Zeitschrift: Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft = Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles = Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali

Herausgeber: Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

Band: 97 (1915)

Artikel: Vergleich zwischen dem Entwicklungsverlauf bei der geschlechtlichen Fortpflanzung im Pflanzen- und im Tierreich und Vorschlag zu einer Verständigung zwischen Zoologen und Botanikern auf Grund einer einheitlichen biologischen Terminologie

Autor: Goeldi, E.A.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-90288

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 22.11.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Vergleich zwischen dem Entwicklungsverlauf bei der geschlechtlichen Fortpflanzung im Pflanzen- und im Tierreich und Vorschlag zu einer Verständigung zwischen Zoologen und Botanikern auf Grund einer einheitlichen biologischen Terminologie

von E. A. GOELDI (Bern)

Zweierlei Faktoren waren die Veranlassung zu der gegenwärtigen Betrachtung. Erstens lag sie sozusagen auf der Bahn der durch die neuere Vererbungslehre für jeden heutigen Biologen nahegelegten allgemeineren Orientierungs-Studien zu einer breiteren Basis über das Geschlechts-Problem, — Studien, die mich die letzten Jahre über stark beschäftigten *. Sodann wurde das Interesse zu einer intensiveren Anteilnahme an diesem speziellen Fragenkomplex noch ganz wesentlich geweckt und angefacht durch die Lektüre einer nach unserer Ueberzeugung ausserordentlich verdienstvollen, neueren Schrift des franz. Naturforschers und geistreichen Entomologen Charles Janet, betitelt « *Le sporophyte et le gamétophyte du végétal, le soma et le germen de l'insecte. (Limoges 1912)* ». Aber auch die nordamerikanische Biologie hat eingesetzt mit Veröffentlichungen, welche auf eine breite Untersuchungsbasis organischen Geschehens abgestellt sind und in denen der Geistespflug Furchen gezogen hat, die eine überraschende Aehnlichkeit zeigen in ihren Richtungslinien. Wir erwähnen speziell das vortreffliche

*) Vide: *Goeldi, E. A., « Ueber das Geschlecht in Tier- und Pflanzenreich, insbesondere im Lichte der neueren Vererbungslehre »*. Ein allgemein orientierendes, vergleichend biologisches Referat. — Vortrag gehalten in der Naturforschenden Gesellschaft in Bern, den 24. April 1915. (Mit 12 Textfiguren, 66 Seiten).

Büchlein von *Sedgwick und Wilson*, «*Einführung in die allgemeine Biologie*».

Bei diesen Forschern hüben und drüben erfährt namentlich die Erkenntnis angelegentliche Betonung, dass die Lebensprozesse bei Pflanze und Tier viel grössere Uebereinstimmung erkennen lassen, als man bisher so ohne weiteres anzunehmen gewohnt war und dass im Besonderen der Entwicklungsverlauf in beiden Reichen überraschende Aehnlichkeit zeige. *Janet* ist den Einzelheiten der Fortpflanzung in seiner gewohnten gründlichen Art und Weise nachgegangen und hat die Confrontierung bei den verschiedenen Pflanzenfamilien einerseits und bei einem tierischen Paradigma, einem Insekte, andererseits konsequent durchgeführt. Das eben genannte Buch von Sedgwick und Wilson gipfelt nun geradezu in einem methodischen Vergleiche zwischen einem Farnkraut einerseits und einem Regenwurm andererseits, in anatomischer Beziehung, wie in biologisch-physiologischer Richtung. Diese Autoren gelangen da z. B. betreffend Fortpflanzungsprozess zu dem Resultat der Identität in allen wesentlichen Gesichtspunkten.

Selbstverständlich können hiebei nur Erscheinungsreihen aus dem Gebiete geschlechtlicher Vermehrung zum Vergleiche herangezogen werden. Wir wenden uns nunmehr zu der Sache selbst.

In erster Linie haben wir es mit der Erledigung einer unerlässlichen Prämisse zu tun, deren wir durchaus bedürfen, um für die Diskussion festen Boden unter die Füsse zu bekommen. Sie bezieht sich auf die Einkreisung des Begriffes «*Individuum*». Sie lautet kurz und bündig dahin, dass das Leben eines Individuums, im biologischen Sinne, einen Cyklus darstellt, der mit der Geburt aus dem Ei beginnt und mit der Hervorbringung eines identischen Eies theoretisch seinen Abschluss erreicht. Denn es ist sachlich ganz belanglos, ob ein in Frage stehendes Individuum nach Abgabe eines ersten Eies in gleicher Weise noch x-weitere, ähnliche Eier abzusetzen imstande ist oder nicht, d. h. sich in der Produktion eines einzigen Nachkommens erschöpft. Ersteres wird ersichtlicher Weise sowieso die Regel, letzteres ein seltener Ausnahmefall sein.

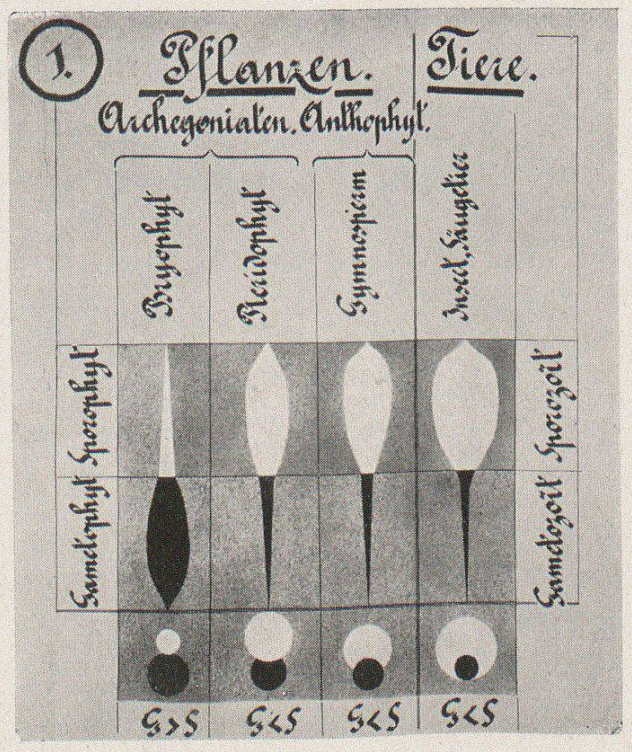

Tabelle 1. — *Schematischer Vergleich des Generations-Wechsels bei Pflanzen und Tieren.* Schwarz bedeutet allenthalben die *generative* Phase (G), weiss die *vegetative* Phase (S). — Die oberen beiden Querkolonnen orientieren hauptsächlich über die *relative Bedeutung* jeder der beiden genannten Haupt-Phasen am Lebensverlauf eines pflanzlichen (3 vordere Längskolonnen), beziehungsweise tierischen Individuums (4. Längskolonne). Die untere Querkolonne dagegen bezweckt namentlich, in bicyklischer Darstellungsweise das Charakterische hervorzuheben an den gegenseitigen *räumlichen Lagerungsverhältnissen* zwischen beiden Generations-Haupt-Phasen. — Die Tabelle belehrt somit in der vordersten Kolonne nicht nur darüber, dass an einem niedriger stehenden kryptogamischen Gewächs (Bryophyt) dem gametophytischen Lebensabschnitt im Vergleich zum sporophytischen, überwiegende Bedeutung zukommt (was ebenfalls durch die Formel $G > S$ auf der untersten Querzeile zum Ausdruck gelangt), sondern dass auch die beiden Abschnitte in ihrer äusserlichen Aneinanderlagerung sich sozusagen wie zwei locker verbundene Individuen verhalten. Genau den umgekehrten Fall illustriert die hinterste Längskolonne (Tier: Insekt): einerseits Ueberwiegen des Sporozoït-Abschnittes über den Gametozoït-Abschnitt ($G < S$) und andererseits komplette Binnenlagerung des generativen Apparates innerhalb der vegetativen Leibespartie. Beachtenswert ist hiebei insbesonders der durch 4 aufeinanderfolgende Stadien veranschaulichte Grad zunehmender Abhängigkeit des Gametobionten vom Sporobionten.

(Original von E. Göldi, umgezeichnet von Walther Göldi.)

Die Vorstellung von der *cyklischen Gestalt der Lebensbahn eines pflanzlichen oder tierischen Individuums* mit den beiden angegebenen Punkten als Anfang und Abschluss erweist sich in hervorragender Weise praktisch anwendbar zu graphischer Verwertung. So ist sie denn auch in ausgiebigem Masse von mir herangezogen worden zur bildlichen Darstellung und mein gesamtes hier vorliegendes Demonstrationsmaterial in Tabellen ist auf dieser logischen Grundlage zustande gekommen.

Die *prinzipielle Gleichartigkeit im Entwicklungsverlauf bei Pflanze und Tier* liegt indessen nicht so offenkundig zutage, dass sie auf den ersten Blick auf jedermann überzeugend wirken könnte. Es gehört ein gewisses Mass von naturwissenschaftlichen Kenntnissen dazu und etwelche Vertiefung in die Materie.

Bloss demjenigen, der vor eigener Forschungsarbeit und einiger Denkanstrengung nicht zurückscheut, wird die Ueberraschung zuteil, wahrzunehmen, dass das was hinter den beiden Vorhängen links und rechts, welche anscheinend den Eingang zu zwei getrennten Gemächern markieren, liegt, in der Wirklichkeit einen einheitlichen Raum darstellt. Die Systematisierung des Entwicklungsverlaufes ist auf botanischem Gebiete intensiver und konsequenter vorgenommen und ausgebaut worden, was wir Zoologen loyal anerkennen wollen. Freilich liegen die Dinge hier im allgemeinen dank ihrer *Aussen-Situation* besser ersichtlich und bequemer kontrollierbar vor; namentlich gilt dies für die unteren Schichten der pflanzlichen Organismen-Reihe.

Bei den *Tieren* ist zwar der Entwicklungsverlauf auch schon seit geraumer Zeit studiert und befriedigend aufgeklärt worden; aber eine von der Natur mit anscheinend neidischer Absicht versteckte *Innen-Lagerung* liess den mit der Entwicklung verknüpften Erscheinungskomplex bisher eher als etwas Eigenartiges, Abweichendes erscheinen und trübte den Blick zur Erkenntnis der hinter den Einzel-Phänomenen sich verbergenden prinzipiellen Aequivalenz und Identität. Die Botaniker haben bei diesem geistigen Tunnelbau einen stattlichen Stollen in den Berg eingetrieben und schachten weiter, unbekümmert um die Arbeit der zoologischen Kollegen auf der entgegenge-

setzten Seite des Berges, wo härteres Gestein das Vorwärtskommen erschwert und verlangsamt. So kommt es denn, dass es an erspriesslichem Zusammenwirken seitens der beiden Lager mangelt und beim Fortfahren in ungleichem Arbeitstempo und ungleicher Arbeitsrichtung ein bedauerliches Verfehlen zu befürchten ist. Es ist an der Zeit und dringend wünschenswert, öftere Kontrolle und Verifikation eintreten zu lassen, ob hüben und drüben die Stollen-Axe genau eingehalten wird, um ein Zusammentreffen in absehbare Nähe zu rücken.

Dies ist umso nötiger, angesichts des fatalen Umstandes, dass man hüben und drüben ein verschieden lautendes Idiom redet, divergente Ausdrücke für ein und dieselbe Sache braucht. Dass da Remedur geschafft werden muss, kann wohl für keinen Naturforscher zweifelhaft sein, dem es Ernst ist, mit dem Bestreben der Einheit und Einfachheit auf der Suche nach Wahrheit.

Rücken wir dem Kern unseres Themas näher. *Der Schlüssel zum Verständnis des wahren Sachverhaltes beim Fortpflanzungs-Kreislauf von Pflanze und Tier liegt in der scharfen Erkenntnis vom Vorhandensein eines Generations-Wechsels, der einerseits ebensowohl das Einigende darstellt zwischen beiderlei Organismen-Reihen, als auch andererseits hüben und drüben Verschiedenheit der Abstufung wahrnehmen lässt.*

Das Wesen dieses Generations-Wechsels besteht darin, dass im Lebenskreislauf eines jeden Organismus zwei grössere Hauptabschnitte unterschieden werden können: Die eine aufsteigende Hälfte der Kreiskurve entfällt auf die *vegetative Wachstumsperiode* des jungen, aus dem befruchteten, sexuell veranlagten Ei hervorgegangenen Pflanzen- oder Tier-Organismus, bis zu dem Alter, wo seine eigenen Fortpflanzungsorgane leistungsfähig geworden sind. Die andere, absteigende Hälfte der Kreiskurve entspricht speziell der *reproduktiven* oder *generativen Lebensperiode,* an der die Bildung, Ausreifung, Abstossung und Verschmelzung geschlechtlicher Keimzellen die eigentlich bezeichnende Funktion darstellt. Die *vegetative* Wachstumsperiode wird als *ungeschlechtliche, asexuelle Generation* oder *Agamogonie* bezeichnet; die *reproduktive* Lebensperiode dagegen als *ge-*

schlechtliche, sexuelle oder *Gamogonie* angesprochen. (Tabelle I: *a)* sexuelle Generation schwarz; *b)* sexuelle weiss).

Durchsichtig liegen nun diese Verhältnisse im Pflanzenreich vor und zwar ganz besonders bei den einfacher organisierten, niedrigeren, kryptogamischen Gewächsen, den *Bryophyten* oder *Moosartigen.* (Vorderste Kolonne, links). Immer noch deutlich ersichtlich heben sie sich ab bei den nächst höheren kryptogamischen Gewächsen, den *Pteridophyten* oder *Farnartigen.* Zweite Kolonne, links). Behält man die bei den Kryptogamen vorhandenen Umstände wohl im Auge, so wird man auch bei den Blütenpflanzen, sowohl Nacktsamigen, als Bedecktsamigen, zu der Erkenntnis vom Vorhandensein der beiden, eben charakterisierten Generationen gelangen. (Dritte Kolonne). Doch macht sich hier schon eine Tendenz bemerklich, den Geschlechts-Abschnitt des Kreislaufes von der Aussenfläche nach innen zu verlegen und ihn überhaupt zeitlich und räumlich in Nachteil zu bringen gegenüber dem Wachstumsabschnitt. Es gehört endlich allerdings etwelches Abstraktionsvermögen dazu, zu der Erkenntnis vorzudringen, dass am Curriculum vitæ eines Tieres (vierte Kolonne), die beiden Generationen immer noch zu erkennen sind. Sie weisen aber stark veränderte Wechselbeziehungen vor allem hinsichtlich gegenseitiger Lagerung auf. Es ist nämlich die bereits bei den Anthophyten anhebende Verschiebung der geschlechtlichen Generation nach innen zur vollendeten Tatsache geworden, so dass hier beim Tier eine ähnliche Präponderanz der *ungeschlechtlichen* Generation Platz greift, wie wir sie im Pflanzenreich, unten auf der Anfangsstufe, die durch die Bryophyten eingenommen wird, im invertierten sinne zugunsten der sexuellen Generation angetroffen haben. Eine gründliche Umlagerung und totale Umkehrung hat stattgefunden. Dass aber der Reproduktionsprozess bei Tier und Pflanze prinzipiell nach demselben Schema verläuft und sich lediglich nur durch andere Verhältnisse der Organanordnung im Raume unterscheidet und dass das Tier gegenüber den obersten pflanzlichen Geschöpfen, den Anthophyten, bloss eine mässig entfernte weitere Stufe darstellt, dürfte allen denjenigen sofort klar werden, welche über den Werdegang in beiden

Naturreichen genügende Orientierung zu eigenem Urteil besitzen.

In der durch unsere Tabelle absichtlich recht drastisch hervorgehobene Gegensätzlichkeit zwischen beiden Generationen war für die Botaniker zumal ganz besonders die Veranlassung geboten, dem Gesetz des Generationswechsels eine integrierende Wichtigkeit und prinzipielle Bedeutung beizumessen. Sie wurden förmlich dazu gezwungen, sowohl vom morphologischen Standpunkte aus, als vom biologischen, sobald sie das von der pflanzlichen Stufenleiter gebotene Erscheinungsmaterial unter einem einheitlichen Gesichtswinkel sichten wollten. Sie sind denn auch zur Aufstellung einer eigenen Nomenklatur vorgeschritten, die selbstredend für die internen Zwecke ihrer Disziplin zugeschnitten ist. Sie hantieren mit Begriffen, die ihnen durch Tatsachen auf der breiteren Basis ihrer Beobachtungsdomäne nahegelegt wurden. Die zähe Konsequenz, mit welcher sie ihre neue Terminologie in der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der Pflanzen zur Geltung zu bringen, muss nun auch uns Zoologen zur Aufmerksamkeit zwingen. Es ist Zeit, dass wir prüfend an die Frage herantreten, wieviel von den botanischen Neuerungen auf den Rang eines allgemeinen biologischen Postulates Anspruch erheben kann, oder mit andern simpeln Worten, dass wir nachsehen, was wir auch im zoologischen Betrieb und Haushalt brauchen können.

Die Botaniker sind durch mehrfache gewichtige Gründe zur Auffassung gelangt, dass *am Lebenszyklus der pflanzlichen Art sich die beiden Generationen zu einander verhalten, wie zwei komplementäre Individuen.* Da auch der vitale Verlauf jedes der beiden Individuen für sich selbst wiederum zyklisch gedacht werden kann, bietet sich unserer Vorstellung z. B. der Ausgangstypus unter dem Bilde eines gleichartigen Doppelringes dar, mit einer äusserlichen Anschweissungsstelle (Kolonne I, untere Reihe). Die vier Bilder der unteren Querreihe entsprechen den vorgenannten verschiedenen Entwicklungsetappen in der Organismenkette, in Verfolgung dieses Gedankenganges bizyklischer Kombinationsanordnung für die beiden alternierenden Generationen. *Das eine Individuum, welches am monozyk-*

lischen Bild dem aufsteigenden Halbkreis entspricht, am bizyklischen Bilde dem oberen, lichten Kreise, das ungeschlechtliche-agamogone Individuum, dessen Tätigkeit lediglich auf vegetatives Wachstum eingezirkelt ist, wird von der botanischen Sprache als Sporophyt bezeichnet. Das andere Individuum hingegen, am monozyklischen Bilde dem absteigenden Halbkreis, am bizyklischen dem unteren, schwarz gehaltenen Kreise entsprechend, das geschlechtliche, gamogone Individuum, dessen hauptsächliche Funktion eben in der Reproduktion gegeben ist, wird Gametophyt genannt. Peinlich genaue Handhabung dieser beiden Begriffe gehört geradezu zum guten Ton in der modernen botanischen Literatur und beinahe befremdend mutet uns das Gewicht an, welches wir da auf Schritt und Tritt gelegt sehen auf die theoretisch säuberliche Unterscheidung von Sporophyt und Gametophyt, die beiden Konstituenten des Generationswechsels.

Freilich tritt nun noch ein weiteres Moment hinzu, welches die auf die Unterscheidung gelegte Wichtigkeit zu rechtfertigen scheint: es betrifft einen mit der neueren Chromosomenlehre und somit auch mit der Vererbungsdoktrin zusammenhängenden zytologischen Umstand. Seit den bahnbrechenden Untersuchungen von *Strasburger* in den beiden letzten Dezennien des vorigen Jahrhunderts ist nämlich festgestellt und allgemein bestätigt, dass die Körperzellen des Sporophyten stets die volle Anzahl von Chromosomen-Teilstücken führen, *diploïd* sind, wie die Botaniker zu sagen pflegen, während die Somazellen des *Gametophyten* bloss die halbe Anzahl von Kernfragmenten besitzen, mithin das *haploïde* Verhalten aufweisen. Nun lehrt ein auch den Zoologen, z. B. durch das Kapitel der Parthenogenese nahegelegter, entwicklungsgeschichtlicher Erfahrungssatz, dass halbe Chromosomenzahl der Zellen auf *Einrichtung für Amphimixis* hinweist, mithin als eine regelmässige Begleiterscheinung sexueller Generation aufzutreten pflegt. Es gibt ein drastisches Mittel, um sich von diesem Verhältnis zwischen Chromosomenzahl und Generationswechsel eine gutzutreffende Vorstellung zu verschaffen. Dasselbe besteht in folgendem Vergleich: Ein Mann führt in der Brusttasche innen am Brustteil seines Rockes

die Summe von 20 Franken in zwei gleichen Banknoten von je 10 Franken bei sich. Nach einiger Zeit des Wanderns entschliesst er sich, die beiden Billets herauszunehmen und je eines in die linke und rechte Hosentasche zu schieben und weiter zu wandern. Es kann ihm aber hinterher einfallen, wieder zur anfänglichen Aufbewahrungsart zurückkehren zu wollen und abermals beide Billets in der Brusttasche unterzubringen. Sobald er dies getan, liegt ein Handlungskreislauf abgeschlossen vor. Nun bietet dieser Vergleich den schätzenswerten Vorteil, dass der Brust-, bezw. Rumpfabschnitt des Mannes in seiner Einheit der Einheitlichkeit des Sporophyten entspricht, der in seinem Diploïdverhalten im vorliegenden Fall die Vollzähligkeit von 20 Chromosomen aufweisen würde. Andererseits versinnbildlichen linkes und rechtes Bein die Aufspaltung des Gametophyten in die beiden sexuell divergierenden Entwicklungsbahnen für männlichen und weiblichen Ast, die in ihren Gameten im vorliegenden Fall die halbe oder haploïde Zahl von je 10 Chromosomen mitbekommen.

Bei dieser Gelegenheit sei denn auch gerade noch bemerkt, dass aus dem gesamten Gedankengange als leicht zu gewinnendes Nebenprodukt noch ein weiteres interessantes Ergebnis herausspringt: Die *sporophytische* Generation wird logischer Weise durchweg ebenso konsequent die Neigung *einhäusiger,* monözischer *Veranlagung* erkennen lassen, als die *gametophytische* Generation mehr und mehr das *zweihäusige,* diözische, bezw. wenigstens das *diklinische* Verhalten zur Schau tragen wird. Die aprioristische Vermutung, dass dies Verhältnis bei den einfachen organisierten archegoniaten Gewächsen zwar schon deutlich zu erkennen sein, aber beim Aufsteigen in der Organisationsskala seine Zuspitzung ersparen werde, bestätigt sich denn auch völlig bei der Prüfung des Tatsachenmaterials.

Der eingangs genannte französische Naturforscher Charles *Janet,* der nicht bloss ein gewiegter Zoologe und speziell Insektenkenner, sondern auch auf dem Gebiete der botanischen Morphologie vortrefflich zu Hause ist, hat sich nun auch mit anerkennenswertem Fleiss und unbestreitbarer Sorgfalt dem Problem der Homologien zwischen Pflanzen- und Tier-

Entwicklung zugewendet. Er gelangt dabei zu dem zweifellos richtigen Resultat, dass die vermutete Uebereinstimmung sowohl hinsichtlich des Ganzen, als wie der Einzelabschnitte, tatsächlich vorhanden ist. Mit diesem Resultate aber verknüpft sich alsbald die Möglichkeit einer neuen einheitlichen Terminologie, worin Gleiches bei Pflanze und Tier auch mit einem Namen bezeichnet wird, der diese Gleichartigkeit sprachlich zum Ausdruck bringt. So hat denn Janet nicht gezaudert, den bei den Pflanzen nach Massgabe der Organisationshöhe verschieden ersichtlichen Generationswechsel ebenfalls bei einem, als tierisches Paradigma gewählten Insekte vorhanden zu erklären, wenn auch in mehr verschleierter Form. Er unterscheidet also am Lebenskreislauf des Insekten-Individuums zwischen einem asexuellen *Sporozoït,* das aus dem Ei entspringende, dem Wachstum gewidmete Jugendalter, einerseits und einem *Gametozoït,* dem der geschlechtlichen Fortpflanzung gewidmeten Lebensabschnitt, andererseits. Monozyklische Vorstellung zugrunde legend, sowohl für Tier als für Pflanze, nennt er den zwischen Ei und wieder Ei liegenden Kreislauf, also die Gesamtlebensperiode des Tierindividuums, *Orthozoït*, wie er für den Lebenszyklus des Pflanzenindividuums entsprechend die Bezeichnung *Orthophyt* anwendet. Es ist nur überraschend, dass Janet seine geistreiche und scharfsinnige Theorie bloss durch das geschriebene Wort festlegen zu können meinte und dass der als Ingenieur und Architekt in Raumvorstellungen sonst so meisterlich bewanderte Forscher sich nicht bewogen fühlte, seine Ideen auch dieses Mal durch einige graphische Schemata dem wissenschaftlichen Publikum verständlicher vorzulegen. Ich glaube es bloss dieser Unterlassung zuschreiben zu sollen, wenn die Janet'sche Theorie bisher nicht die verdiente, allgemeine Aufmerksamkeit auf sich zu ziehen vermochte. So habe ich mich denn veranlasst gefühlt, das, was mir vor allem in graphischer Beziehung ausgestaltungsbedürftig erschien, selber an die Hand zu nehmen. Gleichzeitig will ich *bona fide* betonen, dass ich mithin auf Boden weiter baue, der bereits von einem Vorgänger in Angriff genommen und mit brauchbarem Fundament versehen worden war.

Besehen wir nunmehr unsere *erste Tabelle* noch einmal etwas näher. Die obere Querreihe bezweckt den Generationswechsel bei Pflanze und Tier zu versinnbildlichen unter dem Gesichtspunkte des *Zeitfaktors* einerseits und der allgemeinen *morphologischen Bedeutung* andererseits. Die untere Querreihe verfolgt den Zweck, den Generationswechsel unter dem Gesichtspunkte *relativer Lagerung* und *relativer Raum* — bezw, *Grössenverhältnisse* zu veranschaulichen. Beide Schemareihen zusammen ermöglichen eine tadellose, mit den wissenschaftlichen Tatsachen sich deckende Vorstellung, wie sich jeweilen in den drei vorderen Längsreihen der Sporophyt (licht gehalten) zum Gametophyt (dunkel gehalten) verhält: in den beiden Archegoniaten-Lagern 1. *Bryophyt;* 2. *Pteridophyt* und 3. bei den *Blütenpflanzen* oder *Anthophyten.* In der 4. Längsreihe, die sich auf ein Tier bezieht, sind in entsprechender Weise die eben namhaft gemachten, gegenseitigen Verhältnisse zwischen Sporozoït und Gametozoït confrontiert. Ohne auf Einzelheiten einzutreten, hebt sich jedenfalls vermöge unserer graphischen Hilfsmethode die Tatsache in erfreulicher Klarheit ab, dass der Generationswechsel eine vierstufige Skala erkennen lässt, mit *Vorwalten* der *gametobiontischen Generation* auf der *Anfangsstufe* und *Präponderanz* der *sporobiontischen Generation* auf der *Endstufe.* Hand in Hand damit geht eine radikale Verschiebung in den Lagerungsverhältnissen: lockere, äussere Verschweissung von Gametophyt und Sporophyt unten in der Organismenreihe, bei den moosartigen Gewächsen, — intime Binnenverstauung des Gametozoïten innerhalb des Sporozoïten oben, beim Vertreter aus dem Tierreiche. Diese innere Bergung des gametophytischen Aequivalentes beim Tiere ist eine so gründliche, dass sie die Aufdeckung der tatsächlich bestehenden Homologien bis auf die allerjüngste Zeit hintenan hielt. Die klare Erkenntnis davon ist wissenschaftliches Neuland aus den letzten paar Jahren, wenn auch vage Vermutungen allerdings schon längere Zeit in der Luft schwebten und bezügliche Anspielungen bei diesem und jenem Autor zwischen den Zeilen herauszulesen waren.

Im Vorhergehenden hat ein mehr auf das Ganze des Ent-

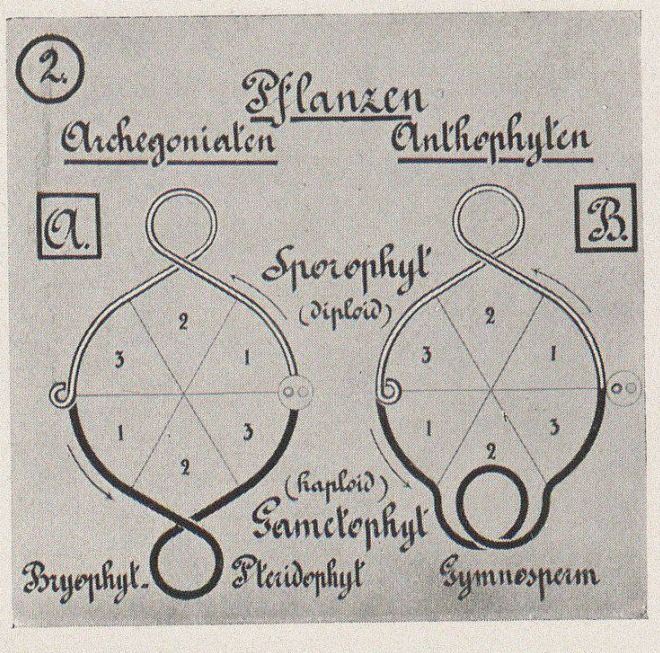

Tabelle 2. — *Lebenslauf der Pflanzen vom Standpunkte des Generations-Wechsels, in monocyklischer Darstellung. A.* Archegoniaten. *B.* Anthophyten. Die obere, lichte Hälfte des Kreises entspricht dem Sporophyt-Abschnitt (Diploïd d. h. mit doppelter Chromosomenzahl); die untere breit schwarz umrandete Hälfte dem Gametophyt-Abschnitt (Haploïd d. h. mit einfacher resp. halber Chromosomenzahl).

Durch die Lage der beiden grossen Schleifen wird bezweckt, sichtbar zu machen, ob der betreffende Generationsvorgang äusserlichen oder innerlichen Verlauf nehme. Das Schema des als Beispiel der Anthophyten gewählten gymnospermen Gewächses lässt z. B. in seiner unteren Kreishälfte erkennen, dass sich bezüglich des Gametophyten bei den Nacktsamigen jene Binnen-Verstauung vollzieht, wie sie sich nachher bei den höherstehenden Blütenpflanzen dann teilweise auch hinsichtlich des Sporophyten angedeutet findet (vergl. Tabelle 4). — Die 3 durch Ziffern gekenntzeichneten Abschnitte jeder Kreishälfte wollen zu verstehen geben, dass sich an jeder der beiden Generationen drei sukzessive Phasen unterscheiden lassen, die indessen zeitlich und räumlich durchaus nicht etwa gleichwertig zu sein brauchen, wie es nach den Schemata scheinen könnte.

(Original von E. Göldi, umgezeichnet von Walther Göldi.)

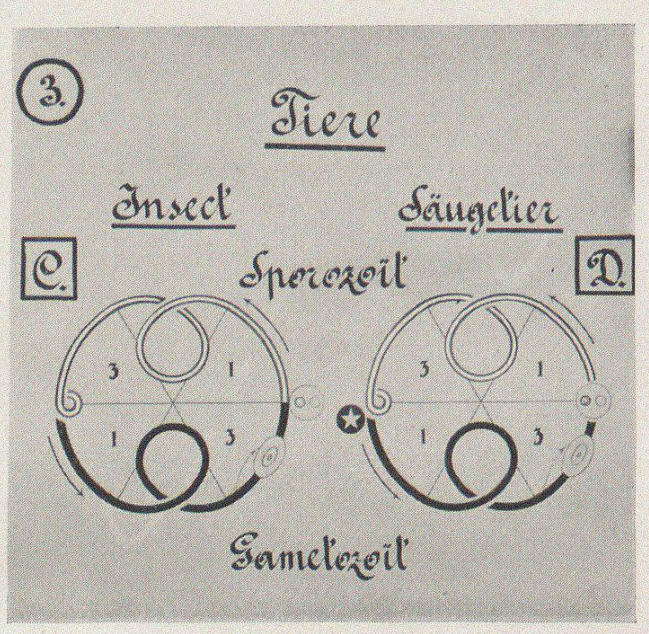

Tabelle 3. — *Lebenslauf der Tiere vom Standpunkte des Generations-Wechsels, in monocyklischer Darstellung. C.* Insekt. *D.* Säugetier. Gedankengang und Signaturen entsprechend der Tabelle 2. — Man beachte, dass der charakteristische Unterschied zwischen tierischem und pflanzlichem Entwicklungsschema hauptsächlich darin besteht, dass beim Tiere sowohl am Gametozoït-Abschnitt, als am Sporozoït-Abschnitt der Fortpflanzungs-Vorgang eine Innen-Lagerung aufweist.

Ebenso deuten die kleinen Schleifen links auf sämtlichen Figuren der Tabellen 2 und 3 an, ob die Spore, bezw. ihr Aequivalent innerhalb der allgemeinen Entwicklungs-Linie verbleibt oder als selbständiges Individuum ausscheidet zu eigenem, identischem Linien-Verlauf. Derselben Meinung dienen auch die jeweilen rechts angebrachten, befruchteten, und deshalb doppelkernig gezeichneten Eier dadurch, dass sie entweder *auf* der Kreislinie oder *ausserhalb* derselben angebracht sind.

(Original von E. Göldi, umgezeichnet von Walther Göldi.)

wicklungsverlaufes abgestellter Vergleich zwischen Pflanze und Tier stattgefunden. Es handelt sich nunmehr darum, den Parallelismus auch nachzuweisen für die einzelnen Teilabschnitte am Lebenszyklus beider Organismensorten. Wiederum ist es *Janet* gewesen, der da einen Pfad gebahnt durch das der Uebersichtlichkeit hinderliche Gestrüpp von anscheinend recht verschiedenartigen, entwicklungsgeschichtlichen Einzel-Tatsachen. Von monozyklischer Vorstellung ausgehend, kam er dazu, den Lebenslauf eines Organismus jeweils in sieben Phasen aufzustellen, die man sich umbekümmert um Zeit- und Grössenverhältnisse, zunächst einfach als gleichwertig zu denken hat.

Es leuchtet ein, dass sich an diesen sieben Phasen die erste und die letzte auf Anfangsglied und Endglied der Entwicklungskette, also auf das fertige Ei beziehen und eigentlich zusammenfallen. So bleiben denn noch sechs Phasen übrig, wovon es jeweilen drei einerseits auf den Sporophyten bezw. Sporozoïten, andererseits auf den Gametophyten, bezw. Gametozoïten trifft. Die parallelisierende Nebeneinanderstellung der einzelnen Etappen hat Janet in einer ausführlichen Tabelle gegeben.

Ich habe mich entschlossen an vier Exempeln den Gedankengang bildlich zum Ausdruck zu bringen. Es sind auf diese Weise vier Schemata entstanden, monozyklische Entwicklungskurven für zwei pflanzliche Organismen und zwei tierische. Das Schema *A* (Tabelle 2) veranschaulicht das Curriculum vitæ einer Archegoniatenpflanze, eines Moos- oder eines Farnkrautartigen Gewächses. Schema *B* zeigt das entsprechende Bild für ein anthophytisches Gewächs aus des Abteilung der etwas niedriger stehenden Gymnospermen. Die beiden anderen Schemata auf Tabelle 3 veranschaulichen in *C* den Lebensverlauf eines Insektes und in *D* denjenigen eines höheren Wirbeltieres, eines Säugetieres, somit mit Gültigkeit für den Menschen.

Die spezielle Nachprüfung der Homologisierung am Inhalt entsprechender biologischer Kreissektoren in jedem Einzelfall der vier herangezogenen Organismen möchten wir denjenigen Zuhörern zum Privatstudium überlassen, welche an einer Vertiefung dieses Gegenstandes genügend Interesse besitzen.

Die logische Quintessenz dagegen lässt sich befriedigend kondensieren auf zwei weiteren Tabellen, 4 und 5, auf welchen der Gesamtinhalt in bloss zwei Schemeta verdichtet wurde, eines (Schema *E*), den *Typus pflanzlichen Lebensverlaufes* versinnbildlichend, das andere (Schema *F*), den *Typus* des *tierischen Lebensverlaufes.* In lapidarem Schematismus sind aussen durch rohe Umriss-Skizzen jeweilen die biologisch-entwicklungsgeschichtlichen Charakteristika angebracht, welche für die sechs Sektoren oder Lebensabschnitte in Betracht kommen.

Wir haben am Lebenszyklus der *Pflanze, Phanerogame, Anthophyt,* an Schema *E,* Tabelle 4, nachstehende Aufeinanderfolge von Phasen, entsprechend den Kreissektoren:

Sporophyt:

I. Same (in botanischem Sinne).
II. Beblätterte Pflanze.
III. Anlage der Sporophyllstände.

Gametophyt:

I. Anfangszelle des Embryosackes (Makrospore, nicht frei werdend).
II. Komplex der Eizelle, samt Synergidenzellen.
III. Befruchtete Oosphäre (nachträglich zum Samen ausreifend).

Andererseits nehmen wir am Lebenszyklus des *Tieres* (Paradigma: *Insekt*), Schema *F*, Tabelle 5, nachstehende Periodenfolge wahr:

Sporozoït:

I. Freigewordenes Ei (befruchtet oder unbefruchtet).
II. Blastula.
III. Einwanderung von einigen peripherischen Ektodermzellen, als früheste Anlage des Mesoderms, beziehungsweise der Coelomsäcke.

Gametozoït:

I. Anlage der Ovarialröhre in den Mesoderm-Septen.
II. Bildung und Reifung des Eis in der Ovarialröhre.
III. Befruchtung und Ausstossung des Eis.

Hinsichtlich der ausführlichen Begründung des hier vorgebrachten Parallelismus und der gesamten Homologisierung in Text und Zeichnung muss ich auf die Janet'sche Abhandlung verweisen.

Es würde sich zunächst wohl darum handeln, einem praktischen Bedürfnis entgegenzukommen, nämlich die Schaffung von wohlüberlegten, für Botanik und Zoologie in gleicher Weise passenden Ausdrücken für die sechs typischen Abschnitte am Lebenszyklus eines jeden höheren pflanzlichen und tierischen Individuums vorzunehmen.

Mir ist es indessen in gegenwärtiger Stunde weniger um Vorschläge zu neuen technischen Namen — (abgesehen von den beiden, vorhin gebrauchten Ausdrücken « Sporobiont » und « Gametobiont »), sondern um die Sache selbst zu tun. Eine Frage darf schliesslich nicht unerörtert bleiben, deren Diskussion eigentlich gleich an den Anfang gehört hätte, nämlich ob die bisher übliche Handhabung des Begriffes « *Generationswechsel* » in den beiden Lagern biologischer Forschung, botanischerseits und zoologischerseits sich wirklich genau deckte. Sorgfältige Nachprüfung muss zu dem befremdlichen Ergebnis führen, dass die Deckung heutigen Tages nicht mehr mit der wünschbaren Schärfe vorliegt. Der Begriff « *Generationswechsel* » ist überhaupt unseres Wissens ursprünglich von einem Zoologen aufgestellt worden (Adalbert v. Chamisso, für die Salpen, 1819). Er hat aber im Laufe der Zeit mehrfache Retouchen erfahren und ist heute nach Inhalt und Umfang zu einem Ding von undeutlicher Abgrenzung geworden. Neuere Lehrbücher der Zoologie, wie z. B. dasjenige von Hertwig (10. Auflage, 1912), wollen *zwei Formen von Generationswechsel* unterscheiden, die in gegensätzlichem Verhältnis stehen sollen: Erstens der *progressive* Generationswechsel oder die *Metagenesis* und zweitens der *regressive* Generationswechsel oder die *Heterogonie*. Erstere, die *Metagenesis*, soll ihr wesentliches Merkmal darin besitzen, dass ein Alternieren zwischen geschlechtlicher Fortpflanzung mit ungeschlechtlicher Fortpflanzung (Teilung oder Knospung), stattfindet. Typisches Beispiel: die Hydromedusen mit abwechselnd sexuellen, freilebenden Medusen und asexuellen,

sessilen Polypen. Die letztere, die *Heterogonie* dagegen soll ihr Charakteristikum darin besitzen, dass geschlechtliche Fortpflanzung im Wechsel mit Parthenogenese auftrete, oder mit anderen Worten: die ungeschlechtliche Fortpflanzung der metagenetischen Form ist hier durch die parthenogenetische ersetzt. Typisches Beispiel: die Daphniden unter den Crustaceen.

Wenn wir nunmehr den Sachverhalt prüfen, so gelangen wir zu einer zweifachen Erkenntnis. Für's erste sehen wir bald ein, dass die sogenannte « *Metagenesis* » im Tierreich von einer Verumständung begleitet ist, die sich als anscheinend gleichwertig mit dem seitens der Botanik üblichen Begriff des Generationswechsels erweist. Zwischen Strobila (Hydranth) des Nährpolypen (Amme) und Meduse (Geschlechtstier) besteht die nämliche zyklische Lebensverkettung, wie zwischen Moosprothallium und Mooskapsel (Sporogonium). Zweitens gewinnen wir sodann die Einsicht, dass die *Heterogonie* zwar eine eigenartige Modifikation des normalen Generationswechsel-Verlaufes darstellt, dass wir sie aber nicht als etwas fundamental verschiedenes gelten lassen können. Ihre Eigenart besteht lediglich in einer mehrmaligen Parzellierung des sporozoïtischen Lebensabschnittes, gegenüber der einheitlichen Sporozoïtenlebenskurve des normalen Metagenesis-Typus.

So stellt sich denn als Fazit heraus, dass man in der Zoologie den Begriff des Generationswechsels nicht in derselben konsequenten, eindeutigen Weise gebraucht, wie es in der Botanik geschieht. Zwischen den Begriffen hüben und drüben scheint zwar auf den ersten Blick äusserlich eine teilweise Deckung vorzuliegen, wenigstens, was das Kontingent der *Metagenesis*-erscheinungen anbetrifft. Und doch kann man das Gefühl nicht los werden, dass sich noch eine tiefergehende Meinungsverschiedenheit versteckt halte, die den Einigungsbestrebungen geheimen Schaden antue. Wenn wir dem Wesen der Differenz nachspüren, stehen wir bald vor der Tatsache, dass man den « *Generationswechsel* » im *Tierreich* in seiner bisherigen Fassung bloss als *eine relativ seltene Ausnahmeerscheinung* anzusehen pflegt, als ein *Spezialphänomen, das nur in einzelnen Tierstämmen*

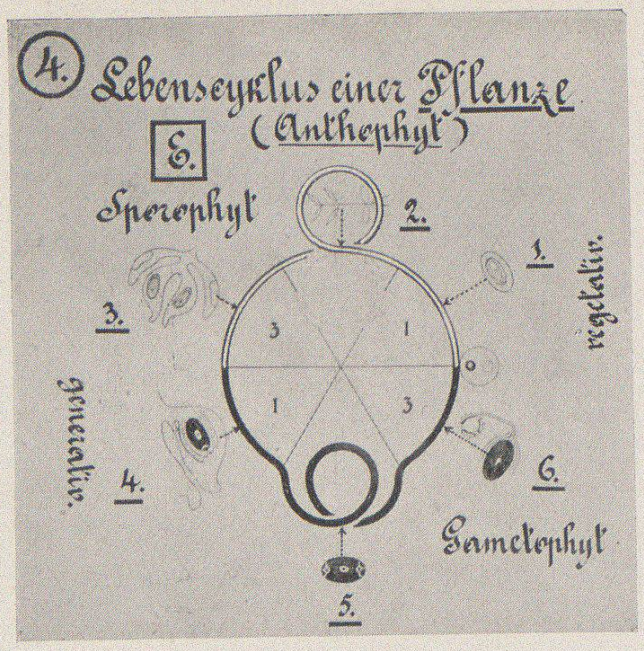

Tabelle 4. — *Lebenszyklus einer Pflanze (Anthophyt).* Das Schema entspricht der Figur *B* auf Tabelle 2. Um die für jede der 3 Phasen des Sporophyten und Gametophyten charakteristischen Vorgänge dem Verständnis nahezurücken, sind 6 Figureu zu einem äusseren Kreise angeordnet, die zum Teil in schematischen Längs- und Querschnitten das Wesentliche zum Ausdruck bringen.

(Original von E. Göldi, umgezeichnet von Walther Göldi).

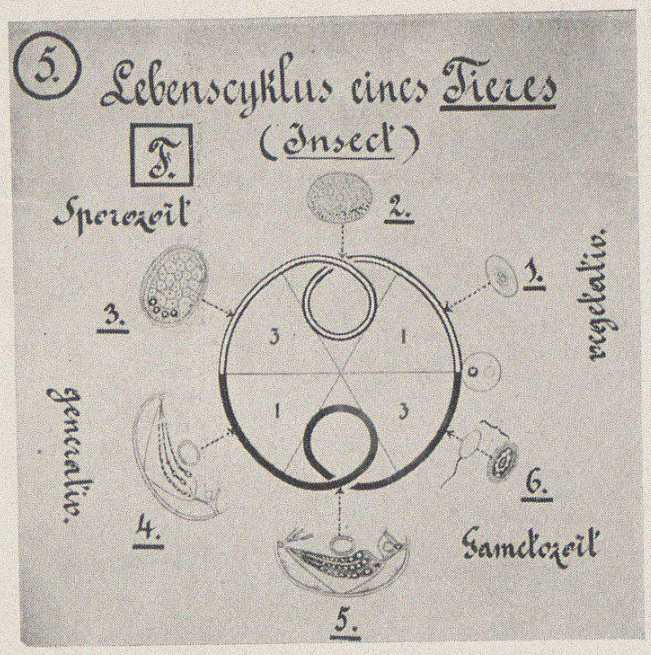

Tabelle 5. — *Lebenszyklus eines Tieres (Insekt).* Auch hier deckt sich das Schema mit Figur C. auf Tabelle 3. Der Lebenszyklus ist wiederum auf 6 Phasen verteilt, wovon 3 auf den vegetativen Abschnitt (Sporozoït) entfallen, weitere 3 auf den generativen Abschnitt (Gametozoït). In gleicher Weise, wie auf voriger Tabelle, sind in 6 aussen im Kreise herum gelagerten schematischen Bildern die für jede der 6 Phasen bezeichnenden, entwicklungsgeschichtlichen Einzelheiten zusammengestellt. — Aus dem Vergleich der Gesamtschemata, sowie der einzelnen Phasen auf den Tabellen 4 und 5 kann mühelos die Ueberzeugung gewonnen werden, dass zwischen Lebenszyklus von Pflanze und Tier ein *Parallelismus* besteht, der in den Hauptsachen geradezu zur *Identität* wird. Es gibt kein prinzipiell wichtiges Hindernis, sowohl für Pflanzen als für Tiere das Bestehen eines gleichartigen *Generations-Wechsels* anzunehmen, in dem Sinne, wie er bei den Botanikern für das Planzenreich bereits als feststehende Regel gilt.

(Original von E. Göldi, umgezeichnet von Walther Göldi.)

(Metagenesis bei Cölenteraten und Heterogonie bei Arthropoden) anzutreffen sei. Beim *Generationswechsel im Pflanzenreich* dagegen machen wir die Wahrnehmung, dass derselbe nach der Denkweise der heutigen Botaniker als *eine allgemeine, jedem Gewächs ausnahmslos in gleicher Weise zukommende Einrichtung darstellt.* Solche Erkenntnis muss uns stutzig machen. Aber sie bringt uns auf die richtige Fährte. Denn unschwer gelangen wir zu der weiteren Entdeckung, der Unterschied in der Auffassung zwischen Botanikern und Zoologen werde eigentlich im wesentlichen durch die Tatsache bedingt, dass die *Botaniker* einen Generationswechsel im Lebenszyklus *eines jeden pflanzlichen Individuums* annehmen, während die *Zoologen* gewohnt sind, von Generationswechsel bloss als einer bei gewissen *Arten* von Tieren spezialisierten, im grossen und ganzen relativ seltenen Naturerscheinung zu reden. Damit ist der Kern der Differenz säuberlich herausgeschält und zugleich erwiesen, dass man das Wort «Generationswechsel» im botanischen und zoologischen Lager schliesslich eben doch nicht im gleichen Sinne anwendet. Was wir aber anstreben, ist die einheitliche Anwendung desselben Gedankens gegenüber von Pflanzen und Tieren. Wir plädieren für die Anerkennung des Prinzipes seitens der Zoologen, dass *das von den Botanikern postulierte Naturgesetz von Generationswechsel im Lebenszyklus des Individuums* füglich für tierische und pflanzliche Lebewesen zugleich gültig erklärt werden könne. In diesem Präliminar- und Cardinal-Punkte hätten zunächst die Zoologen den Botanikern entgegenzukommen. In anderen Punkten hingegen, namentlich in nomenklatorischen Fragen, speziell hinsichtlich Benennung homologer Entwicklungsabschnitte und besonders die schärfere Begriffsumgrenzung alles dessen, was mit dem Ausdruck «Ei» verknüpft ist, wird dann allerdings der umgekehrte Fall eintreten müssen, da sollte auf das Entgegenkommen der Botaniker gerechnet werden dürfen.

Es würde mich aufrichtig freuen, wenn es mir gelungen sein sollte, bei meinen Berufskollegen des biologischen Faches die Ueberzeugung wachzurufen, dass die Zeit reif ist für eine grosszügigere Auffassung der Lebenserscheinungen in der Natur

und dass füglich etwas von der neuen Erkenntnisfrucht auch schon im naturkundlichen Hochschulunterricht Verwertung finden darf. Eine besondere Genugtuung würde es für mich bedeuten, wenn die Herren Vertreter der « Scientia amabilis » meinem Appell amabiliter Beachtung schenken und ihn baldigst in wohlwollende Erwägung ziehen wollten, zu Nutz und Frommen der zukünftigen Generation. Denn die zukünftige Generation wird voraussichtlich mit Freude die neue Lehre von der Einheit der Lebensvorgänge vernehmen und damit eines zum Verständnis natürlichen Geschehens erheblichen Vorteiles teilhaftig sein, der unserer gegenwärtigen Generation noch nicht zu Gute kam.

Zusammenfassung.

1. Der artliche Lebenszyklus bei Pflanze und Tier verläuft in bezug auf Entwicklung und Fortpflanzung in übereinstimmender Weise. Ausgangspunkt und Grundprinzip desselben ist gegeben im *Generationswechsel,* welcher bei den archegoniaten Pflanzen deutlich vorliegt in seiner ursprünglichen Einfachheit, bei den höheren Blütenpflanzen aber bis zum Tiere hinauf schrittweise in der äusserlichen Erscheinung zurücktritt, verblasst, so dass in der obersten Organismenreihe sein Vorhandensein bloss noch durch theoretische Erwägung zu erkennen ist. Am Generationswechsel lassen sich bei dieser Wandlung zwei Phasen wahrnehmen:

a) niedere, frühere Phase: *räumliches Aneinander* bei zeitlichem Nacheinander.

b) höhere, spätere Phase: *räumliches Ineinander* bei zeitlichem Nacheinander.

Während das zeitliche Moment gleich geblieben, hat sich bezüglich des *räumlichen Momentes* eine Trennung eingestellt. Dem *Aneinander* im ersten Fall steht das *Ineinander* im zweiten Fall gegenüber.

Während der Ausdruck « *Generationswechsel* » somit ganz gut passt für den ersten Fall, gestaltet sich die Sachlage beim zweiten vermöge der innigen somatischen Vereinigung und Durchdringung von Sporobiont mit Gametobiont zu einem ein-

heitlichen Individuum anders, so dass ihrem Wesen eher die Bezeichnung « *Generationsdurchwachsung* » gerecht würde. Als wesentliches Ergebnis bleibt jedoch der Grundgedanke, dass beides prinzipiell das Gleiche ist, dass das Gesetz des Generationswechsels die Wurzel für den gesamten Erscheinungskomplex darstellt und dass dasselbe für Pflanze und Tier seine Gültigkeit besitzt.

2. Die bisher übliche Auffassung des Begriffes von Generationswechsel bei den Zoologen einerseits und den Botanikern andererseits deckte sich nicht und hat sich im Laufe der Zeit immer mehr verschoben. Die *Zoologen* bezogen den Begriff auf den *anormalen Entwicklungszyklus* gewisser *Arten* von *Tieren* und erblickten im Generationswechsel eine *isolierte Ausnahmeerscheinung*. Die *Botaniker* hingegen postulieren den Generationswechsel als eine *jedem Pflanzenindividnum zukommende, generelle Allgemeinerscheinung*.

3. Angesichts der erwiesenen Möglichkeit, die von den Botanikern behauptete Auffassung vom « Generationswechsel » als einer dem *Individuum* zukommende Allgemeinerscheinung auch auf die Tierwelt auszudehnen, empfiehlt es sich, dass dieser Standpunkt auch von den Zoologen angenommen werde im Interesse einheitlicher biologischer Forschung.

4. Daraus ergibt sich notwendig die Erwägung, ob es nicht angezeigt wäre, um Verwechslungen vorzubeugen, die in der Zoologie bisher übliche, historisch zwar mit Prioritätsrecht versehene Fassung des Begriffes vom « Generationswechsel » als isolierte Ausnahmeerscheinung fallen zu lassen. Das könnte in einfacher Weise dadurch geschehen, das man in Zukunft für die einschlägigen Fälle sich bloss noch auf die bereits eingeführten und zweckdienlichen Ausdrücke « Metagenesis » und « Heterogonie » beschränken wollte.