

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 Entwicklungsgeschichte an Herrn Prof. Dr. R. Hertwig, München, alte Akademie, alle übrigen an Herrn Prof. Dr. Rosenthal, Erlangen, Physiolog. Institut, einsenden zu wollen.

Bd. XXIX.

1. Mai 1909.

N^o 9.

Inhalt: Frischholz, Zur Biologie von *Hydra* (Schluss). — v. Prowazek, II. Studien zur Biologie der Zellen. — Hollrung, Jahresbericht über das Gebiet der Pflanzenkrankheiten. — Müller, Jahrbuch für wissenschaftliche und praktische Tierzucht einschliesslich der Züchtungsbiologie.

Zur Biologie von *Hydra*.

Depressionsercheinungen und geschlechtliche
Fortpflanzung.

Von Eugen Frischholz.

(Aus dem zoologischen Institut München.)

(Schluss).

Dem stehen schroff entgegen zwei Kulturen von *fusca* (22, 28, Tabelle VII); diese Tiere, aus dem Freien (ca. + 11° C.) ins Zimmer übertragen und lange in dieser Temperatur gehalten, zeigten keine Spur von Hoden- oder Eibildung; nachdem aber dann beide wieder in Kälte versetzt worden waren, kam die eine Kultur sehr rasch zu starker Hodenbildung, die andere zwar später, aber gleichfalls sehr ausgiebig zur Bildung von Eiern.

Um ohne langwierige Aufzählungen alle Resultate meiner Kulturen nach dieser Hinsicht anschaulich zu machen, muss ich wieder tabellarische Zusammenstellung zu Hilfe nehmen. In Tabelle X sind alle Kulturen aufgeführt, welche eine Temperaturänderung erfahren haben und ersichtlich gemacht, in welchen Fällen danach Bildung von Geschlechtsprodukten eingetreten ist und in welchen nicht; erstere Fälle sind kenntlich durch die Angabe der Prozentzahl an Geschlechtstieren (2. Rubr.); bei diesen Fällen gibt die Zahl in Rubrik 4 die Dauer in Tagen an, von der Temperaturänderung bis zur ersten Beobachtung von Geschlechtstieren.

Tabelle X.

Hoden-(und Ei-)bildung nach Temperaturänderungen									
steigende Temperatur					fallende Temperatur				
Kultur	Geschlechts-Tiere	Verweilen Tage in		Bemerkungen (Serie)	Kultur	Geschl.-Tiere	Verweilen Tage in		Bemerkungen (Serie)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	a) <i>grisea</i>	K	Z			a) <i>grisea</i>	Z	K	
34	Febr. 40%	64	9	IV.	43	Dez. 9%	51	8	III. vgl. Per.
20	" 50%	56	11	III. (Spec.?)					Dez. in 25
41	" 40%	50	13	IV.					(Tab. VII)
34a	Jan. 100%	44	14	Hilfsk. 9	20	" 4%	18	14	III. 2 ♂ Tiere!
27	Febr. 55%	32	14	III. Tiere		Ohne Geschl.-Tiere			(Spec.?)
61									
53		24	24	IV.					
43		23	17	III.					
(16	Nov. 5%	ca. 20	14	unsicher	27	Ende Dez.	70	32	III.
16	Nov. } 20% ♂	"	26	III. } Kälte im Freien	29	" "	74	28	III.
16b)		"	33	III. } Kälte im Freien	34	" Nov.	ca. 40	64	IV.
25	Nov. 40%	"	33	III.	37	"	"	64	IV.
57	März ca. 8%	18	8	Hilfskult.	36	"	"	64	IV.
					35	"	"	31	IV.
		Z	W		33	"	"	90	IV.
39	Dez. 20%	ca. 40	11	} Wahrsch. Perioden s. S. 255	57	Febr.	"	18	Hilfskultur
38	" 3%	"	12						
40	" 9%	"	13						
	Ohne Geschl.-Tiere	K	Z		41	Dez.	40+14	50	IV.
					39	"	40+33	56	IV.
29	Ende Jan.	27	58	III. ♀ Kult.			W	Z	
36	Febr.	64	40	IV.	38	Febr.	64	25	IV.
37	"	64	40						
		K	W			b) <i>fusca</i>			
35	Dez.	31	60			Geschl.-Tiere	Z	K	
	b) <i>fusca</i>				22	Jan. 40%	67	6	III.
	Ohne Geschl.-Tiere	K	Z		28	Febr. 55%	41	36	III. Eier!
						Ohne Geschl.-Tiere			
22	Okt.	ca. 25	72	IV. } Kälte im Freien					
28	Nov.	ca. 45	41	IV. } Kälte im Freien	46	Jan.	210	ca. 100	} Hilfskulturen; aus Stammkultur A!
47	Febr.	35	20	vgl. T. VII Hilfskult.	47	"	210	35	

Betrachten wir zuerst die Resultate bei steigender Temperatur: Zunächst sind 13 *grisea*-Kulturen aufgeführt, welche aus Kälte (K) in Zimmertemperatur (Z) versetzt wurden (34—57); in allen trat danach Hodenbildung ein, und zwar an 5—55% der Tiere (100% bei einer Kultur von nur 9 Tieren); nur in zwei Fällen an weniger als 20%! Ferner, drei Kulturen *grisea*, vom Zimmer (Z) in höhere

Wärme (W) übertragen, ebenfalls mit Hodenbildung, aber geringeren Prozentsatzes.

Diesen 16 Fällen von meist sehr starker Hodenbildung bei *grisea* nach Erhöhung der Temperatur stehen vier gegenüber (29—35), in welchen diese Wirkung ausgeblieben ist; ich werde sogleich dies zu besprechen haben.

Kulturen von *H. fusca* wurden dreimal aus Kälte in Zimmer versetzt; bei allen drei (22, 28, 47) blieb Hodenbildung gänzlich aus; sie waren der Einwirkung der Kälte 25—45 Tage ausgesetzt, und danach 20—72 Tage im Zimmer beobachtet; nach gleich langer oder kürzerer Kältewirkung hatten die meisten *grisea*-Kulturen im Zimmer innerhalb längstens 33 Tagen mit der Hodenbildung begonnen, wie die Zahlen unter K und Z zeigen. Es liegt also ein prinzipieller Unterschied im Verhalten von *fusca* und *grisea* vor, nicht etwa eine Wirkung ungleicher Kulturführung.

Am besten zeigt dies die Gegenprobe, das Verhalten beider Arten nach Temperaturerniedrigung.

Unter der Rubrik „fallend“ sind zunächst wieder alle *grisea*-Kulturen aufgeführt:

Zwei Fälle mit Hodenbildung von 4 und 9% nach Übertragung von Z zu K.

Dagegen:

Elf Fälle ohne Hodenbildung nach Temperaturminderung von Z zu K oder Z und W zu K, oder W zu Z; wobei alle betreffenden Kulturen lange Zeit den Einwirkungen sowohl der höheren wie der nachfolgenden niederen Temperatur ausgesetzt waren.

Anders *fusca*:

Zwei Fälle starker Hodenbildung bzw. Eibildung nach Übertragung in Kälte;

dagegen zwei Fälle ohne Wirkung.

Entnehme ich aus diesem allem als Regel, dass *H. grisea* durch Ansteigen der Temperatur, *fusca* dagegen durch Sinken derselben zu geschlechtlicher Ausbildung veranlasst wird, dann habe ich in meinen Resultaten drei Gruppen von Ausnahmen; diese will ich nun näher untersuchen.

Unter „steigend“ sind vier Kulturen *grisea* aufgeführt, bei denen keine Geschlechtsstiere auftraten.

Kultur 29 war, wie auch die drei anderen Kulturen (36, 37, 35), genügend lang der Kälte ausgesetzt und fast 2 Monate dann im Zimmer beobachtet; aber diese Kultur ist von Tieren gezüchtet, welche rein weiblich waren, d. h. nur Eier, ohne Hoden hatten; für diese scheint eine längere Einwirkung nötig zu sein zur Erzielung von Geschlechtsprodukten als für rein männliche Tiere, wie die weibliche Kultur 28 von *fusca* (gegen 22, Tabelle X „fallend“) und Angaben Whitney's (1907) für *H. viridis* vielleicht vermuten lassen;

doch ist dies sehr unsicher. Wahrscheinlicher ist, dass die bei Übertragung von K zu Z bestehende Depression Ursache der Unterdrückung der Eibildung ist; denn auch bei den drei anderen Kulturen, welche ohne Geschlechtstiere geblieben sind, liegt der gleiche Fall vor: 36, 37 und 35 haben schon bei der Übertragung oder den Tag danach starke Depression; andererseits ist unter den 16 Kulturen, welche zur Hodenbildung kamen, nur eine einzige, welche zur Zeit der Übertragung in Depression war (43, Dezember). Bei 35 war vielleicht auch die zu hohe Intervalle K bis W hemmend.

Die zweite Ausnahme bilden zwei *grisea*-Kulturen, welche unter „fallend“ mit Geschlechtstieren notiert sind.

Kultur 43 wurde wie Kultur 25 aus 16 während einer dort bestehenden Geschlechtsperiode (November) abgezweigt; es waren nur Tiere ohne Hoden, aber sicher zum Teil mit hoher Disposition dazu; diese Neigung zur Hodenbildung, oder wohl richtiger die teilweise schon begonnene Entwicklung konnte nun die kurze Kälteeinwirkung von 8 Tagen nicht mehr unterdrücken, nur bedeutend schwächen; zu gleicher Zeit ist in der Schwesterkultur 25 in Zimmer eine viel stärkere Geschlechtsperiode eingetreten; die Hodenbildung in 43 im Dezember ist also nicht eine Folge der Kältewirkung, daher keine Ausnahme für *grisea*.

Ganz analog liegt der Fall für Kultur 20. Tabelle VII zeigt, dass das Stamtier geschlechtsreif Anfang November in Kälte gehalten war; nach Rückbildung der Hoden kam eine Versetzung ins Zimmer auf 18 Tage; diese hat in der inzwischen vermehrten Kultur teilweise Disposition zu Hodenbildung veranlasst und die nachfolgende Kälte konnte dieselbe in den ersten 18 Tagen nicht ganz unterdrücken. Ich will hier gleich beifügen, dass *H. fusca* kein analoges Verhalten zeigt, dass vielmehr in einigen Fällen Hydren dieser Spezies, welche junge Hodenanlagen besaßen, nach Rückversetzung in höhere Temperatur die ganz oder teilweise ausgebildeten Hoden unter krankhaften Erscheinungen (starke gelbliche Verfärbung der Hoden, Depressionshabitus) vollständig rückbildeten und zum Teil an diesem Prozess zugrunde gingen.

Die dritte Ausnahme bilden unter Rubrik „fallend“ zwei Kulturen von *fusca* (46, 47), welche trotz sehr langer Kultur in Zimmer und Kälte keine Spur geschlechtlicher Entwicklung zeigten; man könnte denken, die sehr lange Zimmerkultur (210 Tage) habe abnorme Verhältnisse geschaffen und es ist dies vielleicht möglich; aber diese Tiere stammen aus der alten Stammkultur A zu Serie I und II; und ich habe dort (S. 214) schon angegeben, dass diese Kulturen sehr wenig auf die Kälte reagierten; es waren sieben Kulturen nach langer Zimmerkultur 2 Monate und länger in Kälte, und nur bei zweien kam eine sehr schwache Hodenbildung zur Beobachtung; Kultur 9 zeigte ein ganz merkwürdiges Verhalten;

nachdem Anfang Oktober 1907 ca. 10% Hodentiere beobachtet waren, wurde die Kultur von Monat zu Monat ungefähr einem regelmäßigen Wechsel von Zimmertemperatur und Kälte unterworfen, so dass sie noch drei langen Kälteperioden unterworfen war bis Anfang Mai 1908; dabei wurde sie wechselnd gefüttert, und meist waren die Tiere von ausnehmend schönem und kräftigem Aussehen; aber nicht ein geschlechtsreifes Tier konnte in der oft stark bevölkerten Kultur in der ganzen Zeit gesehen werden; und ähnlich wurde Kultur 5 aus Serie I weitergeführt bis Mitte Dezember 1907, d. i. $4\frac{1}{2}$ Monate mit dem gleichen negativen Erfolg.

Es besteht demnach sichtlich bei den Hydren, wenigstens bei *fusca*, bisweilen eine in ihren Ursachen zunächst unbekannte fast absolute Sterilität in bezug auf Ausbildung von Geschlechtsprodukten; in diesem Zustande unterbleibt jede Reaktion auf sonst wirksame Temperaturänderung.

Ich dürfte auf meine wenigen Resultate bezüglich der Hodenbildung von *fusca* keinen großen Wert legen, außer vielleicht auf jene typische starke und wiederholte von Kultur 22 (Tabelle VII) in Kälte, Januar und Februar; aber die vollkommene Übereinstimmung mit den Ergebnissen von Hertwig (1906) und Krapfenbauer (1907) berechtigt mich, sie in das Gesamtergebnis der bisherigen Vergleiche aufzunehmen.

Ehe ich aber dies aussprechen darf, muss ich noch auf eine interessante Beziehung aufmerksam machen, welche durch die tabellarische Anordnung der Kulturen sichtbar geworden ist. Die Zahlen für die Dauer der Einwirkung der verschiedenen Temperaturen in Tabelle X ließen vielleicht noch mancherlei Schlüsse ziehen; ich will aber hier nur darauf hinweisen, dass bei den unter „steigend“ angeführten *grisea*-Kulturen mit Geschlechtstieren (34—57) sich deutlich zeigt, dass der längsten Einwirkung der Kälte am raschesten der Beginn der Hodenbildung nach der Versetzung in die höhere Temperatur folgt; diese 11 Kulturen sind angeordnet nach der Dauer ihres Verweilens in Kälte; und ganz deutlich parallel dem Abnehmen dieser Dauer von 64 bis zu 18 Tagen nimmt die Zahl der Tage von 9—33 zu, welche verstreichen von der plötzlichen Erhöhung der Temperatur bis zum Beginn der Hodenbildung.

Als Gesamtergebnis dieses Abschnittes ergibt sich nun das Folgende, wobei ich aber sogleich auf die späteren Feststellungen verweise, wie sie auf S. 275 angegeben sind:

Bei *H. grisea* trat Hodenbildung und in einigen Fällen auch Eibildung ein, wenn sie nach vorübergehender oder längerer Einwirkung einer niederen Temperatur rasch in höhere Temperatur versetzt wurde. Schon die kürzeste in Anwendung gebrachte Kälteeinwirkung (18—20 Tage)

zeigte sich wirksam; je länger aber die Einwirkung der Kälte dauerte, um so rascher nach der Versetzung in höhere Temperatur begann die Hodenbildung; bei zweimonatiger Einwirkung nach 9 Tagen, bei 20 Tagen Einwirkung nach 33 Tagen.

Die Wirkung scheint verschieden, nicht nur nach der Größe des Unterschiedes der beiden Temperaturen, sondern auch nach der Höhe der Endtemperatur; das Optimum liegt bei einer Differenz von 10° — 15° mit einer Endtemperatur von ca. $+20^{\circ}$ C.; bei noch höherer Endtemperatur scheint die Intensität der Hodenbildung herabgemindert.

H. fusca ging zur Bildung von Hoden und ebenso von Eiern über, wenn sie nach vorübergehendem oder längerem Verweilen in mittlerer Temperatur (ca. $+20^{\circ}$ C.) einer erniedrigten Temperatur von $+5$ bis höchstens $+12^{\circ}$ C. ausgesetzt wurde; die Hoden oder Eier wurden innerhalb 6—35 Tagen nach der plötzlichen Temperaturänderung sichtbar.

Nach rascher Erhöhung der Temperatur hat *H. fusca* weder Hoden noch Eier gebildet.

Ich habe bisher alle anderen Faktoren außer der Temperatur nicht berücksichtigt; denn der Einfluss der Temperatur überwiegt bei der Bildung von Geschlechtsprodukten sichtlich weitaus jenen aller übrigen etwa wirksamen Faktoren; stets war offenbar der Zeitpunkt des Eintretens einer erstmaligen Geschlechtsperiode in einer Kultur nur abhängig vom Zeitpunkt der vorausgegangenen Temperaturänderung.

Ein deutlicher Einfluss war nur bei der Stärke der Fütterung noch erkennbar; sie bestimmt jedoch nicht den Zeitpunkt des Eintrittes, sondern die Intensität der Hodenbildung. Die *grisea*-Kulturen mit Geschlechtstieren in Tabelle X (unter „steigend“) zeigen dies; die Prozentzahlen (d. h. die Intensität der Hodenbildung) haben sichtlich wenig Zusammenhang mit der Dauer der Kälteeinwirkung oder der Schnelligkeit des Erscheinens der Hoden; ich habe aber dann die Fütterung der einzelnen Kulturen verglichen und es zeigte sich deutlich, dass den stärksten Fütterungen die höchsten Prozentzahlen entsprachen; auch war gleichzeitig die Intensität der Ausbildung von Hoden am einzelnen Tiere (durchschnittliche Zahl der Bläschen) die höchste; in den Tabellen VII und VIII ist unter jeder Geschlechtsperiode diese Intensität der Hodenbildung an den einzelnen Tieren ebenfalls angegeben und mit „schwach“, „mäßig“ oder „stark“ unterschieden.

Die Stärke der Fütterung bestimmt demnach die Stärke der Hodenbildung und zwar sowohl bezüglich der Zahl der Geschlechtstiere in einer Kultur, wie auch der

Stärke der Hodenbildung am einzelnen Tier. Die Fütterung hat aber keinen merklichen Einfluss auf den Zeitpunkt des Eintrittes einer Geschlechtsperiode nach einem Temperaturwechsel.

Bisher wurden nur jene Fälle von Hodenbildung besprochen, welche direkt auf einen raschen Temperaturwechsel gefolgt sind; ein Vergleich der Tabelle VII und VIII zeigt aber, dass in vielen Kulturen diesen ersten noch andere Geschlechtsperioden gefolgt sind, welche sich zunächst als periodische Wiederholungen darstellen; denn sie sind ohne jede neue Temperatureinwirkung nach bestimmten Zwischenräumen erfolgt: für *grisea* bei dauerndem Verweilen im Zimmer und Wärme, für *fusca* in Kälte; und dieses interessante Verhalten ist keineswegs selten. Starke Perioden wiederholter Hodenbildung sind: bei *grisea* in Zimmertemperatur:

Kultur 16, Jan.	22 $\frac{0}{0}$	} Tabelle VII,
„ 25, Dez.	20 $\frac{0}{0}$	
„ 43, Febr.	25 $\frac{0}{0}$	
„ 17, Dez.	20 $\frac{0}{0}$	
„ 27, Dez.	20 $\frac{0}{0}$	

grisea bei Wärme:

Kultur 39, Mitte Dez.	20 $\frac{0}{0}$	} Tabelle VIII (s. S. 255),
„ 40, Dez.	9 $\frac{0}{0}$	

fusca bei Kälte:

Kultur 22, Ende Jan.	70 $\frac{0}{0}$	} Tabelle VII.
„ 22, Febr.	30 $\frac{0}{0}$	

Außerdem wurde noch etwa zwölfmal das Vorkommen einzelner Geschlechtstiere (2—3) bei unveränderter Temperatur in den Zwischenzeiten beobachtet.

Der weiteste Abstand einer solchen starken Geschlechtsperiode von der vorhergehenden Temperaturänderung beträgt 80 Tage; vereinzelte Geschlechtstiere von *grisea* wurden noch 3 Monate und mehr nach der letzten Temperaturerhöhung gefunden (17 im Februar; 42 im März). Die früheste Wiederholungsperiode war 40 Tage nach der Übertragung ins Zimmer zu beobachten.

Von den ersten Geschlechtsperioden stehen die starken Wiederholungen um 20—60 Tage ab; nur bei 22 (*fusca*, Tabelle VII) ist dieser Abstand nur 7 Tage und eine zweite Wiederholung von dieser ersten nur 18 Tage entfernt; hier sind die Perioden zugleich von sehr hoher Prozentzahl.

Diese zeitlich so weit von der erstmals wirksamen Temperaturänderung abgelegenen Fälle von Geschlechtsproduktenbildung wird man wohl kaum mehr auf Rechnung derselben setzen dürfen. Vielmehr wird man nach einer anderen Ursache für dieses Verhalten suchen müssen.

Es ist nun lediglich ein Einfluss der Fütterungsstärke bei diesem wiederholten Auftreten von Geschlechtsprodukten erkennbar, und auch dieser nicht in dem Sinne, dass bei ganz fehlender Fütterung auch jene Wiederholungen ausbleiben würden; vielmehr traten diese sowohl nach langem Hunger ein (bei 16 im Januar nach 28 Tagen, bei 17 im Februar nach 18 Tagen Hunger), wie auch während und nach starker Fütterung; dagegen zeigt ein Überblicken der Kurven auf Tabelle VII und VIII: stärkere Fütterung rückt die Wiederholungen näher zusammen (43, 22), während Hunger oder schwache Fütterung die Abstände vergrößert (25, Dezember bis Februar) und es scheint auch, dass, allerdings nicht ohne Ausnahme, starke Fütterung hohen Prozentsatz in den Wiederholungen bedingt.

Dagegen vermag auch die stärkste dauernde Fütterung in Kälte die *H. grisea*, oder im Zimmer die *H. fusca* nicht zur Hodenbildung anzuregen; die *grisea*-Kulturen 34, 37, 33 der Tabelle X z. B., welche nach sinkender Temperatur ohne Geschlechtstiere geblieben sind, waren 64—90 Tagen in Kälte bei zum Teil sehr starker Fütterung ohne ein Geschlechtstier hervorzubringen. Ebenso wenig aber hatte Hunger allein unter den genannten Temperaturverhältnissen eine solche Wirkung (Kultur 36, Tabelle VIII im Dezember und Januar).

Wenn nun auch meine Notizen ganz bestimmt in den Zwischenräumen zwischen den meisten dieser Perioden das Fehlen von Geschlechtstieren angeben, so ist doch möglich, dass einzelne Tiere auch in dieser Zeit Hodenbläschen, allerdings nur sehr schwach, ausgebildet haben; solche Tiere mit ein oder zwei kleinen Bläschen sind, besonders in größeren Kulturen, sehr leicht zu übersehen; andererseits sind auch, wie erwähnt, solche vereinzelt Tiere zwischen den eigentlichen Perioden gelegentlich beobachtet.

Es sind deshalb diese Wiederholungen wohl nicht als streng gesonderte Perioden aufzufassen, sondern als ein abwechselndes Zunehmen und Abnehmen eines an sich fortdauernden Prozesses, wobei nur dessen Intensität von äußeren Bedingungen abhängig ist.

Die wiederholte Ausbildung von Geschlechtsorganen, sei es an demselben Tiere oder dessen Nachkommen, erscheint dann bedingt durch innere, in den normalen Lebensfunktionen des Organismus selbst liegende Ursachen, während äußere Einflüsse (Fütterung) nur regulierend, hemmend oder fördernd eingreifen. Durch bestimmte Temperaturen aber wird, wie es scheint, die Wirkung jener inneren Ursachen ganz aufgehoben.

Danach glaube ich, ist es dann nicht unberechtigt, zu sagen, dass auch die ersten Perioden nach einem Temperaturwechsel nicht durch diesen Wechsel selbst oder seine Größe bedingt sind, sondern lediglich dadurch, dass die Tiere von diesem Zeitpunkt an sich in

jener Temperatur befinden, welche für sie die geeignete zur Ausbildung von Geschlechtsprodukten ist, welche jenen inneren Ursachen nicht entgegenwirkt; dass es also die Höhe der Temperatur an sich ist, welche die Hydren zur Bildung von Hoden und Eiern befähigt; die vorherige Einwirkung einer entgegengesetzten Temperatur, für *grisea* einer niederen, für *fusca* einer höheren scheint nicht Bedingung, wenn auch nach solcher Einwirkung die Hodenbildung beschleunigt eintritt.

Es lässt sich also folgendes Ergebnis der zuletzt geschilderten Beobachtungen aufstellen:

Die Bildung von Geschlechtsprodukten bei *Hydra* setzt nicht notwendig die Einwirkung eines Temperaturwechsels voraus, wenn sie auch durch einen solchen beschleunigt werden kann (S. 272), sondern sie wird ermöglicht schon allein durch das dauernde Verweilen in einer Temperatur von bestimmter Höhe; diese geeignete Temperatur ist für *H. fusca* und *grisea* auffallend verschieden und beträgt für:

H. fusca: ca. + 5 bis 13° C. bei einem Optimum von ca. + 10° C.

H. grisea: ca. + 15 bis 25° C. bei einem Optimum von ca. + 20° C.

Die Geschlechtstiere erscheinen bei diesen Temperaturen in Kulturen wiederholt nach bestimmten Zeiträumen, und zwar gleichzeitig in größerer Menge, vereinzelte jedoch auch in den Zwischenzeiten. Die Abstände der Hauptperioden unter sich betrugen 20–40 Tage, und sind vom Grade der Fütterung abhängig (s. S. 274); aber auch bei längerem Hunger bleiben die Wiederholungen nicht ganz aus.

Bei dauerndem Verweilen in der entgegengesetzten Temperatur (*fusca* in Wärme, *grisea* in Kälte) werden niemals Geschlechtsprodukte gebildet, weder bei Hunger, noch bei Fütterung beliebiger Stärke.

Bezüglich des letzten Satzes erinnere ich jedoch an die S. 270 geschilderten Beobachtungen, wonach *H. fusca* auch bezüglich der Möglichkeit, schon in Bildung begriffene Geschlechtsprodukte vollkommen auszubilden strenger an die Einhaltung der betreffenden Temperaturhöhe gebunden ist, als *H. grisea*.

Nur kurz will ich nach diesem noch eine Frage berühren, die sich bei diesem wiederholten Auftreten von Geschlechtstieren aufdrängt, nämlich die Frage, ob die Geschlechtstiere einer Wiederholungsperiode dieselben Tiere sind wie jene der vorhergehenden Periode, oder ob es deren Knospen oder andere Hydren sind, welche

in der vorhergehenden Periode überhaupt nicht zur Hodenbildung gelangt waren.

Beobachtungen an meinen Isolationskulturen (s. S. 185), die ich im einzelnen hier nicht aufzählen will, scheinen unzweideutig dafür zu sprechen, dass hauptsächlich jene Knospen, welche nach einer Periode neugebildet und abgelöst werden, in der nächsten Periode als geschlechtsreife Tiere auftreten. Aber derartige Feststellungen an Massenkulturen sind natürlich sehr schwierig und vielleicht unsicher; auch ist es dann schwer erklärlich (wenn auch theoretisch vorstellbar), warum auch bei jenen späteren Wiederholungen die Geschlechtstiere immer gleichzeitig in Masse auftreten und nicht zerstreut nacheinander, da doch die Knospen nicht gleichzeitig gebildet und abgelöst werden. Andererseits wieder entspricht sichtlich einer stärkeren Knospung zwischen zwei Perioden auch eine größere Intensität der nächsten Periode.

Ich muss diese interessante Frage, deren Verfolgung vielleicht zur Feststellung eines gesetzmäßigen Generationswechsels bei den Hydren führen könnte, leider offen lassen.

8d) Gonochorismus (hierzu Tabelle VII).

Bei Beginn meiner Untersuchungen an *Hydra* war es eines der vorgesteckten Ziele, die Ursachen womöglich aufzudecken, welche bei den Versuchen Hertwig's und Krapfenbauer's das ausschließliche Auftreten von männlichen Geschlechtstieren veranlasst haben mochten. Diesem Zwecke sollten neben der Verwendung neuen Materiales vor allem die mannigfachen Kombinationen verschiedener Kulturbedingungen dienen; es sollte durch eine dieser Kombinationen womöglich auch Eibildung erzielt werden. Aber es schien alles umsonst; ich bekam zwar etwa 4 Wochen nach Beginn der Zucht jener neuen im Oktober gefangenen Tiere einige Geschlechtstiere von *H. grisea* mit Eiern (ohne Hoden) (16, November), welche isoliert und sorgfältig als Kultur 29 weitergezüchtet wurden; aber dieses Resultat war zu gering (unter 200 Tieren nur 5), und die Tiere noch zu kurz in geregelter Kultur, als dass irgendwelche zuverlässige Schlüsse möglich gewesen wären.

Weiterhin aber von Monat zu Monat brachten alle Nachkommen jenes neuen Materiales, alle aus der Stammkultur abgezweigten und wieder verzweigten Kulturen immer nur männliche Geschlechtstiere; unter vielfach wechselnden Bedingungen, durch viele Generationen, waren immer die Geschlechtstiere, wo solche auftraten, nur mit den charakteristischen Hodenbläschen bedeckt.

Ich war trotzdem immer noch geneigt, anzunehmen, dass es nur daran liegen möge, eine geeignete Kombination oder Aufeinanderfolge von Bedingungen zu finden, um diese Tiere auch zur Bildung von Eiern zu bringen.

Da trat aber Anfang Februar ein Erfolg in einer meiner Kulturen ein, der sofort eine ganz andere Auffassung der Sachlage veranlasste.

Anfang November hatte ich ein Exemplar *fusca* im Freien gefunden, welches zwei reife beschaltete Eier am Magenteil trug; dieses Tier wurde allein in ein frisches Glas gesetzt und es gelang mir wirklich, dasselbe, nachdem es seine beiden Eier abgelegt hatte, am Leben zu erhalten und weiterhin zur Erzeugung vieler und gesunder Nachkommen durch Knospung zu bringen; die beiden abgelegten Eier waren natürlich entfernt und gesondert aufbewahrt worden. Die Kultur war anfänglich nicht leicht; das Tier war während und einige Zeit nach der Eiablage dauernd kränklich und zum Teil in typischer schwerer Depression. Sobald aber die Knospung begonnen hatte, unterschied die Kultur sich in nichts mehr von anderen *fusca*-Kulturen.

Nach etwa $1\frac{1}{2}$ Monaten Zimmeraufenthalt wurde diese Kultur 28 (vgl. Tabelle X und VII) in Kälte versetzt; lange war nichts Bemerkenswerthes zu sehen, die Tiere bei der starken Kälte im ungeheizten Raum (ca. $+5^{\circ}\text{C.}$) ziemlich kümmerlich trotz guter Fütterung; Ende Januar begann die Temperatur etwas zu steigen (ca. $+7^{\circ}\text{C.}$); und am 4. Februar, nachdem vorher einige Tiere schwache Depressionerscheinungen gezeigt hatten, fand ich ein Tier mit deutlicher Anlage von zwei Eiern; schon am nächsten Tage waren noch drei weitere Hydren mit solchen Anlagen vorhanden; die Kultur wurde in mäßige Kälte ($+10^{\circ}\text{C.}$) versetzt; als nach 14 Tagen die Geschlechtsperiode beendet war, hatten 55% der allerdings kleinen Kultur normale Eier gebildet; aber nicht ein einziges Tier hatte Hoden bekommen; trotz sorgfältigster Beobachtung konnte an keinem Tiere auch nur ein Bläschen bemerkt werden.

Zugleich wurde ich nun auf das Verhalten jener vorerwähnten Kultur 29 von fünf weiblichen *grisea* aufmerksam; sie war mit anderen *grisea*-Kulturen Ende Januar aus Kälte in Zimmertemperatur versetzt worden; alle diese anderen Kulturen, soweit sie nicht sofortige Depression hinderte (36, 37, vgl. S. 269/270), bildeten innerhalb 14 Tagen kräftig Hoden (27, 20, 34, 41); 29 dagegen, ohne Depression, blieb dauernd ohne Hodenbildung; Anfang März aber glaubte ich, nach fünftägiger Pause der Beobachtung zwei Tiere zu sehen mit den Resten von Eipolstern, also nach abgelegtem Ei. Jedenfalls war demnach 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; nur scheint mir die Hervorbringung von Eiern im ganzen einer längeren und stärkeren Einwirkung zu bedürfen als jene von Hoden. Leider konnte weder Kultur 29 noch 28 wegen des drängenden Abschlusses und der

Ausarbeitung der Untersuchungen zweckmäßig weiterkultiviert werden; ich kann deshalb über etwaige Wiederholungsperioden an weiblichen Kulturen auch nichts aussagen; wohl aber brachte ich wieder einige der Tiere aus 28 nach Ablage der Eier zu erneuter Knospung.

Das Resultat war also ein erblicher Gonochorismus aller Tiere in meinen Kulturen; nie ist, bei einer Kulturführung von teilweise über 4 Monaten, eine Abweichung davon vorgekommen. Kultur 28 hat zugleich gezeigt, dass geschlechtsreife weibliche Tiere wieder zur Knospung, und diese Nachkommen wieder zu geschlechtlicher Ausbildung gebracht werden können. Für männliche Tiere konnte ich das gleiche Experiment viel öfter und stets mit Erfolg machen.

Es hat sich für *H. fusca* ♂ und ♀ und *grisea* ♂ folgendes ergeben und gilt wahrscheinlich auch für weibliche *H. grisea*:

Geschlechtstiere sterben nach Ausreifung und Ablage ihrer Geschlechtsprodukte bei geeigneter Kulturführung nicht ab; sie können wieder zu ungeschlechtlicher Vermehrung gebracht werden (auch *H. grisea* ♀), und ihre Nachkommen (die Muttertiere selbst wahrscheinlich nicht) können wieder Geschlechtsprodukte bilden; dies geschieht unter den für die betreffende Spezies auch sonst wirk-samen Bedingungen.

Alle bei den vorliegenden Versuchen gesammelten oder gezüchteten Geschlechtstiere waren rein gonochoristisch, und der Geschlechtscharakter erbte sich streng fort durch alle Generationen bei einer Kulturführung von zum Teil über 4 Monaten; alle Nachkommen männlicher Tiere konnten nur wieder zur Hodenbildung, alle Nachkommen weiblicher Tiere nur wieder zur Eibildung gebracht werden; die äußeren Bedingungen hatten keinen Einfluss auf den Geschlechtscharakter der Tiere; die Eibildung geschah, wenigstens bei *H. fusca*, unter denselben äußeren Bedingungen wie die Hodenbildung.

8e) Zusammenhang zwischen Depression und geschlechtlicher Fortpflanzung.

Krapfenbauer (1907) erwähnt bei der Schilderung der Hodenbildung in seinen Kulturen (S. 28 das.), dass bei den Futter-Kälte-kulturen stets der Hodenbildung ein an Depression erinnernder Zustand vorausging. Bei Protozoen ist in vielen Fällen (Popoff, 1907 etc.) ein Zusammenfallen von Depression und Konjugationsneigung beobachtet, das auf eine Verwandtschaft beider Vorgänge schließen lässt.

So war ich veranlasst, auch in meinen Kulturen nach einem solchen Zusammenhang zu forschen.

Ich kann sogleich das Ergebnis voranstellen: ich konnte in meinen Kulturen der Serie III und IV ein solches Zusammenfallen von Depression und geschlechtlicher Ausbildung in keinem Falle sicher nachweisen. Vielmehr traten meist die Geschlechtstiere auf, ohne dass vorher in den Kulturen sich irgendwelche Depressionserscheinungen gezeigt hätten, ja meist sogar bei besonders gesundem und kräftigem Aussehen der Tiere; oder es war in einigen Fällen nur sehr schwache partielle Depression in einer Kultur vor dem Auftreten zahlreicher Geschlechtstiere zu beobachten (vgl. Tabelle VII und VIII). In wenigen Fällen wurde allerdings ein direktes zeitliches Zusammentreffen beobachtet; aber es ist natürlich in Massenkulturen sehr schwierig zu bestimmen, ob auch eben jene Tiere, welche in Depression waren, nachher Geschlechtsprodukte bilden; denn die Depressionen sind oft nur partielle, und nie haben alle Tiere einer Kultur Geschlechtsprodukte gebildet (höchstens 55%). Andererseits habe ich schon früher (S. 270) erwähnt, dass Kulturen trotz geeigneter Einwirkung nicht zur Bildung von Geschlechtsprodukten kamen, wenn sie in Depression waren, wiewohl gleichzeitig in anderen genau gleich behandelten aber normal gebliebenen Kulturen zahlreiche Geschlechtstiere auftraten.

Jedenfalls war es nicht möglich, in der Aufeinanderfolge und den Abständen der zahlreichen Depressionen und Perioden geschlechtlicher Ausbildung irgendwelche Regelmäßigkeit zu erkennen, weder in den einzelnen Kulturen, noch bei Vergleichung der Kulturen untereinander (s. Tabelle VII und VIII); dem entspricht auch die im Abschnitt 8c geschilderte Beobachtung, dass die Bildung von Geschlechtsprodukten nicht durch dieselben Einwirkungen veranlasst wird, wie der Eintritt einer Depression.

Es ließen sich demnach zwischen den Erscheinungen bei *Hydra*, welche ich als Depressionen geschildert habe (vgl. Abschnitt III „Schluss“) und der Neigung zur Ausbildung von Geschlechtsprodukten bei *Hydra* keine einigermaßen regelmäßigen Beziehungen erkennen.

9. Serie V.

Ende November 1907 hatte ich eine Anzahl *Hydra*-Eier gesammelt, teils von geschlechtsreif gefundenen Hydren, die nach der Eiablage meist eingingen, teils an Pflanzen und im Bodensatz des Materiales einer Exkursion vom 30. November. Die Durchsuchung des letzteren Materiales ergab 16 Eier; von Hydren aus meinen Aquarien hatte ich fünf erhalten, von denen aber zwei zwar auch beschalt waren, aber nicht normal schienen. Von diesen 21 Eiern erhielt ich 15 junge Hydren, ein ziemlich gutes Resultat; das Ausschlüpfen geschah unter folgenden Umständen:

Das gesamte Eimaterial, ungefähr gleichzeitig gesammelt, war

zunächst im Kältebassin bei ca. $+11^{\circ}$ C. gehalten, ungefähr der Wassertemperatur im Freien entsprechend (November sehr mild).

Schon in dieser Temperatur schlüpfte eine *Hydra* aus, wahrscheinlich aus einem ca. 3 Wochen alten Ei; ich hatte leider das Material zum Teil vereinigt, so dass eine Identifizierung schwierig war.

Dann wurden die übrigen Eier etwa 14 Tage bei ca. 16° C. gehalten; in dieser Temperatur kamen weitere sieben Hydren zum Vorschein; endlich im Zimmer bei $+20^{\circ}$ der Rest von acht jungen Tieren; eine *Hydra* verließ das Ei erst zwei volle Monate nach der Anlage der Eikultur; die übrigen 8—31 Tage danach; unbekannt ist natürlich, wie alt die Eier am Tage des Einsammelns schon waren; da sechs Eier durch Verpilzung zugrunde gingen, kann ich auch nicht sicher sagen, ob jene Eier von Hydren meiner eigenen Zucht in dieser Zeit zum Ausschlüpfen kamen.

Die Eier waren dabei dauernd in zwei großen Uhrgläsern aufbewahrt, ohne Pflanze, aber bei häufigem Wasserwechsel.

Die Temperatur schien also keinen Einfluss auf die Schnelligkeit der Entwicklung zu haben, doch fehlt für sichere Beurteilung das Datum der Eiablage; wichtig ist aber, dass auch bei dauerndem Verweilen eines Eies in mäßiger Kälte ($+10^{\circ}$) die Entwicklung zum Abschluss und das junge Tier zum Ausschlüpfen kam; alle diese jungen Hydren erwiesen sich als *fusca*; so ist es also möglich, diese Spezies vom befruchteten Ei ab, das ja bei *fusca* gerade in jener Temperatur von $+10^{\circ}$ am leichtesten erhalten wird, ohne jeden Temperaturwechsel zum Embryo, zur jungen *Hydra* und weiter zu züchten. So ließe sich direkt experimentell beweisen, ob, wie ich im Abschnitt 8 c gefolgert habe, Hydren, welche niemals einem Wechsel der Temperatur ausgesetzt waren, bei dauerndem Verweilen in geeigneter gleichmäßiger Temperatur doch zur Geschlechtsreife kommen.

Ich wollte das erhaltene Material zu ähnlichen Versuchen verwenden, leider aber fiel die Zeit des Ausschlüpfens mit der Hochflut meiner übrigen Kulturen zusammen; 30—40 Gläser waren zu füttern, zu beobachten, zu wechseln etc. So fehlte es meinen jüngsten Hydren an der geeigneten Pflege, und der größte Teil der Tierchen ging ein, ehe ich sie in regelrechte Kultur nehmen konnte. Dies beruht darauf, dass die junge *Hydra* sehr wenig widerstandsfähig gegen Nahrungsmangel ist; das im Ei aufgespeicherte Reservematerial wird wohl meist für die Entwicklung ganz aufgebraucht. Von meinen anderen Hydren, diesen Hungerkünstlern, in dieser Beziehung verwöhnt, schenkte ich diesem Umstande nicht genügend Beachtung und verlor so anfänglich das meiste Material. Es ist nötig, den ausgeschlüpfen Hydren sogleich Futter in Form kleiner Daphnien oder Copepoden reichlich zu bieten; denn sie sind zunächst auch wenig geneigt oder geschickt zum Fang; spärliches Futter

bleibt leicht unbeachtet; und schon Hunger von 4—5 Tagen kann sie zur Verkümmern bringen und dauernd unfähig machen zur Nahrungsannahme; dann gehen sie allmählich ein.

Ich vermute, dass dieser Umstand neben den tödlichen Depressionen bei starker Ernährung, die Übersetzung der Gewässer im Freien mit Hydren verhindert, deren ungeschlechtliche Vermehrung bei reichlicher Nahrung im Laufe eines Sommers sonst ungeheure Mengen ergeben würde; nur selten aber werden in der Literatur massenhafte Funde von Hydren erwähnt; und besonders im Frühjahr scheint die Zahl der Tiere oft sehr gering, wie auch meine eigenen in der Einleitung erzählten Erfahrungen beweisen. Als wesentlichste Beobachtungen bei diesen Eikulturen erscheinen mir folgende:

Befruchtete, abgelöste Eier (Embryonen) von *H. fusca* wurden gefunden im Freien Ende November bei einer Wassertemperatur von ca. $+10^{\circ}$ C. Diese Embryonen entwickelten sich bei Temperaturen von $+10^{\circ}$ bis 20° C. weiter und kamen zum Ausschlüpfen. Die jungen Hydren ertragen selbst kurze Hungerperioden (4—5 Tage) nach dem Ausschlüpfen nicht; sie werden unfähig zur Nahrungsaufnahme, verkümmern und sterben ab.

Die Resultate der Kulturen, welche ich von den aus dem Ei gezüchteten und am Leben gebliebenen Tieren anlegen konnte, sind kurz geschildert; sie sind gleichfalls durch die zu große Arbeit an anderen gleichzeitigen Kulturen und dann durch die Notwendigkeit des Abschlusses der Untersuchungen beeinträchtigt.

Es wurden zwei Stammkulturen angelegt:

Kultur 44 mit 5 Tieren

„ 45 „ 2 „

Beide Mitte Dezember angelegt und in Zimmertemperatur bis Mitte Mai normal geführt, ergaben nichts Bemerkenswertes; Vermehrung, Aussehen etc. war gleich anderen *fusca*-Kulturen; meist aber waren die Tiere von besonders schönem und kräftigem Aussehen; Depressionen kamen bei der mäßigen und ziemlich gleichförmigen Fütterung ohne Temperatur- und Glaswechsel nicht vor; ebensowenig wegen der Führung in Zimmertemperatur (*fusca*!) Bildung von Geschlechtsprodukten.

Von Kultur 45 wurde Ende Januar eine Versuchskultur 55 abgezweigt und in Kälte versetzt; es waren 25 der schönsten Tiere. Mitte Februar wurde dann aus 44 eine gleiche Kultur 62 mit 16 Tieren angelegt und gleichfalls in Kälte versetzt.

Ich stelle die Schicksale dieser Tiere vom Datum ihres Ausschlüpfens an kurz zusammen.

Tiere der Kultur 62:

Ausgeschlüpft: ca. 10. Dezember.

In Zimmertemperatur bei mäßiger Fütterung und Knospung 70 Tage (bis 17. Februar).

In Kälte $+ 11^{\circ}$ bei Hunger: über 3 Monate.

4 Tage nach Versetzung in Kälte: mäßige Depression, welche unverändert, ohne Absterben ca. 40 Tage dauerte. Geschlechtsprodukte wurden nie beobachtet.

Tiere der Kultur 55:

Ausgeschlüpft ca. 15. Dezember.

In Zimmertemperatur bei mäßiger Fütterung und Knospung: 58 Tage (bis 3. Februar).

In Kälte $+ 11^{\circ}$ bei schwacher Fütterung: über 3 Monate.

Ohne Depression; aber nach 55 Tagen Kälte bei schwacher Fütterung Beginn von undeutlicher Gonadenbildung; 5—6 Tage vorher einmalige starke Fütterung.

Pflege und Beobachtung dieser Tiere waren, wie gesagt, etwas unregelmäßig, und das Resultat dieser Kulturen scheint weniger beweiskräftig, überdies auch weniger bedeutend. Ich würde sie auch hier nicht aufgeführt haben, wenn nicht das Ausbleiben von Geschlechtstieren trotz langer Einwirkung geeigneter Temperatur merkwürdig wäre; denn auch in Kultur 55 war die nach fast zweimonatiger Kältewirkung eingetretene Erscheinung keine normale Gonadenbildung; nur wenige Tiere bekamen normale Hoden; ein größerer Teil zeigte stark verdicktes Ektoderm, gelblich und höckerig, ohne dass sie Hoden, noch auch reife Eier ausgebildet hätten. Im ganzen zeigten 15 Tiere (unter 40) solche Veränderungen oder normale Hoden. Dieser Zustand dauerte während des ganzen April bis in den Mai hinein fort. Das Aussehen der Tiere war oft jenem bei beginnender Eibildung sehr ähnlich; aber ich habe auch nie ein entwickeltes Ei an den Hydren, noch sonstwo im Glase gefunden. Kultur 55 war dabei nur mäßig gefüttert, Kultur 62 ganz ohne Futter. Die Tiere waren im ganzen vom Ausschlüpfen ab 5—6 Monate in Kultur und Beobachtung.

Es liegt die Vermutung nahe, dass die Jugend der Tiere die Ursache ihrer Sterilität sei; und vielleicht waren auch die Stammtiere zu meinen Ausgangskulturen A, B, C (s. Kap. 5), welche ich im Frühjahr ganz isoliert gefunden habe, jung ausgeschlüpfte Tiere; denn auch alle Abzweigungen aus diesen Kulturen haben sich fast ganz steril gezeigt (s. S. 271), wiewohl ich einzelne dieser *fusca*-Kulturen bis zu 10 Monaten in Kultur und Beobachtung hatte; dabei mag freilich zuletzt die geringe Fürsorge, welche ich ihnen noch widmen konnte, störend eingewirkt haben. Immerhin bleibt eine große Wahrscheinlichkeit dafür, dass neu ausgeschlüpfte Hydren bis zu einem gewissen Alter (verschieden nach Umständen) überhaupt nicht zur Geschlechtsreife kommen.

III. Schluss.

Im experimentellen Teile dieser Abhandlung habe ich der Schilderung der Depressionserscheinungen bei *Hydra* einen sehr breiten Raum gewährt. Dies rechtfertigt sich durch die hohe theoretische Wichtigkeit der im Zusammenhange mit dem Begriff „Depression“ zurzeit diskutierten Fragen.

Die Bezeichnung Depression hat zuerst Calkins gebraucht für Zustände auffallender Verminderung der Lebensenergie, welche er an Protozoen in Kulturen beobachtet hatte. R. Hertwig und seine Schüler haben dann solche Erscheinungen, für welche Hertwig den Namen Depression beibehielt, an einer Reihe von Protozoen beobachtet und eingehend biologisch und morphologisch untersucht.

Mit diesen an Protozoen beobachteten Depressionen zeigen nun die geschilderten, von mir bei *Hydra* beobachteten Vorgänge weitgehende Analogien; ich glaubte deshalb berechtigt zu sein, für dieselben gleichfalls den Namen Depressionen zu wählen, um so mehr, da Hertwig selbst schon (1906a) und nach ihm Krapfenbauer (1907) gelegentlich beobachtete Erscheinungen dieser Art bei *Hydra* als Depressionen bezeichnet, und sie dadurch ihrem Wesen nach den Depressionen der Protozoen gleichgestellt hat.

Die Depression bei Protozoen äußert sich im Aufhören der Nahrungsaufnahme bei reichlich vorhandenem Futter, in Behinderung der Bewegung, in gewissen Formänderungen, in großer Sterblichkeit und dem Unterbleiben von Teilungen (Hertwig, 1903a; Popoff, 1907; Prandtl, 1907). Solche Erscheinungen wurden beobachtet an Tieren in Kulturen, und zwar nach lange fortgesetzter Züchtung bei starker Fütterung. Eine Einwirkung äußerer Bedingungen hat sich ferner ergeben bezüglich der Temperatur; es seien Depressionen bei Wärme seltener aber schwerer, bei Kälte rascher aufeinanderfolgend, aber weniger gefährlich (Hertwig, 1903a, 1905, 1907). Hunger endlich nach starker Fütterung versetzt die Tiere rasch in Depressionszustand (Kasantzeff, 1901; Hertwig, 1905).

Die meisten dieser Merkmale konnte ich bei den Depressionen der Hydren in ganz analoger Weise beobachten; es treten dieselben äußeren Anzeichen der Funktionsstörung ein, die Verweigerung der Nahrungsannahme, die verminderte oder ganz aufgehobene Bewegungsfähigkeit, auffallende Formveränderungen, das Unterbleiben der Knospung, und endlich große Sterblichkeit in den Kulturen; und ebenso wie bei Protozoenkulturen hat sich bei meinen Kulturen gezeigt, dass länger fortgesetzte Züchtung bei starker Fütterung die Tiere diesem Zustande der Funktionsunfähigkeit nähert.

In einzelnen Punkten haben aber meine Resultate Abweichungen ergeben von den bei Protozoen gemachten Beobachtungen.

Ich musste neben dem, die Neigung zu Depression erzeugenden

Einfluss der Fütterung noch besondere Einwirkungen annehmen, welche erst den jeweiligen Eintritt der sichtbaren Depressionserscheinungen veranlassen; ich habe dieselben „auslösende Faktoren“ genannt. Als solche haben sich immer plötzliche, rasche Änderungen von Existenzbedingungen nach einer bestimmten Richtung hin, erwiesen; rasche Erhöhung der Temperatur, neue starke Anfütterung nach einer Fütterungspause, Umsetzen in neues sauerstoffreiches Wasser hatten fast ausnahmslos baldige Depressionen zur Folge. Die Wirkungsweise dieser Faktoren im einzelnen war aber nicht dieselbe, wie die oben für Protozoen angegebene.

Solche Abweichungen können natürlich nicht als Widersprüche gegen die an Protozoen gewonnenen Erfahrungen geltend gemacht werden; die Beziehungen der Zellen eines Metazoons zur Außenwelt sind stark beeinflusst durch die gegenseitigen Beziehungen der Zellen und Zellgruppen des Organismus selbst, die sich aus der verschiedenartigen Zelldifferenzierung und der Arbeitsteilung im vielzelligen Organismus ergeben. So bewirkt bei *Hydra* z. B. die enorme Fähigkeit des Entoderm zur Aufspeicherung von Reservestoffen einen gewissen Grad der Unabhängigkeit der Lebensvorgänge von einem Wechsel in der äußeren Nahrungszufuhr. Die Speicherkapazität spricht sich schon äußerlich in der intensiven Dunkelfärbung und der Verdickung des Entoderm nach starker Fütterung aus, während das Ektoderm fast stets vollkommen glashell und dünn bleibt. Wenn sich daher plötzliches Unterlassen der Fütterung bei meinen Versuchen nicht wie bei Protozoen als ein Mittel zur Hervorrufung von Depressionen erwiesen hat, so scheint dies leicht erklärlich; eine *Hydra* wird dadurch nicht sofort in eigentlichen Hunger versetzt, in jenem Sinne wie eine einzelne Zelle; dieser tritt erst allmählich ein durch Verbrauch der aufgespeicherten Reserven.

Eine andere Abweichung meiner Resultate ist gegeben in der Beziehung der Depressionen zur Sexualität. Bei Protozoen haben sich Hinweise auf Beziehungen zwischen den Depressionen und der Neigung zu Konjugation ergeben, in häufigem zeitlichem Zusammenfallen beider Erscheinungen in den Kulturen sowohl wie auch durch Beobachtungen gleichartiger histologischer Veränderungen der Zellen in den beiden Zuständen (Hertwig, 1899; Popoff, 1907).

Ein analoger zeitlicher Zusammenhang zwischen Depressionen und dem Auftreten von Geschlechtsprodukten war bei den Hydren in meinen Kulturen absolut nicht festzustellen. Depressionen und die Zeiten geschlechtlicher Ausbildung der Tiere in den Kulturen zeigen weder ein häufigeres Zusammenfallen noch eine irgendwie erkennbare Regelmäßigkeit der Aufeinanderfolge. Trotzdem besteht die Möglichkeit, dass auch hier die Reifung der Geschlechtszellen in Beziehung steht zu Depressionszuständen derselben. Man gesteht

den germinativen Zellen im Metazoenkörper eine gewisse Unabhängigkeit vom Soma zu in bezug auf Entwicklung und funktionelle Tätigkeit. Es wäre danach denkbar, dass die bei *Hydra* beobachteten Depressionen nur Teildepressionen sind in bezug auf den ganzen Organismus, und dass neben ihnen analoge Vorgänge z. B. im interstitiellen Lager, der Bildungsstätte der Keimzellen, zeitlich unabhängig und ohne äußerlich wahrnehmbare Symptome gesondert verlaufen; dass also sozusagen „somatische“ und „germinative“ Depressionen zu unterscheiden wären. Dafür fehlt natürlich hier jeder Beweis; es ist möglich, aber keineswegs sicher, dass eine Bestätigung oder Widerlegung dieses Gedankens sich gewinnen ließe aus der histologischen Untersuchung entsprechender Stadien bei *Hydra*; ich habe solches Material reichlich konserviert, leider aber war mir bis jetzt eine Verarbeitung desselben noch nicht möglich.

Ich wollte mit diesen hypothetischen Erklärungsversuchen nur darauf hinweisen, dass die Abweichungen in meinen Resultaten gegenüber den erwähnten Beobachtungen an Protozoen nicht ohne weiteres gegen dieselben und die daraus gezogenen Folgerungen geltend gemacht werden dürfen.

Die Frage nach der Ursache der Depressionen und ihrer Bedeutung im Leben der Organismen ist noch strittig. R. Hertwig und andere haben in zahlreichen Beobachtungen bei Protozoen im Zustande der Depression ausgesprochene Kernhypertrophie festgestellt (Hertwig, 1903a; Popoff, 1907; Prandtl, 1907). Hertwig ist der Ansicht, dass dieses abnorme Wachstum des Kernes eine Folge der natürlichen Funktion der Zelle ist und dass diese Veränderung des Organismus die Ursache der eintretenden Funktionsunfähigkeit sei (Hertwig, 1903a, 1905).

Eine vollkommen entgegengesetzte Anschauung vertritt Enriques auf Grund seiner Versuche mit Protozoen; die Depressionen seien lediglich die Folge ungünstiger äußerer Bedingungen, insbesondere starker Vermehrung der Bakterien bzw. der Produkte derselben im Wasser der Kulturgefäße; die Kernhypertrophie bei den in Kulturen gezüchteten Protozoen könne so eine Folge der Giftigkeit des umgebenden Wassers sein, es bestehe keine „physiologische Degeneration“ nach Hertwig, sondern nur eine pathologische (Enriques, 1907). Ich glaube, einige meiner biologischen Ergebnisse sprechen gegen diese Anschauung. Wie oben erwähnt, traten häufig gerade nach Übertragung von gut gefütterten Tieren in andere Gläser mit frischem reinem Wasser sehr rasch Depressionen ein, während in sonst gleich behandelten Parallelkulturen ohne solches Umsetzen sich keine Depressionerscheinungen zeigten; eine toxische Wirkung des Mediums kann in diesem Falle wohl nicht angenommen werden. Leicht erklärlich scheint dagegen diese Beobachtung bei Annahme der Entstehung der Depression durch die

Funktion der Zellen. da es wahrscheinlich ist, dass die Übertragung in das stets gut durchlüftete frische Wasser eine rasche Erhöhung des Stoffwechsels der Tiere bewirkt. Auch die übrigen äußeren Einwirkungen, welche nach meinen Beobachtungen den Eintritt von Depressionen bewirkten, waren, wie oben erwähnt, solche, welche geeignet sind, plötzlich eine bedeutende Steigerung der funktionellen Tätigkeit der Zellen zu veranlassen. Endlich scheinen mir auch die Resultate, welche ich mit Durchlüftung der Kulturen erzielte, mit der Annahme toxischer Wirkungen bei Entstehung von Depressionen schwer vereinbar. Wenn Kulturen, in welchen Tiere in Depression gekommen waren, mittelst des Gebläses einige Tage durchlüftet wurden, erholten sich sämtliche Tiere in dieser Zeit zu vollkommen normalem Zustande; wurden dagegen neu angelegte gesunde Kulturen dauernd gleichmäßig durchlüftet, dann traten in ihnen unter denselben Umständen und ziemlich gleichzeitig wie in nicht durchlüfteten Parallelkulturen die Depressionen ein. Hätte im ersteren Falle die Durchlüftung eine zerstörende Wirkung auf irgendwelche schädliche Stoffe im Wasser gehabt, dann müsste sich eine solche auch äußern bei dauernder Durchlüftung von Kulturen und also Depressionen verhindern; sind letztere aber durch die Dauer und Intensität der funktionellen Tätigkeit der Zelle selbst bestimmt, dann ist es wohl denkbar, dass infolge Anpassung der Zellen an eine dauernd gleichmäßige äußere Einwirkung (Durchlüftung) der Organismus auf andere, den Stoffwechsel plötzlich und stark beeinflussende Einwirkungen wieder ebenso mit Depressionen reagiert wie sonst.

Solchen Rückschlüssen haftet freilich immer eine gewisse Unsicherheit an; und dies um so mehr hier, wo mir die Kontrolle morphologischer Untersuchungen noch fehlt, um etwa durch Feststellung jener Veränderungen in den Zellen, welche nach Hertwig die Ursache der Depressionen bilden sollen, Bestätigungen nach der einen oder anderen Seite zu gewinnen. Die vorstehende Arbeit will auch zunächst nur Erfahrungsmaterial für das Verhalten eines vielzelligen Tieres bei Depressionen bieten; denn für Metazoen fehlt bisher jede systematische experimentelle Untersuchung dieser Erscheinungen; und doch sind diese wichtig genug, dass jeder Beitrag zu ihrer Klärung erwünscht erscheinen mag; einerseits durch die Beziehungen zur Sexualität, welche, wie oben erwähnt, sich als wahrscheinlich ergeben haben; Hertwig hält die Befruchtung für einen notwendigen Vorgang der Reorganisation bei Zellen, welche durch fortgesetzte funktionelle Tätigkeit der Funktionsunfähigkeit nahe gekommen und nicht mehr fähig sind, durch Selbstregulation sich wieder in normalen Zustand zu versetzen (Hertwig, 1902, 1905); und weiter folgert er andererseits, es seien Zellen, denen die Möglichkeit solcher Reorganisation fehlt, dem physiologischen

Tode ausgesetzt durch Summation der Schädigungen, welche die Zelle durch die andauernde Funktion erleidet (Hertwig, 1906 b, 1907; Popoff, 1907). So ist die Frage nach der Ursache der Depressionen in letzter Linie von Wichtigkeit für die Frage nach der Ursache des natürlichen Todes vielzelliger Organismen. Wenn die Depression eine pathologische Erscheinung ist, spontan veranlasst durch äußere Einwirkung, dann fallen natürlich die obigen Folgerungen weg; und Enriques kommt dementsprechend auch zu einem solchen Resultate.

Zum Schlusse möchte ich noch über jene Fälle aus der Literatur kurz berichten, welche eine Beobachtung von Depressionserscheinungen bei Hydren erkennen lassen. Experimentelle Beobachtungen hierüber liegen, wie gesagt, außer den kurzen Angaben von Hertwig und Krapfenbauer nicht vor; aber es lässt sich bei Durchsicht der Literatur, welche ich zu anderem Zwecke gründlichst vorgenommen habe, erkennen, dass Depressionen bei Hydren auch schon früheren Beobachtern nicht selten aufgefallen sind, wenn sie natürlich auch nicht als solche benannt und gedeutet wurden. Jedenfalls ist damit wenigstens für ein vielzelliges Tier der Nachweis erbracht, dass auch hier Depressionen, mögen sie aus welchem Grunde immer eintreten, regelmäßig auftretende Erscheinungen sind.

Schon Trembley (1744) beschreibt (S. 58) die Formänderungen und den endlichen Zerfall von Polypen durch une maladie très dangereuse; die zugehörige Abbildung Fig. 10, Taf. IV zeigt deutlich eine *Hydra* in Depressionshabitus. Taf. VII, Fig. 11 bildet er dann eine *Hydra* ohne Tentakel ab, dicht besetzt von „Läusen“. Seine Beschreibung (Übersetzung Goeze, S. 185 etc.) lässt keinen Zweifel, dass diese „Läuse“ die häufig auf Hydren vorkommenden Stylonichen sind, und die Abbildung stellt aufs getreueste eine *Hydra* in hoher Depression dar. Trembley glaubt, die Läuse haben den Hydren die Arme abgefressen. Naiv mutet die Anmerkung an, welche der Übersetzer Goeze zu dieser Stelle macht: „Ich habe welche gesehen, die sich vor Angst auf den Kopf stellten, und denen die Arme bereits halb abgefressen waren. Da die Polypen ein sehr zartes Gefühl haben; so stelle man sich ihre Empfindungen vor, wenn viele Tausend solcher Läuse mit unzähligen Füßen an ihnen herumlaufen.“ Ob allerdings die Stylonichen und Trichodinen auf den Hydren lediglich Raumparasiten sind, oder ob sie dieselben auch irgendwie schädigen, scheint mir nicht entschieden zu sein. Ich konnte nur feststellen, dass diese Tierchen dann besonders in Masse auftreten, wenn die Hydren durch Verkümmern, Depression oder sonstwie geschwächt oder schon anormal sind.

Endlich beschreibt Trembley (S. 183/4; Goeze, S. 240 etc.) noch ein Vorkommnis, welches Beachtung verdient, weil es höchst-

wahrscheinlich als Beobachtung von Depressionen im Freien aufzufassen ist. Er hat im Juli 1742 an einer Stelle eines Grabens eine außergewöhnliche Menge von Hydren und zugleich eine sehr starke Bevölkerung mit Wasserflöhen (Daphniden) entdeckt. Ziemlich lange, ins Wasser gefallene Zweige etc. seien „ohne die Sache zu übertreiben, ganz damit, wie eine Peruke mit Haaren bedeckt“ gewesen. Ein Stück eines solchen, dicht mit Hydren besetzten Zweiges stellt seine Taf. IX dar; mit künstlerisch schöner Linienführung ist das Gewirre der zahllosen Tentakel wiedergegeben. Weiterhin gibt aber Trembley an: „einige Tage nachher verminderte sich die Anzahl derselben mit einemmal“; nach 8 Tagen fand er an derselben Stelle an Zweigen etc. „nur solche Reste von Polypen daran, die bloß denen noch kenntlich waren, die dergleichen hatten sterben sehen“; er vermutete Vernichtung durch die „Läuse“.

Dieser Vorgang lässt sich wohl, da die Angaben Trembley's als unbedingt zuverlässig gelten müssen, wie seine Beobachtungen stets sehr sorgfältige und eingehende sind, sicher als ein Aussterben der ganzen Hyden-Kolonie durch Depression erkennen, welches eingetreten ist nach der vorangegangenen außergewöhnlich starken Vermehrung der Tiere durch Knospung infolge des Überflusses an Nahrung; denn von einem so raschen Absterben dieser lebenszähnen Tiere aus irgendeinem anderen Anlasse berichtet kein einziger Beobachter.

Dieser Fall ist interessant, weil hier Depression unter natürlichen äußeren Bedingungen eingetreten ist; denn man kann doch annehmen, dass wohl kaum in dem (nach Trembley's Angaben) langgestreckten, pflanzenbewachsenen und von der Sonne bis auf den Grund durchleuchteten Graben eine Ansammlung schädlicher Stoffe an einer begrenzten Stelle stattgefunden habe, wie in einem engen Kulturglase, insbesondere nicht die Anhäufung schädlicher Stoffwechselprodukte von Bakterien.

Die Angaben der übrigen Autoren kann ich kürzer behandeln.

Baker beschreibt im 8. Kapitel seiner umfangreichen Schrift über die Polypen (1744), wie er häufig nicht mehr festsitzende Polypen gesehen hat, deren Körper und Tentakel äußerst verkürzt waren, die schlaff, weißlich, ohne Bewegung waren, und endlich verschwanden, wenn nicht sofort Wasserwechsel stattfand; aber auch dann blieben sie einige Tage in diesem Zustande. Er hält hartes Wasser für schädlich und für die Ursache dieser Krankheit; aber er gibt etwas später auch an, dass die „Läuse“ den Polypen die Arme abfressen und sie nach und nach ganz zerstören. „Die Läuse quälen sie sichtlich oft so, dass man sich nicht enthalten kann, einiges Mitleid mit ihnen zu haben.“

Schäffer (1754) bildet auf Taf. II, Fig. 13 u. 14 zwei typische Stadien der Depression ab; im Text (S. 21) schildert er den Zerfall

solcher Polypen. Ebenso deutlich zeigen den Habitus der Depression in verschiedenen Stadien seine Figuren 7—9 auf Taf. III seiner Abhandlung vom Jahre 1755; hier bezeichnet er im Text diese Formen als „Missgeburten“.

Rösel (1755) schreibt (S. 529), dass die Polypen „im Sommer gar leicht sterben“, sie ziehen die Arme ein, dass man nicht das Geringste mehr davon sieht, und „sind insgemein den zweyten Tag alle tod“.

Hancock (1850) bildet auf seinen, durchweg sehr guten Tafeln auch Hydren mit geknöpften Tentakeln ab (Taf. 4, Fig. 5).

Eine merkwürdige Beobachtung will Wilson (1891) gemacht haben; er beschreibt, wie Hydren an den Boden des Gefäßes wandern, dort Schlamm fressen, so dass der Körper platzen zu wollen scheint, wie sie starr, halb kontrahiert am Boden liegen, oder matt und bewegungslos an den Seiten des Aquariums hängen. Er will deutlich den Vorgang des Fressens und Auswerfens gesehen haben. Tatsache ist nach meinen häufigen Beobachtungen, dass bei beginnender Depression die Tiere, welche an der Gefäßwand sitzen, gegen den Boden zu wandern; ob aktiv oder durch unfreiwilliges Abgleiten konnte ich nicht feststellen; ferner stoßen sie im Zustande hoher Depression oft durch die Mundöffnung eine trübe, körnige halbflüssige Masse aus; dies hat schon der alte Schaffer beobachtet, und diese Körnchen für die Eier der Polypen gehalten.

Krapfenbauer (1908) sagt, in Übereinstimmung mit Hertwig (1906), dass gute Ernährung zunächst die ungeschlechtliche Vermehrung durch Knospung fördert, dass dies jedoch nicht unbegrenzt weiter geht, sondern nach einiger Zeit Zustände eintreten, welche an die Depressionen bei Protozoen erinnern; und solche Erscheinungen gingen stets der Bildung von Geschlechtsprodukten voraus. Er hält dies für die Ursache der häufig beobachtbaren großen Sterblichkeit der Hydren zur Zeit der Geschlechtstätigkeit. Ich habe, wie oben erwähnt, ein solches zeitliches Zusammenfallen nicht feststellen können. Auf Einzelheiten der Arbeiten von Hertwig und Krapfenbauer bin ich schon im experimentellen Teile eingegangen.

Hanel (1908) hat häufig Depressionen in ihren Kulturen beobachtet, dieselben aber nicht näher beschrieben. Sie fand, wie ich, die Depressionen unabhängig von der gelegentlich beobachteten Bildung von Geschlechtsprodukten.

Die Literatur über die biologischen Verhältnisse bei der Ausbildung von Geschlechtsprodukten bei *Hydra* habe ich in der schon oben (S. 189) erwähnten gesonderten Abhandlung (Lit.-Verz.) zusammengestellt und dort im Zusammenhange mit einer eingehenden Prüfung der systematischen Merkmale der *Hydra*-Arten festgestellt, dass, den Ergebnissen meiner Experimente entsprechend, tatsächlich *H. fusca* regelmäßig im Freien im Winter oder in Kulturen

bei niederer Temperatur geschlechtsreif gefunden wurde, *H. grisea* dagegen im Sommer, bezw. in Kulturen bei höherer Temperatur.

Zum Schlusse weise ich noch darauf hin, dass eine Zusammenstellung der experimentellen Resultate dieser Arbeit sich ergibt aus den im Text gesperrt gedruckten Sätzen.

Literatur.

1744. Trembley, A. Memoires pour servir a l'histoire d'un genre de Polypes d'eau douce, à bras en forme de cornes. Leiden (Übersetzung von Joh. Aug. Eph. Goeze, Quedlinburg 1775: Des Herrn Trembley Abhandlungen zur Geschichte einer Polypenart etc.).
1744. Baker, Henry. Essai sur l'hist. nat. du Polype-Insecte. Traduit de l'Anglais par M. P. Demours, Médecin de Paris. Paris.
1754. Schäffer, J. Ch. Die Armpolypen in den süßen Wässern um Regensburg. Regensburg.
1755. — Die grünen Armpolypen etc. Regensburg.
1755. Rüssel von Rosenhof, Aug. Joh. Der monatlich herausgegebenen Insektenbelustigung dritter Teil. Nürnberg.
1850. Hancock, Alb. Notes on a species of *Hydra* found in Northumberland Lakes. The Annals and Magazin of nat. hist. Second Series. Vol. V. (London).
1891. Wilson, E. B. The Heliotropism of *Hydra*. The American Naturalist; Philadelphia. Vol. XXV.
1899. Hertwig, R. Was veranlasst die Befruchtung der Protozoen? Sitzungsber. d. Ges. f. Morph. u. Phys. München. I. Heft.
1901. Kasanzeff, W. Experimentelle Untersuchungen über *Paramaecium caudatum*. Inaug.-Diss. Zürich.
1902. Hertwig, R. Über Wesen und Bedeutung der Befruchtung. Sitzungsber. d. k. bayr. Akad. d. Wiss. Bd. XXXII, Heft I.
- 1903a. — Über das Wechselverhältnis von Kern und Protoplasma. Sitzungsber. d. Ges. f. Morph. u. Phys. München. Nov. 1902 u. Mai 1903.
- 1903b. — Über Korrelation von Zell- und Kerngröße und ihre Bedeutung für die geschlechtliche Differenzierung und die Teilung der Zelle. Biol. Centralbl. Bd. XXIII.
1905. — Über das Problem der sexuellen Differenzierung. Verhandl. d. deutsch. zool. Ges. Breslau.
- 1906a. — Über Knospung und Geschlechtsentwicklung von *Hydra fusca*. Biol. Centralbl. Bd. XXVI.
- 1906b. — Über die Ursache des Todes. Öffentl. Vortrag. (Erschienen: Allgem. Zeitung Nr. 288—289.)
- 1907a. — Über den Chromidialapparat und den Dualismus der Kernsubstanzen. Sitzungsber. d. Ges. f. Morph. u. Phys. München.
- 1907b. — Wie vor!
1907. Popoff, Meth. Depression der Protozoenzelle und der Geschlechtszellen der Metazoen. Arch. für Protistenkunde. Suppl. I. Festband für R. Hertwig.
1907. Enriques, Paolo. La conjugazione e il differenziamento sessuale negli Infusori. Arch. f. Prot.-Kunde. Bd. IX. Jena.
1908. Hanel, Elise. Vererbung bei ungeschlechtlicher Fortpflanzung von *Hydra grisea*. Jen. Zeitschr. f. Nat.-Wiss. Bd. XLIII.
1908. Krapfenbauer, A. Einwirkung der Existenzbedingungen auf die Fortpflanzung von *Hydra*. Inaug.-Diss. München.
1909. Frischholz, E. Biologie und Systematik im Genus *Hydra*. Zool. Annalen. Königsberg. (Zurzeit im Druck).

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1909

Band/Volume: [29](#)

Autor(en)/Author(s): Frischholz Eugen

Artikel/Article: [Zur Biologie von Hydra. Depressionserscheinungen und geschlechtliche Fortpflanzung. 267-290](#)