

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. K. Goebel und Dr. R. Hertwig

Professor der Botanik

Professor der Zoologie

in München,

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

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

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

XXV. Bd. 15. Februar 1905.

N^o 4.

Inhalt: Lotsy, Die x-Generation und die 2x-Generation. — Wasmann, Ursprung und Entwicklung der Sklaverei bei den Ameisen. — Delbrück und Schrohe, Hefe, Gärung und Fäulnis.

Die x-Generation und die 2x-Generation.

Eine Arbeitshypothese.

Von J. P. Lotsy.

Die ersten Lebewesen unserer Erde sind wohl Monoenergide¹⁾, nackte, frei schwimmende Organismen gewesen. Sie müssen imstande gewesen sein, ihre eigene Nahrung zu bereiten, da sie selbstverständlich nicht in der Lage waren, sich von organischer Substanz zu ernähren. Meinte man früher daraus schließen zu dürfen, dass diese ersten Organismen Chlorophyll enthielten, die neueren Untersuchungen haben farblose Organismen z. B. *Nitromonas* kennen gelernt, welche ebenfalls aus unorganischer Substanz organische bilden können, es können also die ersten Organismen auch farblos gewesen sein. Trotzdem können wir die grünen Flagellaten als sehr primitive, also den ursprünglichen Lebewesen nahe stehende Organismen betrachten.

Das Entstehen und die Fähigkeit sich zu ernähren, genügte aber nicht für die fortwährende Existenz des Lebens. Erst durch die Fähigkeit zur Fortpflanzung wurde diese gesichert.

1) Verf. verwendet Sach's Nomenklatur, bezeichnet also als Energide die Einheit, welche aus einem Klümpchen Plasma und einem Kern besteht, Zelle nennt er das Gehäuse, worin eine oder mehr Energiden leben.

Bei den Flagellaten ist diese Fortpflanzung sehr einfach; sie besteht — man denke an *Pyramidomonas* — in einer einfachen Längsteilung, ein Prozess, wodurch aus einem Individuum zwei Töchterindividuen oder besser zwei Schwestern entstehen. Die Mutter existierte in diesem Stadium noch nicht, nach der Teilung des Individuums bleibt ja nichts zurück. Die neuen Individuen sind dem einen, verschwundenen, Alten gleich, sie sind ja die unabhängig gewordenen Hälften desselben.

Hätte diesen ersten Organismen nicht die Möglichkeit zur Vervollkommnung inne gewohnt, die jetztigen Lebewesen wären ja alle noch Flagellaten ähnlich.

Ein erster Fortschritt lag darin, dass sich an der Oberfläche des nackten Flagellatenleibes eine feste, aus Zellulose bestehende Membran ausschied, ein Gehäuse, welches dem Individuum Schutz verschaffte; die Zelle war entstanden.

Die Fortpflanzung blieb aber zunächst dieselbe, die Membran, die Zelle hat daran keinen Anteil, nur die Energide teilt sich, und die so entstandenen Individuen werden, jeder von einer neugebildeten Membran umgeben, frei. Von einer Mutter kann man noch nicht reden; dennoch bleibt jetzt bei der Teilung etwas zurück: das leere Gehäuse, die Zelle.

Es ist eben diese Zelle, mit welcher die Lebewesen in ihrer weiteren Vervollkommnung zu rechnen hatten. A priori standen den Organismen drei Wege zur weiteren Entwicklung offen.

1. Die Schwesterindividuen blieben, unter Beibehaltung ihrer Beweglichkeit miteinander in Verbindung; es entstehen also bewegliche Kolonien oder Cönobien.

2. Das Gehäuse, die Zelle, wird erweitert, und zumal verlängert, die Energiden aber vermehren sich; es entstehen also große Zellen, welche von vielen Energiden bewohnt werden.

3. Die Schwesterindividuen bleiben zwar zusammen, verlieren aber ihre Beweglichkeit und werden zu Zellenfäden, Platten oder Körpern.

Diese drei Möglichkeiten wurden in der Tat realisiert. Es entstanden so die Gruppen der Volvocales, der Siphonales und der übrigen grünen Algen, während aus den grünen parallelen Entwicklungsreihen in der dritten Weise auch die Braun- und Rottange hervorgingen.

Die Entwicklung war soweit eine durchaus homöte, durch eigene Arbeit erschwungene, so entstanden als höchste Formen durch 1 *Volvox*, durch 2 *Caulerpa* und *Sphacrolea* (bei letzterer Kompartimentenbildung in der Zelle), durch 3 *Coelochaete* unter den grünen Algen und *Fucus* unter den Braunen, und wenigstens weitaus der größere Teil der Moospflanzen und des Florideenindividuum. Das war der ehrliche Weg! Auch ein unehrlicher

stand offen und wurde leider schon von den primitivsten eingeschlagen. Er bestand darin, dass nicht länger die nötige Nahrung selber gemacht wurde, sondern lebenden oder toten Naturgenossen entnommen wurde. So entstanden die zur eigenen Ernährung unfähigen, die Saphyten und Parasiten.

Schon früh entstanden so Flecke auf den Stammbaum der Organismen; *Polytoma* ist ja schließlich nur ein fauler *Chlamydomonas*, im Allgemeinen aber blieb der Stamm der Volvocales seinen Grundsätzen getreu, erreichte aber auch nichts höheres als *Volvox*.

Es würde diesem Stamme auch nur eine Erleichterung des Daseins, keine Ausdehnung seines Verbreitungsgebietes gebracht haben, denn seine durch Flagellae bedingte Beweglichkeit band ihn für immer ans flüssige Wasser.

Die Siphonales dagegen machten von der neuen Gelegenheit ausgiebigen Gebrauch und eröffneten sich dadurch den Weg zum Landleben. Ihren Höhepunkt erreichen sie damit in der Gruppe der *Mucoraceae*. Damit ging auch eine Änderung in ihrer Fortpflanzung gepaart, denn während die unbeweglichen Siphonales ihre Abstammung von beweglichen Vorfahren in ihren Zoosporen zur Schau tragen, konnten die landbewohnenden Siphonomeceten diese Fortpflanzungsart nicht mehr verwenden; es entstanden die unbeweglichen Sporen in den Mucorineensporangien oder gar das ganze Sporangium bildete sich bei gänzlicher Unterdrückung der Sporenbildung, zur Conidie um.

Auch aus der dritten Reihe gingen Saprophyten und Parasiten hervor; aus der braunen Reihe erinnere ich nur an die farblosen Diatomeen.

Wir sehen, dass in diesem Entwicklungsgang für die höheren Organismen, für Pteridophyten und Phanerogamen und für die Metazoen noch kein Platz ist. Ihr Entstehen beruht denn auch auf einem ganz anderen Prinzip. Während die bis jetzt beschriebenen Organismen, wenigstens im Prinzip, ein elterlich sein können, also Einzelwesen sind, waren für ihre Bildung zwei Eltern nötig; es sind die höheren Organismen, wie de Vries es nennt, Doppelwesen; sie verdanken der geschlechtlichen Fortpflanzung ihr Dasein. Zwar findet sich bei manchen der obengenannten Organismen ebenfalls eine geschlechtliche Fortpflanzung, aber sie hat noch nicht zur Bildung des Körpers dieser Organismen beigetragen, während der Körper der zwei elterlichen Wesen der geschlechtlichen Vereinigung zweier Energiden sein Dasein verdankt.

Dennoch finden wir auch bei diesen Einzelwesen schon Andeutungen eines Doppelwesenkörpers. Es sei uns darum erlaubt die Entstehung der geschlechtlichen Fortpflanzung nachzuspüren.

Die geschlechtliche Fortpflanzung bestand zunächst in der Vereinigung zweier gleichwertiger Energiden, welche überdies den un-

geschlechtlichen Fortpflanzungsenergidien gleichwertig waren. Es zeigte dies Klebs an den Schwärmern von *Protosiphon*, welche sowohl ohne Kopulation als nach einer solchen zu einer neuen Pflanze auswachsen können, und von welchen man nicht bestimmen kann, was sie eigentlich sind, Zoosporen oder Gameten.

Die so entstandenen Zygoten keimen ohne weiteres zu neuen Individuen, in anderen offenbar ähnlichen Fällen aber, z. B. bei *Hydrodictyon*, bilden sich aus der Zygote zunächst vier große Schwärmer, welche bedeutend von den sonstigen Schwärmern abweichen.

Es deutet dies bereits auf einen Einfluss der geschlechtlichen Fortpflanzung, und wenn wir der Sache auf den Grund gehen, so zeigt sich, dass die geschlechtliche Fortpflanzung in allen Fällen einen neuen Zustand ins Leben ruft.

Um dies klar zu machen, sei ein nicht unbeträchtlicher Exkurs gestattet.

Wir sahen, dass bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung eine einzige Energide imstande ist, die Art zu reproduzieren, sie muss also alle erblichen Eigenschaften der Art besitzen. Bei der geschlechtlichen Fortpflanzung muss dies wohl mit jeder der Geschlechtszellen wenigstens ursprünglich der Fall gewesen sein, denn Klebs wies ja nach, dass die Schwärmer von *Protosiphon* zwar kopulieren können, aber auch jeder für sich zur Entwicklung gelangen können.

Aber auch dort, wo bereits eine Differenzierung in Makro- und Mikrogameten stattgefunden hat, besitzt offenbar jede Gamete noch diese Eigenschaft; es zeigen dies Berthold's Versuche an *Ectocarpus*. Untersuchungen höherer Lebewesen zeigten weiter, dass der Plasmaleib des männlichen Gameten mehr und mehr abnimmt und der der weiblichen Gamete mehr und mehr zunimmt, wodurch Spermatozoon und Ei entstanden.

Dennoch blieb offenbar die Vererbungskraft des Vaters ebenso groß wie die der Mutter; es zeigen dies z. B. manche Hybriden, wo der Bastard in einer Hinsicht ganz dem Vater, in anderer Hinsicht ganz der Mutter gleichen kann.

Dadurch neigte man mehr und mehr der Auffassung zu, es sei nicht die ganze Energide, sondern nur deren Kern der Träger der erblichen Eigenschaften. Aber wie den exakten Beweis zu erbringen?

Es gelang dies dem genialen Versuche Boveri's. Er wusste, dass bei Seeigeleiern eine Befruchtung kein sine qua non zur weiteren Entwicklung war, sondern sich diese auch parthenogenetisch zu neuen Individuen entwickeln konnten. Wäre es nun nicht möglich, so sann er, den Eikern einer bestimmten Spezies durch den Samenkern einer anderen zu ersetzen? Falls dies mög-

lich und falls der Kern in der Tat der Träger der erblichen Eigenschaften war, musste aus einem solchen Ei ein Tier mit rein väterlichen Eigenschaften hervorgehen; wir wissen, dass der Versuch gelang und dass damit erwiesen wurde, dass der Kern der Träger der erblichen Eigenschaften ist.

Damit war aber noch nicht erklärt, wie denn das Kind Eigenschaften vom Vater und von der Mutter zeigen konnte, denn nur bei wenigen Organismen z. B. unter den Pflanzen bei den Uredineen (Blackmann), unter den Tieren bei *Cyclops* (Häcker), um aus jedem Reiche nur einen Fall zu nennen, bleiben die beiden Kerne nebeneinander in der Zelle existieren und bleiben auch während der folgenden Teilung der Eneigiden getrennt. Bei fast allen Organismen aber verschmelzen die Kerne sofort zu einem einzigen, verlieren somit anscheinend ihre Individualität und scheinen demnach zum Tragen erblicher Eigenschaften recht wenig geeignet.

Es fragt sich also in erster Linie, gibt es vielleicht im Nukleus eine Substanz, welche mehr speziell als Träger der erblichen Eigenschaften angesehen werden darf und bewahrt diese Substanz auch nach der Kopulation ihre Selbständigkeit?

Beschäftigen wir uns zunächst mit dem ersten Teil dieser Frage. Man muss ja wohl annehmen, dass sich im Nukleus Träger erblicher Eigenschaften finden, welche wenigstens im vegetativen Leben der Pflanzen ihre Individualität behalten, denn wie ließe sich sonst erklären, dass nicht nur aus der Schwärmspore eines *Ulothrix*, sondern aus jeder x-beliebigen Zelle desselben -- man denke an die Palmellastadien -- eine neue Pflanze hervorgehen kann? Der Kern in dieser Zelle ist ja ein Abkömmling des Kernes der Schwärmspore und es muss sich dieser Schwärmsporenkern also durch viele Generationen hindurch so genau geteilt haben, dass die Töchterkerne immer genau den Elterkernen gleich waren.

Da musste also auf eine Substanz gefahndet werden, über deren gleichmäßige Verteilung bei jeder Kernteilung mit größter Sorgfalt gewacht wurde.

Diese Substanz ist schon verhältnismäßig lange bekannt: es ist das Chromatin.

Bekanntlich trifft man im ruhenden Kern das Chromatin in einem Zustande an, welchen man mit dem Namen Netzzustand belegt hat. Bereitet der Kern sich zur Teilung vor, so findet sich das Chromatin, in der Gestalt eines ununterbrochenen vielfach gewundenen Fadens: das sogenannte Knäuelstadium. Dieser Faden bricht nun in eine, für jede Spezies bestimmte Zahl von Stücken auseinander: die Chromosomen. Es finden sich also im Nukleus in diesem Stadium x Chromosomen, welche sich alsbald in einem Ring um den Äquator des Nukleus herum, anordnen. Bis jetzt ist der Nukleus intakt geblieben, aber nun fängt die Auflösung der

Membran an und Plasmafäden treten durch Öffnungen an den Polen in den Kern hinein und legen sich an die Chromosomen an. Dann spaltet sich jedes Chromosom durch einen Längsschnitt in zwei gleiche Hälften; es findet also eine gleichwertige Spaltung (Äquationsteilung) statt; die Tochterchromosomen bewegen sich auf die Pole zu, um jede Polgruppe bildet sich ein Membran und es sind zwei Tochterkerne gebildet, deren jeder, ebenso wie der Mutterkern x Chromosomen enthält.

Diese Chromosomen bilden nun Ausstülpungen welche einander gegenseitig berühren und so kommt das sogenannte Netzstadium des ruhenden Kernes zustande.

Die Chromosomen sind also die einzigen Teile des Kernes, welche während der ganzen Karyokinese ihre Individualität behalten haben. Die Tochterkerne erhalten genau so viel Chromosomen wie der Mutterkern, und nicht nur das, sondern sie bekommen je die genaue Längshälfte von jedem Chromosom, das im Mutterkern anwesend war. Auch bei allen folgenden Kernteilungen findet diese genaue Verteilung Platz, sämtliche Kerne eines sich nur ungeschlechtlich fortpflanzenden Wesens sind demnach gleichwertig.

Ein solches Wesen enthält in allen seinen Kernen x Chromosomen, ich nenne deshalb eine solche Generation die x-Generation.

Wir sagten schon, dass sämtliche Kerne der nur ungeschlechtlich sich fortpflanzenden Wesen gleichwertig sind. Wie steht nun die Sache mit den geschlechtlich erzeugten Wesen? — Wir schlossen zunächst aus der Fähigkeit einer jeden Zelle eines Ulothrixfadens die Art zu reproduzieren, dass die Kerne in diesen Zellen den Kernen der Fortpflanzungsenergidien gleichwertig sein müssten und fanden in der sorgfältigen Zweiteilung des Chromatins während der Karyokinese die morphologische Stütze für diese Wahrnehmung.

Gibt es nun ähnliche Verhältnisse bei geschlechtlich erzeugten Wesen? Kann also jede Körperzelle eines geschlechtlich erzeugten Wesens unter günstigen Umständen die Art reproduzieren! Die Antwort muss verneinend lauten, kein Teil unseres Körpers außer den Fortpflanzungszellen ist imstande, die Art zu reproduzieren; aber ist dies eine notwendige Konsequenz der geschlechtlichen Fortpflanzung, dürfen wir daraus auf das Vorkommen ungleichwertiger Kernteilungen schließen?

Die erste Frage kann verneinend beantwortet werden, denn wir wissen aus den Stecklingen, dass ein kleiner Teil des Körpers einer höheren Pflanze zur Reproduktion genügt, ja dass unter günstigen Bedingungen bei *Begonia* sogar eine einzige Epidermiszelle die Art reproduzieren kann.

Wir sehen weiter, dass bei allen Tieren und Pflanzen die

Karyokinese gleichwertig ist, dass die Töchterkerne je die Hälfte von jedem im Mutterkern enthaltenen Chromosom erhalten, und wir schließen daraus auf die Gleichwertigkeit aller Kerne im Körper der geschlechtlich erzeugten Wesen.

Der Umstand, dass unsere Körperzellen nicht imstande sind, die Art zu reproduzieren, suchen wir lieber in der Unmöglichkeit, die nötigen Bedingungen zu beschaffen, als mit Weissmann auf eine Ungleichwertigkeit ihrer Kerne zu schließen. Für uns sind also sämtliche Körperzellen potentiell imstande, die Spezies zu reproduzieren.

Dennoch gibt es ein Unterschied zwischen dem Körper der geschlechtlich erzeugten Wesen und der ungeschlechtlich erzeugten. Am klarsten tritt dies dort zutage, wo ein Generationswechsel sich findet.

Es sei hier am altbekannten Beispiel der Farne erinnert. Eine Farnpflanze bildet in den Sporangien auf ungeschlechtlichem Wege Sporen. Diese Sporen keimen nicht zu einer neuen Farnpflanze, sondern zu einem Prothallium, das Geschlechtsenergidien hervorbringt, Spermatozoen und Eier, aus deren Kopulationsprodukt, der Zygote, durch Keimung die Farnpflanze hervorgeht.

Wir haben also habituel sehr verschiedene Pflanzen: Prothallium und Farnpflanze, von denen die erstere ungeschlechtlich, die letztere geschlechtlich erzeugt wird und es liegt auf der Hand anzunehmen, dass die geschlechtliche Fortpflanzung die Ursache dieser Gestaltverschiedenheit war.

Mag dies sein wie es wolle, die nächste Frage ist, muss denn immer die geschlechtlich erzeugte Generation eine andere Gestalt als die ungeschlechtliche zeigen? Eine einfache Überlegung lehrt uns, dass dies nicht der Fall ist; die aus einer Schwärmspore eines Ödgoniums oder aus einer Zygote derselben hervorgegangenen Pflanzen sind nicht nur habituel ähnlich, sie sind vollkommen identisch, jede kann sowohl Eier und Spermatozoen als Schwärmsporen produzieren.

Die geschlechtliche Fortpflanzung braucht also nicht nur keine habituelle Verschiedenheit der beiden Generationen zu Bedingungen, auch die örtliche Trennung von ungeschlechtlichen und geschlechtlichen Fortpflanzungszellen ist keine notwendige Folge der geschlechtlichen Fortpflanzung.

Das führt zur Überlegung, ist vielleicht eins von beiden, Prothallium oder Farnpflanze, eine Neubildung, und wenn ja, welche?

Eine cytologische Untersuchung führt zum Schlusse, dass die Kerne des Prothalliums halb soviel Chromosomen zeigen als die der Farnpflanze. Vergleichen wir die Kerne des Körpers eines Huhnes mit demjenigen seiner Eizelle, so finden wir, dass der Eizellkern nur die Hälfte der Chromosomen der somatischen

Kerne hat. Und so kommen wir zur uralten, für unlöslich gehaltenen Frage der Philosophen, was war zuerst da, das Huhn oder das Ei? Ich glaube dennoch, dass sich die Frage, phylogenetisch gesprochen, lösen lässt.

Wir sehen, dass die nur ungeschlechtlich sich fortpflanzenden Wesen x Chromosomen in die Kerne führten. Die Frage ist also, welche der beiden Generationen ist die x-Generation? Falls die Farnpflanze die x-Generation wäre, würde das Prothallium eine $\frac{1}{2}$ x-Generation sein, wäre das Prothallium das Homologon der x-Generation, so wäre die Farnpflanze eine 2x-Generation.

Da wir sahen, dass die ursprünglichen Wesen aus einer x-Generation bestehen, lautet die Frage also, war das Entstehen einer $\frac{1}{2}$ x-Generation oder das Entstehen einer 2x-Generation die notwendige Folge der geschlechtlichen Fortpflanzung?

Zur Lösung dieser Frage sind Klebs' Untersuchungen an den Schwärmern von *Protosiphon* von größtem Interesse. Klebs zeigte, dass ein Schwärmer dieser Pflanze sowohl ohne Kopulation als mit einer solchen zu einer neuen Pflanze auswachsen kann. Wir haben es also dort mit einer sehr primitiven geschlechtlichen Fortpflanzung zu tun und demnach allen Grund, anzunehmen, dass die ursprünglichen Geschlechtszellen unveränderte ungeschlechtliche Zellen sind, beide also der x-Generation angehörig sind.

Die Kenntnis der Vorgänge der geschlechtlichen Fortpflanzung zeigt uns übrigens zur Genüge, dass die Bildung einer 2x-Generation ein notwendiges Postulat der geschlechtlichen Fortpflanzung ist, während wir für die Bildung einer $\frac{1}{2}$ x-Generation gar keine Ursache finden können.

Was geschieht nämlich bei der geschlechtlichen Fortpflanzung? Die Vereinigung zweier Kerne, deren jeder eine bestimmte Zahl Chromosomen mitbringt, was, falls also die Chromosomen ihre Individualität behalten, zu einer Verdoppelung der Chromosomenzahl führen muss. Es zeigen uns übrigens, und dies scheint mir sehr wichtig, dass sowohl bei *Cyclops* wie bei den Uridinccen zwar eine Generation mit zwei Kernen in jeder Zelle vorkommt, nicht aber eine mit einem halben Kern.

Die Frage ist also, behalten auch bei der geschlechtlichen Fortpflanzung die Chromosomen ihre Individualität? Kann man also in den Kernen des Kindes väterliche und mütterliche Chromosomen unterscheiden. In den Zellen von *Cyclops* lässt sich, wie gesagt, der väterliche und mütterliche Kern unterscheiden und neuere Untersuchungen haben gezeigt, dass sich z. B. bei *Brachystola*, eine Heuschrecke, väterliche und mütterliche Chromosomen unterscheiden lassen.

Besonderes Interesse haben aber speziell die Untersuchungen Rosenberg's über eine Hybride zwischen *Drosera longifolia* und

D. rotundifolia. Die Fortpflanzungsenergiden von *D. longifolia* enthalten 20 Chromosomen im Kern, diejenigen von *D. rotundifolia* 10; es zeigte sich nun, dass im Zygotenkern 30 Chromosomen anwesend waren.

Wir sahen also, dass ein notwendiges Postulat der geschlechtlichen Fortpflanzung die Bildung eines Kopulationskernes mit 2x Chromosomen ist. Wir sahen ebenfalls, dass die Kernteilung auch im Körper der geschlechtlich erzeugten Wesen eine gleichwertige ist. Das führt aber zum Schlusse, dass geschlechtlich erzeugte Wesen Fortpflanzungszellen mit 2x Chromosomen bilden würden, die nächste Generation also 4x besitzen würde, die folgende 8x etc. und schließlich würde der Körper ganz aus Chromosomen bestehen. Dies ist nun offenbar unmöglich und auch die Wahrnehmung zeigt, dass dem nicht so ist, die Zahl 2x wird nicht überschritten.

Wir kommen also zu diesem Resultat:

Die geschlechtliche Fortpflanzung führte zur Bildung eines Kernes mit 2x Chromosomen, brachte aber zugleich die Notwendigkeit einer nachträglichen Trennung dieser Chromosomen mit sich. Der Grund dazu lässt sich erblicken, es treten bei der geschlechtlichen Fortpflanzung zum ersten Male Chromosomen verschiedener Organismen zusammen, es kann uns nur natürlich erscheinen, dass diese die Neigung haben, sich wieder zu trennen. Man kann sich vorstellen, dass diese Neigung nach und nach geringer wird und immer weiter hinausgeschoben wird, so dass es uns nicht wundern würde, falls bei den ursprünglichen geschlechtlich sich fortpflanzenden Wesen die Trennung sehr bald nach der Kopulation, bei den höheren erst viel später stattfand.

Die erste Frage ist also, kennen wir eine Reduktion der Chromosomenzahl bei geschlechtlich erzeugten Wesen? Die Antwort ist bejahend; sowohl bei den höheren Pflanzen als bei den höheren Tieren findet sich eine solche Reduktion, z. B. bei den Farnen bei der Bildung der Sporen, bei den Tieren bei der Bildung der Eier und Spermatozoen.

Nun werden sowohl bei Tieren wie bei Pflanzen die Fortpflanzungszellen sozusagen in Paketen von vier abgeliefert, d. h. es entstehen immer aus einer bestimmten Art Zellen vier Sexualzellen oder vier Makro- resp. Mikrosporen¹⁾. Diese bestimmte Zellenart belegte ich mit einem Namen, welcher sowohl für primäre Oozyte, primäre Spermatozyte als für Makrosporenmutter-(richtiger großmutter)zelle verwendet werden kann; ich wählte dafür den Namen Gonotokonten, von *γονότοκος*, der Nachkommenbildner. Dieser

1) Ich führte für die Sexualzellen und für Makro- und Mikrosporen einen Kollektivnamen ein und bezeichnete beide als Gonen, von *γονος*, der Nachkomme.

Gonotokont war dadurch bereits auffallend, dass er eine längere Ruheperiode durchmachen kann; in unserem nördlichen Klima kann diese Ruheperiode sogar viele Monate anhalten, indem der Gonotokont (als Sporenmutterzelle¹⁾ z. B. bei den Farnen) überwintert. Der Chromatinfaden des Gonotokonten hat sich aus 2x Chromosomen gebildet. Es zeigt sich aber, dass während der Ruheperiode sehr bedeutende Änderungen stattgefunden haben, denn am Ende der Ruheperiode bricht der Faden nicht in 2x, sondern nur in x Chromosomen auseinander. Die numerische Reduktion der Chromosomen findet also ohne jede Vermittlung während der Ruheperiode des Gonotokonten statt.

Es zeigt sich dann, dass die aus dem Chromatinfaden hervorgehenden Chromosomen öfters bedeutend dicker sind als diejenigen, aus welchen sich der Faden gebildet hatte. Da die Zahl der Chromosomen auf die Hälfte reduziert, die Dicke bis auf das Doppelte gewachsen ist, liegt es auf der Hand, die dicken Chromosomen dadurch entstanden zu denken, dass zwei Chromosomen sich seitlich (mit den langen Seiten) aneinander geschmiegt haben²⁾. Die Reduktion der Chromosomen ist also nur eine scheinbare, denn de facto bestehen diese dicken Chromosomen aus zwei aneinander geschmiegteten, sind also bivalent. Auch scheint es vorzukommen, dass die Bivalenz nicht durch seitliche Aneinanderschmiegun, sondern durch Hintereinanderliegen zustande kommt (Bivalenz von Häcker)³⁾.

Ich werde also das erste Stadium der Gonotokonten als das univalente, das zweite als das bivalente bezeichnen. Im letzten Stadium, kurz bevor der Gonotokont zur Bildung der Gonen schreitet, finden wir öfters das bivalente Chromosom übers Kreuz gespalten, so dass eine Scheitelansicht uns eine Tetrade zu Gesicht führt. Ich möchte dies das Tetradenstadium des Gonotokonten nennen. Die Zahl der Tetraden ist also die Hälfte der Anzahl univalenter Chromosomen, welche zusammen den Chromatinfaden des Gonotokonten bildeten. Bei der jetzt stattfindenden Teilung, wodurch sich die Mutterzellen der eigentlichen Gonen bilden, kommt eine dieser Spaltungen zur Perfektion und erhalten die beiden Gonenmutterzellen je eine Dyade. Fassen wir jetzt einen bestimmten Fall ins Auge und beschäftigen wir uns mit dem Ursprung der Eizellen eines weiblichen Tieres (Fig. 1), dann zeigt sich jetzt in dieser Eimutterzelle ein ganz eigentümliches und, wie ich meine, höchst wichtiges Verhalten. Die Dyade fängt an, eine Wendung um 90° auszuführen, weshalb ich dieses Stadium das

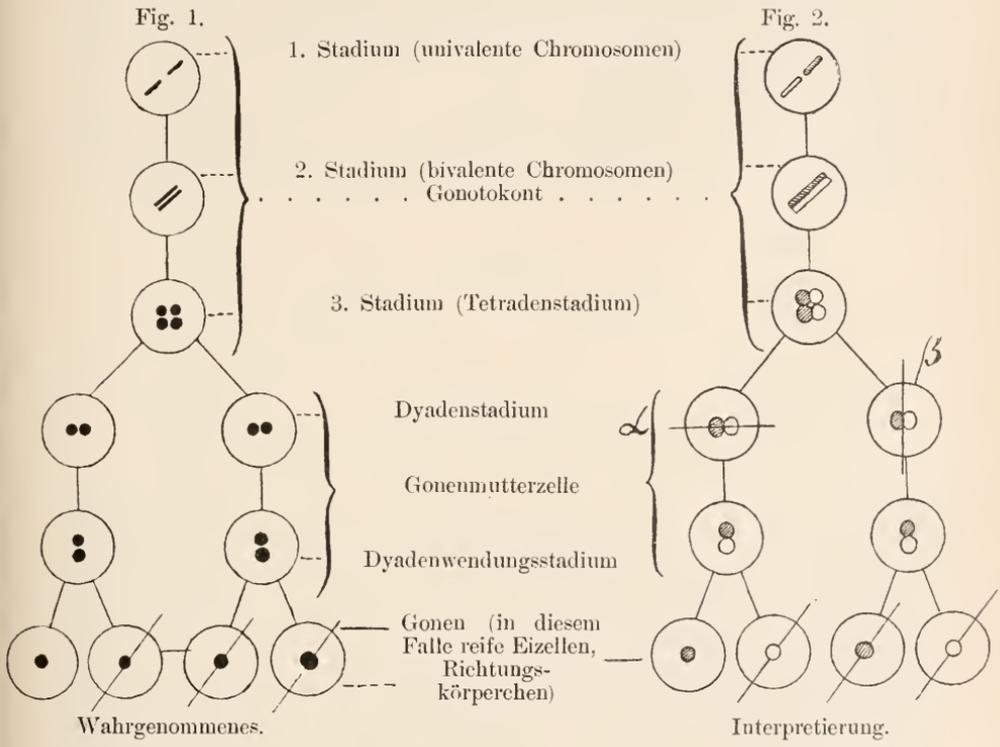
1) Dieser Ausdruck ist eigentlich grundfalsch, es ist die Sporengroßmutterzelle.

2) Dies ist aber keineswegs zwingend, denn es könnte die größere Dicke auch durch Kontraktion entstanden sein.

3) Für diese Fälle siehe Lotsy in Flora 1904.

Wendungsstadium nenne. Bei der jetzt stattfindenden Bildung der reifen Eier tritt die zweite Spaltung des bivalenten Chromosomes ein und erhält jedes Ei resp. Polkörperchen sein univalentes Chromosom.

Soweit die wahrgenommenen Facta; jetzt deren Interpretierung (Fig. 2). Die Hälfte der Chromosomen der Zellen des Kindes stammt vom Vater, die Hälfte von der Mutter. Diese bilden dadurch, dass sie sich der Länge nach aneinander legen, den Kernfaden. Da dieser durch Spaltung (Äquationsteilung) jedesmal auf



die Tochterzellen übergeht, befinden sich in den Nukleus des Kindes während des ganzen somatischen Lebens sowohl väterliche wie mütterliche Chromosomen. Da die absolute Zahl für unsere Zwecke ganz nebensächlich ist, wiederhole ich, dass wir einen ganz hypothetischen Fall annehmen, wobei die Fortpflanzungszellen je ein einziges Chromosom enthalten. Stellen wir die väterlichen Chromosomen durch einen lichten, die mütterlichen durch einen schraffierten Raum dar, dann wird der Chromatinfaden der somatischen Kerne so: dargestellt. Der Gonotokont erhält also auch einen solchen aus zwei univalenten Chromosomen zusammengesetzten

Chromatinfäden. Bei der sogen. numerischen Reduktion legen diese Chromosomen sich z. B. der Länge nach aneinander (Stadium der bivalenten Chromosomen). Jetzt spalten sich beide Chromosomen, welche zusammen das bivalente Chromosom bilden, der Länge nach, und so entsteht das Dyadenstadium der Eimutterzelle. In der Eimutterzelle befinden sich also de facto noch zwei Chromosomen, ein väterliches und ein mütterliches, gerade wie in den somatischen Zellen, nur mit dem Unterschiede, dass bei den somatischen Zellen diese Chromosomen hintereinander, hier nebeneinander liegen. Es ist nun klar, dass die folgende Teilung (Fig. 2) sehr verschieden sein wird, je nachdem diese in die Ebene α oder in die Ebene β stattfindet. Eine Teilung in der Ebene α würde nichts Neues bringen, die Deszendenten würden wieder zwei Chromosomen, ein väterliches und ein mütterliches, erhalten; dagegen würde eine Teilung in der Ebene β eine Trennung zwischen väterlichen und mütterlichen Chromosomen bedeuten und die Teilungsprodukte würden je nur ein univalentes Chromosom enthalten.

Fig. 2a.

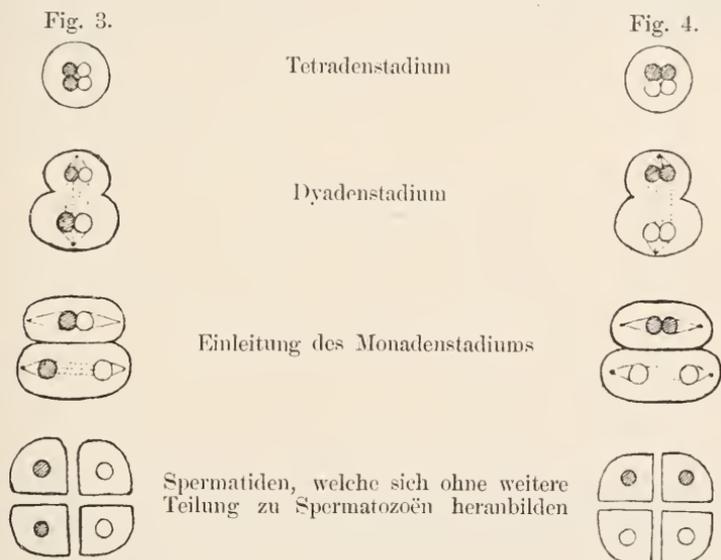
Ausstoßung der Polkörperchen bei *Asterias*.

In welcher Ebene findet nun die folgende Teilung statt? Vorläufig tritt sie gar nicht ein. Es vollzieht sich zunächst eine Wendung, die deswegen von so hoher Bedeutung ist, weil sie die Richtung andeutet, in welcher das zweite Polkörperchen ausgestoßen wird, und weil diese Richtung dieselbe ist, in welche das erste Polkörperchen ausgestoßen wurde. Dass beide Polkörperchen nach derselben Seite ausgestoßen werden, geht aus obenstehender Figur von Hertwig bei *Asterias* zur Genüge hervor. Die Teilung findet also im zweiten Falle in eine Ebene parallel zu α (Fig. 2) statt. Ohne Wendung würden also beide Teilungen gleich sein; die Wendung bringt den fundamentalen Unterschied zwischen der ersten und zweiten Teilung hervor.

Dass diese Wendung keine zwingende Begleiterscheinung karyokinetischer Prozesse bei der Gonenbildung ist, geht aus dem Verhalten bei der Bildung der Spermatozoiden hervor. Auch dort enthält der Gonotokont am Schluss seiner Ruhezeit eine Tetrade, welche wir uns in ähnlicher Weise entstanden denken.

Es geht aus nebenstehenden Figuren hervor, dass das Dyadenstadium sich in ganz ähnlicher Weise wie bei der Bildung der

Fortpflanzungszellen bildet. Aber — und dies scheint mir wichtig — ein Wendungsstadium tritt jetzt nicht ein. Es braucht dieses auch nicht der Fall zu sein, denn die zweite Reifungsteilung findet in einer Richtung senkrecht zur ersten Reifungsteilung statt, wodurch gerade, weil keine Wendung stattgefunden hat, der fundamentelle Unterschied zwischen der ersten und der zweiten Teilung zustande kommt. Die eine ist auch hier eine Äquationsteilung, die andere aber eine Trennungsteilung, wodurch die vom Vater und von der Mutter beigetragenen Chromosomen sich wieder trennen. Gibt es nun für diese Auffassung, für die Trennung der väterlichen und mütterlichen Chromosomen bei der Bildung der Fortpflanzungszellen auch weitere Stützen?



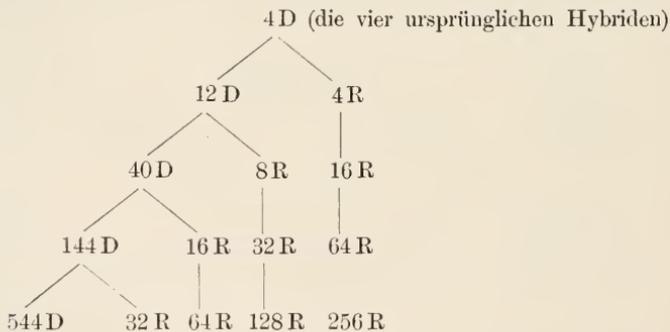
Ich meine ja, und erblicke einen solchen in den Mendel'schen Hybriden.

Bekanntlich hat Mendel zuerst die Nachkommen einer Hybridenpflanze in Reinkultur verfolgt. Greifen wir einen seiner Fälle heraus: Bei der Kreuzung einer Erbsenform mit lateralen Blüten mit einer solchen mit terminalen zeigte sich, ganz gleichgültig, welche als Pollenpflanze benutzt wurde, dass der so erzeugte Hybride laterale Blüten hervorbrachte; kein einziges Exemplar besaß terminale Blüten.

Es zeigte sich in der Hybride also nur die Eigenschaft des lateralen Elters, dasjenige des terminalen war verschwunden oder wie Mendel es ausdrückt, die Lateralität dominiert, die Terminalität war rezessiv.

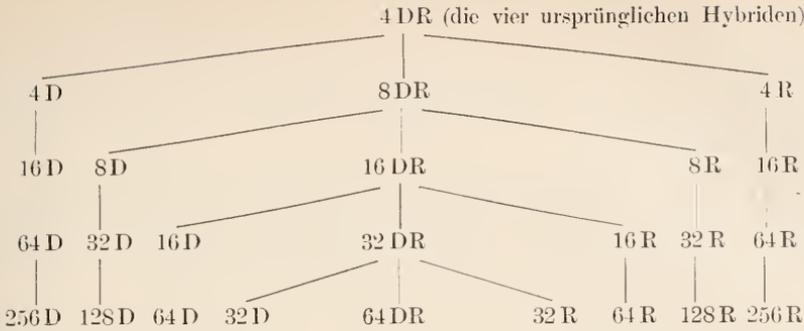
Kultiviert man jetzt einen solchen Hybriden unter strenger Selbstbefruchtung weiter, dann zeigt sich schon in der nächsten Generation das rezessive Merkmal wieder. Trägt man nun Sorge, dass jede Pflanze, mag sie nun das dominierende oder das rezessive Merkmal zur Schau tragen, immer nur von sich selbst befruchtet wird, dann bekommt man, unter Annahme, dass von jeder Pflanze immer vier Samen geerntet und ausgesät werden und auch zur Entwicklung gelangen, folgendes Schema, wobei D die Pflanzen mit dem dominierenden, R diejenigen mit dem rezessiven Merkmal zeigen.

Es zeigt sich also, dass in jeder Generation eine gewisse Anzahl Pflanzen abgespalten wird, welche wieder das rezessive Merkmal zur Schau tragen, welche also den einen Elter in voller Reinheit wiedergeben. Eigentümlich müsste diese Einseitigkeit berühren: weshalb trat nur der eine Elter bei Aussaat der Hybridensamen



wieder rein hervor und blieb bei Selbstbefruchtung konstant, während die Pflanze, welche vollständig dem anderen, dem dominierenden Elter gleich, nie konstant zu haben war, sondern in jede Generation wieder Rezessivisten abspaltete, welche wieder sofort nach ihrem Erscheinen sich als konstant erwiesen?

Da lag es auf der Hand, zu meinen, dass auch der andere Elter rein vorhanden war, aber sich dadurch, dass der Hybride nur das dominierende Merkmal zeigte, nicht von diesem unterscheiden ließ. Die genaue Verfolgung der Abkömmlinge einer jeden dominierenden Pflanze zeigten dann auch in der Tat, dass dies der Fall war. Unter den 12 dominierenden Pflanzen der ersten Generation waren vier vorhanden, welche konstant waren und nie Rezessivisten abspalteten, acht dagegen, welche zwar dem dominierenden Elter gleichen, durch ihre Deszendenz sich aber als Hybriden dokumentierten. Es zeigte sich dann auch, dass der ausgearbeitete Stammbaum folgendes Resultat lieferte:



Die DR-Reihe lässt sich nur nicht ohne weiteres erkennen, weil von dem rezessiven Merkmal eben nichts zu sehen ist. Dass beide Resultate übereinstimmen, möge aus der Addierung der letzten Generation unseres Beispiels hervorgehen.

Gefunden wurde im ersten Beispiel:

$$D = 544 \quad R = 32 + 64 + 128 + 256 = 480.$$

Im zweiten Beispiel:

$$D = 256 + 128 + 64 + 32 + 64^1) = 544$$

$$R = 32 + 64 + 128 + 256 = 480.$$

Wie lässt sich nun dieser Fall erklären? Es zeigte sich also, dass die hybriden Pflanzen, die DR-Pflanzen also, sich in jeder Generation im Verhältnis:

$$1D : 2DR : 1R \text{ spalteten.}$$

Die Lösung fand Mendel in der Annahme, dass die hybriden Pflanzen nicht hybride Fortpflanzungsenergidien, sondern reine Fortpflanzungsenergidien hervorbrachten und zwar so, dass die Hälfte der Eizellen dem Vater, die andere Hälfte der Mutter, die Hälfte der Pollenkörner dem Vater, die Hälfte der Mutter gleich waren.

Nimmt man nun weiter an, dass alle gleich leicht unter sich paaren, dann erhält man folgende Kombination:

$$(D + R) (D + R) = D^2 + 2RD + R^2$$

und da man das Quadrat einer Eigenschaft nicht sehen kann, erhält man in der Tat:

$$1D + 2DR + 1R$$

oder eine Spaltung im Verhältnis:

$$1D : 2DR : 1R,$$

was also mit den gefundenen Werten übereinstimmt.

Da man nun DR nicht von D unterscheiden kann, muss die erste Generation der Hybriden für 75% aus dominierenden, für 25% aus rezessiven Pflanzen bestehen, was mit den gefundenen

1) Es sind dies die 64DR dieser Generation, welche, da sie nur das dominierende Merkmal zeigen, als D gerechnet werden müssen,

Werten übereinstimmt. Von 16 Pflanzen: 12 dominierend und 4 rezessiv.

Das ergab also eine sehr schöne Übereinstimmung zwischen der Theorie und dem Gefundenen, aber noch eine weitere Stütze wurde aufgefunden.

Mendel sah ein, dass, falls die Auffassung, dass die Hybriden reine Fortpflanzungszellen bildeten, richtig war, eine Kreuzung des Bastardes mit dem einen Elter ein anderes Resultat haben müsste als eine solche mit dem anderen Elter, denn:

$(D + R) R$ gibt ein anderes Resultat als $(D + R) D$. Kreuzt man mit dem Elter mit dem rezessiven Merkmal, so erhält man theoretisch:

$$(D + R) R = DR + R^2$$

und da man bei DR den R-Faktor nicht wahrnehmen kann, bei R^2 das Quadrat unsichtbar ist, bekommt man

$$1D + R, \text{ also:}$$

50% Dominanten und 50% Rezessivisten. Das Experiment zeigte, dass solches in der Tat der Fall war.

Kreuzt man dagegen mit dem dominierenden Elter, so müsste man theoretisch erhalten:

$$(D + R) D = D^2 + DR$$

oder da R unsichtbar ist, nur dominierende Pflanzen. Auch hier bestätigte das Experiment die theoretische Voraussetzung.

Es zeigt sich also, dass die Trennungsteilung in Gonotokonten in der Tat eine Trennung zwischen väterlichen und mütterlichen Chromosomen ist.

Es ist dies in so hohem Maße in Übereinstimmung mit obenstehenden Erörterungen, dass ich darin eine wesentliche Stütze für die entwickelten Ansichten erblicke und demnach folgende Arbeitshypothese aufzustellen wage:

Die ursprünglichen, sich ungeschlechtlich fortplanzenden Organismen stellen eine x-Generation dar; ihre Fortpflanzungszellen enthielten also auch x Chromosomen.

Durch Kopulation ursprünglich ungeschlechtlicher Fortpflanzungszellen, entstand die geschlechtliche Fortpflanzung und wurde also eine 2x-Generation geboren¹⁾.

Dieser 2x-Zustand konnte nicht immerfort existieren bleiben, früher oder später musste die 2x-Generation einen Gonotokonten bilden, in welcher die ursprüngliche Chromosomenzahl wieder hergestellt wurde. Diese Rückkehr zur x-Generation besteht in der Trennung der väter-

1) Phylogenetisch ist also das Ei älter als das Huhn, das Prothallium älter als die Farnpflanze.

lichen und mütterlichen Chromosomen. Ihr voran geht aber die Paarung dieser Chromosomen — welche während dem ganzen vegetativen Leben des Kindes getrennt blieben — die numerische Reduktion ist der Ausdruck dieser Paarung.

In diesem Paarungsstadium, den Zygochromosomen Strasburger's erblickt de Vries den Moment, in welchem ein Substanz-austausch zwischen mütterlichen und väterlichen Chromosomen stattfindet. Es scheint mir dies ein sehr wahrscheinlicher Gedanke; ein solcher Austausch muss selbstverständlich irgendwo stattfinden; fände er nicht statt, so müssten die Enkel mit den Großeltern identisch sein.

Nach Weismann sind sie dies nicht, weil er annimmt, dass die Fortpflanzungsenergiden zum Teil väterliche, zum Teil mütterliche Chromosomen erhalten.

Wir sahen schon, dass dies höchstwahrscheinlich bei den Mendel'schen Hybriden nicht vorkommt, doch sprechen gewisse Sachen dafür, dass in der Tat eine Verteilung, wie Weismann meint, vorkommen kann.

Ich meine damit nicht, dass die intermediären Arthybriden per se in den Fortpflanzungsenergiden gemischte Chromosomen enthalten müssen, denn die de Vriese'sche Annahme eines Substanz-austausches genügt selbstverständlich ebenfalls zur Erklärung der intermediären Merkmale, sondern ich ziele damit auf die Rosenberg'sche Droserahybriden.

Drosera rotundifolia besitzt in ihrem Körper Kerne mit 20 Chromosomen, *Drosera longifolia* solche mit 40. Die eine Spezies hat also 10, die andere 20 Chromosomen in den Kernen der Fortpflanzungszellen.

Demgemäß zählt die Hybride zwischen beiden in ihrem Körper $20 + 10 = 30$ Chromosomen. Dies ist also die 2x-Generation, in solchen Fällen vielleicht zweckmäßig als $x + y$ -Generation zu bezeichnen. Falls die oben entwickelte Meinung allgemein gültig wäre, müssten im Gonotokonten des Bastardes, Gonen mit zum Teil 10, zum Teil 20 Chromosomen gebildet werden. Dies geschieht auch in der Tat, daneben werden aber solche mit 15 Chromosomen gebildet.

Ich erblicke nun in der Tatsache, dass hier wirklich Gonen mit 10 und andere mit 20 vorkommen, eine gewünschte Stütze für unsere Meinung; dass daneben auch solche mit 15 Chromosomen vorkommen, bin ich geneigt, als eine pathologische Erscheinung zu deuten, verursacht durch die Hybridisation zwischen zwei Arten.

Dennoch deutet das Vorkommen darauf hin, dass man nicht ohne weiteres Weismann's Meinung verwerfen darf.

Regel ist dies aber wohl sicher nicht; wo es vorkommt, erblicke ich darin einen sekundären Umstand, ursprünglich ist wohl die reine Trennung väterlicher und mütterlicher Chromosomen.

Es fragt sich jetzt, wie hat sich 2x-Generation gebildet, trat sie sofort als 2x-Generation zutage oder nicht?

Es ist selbstverständlich, dass es im Prinzip gleichgültig ist, wann die numerische Reduktion der Chromosomen stattfindet. Man kann sich denken, dass die Zygote sofort zum Gonotokonten wird oder dass sich die Zygote erst viele Male teilt und so eine 2x-Generation bildet, die erst am Ende ihrer Entwicklung Gonotokonten bildet.

In der Tat wird meiner Meinung nach bei den einfachsten sich geschlechtlich fortpflanzenden Wesen die Zygote direkt zum Gonotokonten, *Hydrodictyon*, *Oedogonium*, und bildet so die Gonen, hier vier Schwärmer, später teilte sich die Zygote einige Male gleichwertig, so dass eine mehrzellige 2x-Generation entstand, welche ja schließlich zu der großen 2x-Generation der höheren Pflanzen und Tiere führte, wodurch die x-Generation mehr und mehr in den Hintergrund geriet.

Die Gonenbildung braucht also keineswegs, wie jetzt bei Farnen, Phanerogamen und höheren Tieren am Ende der 2x-Generation zu geschehen, phylogenetisch hat sie sogar zuerst am Anfang, sofort nach der Bildung der Zygote stattgefunden. Die ganze 2x-Generation ist eine sekundäre Bildung.

Interessant ist in dieser Hinsicht, dass auch Weismann, auf zoologischer Seite, annimmt, die Bildung der Geschlechtszellen (Gonen) habe ursprünglich am Anfang der Ontogenese stattgefunden.

Die Gelegenheit zur Bildung einer 2x-Generation wurde zunächst nur zagend verwendet, doch schon bei den Farnen in vollem Glanze auftretend, verdrängte sie bei den Phanerogamen und höheren Tieren, die x-Generation fast völlig.

Dass unser geologischer Stammbaum so lückenhaft ist und dass wir gar keine Ahnung haben, wie sich die Farne eigentlich entwickelten, liegt wohl in der zarten Beschaffenheit der primitiven 2x-Generation. Es nimmt ja kein Wunder, dass die Prothallien nicht fossil gefunden werden, ebensowenig darf man aber erwarten, eine auf niederer Stufe stehende 2x-Generation zu finden, da diese erst auf hoher Entwicklungsstufe fossilisiert werden konnte. Dass sogar jetzt die Ausbildung einer großen 2x-Generation nicht notwendig ist, zeigen Lang's Prothallia mit Sporangien. Eine Kernkopulation muss aber wohl dieser Bildung vorgegangen sein, etwa wie diese nach Farmer bei den apogam gebildeten Farnen stattfindet.

Wie man sieht, ist bei den Pflanzen der Ausdruck x-Generation mit Gametophyt, der Ausdruck 2x-Generation mit Sporophyt gleich-

wertig. Die hier verwendeten Ausdrücke sind aber einer weiteren Verwendung als diese fähig. Ist es schon misslich, eine Pflanze, welche wie ein *Vaucheria* z. B. Zoosporen und Gameten fortbringt, mit dem Namen Gametophyt zu bezeichnen, geradezu gefährlich könnte es werden, einen Menschen ein Sporozoon zu schelten!

Zur Begründung oder Widerlegung obiger Hypothese sind genaue Untersuchungen der Keimungsgeschichte von Zygoten niederer Algen und Pilze sehr erwünscht, mit anderen Worten, es ist zu bestimmen, wo bei den verschiedenen Lebewesen der Gonotokont liegt. Es ist aus diesem Grunde, dass ich die Hypothese eine Arbeitshypothese nannte.

Es mag vielleicht untenstehende Tabelle ein Hilfsmittel zu solchen Untersuchungen bilden.

Es scheint mir angebracht, zu vermuten, dass folgende Fälle sich nachweisen lassen werden:

A. Bei autotrophen Pflanzen.

I. Die Zygote wird sofort zum Gonotokonten:

- a) Bildet vier Gonen: *Mesotaeniaceae*, *Hydrodictyon*, *Bulbochete*, *Oedogonium*, alle mit vier aus der Zygote hervorgehenden Schwärmern.
- b) Bildet vier Gonen, aber zwei gehen zugrunde: *Closterium*, *Cosmarium* und alle Desmidiaceen mit zwei Keimlingen in der Zygote.
- c) Die Zahl der ausgebildeten Gonen variiert von 1—3, die Zahl der Zugrundegehenden von 3—1 . . . *Stephanosphaera* (1—3 Schwärmer werden in der Zygote gebildet).
- d) Nur eine Gone wird ausgebildet, die drei anderen rudimentär . . . Alle Zygoten, aus welchen nur ein Individuum der x-Generation angehörig sich entwickelt. Also der gewöhnliche Fall bei den Algen. Zytologisch ist dies noch gar nicht untersucht. Ich erwarte, dass dort drei Kerne zugrunde gehen und nur einer übrig bleibt. Den Fall haben wir nicht unwahrscheinlich bei *Spirogyra*. Dort teilt sich nach Chmielevsky der Zygotenkern in vier Kerne, von denen zwei zugrunde gehen, zwei sich wieder vereinigen. Falls letzteres ein Irrtum wäre und der eine Kern, welcher übrig bleibt, sein Überleben dem Zugrundegehen der drei übrigen verdankte, hätten wir hier den theoretisch verlangten Fall.

II. Die Zygote teilt sich in eine ganz in der Zygote beschlossen bleibende 2x-Generation, sterile Zellen sind in der 2x-Generation noch nicht vorhanden, sondern:

1. Die einen resp. zwei Zellen der 2x-Generation bilden je vier Schwärmer: *Sphaeroplea*.
 2. Die zwei resp. vier Zellen der 2x-Generation bilden je vier Schwärmer: *Coleochaete*.
 3. Die zwei Zellen der 2x-Generation bilden unbewegliche Sporen: *Bangia*, *Porphyra*.
- III. Die 2x-Generation tritt aus der Zygote heraus.
- A. x-Generation und 2x-Generation sind beide freilebend und von gleicher Form . . . *Dictyota*.
 - B. Die 2x-Generation ist von der x-Generation verschieden, die 2x-Generation die kleinere.
 - a) Kann ihre eigene Nahrung ganz oder zum Teil während des ganzen Lebens bereiten . . . Florideen.
 - β) Kann, wenigstens in erwachsenem Zustande, ihre Nahrung nicht bereiten . . . *Musci*.
 - C. Die 2x-Generation größer als die x-Generation.
 - a) x- und 2x-Generation wenigstens in einem Geschlecht autotroph.
 - a) Die x-Generation hermaphroditisch . . . homosporer Filices.
 - β) Die x-Generation eingeschlechtlich.
 1. Die weibliche autotroph, die männliche nicht . . . z. B. *Salvinia*.
 - b) Die x-Generation parasitisch und eingeschlechtlich.
 - a) Die weibliche x-Generation deutlich erkennbar . . . Gymnospermae.
 - β) Die weibliche x-Generation stark reduziert . . . Angiospermae.

B. Bei nicht autotrophen Pflanzen.

Hier gibt es zunächst Fälle, wo die 2x-Generation zwei Kerne in jeder Zelle führt, welche sich erst im Gonotokont vereinigen, um dann vier Sporen zu bilden, welche zu einem Mycel mit einkernigen Zellen sich ausbilden. So bei den Uredineen nach den schönen Untersuchungen Blachmann's, wo die Telentospore Gonotokont ist. Bei den Basidiomyceten ist wohl die Basidie als Gonotokont aufzufassen. Bei den Ascomyceten erblicke ich in den ascogenen Fäden die 2x-Generation, doch liegt dort die Sache noch recht unsicher. Bei den Siphonomeyceten halte ich die Pflanze für eine x-Generation, dagegen spricht direkt Trow's neueste Publikation über *Achlya*, wo nach ihm eine numerische Reduktion bei der Bildung der Eier vorkommen soll. Falls dies richtig, wäre ja die *Achlya*-Pflanze eine 2x-Generation. Dass ich es, trotz der großen Kompetenz dieses Autors, wage, an der Richtigkeit dieser Wahrnehmung zu zweifeln, hat seinen Grund darin, dass, falls der

Achlya-Thallus die 2x-Generation wäre, die Schwärmsporen dieser Pflanze den Gameten nicht homolog sein würden, was ja phylogenetisch nicht wahrscheinlich ist.

Bei den höheren Tieren ist die x-Generation auf die Geschlechtszellen beschränkt, der Körper ist ja die 2x-Generation.

Phylogenetisch hat sich also erst die x-Generation ausgebildet, bis z. B. *Caulerpa*, *Fucus* etc. Später aber ist die x-Generation mehr und mehr, schließlich fast ganz von der 2x-Generation verdrängt. Die direkte Ursache des Entstehens der höheren Wesen war also die geschlechtliche Fortpflanzung.

Ich will nur noch auf einige Folgerungen dieser Hypothese hindeuten: die Parthenogenese der Gameten niederer Wesen ist nicht homolog der Parthenogenese von Gameten höherer Wesen. Im ersteren Falle wächst die weibliche Gamete zu einer x-Generation, im zweiten zu einer 2x-Generation aus. Da im letzten Falle aber keine väterlichen Chromosomen vorhanden sind, empfiehlt es sich, in solchen Fällen von einer Pseudo-2x-Generation zu reden.

Vorliegende skizzenhafte Auseinandersetzungen sollen nur zu weiteren Untersuchungen anregen, bei unseren jetzigen mangelhaften Kenntnissen in dieser Hinsicht wären weitere Versuche anzugeben, wo bei den verschiedenen Klassen der Gonotokont sich findet, wohl kaum lohnend. Es soll dies eben durch neue zytologische Untersuchungen bestimmt werden.

Dezember 1904.

Ursprung und Entwicklung der Sklaverei bei den Ameisen.

Von E. Wasmann S. J. (Luxemburg).

(146. Beitrag zur Kenntnis der Myrmekophilen.)

1. Ist eine zufällige Entstehung des Sklavereinstinktes möglich?

Wie ist bei manchen Ameisenarten phylogenetisch die sonderbare Sitte entstanden, die Puppen fremder Ameisen nicht bloß zu rauben, sondern auch als Hilfsameisen für die eigene Kolonie aufzuziehen?

Die Schwierigkeiten des Problems, an dem schon viele Forscher ihren Scharfsinn versucht haben, liegt im zweiten Teile der obigen Frage. Der erste Teil bietet gar keine Schwierigkeit; denn dass Ameisen die Puppen fremder Arten als Beute rauben, bildet bloß einen Spezialfall des allgemeinen Instinktes der Raublust, der bei der ganzen Ameisenfamilie mehr oder minder stark entwickelt ist. Daher kann es leicht geschehen, dass eine Ameisenart, die hauptsächlich oder doch teilweise von Insektenraub lebt, ihre Beutezüge auch gegen fremde Ameisennester richtet und die Puppen zum Fraße nach Hause schleppt. Eine solche Raubameise ist sogar

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1905

Band/Volume: [25](#)

Autor(en)/Author(s): Lotsy Johannes Paulus

Artikel/Article: [Die x-Generation und die 2x-Generation. 97-117](#)