HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Beiträge zur Kenntnis der Sexualität von Süsswasser-Hydroiden. : I. Die Sexuellen Rassen von Hydra attenuata (Mit 5 Abbildungen)
Author(s)	KUWABARA, Masutaro
Citation	北海道帝國大學理學部紀要, 5(2), 95-111
Issue Date	1936-11
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/26997
Type	departmental bulletin paper
File Information	5(2)_P95-111.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

Beiträge zur Kenntnis der Sexualität von Süsswasser-Hydroiden. I. Die Sexuellen Rassen von *Hydra attenuata*

Von

Masutaro Kuwabara

Biologisches Laboratorium, Musaschi Kôtô-Gakkô, Tokio
und
Zoologisches Institut, Hokkaido Kaiserliche Universität zu Sapporo

(*Mit 5 Abbildungen*)

1. Einleitung 95
2. Material und Methoden 98
3. Fortpflanzungsphänomene und äussere Bedingungen 100
4. Geschlechtsverhältnis 103
5. Zusammenfassung 110

1. Einleitung

Die Fortpflanzungsphänomene von Süsswasser-Hydren sind schon seit langem von vielen Forschern wiederholt studiert worden, da es merkwürdig ist, dass die Hydra in ihrem Lebenslauf die sexuelle und asexuelle Fortpflanzung abwechselnd während einer Generation zeigt, und ausserdem bei der Artklassifikation der Hydra die Sexualität als ein wichtiges Merkmal betrachtet wird.

Meiner Meinung nach lassen sich die früheren Arbeiten in zwei Klassen einteilen: 1) die Frage, ob die Hydra gonochoristisch oder hermaphroditisch ist, 2) die Beziehungen zwischen den sexuellen (Keimdrüsenbildung) und asexuellen (Knospung) Fortpflanzungen. Nun will ich zuerst über jede von diesen beiden Arbeitsreihen eine Uebersicht geben.

1) Zuerst hat Brauer (1891) beobachtet, dass in einer Art, *Hydra fusca* genannt, zwei verschiedene Sorten von Individuen,

Contribution No. 105 from the Zoological Institute, Faculty of Science, Hokkaido Imperial University, Sapporo.

gonochoristische und hermaphroditische, vorhanden sind, und auch Downing (1909) hat danach diese Tatsache bemerkt, und hat er also angenommen, dass *Hydra fusca* in zwei Formen, *H. dioecia* und *H. monoecia*, einzuteilen ist. Alsdann wurde es als ein wichtiges Problem betrachtet, ob das Geschlecht der Hydra ganz genetisch oder unter der Beeinflussung der äusseren Bedingungen bestimmt wird. Nussbaum (1892, 1897) nahm an, dass eine verhältnismässig reiche Fütterung, die Eizellenbildung, und die arme Fütterung, die Spermienbildung fördert. Diese Ansicht wurde aber von vielen Forschern, wie R. Hertwig (1906), A. Krapfenbauer (1908), und E. Frischholz (1909), dadurch widerlegt, dass in der Kältekultur auch Individuen aus reich gefütterter Kultur, sowie aus arm gefütterter Kultur, eine Hodenbildung zeigen. Da W. Koch (1911) annahm, dass der Hermaphroditismus das weibliche Endstadium ist, behauptete er, dass *Hydra fusca* stark getrenntgeschlechtlich ist. P. Schulze (1922, 1927) unter der Ansicht, dass bei der Hydra, der Gonochorismus und der Hermaphroditismus sicher genetisch bestimmt sein muss, hielt die Sexualität der Hydra für ein wichtiges Merkmal bei der Artklassifikation. Daher sind in seiner Artbestimmungstabelle die beiden Formen, *Hydra attenuata* und *Hydra vulgaris*, fast nur in der Sexualität unterschieden. Anderseits aber hat W. Goetsch (1922, 1924, 1927) in seiner *H. attenuata* Kultur einige Fälle erwähnt, wo die Knospen deutlich das andere Geschlecht als das der Muttertiere zeigen, und in der Absicht, die Art der Geschlechtlichkeit dieses Tieres zu bestimmen, hat er aus zwei Teilhälften, einem männlichen und einem weiblichen, eine neue Individualität konplantiert, um zu versuchen, ob durch Zusammensetzung dieser beiden Teile ein künstlicher Zwitter erzielt werden kann. Aber der Erfolg dieser Transplantationen war regelmässig derart, dass die erwarteten Hermaphroditen nicht entstanden, sondern die Transplantationstiere in der Regel rein ♂ oder ♀ waren und nur dann, wenn bei Ausführung der Operation bereits Geschlechtsorgane vorhanden waren, oder kurz nach der Operation die Geschlechtsepoche begann, vorübergehend ein zwitteriger Zustand entstanden war. Aus diesen Resultaten nahm er an, dass die Geschlechtlichkeit bei *Hydra attenuata* nicht in bestimmter Richtung festgelegt sein kann, sondern nur so bestimmt ist, dass das ♂ oder ♀ Element die Oberhand hat und diese dauernd behält. Wenn nun die ♂ und die ♀ Teilstückchen zusammengefügt werden, so entsteht eine Art von

Kampf zwischen den beiden Teilen, bis endlich einer von ihnen die Oberhand erhält und die Einheitlichkeit erzielt wird, die dann konstant bleibt. Wenn die neue Geschlechtsperiode schon vor dem Ausgleich des Kampfes eintritt, entstehen leicht vorübergehend Hermaphroditen, und da ausserdem bei diesen Transplantationen auch kleine Stücke anderer Sexualität umstimmend wirken können, nahm er an, dass die Quantität der Teilstücke bei der Erreichung des neuen Zustandes, keine Rolle spielt und man hierbei nur auf verschiedene Qualitäten der Klone schliessen muss. Als die Ursache, die den Geschlechtsumschlag herbeiführt, zählt er Depression, Symbiose mit Algen, Regenerationsprozesse, u. s. w. auf, die nach seiner Meinung die plötzliche Geschlechtsumkehrung verursachen, wenn auf irgend eine Art die I-Zellen beeinflusst werden. W. Goetsch betrachtet *Hydra vulgaris* von P. Schulze als extremen Spezialfall von *Hydra vulgaris attenuata* und jedes dieser beiden Formen nur als Rasse oder Klone von derselben Art.

2) R. Hertwig (1906), A. Krapfenbauer (1908), W. Koch (1911) und andere nahmen als Hauptfaktor der Keimdrüsenbildung die Temperatur an, da bei der Hydra, die bisher ungeschlechtlich war, oft eine Hodenbildung entsteht, wenn sie in eine Kältekultur verlegt wird, anderseits jedoch, hat Nussbaum (1892) den Hungerzustand als den wichtigsten Faktor betrachtet, und später hat W. Goetsch den Schluss gezogen, dass plötzliche Veränderungen der inneren oder äusseren Bedingungen, z.B. Veränderung der Futtermenge, Temperaturschwankung, u. s. w., die Umwendung der bisher zur Knospung angewandten I-Zellen, zur Keimdrüsenbildung verursachen. H. A. Stolte (1928) nahm gleichfalls an, dass bei *H. attenuata* der Stoffwechselumschlag die letzte Ursache für den Wechsel zwischen der Knospung und der Keimdrüsenbildung ist, und dass die äusseren Faktoren, wie Temperatur, O_2-Gehalt und Ph-Wert des Kulturmediums, nur als Nebenfaktoren abhängig sind. Dies ist eine kurze Uebersicht über die Arbeiten bezüglich der Sexualität der Hydra. Unsere Kenntnisse über die Sexualität der Hydra sind noch nicht ausreichend, doch bietet die von Goetsch klar gemachte Tatsache, dass das Problem der Sexualität der Hydra grösstenteils als die Differenzierung der I-Zellen behandelt werden kann, einen wichtigen Stützpunkt für künftige Untersuchungen.

Die Untersuchungen wurden auf Anregung von Prof. Dr. Tohru Uchida im Zoologischen Institut der Kaiserlichen Universität

Hokkaido zu Sapporo ausgeführt. Ich möchte auch an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer Prof. Dr. Tohru Uchida meinen herzlichen Dank aussprechen.

2. Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden zu Sapporo im April, 1932 begonnen, und grösstenteils mit *Hydra attenuata* ausgeführt, welche die allgemeinste Art in Japan ist und in der Regel gonochoristisch ausfällt. Das Material wurde sowohl in Tokio als auch in Sapporo gesammelt. Als Futter wurden zuerst Ostracoden angewandt, welche aber für diesen Zweck ungünstig waren, und erst als man zur Fütterung mit Copepoden und Cladoceren überging, erzielte man ein günstiges Resultat. In der Natur scheint bei starker Sommerhitze und auch bei starker Winterkälte die Lebensenergie der Hydren stark gesunken zu sein und zu verschwinden in diesen Jahreszeiten fast vollkommen. Doch im Laboratorium zu Sapporo war die Vermehrung im August am grössten (im Laboratorium, in dem die Kultur durchgeführt wurde, stieg die Zimmertemperatur fast niemals über 25°C und die Temperaturschwankung war den ganzen Tag über fast immer unter 3°C). In Tokio ist die Kultivierung im Sommer schwieriger, da die Zimmertemperatur sehr oft sogar über 30°C beträgt. Als Kulturmedium wurde zuerst Wasser vom Teich, in dem Hydren gedeihen, angewandt, später aber, um zu vermeiden, Eier der Hydra enthaltendes Wasser zu verwenden, (wurde) durch ein Eisenrohr geleitetes Brunnenwasser verwandt, welches in einem Glasgefäss aufbewahrt wurde, bis es die Zimmertemperatur erreicht hatte. Dieses Wasser war für diesen Zweck geeignet. Jede Hydra wurde in einem Glasröhrchen von 3 cm Durchmesser und 10 cm Höhe, ständig isoliert, kultiviert. Das Wasser wurde jeden 3. bis zum 7. Tag teilweise gewechselt. Die Temperaturschwankung, sowie der Mangel der organischen Substanz im Wasser und Ph Wert des Wassers unter 6.5, verursachen oft Depressionen und sogar Degenerationen. Um ein passendes Kulturmedium künstlich zu bekommen, wurde ein Wasser-Extrakt von *Elodea* in das Medium gemischt, doch ohne Erfolg, da es für die hydrenschädlichen Bakterien und Pilze einen Nährboden bildete. Es ist besser die Glasröhrchen fest zu verkorken. Dadurch kann man bis zu einem gewissen Grade vermei-

den die Wasseroberfläche mit einer Bakterienschicht bedeckt zu werden.

Wenn die neue Knospe, aus so isoliert kultivierten Tieren abgelöst war, wurde sie sofort wieder in ein neues Glasröhrchen isoliert, versetzt. Diese Kultivierung bestand aus 20 Stammkulturen, jede davon aus einem Stammtiere ausgehend, welche wir wie folgt benennen, TA, TB, TC, TD, TE, SA, SB, SC, SD, SE, SF, SG, SH, SJ, SK, SL, SM, SN, SO, und SP. Jedes Individuum der zweiten Generation jeder Stammkultur, wollen wir nach der Reihenfolge der Ablösung z.B. bei Stamm TA, $TAII_1$, $TAII_2$.....bezw. $TAII_n$ nennen, und gleicherweise jedes der dritten Generation bei den Nachkommen von $TAII_n$, $TAIII_{n.1}$, $TAIII_{n.2}$ ..... bezw. $TAIII_{n.m}$ nennen. In solcher Weise können wir alle Nachkommen benennen. Das Ausgangstier eines jeden Stammes wurde aus dem Material, das in Tokio sowie auch in Sapporo gesammelt wurde, gleichmässig entnommen, darauf achtend, dass bisher ständig ♂ und bisher ständig ♀ Tiere gleichmässig ausgewählt wurden. Um die endlose Vermehrung der Individuenzahl innerhalb der Kultur zu vermeiden, wurde eine Regulierung durchgeführt, dass in einem Stamm hauptsächlich nur innerhalb einer bestimmten Generation die Individuenzahl sich vermehrt, während bei dem anderen Stamm hauptsächlich darauf Wert gelegt wurde, eine Vermehrung der Anzahl der Generation zu erhalten, und die überflüssigen Knospen aus der isolierten Kultur auszuscheiden. Trotz dieser Regulierung erreichten die Individuen von April bis Ende Oktober 1932 etwa die Zahl 1,000. Im November wurden die Hydren, durch die Temperaturschwankungen, die durch die Heizung verursacht wurde, schädlich beeinflusst, sodass die Anzahl der Individuen abzunehmen begann und endlich Mitte Dezember sind wegen meiner Krankheit die ganzen Stammkulturen zugrunde gegangen. Im Jahre 1933 und 1934 in der Absicht, die Lücken der vorjährigen Kultur zu ergänzen, wurden die Kulturen mit geringer Individuenzahl durchgeführt, wobei keine guten Resultaten erzielt werden konnten, da die Stämme von früheren Jahren ganz untergegangen waren, ausserdem war es schwierig, die äusseren Bedingungen konstant zu halten, weil ich oft in diesen Jahren reisen musste, wobei ich immer die Hydren während der Eisenbahnfahrt bei mir führte. Die Kultivierung im Winter gestaltet sich schwierig, da es am lebenden Futter mangelte. Das "hand feeding" (mit der Pinzette das Futter künstlich mit den

Tentakeln in Berührung zu bringen) von Rindfleisch, Fischen oder Crustaceen war immer unvorteilhaft. Als Ursache hierfür können wir Vergiftung des Futters, zu grosse Form der Futterstücke und starke Verluste der Nesselzellen anführen. Wenn trotzdem ein solches Futter eingenommen wurde, folgte danach sofort eine schwere Depression.

Ausser der Kultur in der Zimmertemperatur, wurde eine Kältekultur (11°C–12°C) durchgeführt (SM, SN, SO, SP). Bei Kältekulturen wurden Hydren in oben beschriebenen Glasröhrchen mit einem passenden Kulturmedium zusammengebracht und in einem hölzernen Kasten, von 30 cm^2 Bodenfläche und etwa 6 cm Höhe gelegt, welcher durch Leitungswasser mit konstanter Temperatur von 11°C–12°C durchgespült wurde, indem das Wasser an einer Kante ein und an der anderen Kante ausfloss, um die Temperatur des Kulturmediums im Glasröhrchen gleichmässig tief zu halten. Das Resultat der Kältekultur werde ich später eingehender beschreiben.

3. Fortpflanzungsphänomene und äussere Bedingungen

Es ist wiederholt festgestellt worden, dass die Hydren vom Futter beeinflusst, sich verfärben. Auch in meiner Kultur verfärbten sich öfters die Hydren dunkelgrün, falls die Wand des Glasröhrchens mit grünen Algen bedeckt war. Daraus erscheint es, dass die Hydra auch Algen als Futter einnehmen. Die Farbe der Hydra wird hauptsächlich von der Art des Futters und von dem Zustand des Stoffwechsels beeinflusst und hat höchst wahrscheinlich keine direkte Beziehung zu der Keimdrüsenbildung. Von einigen früheren Forschern wurde behauptet, dass der Keimdrüsenbildung immer die Depression vorangehe. Bei meiner Kultur aber war es so, dass die Depression der Keimdrüsenbildung nachfolgte. Es wird, wie W. Goetsch annimmt, vielleicht auf folgendem Grunde beruhen: 1) ist zur Keimdrüsenbildung ein heftiger Verlust von I-Zellen notwendig, 2) zum Auftreten der Keimdrüsen, muss irgendeine Veränderung des äusseren Millieus vorangehen, die die I-Zellen irgendwie beeinflusst.

Ueber die Faktoren zur Keimdrüsenbildung habe ich noch nicht die Gelegenheit gehabt, exakte analytische Untersuchungen zu machen. Aus meinen Protokollen aber, kann man nur annehmen, dass an Anfang der Kälte-oder Hunger-Kulture, leicht die Keimdrüsenbildung entsteht.

Protokol I.

(SN I)	28.	VI.	In die Kältekultur verlegt (11°C–12°C).
	29.	VI.	Mit einer Knospe. ♂ Geschlechtsepoche.
(SO I)	28.	VI.	In die Kältekultur verlegt (11°C–12°C).
	29.	VI.	Dunkelbraun gefärbt.
	30.	VI.	♂ Geschlechtsepoche.
(SM I)	28.	VI.	In die Kältekultur verlegt (11°C–12°C).
	29.	VI.	Mit 2 Knospenanlagen. Hodenbildung.
(D)	27.	VI.	Fütterung aufgehört.
	29.	VI.	Die Farbe verdünnt.
	4.	VII.	♀ Geschlechtsepoche.
(C II)	29.	VI.	Fütterung aufgehört.
	4.	VII.	Blass und klein. Hodenbildung.

In der Kältekultur (Protokol II) wird die Ablösung der Knospen auf alle Fälle aufgeschoben, das heisst, dass die Keimdrüsen lange bei dem Muttertiere verbleiben, was vom Rückgang des Stoffwechsels, der von der Kälte verursacht wird, abhängen könnte. Die Farbe wird dabei dunkel.

Protokol II. (SN II) Kältekultur (11°C–12°C).

1.	VII.	Aus SM I abgelöst. Braun gefärbt.
5.	VII.	Mit einer Knospe.
7.	VII.	Zweite Knospe tritt auf.
10.	VII.	Hodenbläschen beginnen aufzutreten.
22.	VII.	3 Knospen abgelöst.
28.	VII.	2 Knospen abgelöst.
4.	VIII.	Mit einer Knospe. Hodenbläschen verschwinden.
10.	VIII.	2 Knospen abgelöst.
17.	VIII.	Hodenbläschen beginnen wieder aufzutreten.
25.	VIII.	Noch in der ♂ Geschlechtsepoche. Schwere Depression.
13.	X.	Aus der Depression wieder hergestellt. Hodenbildung noch nicht aufgehört.

R. Hertwig und A. Krapfenbauer haben früher aus ihrer Kältekultur nur die Hodenbildung erwähnt, und auch in meiner Kältekultur sind nur die Hodenbildungen entstanden, doch in meiner Hungerkultur ist mit Bestimmtheit der Fall einer Ovarienbildung beobachtet worden.

Ueber die Regelmässigkeit der Knospung hat R. Hertwig als erster behauptet, dass wenn eine Knospe an einer Stelle in der Knospungszone auftritt, die nächste Knospe an einer Stelle des Stammes, etwas höher nach dem Peristom entsteht und zwar derart,

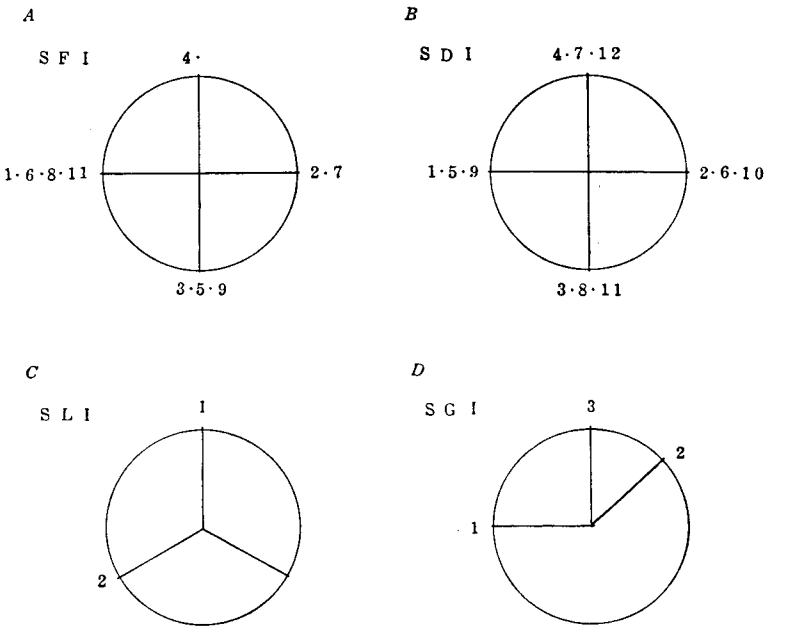

Abb. 1. Die Reihenfolge der Knospung. Der Kreis zeigt den Querschnitt des Stammes. Die Linie bezw. die Nummer zeigen die Richtung bezw. Reihenfolge der Knospungen. *A* und *B* sind normale Fälle, dagegen sind *C* und *D* abnormale. Bei *D* wurde die zweite mit der dritten Knospe in der Y-Form verbunden abgelöst.

dass sich die beiden Ebenen, die durch die beiden Knospen gelegt werden, sich in der Zentrumsachse in einem Winkel von 120° schneiden. Nach meinen Untersuchungen war es aber, wie auch schon von W. Goetsch festgestellt worden ist, dass der ersten Knospe die zweite an der entgegengesetzten Seite des Stammes, aber etwas höher, folgte, und die dritte rechtwinklig zu der ersten aber gleichfalls ein bisschen höher als die zweite und die vierte der dritten gegenüber gleichfalls wieder ein wenig höher als die dritten folgte, u. s. w. (Abb. 1). Die Linie, die die Fusspunkte der Knospen nacheinander verbindet, steigt um den Stamm spiralartig auf, und weist bei stärkerer Fütterung eine engere Windung auf, als bei schwächerer. Wie in Fig. 1 voranschaulicht ist, kann hierbei die dritte Knospe gleicherweise links oder rechts zur zweiten auftreten, wobei die Spirallinie ihre Richtung entsprechend ändern würde. Bei der reich gefütterten Hydra sehen wir oft 5–6 Knospen gleichzeitig, regel-

mässig auf dem Stamm stehen. Selten entstehen aber auch ungewöhnliche Knospen, wie einige davon in Fig. 1 voranschaulicht worden sind. Falls zwei Knospen ungewöhnlich dicht nebeneinander stehend auftreten, lösen sie sich von dem Muttertiere, oft in der Y- oder V-Form verbunden ab, die sich später in je zwei Teilen, die V-förmige unmittelbar und die Y-förmige über das V-Form-Stadium, abtrennen.

Bei dem Futtermangel und der tiefen Temperatur wird die Knospung offensichtlich gehemmt. Beide Epochen, sexual und asexual, sind nicht immer zeitlich klar getrennt, sondern oft dauert bei dem reich gefütterten Individuum noch die Knospung fort, auch nachdem die Hodenbildung begonnen hat.

Aus dem Grunde, dass bei lang gedehnter Hodenbildung immer die Knospung aufhöhrt, und dass selten die Knospung mit der Ovarienbildung auftritt, die eine viel grösser Menge von I-Zellen als die Hodenbildung in Anspruch nimmt, kann man annehmen, dass die beiden Phasen der Fortpflanzung nicht eigentlich gleichzeitig entstehen können, sondern dass die bisher fortdauernde Knospung bei dem Ausbruch der Keimdrüsenbildung, infolge des starken Verlustes der I-Zellen, vorläufig aufhört. Hierbei wären also nur die Bedingungen zu untersuchen sein, die die Keimdrüsenbildung hervorrufen.

Meistens beginnt die abgelöste Knospe durchschnittlich erst 5–6 Tage nach der Ablösung neu zu knospen, aber bei besonders guter Ernährung treten zuweilen schon auf der Knospe, die sich noch nicht abgelöst hat, einige neue Knospenanlagen auf.

Die Keimdrüsenbildung beschränkt sich fast immer auf den Teil des Stammes, zwischen dem Tentakelkranz und der Knospungszone, doch ist ein Ausnahmefall aus meinen Protokollen zu verzeichnen, wobei die Keimdrüsenbildung auch unterhalb der Knospungszone sich ausdehnte.

4. Geschlechtsverhältnis

In der Regel ist *Hydra attenuata* getrenntgeschlechtlich, d. h. jedes Individuum ist eindeutig männlich oder weiblich bestimmt, und die Sexualität wird gleicherweise durch die Knospung unverändert auf die Nachkommen übertragen. Ausser diesen fertilen Individuen bemerken wir aber oft in den Protokollen die ständig sterilen, und ferner ist es besonders merkwürdig, dass in einigen bestimmten Stämmen fast alle Individuen steril sind. (Stamm SB z.B.)

Protokol III. (Stamm SB) st. steht für Sterilität; G(?) steht für das Gonad, deren Geschlecht zu bestimmen, sehr schwer war.

I st.; II_1 st.; $III_{1.1}$ G(?); $V_{1.1.1.2}$ st.; $VIII_{1.1.1.2.1.1}$ st.; $III_{1.2}$ st.; $III_{1.3}$ st.; II_2 st.; $III_{2.1}$ st.; $IV_{2.1.1}$ st.; $V_{2.1.1.1}$ st.; $VI_{2.1.1.1.1}$ st.; $VII_{2.1.1.1.1.1}$ st.; $VIII_{2.1.1.1.1.1.1}$ st.; $IX_{2.1.1.1.1.1.1.1}$ st.; $III_{2.2}$ st.; $III_{2.3}$ st.; II_3 st.; $III_{3.1}$ st.; $III_{3.2}$ st.; $III_{3.3}$ st.; II_4 G(?); $III_{4.1}$ st.; $III_{4.3}$ st., II_5 st.; $III_{5.1}$ st.; $IV_{5.1.1}$ st.; $V_{5.1.1.1}$ st.; $VI_{5.1.1.1.1}$ st.; $III_{5.2}$ st.; II_6 st.; II_7 st.; II_8 st.; II_9 st.; II_{10} st.; II_{13} st; II_{14} st.; II_{16} st.; II_{17} st.

Beim fertilen Individuum kommt die Geschlechtsepoche etwa einmal monatlich, und es scheint, dass die Individuen desselben Stammes in der Phase der Geschlechtsepoche die gleiche Tendenz verfolgen. Aus der Figur der Abb. 2 ersehen wir, dass in einem Stamm, monatlich etwa einmal das Maximum der geschlechtsreifen Individuen erreicht wird. Da die Anzahl der Individuen der Kultur sich von Zeit zu Zeit selbst veränderte, zeigt die Form der Kurve nicht immer das übliche Steigen und Fallen der Keimdrüsenbildung, doch können wir aus den merkwürdigen, periodischen Schwankungen der Figur, die Tendenz des Gleichlaufens der Fortpflanzungsphase, zwischen den Nachkommen eines Stammtieres annehmen.

Im allgemeinen ist zwar *H. attenuata* wie schon oben beschrieben, gonochoristisch; doch bei meiner Kultur, wie auch schon W. Goetsch beobachtet hat, entstand zuweilen die Geschlechtsumkehrung, wobei es merkwürdig ist, dass diese, bei 20 Stammkulturen, auf 7 bestimmte beschränkt blieben. Unter Geschlechtsumkehrung in diesem Fall verstehen wir entweder die, welche innerhalb des Lebenslaufes eines Individuums, sowie die, welche zwischen Mutter und Knospe auftritt. Letztere ist zweifellos die vollkommenste Geschlechtsumkehrung, denn einige Individuen, die deutlich solch eine Geschlechtsumkehrung erfahren haben, fixiert und mikroskopisch untersucht, wiesen immer Keimzellen eines neuen Geschlechtes auf.

Sehr selten entstand in meiner Kultur der vorläufige, echte Hermaphroditismus.

Protokol IV. (SD $VI_{2.4.1.1.4.}$)

30. VIII. Aus SD $V_{2.4.1.1}$ (♂) abgelöst.
81. IX. Eine Knospe.
21. IX. Gleichzeitig, die ♂ und ♀ Keimdrüsen aufweisen (echter Hermaphroditismus).
26. IX. ♀ Geschlechtsepoche.
7. X. Depression.

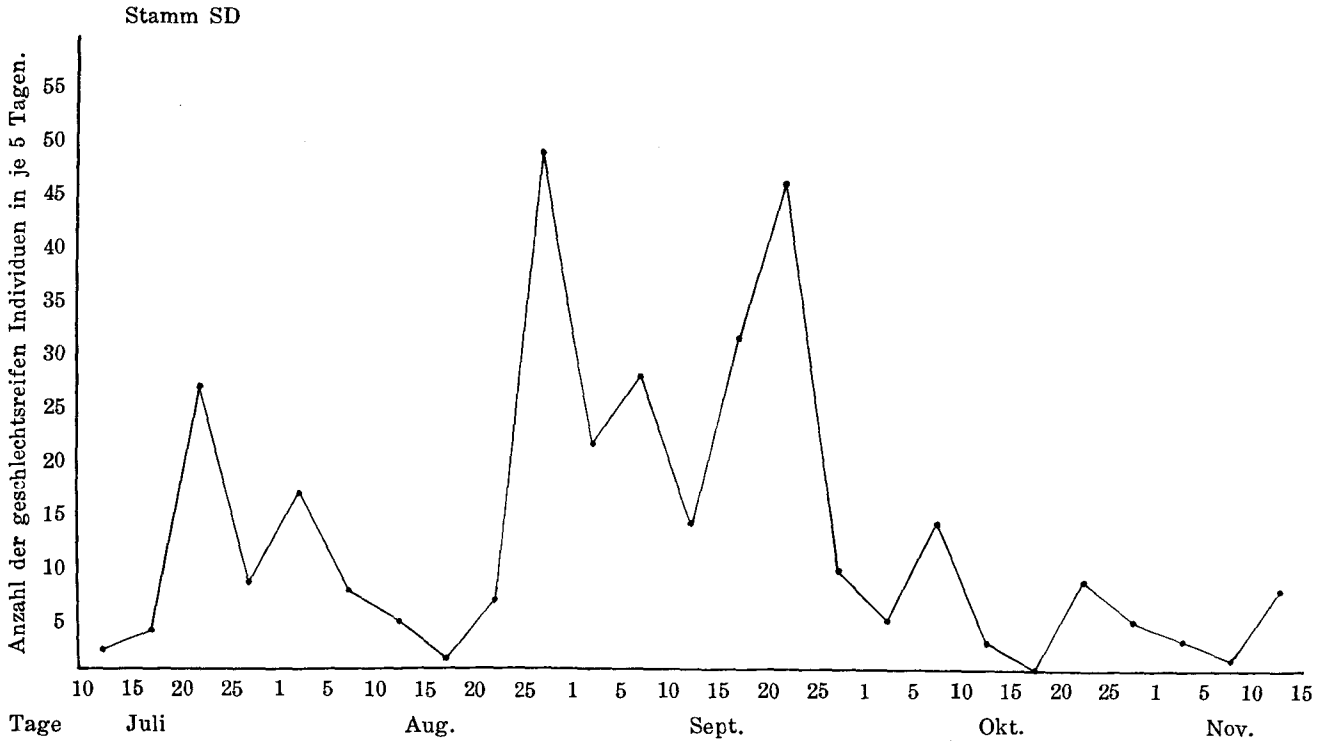

Abb. 2. Anzahl der geschlechtsreifen Individuen im Stamm SD in je 5 Tagen. Aus dem merkwürdig periodischen Steigen und Fallen der Figur, kann man die Tendenz des Gleichlaufens der Geschlechtsperiode zwischen den Nachkommen eines Stammtieres annehmen.

Meine Protokolle weisen zu wenig Beispiele dieses Hermaphroditismuses auf, um irgend einen Schluss ziehen zu können. Es scheint aber nicht so unrecht, aus der Tatsache, dass solch ein hermaphroditisches Individuum in den folgenden Geschlechtsepochen immer die Keimdrüsen eines anderen, als des bisherigen Geschlechts bildet, anzunehmen, dass der Hermaphroditismus entsteht, wenn die Geschlechtsepoche mit dem Geschlechtsumkehrungsprozess zusammenfällt, was in den seltensten Fällen geschieht, wodurch das seltene Vorkommen des Hermaphroditismuses begründet ist. Ausser diesem echten Hermaphroditismus bemerken wir zuweilen das Vorkommen der Keimdrüsen der Zwischenstufe der beiden Geschlechter, die auch hauptsächlich während des Prozesses der Geschlechtsumkehrung gebildet werden (Protokol III u. V).

Protokol V.

(SA II_5) Am 4. VII aus SA I (♀) abgelöst.
7. III. Mit zwei Knospen.
9. VII. 2 Knospen abgelöst (*SA $III_{5.1}$ u. ⊛SA $III_{5.2}$). Mit noch einer Knospe (am 14. VII abgelöst).
22. VII. 2 Knospen abgelöst, eine von ihnen ist SA $III_{5.3}$ gezeichnet worden.
14. VIII. u. 3. IX. ♀ Geschlechtsperiode.
15. IX. Hodenartige Schwellung (zwischenstufe Keimdrüsen).
25. XI. ♂ Geschlechtsepoche.

(*SA $III_{5.1}$)
9. VII. Aus SA II_5 abgelöst.
28. VIII. Keimdrüsenartige Schwellung (zwischenstufe Keimdrüsen)
25. XI. ♂ Geschlechtsperiode.

(⊛SA $III_{5.2}$)
9. VII. Aus SA II abgelöst.
28. VIII., 23. IX. u. 4. X. ♀ Geschlechtsepoche.

(SF I)
8. VI. ♀ Geschlechtsepoche, mit einer Knospe, Ovarien auch auf dieselbe Knospe ausgedehnt.
10. VI. Eine Knospe abgelöst (SF II_1).
15. VI. Auf der Knospe (SF II_1) treten nach der Degeneration der Ovarien, hodenähnliche Keimdrüsen auf (zwischenstufe Keimdrüsen).
18. VI. Zwischenstufe Keimdrüsen, wie sie auch auf der Knospe aufgetreten waren, beginnen nach dem Degeneration der Ovarien aufzutreten.

1.	VII.	2 Knospen abgelöst (SF II_2 und SF II_3)	Alle diese Knospen waren durch die nachfolgende Kultivierung ständig männlich.
2.	VII.	SF II_4, SF II_5, SF II_6, SF II_7, abgelöst.	
27.	VII, 31. VIII, 8. X.	♂	Geschlechtsepoche.

Wie in den Protokollen gezeigt, gehen die Keimdrüsen der Zwischenstufe immer der Geschlechtsumkehrung vor.

Die obigen Protokolle fesseln unsere Aufmerksamkeit, dass trotzdem beide Knospen, SA $III_{5.1}$ (von SA II_5 und SF II_1 (von SF I), schon vor der Geschlechtsumkehrung des Muttertieres abgelöst sind, auch später das umgekehrte Geschlecht zeigen. Daraus kann man annehmen, dass die Neigung der Geschlechtsumkehrung, durch Knospung, von Mutter zur Knospe vererbt wird.

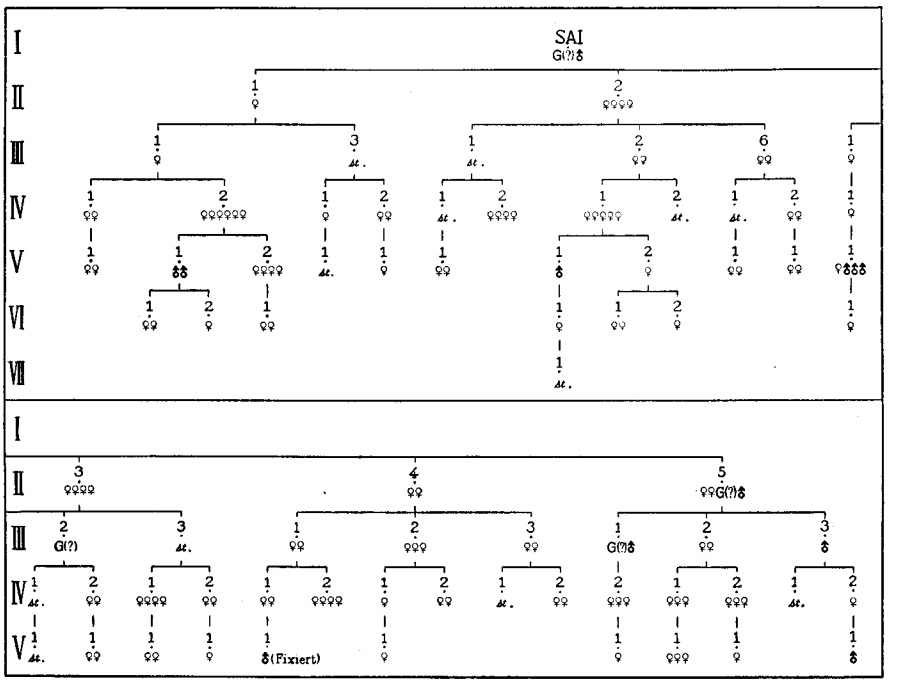

Abb. 3. Stammbaum des Stammes SA. ♂, ♀ oder ♀ zeigt die Geschlechtlichkeit bei jeder Geschlechtsperiode. st. steht für steril. Die Nummer bezeichnen die Reihenfolge der Ablösung derselben Individuums aus dem Muttertiere.

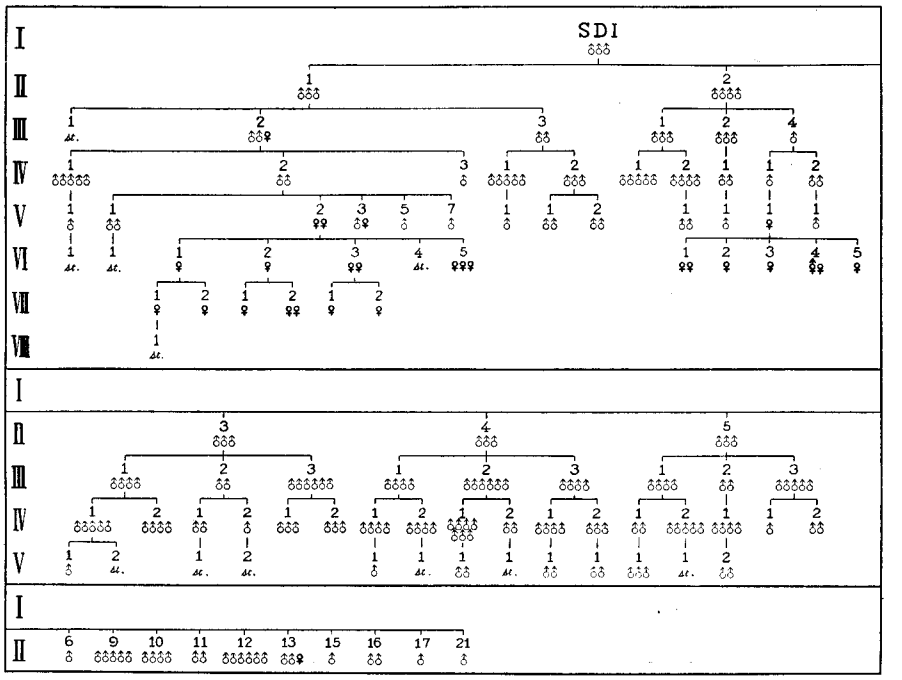

Abb. 4. Stammbaum des Stammes SD. Einzelheiten wie unter Abb. 3. geschildert.

Ausserdem begründet auch die Neigunge der unmittelbaren Nachkommen, der bereits einmal die Geschlechtsumkehrung durchgemachten Individuen die Geschlechtsumkehrung leicht vorzunehmen, die obere Vermutung.

Wie es in den Stammbäumen (1./-III) auch gezeigt worden ist, kommt die Geschlechtsumkehrung in einigen bestimmten Stämmen verhältnismässig oft vor, während in anderen wieder nie. Da bei dieser Kultur nur die Stämme, in denen die Geschlechtsumkehrung leicht vorkommt, besonders stark ausgebreitet worden sind, kann ich nicht für Stämme, in denen keine Geschlechtsumkehrung stattgefunden für die entsprechende Individuenzahl die Stammbäume angeben. Doch kann ich dagegen einige Fälle erwähnen, wo Individuen, die von einem einzigen Stammtiere abstammen, und zusammen langezeit in einer Flasche gezuchtet worden waren, trotzdem keine Geschlechtsumkehrung vorgenommen haben.

Daraus können wir 3 Rassen von *H. attenuata* voraussetzen 1) stark gonochoristisch, 2) fast steril, 3) zur Geschlechtsumkehrung

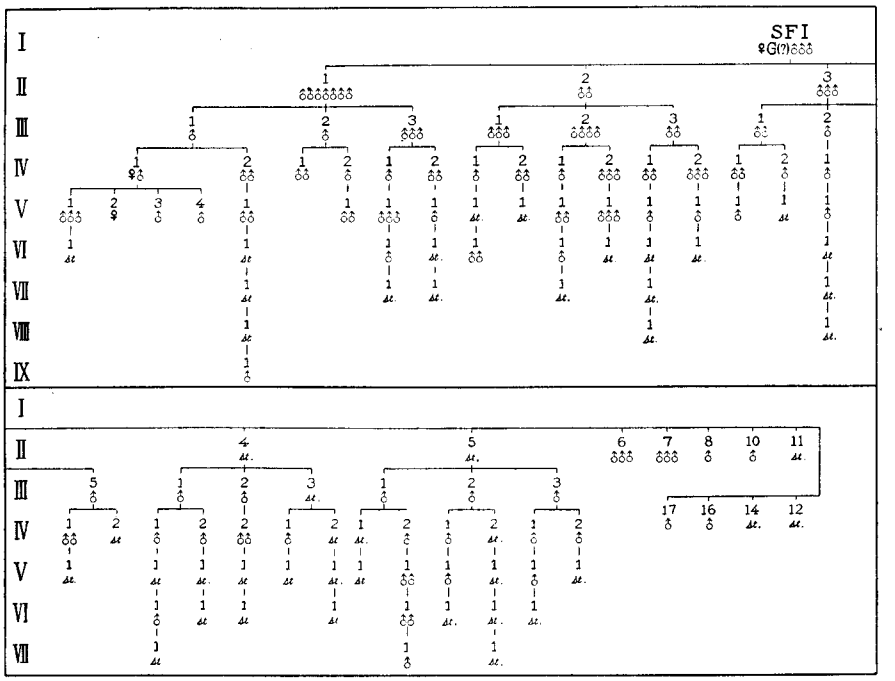

Abb. 5. Stammbaum des Stammes SF. Einzelheiten wie unter Abb. 3 geschildert.

neigend. Der Zweifel, ob nicht *Hydra attenuata* ein zeitlich gedehnter Hermaphroditismus ist, d. h., ein z.B. vorläufig männliches Individuum nach einer bestimmter Zeit weiblich wird und dieses Weibchen nach einer bestimmten Zeit in das frühere Stadium zurückkehrt, welcher Prozess sich immer wiederholt, darf aus dem folgenden Grund verneint werden, dass in einem bestimmten Stamm die Geschlechtsumkehrung wiederholt vorkommt, im anderen Stamm dagegen nie. Um diese Erscheinung erläutern zu können, glaube ich auch hier die Goldschmidtsche Rasse voraussetzen zu müssen. Wenn nun solch eine Idee vorausgesetzt wird, wo bei der Rasse die quantitative Verschiedenheit zwischen beiden Geschlechtern gering ist, kann die Geschlechtsumkehrung unter besonderen Bedingungen entstehen.

Zur Erläuterung der eingehenden Bedeutung dieser Rassen, erwarte ich die künftigen Untersuchungen und erwähne hier nur, dass diese Rassen keine Beziehungen zur geographischen Verbreitung zeigen, d. h. jede von ihnen gleichmässig in Tokio-bezw. Sapporo-Material gefunden wurden.

5. Zusammenfassung

1) In der Absicht die Sexualität der Süsswasser-Hydroiden zu untersuchen, wurde die Kultivierung von *Hydra attenuata* durchgeführt, wobei jedes Individuum ständig isoliert in einem Glasröhrchen gehalten wurde.

2) Nebst der Kultivierung unter normalen Bedingungen, wurden auch Kälte-(11°C–12°C) und Hungerkulturen durchgeführt.

3) Am Anfang der Kälte-oder Hungerkultur entsteht sehr oft eine Keimdrüsenbildung. Goetschs' Annahme, dass die Veränderung der äusseren Bedingungen die Ursache für die Keimdrüsenbildung ist, erscheint auch mir richtig.

4) In der Regel treten die Knospen eine nach der anderen auf der Knospungszone des Stammes und zwar regelmässig auf, sodass die beiden, durch sie gelegten Ebene, sich in der Achse des Stammes rechtwinkelich schneiden und die Linie, die die Fusspunkte der Knospen nacheinander verbindet, um den Stamm sich spiralartig hinaufwindet.

5) Es ist nicht der Fall, dass die beiden Phasen der Fortpflanzung eigentlich nicht gleichzeitig entstehen können, sondern die bisher fortdauernde Knospung bei dem Ausbruch der Keimdrüsenbildung hörte infolge des starken Verlustes der I-Zellen vorläufig auf.

6) In der Regel ist *Hydra attenuata* gonochoristisch, und die Keimdrüsen treten etwa monatlich einmal auf und man kann zwischen den Nachkommen eines Stammtieres die Tendenz des Gleichlaufens der Fortpflanzungsphase annehmen.

7) Zuweilen entsteht die Geschlechtsumkehrung, und wenn die Geschlechtsepoche mit dem Geschlechtsumkehrungsprozesse zusammenfallen sollte, entsteht der echte Hermaphroditismus oder Zwischenstufenkeimdrüsenbildung.

8) Aus dieser Kultur kann man 3 Rassen von *Hydra attenuata* voraussetzen: (1) fast steril, (2) zur Geschlechtsumkehrung neigend, (3) stark getrenntgeschlechtlich. Vielleicht sind diese die Goldschmidtschen Rassen, und es ist nicht möglich, dass *H. attenuata* eine zeitlich lang gedehnte Hermaphrodite bleibt.

9) Diese Rassen haben keine Beziehungen zur geographischen Verbreitung.

Literaturverzeichnis

1. FRISCHHOLZ, E. 1909 Zur Biologie von Hydra. Biol. Centralbl. 29.
2. GOETSCH, W. 1922 Hermaphroditismus und Gonochorismus bei Hydrozoen. Zool. Anz. 54.
3. ——— 1924 Die Symbiose der Süsswasser-Hydroiden und ihre künstliche Beeinflussung. Zeitsch. f. Morph. u. Oekol. 1.
4. ——— 1926 Geschlechtsbestimmung bei Hydra. Biol. Centralbl. 46.
5. ——— 1927 Die Geschlechtsverhältnisse der Süsswasser-Hydroiden und ihre experimentelle Beeinflussung. Roux' Arch. f. Entwick. Mech. 111.
6. HERTWIG, R. 1906 Ueber Knospung und Geschlechtsentwicklung von *Hydra fusca*. Biol. Centralbl. 26.
7. KOCH, W. 1911 Ueber die geschlechtliche Differenzierung und den Gonochorismus von *Hydra fusca*. Biol. Centralbl. 31.
8. KRAPFENBAUER, A. 1908 Einwirkung der Existenzbedingungen auf die Fortpflanzung von *Hydra*. München.
9. KUWABARA, M. 1933 Two species of Hydra from Japan. Proc. Imp. Acad. 9.
10. NUSSBAUM, M. 1907 Zur Knospung und Hodenbildung bei *Hydra*. Biol. Centralbl. 27.
11. SHINOHARA, T. 1930 Hydra (Japanisch). Dôbutu Kaibô Syûsê 3. Tokio.
12. SCHULZE, K. 1932 Zwitter bei der gonochoristischen *Hydra attenuata* (Pall.) P. Schulze. Zool. Anz. 100.
13. SCHULZE, P. 1927 Zur Kenntnis geographischen Verbreitung der Süsswasser-Polypen. Zool. Anz. 74.
14. STOLTE, H. A. 1928 Analyse der Bedingungen für Knospung und Sexualität bei *Hydra attenuata* Pall. Biol. Centralbl. Bd. 48.