

# Vererbung bei ungeschlechtlicher Fortpflanzung von *Hydra grisea*.

Von

Elise Hanel aus Prag.

Mit 11 Kurven im Text.

---

## Allgemeines.

Bei dem wachsenden Interesse, dessen sich die Vererbungserscheinungen unter den heutigen biologischen Fragen erfreuen, hat man versucht, diesem Problem von verschiedenen Seiten beizukommen. Die eine Richtung ging von rein theoretischen Gesichtspunkten aus und stellte Spekulationen auf. Als ihr Hauptvertreter ist WEISMANN zu nennen, dessen Theorien vor allem dadurch einen hohen Wert bekommen haben, daß sie mit den später gefundenen Vorgängen der Eireifung, Befruchtung und Entwicklung in schönstem Einklang stehen.

Die zweite von GALTON für die Anthropologie begründete und von PEARSON, DAVENPORT, WELDON, LUDWIG u. a. ausgebaut ist die mathematisch-statistische. Sie hat auch schon in Botanik und Zoologie Namhaftes geleistet. Dazu gesellte sich endlich die, durch das von CORRENS, TSCHERMAK und DE VRIES für die Botanik, von LANG und BATESON für die Zoologie wiedergefundene MENDELSche Gesetz neu belebte Bastardlehre. Hat dasselbe auch nicht die allgemeine Gültigkeit, die man ihm anfangs zuschrieb, so liegt die Tragweite seiner Bedeutung darin, daß es mit seiner Hilfe zum erstenmal gelang, an Stelle der bis dahin herrschenden unklaren Vermutungen und Ansichten eine in Zahlen ausdrückbare Gesetzmäßigkeit zu setzen. Seitdem die Lehre von den Kreuzungen aus den Händen gewerbsmäßiger Züchter in die von berufenen Forschern übergegangen ist, ist es gelungen, den Erblichkeitswert vieler Eigenschaften durch ihr Verhalten bei Kreuzungen kennen zu lernen.

Alle diese Forschungen hatten zum Gegenstand die zweielterliche Fortpflanzung, welche uns schon einen relativ komplizierten Fall bietet. Wollen wir den natürlichen Weg vom einfacheren zum komplizierten gehen und Elemente der Vererbungsgesetze kennen lernen, so müssen wir uns zunächst an die einelterliche Vererbung halten.

Es war das große Verdienst des dänischen Botanikers JOHANNSEN, durch seine schönen Untersuchungen an Gerste, Bohnen und Erbsen in dieser Richtung bahnbrechend gewirkt zu haben. Da die Arbeit JOHANNSENS, wie mir scheint, nicht ganz die Beachtung gefunden hat, die sie verdient, da ich außerdem ihres botanischen Inhaltes wegen in zoologischen Kreisen ihre Kenntnis nicht voraussetzen darf, erscheint es mir nicht überflüssig, ihre wichtigsten Resultate hier anzuführen.

JOHANNSEN hat es sich zur Aufgabe gestellt, die Bestandteile einer Population zu analysieren. Er versteht darunter den Gesamtbestand einer Oertlichkeit an Exemplaren einer Art oder auch einer kleineren systematischen Einheit. Wir sind es gewohnt, eine solche Population als Einheit aufzufassen, wenn ihre Glieder dem QUETELETschen Gesetz gehorchen. Sie lassen sich in diesem Fall in eine symmetrische, eingipfelige Variationskurve einreihen, auf deren Abscisse die Abweichungen vom mittleren Wert, auf deren Ordinate die Anzahl der Individuen verzeichnet sind. Eine derartige „GALTON-Kurve“ ist der Ausdruck dafür, daß das Material den Regeln der Wahrscheinlichkeit folgt, die kleinen Abweichungen am häufigsten, die größeren dagegen seltener sind. Wir fassen dann den Gipfel dieser Kurve, der den mittleren Wert ausdrückt, als identisch auf mit dem eigentlichen Typus der Population. JOHANNSEN gelingt es nun zu beweisen, daß eine scheinbar einheitliche Population aus einem Gemenge verschiedener Typen bestehen kann und trotzdem eine schöne Variationskurve aufweisen, die dann allerdings nur noch der Ausdruck für Zufälligkeiten ist. Er benützt als Material nur Pflanzen, bei denen keine Vermischung der Typen durch Kreuzung möglich ist, solche mit obligatorischer Selbstbefruchtung, also reine Linien. Seine Versuchsreihen stehen ganz unabhängig voneinander, um so wichtiger wird es dadurch, daß sie ein übereinstimmendes Resultat liefern. Als zu studierende Eigenschaft dient ihm einerseits das Samengewicht der Bohnen, andererseits die relative Länge ihrer Samen, d. h. das Verhältnis der Länge zur Breite. Weiterhin erstrecken sich seine Versuche auf Gerste, bei der er die Vererbung der

Eigentümlichkeit dieses Getreides, daß sich nicht alle Fruchtknoten zu Früchten entwickeln, die sogenannte „Schartigkeit“ studiert.

Er findet nun bei diesen Pflanzen innerhalb einer Population bestimmte Typen, welche sich durch Selektion nicht verschieben lassen. Sucht er aus einem Haufen Bohnen die Plus- und Minusvarianten aus und sät sie getrennt, so kann er beobachten, daß ihre Nachkommen in demselben Sinne vom Mittel abweichen wie die Mütter, wenn auch in geringerem Maße. Wählt er dagegen von einem einzigen Individuum diejenigen Nachkommen, welche die Extreme vertreten, zur Weiterzucht, so hat die individuelle Beschaffenheit der Mütter keinen Einfluß auf die Beschaffenheit der Nachkommenschaft, es ist allein der Typus der Linie, welcher den Ausschlag gibt. JOHANNSEN hat dies besonders für das Samengewicht der Bohnen hinlänglich bewiesen, indem er es an 19 reinen Linien im einzelnen ausführte. Der Einfluß der Selektion ist also hier darauf beschränkt, nicht eine wirkliche Veränderung herbeizuführen, sondern bestehende Typen herauszugreifen und zur isolieren. Wenn die Nachkommen von Minusvarianten in einem Gemenge von Bohnen einen geringeren Mittelwert zeigen als die der Plusvarianten, so kommt es daher, weil ihre Mütter zum großen Teil, wenn auch infolge der transgressiven Variabilität nicht ganz, Linien mit einem niederen Mittelwert angehören. Wiederholen wir den Prozeß der Auslese, so wird die Wahrscheinlichkeit dafür, daß wir es nur mit Vertretern der einen Gruppe von Linien zu tun haben, noch größer, doch können wir die extremsten Varianten der anderen Gruppe niemals mit Sicherheit ausschalten. Dabei fällt ein eigentümliches Licht auf eine Tatsache, die von GALTON entdeckt wurde und seither in der Theorie der Vererbung eine große Rolle spielt, nämlich die Regression. Sie erweist sich nicht als eine Eigentümlichkeit der Vererbung, eine Abschwächung der elterlichen Eigenschaften in den Nachkommen, sondern einfach als eine Folge der ungenügenden Isolation der einzelnen Typen. Innerhalb der reinen Linie ist die Regression eine vollständige.

Ich habe nun auf Anregung des Herrn Professor LANG und in seinem Laboratorium den Versuch unternommen, Vererbung bei einelterlicher Fortpflanzung an einem tierischen Objekt zu studieren. Als Material diente mir *Hydra grisea*, als zu berücksichtigendes Merkmal die Zahl ihrer Tentakeln.

Es sei mir an dieser Stelle gestattet, Herrn Professor LANG, sowie Herrn Professor HESCHLER und Fräulein Dr. DAIBER

meinen aufrichtigen Dank für ihr freundliches Entgegenkommen, ihre mannigfaltige Förderung und Unterstützung bei meiner Arbeit auszusprechen.

Bevor ich meine Ausführungen beginne, ist es nötig, noch auf einen Punkt einzugehen, der von größter Wichtigkeit in dieser Sache ist. Es ist noch die Frage, ob das Wort „Erblichkeit“ bei Fortpflanzung durch Knospung eine Berechtigung hat.

Besonders in der Botanik ist die Auffassung verbreitet, daß vegetativ erzeugte Organismen nicht als Nachkommen, sondern als Teile des Mutterorganismus aufgefaßt werden müssen. DE VRIES drückt das Bd. I, p. 61 mit den Worten aus: „Bei vegetativer Vermehrung erhalten sich aber die einmal erreichten Eigenschaften ganz oder doch nahezu unverändert. Die neuen Exemplare sind eigentlich nur Teile des ursprünglichen, aus einem Samen hervorgegangenen Individuums. Sie können zu Hunderten oder zu Tausenden in den Handel gebracht werden, bilden aber eigentlich zusammen nur eine einzige Pflanze.“ Die Erscheinungen der Variabilität, welche sich an solchen vegetativ erzeugten Organismen beobachten lassen, fallen für DE VRIES somit unter den Begriff der partiellen Variabilität, d. h. die Verschiedenheit der gleichnamigen Organe desselben Individuums, welche er der individuellen Variabilität Verschiedenheit der Nachkommen eines Individuums gegenüberstellt. Gleichzeitig führt er aus, daß zwischen individueller (fluktuierender) und partieller Variabilität ein großer Parallelismus besteht. Soviel sich aus den angeführten Tatsachen ersehen läßt, geht dieser Parallelismus so weit, daß sich eine scharfe Grenze überhaupt nicht ziehen läßt, sondern gerade die vegetativ erzeugten Individuen bilden den allmählichen Uebergang zwischen beiden Arten von Variabilität. Eine Form der Variabilität kann auf jedem Punkt der Linie stehen, welche diese verbindet. Meiner Auffassung nach würde der Fall von Hydra der individuellen Variation näher stehen als der partiellen Variation. Es handelt sich dabei um natürlich wohlabgegrenzte und nach erfolgter Differenzierung isolierte Individuen, die sich nicht mit willkürlich gewählten Stecklingen einer Pflanze oder gar Organen eines Individuums vergleichen lassen. Gewiß ist von der Knospung zur Koloniebildung nur ein Schritt, aber dieser Schritt ist hier noch nicht getan. Außerdem besteht zwischen den Individuen einer Kolonie und Organen eines Individuums noch ein großer Unterschied. Natürlich ist auch er durch alle Uebergangsformen überbrückt, aber wir sind uns dessen bewußt, daß alle Grenzen,



die wir ziehen, mehr oder weniger künstlich sind. Theoretisch kann ich die Notwendigkeit eines prinzipiellen Unterschiedes zwischen Vererbung bei geschlechtlicher und bei ungeschlechtlicher Fortpflanzung nicht einsehen. Diejenigen Zellen, welche bestimmt oder befähigt sind, den neuen Organismus zu liefern, müssen, wenn sie auch noch sonstige Funktionen verrichten, die Anlagen seiner Eigenschaften besitzen, oder um es mit der WEISMANNschen Schule materialistisch auszudrücken: ihre Chromosomen müssen ebensogut Determinanten enthalten, wie die der Eizellen.

Tatsächlich geht aus DE VRIES hervor, daß sich vegetativ erzeugte Organismen in Bezug auf Variabilität und Mutation ebenso verhalten, wie geschlechtlich erzeugte. Auf den Unterschied in ihrem Verhalten zur Selektion komme ich noch zurück.

Diese Auseinandersetzung hat mich weiter in das Gebiet der Hypothese hineingeführt, als es meine Absicht war, innerhalb des Rahmens dieser Arbeit zu gehen. Ich bin aber gezwungen, hier meinen Standpunkt zu präzisieren, um etwaigen Einwänden vorzubeugen.

### Systematische Stellung.

Eine Speciesbestimmung innerhalb der Gattung *Hydra* ist keine ganz einfache Aufgabe. Ein Blick auf die Literatur zeigt, daß über die Speciesabgrenzung bei den seit TREMBLEYS und ROESEL VON ROSENHOFS Zeiten berühmten und als Ausgangspunkt zu zahlreichen Studien benutzten Süßwasserpolypen unter den Autoren noch durchaus keine Einigkeit herrscht. Zahlreiche Synonyma erschweren die Orientierung. Es liegt dies hauptsächlich an der Natur des Objektes. Es gibt kaum eine Eigenschaft der *Hydra*, die nicht durch den Einfluß ihrer Umgebung, hauptsächlich aber durch die Ernährung verändert werden könnte, daher auch die einander zum Teil strikte widersprechenden Angaben von Forschern, an deren Zuverlässigkeit kein Zweifel besteht. Auch scheint *Hydra*, wie viele kosmopolitisch verbreitete Formen in zahlreiche lokale Rassen zu zerfallen und wird vielleicht auch in dieser Richtung dem Systematiker noch einmal von Interesse sein.

In neuerer Zeit hat sich besonders NUSSBAUM (1884) um die Charakteristik der Arten von *Hydra* verdient gemacht, indem er die Synonyma aufklärte und brauchbare Diagnosen der be-

stehenden Arten gab. Trotzdem seine Einteilung nach der äußeren Gestalt eine leichtere Bestimmung ermöglicht, wurde sie von einzelnen Autoren nicht berücksichtigt. Wir finden je nach der Richtung, in der diese gearbeitet haben, Einteilungen nach verschiedenen Gesichtspunkten. BRAUER (1891) hat nach der Form und Lage der Geschlechtsprodukte eingeteilt, was seine praktischen Nachteile hat, da solches Material nicht immer zur Verfügung steht. MERESCHKOVSKY (1878) und HAAKE (1879) schufen eine Einteilung nach der Art und Reihenfolge der Anlage der Tentakel. JUNG (1883) hat jedoch gezeigt, daß eine bestimmte Reihenfolge nur ganz im allgemeinen für jede Species zutrifft, und daß zahlreiche Ausnahmen von der Regel vorkommen.

Dagegen hat JICKELI (1883) nach der Form und Größe der Nesselkapseln eine Einteilung getroffen, die sich glücklicherweise mit der von NUSSBAUM deckt und eine gute Ergänzung und Kontrolle zu dieser bildet.

Das von mir verwendete Material stammt von einer bestimmten Stelle des Zürichsees, wo er bereits in die Limmat übergeht.

Es existiert in der faunistischen Literatur nur eine Notiz über die hier vorkommende Species von Hydra. Sie stammt von ASPER (1879), und er legt darin dar, daß wir es hier mit einer neuen Species zu tun haben, die er die *H. Limmat* nennt. Als Hauptcharakteristikum für diese neue Species gilt ihm, daß sie getrenntgeschlechtlich ist.

Es hat in letzter Zeit auch DOWNING und mit ihm MARY HEFFERAN (1902) eine Species *H. dioecia* aufgestellt, dagegen hat R. HERTWIG (1906) darauf hingewiesen, daß man die Eingeschlechtlichkeit bei Hydra nicht als systematisches Merkmal verwerten kann. Er zitiert einige Autoren, vor allem BRAUER, die diese Eigenschaft beobachtet haben. Angaben über rein männliche und rein weibliche Tiere, sowie auch über Protandrie und Protogynie, die als Uebergang von dem hermaphroditischen zum eingeschlechtlichen Zustand aufgefaßt werden können, tauchen immer wieder in der Literatur auf und beziehen sich auf verschiedene Species. Wir können sie daher nicht als Speciesmerkmal auffassen, sondern höchstens von *H. fusca* var. *dioecia* oder *H. grisea* var. *dioecia* sprechen. Sollte es sich herausstellen, wofür Wahrscheinlichkeit vorliegt, daß sich diese Eigenschaft jederzeit experimentell hervorrufen läßt, so kommt ihr systematischer Wert ganz in Wegfall.

Im übrigen hält ASPER die von ihm gefundene Form für *H. fusca* sehr nahestehend, spricht sich aber an einer anderen Stelle dahin aus, daß sie mit der aus Deutschland beschriebenen *H. auriantica* (*vulgaris* oder *grisea*) identisch sei. Zu diesem Irrtum wurde er wohl durch die Synonyma verleitet; in der Literatur findet man z. B. die Bezeichnung *vulgaris* abwechselnd für *fusca* und *grisea* angewendet.

Eine Nachprüfung hat ergeben, daß im Zürichsee sowohl *H. grisea* als auch *fusca* sehr reichlich vorhanden ist. Man findet sie an demselben Standort, ja an denselben Blättern von *Myriophyllum* dicht gedrängt und untereinander gemischt sitzend. Durch die gleichen Lebensbedingungen, denen sie ausgesetzt sind, haben sie einen so hohen Grad von Aehnlichkeit untereinander bekommen, daß der Ungeübte sie kaum unterscheiden kann. Besonders junge, schlecht genährte Individuen von *H. grisea* gleichen *H. fusca* sehr, während die erwachsenen, knospentragenden Exemplare schon durch ihre bedeutendere Größe auffallen. Trotzdem alle Eigenschaften transgressive Variabilität aufweisen, und es nicht gelingt, ein sicheres Kriterium für eine von ihnen aufzustellen, erweisen sie sich doch bei Zuchtversuchen absolut konstant und als wohlgesonderte Formen. Ob es berechtigt ist, sie als Arten zu bezeichnen, kann erst entschieden werden, wenn man sich über den Begriff Art geeinigt haben wird.

Nach WETZELS (1898) interessanten Versuchen zeigen sie einen hohen Grad der Affinität und eine größere innere Verwandtschaft untereinander als jede von ihnen mit *H. viridis*. Bastardierungsversuche in dieser Richtung wären gewiß von Interesse.

Die Bestimmung meines Materials habe ich hauptsächlich nach NUSSBAUM und sodann nach JICKELI vorgenommen. Um jedoch sicher jedem Irrtum vorzubeugen, will ich noch einmal die Hauptmerkmale der beiden Arten, die für mich in Betracht kamen, anführen und die Unterschiede zwischen ihnen hervorheben.

1) Die Gestalt des Körpers. Der Körper von *H. grisea* ist ein ziemlich regelmäßiger Cylinder, der an allen Teilen eine gleichmäßige Färbung zeigt.

*H. fusca* dagegen verjüngt sich gegen den Fuß, besonders unterhalb der Knospungszone wird der Körper plötzlich schlank und durchsichtig. Dieser abgegrenzte Fuß wird in der Literatur als Hauptcharakteristikum für *H. fusca* angeführt. Er ist aber durchaus nicht immer deutlich bemerkbar, kommt andererseits auch

anderen Species, wenn auch nicht so ausgeprägt, zu. Mit der konischen Gestalt des Körpers hängt es zusammen, daß *H. fusca* ein verhältnismäßig größeres Hypostom besitzt und die Abstände zwischen den einzelnen Tentakeln größer erscheinen.

2) Die Farbe ist bei den beiden Arten auch bei gleicher Ernährung niemals ganz gleich. Die Bezeichnungen *fusca* und *grisea* treffen indes für das von mir untersuchte Material nicht zu. Ich würde die Farbe von im Freien lebenden *H. fusca* als ein blasses Grünlich-gelb bezeichnen, das bei starker Ernährung intensiver wird, während *Hydra grisea* eine von grau ins Rosa spielende Färbung zeigt, die bei reichlicher Nahrung in Fleischfarbe bis Orange übergeht.

3) Die Tentakel. Es wird vielfach hervorgehoben, daß die Tentakeln von *H. grisea* höchstens so lang werden wie der Körper, während die von *H. fusca* das 10—20-fache von dessen Länge erreichen können. Bei dem hiesigen Material zeigt *H. fusca* niemals eine solche Länge der Tentakel, ich habe selten Fälle beobachtet, wo sie mehr als das Doppelte der Körperlänge besaßen. Charakteristisch ist dagegen die Art, wie sie gehalten werden. Während *H. grisea*, wenn sie ruhig sitzt, die Tentakeln meist weit ausgebreitet hat, sind die dünneren von *H. fusca* meist gekräuselt, was viel dazu beiträgt, ihr einen charakteristischen Habitus zu verleihen. Auf ihre Zahl werde ich noch zurückkommen. Hier sei nur hervorgehoben, daß trotzdem dieses Merkmal stark transgressiv ist, das Mittel der Tentakelzahl bei *grisea* viel höher ist als bei *fusca*. Dementsprechend besitzt sie auch die größere Variationsbreite, dem zuerst von HAECKEL (1881) ausgesprochenen Grundsatz folgend: Je höher die Grundzahl steigt, desto unbeständiger wird sie, desto ungleicher bei den verschiedenen Individuen einer Species (II. Teil, p. 133).

Bei *fusca* ist 5 die Grundzahl, 6 und 4 die Ausnahmen, bei *grisea* dagegen ist 6 fast die Regel, 5 selten, 7 und 8 häufiger, und auch Tiere mit höherer Tentakelzahl kommen vor.

4) Die Nesselkapseln. Wie schon mehrfach hervorgehoben, gelten alle diese Eigenschaften nur für die Norm, es kommen aber Ausnahmen von der Regel vor. Sollte also die makroskopische Beobachtung in einem Spezialfall noch einen Zweifel zurücklassen, so kann man zur Sicherheit eine Prüfung der Nesselkapseln vornehmen. Man tut das am besten nach JICKELI, dessen Abbildungen wegen ihrer Einfachheit sich sehr gut dazu eignen.



*H. grisea* besitzt 4 verschiedene Arten von Nesselkapseln, die sich alle untereinander in der Form und der Art der Aufrollung des Fadens unterscheiden. Zwei davon hat sie mit *H. fusca* gemeinsam, die ihrerseits noch eine dritte von diesen abweichende Form besitzt. Dagegen fehlt ihr diejenige Form, welche bei *grisea* besonders auffällt, Nesselkapseln von riesiger Größe, die alle übrigen um das Dreifache an Länge und Breite übertreffen und daher ein ganz sicheres Erkennungszeichen für *H. grisea* bilden.

### Versuchsordnung.

*H. grisea* erwies sich als von großer Haltbarkeit und stellt keine besonderen Ansprüche in Bezug auf Pflege. Es lag in der Natur meiner Versuche, daß ich die Tiere einzeln hielt, und sie gedeihen dann um so besser, während sie in Massenkulturen nicht gut fortkommen. Das Züchten geschah in gewöhnlichen Wassergläsern in Leitungswasser ohne Durchlüftung. Ja selbst die Pflanzen stellten sich bald als entbehrlich heraus, wodurch das Auffinden der einzelnen Tiere wesentlich erleichtert wird. Dagegen mußte das Wasser 2mal in der Woche, im Sommer noch öfter, gewechselt und die Gläser gereinigt werden, um die schädlichen Pilze und Bakterien nicht überhandnehmen zu lassen. Als Futter bewährten sich wieder vorzüglich kleine Crustaceen.

Ueber die Art, wie die Hydra ihre Nahrung findet, ist nichts Genaueres bekannt. Bringt man kleine Krebse in ein Gefäß, in dem sich Hydra befindet, so fängt sie dieselben mit den bekannten blitzschnellen Bewegungen. Es geschieht dies, indem die Nesseläden auf die Berührung der Nesselkapseln hin ausgeschleudert werden und die Beute von ihnen festgehalten und gelähmt wird. Dabei ist der Effekt um so lebhafter, je stärker der Reiz, und es wird der flinke Cyclops schneller gefunden als die schwerfällige *Daphnia*. Man könnte daraus schließen, daß es nur der Berührungsreiz ist, der den Freßreflex auslöst und nur lebende Tiere gefressen werden können. Nimmt man ein indifferentes Material, wie feine Papierfasern, und führt sie schnell an den Tieren vorbei, so erfolgt keine Reaktion. Aber auch der chemische Reiz allein genügt nicht. Bringt man zerdrückte Krebse behutsam in die Nähe einer festsitzenden Hydra, so nimmt sie gar keine Notiz von ihnen. Wenn sie dieselben während des Kriechens berührt, so

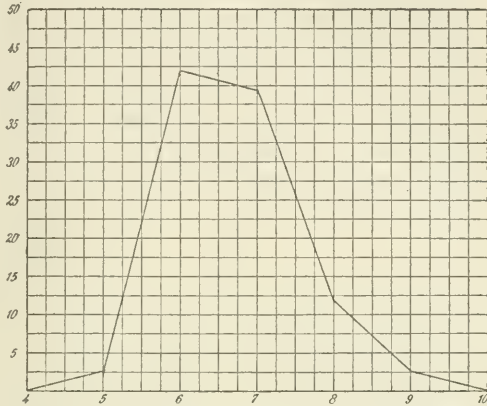
frißt sie sie, dabei kann sie, wie es scheint, ohne Schaden auch solche fressen, welche schon ziemlich lange Zeit tot waren und sich der Verwesung nähern. Es scheint also, daß es sich doch um einen chemischen Reiz handelt, der aber nicht auf die Entfernung hin wirksam ist, sondern nur, wenn das Objekt die Körperoberfläche berührt.

Ueber die Lebensdauer konnte ich keine Versuche anstellen, da ich immer wieder gezwungen war, meine Zuchten zu unterbrechen. Schon TREMBLEY (1744) und ROESEL VOM ROSENHOF (1755) geben jedoch an, daß sich einzelne Tiere unter günstigen Bedingungen bis 2 Jahre lang halten können. Die häufigste Todesursache und die größte Gefahr für meine Kulturen war eine Erscheinung, die manchmal epidemisch auftrat und die in jüngster Zeit von HERTWIG beschrieben worden ist. Auch unter scheinbar ganz günstigen Bedingungen zeigen die Tentakel plötzlich knopförmige Verdickungen an den Enden und solche Kontraktion, daß sie bald ganz verschwinden. Dem folgt der Körper nach, der zu einem undurchsichtigen Klümpchen wird, das zerbröckelt und dessen einzelne Teile schließlich zu Grunde gehen. Diese Art des Sterbens ist sehr typisch und durchaus unterschieden von dem Tod, wie er bei Vergiftung oder Zugrundegehen in verdorbenem Wasser eintritt, wo sich die Zellverbände lösen und der Körper schließlich zerfließt. HERTWIG (1906) bezeichnet diese Erscheinung als „Depressionszustände“ und bringt sie in Zusammenhang mit der geschlechtlichen Fortpflanzung, indem er sie analog der senilen Degeneration der Protozoen stellt. Ich kann hier nur erwähnen, daß sie in meinen Kulturen mehrfach und immer unabhängig von der geschlechtlichen Fortpflanzung auftrat. Zweimal stellte sie sich unmittelbar ein, nachdem ich dem Wasser allzu reichlich Krebse zugesetzt hatte. Diejenigen, die noch im ersten Stadium waren, konnte ich durch häufiges Wechseln des Wassers zur Erholung bringen, und es zeigten sich dabei die großen Tiere bedeutend widerstandsfähiger als die kleinen, jungen. Daraus könnte man auf eine Kohlensäurevergiftung schließen, aber einige Male konnte ich die Ursache der Depression nicht auffinden. Auch bei hungernden Tieren traten ganz ähnliche Erscheinungen auf.

Fast gleichzeitig mit HERTWIGS jüngster Publikation erschien eine Arbeit von EUGEN SCHULTZ (1906), welcher dieselben Rückbildungen an *Hydra fusca* nach längerem Hungern beschreibt und sie als rückschreitende Entwicklung auffaßt.

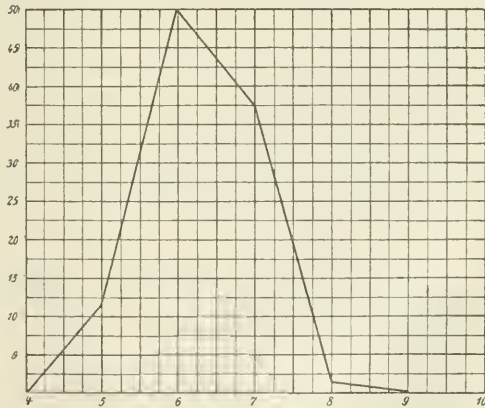
**Variation.**

In den zahlreichen Arbeiten über *Hydra* finden sich auch Angaben über die Tentakelzahl. Bei älteren Autoren wird meistens nur betont, daß sie schwankt und die für die betreffende Species häufigste Zahl angegeben. Dabei finden wir Widersprüche in den Angaben. Jüngere Autoren erwähnen bei Gelegenheit der Frage, wie viele Tentakel regeneriert werden, auch die Zahlen für normale Tiere. So gibt RAND (1899) in seiner Regenerationsarbeit für *H. viridis* 6 = 42 Proz., 7 = 40 Proz., 8 = 12 Proz., 5 und 9 = 5 Proz. (Mw. 6,7) (Kurve 1).



Kurve 1. Rand: Variation der Tentakelzahl von *Hydra viridis*, nach RAND.

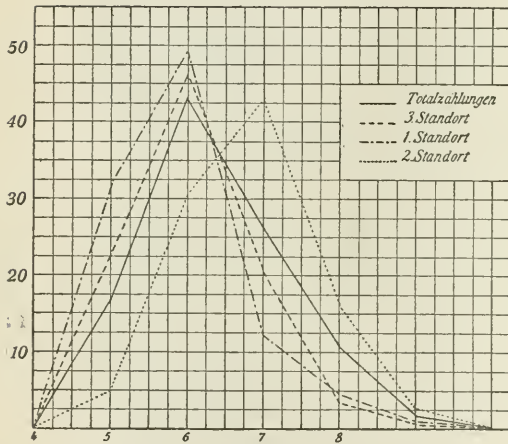
Er zitiert auch Untersuchungen, die HATHAWAY unter der Leitung DAVENPORTS angestellt hat, und die für die Tentakelzahl bei normalen Tieren das Resultat ergeben: 6 = 50 Proz., 7 = 35 Proz., 8 = 3 Proz., 5 = 11,5 Proz. (Kurve 2).



Kurve 2. Variation der Tentakelzahl nach HATHAWAY.

Am eingehendsten hat sich PARKE (1900) mit dieser Frage beschäftigt. Gegenstand seiner Untersuchungen ist hauptsächlich *H. viridis*. Das Material, das er behandelt, ist umfangreicher als das den übrigen Untersuchungen zu Grunde gelegte. Es stammt von 3 verschiedenen Fundorten, die untereinander auffallende Unterschiede in Bezug auf die mittlere Ten-

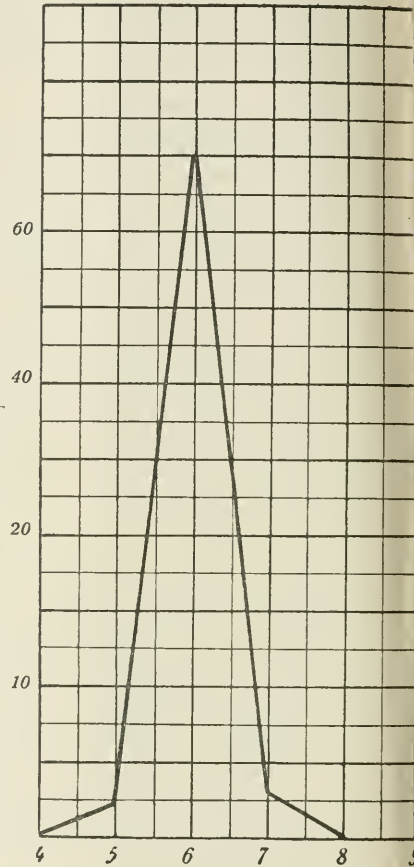
takelzahl zeigen, so daß sich beim 1. der Mittelwert von 5,95, beim 2. 6,79 und beim 3. 6,20 ergibt (Kurve 3). Im 1. Fall ist die Zahl von 62 untersuchten Individuen zu klein, um ein eindeutiges Resultat zu ergeben, im übrigen weist der Unterschied wieder auf die Spaltung in lokale Rassen hin, welche ich schon andeutete. Bei *H. fusca* untersucht er 96 Individuen und findet darunter 4 mit 5, 84 mit 6 und 6 mit 7 Tentakeln, also 6,02 (Kurve 4). Ähnlich HERTWIG, der für *fusca* 6 als Norm angibt, 7 oder 8 als äußerst selten.



Kurve 3.

Kurve 3. PARKE: Variation der Tentakelzahl bei *H. viridis* von 3 verschiedenen Standorten.

Kurve 4. PARKE: Variation der Tentakelzahl an 94 Exemplaren von *H. fusca*.



Kurve 4.

Table I.

Showing the average number of tentacles of *Hydra viridis* in different localities.

No. of tentacles		5	6	7	8	9	10	No. of Hydra	Average No. of tentacles
Percent of whole number of Hydra in each locality	1st	32 $\frac{1}{4}$	48 $\frac{3}{8}$	12,9	4,8	1,6	—	62	5,92
	2nd	4,8	30,6	44,5	16,4	2,9	0,6	310	6,79
	3d	22,8	46,5	20,9	7,4	1,4	0,9	430	6,20



PARKE geht dann darauf ein, daß äußere Einflüsse eine Rolle spielen bei der Bestimmung der Tentakelzahl und beschäftigt sich mit der Frage, wann die Anlage neuer Tentakel abgeschlossen ist. Er kommt zu dem Resultat, daß die Veränderung in der Tentakelzahl keine bestimmte Grenze hat, sondern durch das ganze Leben einer Hydra fort dauert. Daraus zieht er (p. 202) die Schlußfolgerung: The significance of these facts will be appreciated. They show that the number of tentacles in *Hydra* is not a subject for the statistical study of variability and question of heredity, in the ordinary sense. The numbers of tentacles possessed by a given *Hydra* varies in accordance with its age, size and doubtless other factors. The number of tentacles possessed by a bud at the time, that it is constricted off is not usually the same as the number of tentacles that will be possessed by the same individual at a later period“ (PARKE, p. 694).

Es wird meine Aufgabe sein, hier zu zeigen, wie weit sich trotz dieser mit Recht betonten Schwierigkeiten brauchbare Resultate für Variationsstatistik und Vererbungslehre gewinnen lassen.

Zunächst galt es, festzustellen, ob es wirklich kein Stadium gibt, bei dem die Anlage der Tentakel gänzlich aufhört. Soweit meine Beobachtungen reichen, tritt dieser Zustand niemals ein, sondern durch das ganze Leben kann eine Veränderung und zwar im wesentlichen eine Zunahme der Tentakelzahl andauern.

Es läßt sich nicht in Abrede stellen, daß die nie abgeschlossene Entwicklung von Tentakeln eine erhebliche Fehlerquelle bildet. Wir können *Hydra* in diesem Punkt niemals als erwachsen auffassen, und es geht bei variationsstatistischen Untersuchungen, nicht an, daß wir Tiere in verschiedenen Entwicklungsstadien miteinander vergleichen. Nehmen wir aber unendlich viele Individuen, so bekommen wir schließlich den Ausdruck für jedes mögliche Lebensalter, dessen Mittelwert doch einem ganz bestimmten Lebensalter entspricht. Ebenso ist es mit den äußeren Bedingungen. Wenn wir genügend viele Hydren in verschiedenen Jahreszeiten, also unter wechselnden Bedingungen, von demselben Standort nehmen, so bekommen wir schließlich eine durchschnittliche Normalhydra für die lokale Rasse; wenn wir unsere Untersuchungen auf sehr zahlreiche und verschiedene Orte erstrecken, so bekommen wir den Durchschnittstypus für die ganze Species.

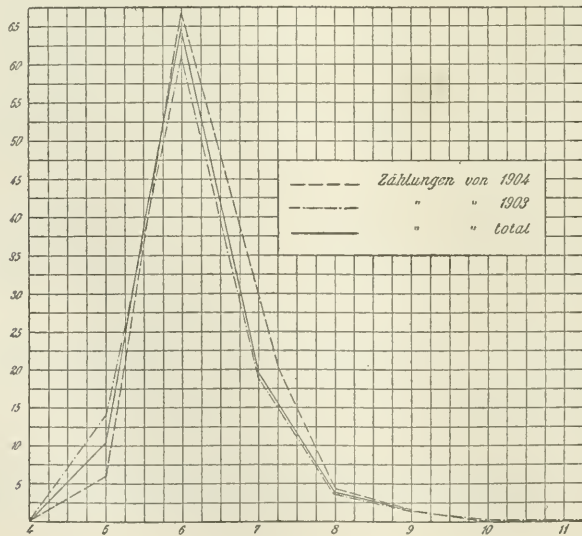
Ich habe mich nun bemüht, indem ich meine Zählungen an *Hydra grisea* auf eine große Anzahl von Individuen erstreckte, diesem idealen Wert so nahe wie möglich zu kommen.

Das Resultat war eine Variationsbreite von 5—10 Tentakel bei 6807 Individuen. Während TREMBLEY als Maximum 5—18, ja 20 Arme beobachtet, NUSSBAUM 5—18 Arme angibt, fand ich nur in einem einzigen Fall im Freien ein Individuum mit 11 Tentakeln. Diese Differenz erklärt sich daraus, daß bei meinen Zählungen nur frisch (höchstens vor 3 Tagen) aus dem See bezogenes Material berücksichtigt wurde, während die genannten Autoren Zimmerkulturen beobachtet haben. Die Untersuchungen verteilen sich auf die Jahre 1904 und 1905, sie fanden immer im Herbst, der günstigsten Jahreszeit in Bezug auf Reichlichkeit des Materials, statt.

Es entfallen davon auf 5 Tentakel: 103 ‰, 6 Tentakel 644 ‰, 7 Tentakel 197 ‰, 8 Tentakel 49 ‰, 9 Tentakel 15 ‰, 10 Tentakel 1 ‰.

Tabelle über die Variation der Tentakelzahl bei *Hydra grisea*.

Tentakelzahl		5	6	7	8	9	10	11	Anzahl der Individuen	Mittelwert
3./11 bis 18./12. 1904	Zahl								3561	6,266
	der Ind. ‰	249 70	2381 668	722 203	153 43	54 15	2			
26./9. bis 12./12. 1905	Zahl								3246	6,176
	der Ind. ‰	451 139	2006 618	617 190	117 36	47 14	7 2	1		
1904 + 1905	Zahl								6807	6,224
	der Ind. ‰	700 103	4387 644	1339 197	270 39	101 15	9 1	1		



Kurve 5.

Der Mittelwert ergibt 6,224. Graphisch dargestellt, erhalten wir ein Variationspolygon, dessen Gipfel stark nach links verschoben ist (Kurve 5).

Nach BATESONS (1894) Befunden an Echinodermen ist es für Radiartiere keine ungewöhnliche Erscheinung, daß sie stärker nach der Plusseite variieren als nach der Minusseite. Auch die verschiedenen Angaben über *Aurelia aurita*, besonders die von BROWNE (1895) und BALLOWITZ (1899), zeigen, daß bei diesen Cölenteraten die Verhältnisse sehr ähnlich liegen.

Vergleichen wir die verschiedenen Kurven miteinander, so sehen wir, daß sie trotz einzelner Abweichungen, die besonders stark nur bei Zählungen von zu wenigen Individuen hervortreten, einen hohen Grad der Aehnlichkeit aufweisen. Wir sind daher zu der Behauptung berechtigt, daß die Variation der Tentakelzahl bei *Hydra*, nicht nur innerhalb einer Species, sondern innerhalb der ganzen Gattung von denselben Gesetzen beherrscht wird.

### Einfluß äußerer Bedingungen.

Wir haben nun gesehen, in welcher Weise die Tentakelzahl variiert, und wenden uns jetzt der Frage zu: von welchen Faktoren wird sie beeinflusst?

Jedem, der *Hydra* züchtet, wird es auffallen, daß nach einiger Zeit die Zahl der Tentakel zunimmt, und daß man einzelne Tiere mit weit höherer Tentakelzahl findet als die im Freien beobachteten. Schon TREMBLEY hat das bemerkt, er erwähnt, daß man bei *Hydra grisea* 18—20 Tentakel findet, aber nur bei solchen Exemplaren, die lange in Gefangenschaft gehalten waren.

MARSHALL (1882), der diese Beobachtung bestätigt, fügt hinzu, es erfolge eine besonders starke Vermehrung von Tentakeln, wenn er sie auf „schmale Kost“ setzte, daran knüpft er die Vermutung, es handle sich dabei um eine Anpassungserscheinung. Wenn die Nahrung spärlicher wird, so sind um so mehr Fangarme nötig, um bei der starken Konkurrenz etwas zu fangen, ist etwa sein Gedankengang. Wie es kommt, daß sie sich auch einstellen, wenn sie nötig sind, und ob sie auch eintreten, wenn gar kein Futter vorhanden ist, sie also überflüssig geworden sind, gibt er nicht an. Da er seine Beobachtungen nicht zahlenmäßig belegt, so müssen wir ihnen kein allzu großes Gewicht beilegen. Dabei ist

außerdem als selbstverständlich vorausgesetzt, daß eine größere Zahl von Tentakeln einen Vorteil für das betreffende Tier vorstellt. In der Tat ist die Zahl der Organe der Nahrungsaufnahme ein Merkmal von typischem Selektionswert im Sinne der älteren Darwinisten. Natürlich sind die Tentakel höchst wichtige Organe, und ein Tier, welchem sie ganz fehlen, würde bald vernichtet sein. Daß aber ein geringes Mehr von Tentakeln einen wirklichen Vorteil im Kampf ums Dasein bildet, läßt sich nicht von vornherein mit Sicherheit behaupten.

Der Begriff der Zuchtwahl hat mit der Zeit und ganz allmählich eine Umwandlung erfahren. Man legt heute nicht mehr das Hauptgewicht auf das „Ueberleben des Passendsten“, was man ursprünglich darunter verstand, sondern auf das Ueberleben der kräftigsten und vor allem fruchtbarsten Rasse. Die Auffassung gipfelt in dem Ausspruch von DE VRIES: Selektion ist die Auswahl der Bestgenährten.

Bei Hydra ließe es sich unschwer nachweisen, daß Fruchtbarkeit bei ungeschlechtlicher Fortpflanzung direkt abhängig ist von der Ernährung. Es fragt sich nun nur noch, ob die Zahl der Tentakel für die Ernährung wirklich von solcher Bedeutung ist. Ich habe darüber eine Versuchsreihe angestellt, deren Resultate ich hier in einer Tabelle angebe.

Tabelle über die Fruchtbarkeit von Hydren mit verschiedener Tentakelzahl.

Mütter		Nachkommen		Mittlere tägliche Produktion von Jungen pro Mutter
Tentakelzahl	Anzahl	Anzahl	mittlere Zahl der Tage	
6	37	999	93	0,287
7	45	1215	94	0,290
8	35	882	93	0,272
9	16	368	82	0,280
10	18	324	55	0,327

Es hat sich gezeigt, daß die Zahl der Tentakel ganz belanglos ist für die Anzahl der Nachkommen. Diese bleibt sich für alle Gruppen ungefähr gleich, sie beträgt pro Mutter etwa 0,3 täglich, d. h. mit anderen Worten, etwa jeden 3. Tag wird eine Knospe erzeugt. Es sind dabei die Jungen im Momente der Isolierung gezählt. Allerdings sind die Bedingungen in meinen Gläsern günstiger als im Freien, und man könnte einwenden, daß sich der Einfluß der Selektion erst bei Nahrungsmangel geltend macht. Immerhin müßte sich er schon, wenn auch in geringem



Maße, erkennen lassen, denn es gab auch in meinen Gläsern Zeiten, besonders vor der jedesmaligen Fütterung, wo kein Ueberfluß an Nahrung herrschte. Wir sehen also, daß dieser teleologischen Auffassung die Grundlage ganz fehlt, und müssen uns nach einem anderen Prinzip umsehen, das die Tentakelzahl bestimmt.

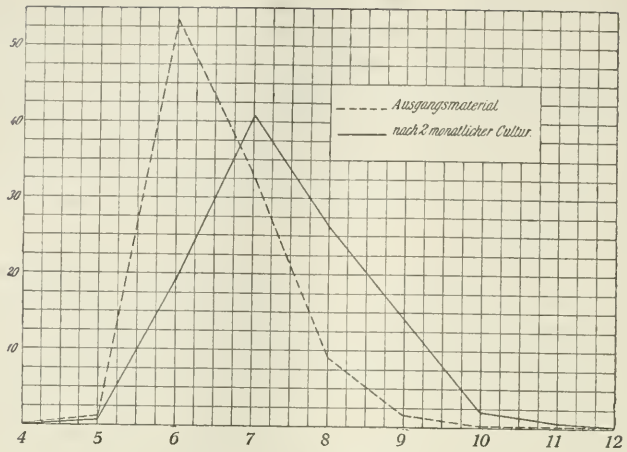
Dabei liegt nahe, daß im Gegenteil auch hier die Erfahrungstatsache Gültigkeit hat. Reichliche Ernährung ist der mächtigste Hebel der Variation.

PARKE (1900) gibt an, daß unter günstigen Bedingungen nach Loslösung vom Muttertier eine Vermehrung der Anlage der Tentakel erfolgt, unter ungünstigen dagegen eine Reduktion. Er beschreibt 4 Fälle, die er beobachtet hat, in welchen bei *Hydra viridis* eine Resorption von Tentakeln stattgefunden hat. HERTWIG dagegen bemerkt in seiner schon öfter zitierten Arbeit, Variationen in der Temperatur oder in der Intensität der Fütterung haben auf die Tentakelzahl keinen Einfluß.

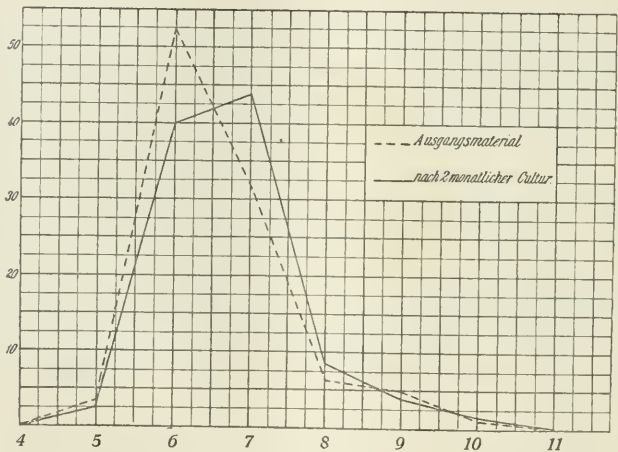
Um dies zu ermitteln, stellte ich zunächst einige Massenversuche an. Massenversuche haben aber den großen Nachteil, daß es bei *Hydra* unmöglich ist, die Muttertiere von den neuentstandenen Individuen zu unterscheiden. Die Muttertiere müssen somit immer wieder mitgezählt werden, und da man immer zahlreiche Stammtiere nehmen muß, um nicht nur einseitig die Vertreter weniger Familien zu berücksichtigen, so wird der Fehler ein erheblicher. Außerdem sind die Bedingungen in solchen Massenkulturen auch bei der größten Sorgfalt wegen der Pilzschädlinge und vielleicht noch aus anderen unbekanntten Gründen niemals sehr günstige, wie sich schon aus der verhältnismäßig geringen Fruchtbarkeit erkennen läßt. Ich teile deshalb die Resultate dieser Versuche nur kurz hier mit.

Prozentuarische Tabelle über den Einfluß der Zimmerkultur auf *Hydra grisea*.

Tentakelzahl	5	6	7	8	9	10	11	Anzahl der Individuen	Mittelwert
Ausgangsmaterial aus dem See	1,3	53,3	33,9	9,3	1,7	0,2	0,2	403	6,563
Nach 2-monatlicher Kultur in Zimmerwärme + 15—20° C	7	19,2	40,9	26,4	9,7	2,1	0,7	952	7,345
Ausgangsmaterial aus dem See	3,6	52,4	32,0	6,3	4,8	1,0	—	372	6,681
Nach 2-monatlicher Kultur in Kälte (+ 3—6° C)	2,5	39,9	43,9	8,4	3,9	1,4	—	588	6,756



Kurve 6. Wärmekultur.



Kurve 7. Kältekultur.

Was aus der Tabelle klar hervorgeht, ist eine zahlenmäßige Bestätigung der Annahme, daß die Zahl der Tentakel in der Gefangenschaft zunimmt. Daß die Vermehrung an Individuen verhältnismäßig gering ist, ist auch auf Rechnung dessen zu schreiben, daß beim Wechseln des Wassers und vor allem der bei so großen Zuchten unentbehrlichen Pflanzen viel verloren geht. Die elterlichen Individuen sind natürlich mitgezählt, der große Zuwachs an Tentakeln ist aber nicht etwa nur den jungen, in der Gefangen-

schaft aufgewachsenen Individuen zuzuschreiben, sondern liegt ebenso in einer direkten Tentakelvermehrung der Alten.

Auffallend ist der große Unterschied zwischen der Tentakelzahl derjenigen, die bei Zimmerwärme, und derjenigen, die bei ziemlich niedriger Temperatur gehalten wurden. Es scheint danach, daß die Wärme einen wesentlichen Anteil an der Erhöhung der Tentakelzahl hat. Man müßte aber, ehe man das verallgemeinert, noch Kontrollversuche machen. Meine Kulturen befanden sich in einem Raum, in dem die Temperatur schwankte und besonders des Nachts manchmal fiel. Immerhin hätte es sich vielleicht gelohnt, mehr Versuche in diesem Sinne anzustellen, aber ich wollte alles, was mir an Raum, Zeit und Futter zur Verfügung stand, für das eigentliche Problem verwenden.

Bei der beschränkten Gültigkeit der Massenzuchten war ich somit auf Einzelversuche angewiesen. Es liegt auf der Hand, daß sie in der Zahl beschränkt sein müssen, doch glaube ich, daß ihre Genauigkeit ersetzt, was ihnen an Umfang fehlt. Ich zählte die Tentakel von Tieren, von denen ich jedes isoliert hielt und beobachtete. Sie wurden mit kleinen Krebsen reichlich, aber nicht übermäßig gefüttert. Die Anlage von Tentakeln ist, wie schon erwähnt, mit dem Loslösen der Knospe durchaus nicht abgeschlossen.

Es wurden nun in den Kulturen mit Futter bei 62 Individuen in einer Zeit von 30 Tagen 45 Tentakel neu angelegt. Dagegen fand bei 2 Individuen eine Reduktion von 2 Tentakeln statt, so daß im ganzen die Tentakelzahl sich um durchschnittlich 0,69 pro *Hydra* vermehrte, was pro Tag eine Vermehrung von 0,023 ausmacht.

Veränderung der Tentakelzahl von *Hydra grisea* aus dem See während einer Zimmerkultur von 30 Tagen.

	Zunahme		Abnahme		Stillstand In- dividuen	Ganze Anzahl der In- dividuen	Mittlere Zunahme pro In- dividuum
	Tentakel	Indivi- duen	Tentakel	Indivi- duen			
bei Futter	45	29	2	2	31	62	0,69
ohne Futter	19	14	8	6	47	67	0,16

Tiere, welche ohne Futter im reinem Leitungswasser, welches jede Woche gewechselt wurde, gehalten wurden, konnten nicht so lange Zeit beobachtet werden, da sie sonst verhungert wären. Immerhin konnte ich sie 30 Tage behalten, wobei ein geringer

Prozentsatz am Leben blieb. Die übrigen starben unter den Erscheinungen, welche ich schon beschrieben habe, und welche HERTWIG als Depression auffaßt. Es ergab sich nun die mir selbst überraschende Tatsache, daß bei absolutem Nahrungsmangel die Anlage neuer Tentakel nicht aufhört, sondern eine starke Vermehrung stattfindet. Unter 67 Individuen vermehrten 15 ihre Tentakelzahl um 1,6 Tentakel pro Individuum, d. h. im ganzen um 21 Tentakel.

Demgegenüber steht eine Reduktion bei 5 Individuen um je 1,4 Tentakel, also um 7 Tentakel. Die übrigen veränderten sich nicht. Die Vermehrung beträgt also im ganzen durchschnittlich 0,16 für 30 Tage oder 0,053 pro Tag. Dabei, sowie auch in den Versuchen mit Futter finden wir natürlich, daß diejenigen mit der niedrigsten Tentakelzahl die stärkste Zunahme aufweisen.

Mittlere Zunahme der Tentakelzahl von *Hydra grisea* je nach Gruppen mit der gleichen Anfangszahl von Tentakeln während 3-monatlicher Futterkultur.

Anfangszahl der Tentakel	6		7		8		9		10	
Mittlere Zunahme	Tentakel	Individuen	Tentakel	Individuen	Tentakel	Individuen	Tentakel	Individuen	Tentakel	Individuen
	0,61	52	0,44	45	0,10	32	0,05	23	0	4

Eine Reduktion von Tentakeln ist, wie wir sehen, eine verhältnismäßig seltene Erscheinung. Wo sie dennoch eintritt, handelt es sich meistens darum, daß ein tief gespaltener Tentakel vorhanden war, der zu einem Irrtum in der Zählung geführt hat und dessen einer Teil später resorbiert wurde. Daß bei solchen gespaltenen Tentakeln späterhin eine Regulation des einen Teiles eintritt, ebenso wie dislozierte Tentakel später wieder resorbiert werden, haben RAND und andere öfter erwähnt. Auch PARKE hat sie beschrieben. Dagegen scheint die Resorption eines normalen Tentakels, von der PARKE spricht, eine äußerst seltene Erscheinung zu sein, ich hatte sie wenigstens niemals direkt beobachtet. Die ungünstigen Bedingungen, denen er seine *Hydra viridis* aussetzt, bestehen darin, daß er die Pflanzen (*Elodea*), die sich in dem Gefäß befinden, verfaulen läßt. Man kann jederzeit beobachten, daß, wenn das Wasser, in dem sich *Hydra* befindet, verdirbt, der Tod eintritt, indem der ganze Körper langsam zerfließt. Die Tentakel, welche der Zersetzung die relativ größte Oberfläche



bieten, machen nun den Anfang bei diesem Prozeß, und es stimmt auch durchaus mit meinen Erfahrungen überein, wenn PARKE angibt, daß nach dem Wechseln von Wasser und Zusatz frischer Pflanzen sich die Tiere wieder erholt hätten, bei fortschreitender Verderbnis des Wassers dagegen der Tod eingetreten sei.

### Korrelation von Größe und Tentakelzahl.

Mit dem Einfluß der Ernährung hängt innig zusammen das Verhältnis zwischen Größe und Tentakelzahl. Miss PEEBLES (1897) mißt die Breite des Hypostoms und findet sie proportional der Tentakelzahl. Sie schließt daraus, daß auch die Größe des Körpers der Tentakelzahl proportional ist. Dieser Schluß scheint ein wenig übereilt. Da die Tentakel bekanntlich direkt vom Hypostom ihren Ausgang nehmen und die Zwischenräume zwischen ihnen so klein sind, daß sie kaum stark in der Größe variieren können, liegt es auf der Hand, daß die Breite des Hypostoms der Anzahl der Tentakel entspricht. Dagegen ist die Annahme a priori nicht bewiesen, daß die Größe des Hypostoms der Gesamtgröße des Tieres entspricht.

Nun ist die Größe, wie ich später noch im einzelnen zeigen werde, ein Produkt der Ernährung. Da ich zu dem Resultat gelangt bin, daß die Zunahme der Tentakel auch bei Hunger nicht aufhört, konnte ich meine Befunde nicht mit denen von PARKE in Einklang bringen. Hätte ich die Tiere, die gehungert haben, mit gut genährten gemischt gefunden, so würde ich mich gewiß vergeblich bemühen, eine Korrelation zwischen Größe und Tentakelzahl nachzuweisen. Ich unternahm also Kontrollmessungen, welche mir jedoch PARKES Befunde nur bestätigten. Ich fand dabei auf nachfolgender Tabelle verzeichnete Zahlen.

Verhältnis der Tentakelzahl von *Hydra grisea* zu ihrer relativen Länge.  
(Alle Längen sind in Millimeter angegeben.)

Tentakelzahl	5	6	7	8	9	10
Vor der Hungerperiode:						
Anzahl der Hydren	44	38	46	27	5	1
Mittlere Länge bei einem Durchmesser von 0,3 mm	2,43	3,73	4,61	6,53	9,41	4,18
Nach 30-tägigem Hungern:						
Anzahl der Hydren	16	17	14	15	3	—
Mittlere relative Länge	0,66	1,31	2,26	2,51	2,43	—

Relative Länge bedeutet nach PARKES Beispiel hier die Länge, welche alle Tiere in möglichst ausgestrecktem Zustand bei einem angenommenen, konstanten Durchmesser, als den ich den häufigen Fall von 0,3 mm annahm, besitzen würden. Natürlich sind diese Messungen keineswegs genau, denn Hydra ist nicht massiv, sondern ein Hohlzylinder mit einem veränderlichen Lumen, dessen Wänden Dehnungsfähigkeit besitzen. Meine wiederholten Messungen zu verschiedenen Zeiten an demselben Objekt haben mich überzeugt, daß der Fehler klein genug ist, um ihn zu vernachlässigen, und daß wir trotzdem im ganzen zu richtigen Resultaten kommen.

Dabei bleibt aber die Tatsache bestehen, daß in den Hungerkulturen die Zahl der Tentakel im Durchschnitt eine Zunahme erfuhr, während die Größe sichtlich ungemein abnahm.

Um das genauer festzustellen, unternahm ich auch am Ende der Hungerperiode Messungen und fand, daß der Mittelwert der Länge der am Leben gebliebenen Tiere gegenüber 4,27 nur noch 1,68 mm betrug, das macht ein Verhältnis von 1:0,39. Trotz der Verminderung des Materials war also die Differenzierung des Körpers weiter fortgeschritten. Dabei trat die Reduktion nicht gleichmäßig ein, sondern sie schwankte stark. Im kleinsten Falle betrug sie 1:0,83, im größten 1:0,061. Wir würden uns vergeblich bemühen, die Ursachen dieser individuellen Unterschiede aufzusuchen. Trotz dieser Unterschiede in der Größenabnahme konnte ich aber feststellen, daß sich an den Verhältniszahlen im wesentlichen nichts geändert hatte. Nach wie vor war die Tentakelzahl proportional der Körperlänge.

In der Tentakelzahl der einzelnen Hydren ist eine ziemliche Veränderung eingetreten; da sie aber trotzdem noch der Körperlänge entspricht, so muß die Abnahme der Tentakelzahl mit einer verhältnismäßig größeren Abnahme des Volumens Hand in Hand gegangen sein als ein Stillstand oder gar eine Zunahme. In der Tat verhält sich das so, trotzdem die nächstliegende Voraussetzung wäre, daß bei Anlage der Tentakel ein Verbrauch von Material, also eine Verminderung der relativen Länge stattfindet. Teilen wir alle hungernden Tiere in 3 Gruppen, 1) solche, bei denen eine Zunahme von Tentakeln stattfindet, 2) solche, bei denen keine Veränderung der Tentakelzahl eintritt, 3) solche, bei denen die Tentakel eine Verminderung erleiden, so sehen wir, daß sich bei Gruppe 1 die Körperlänge verkürzt hat von 1 auf 0,45, bei Gruppe 2 von 1 auf 0,34, bei Gruppe 3 von 1 auf 0,22. Wir können das dahin formulieren: die Abnahme der Tentakelzahl ist

direkt proportional der Reduktion der Körperlänge, die Zunahme ist ihr umgekehrt proportional.

Im ganzen sehen wir, daß der Satz, den PARKE aufgestellt (p. 696): „The size of the hydra is in general directly proportional to the number of tentacles“ auf Wahrheit beruht, aber dahin modifiziert werden müßte: „Innerhalb einer Gruppe von Hydren, welche unter gleichen Existenzbedingungen leben, ist die Größe proportional der Tentakelzahl.“

### **Einfluß der äußeren Bedingungen auf die Geschlechtsreife.**

Ich möchte diesen Abschnitt nicht schließen, ohne auf meine Erfahrungen über den Einfluß der äußeren Bedingungen auf die Geschlechtsreife einzugehen. Als ich meine Arbeit begann, hoffte ich, auch etwas Näheres über diese vielumstrittene Frage zu erfahren. Das ist gerade das Anziehende an solch langwierigen Züchtungsversuchen, daß sie häufig Aufschluß geben über biologische Probleme, die auf andere Weise nicht zu lösen sind, und die sich „nebenbei“ als Resultate einstellen. LANGS Vorversuche sind hierfür ein hübsches Beispiel, aber ich will wenigstens meine negativen Resultate mitteilen.

Seit NUSSBAUMS berühmten Versuchen ist man vielfach der Ansicht, daß Hunger genügt, um gleich Geschlechtsreife hervorzurufen. In allerjüngster Zeit vertritt auch EUGEN SCHULTZ wieder diese Ansicht. Ich kann darauf nur erwidern, daß ich in meinen Kulturen bei vollständiger Abwesenheit von Nahrung auch niemals eine einzige geschlechtsreife Hydra fand. Dagegen traten zu gewissen Zeiten in meinen Futterkulturen geschlechtsreife Individuen epidemisch auf. Dieselbe Beobachtung hat auch HERTWIG bei *H. fusca* gemacht, der diese Erscheinung auf eine andere Ursache zurückführt, nämlich auf die Herabsetzung der Temperatur. Er gibt an, daß er sie jederzeit dadurch experimentell herbeiführen kann, und zwar sind es dann ausschließlich männliche Tiere, die sich bilden. Es scheint aber, daß sich diese Erfahrung auch nicht verallgemeinern läßt. Nicht nur konnte ich in meinen schon erwähnten Versuchen bei Kälte niemals ein einziges geschlechtsreifes Tier beobachten, ich fand auch im Juli während des heißesten Wetters außer zahlreichen mit Eiern oder Follikeln versehenen *H. grisea* geschlechtsreife *H. fusca*. Was die einseitige Hoden-

ausbildung in seinen Versuchen anbelangt, so will ich hier noch eine Erfahrung anschließen.

Während ich nämlich im Sommer 1905 verschiedene Geschlechtsprodukte bei *Hydra grisea* bekam, welche derselben Linie angehörten, so beobachtete ich im Winter 1905/6, daß sich die männlichen Geschlechtsprodukte ausschließlich auf die Descendenten (direkt oder indirekt) von 2 Tieren verteilten, die weiblichen dagegen auf die zwei anderen Linien. Bei der ziemlich großen Anzahl geschlechtsreifer Tiere, es traten 27 ♂ und 29 ♀ auf, besteht die Möglichkeit, daß es neben zwitterigen Linien (wohl zu unterscheiden von zwitterigen Individuen) auch rein männliche oder weibliche gibt. Diese Vermutung bedarf natürlich noch einer Bestätigung, aber sollte sie diese finden, so ließe sich die Tatsache, daß HERTWIG nur rein männliche Individuen fand, wohl damit erklären. Sein Material stammt von 6 Individuen. Ueber die Herkunft dieser Stammtiere gibt er nichts Näheres an, aber es ist anzunehmen, daß sie von einer und derselben Stelle stammen. Sie könnten nun sehr wohl, wenigstens zum Teil untereinander verwandt sein und vielleicht zufällig Angehörige von einer oder auch zwei rein männlichen Linien sein. Diese Trennung der Linien in verschiedene Geschlechter wäre ein gutes Mittel, um Befruchtung unter den Angehörigen einer Linie unwahrscheinlich zu machen. Gerade bei Tieren, bei denen viele ungeschlechtliche Generationen mit einer geschlechtlichen alternieren, ist es ja nötig, wie wir das bei den Protozoen sehen können, daß keine Verbindung zwischen zu nahen Verwandten stattfindet, wenn die Befruchtung ihren Zweck einer Auffrischung erfüllen soll. Versuche in dieser Richtung wären gewiß von hohem Interesse.

### Vererbung.

Ueber die Vererbung der Tentakelzahl ist der Literatur wenig Positives zu entnehmen. Hie und da taucht bei einem Autor die Frage danach auf, sie wird dann mit der in solchen Dingen üblichen Leichtigkeit entschieden. Es geschieht dies gewöhnlich in der Weise, daß man bei einigen Exemplaren die Anzahl der Tentakel des Muttertieres mit der der Knospen vergleicht und die daraus gewonnenen Resultate verallgemeinert.

HAAKE erwähnt z. B.: Man findet sehr oft ausgewachsene Exemplare dieser Art (*H. Roeseli*, wahrscheinlich *Syn. fusca*) mit



nur 4 Tentakeln, und was das Merkwürdigste ist, diese Vierzahl ist in den meisten Fällen erblich.“ Die eingehendsten Beobachtungen hierüber verdanken wir wieder PARKE. Von *Hydra viridis*, die ihm hauptsächlich als Material diente, sagt er nichts über die Vererbung der Tentakelzahl, es ließen sich aber indirekt Schlüsse aus seinen Angaben ziehen. Er stellt den Satz auf: die Größe der Knospe zur Zeit ihrer Ablösung ist proportional der Größe des Muttertieres. Das ist nicht überraschend, wenn man bedenkt, daß die Größe eine Funktion der Ernährung ist, Knospe und Muttertier aber einen kommunizierenden Magen haben, somit gewiß unter denselben Ernährungsbedingungen leben. Nimmt man aber die beiden anderen Sätze hinzu: 1) die Tentakelzahl der Knospe ist proportional ihrer Größe und der Größe des Muttertieres; 2) die Größe des Muttertieres ist proportional ihrer Tentakelzahl, so gelangt man zu dem Resultat, daß, wenn also die Größe der Knospe proportional ist der Größe des Muttertieres, so muß die Tentakelzahl der Knospe proportional sein der Tentakelzahl des Muttertieres. Das geht aber durchaus nicht aus den Tabellen, die er dazu gibt, hervor. Wenn wir die Tiere mit 4 und 9 Tentakeln, die nur je in der Einzahl vorhanden sind, vernachlässigen, so finden wir für die einzelnen Gruppen folgende Zahlen:

Vererbung der Tentakelzahl von *Hydra grisea* nach PARKE.

Mütter		Nachkommen		Erbzahl
Tentakelzahl	Anzahl	Mittlere Tentakelzahl	Anzahl	Proz.
5	24	5,12	24	61
6	39	4,59	39	10
7	14	5,58	14	0
8	5	5,40	5	0

Die Tabelle ist zum Teil nach PARKE, ich habe dabei weggelassen, was uns hier nicht interessiert, dagegen die Erbzahlen hinzugefügt.

Unter Erbzahl ist in dieser Tabelle der prozentuarische Gehalt an Nachkommen gemeint, welcher dieselbe Anzahl an Tentakeln hat wie die Mutter. Man ersieht leicht aus dieser Tabelle, daß von einer Vererbung, überhaupt von einer Gesetzmäßigkeit darin nichts zu finden ist.

Klarer ist das Resultat, das er bei *Hydra fusca* bekommt. Ich lasse hier seine Tabelle folgen, da ich jeweilen den Mittelwert der betreffenden Gruppe beigefügt habe.

94 Parent Hydra		148 Buds		Mittlere Tentakelzahl der Nachkommen
No. of Tentacles	No. of Hydra	No. of Tentacles	No. of Buds	
5	4	{ 2 4	5} 6}	5,67
6	84	{ 7 128	5} 6}	
7	6	7	6	6,00

Er schließt aus diesen Zahlen: „The number of tentacles of the buds of the sixtentacled Hydra is the same as that of the parent.“ Bei einer näheren Prüfung liegen die Verhältnisse so, daß die 6-tentakligen Hydren, welche sich dem Mittelwert von 6,02 am meisten nähern, in ihrer Nachkommenschaft am meisten konstant sind, während die Nachkommen der beiden anderen Gruppen auch in demselben Sinne vom Mittel abweichen, wie die Mütter, aber in schwächerem Maße. Sie zeigen also neben der deutlichen Erblichkeit die Erscheinung, welche man als Regression bezeichnet.

Aus den früheren Abschnitten geht hervor, daß man die Tentakelzahl einer Hydra nicht sofort nach dem Ablösen vom Muttertier beurteilen darf.

Es wäre aber praktisch unmöglich, jede Hydra bis zu ihrer völlig abgeschlossenen Entwicklung isoliert zu halten und erst dann zu beurteilen, welche Tentakelzahl ihr zukommt. Man ist also gezwungen, einen früheren Zeitpunkt zu wählen. Dabei kommt zunächst in Betracht der Moment nach der Loslösung von der Knospe. Allein die Knospen lösen sich in verschiedenen Stadien ihrer Entwicklung los, einzelne tragen selbst schon wieder Knospen, während andere, besonders bei momentan eintretendem Nahrungsmangel, in einem viel früheren Stadium selbständig werden. Außerdem wird es auch zweckmäßiger sein, den Zeitpunkt der Beurteilung demjenigen der definitiven Entwicklung so sehr zu nähern wie irgend möglich, und dadurch den unvermeidlichen Fehler möglichst zu verringern. Dabei stoßen wir auf eine natürliche Grenze, an die wir uns aus praktischen Ursachen halten müssen. In dem Moment, wo ein junges Tier seinerseits schon eine wohlgesonderte Knospe trägt, sind wir gezwungen, es zu isolieren, um eine Verwechslung der Nachkommenschaft zu vermeiden. Damit ist uns auch ein sicheres, objektives Kriterium für den Zeitpunkt der Beurteilung gegeben. Es soll hierdurch gar

nicht gesagt werden, daß mit der Anlage von tentakeltragenden Knospen die Entwicklung der Tentakel des Muttertieres einen Abschluß gefunden hat, wie man wohl auch meinen könnte. Gewiß ist auch dieser Moment nur willkürlich gewählt und die Grenze, die wir ziehen, eine künstliche. Aber bei der innigen Korrelation jeder Entwicklung ist anzunehmen, daß bei konstanten Bedingungen die Tentakel- mit der Knospenanlage gleichen Schritt hält, und daß wir somit gleichwertige, gleichaltrige Individuen miteinander vergleichen.

Die Berechtigung, ein frühes Stadium als das vollentwickelte anzunehmen, muß erst erwiesen werden. Entspricht wirklich die Tentakelzahl eines jungen Tieres derjenigen des erwachsenen Tieres? Wäre es nicht möglich, daß nur im Tempo der Tentakelentwicklung Unterschiede existieren, und daß die spätere Vermehrung der Tentakel dem zuzuschreiben ist, daß die Tiere, welche in der Entwicklung zurückgeblieben sind, die übrigen einholen und ihre Tentakelzahl auf die Norm komplettieren? In gewissem Maße trifft dies auch zu. Auf der folgenden Tabelle ist die Vermehrung der Tentakel dargestellt, welche die einzelnen Gruppen von Tieren je nach ihrer ursprünglichen Tentakelzahl innerhalb 3 Monate erfahren.

Vermehrung der Tentakel von *Hydra* je nach Gruppen mit verschiedener Ausgangszahl durch 3 Monate.

Anfangszahl	6	7	8	9	10
Anzahl der Hydren	58	73	49	24	7
Absolute Zunahme	38	32	5	1	0
Mittlere Zunahme pro Individuum	0,61	0,44	0,10	0,05	0

Man sieht sofort, daß die Vermehrung für die 6-tentakligen viel größer ist als für die 7-tentakligen (0,61:0,44), daß die Tiere mit 8 Tentakeln nur noch einen unwesentlichen Zuwachs, die 9-tentakligen einen kleineren und die 10-tentakligen gar keinen mehr aufweisen. Es wäre nun nicht schwer auszurechnen, innerhalb welcher Zeit die 6-tentakligen die 7-tentakligen, diese wieder die 8-tentakligen einholen u. s. f., bis sie alle die Zahl von 10 erreicht haben. Dann könnte natürlich von Vererbung der Tentakelzahl nicht mehr die Rede sein, man könnte höchstens von einer Vererbung der Dauer der Entwicklungszeit sprechen, einem physiologischen Merkmal, das an sich vielleicht

ebenso unter die Gesetze der Vererbung fällt, wie irgend ein morphologisches.

Eine Prüfung meiner Zahlen in anderer Richtung zeigt aber, daß wir es nicht nötig haben, auf Grund dieser Tatsachen auf eine Analyse der Vererbungserscheinung der Tentakelzahl zu verzichten. Die in der vorstehenden Tabelle angeführten Zahlen beziehen sich auf 3 Monate, sie sagen nichts darüber aus, wie sich die Zunahme über diese 3 Monate verteilt. Das kann man aus der folgenden Tabelle ersehen.

Veränderung der Tentakelzahl von *Hydra grisea* vom Zeitpunkt der Bildung der ersten Knospe an während einer 3-monatlichen Futterkultur.

	Zunahme		Abnahme		Stillstand der Individuen	Absolute Zunahme		Mittlere Zunahme pro Individuum
	Tentakel	Individuen	Tentakel	Individuen		Tentakel	Individuen	
Im 1. Monat	33	24	3	3	124	30	151	0,20
Im 2. Monat	28	21	2	2	128	26	151	0,17
Im 3. Monat	12	10	0	0	141	12	151	0,08
Im Verlauf von 3 Monaten	73	49	5	5	97	68	151	0,45

Im 1. Monat ist die Zunahme am größten, im 2. ist sie schon bedeutend kleiner, im 3. ganz unwesentlich, im Mittel 0,20, das bedeutet für ungefähr jede 5. *Hydra* eine Zunahme von einem Tentakel, 0,17 für jede 6. und 0,079 für jede 13. Die Zählungen gehen leider nicht weiter, aber wir können aus dieser fortschreitenden Abnahme schließen, daß mit dem Ablauf des 3. Monats die Anlage neuer Tentakel, vielleicht mit einigen wenigen Ausnahmen, so gut wie abgeschlossen ist, jedenfalls wäre der Fehler dann ein sehr kleiner.

Ich will hier noch hervorheben, daß ich, um einen Versuchsfehler zu vermeiden, indem z. B. schlechtere Bedingungen in den Kulturen die Anlage neuer Tentakel verhindert hätten, diesen Versuch nicht einmal, sondern in 2 aufeinander folgenden Jahren gemacht habe. Die Zahlen der Tabelle beziehen sich also auf 2 Versuchsreihen, die hier vereinigt sind, weil sie ganz gleichlautende Resultate ergaben.

Vergleichen wir also die Zahl, welche wir als Ausgangspunkt für jede Gruppe genommen haben, mit der Zahl, welche sie nach abgeschlossener Entwicklung erreicht hat, so finden wir 6—6,61,



7—7,44, 8—8,10, 9—9,05. Die Tentakelzahl nach abgelaufener Entwicklung ist folglich proportional der Tentakelzahl zur Zeit der ersten Knospenbildung.

Daraus leite ich die Berechtigung ab, von dem Tier, welches eben eine Knospe entwickelt hat, auf das vollkommen ausgebildete zu schließen und es zu Erblichkeitsversuchen zu benutzen.

Die zweite höchst wichtige Fehlerquelle ist der Einfluß der äußeren Bedingungen. Wie wir gesehen haben, ist er ungemein stark, und wir kennen die Natur dieser Bedingungen noch nicht einmal genügend, um sie zu regulieren. Das Mittel, welches wir gebrauchen müssen, ist an sich ebenso einfach wie schwierig zu handhaben. Wir müssen die Bedingungen absolut gleichmäßig gestalten, dann werden die Unterschiede, welche wir zwischen den einzelnen Exemplaren finden, wirklich der Ausdruck ihrer ererbten oder individuellen inneren Veranlagung und nicht das Produkt der Einflüsse ihrer Umgebung sein.

Theoretisch ist eine solche absolute Gleichheit natürlich undenkbar, praktisch kann man ihr ziemlich nahe kommen. Der Zoologe ist in dieser Beziehung entschieden im Vorteil vor dem Botaniker, er wird dadurch zum Teil entschädigt für die größere Mühe, mit der er seine Resultate gewinnt. Bei einer Pflanze, welche an einer Stelle festgewachsen ist, werden die geringfügigsten Unterschiede in Bezug auf Raum, Licht, Sonnenwärme und Düngung eine große Rolle spielen, weil sie durch ihr Leben hindurch anhalten. Bei dem frei beweglichen Tiere liegen die Verhältnisse ganz anders. In unserem Falle konnte das Licht, wenn es überhaupt eine Rolle spielt, und die Wärme für alle Tiere leicht dieselbe sein. Wasser und Nahrung wurden so häufig erneuert, daß, wenn selbst manchmal eine Begünstigung des einen oder anderen Tieres erfolgt ist, sich das im Laufe der Zeit gewiß ausgleichen mußte. Dabei ist es noch ein besonderer Vorzug unserer Objekte, daß sie keine empfindliche Periode durchmachen, im Verlauf derer äußere Einflüsse entscheidend wirken, sondern in Bezug auf das zu berücksichtigende Merkmal eigentlich ihr ganzes Leben hindurch in der empfindlichen Periode stehen.

Nach all diesen einleitenden Bemerkungen wenden wir uns endlich dem Kernpunkt der Frage zu:

Ist die Tentakelzahl bei *Hydra grisea* erblich?

Diese Frage kann man wieder verschieden auffassen, weil das Wort erblich keinen scharf umgrenzten Sinn in sich schließt. Zunächst, und in diesem Sinne haben es frühere Forscher getan, kann man sie so formulieren, daß man fragt: Besitzt eine Hydra immer dieselbe Tentakelzahl wie ihre Mutter in dem betreffenden Entwicklungsstadium? Der Entscheid ist nicht schwer zu führen. Prüft man einige knospentragende Hydren und vergleicht die Anzahl der Tentakel der Knospe mit der der Mutter, so findet man, daß nicht nur viele Knospen weniger Tentakel besitzen als das Muttertier, was man leicht mit ihrem geringeren Alter motivieren könnte, sondern auch viele eine größere Zahl von Tentakeln als die Mutter tragen. Damit ist die Frage bereits gelöst, und wir gelangen zu dem Resultat:

Die Anzahl der Tentakel einer Hydra vererbt sich nicht immer auf ihre Nachkommen.

Nunmehr zerfällt das Problem in mehrere Unterfragen. Eine absolute Erblichkeit war bei Tieren, die eine so hohe fluktuierende Variation zeigen, von vorneherein nicht anzunehmen. Immerhin könnte noch ein großer Prozentsatz die gleiche Tentakelzahl wie ihre Mütter aufweisen. Es könnte auch der Mittelwert der Tentakel der Nachkommenschaft proportional der Tentakelzahl des Muttertieres sein.

Um diese Fragen zu beantworten, habe ich meine Versuche angestellt. Ich habe zu diesem Zweck nicht gleichzeitig, sondern mit größeren Unterbrechungen im Lauf von 2 Jahren 26 Individuen von *Hydra grisea* aus dem Zürichsee kultiviert und ihre Nachkommenschaft zum Teil bis in die 6. Generation geprüft.

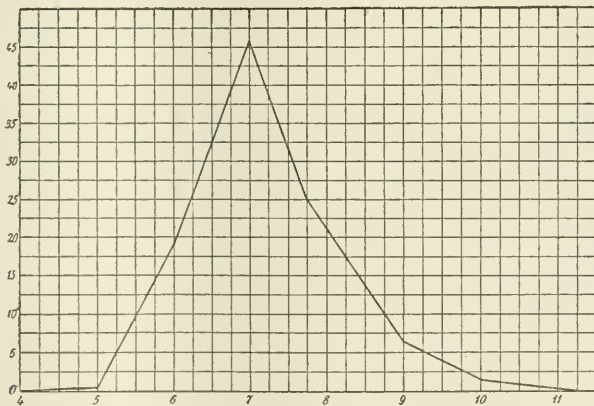
Welches ist das Kriterium für den Erblichkeitswert eines Merkmals? Wir haben kein bestimmtes Maß dafür, sondern können es nur nach seinem Verhalten zur Selektion beurteilen.

Wenn eine Erblichkeit der individuellen Eigenschaften überhaupt vorhanden ist, so müssen sich die Eigenschaften durch einige Generationen hindurch steigern lassen. DE VRIES gibt dem Bd. I, p. 96 klaren Ausdruck. Er sagt: „Die Frage, ob solche Variationen erblich sind, fällt somit zusammen mit derjenigen, ob sie durch Selektion verstärkt werden können. Soweit mir bekannt, liegen noch keine Versuche vor, in denen die Unmöglichkeit der Steigerung irgendwelcher individuellen Variationen nachgewiesen wurde.“

Ein Versuch, in dem die Unmöglichkeit einer solchen Steigerung ein- für allemal bewiesen wird, ist nicht wohl denkbar, allein in- zwischen hat JOHANNSEN an mehreren Beispielen nachgewiesen, daß eine Verstärkung wenigstens nicht stattfinden muß, und daß die scheinbare Steigerung nur auf einer Isolation von Typen beruht.

Wie verhält sich das nun in meinen Kulturen?

Betrachten wir zuerst die 990 Nachkommen der 26 Individuen, welche die Stammtiere der reinen Linien waren, in ihrer Gesamtheit, so haben wir das vor uns, was JOHANNSEN eine Population nennt. [Ich nehme mir hier das Recht, meine Reihen von direkten Nachkommen eines einzigen Individuums als reine Linien zu bezeichnen, obwohl reine Linien in JOHANNSENS Sinne eigentlich etwas anderes bedeutet. Ich lasse hierbei nicht außer acht, daß ich es hier nicht mit wirklichen reinen Linien zu tun habe, aber ich finde keinen anderen Ausdruck für meine Familien, die sich, wie ich später zeigen werde, in gewissem Sinne auch wie reine Linien verhalten.] Sie gruppieren sich ähnlich um ein Mittel, wie das gesamte Material von Individuen, welche untersucht wurden (Kurve 8).



Kurve 8. Variation der Nachkommen von 26 Individuen.

Teilen wir sie nun in Gruppen von je 6-, 7—9-tentakligen Tieren, wobei alle, die eine höhere Tentakelzahl haben, als 9 ihrer Seltenheit halber mit zu den 9-tentakligen gezählt wurden, ebenso die 5-tentakligen mit den Sechsern vereint und prüfen die Nachkommen jeder Gruppe für sich, so erhalten wir die Zahlen:

Tabelle über das Verhältnis der Tentakelzahl von Hydren aus dem See zu dem Mittelwert ihrer Nachkommenschaft.

6			7			8			9		
Anzahl d. Mütter	Nachkommen		Anzahl d. Mütter	Nachkommen		Anzahl d. Mütter	Nachkommen		Anzahl d. Mütter	Nachkommen	
	Mittel- wert	Anzahl		Mittel- wert	Anzahl		Mittel- wert	Anzahl		Mittel- wert	Anzahl
9	6,943	364	9	7,296	310	4	7,344	166	4	7,383	125

Wir können daraus ersehen, daß die Nachkommen der Gruppe von 6 Tentakeln den kleinsten Mittelwert haben, während er bei den Gruppen mit höherer Tentakelzahl langsam, aber stetig steigt. Wir finden also innerhalb der Population eine deutliche Erbllichkeit. Doch diese Erbllichkeit ist durchaus nicht absolut, die Unterschiede in der Nachkommenschaft sind ziemlich klein, der Rückschlag dagegen sehr bedeutend. Wie kommt das? Wir haben gesehen, daß die „Regression“ in JOHANNSENS Kulturen ihre Ursache hat in der mangelhaften Isolierung der einzelnen Gruppen, was wieder auf die Transgression zurückzuführen ist. Von diesem Gesichtspunkt aus ist die Größe der Regression in unserem Falle leicht zu verstehen, denn die transgressive Variabilität ist für die Tentakelzahl der einzelnen Linien von Hydra ungemein groß.

Infolge dieser Transgression gibt uns die Beschaffenheit eines Individuums noch keinen Aufschluß über den Charakter der Linie, der es angehört. So hat, um ein Beispiel willkürlich herauszugreifen, das Stammtier der Linie 23 mit Tentakelzahl 5 einen in der 1. Generation höheren Mittelwert der Nachkommenschaft (7,22), als Stammtier der Linie 6 mit der Tentakelzahl 9 (7,11). Nur ein gewisser, aber geringer Grad der Wahrscheinlichkeit spricht dafür, daß ein Tier mit niedriger Tentakelzahl auch einer Linie mit niedrigerem Mittelwert angehört, es könnte auch die Minusvariante einer Linie mit hoher Tentakelzahl sein. Um ein Tier zu beurteilen, müssen wir seine Nachkommenschaft kennen. Dies ist dadurch ermöglicht worden, daß jedes Individuum für sich gehalten und seine Nachkommenschaft geprüft wurde. Die Nachkommen jedes einzelnen Tieres lassen sich wieder um ein Mittel gruppieren. Ich gebe hier das Variationspolygon von 3 wieder zufällig gewählten Linien.













Vererbung bei ungeschlechtl. Fortpflanzung von Hydra grisea. 357

Linie 12.

6 = 20 Proz.  
7 = 63 „  
8 = 15 „  
9 = 2 „

Stammtier: Tentakel 6, Descendenten 46, Mw. Tentakel 7,00.

Generation	Mutter Tent.	Nachkommen							Mutter Tent.	Nachkommen							Mutter Tent.	Nachkommen						
		Mw. Tent.	Anzahl der Nachkommen	Proz. Tent.				Mw. Tent.		Anzahl der Nachkommen	Proz. Tent.				Mw. Tent.	Anzahl der Nachkommen		Proz. Tent.						
				6	7	8	9				6	7	8	9				6	7	8	9			
I	6	6,95	40	25*	50	23	2	7	6,95	85	27	56	10	7	8	6,98	66	29*	43	21	4			
II	6	7,00	42	20	60	20	—	7	7,02	51	27	51	16	6*	8	7,32	17	24	35	35	6			
III	6	6,93	26	26	57	12	4	7	7,09	31	29	46	19	6*										
IV								7	7,05	28	26	52	15	7										
V								7	7,13	20	25*	25	40	5										
VI								7	7,09	25	19	52	29	—										
VII								7	6,93	21	21	64	15	—										

Linie 13.

Stammtier								7	6,74	37	41	43	16	—							
Generation																					
I	6	6,39	37	65	29	5	—	7	6,75	26	25	75	—	—	8	6,49	31	52	45	3	—
II	6	6,25	26	75	25	—	—	7	6,23	32	77	23	—	—	8	6,16	19	84	16	—	—
III	6	6,39	26	65	31	4	—	7	6,25	16	75	25	—	—							

Linie 14.

Stammtier								7	6,53	32	50	47	3	—							
Generation																					
I	6	6,50	24	50	50	—	—	7	6,36	22	64	36	—	—	8	6,61	18	50	39	11	—
II								7	6,41	30	65	29	6	—							
III								7	6,21	34	79	21	—	—							

Linie 15.

Generation	Mutter Tent.	Nachkommen										Mutter Tent.	Nachkommen										Mutter Tent.	Nachkommen									
		Mw. Tent.	Anzahl	Proz. Tent.						Mw. Tent.	Anzahl		Proz. Tent.						Mw. Tent.	Anzahl	Proz. Tent.												
				6	7	8	9	10	11				6	7	8	9	10	11			6	7		8	9	10	11						
Stammtier	8	7,46	41	10	44	34	11																										
Generation																																	
I	8	7,45	26	12	53	23	6	6			9	7,16	11	9	64	27	—																
II	8	7,44	18	8	56	28	4	4			9	7,92	21	—	33	42	25																
III	8	7,17	25	10	53	27	8	2			9	7,83	24	8	42	21	21	4	4														
IV	8	7,07	41	12	62	12	—	3			7	6,93	21	24	62	14																	
V	8	7,18	26	15	58	23	4																										

Linie 16.

Stammtier	12	7,64	25	10	32	55	3														
Generation																					
I	8	6,90	34	42	30	26	3				10	7,37	33	12	49	39					
II	8	7,26	14	17	54	22		7			8	7,00	7	17	66	17					
III	8	7,42	22	9	46	41		5													
IV	8	6,56	7	44	96	—															

Linie 17.

Stammtier	10	8,00	19	7	43	7	29	14												
Generation																				
I	10	8,15	12	50	8	25	8	8			9	7,86	21	38	43	14	5			
II	10	8,57	38	19	33	25	8	5			8	8,46	17	26	26	32	8	8		
III	10	8,60	49	19	41	16	12	12*			9	7,57	18	14	29	43	14			
IV	9	7,77	52	16	29	29	12	10*												
V	8	7,95	14		47	26	14	14												
VI	9	8,19	30	4	25	39	19	—	11											



Linie 22.

Muttertier: Tentakel 7. Descendenten 41, Mw. Tentakel 7,85.  
 6 = 5 Proz.  
 7 = 28 „  
 8 = 50 „  
 9 = 12 „  
 10 = 5 „

Generation	Mutter Tent.	Nachkommen					Mutter Tent.	Nachkommen					Mutter Tent.	Nachkommen							
		Mw. Tent.	Individuen	Proz. Tent.				Mw. Tent.	Individuen	Proz. Tent.				Mw. Tent.	Individuen	Proz. Tent.					
				6	7	8				9	6	7				8	9	6	7	8	9
I	7	7,30	37	16	43	35	6	8	7,55	36	8	40	36	14	10	7,12	23	22	48	26	4
II	7	7,65	17	12	23	53	12	8	7,46	25	12	40	40	8							
III	7	8,22	14	7	21	29	43*	8	7,46	19	16	37	31	16							
IV								8	7,13	13	69	8	23	0							

Linie 23.

Muttertier: Tentakel 5.  
 Descendenten 44, Mw. Tent. 7,22.  
 5 = 3 Proz.  
 6 = 12 „  
 7 = 52 „  
 8 = 25 „  
 9 = 7 „

Linie 24.

Muttertier: Tentakel 6.  
 Descendenten 27, Mw.  
 Tentakel 6,48.  
 6 = 59 Proz.  
 7 = 33 „  
 8 = 8 „

Generation	Mutter Tent.	Mw. Tent.	Individuen	6	7	8	9	10	Mutter Tent.	Mw. Tent.	Individuen	6	7	8	9	10
I	9	7,38	34	12	44	26	18		6	6,65	35	65	22	0	13	
II	9	7,47	34	6	56	26	12		6	7,15	13	15	54	31		
III	9	7,29	17	6	59	35	0		6	6,67	15	33	67			

Linie 25.

Muttertier: Tentakel 7. Descendenten 33, Mw. Tentakel 8,18.  
 6 = 3 Proz.  
 7 = 18 „  
 8 = 43 „  
 9 = 30 „  
 10 = 6 „

Generation	Mutter Tent.	Mw. Tent.	Individuen	6	7	8	9	10	Mutter Tent.	Mw. Tent.	Individuen	6	7	8	9	10
I	7	8,18	33	3	18	43	30*		8	7,48	25	4	32	54	0	
II	7	7,90	20	40	40	10*			8	7,84	14	7	36	21	39	
III	7	7,58	12	7	33	50	8		8	8,25	12	0	42	25	33*	

Linie 26.

Muttertier: Tentakel 9. Descendenten 37, Mw. Tentakel 7,22.  
 6 = 11 Proz.  
 7 = 44 „  
 8 = 31 „  
 9 = 11 „  
 10 = 3 „

Generation	Mutter Tent.	Mw. Tent.	Individuen	6	7	8	9	10	Mutter Tent.	Mw. Tent.	Individuen	6	7	8	9	10
I	7	7,16	38	20	50	24	6		8	7,48	25	12	44	36	8*	
II	7	7,50	19	16	32	46	6		8	7,79	21	16	47	6	21	
III	7	7,00	37	25	48	20	0		9	7,50	24	29	29	29	21	

Wir kommen nun, nachdem wir gesehen haben, daß die Selektion innerhalb unserer Population wirksam sein kann, zu der Frage: welchen Einfluß hat die Selektion innerhalb der reinen Linien?

Zu diesem Zwecke wurde von jedem Individuum, soweit dies möglich, ein Nachkomme als Repräsentant der extremen Minusvarianten und einer als Vertreter der Plusvarianten zur Weiterzucht ausgewählt. Aus anderen Gründen wurde meist auch ein Descendent mit der gleichen Tentakelzahl wie das Muttertier ausgewählt, so daß wir häufig 3 Vertreter erhalten, einen mit niederer, einen mit mittlerer und einen mit hoher Tentakelzahl. Eine Durchsicht der Tabelle zeigt uns, daß die Mittelwerte für die Nachkommen der einzelnen Vertreter stark schwanken, nirgends ist es auffallend und direkt wahrzunehmen, daß die Nachkommen der Minusvarianten einen geringeren Mittelwert zeigen als die der Plusvarianten. Doch sind die Zahlen infolge der zu geringen Anzahl von Individuen, welche berücksichtigt werden konnten, zu unregelmäßig, um für sich allein zu sprechen. Ich fasse deshalb alle Linien zusammen und gebe sie in der Gesamtheit wieder. Es wurde von 25 reinen Linien je ein Repräsentant mit der niedrigsten Tentakelzahl im Mittel 6,48 ausgewählt. Diese 25 Individuen gaben eine Nachkommenschaft von 867 Individuen mit einem Mittelwert von 7,20 Tentakeln. Demgegenüber gestellt wurde je ein Individuum, welches die Plusvariante der betreffenden Linie vertrat. Von 15 dieser Linien wurden auch Vertreter mit einer mittleren Zahl von Tentakeln ausgewählt (7,48), welche 530 Nachkommen mit einem Mittelwert von 7,27 Tentakeln produzierten. Die 687 Nachkommen dieser 25 Plusvarianten, welche im Mittel 8,60 Tentakel besaßen, hatten einen Mittelwert von 6,26 Tentakeln.

Aus diesen Zahlen läßt sich nichts Bestimmtes ableiten. Die Nachkommen der Vertreter mit hoher Tentakelzahl haben entschieden einen höheren Mittelwert als die Nachkommen der Zweige mit niederer Tentakelzahl. Jedoch die Gruppe von Müttern von mittlerer Tentakelzahl (7,48) hat einen noch höheren Mittelwert der Nachkommenschaft, so daß wir hier die Abweichung einem Zufall zuschreiben könnten.

Da jedoch nicht alle Linien in dieser mittleren Gruppe vertreten sind, so können wir auch den hohen Mittelwert ihrer Nachkommen auf die Ursache zurückführen, daß sich zufällig unter ihr mehr Angehörige von Linien mit hoher Tentakelzahl befinden.



Wir können also den Entscheid über den Einfluß der Selektion innerhalb der reinen Linie nicht nach dieser 1. Generation fällen, sondern müssen ihn einer 2. Generation überlassen. Ist ein solcher Einfluß überhaupt vorhanden, so muß die Differenz zwischen beiden Extremen nicht nur weiter bestehen, sondern sich vergrößern. Das ist nicht der Fall. Eine Prüfung der Zahlen ergibt, daß, wenn bei strenger Isolierung nach demselben Prinzip wie in der 1. Generation verfahren wurde, die 2. Generation von Minusvarianten, 648 Abkömmlinge von 23 Individuen mit dem Mittelwert 6,61, einen Mittelwert von 7,29 hat, während die 488 Nachkommen der Plusvariante (8,43) einen Mittelwert von nur 7,26 aufweisen. Die mittlere Gruppe, welche Descendenten von 10 Linien mit dem Mittelwert 7,50 aufweist, besitzt diesmal nur 7,14 im Mittel. Damit ist die Entscheidung gefällt. Die Selektion ist innerhalb der reinen Linie wirkungslos, sie ist nicht im stande, die Typen zu verschieben.

Dagegen ließe sich einwenden, daß 2 Generationen nicht genügen, um eine Aenderung herbeizuführen, daß dazu einige, ja zahllose Generationen gehören. Im allgemeinen ist dieses Argument jetzt nicht mehr so beliebt wie früher. Gerade zu Anfang der Herrschaft der Descendenztheorie versuchte man alles, was sich nicht direkt beobachten und beweisen ließ, dadurch zu erklären, daß der Zeitraum der Beobachtung zu kurz sei.

Jetzt haben die Erfahrungen der Züchter gezeigt, daß es dieser großen Zeiträume glücklicherweise nicht bedarf, sondern daß sich die Resultate, die überhaupt erreicht werden können, schon nach wenigen Generationen einstellen. Man erwartet nun auch nicht mehr von zahllosen Generationen, daß sie etwas zu stande bringen werden, wovon in den ersten Generationen nicht einmal eine Andeutung vorhanden ist. Wir dürfen also annehmen, daß die weiteren Generationen uns nichts Neues bringen werden. Wir finden ihre Resultate auf untenstehender Uebersichtstabelle verzeichnet.

Tabelle über den Einfluß der Selektion innerhalb der reinen Linien.

Generation	Minimum				Mittlere Gruppe				Maximum			
	Mütter		Nachkommen		Mütter		Nachkommen		Mütter		Nachkommen	
	Mw.	Anzahl	Mw.	Anzahl	Mw.	Anzahl	Mw.	Anzahl	Mw.	Anzahl	Mw.	Anzahl
I	6,48	25	7,20	867	7,48	15	7,27	530	8,60	25	7,26	687
II	6,61	23	7,29	648	7,50	10	7,14	336	8,43	23	7,26	488
III	6,79	14	7,21	366	7,33	3	7,39	75	8,00	14	7,51	403
IV	6,25	4	7,22	87	7,00	2	7,42	58	8,50	4	7,07	109

Die 3. Generation bringt noch einen scheinbaren Fortschritt der Selektion, der Mittelwert der Nachkommen der Plusvarianten beträgt 7,51 gegenüber 7,39 der mittleren Gruppe und 7,21 der Descendenten der Minusvarianten. Dieser scheinbare Fortschritt verschwindet aber wieder gänzlich in der 4. Generation. Hier tritt wieder das Gegenteil ein, die Gruppe mit niedriger Ausgangszahl besitzt einen bedeutend höheren Mittelwert als die mit hoher. Zwischen 7,02 und 7,22 ist ein großer Unterschied, der vielleicht daher kommt, daß zu wenige Linien so weit gezüchtet werden konnten.

### Kreuzung und vegetative Bastardspaltung.

Bis jetzt zeigen meine Versuche eine erfreuliche Uebereinstimmung mit JOHANNSENS schönen Resultaten. Der Wert dieser Uebereinstimmung wird dadurch erhöht, daß es sich um ein Material von so durchaus verschiedener Natur handelt. Das, was JOHANNSEN für Selbstbefruchtung nachgewiesen hat, gilt in dem behandelten Fall für ungeschlechtliche Fortpflanzung.

Dabei dürfen wir aber nicht die Unterschiede vernachlässigen, welche zwischen den reinen Linien mit obligater Selbstbefruchtung und meinen Kulturen bestehen.

Hydra ist ein Objekt, bei welchem mit einer Reihe ungeschlechtlich erzeugter Generationen wohl immer eine Befruchtung, und zwar bei dieser getrennt-geschlechtlichen Form bestimmt keine Selbstbefruchtung alterniert. Ob diese Kreuzung nach einer gewissen Zeit eintreten muß, wieviel ungeschlechtliche Generationen aufeinander folgen können, das sind Fragen, über welche wir noch keine Klarheit haben. Aber wie dem auch sei, jedenfalls haben wir es nicht mit Vertretern reiner Linien, sondern mit Kreuzungsprodukten, Bastarden im weitesten Sinne des Wortes zu tun.

Versuchen wir also aus dem vorhandenen Material zu schließen, welchen Regeln das Merkmal, mit welchem wir uns beschäftigen, bei Kreuzungen gehorcht. Direkte Kreuzungsversuche sind nicht angestellt worden, und sie sind auch mit zu vielen technischen Schwierigkeiten verbunden, um in erforderlichem Umfang bald ausgeführt zu werden. Aber das wäre vielleicht gar nicht notwendig. Man erkennt ja die Bastarde an ihren Nachkommen, und die vegetative Bastardspaltung verhält sich ebenso wie die geschlechtlich erzeugter Organismen. DE VRIES führt Bd. II,

p. 674 eine Reihe von Beispielen an, wo die Bastardnatur vegetativ sich vermehrender Pflanzen Ursache sektorialer Variationen ist. Er bemerkt, daß solche veränderliche Teile in ihren Nachkommen sich konstant verhalten.

Bei dem großen Aufsehen, welches die Wiederentdeckung des MENDELSchen Gesetzes gemacht hat, ist es immer die erste Sorge, neue Befunde damit in Einklang zu bringen. Ueber das Verhalten typischer MENDELScher Bastarde bei ungeschlechtlicher Fortpflanzung scheinen noch keine Angaben vorzuliegen, jedoch können wir uns recht wohl vorstellen, daß es dasselbe wäre wie bei der Selbstbefruchtung.

DE VRIES hat den Versuch gemacht, zu beweisen, daß auch sogenannte Halb- und Mittelrassen, sowie Rassen mit starker fluktuierender Variabilität der MENDELSchen Regel gehorchen, wenn auch ihre Zahlen keine Genauigkeit besitzen. In dem vorliegenden Fall läßt es sich unschwer erkennen, daß er nicht die entfernteste Beziehung zum MENDELSchen Gesetz hat. Ich brauche wohl hier dessen Grundzüge nicht zu wiederholen, sondern kann sie als bekannt voraussetzen. Das durchaus Charakteristische bei den MENDELSchen Kreuzungen ist das Dominieren des einen Merkmals über das andere in der 1. Generation. Das muß nicht absolut sein, wie neuere Forschungen gezeigt haben, ist aber stets erkennbar.

Als 1. Generation müßten wir diejenigen Hydren auffassen, die sich direkt aus dem befruchteten Ei entwickelt haben. Solche gelangten nicht zur Beobachtung. Dagegen könnten wir das zweite Kriterium für MENDELSche Kreuzungen aufsuchen. In der 2. Generation tritt bekanntlich eine Spaltung ein; das recessive Merkmal kommt bei einem gewissen Prozentsatz der Nachkommenschaft wieder zum Vorschein. Die recessiven Individuen sind dann keine Bastarde mehr, ihre Gameten sind rein und sie müssen sich bei Selbstbefruchtung als durchaus konstant erweisen. Wir müßten also in unseren Kulturen neben den Linien mit dominierendem Charakter, von denen sich diese mit recessivem Merkmal im weiteren Verlauf wieder abspalten, auch solche mit dem rein recessiven Merkmal, also ganz gleichförmige und konstante auffinden. Wir können uns nun leicht überzeugen, daß sich unter unseren reinen Linien nicht eine befindet, welche eine solche Konstanz aufweist. Alle variieren mehr oder weniger stark.

Nach welchen anderen Regeln kann die Kreuzung verlaufen? Für die Kenntnis des Verhaltens meristischer Merkmale bei

Kreuzungen läßt uns die Zoologie wieder vollkommen im Stich, wir müssen uns an das Wenige halten, was in der Botanik darüber bekannt ist. Wir finden wieder bei DE VRIES darüber einige Angaben. Er berichtet über Kreuzungen von polycephalem Mohn mit solchem ohne Nebenkarpelle, welche eine Nachkommenschaft von 86 Proz. ganz ohne Nebenkarpelle, 14 Proz. mit Karpellomanie, aber in geschwächtem Maße, lieferten. Jedoch gelingt es ihm aus 2 Exemplaren, welche die väterliche Eigenschaft am stärksten zeigen, wiederum eine Rasse zu züchten, welche der großväterlichen sehr nahe kommt. Wir sehen also, daß sich Nachkommen der Bastarde wieder spalten und isolieren lassen. Ebenso findet er bei *Plantago lanceolata ramosa*, dem zu 50 Proz. verzweigten Wegerich, den er mit dem unverzweigten kreuzt, 25 Proz. verzweigte Nachkommen. Ueber den Grad der Verzweigung gibt er nichts an, es ist aber anzunehmen, daß auch er in den Bastarden abgeschwächt war. Eine Kombination von gefülltem und ungefülltem Mohn zeigt in der 1. Generation weder das Merkmal des Vaters noch der Mutter rein, sondern geringe Grade der Umwandlung von Staubfäden in schmale Blumenblätter.

Ebenso findet er bei einer Kreuzung von 3-blättrigem Klee mit 5-blättrigem unter den Nachkommen zahlreiche Vierblätter. In diesen Fällen handelt es sich allem Anschein nach um intermediäre Bastarde, d. h. solche, welche die Mitte zwischen ihren Eltern halten. Ursprünglich hielt man alle Bastarde für intermediär, später lenkte das Studium der Spaltungsgesetze die Aufmerksamkeit so sehr von ihnen ab, daß man sogar an ihrem Vorkommen zweifelte, bis in neuerer Zeit ihnen wieder der Platz eingeräumt wurde, der ihnen zukommt. Gewöhnlich gebraucht man den Ausdruck intermediär nur für Artbastarde und meint dann solche, in denen die elterlichen Eigenschaften derart kombiniert sind, daß sie sich das Gleichgewicht halten. Es ist aber nicht ausgeschlossen, daß auch Bastarde, deren Eltern sich nur durch ein einziges Merkmal unterscheiden, als intermediär aufgefaßt werden können. Ein Beispiel hierfür wäre, wenn das Merkmal, welches beim Vater plus, bei der Mutter minus vorhanden war, im Bastarde nur die halbe Intensität zeigt.

Auch Bastarde, welche in der Färbung eine Zwischenform vorstellen, wie z. B. Kreuzungsprodukte verschiedener Menschenrassen, gehören in diese Kategorie.

Während also bei spaltenden Bastarden keine wirkliche Verschmelzung der Eigenschaften stattfindet, stellen die intermediären



Bastarde eine wirkliche Zwischenform vor. Sie sind Angehörige eines neuen Typus, der bei fortgesetzter Selektion nicht wieder in seine Elemente zerfallen kann, sondern sich in seinen Nachkommen als konstant erweist.

Das Wort konstant ist dabei nur als bedingt aufzufassen, sie sind konstant in ihrer Variabilität, denn die fluktuierende Variabilität kommt ihnen natürlich ebenso gut zu, wie den reinen Linien.

Kehren wir von diesem allgemeinen Exkurs zu unseren Befunden zurück. Wir haben gesehen, daß auch bei fortgesetzter Kultur von *Hydra* sich keine Extreme isolieren lassen. Nachstehende Tabelle zeigt uns, daß auch keine Spaltung eintritt, wenn wir anhaltend Tiere mit derselben Tentakelzahl zur Weiterzucht auswählen.

Tabelle über die prozentuarischen Erbzahlen für die Gruppen mit gleicher Tentakelzahl während einer Isolierung durch 5 Generationen.

Tentakel- zahl	6			7			8			9		
	Anzahl der Mütter	Nach- kommen		Anzahl der Mütter	Nach- kommen		Anzahl der Mütter	Nach- kommen		Anzahl der Mütter	Nach- kommen	
		Erbzahl in Proz.	An- zahl		Erbzahl in Proz.	An- zahl		Erbzahl in Proz.	An- zahl		Erbzahl in Proz.	An- zahl
I	19	27	808	15	44	498	22	29	745	12	16	330
II	14	27	508	16	42	466	19	28	554	8	18	185
III	13	22	336	17	42	451	10	33	202	6	31	154
IV	9	21	175	11	37	229	6	32	109	1	8	40
V	4	25	86	4	34	77	2	20	56	1		

In jeder Gruppe obiger Tabelle wurden durch 5 Generationen immer nur Individuen mit der gleichen Tentakelzahl wie ihre Mütter weitergezüchtet. Die Erbzahlen steigen aber nicht, sie schwanken unbedeutend, bleiben aber im wesentlichen für jede Gruppe gleich. Dieser Umstand spricht in hohem Maße für die Wahrscheinlichkeit, daß wir es hier mit nichtspaltenden, also intermediären Bastarden zu tun haben.

In Bezug auf ihre Erbzahlen ist eine Population *Hydra* ein Gemisch von Halb- und Mittelrassen im Sinne von DE VRIES. Als Mittelrassen definiert DE VRIES solche Rassen, bei denen ein Merkmal in einem gewissen, manchmal auch nicht hohen Prozentsatz von Individuen vorkommt. Durch anhaltende Auslese kann man jedoch schnell einen Fortschritt erzielen und sie zu einer

weit höheren Anzahl von Erben, bis gegen 100 Proz., bringen. Doch unterscheidet sie sich von einer reinen Rasse immer dadurch, daß sie häufig „Atavisten“ hervorbringt, deren Zahl rasch zunimmt, sobald die Selektion aussetzt.

Dasselbe ist bei der Halb- oder Mittelrasse der Fall. Diese unterscheidet sich ihrerseits von der Mittelrasse dadurch, daß sie nur eine sehr geringe Prozentzahl von Erben besitzt, und daß die Selektion bei ihr sehr langsam wirksam ist. Eine gewisse Höhe der Erbzahl, etwa 25 Proz., kann dabei nicht überschritten werden. DE VRIES bemüht sich Bd. II eifrig, den Unterschied und die Grenze zwischen Halb- und Mittelrassen festzustellen.

Uns kommt es hier nicht darauf an, festzustellen, ob die reinen Linien von Hydra Halb- oder Mittelrassen bedeuten. Das Wesentliche ist wieder ihr Verhalten zur Selektion. Sowohl Halb- als auch Mittelrassen sind, wenn auch in verschiedenem Grade, der Selektion zugänglich. Wie es in dieser Hinsicht mit den reinen Linien von Hydra steht, zeigt die letzte Tabelle schon zur Genüge. Allein hätten wir die Auswahl so getroffen, wie die Tabelle zeigt, mit dem Ziel extreme Rassen zu züchten, so hätten wir nicht die beste Methode der Selektion angewendet, sondern wir wären so vorgegangen, wie es wohl früher vielfach üblich war.

Die modernen Züchter gehen nicht so vor, daß sie diejenigen Exemplare, welche das Merkmal aufweisen, einfach behalten und die übrigen ausmerzen, sondern es wird das „VILMORINSche Prinzip“ angewendet. Dieses beruht in der Hauptsache darauf, daß man die Nachkommen jedes einzelnen Individuums gesondert für sich beurteilt, und dann diejenigen Mütter, welche den höchsten Prozentsatz von Erben aufweisen, zur Weiterzucht auswählt. Auf diese Weise ist der Fortschritt ein viel schnellerer. Aber auch der erste Weg müßte, wenn auch langsamer und nicht direkt, zum Ziele führen. Er beruht auf dem Ausroden von Atavisten. „Atavist“ bedeutet Verschiedenes. Es ist darunter einerseits zu verstehen ein Rückschlag auf einen großelterlichen Typus, von welchem an den Eltern nichts zu sehen war, andererseits eine Minusvariante einer durch Selektion in einer bestimmten Richtung entwickelten Rasse. Im ersten Fall wird das Auswählen der Träger des Merkmals einen Fortschritt erzielen, im zweiten Fall, wie uns JOHANNSENS Versuche lehren, nur scheinbar. Bei Organismen mit Fremdbefruchtung wird es immer schwer zu unterscheiden sein, welche Art von „Atavismus“ vorliegt. Bei reinen Linien kann dagegen darüber kein Zweifel sein. Es ist aber der

Unterschied der Verhaltens der beiden Befruchtungsarten in dieser Hinsicht von JOHANNSEN niemals genügend beobachtet worden.

DE VRIES führt Bd. II, p. 337 für synkotyle Rassen von Sonnenblumen aus, daß die atavistischen Zuchtrassen einen wenn auch langsamen Rückschritt zeigen, ohne sich bestimmt darüber zu äußern, wie die Befruchtung erfolgt ist.

Wir haben gesehen, daß die Erbzahlen im Verlaufe mehrerer Generationen sich nicht steigern, es wäre nun ein Leichtes zu beweisen, daß die „Atavisten“ ebenso gute Erben sind wie die Träger des Merkmals.

Ebenso macht es keine Schwierigkeiten nachzuweisen, daß auch bei der Auswahl der besten Erben kein Fortschritt stattfindet. Wählen wir zu diesem Zweck nur diejenigen Linien, deren prozentuarische Erbzahlen 50 betragen, und sehen wir, wie sie sich im Verlaufe der Generationen verhalten.

Die Zahlen dieser Tabelle bedürfen wohl keiner Erläuterung, sie sprechen für sich selbst. Was sie deutlich ausdrücken ist:

1) Auch eine Auswahl von Linien mit hoher Erbzahl bewirkt keinen Fortschritt.

2) In den Erbzahlen der „Erben“ und „Atavisten“ besteht kein Unterschied.

Tabelle über die prozentuarischen Erbzahl von „Erben“ und Atavisten einer 7-tentakligen Mittelrasse.  
Ausgangsmaterial: 8 Hydren aus dem Zürichsee. Nachkommen 284.  
Erbzahl 47.

Generation	Anzahl der Mütter	Erben		Atavisten	
		Erbzahl	Anzahl	Erbzahl	Anzahl
I	8	46	329	50	303
II	7	45	286	48	248
III	6	58	192	53	198
IV	6	41	140	53	165

### Zusammenfassung und Schluß.

Welches sind die Resultate dieser Arbeit? Ueber das tiefere Wesen der Vererbung bei ungeschlechtlicher Fortpflanzung gibt sie uns keinen Aufschluß, sondern wir müssen uns mit Vermutungen, die wir daraus ableiten, vorläufig begnügen. So interessant es wäre, die Unterschiede, welche zwischen der Vererbung bei zweielterlicher und bei einelterlicher oder ungeschlechtlicher Fortpflanzung bestehen, zu studieren, ein Problem, welches

die Zukunft gewiß in Angriff nehmen wird, so können wir die Lösung nicht von Versuchen an Hydra erhoffen. Die hoch ausgebildete transgressive Variabilität dieser Form bedingt ein unentwirrbares Durcheinander von Fäden, und da auch eine fortgesetzte Isolation keine Reinigung herbeiführen kann, so wird es wohl kaum je möglich werden, den Weg durch dieses Labyrinth zu finden. In anderer Beziehung können wir aus den Resultaten dieser Versuche etwas lernen. Sie bilden ein weiteres Beispiel für den Unterschied der Erbllichkeit innerhalb einer Population und innerhalb reiner Linien. Wir können die Resultate hier in verschiedene Sätze zusammenfassen, von denen sich einer aus dem anderen ergibt:

1) In einer Population von Hydra ist die Selektion wirksam, innerhalb der reinen Linien ist sie ganz ohne Einfluß.

2) Im Falle 1 ist die Regression eine teilweise, im 2. Falle ist sie vollständig.

3) Die „Atavisten“ eines durch Selektion teilweise gereinigten Gemenges werden schlechtere Erbzahlen besitzen als die Erben. Die Erbzahlen der „Atavisten“ innerhalb der reinen Linien sind dieselben, wie die Erbzahlen der Merkmalsträger.

Wenn die allgemeine Gültigkeit dieser Tatsache einmal bewiesen werden sollte, so wird sie auch von größerer Bedeutung für eine Frage sein, die jetzt im Vordergrund des Interesses steht, ob wir uns die gewaltigen Umwandlungen, die das Reich der Organismen seit seinem Bestehen erfahren hat, durch die Summierung kleiner Abweichungen erklären können, oder ob wir anderer Annahmen bedürfen. Jetzt wäre es noch verfrüht, darüber entscheiden zu wollen. Was der Vererbungslehre fehlt, sind überhaupt nicht Theorien, an denen leidet sie keinen Mangel, sondern das ist ein großes Material von Tatsachen und Erfahrungen. Es wird Sache der nächsten Zeit sein, die Resultate umfangreicher und zahlreicher Versuche, welche mit präziser Fragestellung unternommen werden müssen, an Stelle der verworrenen Anschauungen zu setzen, die heute noch vielfach herrschen. Dabei wird hoffentlich auch die einelterliche Vererbung nicht zu kurz kommen, sondern ihre Kenntnis die Voraussetzung bilden für das Studium von Kreuzungen.



### Literaturverzeichnis <sup>1)</sup>.

#### a) Arbeiten über *Hydra*.

- 1744 TREMBLEY, Mémoires pour servir à l'histoire d'un genre des Polypes d'eau douce à bras en forme de cornes, Leyde.
- 1744 \*BAKER, H., Essai sur l'histoire naturelle du Polype Insect.
- 1755 ROESEL VON ROSENHOF, Historie der Polypen und anderer kleinen Wasserinsekten. Insektenbelustigung. 3. Teil, Bd. II.
- 1773 \*LICHTENBERG, J. C., Einige Versuche mit Polypen. Hannoverische Magaz., 11. Jahrg., Stück 5.
- 1844 LAURENT, Zoophytologie. VAILLANT: Voyage autour du Monde sur la bonité, Paris.
- 1850 HANCOCK, A., Notes on a species of *Hydra*. Ann. and Mag. of Nat. Hist., Vol. LII.
- 1853 ECKER, AL., Entwicklung des grünen Armpolypen, Freiburg.
- 1872 KLEINENBERG, *Hydra*, eine anatomisch-entwicklungsgeschichtliche Untersuchung, Leipzig.
- 1876 \*KOROTNEFF, A., Histologie de l'Hydre et de la Lucernaire. Arch. de Zool. exp. et gén., T. V.
- 1878 — Sur le développement de l'œuf de la Hydre. Compte rend.
- 1878 MERESCHKOVSKY, On the mode of development of the tentacles in the genus *Hydra*. Ann. and Mag. Nat. Hist., Vol. XXV, Ser.
- 1878 ENGELMANN, T. V., Ueber TREMBLEYS Umkehrungsversuche an *Hydra*. Zool. Anz., 1. Jahrg.
- 1879 ASPER, *Hydra* der Limmat. Vierteljahrsschrift d. nat. Gesellschaft Zürich, 24. Jahrg., p. 115.
- 1879 \*HAAKE, W., Zur Speciesunterscheidung in der Gattung *Hydra*. Zool. Anz., 2. Jahrg., No. 43.
- 1880 ASPER, Beiträge zur Kenntnis der Tiefseefauna in den Schweizer Seen. Zool. Anz., 3. Jahrg., p. 204.

1) Die mit einem \* bezeichneten Arbeiten waren mir nicht zugänglich, ich zitiere sie aber der Vollständigkeit halber nach anderen Autoren.

- 1880 HAAKE, W., Zur Blastologie der Gattung Hydra. Jen. Zeitschrift f. Naturw., Bd. XIV.
- 1880 \*KERSCHNER, Entwicklungsgeschichte von Hydra. Zool. Anz., Bd. III, p. 454.
- 1880 HARTOG, On the mode in which Hydra swallows its prey. Quart. Journ. Micr. Sc., Vol. XX, p. 243.
- 1882 HAMANN, Zur Entstehung und Entwicklung der grünen Zellen bei Hydra. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. XXXVII, p. 458—464.
- 1882 MARSHALL, W., Ueber einige Lebenserscheinungen der Süßwasserpolyphen und über eine neue Form von Hydra viridis. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. XXXVII, Heft 4, p. 664.
- 1883 JICKELI, Der Bau der Hydroidpolyphen. Morph. Jahrb., Bd. VIII, p. 373.
- 1883 LANG, ALBERT, Ueber die Knospung bei Hydra und einigen Hydroidpolyphen. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. LIV, p. 365.
- 1883 HAMANN, O., Zur Entstehung und Entwicklung der grünen Zellen bei Hydra. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. XXXVII.
- 1883 KOROTNEFF, A., Zur Kenntnis der Embryologie der Hydra. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. XXXVIII.
- 1883 JUNG, H., Beobachtungen über die Entwicklung des Tentakelkranzes von Hydra. Morph. Jahrb., Bd. VIII.
- 1887 \*LEYDY, JOSEF, Remarks on Hydra. Proc. ac. N. Lc. Philadelphia, p. 311—313.
- 1887 NUSSBAUM, M., Ueber die Teilbarkeit der lebendigen Materie. II. Mitteilung. Beiträge zur Naturgeschichte des Genus Hydra. Arch. f. mikr. Anat., Bd. XXIX, p. 265.
- 1888 GRENWORD, M., On digestion in Hydra, with some observations on the structure of the Entoderm. The Journal of Physiology.
- 1890 NUSSBAUM, M., Die Umstülpung der Polyphen. Arch. f. mikr. Anat., Bd. XXXVII, p. 513.
- 1890 SCHNEIDER, K. C., Histologie von Hydra mit besonderer Berücksichtigung des Nervensystems. Arch. f. mikr. Anat.
- 1890 ZOJA, R., Alcune ricerche morfologiche e fisiologiche sull' Hydra. Bollet. Scientifico, Anno XII, No. 3 e 4.
- 1891 BRAUER, Entwicklung der Hydra. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. LII, p. 169—216.
- 1895 WETZEL, G., Transplantationsversuche mit Hydra. Arch. f. mikr. Anat., Bd. LII, Heft 1, p. 70—96.
- 1896 CLÉMENCEAU, EMILY, Notes of a Home Naturalist. Science Gossip N. S., Vol. III.
- 1897 PEEBLES, FLORENCE, Experimental studies on Hydra. Arch. f. Entwicklungsmech., Bd. V, p. 794—819.
- 1898 WETZEL, G., Transplantationsversuche mit Hydra. Arch. f. mikr. Anat., Bd. LII, Heft 1, p. 70—96.
- 1898 ZYKOV, Ueber die Bewegung der Hydra fusca. Biol. Centralbl., Bd. XVIII, p. 270.
- 1898 PEEBLES, FLORENCE, The Effect of Temperature in the Regeneration of Hydra. Zool. Bull. Boston, Vol. II, p. 125.

- 1898 ANDREWS, E. A., Some Ectosarcial Phenomena in the Egg of *Hydra*. *J. Hopkins Univ. Circ.*, Vol. XVIII, p. 1—3.
- 1899 RAND, HERBERT W., Regeneration and Regulation in *Hydra viridis*. *Arch. f. Entwickelungsmech.*, Bd. VIII.
- 1900 PARKE, H. H., Variation and Regulation of Abnormalities in *Hydra*. *Arch. f. Entwickelungsmech.*, Bd. X.
- 1899 RAND, HERBERT W., The Regulation of Graft-Abnormalities in *Hydra*. *Arch. f. Entwickelungsmech.*, Bd. IX.
- 1901 SCOURFIELD, *Hydra* and the surface Film of Water. *Journ. Quekett micr. Club*, Vol. VIII, p. 137.
- 1902 HEFFERAN, MARY, Experiments in grafting *Hydra*. *Science N. S.*, Vol. XV, p. 467.
- 1906 HERTWIG, Ueber Knospung und Geschlechtsentwicklung von *Hydra*. *Biol. Centralbl.*, Bd. XXVI, p. 489.
- 1906 SCHULTZ, EUGEN, Ueber Reduktionserscheinungen. II. Ueber Hungererscheinungen bei *Hydra fusca*. *Arch. f. Entwickelungsmech.*, Bd. XXI.
- 1906 HADSI, IVVAN, Vorversuche zur Biologie von *Hydra*. *Arch. f. Entwickelungsmech.*, Bd. XXII.
- 1906 HERTWIG, O., Zur Biologie von *Hydra fusca*. *Biol. Centralbl.*, Bd. XXVI.

b) Arbeiten über Variation und Vererbungslehre.

- 1865 MENDEL, GREGOR, Versuche über Pflanzen-Hybriden. Verhandlungen des Naturforschenden Vereins in Brünn, Bd. IV.
- 1881 HAECKEL, E., Monographie der Medusen.
- 1886 VILMORIN, Notices sur l'amélioration des plantes par les semis, Paris.
- 1889 GALTON, Natural Inheritance, London.
- 1894 BATESON, W., Materials for the study of variation.
- 1895 BROWNE, On the variation of tentaculocysts of *Aurelia aurita*. *Quart. Journ. Micr. Sc.*, Vol. XXXVII.
- 1895—97 DRIESCH, H., Neuere Beiträge zur exakten Formenkunde in englischer Sprache. Kritische Referate. B. Variationsanalytische Beiträge. *Arch. f. Entwickelungsmech.*, I. Bd. I, II. Bd. III, III. Bd. V.
- 1896 HAAKE, W., Ueber numerische Variation typischer Organe.
- 1896 AMMON, O., Der Abänderungsspielraum. *Naturwissenschaftl. Wochenschrift*, No. 12—14.
- 1898 BATESON, W., On progress in the study of variation. *Science Progress*, Vol. VII (N. S. Vol. II), No. 6.
- 1899 BALLOWITZ, E., Ueber Hypomerie und Hypermerie bei *Aurelia aurita* LAM. *Arch. f. Entwickelungsmech.*, Bd. VIII.
- 1899 DUNKER, G., Die Methode der Variationsstatistik. *Arch. f. Entwickelungsmech.*, Bd. VIII.
- 1900 HARGITT, CH., Variation among *Hydromedusae*. *Science N. S.*, Vol. XII, p. 340.

- 1901 CORRENS, C., Ueber Bastarde zwischen Rassen von *Zea Mays*. Ber. d. Deutsch. bot. Ges., Bd. XIX.
- 1901 HARGITT, CH., Variation among Hydromedusae. Biol. Bull. Boston, Vol. II, p. 221, 251, 389.
- 1902 HARGITT, CH., Variation among Hydromedusae. N. S., Vol. XVI, p. 344.
- 1903 DE VRIES, H., Die Mutationstheorie, Bd. II, Leipzig.
- 1903 JOHANNSEN, W., Ueber Erbllichkeit in Populationen und in reinen Linien, Jena.
- 1904 LANG, ARNOLD, Ueber Vorversuche zu Untersuchungen über die Varietätenbildung von *Helix hortensis* MÜLLER und *Helix nemoralis* L. Festschrift zum 70. Geburtstag von ERNST HAECKEL, p. 439, Jena.
- 1906 LANG, ARNOLD, Ueber die MENDELSchen Gesetze, Art- und Varietätenbildung, Variation und Mutation, insbesondere bei unseren Hai- und Gartenschnecken. Verhandlungen der Schweiz. Naturforscher-Ges., Luzern.



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft](#)

Jahr/Year: 1908

Band/Volume: [NF\\_36](#)

Autor(en)/Author(s): Hanel Elise

Artikel/Article: [Vererbung bei ungeschlechtlicher Fortpflanzung von Hydra grisea. 321-372](#)