *Hydra* kürzlich genauer studierte, hatte vergebens nach einem Zusammenhang zwischen Depression und geschlechtlicher Fortpflanzung gesucht, wie ihn Krapfenbauer an seinen Futter-Kälte-Kulturen gefunden zu haben glaubte und wie er bei Protozoen von Calkins, Hertwig, Popoff u. a. beobachtet worden ist. Er sagt: „Es treten meist die Geschlechtstiere auf, ohne dass vorher in den Kulturen sich irgendwelche Depressionserscheinungen gezeigt hätten, ja sogar bei besonders gesundem und kräftigem Aussehen der Tiere," und später: „Jedenfalls war es nicht möglich, in der Aufeinanderfolge und den Abständen der zahlreichen Depressionen und Perioden geschlechtlicher Ausbildung irgendwelche Regelmäßigkeit zu erkennen."

Nach Popoff äußert sich die Depression bei Protozoen bekanntlich durch völligen Stillstand der Lebensfunktionen: Nahrungsaufnahme, Assimilation und Teilung; sie kann sich selbst regulieren dadurch, dass der im Depressionszustand anormal chromatinreiche Kern Chromatin ausstößt. Aber diese Autoregulation genügt nicht für alle Zeit. Je älter die Zelle wird, um so schwerer werden die Depressionen und um so schwieriger wird die Regulation, bis schließlich eine Autoregulation unmöglich wird und das Tier dem Tode verfällt, wenn nicht durch eine Konjugation die Depression beseitigt wird. „In diesen tiefen Depressionen tritt der Konjugationstrieb ein, welcher zu richtigen Konjugationsepidemien führt. — Der Konjugationsvorgang ist somit als ein regulatorischer Prozess aufzufassen."

Ganz ähnliche Depressionserscheinungen wie bei Protozoen kommen nun auch bei *Hydra* vor. Sie wurden zuerst von Hertwig beobachtet und nach ihm von Krapfenbauer, vor allem aber von Frischholz beschrieben. Hertwig übertrug auf sie zum ersten Male den Namen Depression. Die Depression bei *Hydra* äußert sich nach Frischholz folgendermaßen: die Tiere verweigern die Nahrungsaufnahme, ihre Tentakeln verkürzen sich auf etwa die halbe Körperlänge, werden unbeweglich und sind an ihren freien Enden geknöpft oder keulenförmig verdickt (= schwache Depression). Schreitet die Depression weiter vor, so werden die Tentakeln bis 1 mm groß und stehen starr vom Körper ab (= mittlere Depression). Endlich kann der Körper sich stark kontrahieren und der Tentakelkranz bis auf kleine Höcker verschwinden; die Tiere verlieren die Fähigkeit sich anzuheften (= starke De-

pression), oder die Polypen erscheinen nur noch als kleine kugelige Klümpchen (= hochgradige Depression). Demnach äußert sich die Depression bei *Hydra* ebenfalls in völligem Stillstand der Lebensfunktionen.

Es lag nahe, zwischen der Depression der Einzelligen und der der Mehrzelligen nach weiteren Parallelen zu suchen. Krapfenbauer glaubte auch einen solchen Zusammenhang zwischen Depression und Konjugation gefunden zu haben, wie er für Protozoen beschrieben ist. Er sah, dass jedesmal (in Kälte-Futter-Kulturen) „der Hodenbildung ein an Depression erinnernder Zustand vorausging". Die Beobachtung Krapfenbauer's ist nicht ganz unrichtig. Auch in meinen Futter-Kälte-Kulturen sah ich oft, dass die Verdauung der aufgenommenen Nahrung wesentlich langsamer vor sich ging als in Zimmer-Futter-Kulturen. Oft verdauten die Polypen in Kälte die Daphniden erst binnen 2—3 Tagen, sie zeigten also 3 Tage lang die nach reichlicher Nahrungsaufnahme stets charakteristische sackförmige Gestalt. Ich glaube indes nicht, dass wir diese Verlangsamung in der Verdauung als Depression bezeichnen können. Sie ist wohl nur durch die Kälte verursacht, in der die Verdauung stets viel langsamer vor sich geht als in der Wärme. Haben nämlich die Tiere die unverdaulichen Daphnidenschalen wieder von sich gegeben, so sind sie völlig normal und meist sehr kräftig, so dass ein Weiterfüttern absolut unschädlich ist. Dass wir es hier nicht mit einer Depression zu tun haben, scheint mir auch aus der Tatsache hervorzugehen, dass *Hydra grisea*, die bekanntlich in Wärme geschlechtsreif wird, nie vor der Geschlechtsproduktion einen solchen an Depression erinnernden Zustand zeigt, auch wenn sie noch so stark gefüttert wurde.

Ein Zusammenhang zwischen Depression und geschlechtlicher Fortpflanzung existiert also meines Erachtens nicht. Im Gegenteil: alle meine Kulturen ergaben das Resultat, dass Tiere, die sich in Depression befinden, nie Hoden oder Ovarien ausbilden. Nur ganz gesunde und kräftige Tiere kommen zur Geschlechtsproduktion, nie schwächliche. Wie sollten auch die Polypen, die sich in Depression befinden, die die Fähigkeit, sich zu ernähren, sich zu bewegen, Knospen zu produzieren, völlig verloren haben, Geschlechtsprodukte ausbilden, d. h. alle die vielen Zellteilungen durchmachen, die zur Entwickelung reifer Eier oder Spermatozoen nötig werden! Ebenso wie die Tiere nicht imstande sind, Knospen zu bilden, ebenso können sie zur Zeit der Depression auch nicht Geschlechtsprodukte entwickeln. Es schließt also die Depression eine Ausbildung von Eiern oder Hoden völlig aus.

4. Zusammenfassung und Schluss.

Meine Untersuchungen über die Geschlechtsverhältnisse von *Hydra fusca* führten also zu folgenden Resultaten:

1. *Hydra fusca* wird geschlechtsreif bei einer Temperatur von ca 10°, dagegen wie Frischholz richtig angab, nie in Zimmertemperatur.

2. Der Hunger hat auf den Eintritt einer Geschlechtsperiode keinen Einfluss. Alle Zimmer-Futter-Kulturen und alle Zimmer-Hunger-Kulturen blieben in den $^5/_4$ Jahren meiner Kulturführung ausnahmslos steril, dagegen entwickelten sowohl Kälte-Futter-, wie Kälte-Hunger-Kulturen regelmäßig Eier oder Hoden. Das Maß der Fütterung ist nur von Einfluss auf die Intensität der Hoden- oder Eibildung, insofern schwach gefütterte oder hungernde Tiere stets nur einige, stark gefütterte Tiere dagegen stets sehr viele Hoden oder Eier entwickeln.

3. *Hydra fusca* ist stets getrenntgeschlechtlich. Nie werden in einer Massenkultur, die durch Knospung von einem einzigen Tier gewonnen war (Kulturen in reinen Linien), männliche und weibliche oder hermaphrodite Tiere gefunden, sondern immer entweder nur Männchen oder nur Weibchen. Männchen über die Geschlechtsperiode hinweg und später zu erneuter Geschlechtsproduktion gebracht, blieben stets männlich. Leider gelang es nie, ein und dasselbe Weibchen zu einer zweiten Eibildung zu bringen, weil alle weiblichen Kulturen zu stark gefüttert waren und die Tiere nach Ablage ihrer Eier starben. Alle Kulturen, die ich später in großer Zahl führte, waren stets männlich, so dass der Versuch nicht von neuem gemacht werden konnte. — Ob bei *Hydra grisea* außer Hermaphroditismus auch Gonochorismus vorkommt, wage ich nicht bestimmt zu entscheiden. Es scheint mir aber sicher, dass *grisea*-Weibchen nie selbst wieder Hoden produzieren. Jedenfalls sind bei *Hydra grisea* die Geschlechtsverhältnisse viel komplizierter als bisher allgemein angenommen wird und verdienten noch eingehende Untersuchungen. Da meiner Meinung es nicht ausgeschlossen ist, dass bei *Hydra grisea* ein Fortpflanzungszyklus vorliegt, ist es vor allem nötig, dass *Hydra grisea* vom Ei aus kultiviert wird und dass weniger an Massenkulturen als am einzelnen Tiere weitere Beobachtungen angestellt werden (s. meine Kulturen in Tab. IX—XI).

4. Irgendwelche Beziehungen zwischen Depression und geschlechtlicher Fortpflanzung, wie sie Popoff u. a. für Protozoen angegeben haben und wie sie Krapfenbauer auch bei *Hydra* beobachten zu können glaubte, existieren bei *Hydra* nicht. Nie fallen Depressionsperioden mit Perioden geschlechtlicher Fortpflanzung zusammen, da die Depression bei *Hydra* die Entwickelung von Gonaden völlig unterdrückt.

Ich möchte hier noch einige allgemeine Bemerkungen über die Depression der *Hydra* anschließen Wie Frischholz angibt, beginnt der äußerlich erkennbare Verlauf der Depression mit Verweigerung der Nahrungsaufnahme und Tentakelverkürzung. Die ersten Stadien der Depression sind also äußerlich am Tier sicherlich nicht wahrnehmbar. Es muss vielmehr noch eine latente Depression bei *Hydra* vorkommen, die uns alle die Erscheinungen, wie teilweise Sterilität der Kulturen und verschiedenartigste Missbildungen erklärt. Wie schon frühere Forscher stets angaben, kommt es nicht selten vor, sondern fast regelmäßig, dass Kulturen, die zur Ausbildung von Geschlechtsprodukten in die „geeignete" Temperatur gestellt wurden, zum großen Teil steril bleiben. Immer nur wird ein größerer oder kleinerer Prozentsatz der Tiere geschlechtsreif, nur selten die ganze Kultur. Ich kann mir diese Erscheinung, diese teilweise Sterilität großer Kulturen, der ich auch häufig begegnete, nicht anders erklären, als dass sie durch eine äußerlich nicht wahrnehmbare, also eine latente Depression verursacht wird, die die Ausbildung von Eiern oder Hoden unterdrückt. Die Tiere können dabei oft recht kräftig aussehen, ja sogar Nahrung zu sich nehmen. Dagegen scheint die Verdauung der Nahrung zu stocken; denn ich habe nie beobachten können, dass solche Tiere Knospen trieben, obwohl sie wiederholt Futter zu sich nahmen. — Ebenso erkläre ich mir das so oft von früheren *Hydra*-Forschern beobachtete Auftreten von *Hydra*-Kolonien als Folgeerscheinungen vorhandener Depressionen. Die Koloniebildung ist schon oft in früheren Arbeiten erwähnt, beschrieben und abgebildet worden. Die schönste Abbildung einer Kolonie hat schon im Jahre 1744 Trembly gegeben. Er bildet eine *Hydra*-Kolonie von 19 Individuen ab. Nach ihm wurden auch von Rösel (1755) Koloniebildungen beobachtet, später auch von Asper (1880) und von Nussbaum (1887). Aber erst Hase (1909) bemüht sich, eine Erklärung für die von ihm beobachteten Koloniebildungen zu geben: „Zu dieser Ansicht, dass eine Alterserscheinung vorliegt, bin ich aus drei Gründen gekommen: einmal sah ich bei jüngeren[4]) Individuen diese Erscheinung nie, frühestens trat sie am Ende des zweiten Monats auf, ferner gingen die Knospen, losgelöst aus dem Kolonieverband, sehr rasch zugrunde, sie schienen senil zu sein, und endlich hatten die koloniebildenden Individuen eine hohe Tentakelzahl." Dass die Koloniebildung stets nur an alten Tieren vorkommt, stimmt mit meinen Beobachtungen überein. Dagegen ist die Tentakelzahl nicht stets eine besonders hohe, wie ich gleich

4) Der Ausdruck „jüngere" und „ältere" Individuen dürfte wenig geeignet sein. Gemeint sind von Hase mit „älteren" Hydren Tiere, die schon längere Zeit Knospen abgeschnürt haben, mit „jüngeren" wohl solche Tiere, die noch nicht lange Zeit von einem Eltertier abgeschnürt sind.

zeigen werde. In meinen Kulturen traten zweimal Kolonien auf. Im ersten Falle handelte es sich um eine *Hydra fusca*, an der eine Knospe saß. Die Knospe hatte drei Tentakel und war am basalen Pol breit in das Eltertier eingefügt, nach dem Mund zu dagegen kegelförmig zugespitzt. Sie blieb 3 Monate an dem Eltertier befestigt und behielt stets nur drei Tentakel. Ich hatte diese *Hydra fusca* aus einer großen Kultur gerettet, in der alle anderen Polypen kurz nach Isolierung des genannten Tieres infolge einer Depression starben. Das isolierte Tier wurde bald völlig normal und trieb, während die verwachsene Knospe stets am Elter blieb, eine Knospe, die sich abschnürte. Nach einiger Zeit setzte auch an der drei Tentakel tragenden Knospe die Knospung ein, so dass bisweilen sieben Tiere eine Kolonie bildeten. Erst nach drei Monaten wurden die beiden zusammengebliebenen Polypen durch eine Längsteilung voneinander getrennt. Die Verwachsung war also zweifellos eine Folge der Depression gewesen. — Im anderen Falle starb die Kolonie, die aus vier in Zusammenhang gebliebenen Individuen bestand, 4 Tage nach ihrer Isolierung ab. Wenn Hase (1909), der sogar eine neunköpfige *grisea*-Kolonie abbildet, die Koloniebildung als „Alterserscheinung“ ansieht, so will das nichts anderes heißen, als dass sich die Tiere in einem, vielleicht äußerlich nicht erkennbaren Depressionszustand befanden. Dass sich die Kolonie in Depression befand, geht aus der Bemerkung des Verfassers hervor, dass sich die Knospen von der Kolonie nicht ablösten, sondern im Verband mit dem Stammtier blieben und mit diesem zusammen völlig zerfielen. Da aber keine Knospenablösung stattfand, musste wohl eine Stockung in den Lebensfunktionen des Stammtieres, also eine Depression vorgelegen haben. Die Knospen, die sich von meinen Kolonien später abschnürten, blieben dagegen am Leben, konnten sogar später zur Geschlechtsproduktion gebracht werden. Ein Beweis, dass die Koloniebildung nur die Folge einer vorübergehenden Depression des Elters war.

In den Rahmen solcher Missbildungen gehören ferner die Fälle von „Doppelköpfigkeit“. Ich beobachtete sie zweimal; auch hier handelt es sich wohl immer um eine durch vorübergehende Depression verhinderte Abtrennung einer Knospe von ihrem Stammtier. Denn das eine doppelköpfige Tier, das ich beobachtete (Taf. VII C_1), war bald wieder so kräftig, dass es, in Zimmertemperatur gestellt, Knospen abschnürte und, in Kälte gestellt, ein Ei entwickelte, wobei es stets doppelköpfig blieb. „Doppelflüssigkeit“ trat einmal in einer Kältekultur an einem Tier auf, das steril blieb, während die anderen Tiere derselben Kultur zur gleichen Zeit Hoden entwickelten. Die Sterilität dieses einen Tieres beweist, dass das Tier sich in Depression befunden hatte. Und endlich sei ein Fall von „Tentakelspaltung“ erwähnt, den ich

ebenfalls in einer Kältekultur an einem sterilen Tier beobachtete, während die anderen Tiere der Kultur Hoden entwickelt hatten.

Die erwähnten Fälle von Koloniebildung, Doppelköpfigkeit, Doppelflüssigkeit und Tentakelspaltung lehren uns also, dass außer den von Frischholz als typisch beschriebenen Depressionen auch solche vorkommen, die sich makroskopisch nur als Missbildungen erkennen lassen. Da solche Tiere aber nicht immer absterben, sondern oft lange noch am Leben bleiben können, dürfte es richtiger sein, derartige Missbildungen nicht als Alterserscheinungen, sondern auch als Depressionserscheinungen aufzufassen.

V. Benutzte Literatur.

1844. Laurent, L. Zoophytologie (Voyage autour du monde de la Bonite). 6 Tafeln im Atlas des Reisewerkes.

1877. Kleinenberg, N. *Hydra.* Eine anatomisch-entwickelungsgeschichtliche Untersuchung. Leipzig.

1880. Asper. Beiträge zur Kenntnis der Tiefseefauna der Schweizer Seen. Zool. Anz., 3. Jahrg.

1883. Jickeli, C. F. Der Bau der Hydroidpolypen. I. Teil. Morph. Jahrb., Bd. VIII.

1887. Nussbaum. Über die Teilbarkeit der lebenden Materie. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 29.

1891. Brauer, A. Über die Entwickelung von *Hydra.* Zeitschr. f. wissensch. Zool., Bd. 52.

1892. Nussbaum, M. Geschlechtsentwickelung bei Polypen. Sitzungsber. der Niederrhein. Gesellsch. S. 13 u. 40. Abteilung B.

1903. Hertwig, R. Über das Wechselverhältnis von Kern und Protoplasma. Sitzungsber. der Gesellsch. f. Morph. u. Phys. München.

1903. — Über Korrelation von Zell- und Kerngröße und ihre Bedeutung für die geschlechtliche Differenzierung und die Teilung der Zelle. Biolog. Centralbl., Bd. XXVIII.

1905. Downing, E. R. The spermatogenesis of *Hydra.* Zool. Jahrb. Abt. f. Anat. u. Ont., Bd. XXI.

1905. Hertwig, R. Über das Problem der sexuellen Differenzierung. Verhandl. d. deutsch. Zool. Gesellsch. Breslau.

1906. — Über die Ursache des Todes. Öffentl. Vortrag (erschienen in: Allgem. Zeitg., Nr. 288—289).

1906. Annandale, N. Memoirs of the Asiatic Society of Bengal. The Common *Hydra* of Bengal.

1906. Hertwig, R. Über Knospung und Geschlechtsentwickelung von *Hydra fusca.* Biolog. Centralbl., Bd. XXVI.

1906. Schultz, E. Über Reduktionen. II. Über Hungererscheinungen bei *Hydra fusca* L. Arch. f. Entw.-Mech., Bd. 21.

1907. Nussbaum, M. Zur Knospung und Hodenbildung bei *Hydra.* Biolog. Centralbl., Bd. XXVII.

1907. Mrázek, A. Einige Bemerkungen über die Knospungen und geschlechtliche Fortpflanzung bei *Hydra.* Biolog. Centralbl,, Bd. XXVII.

1907. Whitney. The Influence of External Factors in Causing the Development of Sexual Organs in *Hydra viridis.* Arch. f. Entw.-Mech., Bd. 24.

1907. Annandale, N. Notes on the Freshwater Fauna of India. *Hydra orientalis.* Journ. Proc. Asiat. Soc. Bengal, Vol. 3.

1907. Popoff, M. Depression der Protozoenzelle und der Geschlechtszellen der Metazoen. Arch. f. Protistenk. Suppl. I. Festband f. R. Hertwig.
1908. Krapfenbauer, A. Einwirkung der Existenzbedingungen auf die Fortpflanzung von *Hydra*. Inaug.-Diss. München.
1908. Weltner, W. Zur Unterscheidung der deutschen Hydren. Arch. f. Nat.-Gesch., Jahrg. 73.
1908. Steche, O. Der gegenwärtige Stand unseres Wissens vom Süßwasserpolypen (*Hydra*). Internationale Revue der ges. Hydrobiologie und Hydrographie.
1908. Downing, E. R. The Ovogenesis of *Hydra fusca*. Biolog. Bull., Vol. 15.
1908. Brauer, A. Die Benennung und Unterscheidung der *Hydra*-Arten. Zool. Anz., Bd. 33.
1909. Frischholz, E. Zur Biologie von *Hydra*. Depressionserscheinungen und geschlechtliche Fortpflanzung. Biolog. Centralbl., Bd. XXIX.
1909. — Biologie und Systematik im Genus *Hydra*. Zool. Annalen. Würzburg.
1909. Nussbaum, M. Über Geschlechtsbildung bei Polypen. Bonn 1909. Arch. f. d. ges. Physiol., Bd. 130.
1909. Hadzi, J. Die Entstehung der Knospe bei *Hydra*. Arbeiten aus dem Zool. Inst. Wien, Bd. 18.
1909. Hase, A. Über die deutschen Süßwasserpolypen etc. Arch. f. Rassen- und Ges.-Biologie, Heft 6.
1910. Toppe, O. Bau- und Nesselzellen der Cnidarier. Zool. Jahrb Abt. f. Anat. u. Ont., Bd. 29.
1910. Berninger, J. Über Einwirkung des Hungers auf *Hydra*. Zool. Anz., 4. Oktober.
1910. Kölitz, W. Morphologische und experimentelle Untersuchungen an *Hydra*. Arch. f. Entw.-Mech., Bd. 31, Heft II.

Martin H. Fischer's Lehre von der Bindung des Wassers in den Zellen.

Von Rudolf Höber.

Von Martin H. Fischer ist vor kurzem ein Buch mit dem Titel „Das Ödem" veröffentlicht worden[1]). Das Werk würde diesem Titel nach wohl kaum eine ausführlichere Würdigung gerade an dieser Stelle erfordern, wenn nicht vom Autor aus seinen speziellen Experimentalstudien über das Zustandekommen des Ödems auch neue Auffassungen über einige Grundfragen der Physiologie abgeleitet worden wären, welche eine Stellungnahme erheischen.

Die tatsächlichen Angaben Fischer's sind etwa folgende: 1. Umschnürt man den Oberschenkel eines Frosches so stark, dass die Zirkulation sistiert, oder schneidet man das Bein einfach ab und hängt es dann in Wasser, so tritt ein starkes Ödem auf, d. h. das Bein schwillt durch Wasseraufnahme an. 2. Das Ödem wird noch stärker, wenn man das Bein oder auch ausgeschnittene Muskeln nicht in Wasser, sondern in verdünnte Säure

1) Martin H. Fischer, Das Ödem. In deutscher Sprache herausgegeben von Karl Schorr und Wolfgang Ostwald. Dresden, Th. Steinkopff, 1910. 223 S., 6 Mk.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Biologisches Zentralblatt

Jahr/Year: 1911

Band/Volume: 31

Autor(en)/Author(s): Koch Wilhelm

Artikel/Article: Über die geschlechtliche Differenzierung und den Gonochorismus von Hydra fusca. 545-575