Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Bern

Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Bern

Band: - (1915)

Artikel: Ueber das Geschlecht in Tier- und Pflanzenreich, insbesondere im Lichte der neueren Vererbungslehre

Autor: Goeldi, E.A.

Kapitel: "Um die Basis zu einer einigermassen abgerundeten Darlegung des Geschlechtes in beiden Reichen der Lebewelt zu schaffen..."

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-319258

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: 10.12.2025

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

E. A. Goeldi.

Ueber das Geschlecht in Tier- und Pflanzenreich, insbesondere im Lichte der neueren Vererbungslehre.

Motto: «Ingratissimum opus, scribere de iis, quae multis a natura circumiectis tenebris velata, sensuum luci inaccessa, hominum agitantur opinionibus.»
Albrecht v. Haller, Handbuch der Physiologie. Einleitungssatz zum «Kapitel über die Zeugung».

Um die Basis zu einer einigermassen abgerundeten Darlegung des Geschlechtes in beiden Reichen der Lebewelt zu schaffen, ist es unbedingt nötig, weit auszuholen, zurückzugreifen bis zu den einfachsten Organismen und dann aufsteigend die Entwicklung der mit diesem Problem verknüpften Erscheinungsreihe in ihren successiven Phasen zu begleiten. Zunächst ein kurzer historischer Exkurs.

Was eine richtige Auffassung vom Wesen und Ursprung des Geschlechtes anbetrifft, so scheint die neuere Literatur eine solche ausschliesslich ihrem eigenen Verdienstkonto gutschreiben zu wollen. Das entspricht jedoch mit nichten dem wahren Sachverhalt. Wer je sich einmal die Mühe genommen hat, z. B. bei Aristoteles Umschau zu halten, was er über diesen Gegenstand zu berichten weiss, kann nicht umhin, höchlich überrascht zu sein über die Aehnlichkeit der Gedanken, welche bei dem vor 2300 Jahren lebenden Altmeister der Naturforschung anzutreffen sind, im Vergleich zu denen, die man in heutigen Werken, etwa Weissmann's «Vorträgen über Deszendenztheorie» als Niederschlag neuester Forschung zu lesen bekommt. Aristoteles gibt eine in ihrem Kerne recht zutreffende Schilderung über die allmähliche Herausbildung der geschlechtlichen Fortpflanzung bei Tieren und Pflanzen, hebt unter anderem hervor, dass die

sessile Lebensweise bei niederen Geschöpfen der Sexualität nicht förderlich sei, dass daher im Pflanzenreich im Allgemeinen deutliche Geschlechtsdifferenzierung (ohne übrigens ihr Vorhandensein in Abrede zu stellen) zu wünschen übrig lasse, dass dieselbe indessen zunehme im Verhältnis zu der Beweglichkeit und der allgemeinen Organisationshöhe. Von der Regel, dass bei den höchsten und beweglichsten Tieren auch die grössten Geschlechtsunterschiede vorhanden seien, meint er eine Abweichung bloss bei den Insekten annehmen zu sollen, da er bei diesen kleinen Tieren nicht zweierlei Geschlechter zu erkennen vermöge.

Was ist das Geschlecht? Es ist eine Einrichtung, die bei den Lebenswesen von einer gewissen Organisationsstufe ab einsetzt, mit einer Fortpflanzungsform, deren charakteristisches Wesen darin besteht, dass es des Zusammentretens zweier gegensätzlich, aber komplementär veranlagter Individuen bedarf, um ein neues Individuum hervorgehen zu lassen. Hieraus folgert unmittelbar, dass sofern die geschlechtliche Form der Fortpflanzung in der Chronologie der Entwicklung organischen Lebens einem späteren Stadium der Vervollkommnung entspricht, ein früheres Stadium primitiverer Art vorausgegangen sein muss. Und zweifellos stellt die ungeschlechtliche Form der Fortpflanzung dieses ältere, einfachere Stadium vor.

Bei den Protisten, jenen niederen auf dem Grenzgebiet zwischen Tier und Pflanze befindlichen, sehr einfach beschaffenen Lebewesen, ist die ungeschlechtliche Form der Fortpflanzung teils die ausschliessliche, teils wenigstens die vorwiegende. Das Individuum wächst und wenn es eine gewisse Grösse erreicht hat, teilt es sich entweder quer oder längs, oder es schnürt eine bestimmte Partie ab und die Teilprodukte wachsen zu vollwertigen Individuen aus, die ihrerseits zu gegebener Zeit den nämlichen Teilungs- und Abschnürungsprozess wiederholen. In dem unbegrenzten Teilungsvermögen und der wunderbaren Schnelligkeit des Wachstums beruht hauptsächlich die grosse Gefahr, welche mit dem Auftreten jener Sorten von Bakterien oder Mikroben verknüpft sind, die als Träger von Infektions-Krankheiten erkannt wurden. Freilich erweisen sich auf der anderen Seite dieselben Eigenschaften bei anderen Arten wiederum dem praktischen Leben hervorragend nützlich; es sei

z. B. bloss an die Hefe- und Gärungspilze erinnert. Ungeschlechtliche Fortpflanzung erhält sich dann nach oben zu sowohl in der Tierreihe, als in der Pflanzenreihe noch geraume Zeit. In der Tierreihe ungefähr bis zu dem mittleren Rayon hinauf geschieht dies zumeist in Abwechslung mit dem geschlechtlichen Modus. In der Pflanzenreihe dagegen sehen wir neben demselben alternativen Zyklus auch bis zu den höchsten Phanerogamen hinauf ausgiebige Verwendung asexueller Fortpflanzungsweise, die bekanntlich vom Kulturmenschen praktisch verwertet und intensiv ausgebeutet wird. Um Landwirtschaft und Gartenbau würde es übel bestellt sein, wenn diese Möglichkeit ungeschlechtlicher Fortpflanzung bei den höheren Blütenpflanzen nicht vorhanden wäre. Man wird kaum irren, wenn man diese Möglichkeit mit der im Vergleiche zu der Körperbeschaffenheit des höheren Tieres geringeren Gewebe-Differenzierung in unmittelbare Beziehung bringt.

Bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung durch Teilung, Sprossung, Abschnürung ist jeder Abkömmling das Derivat eines und desselben Stamm-Individuums, dessen Körpermasse in beständiger Parzellierung aufgeht und sich in der Produktion von Bruchstücken erschöpft, die sowohl unter sich als in Bezug auf ihren Ahnen durchaus wesensgleich sind. Dem Vorteil rapiden Wachstums und unbegrenzter Teilbarkeit wird andererseits die Wage gehalten durch die Gefahr raschen Verbrauches nach Qualität und Quantität, der Ermüdung und begleitender degenerativer Erscheinungen und des eventuellen völligen Aussterbens ganzer Stämme. Die Natur hat diesem evidenten Misstand der Einseitigkeit abzuhelfen gesucht. Ihr Bestreben ist auf Erhaltung und Vervollkommnung des Geschaffenen gerichtet. Zu Gunsten der Art-Erhaltung und Art-Verjüngung hat sie nach einem interessanten Mittel gegriffen: zweierlei beschaffene, aber komplementäre Reproduktionsorgane hervorgehen zu lassen, dieselben auf zweierlei Individuen zu verteilen, und diesen beiderlei Individuen den Trieb einzupflanzen, sich behufs der Erzeugung neuer Individuen in eine Lebensgemeinschaft zu begeben, an deren Verausgabungen jeder Teil qualitativ die Hälfte beisteuert, während die quantitativen Beträge allerdings recht verschieden gross aus-

fallen. Die neuen Individuen sind ihrem Leibesaufbau nach aus der Substanz zweier verschiedener Elter-Individuen hervorgegangen, von denen theoretisch jedes die Hälfte lieferte. Die vorhin erwähnte Gefahr ist mithin auf die Hälfte reduziert. Das ist das Wesen der *geschlechtlichen* Fortpflanzung. Mit anderen Worten: «Als Zweck sexueller Differenzierung stellt sich heraus die Vermehrung der Chancen zur Art-Erhaltung durch natürliche «Blutverjüngung und Blutauffrischung —», sofern im Interesse der Gemeinverständlichkeit die Benützung dieser aus der Tierzuchtlehre entlehnten Ausdrücke gestattet ist. Uebrigens braucht man ja bloss die Bezeichnung «Plasma» für «Blut» einzusetzen, um die obige Formel einwandfrei zu gestalten.*)

---

*) Der verdiente Zoologe und Entwicklungsforscher Weismann in Freiburg hat für dieses partielle oder völlige Verschmelzen der Plasmaleiber von einzelligen, und von den Keimzellen der vielzelligen Organismen den Ausdruck «Amphimixis» eingeführt. Er wehrt sich dabei aber ausdrücklich dagegen, dieselben etwa als eine unerlässliche Entwicklungs-Notwendigkeit anzuerkennen und will ihr bloss Entwicklungs-Vorteilhaftigkeit zugestehen, insofern, als sie den Rayon der individuellen Anpassungsmöglichkeiten auf das Doppelte erhöhe und damit die Chancen für den Existenzkampf vermehren, erweitern und vergrössern helfe. Mit andern Worten: die Amphimixis wäre namentlich dazu dienlich, den Betrag charakteristischer Eigenschaften und Entwicklungsmöglichkeiten zweier Einzelindividuen abzurunden und zu vervollständigen durch Zusammenlegen, Addieren ihrer beiderseitigen Vermögen an formativen Fähigkeiten zu einem gemeinschaftlichen Unternehmungskapital. Wir können uns mit dieser Begriffsabklärung umso eher einverstanden erklären, als wir überhaupt die Sache nie anders als in diesem Sinne aufgefasst haben (also nicht in jenem älteren Sinne, gegen den sich Weismann mit Beharrlichkeit verwahren zu müssen glaubt). Auf die kürzeste Formel gebracht, würde die Weismann'sche Ansicht lauten: Das Einsetzen der Amphimixis und der geschlechtlichen Fortpflanzung sei zur Ausgestaltung und Erhaltung der Organismenwelt vorteilhaft, aber nicht absolut notwendig gewesen.

Bemerkenswert ist sodann die Interpretation, welche der Bedeutung des Geschlechtes unterlegt wird seitens des in neuerer Zeit durch originelle Forschungswege bekannt gewordenen österreichischen Zoologen Kammerer. Danach ist das Geschlecht eine Natureinrichtung, die ins Gebiet der *Symbiose* gehöre, wobei spezieller Zweck und Ziel der beiden Allianzbeteiligten in gemeinschaftlicher Ausbeutung

Von der ungeschlechtlichen Fortpflanzung bei den niederen Protisten ab bis hinauf zur völlig entwickelten geschlechtlichen Form mit individueller Geschlechter-Trennung bei den höheren Tieren besteht eine lange Reihe von Abstufungen und verbindenden Zwischengliedern. In derselben hebt sich ein Stadium als besonders wichtig ab, dasjenige des *zwittrigen* oder *hermaphroditischen* Zustandes. Vom zwittrigen Zustande sind jedoch zwei Abarten zu unterscheiden: die primäre und die sekundäre. Primärer Hermaphroditsimus ist eine im Tierreich und wohl in der gesamten organischen Natur viel allgemeiner verbreitete Erscheinung, als man von vorneherein annehmen würde; sie fehlt als entwicklungsgeschichtliches Uebergangsstadium eigentlich gar nirgends und davon macht auch der Mensch keine Ausnahme. Sekundärer Hermaphroditismus tritt mehrfach namentlich als Begleiterscheinung von Parasitismus auf. Zwittrigkeit ist bei genauerem Zusehen eine so verbreitete Einrichtung, dass es eine bis zur vollständigen Unterdrückung hermaphroditischer Anzeichen und Ueberbleibsel gesteigerte Eingeschlechtigkeit überhaupt nicht gibt in der Natur.

Sexualität beruht auf dem Vorhandensein zweier gegensätzlicher, aber komplementärer Geschlechtsveranlagungen, die teils bloss in ihrem spezifischen Apparat, teils aber in bestimmter Beeinflussung des gesamten Aussehens und der ganzen äusseren Form ihren Ausdruck finden. Das *weibliche* oder mütterliche Individuum repräsentiert das receptive Prinzip, dessen Aufgabe es ist, das passiv ruhende, quantitativ weit überlegene Ei zu liefern, zur Befruchtung bereit zu halten und es nachher zur ausgereiften Frucht herangedeihen zu lassen. Das *männliche* oder väterliche Individuum hingegen repräsentiert das fertilisierende Prinzip, dessen sexuelle Aufgabe in Hervorbringung und Uebertragung der aktiven, beweglichen Samenzelle, welche jedoch quantitativ durchaus unscheinbar dasteht, umschrieben ist. Die Keimprodukte

---

eines besonderen Fortpflanzungsweges geboten werde. Konsequenterweise lautet denn auch die einer seiner neuesten Veröffentlichungen vorangestellte Dedikation an seine Frau als «Widmung an seine tapfere Symbiontin».

beider Geschlechter machen etliche Reifungsprozesse durch, deren Parallelismus füglich als eines der grössten Naturwunder bezeichnet werden darf. Um die Ueberführung der männlichen Befruchtungs-Elemente zu den weiblichen Keimzellen zu ermöglichen, existieren zahllose, in ihren Einzelheiten mehr oder weniger stark abweichende Spezialeinrichtungen: prinzipiell wichtig ist jedoch, sich bewusst zu werden, dass die einfachsten Vorgänge geschlechtlicher Fortpflanzung in der niederen Tier- und Pflanzenwelt die Gegenwart des Wassers zur Voraussetzung haben. Fortpfanzung und Befruchtung ausserhalb des Wassers, an der Luft erscheint als eine deutlich spätere Anpassung, die ihre eigenen, zum Teil erheblichen Modifikationen in Lage der Geschlechtsorgane und äusserer Beschaffenheit ihrer Produkte im Gefolge hatte.

Auf das Wesen der Befruchtung selbst können wir uns hier nicht einlassen; das ist ein eigenes Forschungskapitel, von dem auch nur das Allerwichtigste beizubringen, allein schon mehr Zeit in Anspruch nehmen würde, als uns heute für das gesamte Geschlechtsproblem zu Gebote steht. Wir wollen uns nur andeutungsweise mit dem Satze begnügen, dass es sich um subtile, chemisch-physikalische Vorgänge zu handeln scheint.

* * *

Unter den verschiedenen körperlichen Eigenschaften, die väterlicher und mütterlicher Elter dem zu erzeugenden Individuum als Erbteil unwillkürlich auf den Lebensweg mitzugeben bestrebt sind, tritt eine auf, bei der sich die Konkurrenz besonders fühlbar machen muss, — es ist das Geschlecht. Mancherlei Fragen tun sich da auf vor dem forschenden Menschengeiste. Es ist kaum übertrieben, wenn wir schätzungsweise annehmen, dass all' die Literatur, welche zu verschiedenen Zeiten und von verschiedenen Völkern über das angeschnittene Problem der Geschlechtsbetimmung und Geschlechtsvererbung zusammengeschrieben worden ist, wahrscheinlich keinen kleinen Teil von diesem Saale einnehmen würde. Unter den vielen Fragen knüpft sich eine gewiss berechtigte, z. B. an den Zeitpunkt, in welchem die Geschlechtsbestimmung stattfindet. Theoretisch sind da dreierlei Möglichkeiten denkbar: 1. Der Ausfall

des Geschlechts könnte zum voraus bestimmt und die Vereinigung der beiderseitigen Geschlechtszellen ohne jede spätere Rolle sein. Das wäre in dem Falle denkbar, in welchem die Keimzellen des einen oder anderen Geschlechtes einfach ausschlaggebend wären. Dieses Verhältnis wird als das *progame* bezeichnet. 2. Die Würfel über das Geschlecht des Nachkommen fallen im Augenblicke des Zusammentreffens der beiderlei elterlichen Keimzellen. Dieses Verhältnis, das ohne weiteres als das wahrscheinlichste erscheint, wird mit dem Namen des *syngamen* belegt. 3. Sofern die definitive Entscheidung im Augenblicke der Zeugung noch nicht vorläge, sondern erst nachträglich erfolgte, eventuell unter Beeinflussung durch tiefeinschneidende Aussenfaktoren während des Jugendzustandes, käme das *epigame* Verhältnis heraus.

Es ist ohne weiteres ersichtlich, dass das progame und das syngame Verhältnis eben dadurch sich zum epigamen gegensätzlich verhalten, dass sie sowohl innere Anlagen, als äussere Einflüsse voraussetzen lassen, während letzteres bloss unter der Wirkung von Aussenfaktoren entstehen wird.

In welcher Richtung die Dinge liegen, darüber lässt sich allgemein Gültiges heute noch nicht sagen. Jede hat ihre Verfechter und soweit das bisherige experimentelle Aktenmaterial überhaupt eine Prognose erlaubt, scheint es, dass sich für jede der drei Modalitäten bald hier, bald dort im Pflanzenreich und im Tierreich günstige Auslegungen auftun.

Mannigfaltiger Art sind die Aussen- und Innenfaktoren und verschieden ist der Grad, bis zu welchem sie das Geschlecht zu beeinflussen im Stande sind. Darunter kommt sogar der Parasitismus in mehreren Fällen in Betracht. Wir werden auf etliche hieher gehörige Punkte noch zurückzukommen haben. Vorerst aber dürfte es sich empfehlen, eine andere Seite des Geschlechtsproblemes einer vergleichenden Prüfung zu unterwerfen, die Frage nach der Herausbildung des Geschlechtsapparates, seiner allmählichen Auftrennung nach Raum und Funktion, seiner Lokalisierung in beiden Reichen der belebten Natur, als Folge vorgeschrittener Arbeitsteilung. Manche Etappen gibt es, welche beiderseits sich einschieben zwischen das Einfachste und das Kompliziertesteste. Aber besonders lehrreich

durch die Mannigfaltigkeit ihrer Gliederung ist die schön abgestufte Entwicklungskette geschlechtlicher Verhältnisse im Pflanzenreiche. Es verlohnt sich reichlich, derselben unsere Aufmerksamkeit zu schenken, um die für unsere gegenwärtige Untersuchung unerlässliche, breite Grundlage zu gewinnen.

Schon bei den Protisten, im Grenzgebiet zwischen Pflanze und Tier, ist eine Erscheinung wahrzunehmen, welche entschieden als ein Vorläufer geschlechtlicher Fortpflanzung taxiert zu werden verdient. Wir meinen den sogenannten Konjugationsprozess, welcher z. B. bei Infusorien zu beobachten ist. Derselbe besteht darin, dass zwei wesensgleiche Gameten sich aneinanderlegen, um entweder zwischen ihren Leibern bloss Plasma-Vermischungen oder selbst Kernsubstanz-Austausch eintreten zu lassen und sich nachher wieder zu trennen.

Die erste Verumständung hingegen, die als Anfangsetappe tatsächlicher Sexualität beansprucht werden kann, wird bei den *Algen* in der Abteilung der Konjugaten angetroffen. Da legen sich zwei, allem Anschein nach völlig gleich beschaffene Fäden aneinander. Von den einreihigen Zellketten eines jeden Fadens vermag sich der Inhalt einer anscheinend beliebigen Zelle zu einem weiblichen Organ (Oogonium) umzugestalten, indem es Eigestalt annimmt, während andererseits eine weitere Zelle ihren Inhalt in männlichem Habitus (Antheridium) auftreten lässt. Der zu einem kugeligen Ballen gewordene Inhalt der weiblichen Algenzelle, der «Ooplast», verbleibt ruhend in seiner Zellkammer, während der Inhalt der anderen, männlich gearteten, der «Spermatoplast» aus seiner Zellkammer herausschlüpft, durch einen seitlichen Kanal zu dem ruhenden Protoplasten hinübergleitet und mit diesem zusammen zu einer grösseren Kugel verschmilzt. Wie man sieht, lässt dieser Vorgang bereits alle wesentlichen Merkmale eines *sexuellen* Fortpflanzungsaktes erkennen.

Zwei Dinge sind es, die uns sowohl hier bei den Algen, als vorhin bei der Konjugation von prinzipieller Wichtigkeit erscheinen. Es ist einerseits die Einfachheit des ursprünglichen Sexual-Vorganges überhaupt, andererseits die noch grosse Aehnlichkeit, beziehungsweise Uebereinstimmung, nach Aussehen und Kaliber der beiderseitigen geschlechtlichen Partner und ihrer

Keimprodukte. Für diese Gleichartigkeit der Geschlechtszellen (Gameten) hat man den Ausdruck Isogametie geschaffen. Ein förmliches Naturgesetz liegt nun in dem Umstande vor, dass mit dem Fortschreiten in der Organisationshöhe, sowohl in der Pflanzenreihe als in der Tierreihe, diese Gleichartigkeit verschwindet und einer zunehmenden Geschlechtsdifferenz nach Träger und Produkt Platz macht, wofür der Ausdruck «Heterogametie» angewendet wird. «Isogametie» ist für die niederen Protozoën und Protophyten gleicher Weise bezeichnend, wie «Heterogametie» für die höheren Metazoën und Metaphyten. Denn da sind geradezu gewaltige Unterschiede in Grösse, Form und Quantität vorhanden. Es sei jedoch hier bei Zeiten darauf aufmerksam gemacht, dass diesem früheren Ausdruck «Heterogametie» eine andere Bedeutung zukommt, als diejenige, welche für denselben Ausdruck seitens der neuen Vererbungslehre gehandhabt wird. Die damit drohende Begriffsunklarheit kann jedoch vermieden werden, sofern man die bei den Botanikern überhaupt für diese Dinge üblichen Bezeichnungen «Isosporie» und «Heterosporie» anwendet.

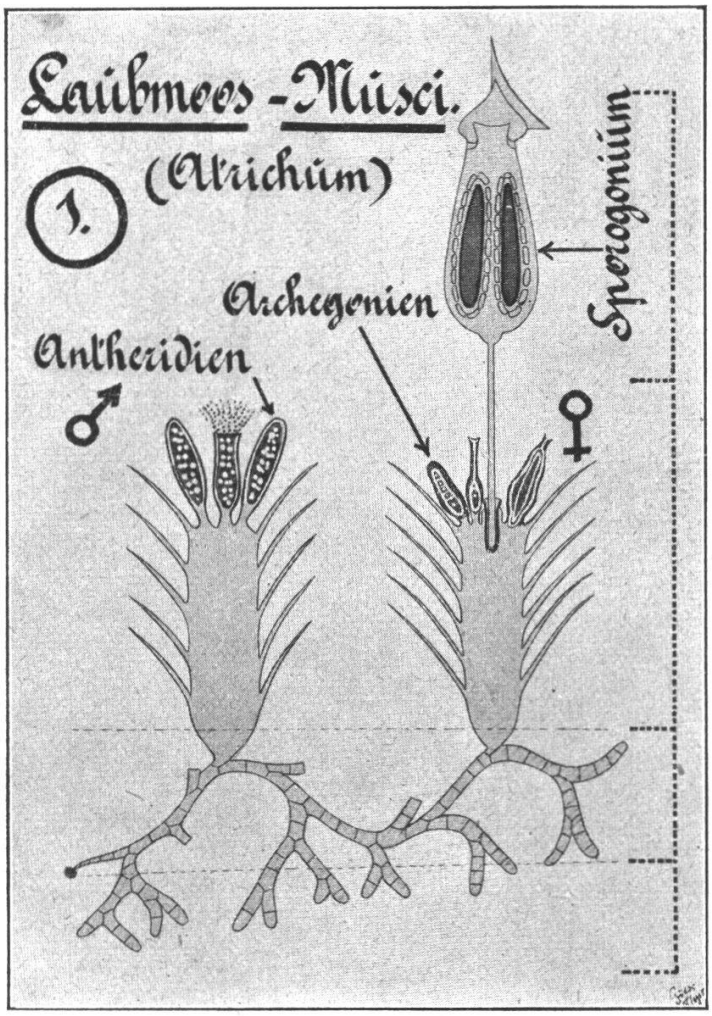
Bei einem Laub-*Moose* haben wir bereits eine ziemlich vorgeschrittene Aufteilung der Geschlechtsfunktion. Wir stossen hier auf einen augenfälligen Generationswechsel zwischen geschlechtlicher Fortpflanzung und ungeschlechtlicher und konstatieren, dass die beiderlei geschlechtlichen Keimzellenträger auf verschiedenen Moosindividuen untergebracht sind, sodass die Moose unter den Begriff der Zweihäusigkeit (Diöcie) entfallen.*) (Zwei Tafeln, wovon die eine ein Laubmoos, die andere ein Lebermoos darstellt, sollen uns helfen, die jeweiligen Verhältnisse zu veranschaulichen.) Die einen Individuen **(Tabelle 1)** bringen an ihrer Spitze sogenannte Antheridien hervor, die männliche Keimzellen (Androgameten) (Antherozoiden-Spermatozoiden) enthalten, welche durch ihre beiden langen Geisseln

*) Statt diözisch wäre übrigens für den vorliegenden Fall richtiger die Bezeichnung rhizautözisch. Gleichzeitig sei auch noch bemerkt, dass der vorliegende Fall bloss für eine Gruppe von Laubmoosen zutrifft und dass es bezüglich des Verhaltens von Protonema zum Geschlechtsabschnitt der Moossprosse eine ganze Reihe verschiedener Kombinationen gibt innerhalb der grossen Schar von Laubmoos-Arten.

am Vorderende alsbald erkennen lassen, dass sie zum Ausschwärmen unter Zutritt von Regenwasser bestimmt sind.

Die andere Individuensorte dagegen erzeugt an ihrer Spitze weiblich veranlagte Geschlechtsorgane, die sog. Archegonien, welche als flaschenförmige Gebilde auf ihrem Grunde die Eizelle, die Gynogamete, hervorgehen lassen. — Aus dem Zusammen-

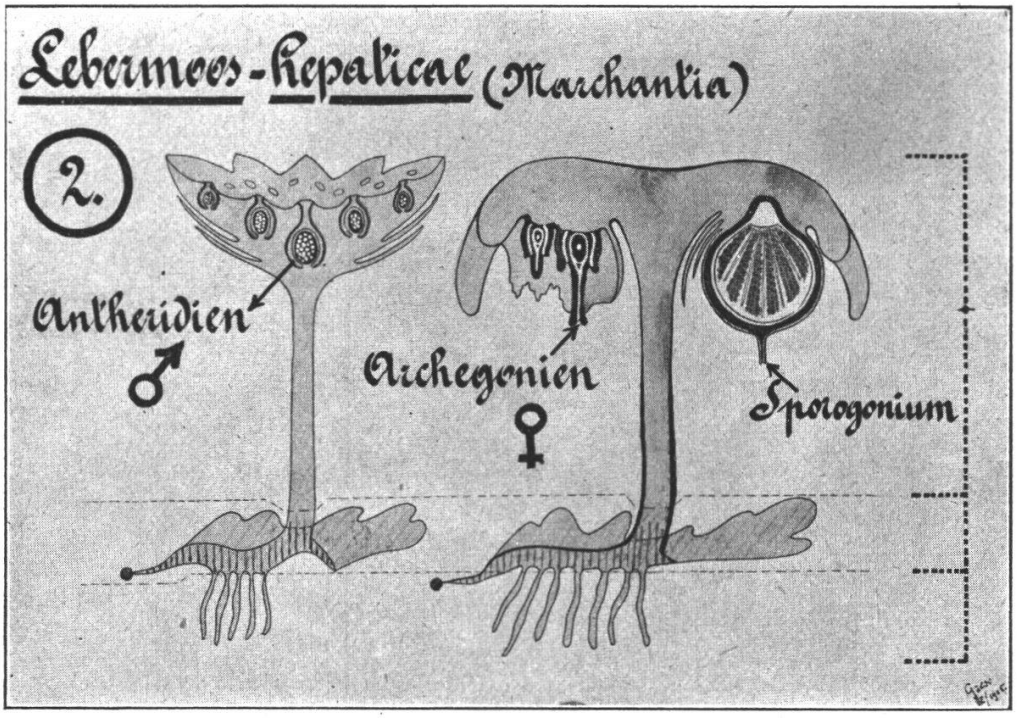
Tabelle 1.



Entwicklungszyklus eines Laubmooses und Geschlechtsverteilung auf zwei verschiedene Moospflänzchen: links das männlich geartete, rechts das weiblich geartete. Der gametophytischen Generation entspricht das einem Prothallium gleichwertige, ein gemeinsames Wurzelgeflecht darstellende sogenannte «Protonema», zusammen mit dem jeweiligen Moospflänzchen. Der sporophytischen Generation entsprechen sodann sowohl die männlichen Antheridien als die weiblichen Archegonien, welche aus dem Achsenende der Moospflänzchen zu gegebener Zeit hervorsprossen. (Mit Benützung einer Skizze von Ch. Janet, umgezeichnet von stud. Walther Göldi.)

treten beider Geschlechtsgameten geht der geschlechtslose unbeblätterte, langgestielte Sporophyt mit der Sporenkapsel, dem Sporogonium hervor, dessen feinpulveriger Inhalt, die Sporen, bei Aussaat auf feuchten und sonst geeigneten Boden zu jenem algenartigen Vorkeim, dem sog. Protonema auswachsen. Die jungen Moospflänzchen entstehen mithin als späterhin geschlechtliefernde, vertikale Sprossbildungen auf dem vegetativen, horizontal hinkriechenden und offenbar früher dem Leben im seichten Wasser angepasstem Protonema.

Tabelle 2.

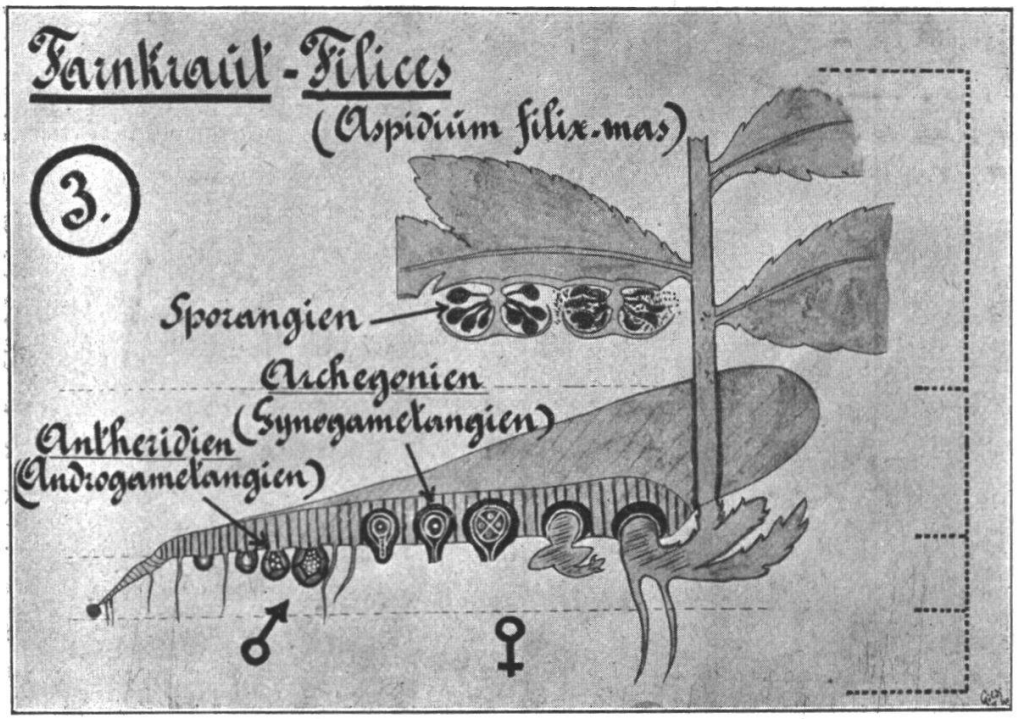


Entwicklungszyklus und Geschlechtsverteilung bei einem Lebermoos. Links ein männlich veranlagtes Moospflänzchen, rechts ein weibliches. Der gametophytischen Generation entsprechen die jeweilen aus einer Spore auskeimenden blattartigen Prothallien, samt den pilzartig aussehenden Moosbecherchen und den daran befindlichen männlichen Antheridien einerseits, den weiblichen Archegonien andererseits. Die sporophytische Generation wird dargestellt durch den zum Sporogonium auswachsenden, befruchteten Inhalt eines solchen Archegoniums. (Mit Benützung einer Skizze von Ch. Janet, umgezeichnet von W. Goeldi.)

Eine **zweite Tabelle (2)** führt uns schematisch die Geschlechtsverhältnisse eines *Lebermooses* vor. Wir sehen wiederum zweierlei Moosindividuen, das linke den männlichen Apparat, die An-

theridien, tragend, das rechte, der weibliche Keimlieferant, einerseits die Archegonien, andererseits das Sporogonium zeigend. Die Verhältnisse gleichen durchaus denen, der Laubmoose, bloss die Lagerung und Wachstumsrichtung ist eine invertierte, in Uebereinstimmung mit der becherförmigen, beziehungsweise hutpilzähnlichen Gestalt der beiderlei Fruktifikationssprosse, welche aus dem derb blattartig gebauten Protonema-Aequivalent, dem Thallus, emporragen. Auch hier deutet alles darauf hin, dass dieses horizontal sich ausbreitende, bewurzelte Substrat, der Gametophyt, ursprünglich für eine Vegetationsweise in seichtem, gut erleuchtetem Wasser eingerichtet war.

Tabelle 3.



Entwicklungszyklus und Geschlechtsverteilung bei einem Farnkraut. Unten der zwerghafte Gametophyt, das herzförmige Farn-Prothallium, hervorgegangen aus einer Spore, links die männlichen Antheridien, rechts die weiblichen Archegonien zeigend. Der riesenhafte Sporophyt, das eigentliche Farnkraut, entsprosst dem befruchteten Archegoniuminhalt. Dasselbe lässt zu gegebener Zeit an der Unterseite der Blattwedel die Sporangien hervorgehen. (Nach einer Skizze von Ch. Janet, umgezeichnet von W. Goeldi.)

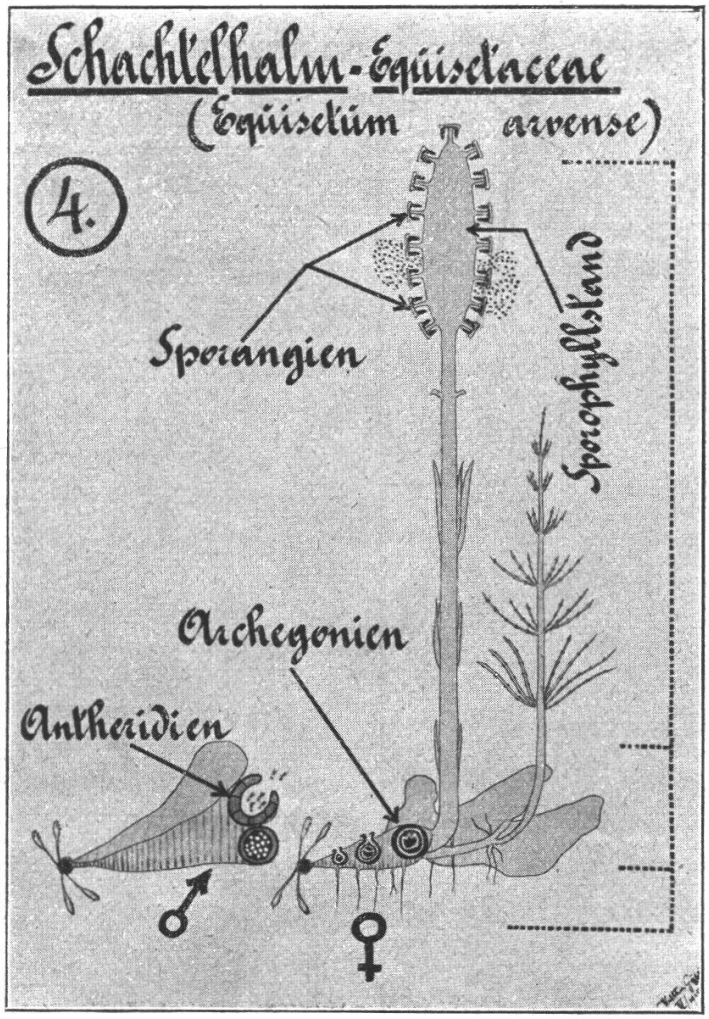
Nachdem wir zwei Vertreter aus der Kryptogamengruppe der Bryophyten oder Moose behandelt, wollen wir uns bei Vertretern des Pteridophyten oder Farnartigen umsehen.

Wir wählen einen Vertreter aus der Familie der ächten *Farnkräuter* **(Tabelle 3)**; in diesem Falle handelt es sich um Aspidium filix-mas, den Wurmfarn. Von den hier obwaltenden Sexualitätsverhältnissen haben nicht viele Leute, trotz der Häufigkeit des Gewächses, eine klare Vorstellung, und sicherlich besteht das Bewusstsein, dass es sich im Grunde um einen Generationswechsel zwischen einem asexuellen Riesen (Sporophyt) und einem sexuellen Zwerg (Gametophyt) handelt, bei gar wenigen Personen. Allbekannt sind zwar die auf der Rückseite der Blattfiederchen meist hübsch symetrisch verteilten, braunen Sori mit den Sporangienhäufchen, die das Erzeugnis des geschlechtslosen Riesen darstellen. Aus dem feinen Sporenpulver, das zu Boden fällt, bildet sich unter geeigneten Feuchtigkeits- und Unterlageverhältnissen ein winziges grünes, blattartiges Gebilde von herzförmiger Umrisslinie, der Vorkeim oder das Prothallium. Von Millionen von zur Aussaat gelangenden Sporen finden freilich eventuell bloss einige wenige die erforderlichen Entwicklungschancen. Dieses unscheinbare, durch zahlreiche Wurzelhaare am Boden befestigte Prothallium ist der Sitz der beiderlei Geschlechtsorgane. Auf der Unterseite, also der dem Erdboden zugekehrten Fläche, sind diese Organe in der Art und Weise lokalisiert, dass die kuppelförmig vorstehenden, kleinen männlichen Antheridien über die Vorderhälfte der zugespitzten Partie verteilt sind, während die weiblichen Fruchtanlagen, die Oogonien, in der Nachbarschaft des Ausschnittes stehen. Aus dem durch die schraubig gedrehten Spermatozoiden, in Gegenwart von Regenwasser, befruchteten Plasma des Oogonium entsteht ein Embryo, welcher Stamm, Wurzel und Wedel hervorgehen lässt und zum ungeschlechtlichen Farnriesen auswächst. Die biologischen Symptome machen es wahrscheinlich, dass die Unterseite des Prothalliums ursprünglich für die Existenz in seichtem Wasser angepasst war, während die Oberseite sowohl für Wasser, als für Luftleben equipiert sein mochte.

Von den *Schachtelhalmen* (Equisetaceen), die in früheren Erdperioden, zusammen mit Farnkräutern und Bärlapp-Gewächsen

als Sumpfwald bildende Pflanzen von Baumgrösse eine imposante Rolle spielten, ist ein zwerghafter Epigone auf unserer **Tabelle (4)** hinsichtlich seiner Geschlechtsverhältnisse dargestellt. Aus den ungeschlechtlichen Sporen der an besonderen Trieben im Frühjahr erscheinenden Katzenschwanzkolben gehen zweierlei kriechende Vorkeime hervor: kleinere, welche die männnlichen

Tabelle 4.



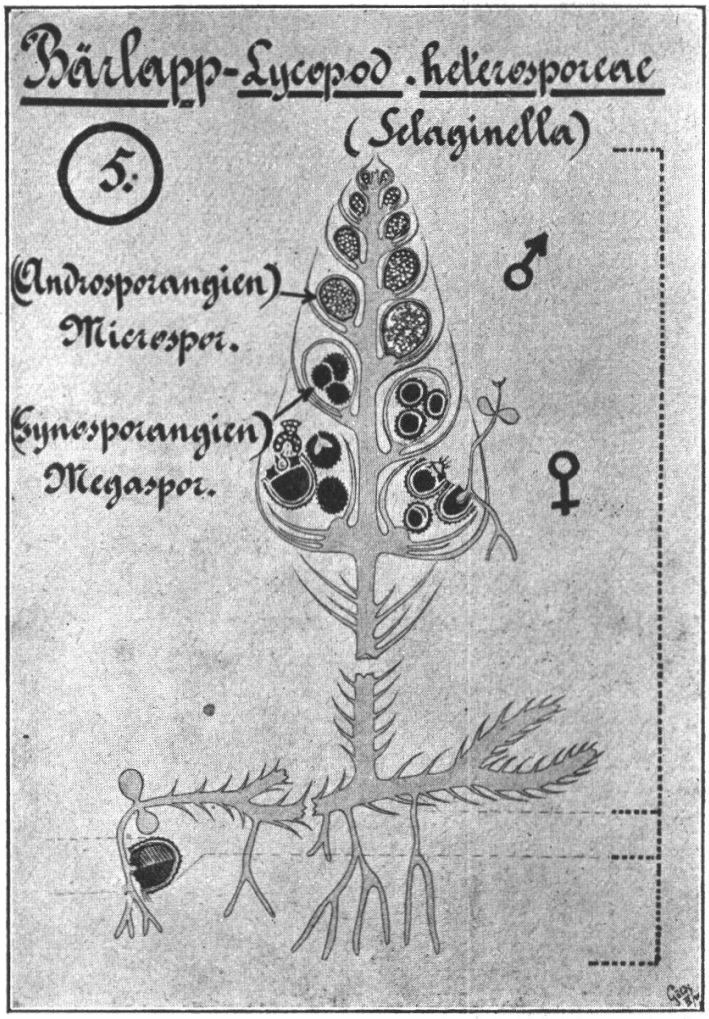
Entwicklungszyklus und Geschlechtsverteilung bei einem Schachtelhalm. Aus den Sporen geht die gametophytische Generation hervor, welche zweierlei Prothallien liefert, männliche mit Antheridien (links), und weibliche, mit Archegonien (rechts). Aus dem befruchteten Archegonieninhalt geht die sporophytische Generation hervor, einerseits der fertile Schachtelhalm im Frühjahr, andererseits die sterilen Halme den Sommer hindurch. Ersterer zeitigt in den Sporangien des kolbig verdickten Sporophyllstandes die Sporen. (Original nach Janet'schem Gedankengang, angefertigt von stud. Walther Göldi.)

Antheridien mit ihren Schwärmer-Gameten liefern, und grössere welche die sackartig eingelassenen, weiblichen Archegonien bergen, aus denen der asexuelle, kolbentragende Schachtelhalm emporschiesst. Diese Verhältnisse erinnern teils an diejenigen der eigentlichen Farnkräuter, teils an die der Moose und zwar speziell der Lebermoose. Intriguierend ist hiebei aber doch, dass hier wie dort aus anscheinend gleich aussehenden Sporen Vorkeime beiderlei Geschlechtes hervorgehen. Da muss sich denn unwillkürlich die Frage vor uns auftun: wie und wann findet bei den Sporen die Geschlechtsregulierung (Umstimmung) statt? — Sind es innere oder äussere Faktoren? — Verhalten sich eventuell einzelne Regionen ein und desselben Sporangienkolbens oder diverser Kolben sexuell different? — Ich habe in der mir zu Gebote stehenden, allerdings nicht sehr umfangreichen botanischen Literatur nirgends eine Diskussion dieser speziellen Frage finden können. Am nächsten liegt indessen die Annahme ähnlicher Verhältnisse, wie sie neuerdings für gewisse Lebermoose (Sphaerocarpus) nachgewiesen wurden: Der Geschlechtsentscheid fällt dort auf das Stadium der Sporenmutterzellen als ein numerisch halbierender Prozess. (Strasburger zeigte nämlich, dass bei Sphaerocarpus von den 4 Sporen, welche jeweils aus einer Sporenmutterzelle hervorgehen, je 2 männlichen Geschlechtes, die andern 2 weiblichen Geschlechtes sind und ein entsprechend sexuell differenziertes Prothallium liefern, sowie auch, dass jedes Sporangium beiderlei Sporen enthält.)

Nehmen wir schliesslich unter den Farnverwandten noch ein *Bärlappgewächs* (Selaginella), eine Lycopodiacee, allerdings aus dem aberranten Lager der Heterosporen. Die Sexualitätsverhältnisse werden uns wiederum auf einer besonderen schematischen **Tabelle (5)** verdeutlicht. Da sehen wir an den moosartig aussehenden Gewächsen, die vielverzweigt über den Boden dahin kriechen, endständige, kolbig gestaltete Aehren an aufrechten Stengeln —, Umstände, deren analoge Bedeutung uns aus den vorigen Beispielen sofort in die Augen springt. Nun sind aber die Selaginellen im Unterschiede zu den ächten Lycopodiaceen monözisch, d. h. beiderlei Geschlechtsorgane finden sich an einem und demselben Gewächsspross, also am Stengel. In den unteren Blattachseln der fruktifizierenden Aehre

finden sich jeweils in geringer Anzahl die grossen, mit derber, dorniger Hülle versehenen sog. *Macrosporangien,* welche die weibliche Eizelle (Gynogamete) einschliessen. In den oberen Blattachseln ist der Sitz der kleineren und entsprechend viel zahlreicheren männlichen Keimprodukte, der *Microsporangien*, welche die befruchtenden Androgameten (Spermatozoiden) enthalten. Auf weitere Einzelheiten einzutreten hat für unser Thema

Tabelle 5.



Entwicklungszyklus und Geschlechtsverteilung bei einem Bärlappgewächs, aus der Abteilung der sog. «Heterosporen». Der obere Teil der fertilen Staude ist hier männlich veranlagt und führt in den Blattwinkeln die Microsporangien; der untere Teil ist weiblich veranlagt und zeigt die viel grösseren, mit dorniger Aussenkapsel versehenen Mega- oder Macrosporen. Aus der befruchteten Macrospore geht wiederum das auf dem Boden dahinkriechende, vielfach verästelte Bärlappgewächs hervor. (Nach einer Skizze von Ch. Janet, umgezeichnet von W. Göldi.)

keinen Wert; es genügt, anzudeuten, dass aus dem sexuellen Kontakt des Inhaltes der Kleinsporen mit demjenigen der Grossporen der Anstoss zur Bildung eines neuen Individuums gegeben ist, sei es, dass das Austreiben des jungen Pflänzchens bereits im mütterlichen Blattachselbereiche stattfinde, oder dass dies, wie es normalerweise geschieht, durch Ausfallen der befruchteten Grosspore auf dem Boden zu Stande komme. Wesentlich scheint uns dagegen die Beachtung des Umstandes, dass der horizontal hinkriechende, seiner Funktion nach vegetative Gewächsteil an ein zwischen Wasser- und Luftleben alternierendes Milieu angepasst scheint. Derselbe prägnante Gegensatz zwischen männlichen *Microsporangien* und weiblichen *Macrosporangien*, bei im Einzelnen variierenden Unterkunftsverhältnissen wird wahrgenommen bei den verwandten sog. Wasserfarnen (Salvinia und Marsilia).

Schier unerschöpflich also sehen wir die Mannigfaltigkeit, in welcher im Pflanzenreich die Sexualität unter den verschiedenen Gruppen der Kryptogamen auftritt. Interessant ist nun eine entsprechende summarische Orientierung bei den *Phanerogamen*.

Zuvor müssen wir jedoch in Kürze noch eintreten auf das Prinzip des Generationswechsels, auf welches seit den bahnbrechenden Untersuchungen Strasburgers (1887) in der neueren Botanik grosses Gewicht gelegt wird. Es handelt sich um die Erkenntnis, dass sich der Entwicklungszyklus einer jeden Pflanze zusammensetzt aus zwei in der Chromosomen-Zahl ihrer Zellkerne verschiedenen Phasen oder Generationen. Der zwischen auskeimender Spore und Embryo liegende Entwicklungsabschnitt wird als Geschlechtsgeneration aufgefasst; ihr Produkt heisst *Gametophyt*. Charakteristisch ist für dieselbe die halbe Anzahl der Chromosomenkerne in ihren Gewebezellen, so dass diese Generation gleichzeitig als halbkernige, haploïde oder x-Generation bezeichnet wird. (Besser wäre es $\frac{x}{2}$ zu sagen, beziehungsweise $\frac{n}{2}$, da das x in der modernen Chromosomenlehre, wie nachher gezeigt werden soll, in einem ganz anderen Sinne gebraucht wird: nicht in dem einer Zahl, sondern in dem einer bestimmten

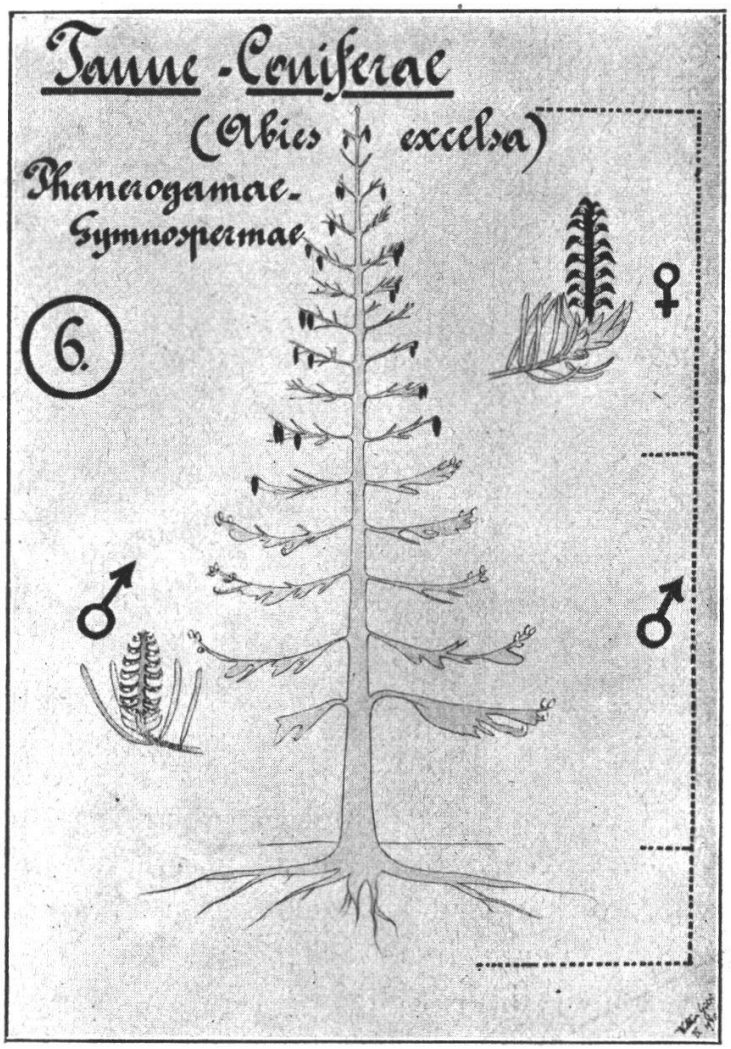
Partikel der Kernschleife.) Der andere, zwischen Embryo und Spore liegende Entwicklungsabschnitt wird als *Sporophyt* bezeichnet; er umfasst die ungeschlechtliche Phase oder Generation. Bezeichnend ist für dieselbe die ergänzte Anzahl der Chromosomkerne in ihren Gewebe- und Organzellen, sodass sie als die vollkernige, diploïde oder 2 x-Generation benannt wird. (Entsprechend Obigem wäre sie besser als x-, respektive als n-Generation zu bezeichnen.)

Im Generationswechsel zwischen Gametophyt- und Sporophytabschnitt liegt der eigentliche Schlüssel zum Verständnis der morphologischen Verhältnisse im Pflanzenreiche, speziell unter dem Gesichtswinkel der Sexualität. Bei den niederen Bryophyten (Moosen) spielt der Gametophyt die hauptsächliche Rolle; bei den Pteridophyten (Farnartigen) gewinnt der Sporophyt die Oberhand. Dieses Verhältnis spitzt sich dann immer mehr zu im Rayon der niederen und höheren Blütenpflanzen. (Vergleiche hiezu das kurze Autoreferat von Prof. Ed. Fischer über seinen Vortrag «Der Generationswechsel im Lichte der neueren Kernforschungen» (21. XII. 1912) in «Mitteil. der Naturf. Ges. Bern», Jahrg. 1912, pag. 38—39 der Sitzungsberichte.)

Ueber die Sexualitätsverhältnisse im Lager der Phanerogamen orientieren zwei weitere **Tabellen** (**6** und **7**). Zunächst reihen sich die Gymnospermen an, **Tabelle (6)**, welche den Uebergang von den höheren Gefäss-Kryptogamen zu den höheren Blütenpflanzen vermitteln und schon habituell verwandtschaftliche Beziehungen zu den eben behandelten farnartigen, speziell zu den Schachtelhalmen erraten lassen. Nicht ohne Absicht wählten wir als Beispiel unter den Nadelholzgewächsen (Coniferen) die Rottanne (Abies excelsa). Sie lässt nämlich besonders schön die regionale Anordnung der Geschlechtsorgane erkennen: die obere Hälfte samt der Spitze ist der Sitz der späterhin zu den bekannten, vermöge ihrer Schwere abwärts hängenden Tannzapfen auswachsenden weiblichen Blütenstände, während die untere Hälfte an den Astenden die klein bleibenden und mehr hinfälligen männlichen Blütenstände beherbergt. In unserer Rottanne haben wir somit ein hübsches Exempel eines nacktsamigen, phanerogamischen Riesengewächses, welches noch sexuelle und räumliche Trennung beiderlei Blütenstände

zeigt, mit Einhäusigkeit gekoppelt, so dass der obere Teil weibliche Lokalisierungs-Veranlagung erkennen lässt, der untere dagegen die männliche. Es liegt somit jenes Verhältnis vor, für welches Linné seine «Monoecia» genannte, 21ste Klasse aufgestellt hat. (Nach der von dem Wiener Botaniker Kerner von Marilaun vorgenommenen Umgruppierung entspricht es dessen 7ter Gruppe.) Die genaueste sprachliche Fassung ist wohl in dem neueren botanischen Ausdruck «Dimonoecisch» geboten.

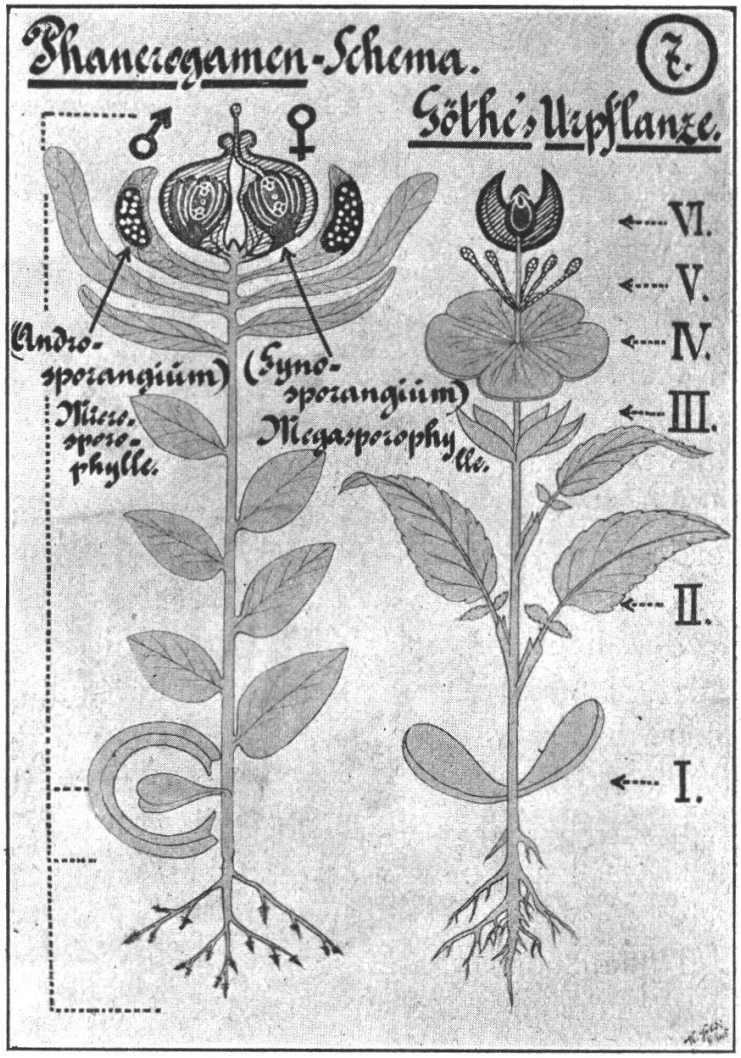
Tabelle 6.



Entwicklungszyklus und Geschlechtsverteilung bei einer Tanne, als Beispiel der Gymnospermen. Der obere Teil ist weiblich veranlagt und zeigt die anfänglich noch aufrecht stehenden, späterhin herabhängenden Zapfen. Der untere Teil ist vorwiegend männlich veranlagt und das Emporführen des Blütenstaubes zu den weiblichen Blüten des oberen Teiles wird durch die Windströmung besorgt. (Original von stud. Walther Göldi.)

So erübrigen uns bei dieser Umschau nur noch die eigentlichen höheren, bedecktsamigen Blütenpflanzen, die Angiospermen: **Tabelle (7).** Wir werden auf ihre Besprechung alsbald eintreten.

Tabelle 7.



Geschlechtsentwicklung und Geschlechtsverteilung bei den Blütenpflanzen (Anthophyten). Links ein dikotyles Phanerogamenschema, rechts das Schema der sogenannten «Göthe'schen Urpflanze». Aus dem vorletzten Blumenblattkreis (V), dem Androeceum, gehen die männlichen Geschlechtsprodukte, der Pollen (Blütenstaub) hervor; aus dem letzten Blattkreise (VI), welcher die Axenspitze einnimmt, gehen die weiblichen Keimprodukte hervor, die Nucelli, welche den Macrosporen der Bärlappgewächse vergleichbar sind. (Zusammengestellt und umgezeichnet von stud. Walter Göldi.)

Linné, der Begründer der binären Nomenklatur und Schöpfer des nach ihm benannten Pflanzensystems, war gewiss ein guter Systematiker, aber weniger hervorragender Biologe. So kommt es denn, dass eine morphologisch richtige Auffassung vom äusseren Aufbau der Blütenpflanze erst von anderer Seite her kam; sie ist von Göthe angebahnt worden. Göthe hat zeitlebens gewissen naturgeschichtlichen Problemen seine Aufmerksamkeit zugewendet und unter diesen beschäftigte ihn dasjenige der hypothetischen Urpflanze in sehr intensiver Weise. Der vielseitige Wiener Botaniker Julius v. Wiesner hat das Verdienst, Göthe's «Urpflanze» rekonstruiert und in einer liebevollen Studie wissenschaftlich Brauchbares vom Unhaltbaren gesiebt zu haben. Den wesentlichen Kern davon darf man füglich in Ehren halten und es wäre im Interesse einer methodischen Naturauffassung wirklich zu wünschen, dass demselben bereits im Volksschulunterricht etwas mehr gebührende Beachtung geschenkt würde. Jedenfalls lehrt der Vergleich mit dem von einem modernen Naturforscher stammenden Schema über den morphologischen Aufbau einer phanerogamen Pflanze — beide sind auf unserer Tabelle vereinigt —, dass Göthe's Ansicht sich recht wohl sehen lassen darf, neben der heutigen. Heben wir an diesem Gedankengange die speziell unser Thema berührenden Punkte heraus.

Am oberirdischen Teil einer Blütenpflanze, dem Stengel oder Stamm, lassen sich sechs verschiedene Aufreihungen von Blättern erkennen, die im Verhältnis der Entfernung vom Wurzelteil folgendermassen aufeinanderfolgen: 1. Keimblätter, 2. Laubblätter, 3. vier Kreise von Blättern, die sich am Aufbau der Blüte, des Fortpflanzungsapparates, beteiligen, nämlich a) Kelchblätter, b) Blumenkronblätter, c) Staubgefässblätter, d) Stempel oder Fruchtblätter. Wichtig ist, dass die vier an der Stengelachse nahe zusammengerückten Blattkreise, trotz ihres verschiedenen Aussehens, nichts anderes sind als umgewandelte Laubblätter; ferner, dass die beiden proximalen vornehmlich mit der Schutzaufgabe betraut sind, während die beiden das Ende der wachsenden Axe einnehmenden, distalen, stärker metamorphosierten Blattkreise den Geschlechtsapparat im eigentlichen Sinne darstellen: der männliche oder Staubgefässkreis als vorletzter, der weibliche oder Stempelkreis als letzter.

Göthe äussert sich bezüglich der Blumenkronblätter, dass sie umfangreicher als jene des Kelches seien, dass sie überdies zarter, feiner, in bunten Farben prangen und — hierin liegt ein wichtiger Punkt — «auch mit feineren, reineren Säften erfüllt seien.» Er stellt sich nämlich vor, dass diese Säfte in den tieferstehenden Blättern und in den Gefässen der unteren Region des Stengels gewissermassen filtriert werden und dadurch mehr und mehr vervollkommnet in die oberen Stockwerke gelangen; er meint auch, ein feinerer Stoff müsse dann auch ein feineres, zarteres Gewebe bedingen. Während die Samenlappen oder Cotyledonen «mit einer rohen Materie gleichsam vollgestopft und nur grob organisiert sind» (seine wörtlichen Ausdrücke), ferner die «grünen Laubblätter bereits auf einer höheren Stufe der Ausbildung und Verfeinerung stehen, welche sie dem Lichte und der Luft schuldig sind» —, erscheinen ihm die Blätter der beiden obersten Kreise, des im 5ten und 6ten Stockwerke untergebrachten Geschlechtsapparates, als äusserster Grad der Vervollkommnung. «In den Staubgefässen,» sagt er, «sehen wir die Blätter auf das äusserste zusammengezogen, zum Teile fast fadenförmig; sie erscheinen in einem höchst verfeinerten Zustand und in jenen Teilen, welche man die Antheren nennt, ist ein höchst feiner Saft aufbewahrt». In den Fruchtblättern, welche den obersten Teil des Stengels einnehmen und die Samen umschliessen, ist für ihn der Gipfelpunkt der Saftläuterung und der organischen Vervollkommnung gegeben, denn jede Stufe ist vollkommener als die nächst tiefer stehende.» So muss denn die logische Folgerung gezogen werden, dass Göthe im männlich gearteten Staubblattkreis (Androeceum) die vorletzte, im weiblichen Fruchtblattkreis (Gynaeceum) die letzte und oberste Entwicklungsstufe vor sich zu haben glaubte. Wir werden später sehen, wie die solcher Anschauung zu Grunde liegende Annahme und Voraussetzung nach hundert Jahren wiederkehrt, diesmal angetan mit dem Gewande der modernen Vererbungslehre.

Zurückkehrend auf das eigentliche Geleise unserer Untersuchung konstatieren wir, dass im vorliegenden Schema äusserlicher phanerogamischer Körperbeschaffenheit das einhäusige Verhältnis, die Monöcie, zur Anschauung gelangt und zwar mit einer typisch zwittrigen, monoklinen Blüte, da ja beiderlei

Geschlechtsorgane in unmittelbar anstossenden, aufeinanderfolgenden Blattkreisen vorhanden sind. Von einer Detailbesprechung der Analogien und Homologien in den beiderlei Geschlechtsprodukten und dem Befruchtungsvorgange selbst, im Vergleiche zum Tierreich, können wir, als gegenwärtig abseits unserer Bahn liegend, abstrahieren. Dagegen gehört hieher entschieden noch die Erwähnung der Tatsache, dass die gesamte phanerogamische Geschlechtsorganisation nun deutlich auf das Luftleben abgestimmt ist: die männlichen Geschlechtszellen sind nicht mehr mit Schwärmergeisseln ausgerüstet —, sondern die Pollenkörner treiben einen Plasmasack aus, der durch das Narbengewebe hindurch seinen merkwürdigen Weg findet, und der Blütenstaub zeigt entweder eine pulverig-trockene (anemophile Pflanzen), oder eine klebrige (entomophile Pflanzen), zur Verklumpung geneigte Beschaffenheit.

In unendlich vielen Modifikationen aber präsentiert sich unter der höheren Phanerogamenwelt die gegenseitige Lagerung der noch vereinigten Geschlechtsorgane im Einzelnen, ihre Lokalisierung an den verschiedenen Partien des Pflanzenkörpers — denn die vorige schematische Annahme terminaler Stellung am unverzweigten Stengelspross ist ja bloss ein allerdings häufig zu beoachtender Separatfall —, dann die nachherige Auftrennung und Verteilung der Geschlechter, sowohl auf verschiedene Blüten und verschiedene Regionen desselben Pflanzen-Individuums, als auch auf diverve Individuen, die zeitlichen Dissonanzen in Reifung der Geschlechtsprodukte u. s. w. Ihre Zahl ist Legion. Und wenn Linnéisches System ehedem für den Schüler eine geisttötende Marter und Qual darstellte, ist es für den selbständig arbeitenden Naturforscher, mit Göthe zu reden, «eine Lust, forschend zu wandeln in dem herrlichen Weltgarten und seine mannigfaltigen, besonderen Erscheinungen auf ein allgemeines, einfaches Prinzip zurückzuführen.»

Keinen Augenblick können wir zweifeln, dass die von den Geschlechtsverhältnissen in der Pflanzenwelt dargebotene Vielgestaltigkeit gegenüber denen in der Tierwelt eine grossartige Ueberlegenheit zeigt.

Was wir im Bisherigen beigebracht, kann ja nichts anderes sein als ein kümmerliches und lückenhaftes Bild. Trotzdem

wollen wir uns damit begnügen und, anstatt eine zoologische Nachlese zu halten, eintreten auf den zweiten Teil unserer Untersuchung.

* * *

Vorher möchte ich jedoch noch kurz auf die Diskussion einer bereits früher angeschnittenen Frage eintreten, die mir zu einem völligen Verständnis des vorliegenden Themas sehr wesentlich erscheint. Es ist die Frage: Gibt es Anzeichen und Beweise dafür, dass die Einrichtung des Geschlechtes wirklich als vorteilhaft zur Arterhaltung und Artverjüngung aufgefasst werden müsse? — Ja, es gibt solche Anzeichen, deren Beweiskraft erfreulicherweise so ziemlich allgemein anerkannt wird. Ein frühes Anzeichen wird schon bei den Protisten angetroffen und bezieht sich auf die Verumständung, unter welcher die Konjugation einzutreten pflegt. Man hat die Erfahrung gemacht, dass gewisse Infusorien Hunderte von successiven Generationen auf asexuellem Wege durch Teilung hervorgehen lassen und dass dieser Modus in der Regel so lange beliebt, als die Existenzbedingungen normale sind. Sofort aber bei Eintreten ungünstiger Lebensverhältnisse setzt meist auch Konjugation ein, jene Assoziation zweier Individuen, in welcher wir den Vorläufer des geschlechtliehen Fortpflanzungsmodus erkennen konnten. Ohne auf Einzelheiten eintreten zu dürfen, mag im Vorübergehen vor allem auf die allzeit denkwürdigen Untersuchungen aufmerksam gemacht werden, welche schon vor bald 30 Jahren der französische Forscher Maupas bei jahrelanger Züchtung gewisser Infusorien mit bewundernswerter Geduld und Ausdauer angestellt hat.

Beachtenswert hiebei ist das eigentümliche Ergebnis, dass Konjugation am liebsten zwischen stammfremden Individuen eingegangen wird. Zu dieser Erscheinung, die wie ein Veto gegen fortgesetzte Inzucht erscheint, finden wir nicht wenige Analogien bei den Fortpflanzungsverhältnissen höherer Tiere und Pflanzen.

Sodann liegt ein zweites Anzeichen vor in einer Erscheinung, die jedem Zoologen, welcher jemals einlässlich sich mit den unteren tierischen Schichten beschäftigte, geläufig ist: ganz allgemein ist durch ganze Ordnungen und Klassen hindurch — wo die Möglichkeit asexueller Fortpflanzung als gegebene Norm

überhaupt vorliegt —, die Wahrnehmung zu machen, dass Verschlechterung der Existenzbedingungen jeweilen das Auftreten einer Geschlechtsgeneration im Gefolge hat.*) Ganz Aehnliches sehen wir in weiter nach oben befindlichen Tierreihen, überall da, wo die Einrichtung der sog. Parthenogenese oder jungfräulichen Zeugung besteht, d. h. die Möglichkeit successiver Generationen auf eingeschlechtig-weiblichem Wege. Der parthenogenetische Zustand entspricht jeweilen der Periode des Existenzoptimums, wie es durch Nahrungsüberfluss, geeignete Klima- und Wohnortsverhältnisse geschaffen wird; sobald aber Gefahr in Sicht ist, werden Anstalten zur Abwehr getroffen und dieselben finden in der Ablösung durch eine Geschlechtsgeneration ihren bezeichnendsten Ausdruck.**)

---

*) Dass dies auch für die Pflanzenwelt zutrifft, zeigen folgende Erwägungen eines Botanikers: «Sobald es praktisch gelingt, die für das Wachstum optimalen, internen Bedingungen konstant zu erhalten, kann der Organismus niemals zur Fortpflanzung kommen, sondern muss zunächst weiterwachsen. Der Versuch ist für eine Reihe Thallophyten (Algen, Pilze) mit Erfolg lange durchgeführt worden. Jederzeit lässt sich bei den betreffenden Organismen durch Aenderung der Bedingungen die Fortpflanzung herbeiführen.» Auch für eine Reihe von Phanerogamen ist derselbe experimentelle Nachweis geführt worden, z. B. für Glechoma-, Rumex-, Sempervivum-Arten.

(G. Klebs, Physiologie der Fortpfl. der Gewächse.)

**) Man kann nicht umhin, das bei der Parthenogenese im Tierreich obwaltende Verhältnis zu vergleichen und als homolog aufzufassen mit dem Sporophytabschnitt beim pflanzlichen Entwicklungszyklus, doch mit der bei höheren Pflanzen kaum irgendwo anzutreffenden Modifikation, dass aus der Spore direkt ein abermals gleichartiger Sporophyt hervorsprosst auf vegetativem Wege und so weiter durch n-Generationen hindurch, bis zur schliesslichen einmaligen Ablösung durch ein dem Gametophyt entsprechendes Aequivalent. Dem gewöhnlichen zweiteiligen Entwicklungszyklus steht ein für den Sporophytabschnitt fraktionierter Typus gegenüber.

Bei dieser Gelegenheit sei auf den verdienstvollen Versuch des weitausblickenden französischen Zoologen Charles Janet aufmerksam gemacht, welcher auf die Homologisierung der Entwicklungsvorgänge in Pflanzen- und Tierreich abzielt. Entsprechend dem Gametophyt und Sporophyt bei der *Pflanze* weist er gleichwertige evolutive Phasen auch beim *Tiere* und speziell beim Insekt nach, — Phasen für die er die korrespondierenden Bezeichnungen Gametozoït und Sporozoït in Vorschlag bringt. Der geistreiche Essai von Ch. Janet, dem wir in gedanklicher Beziehung, sowie in illustrativer Hinsicht (namentlich auf botanischem

Ein drittes Anzeichen liegt ferner vor in einer Besonderheit, mit welcher primärer Hermaphroditismus vielfach in der Tierreihe begleitet zu sein pflegt. Diese Besonderheit besteht darin, dass die Zwitter durch gewisse spezielle Einrichtungen an Selbstbefruchtung verhindert werden. Die hermaphroditischen Schnecken, z. B. befruchten sich über's Kreuz, männlicher Teil der Schnecke A mit weiblichem Teil der Schnecke B, und umgekehrt. Analoge Verumständungen sind wiederum gäng und gäbe bei den höheren Blütenpflanzen. Damit ist die Zahl solcher Anzeichen keineswegs erschöpft. Aber sie dürften genügen. Für alle diese Erscheinungen ist die ungezwungene Deutung eben die, dass das Geschlecht tatsächlich eine arterhaltende und artverjüngende Natureinrichtung darstellt.

* * *

Begreiflich ist es, wenn schon von jeher die Frage nach den Ursachen, welche in der organischen Natur das Geschlecht bestimmen, nach dem regulierenden Prinzipe, zunächst die Naturforscher und Aerzte und darüber hinaus die gebildeten Kreise aller Gesellschaftsklassen in hohem Grade interessierte. Ist sie doch von grosser soziologischer Bedeutung und von gewaltiger national-ökonomischer Tragweite. Denn betrachte man sie z. B. vom agrikol-tierzüchterischen Standpunkte aus, oder unter dem Gesichtswinkel staatswirtschaftlicher Erwägungen, man wird sich sofort sagen müssen, dass es durchaus nicht gleichgültig ist, ob man über dieses Problem etwas wisse oder nichts wisse, ob es zu demselben überhaupt eine wissenschaftlich haltbare Lösung geben kann und wie weit eventuell dieselbe in der Gegenwartforschung vorgerückt. Abgesehen von der simpeln Neugierde, die zweifellos bei einer naiven Majorität den Wunsch entstehen lässt, den Vorhang zu lüften zu diesem Natur-

---

Gebiete) vieles verdanken, bei unserem Bestreben zu einer gemeinverständlichen Ausgestaltung vorliegender Arbeit, sei allen denjenigen angelegentlich empfohlen, welche sich noch genauer mit den einschlägigen Fragen zu beschäftigen wünschen. Wir selbst gedenken auch in einer für die nächste Zeit projektierten Abhandlung spezieller auf diesen Gegenstand einzutreten, der uns ausserordentlich wichtig erscheint zu einer vertieften Auffassung organischen Lebens.

geheimnis, kommt der Beschäftigung mit dieser Frage eine unbestreitbare, genuin wissenschaftliche Berechtigung zu.

Längstens hatte sich auch schon die zutreffende Auffassung Platz verschafft, dass bei der Geschlechtsregulierung in der Natur eine zwiefache Erscheinungsreihe beteiligt sein müsse, die sich in einem gewissen gegensätzlichen Verhältnisse geltend mache. Die eine Reihe müsse in der körperlichen Veranlagung, im Soma der beiden bei der Zeugung beteiligten Elterindividuen gegeben sein, die andere in der Beeinflussung durch die Summe der von der Umwelt, dem sog. «Milieu», gebotenen Existenzbedingungen. Man nennt die beiden Reihen kurzweg und passend innere und äussere Faktoren. Es braucht nicht sonderlich viel Anstrengung des Denkens, um weiterhin zu dem Ergebnis zu gelangen, dass wir für dieses mehr philosophisch klingende Begriffspaar Innenfaktoren und Aussenfaktoren auch recht wohl ein anderes, der modernen naturwissenschaftlichen Sprachweise geläufiges Begriffspaar einsetzen können: nämlich Vererbung und Anpassung. Und soziologisch finden diese Ausdrücke ihr Analogon in dem Kräftepaar Geburt und Erziehung. Für uns kommt jedoch augenblicklich bloss der Umstand in Betracht, dass das Denkpostulat, welches das Vorhandensein der beiden Erscheinungsreihen Innenfaktoren und Aussenfaktoren erheischt, tatsächlich auch jetzt noch bei der Diskussion der Geschlechtsregulierung in der Natur den Dreh- und Angelpunkt bildet. Von verschiedener Seite her suchte man dem Problem beizukommen. Dass die aus älterer Zeit stammenden Anläufe meist spekulativen Charakters waren, ist leicht verständlich; wir brauchen uns dabei nicht aufzuhalten. Brauchbares Material setzt somit erst ein mit dem Aufkommen exakt statistischer Sammelarbeit einerseits, experimentell-naturwissenschaftlicher Forschungsmethode andererseits.

Dieser experimentell-naturwissenschaftlichen Kampagne, soweit sie der Aufklärung des Geschlechtsproblemes gilt, sei nun heute unsere spezielle Aufmerksamkeit gewidmet. Die Kampagne ist sowohl von botanischer, als von zoologischer Seite in Angriff genommen worden. Was die Wege anbetrifft, so ist von vorneherein der Umstand zu betonen, dass es zwei anscheinend verschiedene Methoden sind, welche hiebei einge-

schlagen werden, einerseits die sogenannte cytologische, andererseits die auf der Hereditäts- oder Vererbungslehre basierende. Genauer zugesehen, verlaufen die beiden Wege nicht gänzlich getrennt; an gewissen Stellen zeigen sie sich wesensverwandt und durch gemeinsame Interessen verknüpft. Die cytologische Forschung erblickt ihr Arbeitsfeld in gründlichem Studium der Zelle in allen ihren Bestandteilen, als der letzten biologisch teilbaren, architektonischen Einheit des Organismus. Die Geburtsstunde der Cytologie oder Zellforschung als wissenschaftliche Disziplin lag zwar in dem Momente vor, in welchem der Begriff der Zelle zum ersten Male seine deutliche Definition erfuhr und datiert mithin annähernd $^3/_4$ Jahrhundert zurück. Aber ihre wesentliche Inhaltsbereicherung bekam sie doch erst innerhalb der beiden letzten Jahrzehnte des durch verbesserte optische Hilfsmittel ermöglichten und vertieften Studiums der zwischen Zellkern (Nucleus) und übrigem Zellplasma bestehenden Wechselbeziehungen. Die cytologische Forschung ist ihren wichtigeren Fortschritten ein ebenso moderner Wissenszweig, als die experimentelle Vererbungslehre es ist in ihrer dermaligen komplizierten Ausgestaltung. —

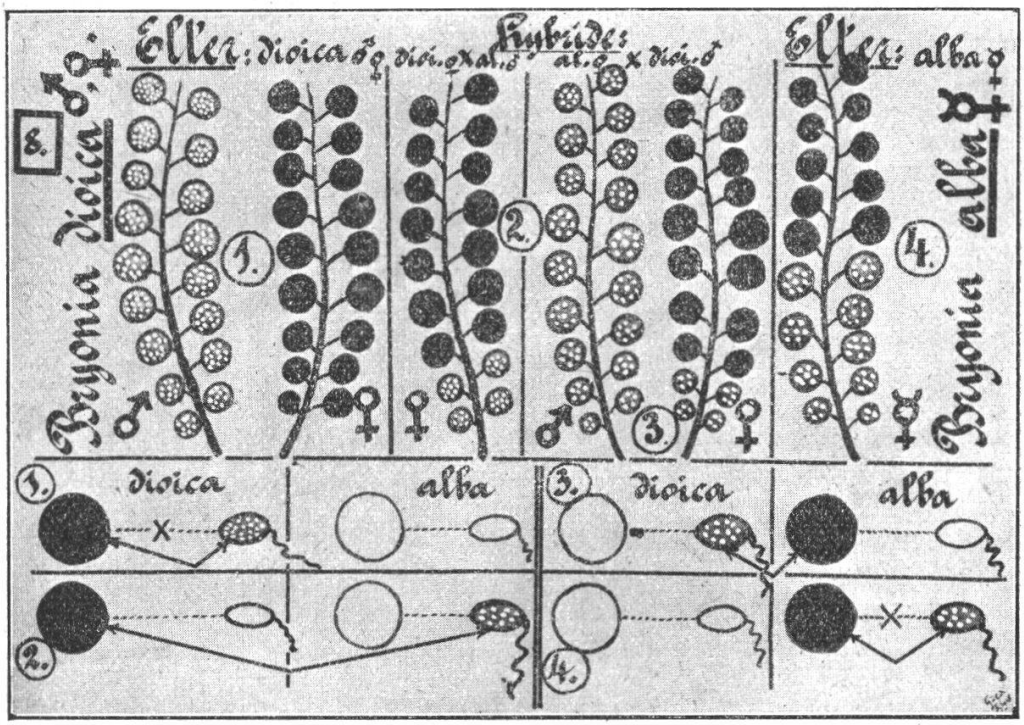
Wir wollen nun auf das Wesen der verschiedenen Versuche zur Lösung des Geschlechtsproblemes etwas näher eintreten.

1. Versuche, die von der Hereditäts- oder Vererbungslehre aus unternommen worden sind.

Wir haben bereits angeduetet, dass jeweilen auf botanischem und zoologischem Gebiet geschachtet wurde. Zunächst die Bestrebungen auf dem Gebiete der **Pflanzenwelt.** Da haben wir in erster Linie der Experimentreihe zu gedenken, welche Correns, Professor der Botanik an der Universität Münster in Westphalen, an der Zaunrübe (Bryonia) ausstellte. Eine eigens hiefür angefertigte **Tabelle (8)** soll uns in schematischer Weise mit der Eigenart dieser Bryoniaversuche bekannt machen. Von der Zaunrübe (Bryonia), einem rankenden Gewächs aus der Kürbisfamilie, mit dessen Aussehen vermöge seiner Häufigkeit wohl jedermann vertraut ist, kommen bei uns zwei Arten vor, die sich äusserlich im Allgemeinen recht ähnlich sehen, immerhin an ihrer Beerenfarbe zu unterscheiden sind. Doch verhalten sie sich verschieden hinsichtlich ihrer sexuellen Beschaffenheit.

Die eine, schwarzbeerige Art besitzt in Uebereinstimmung mit der Majoritätsregel der höheren Blütenpflanzen oder Phanerogamen-Angiospermen Individuen, bei welchen beiderlei Geschlechter, männliches und weibliches, in den Blüten desselben Stockes und Zweiges, in nachbarlicher Vereinigung räumlich und somatisch in intimen Zusammenhang gerückt sind. Bei dieser *weissen* Zaunrübe (Bryonia alba) besteht somit das geschlechtliche Verhältnis, welches von Linné als einhäusig (monökisch d. h. beides im gleichen Hause zusammenwohnend) bezeichnet worden

Tabelle 8.



Veranschaulichung der Correns'schen Kreuzungsversuche zwischen den beiden Zaunrübenarten Bryonia dioica nnd Bryonia alba. Die schwarz gehaltenen Partien versinnbildlichen weibliche Veranlagung, die hell gehaltenen, weiss punktierten dagegen männliche Veranlagung. Die beiden unteren Querreihen zeigen die Zusammensetzung der zur Kreuzung jeweils verwendeten Elternpaare; in der oberen Querreihe sind die Zuchtresultate zu den vier Versuchsreihen ersichtlich. (Mit Benutzung einer Correns'schen Skizze umgearbeitet und vervollständigt von E. A. Göldi.)

ist. — Die andere, rotbeerige Art, die *zweihäusige* Zaunrübe *(Bryonia dioica)* besitzt eine Auftrennung der Geschlechter auf zweierlei Individuen; nämlich solche, die bloss männliche Blüten

tragen und andere, die ebenso ausschliesslich bloss weibliche Blüten besitzen. Man nennt die männlich veranlagten Individuen andrözisch, die weiblich veranlagten gynözisch, mit Benützung wohl bekannter griechischer Hilfsausdrücke.

Vermittelst der nicht schwierigen Kreuzung dieser beiden Bryoniaarten hoffte Correns eine Antwort von der Natur zu erlangen, wie es sich mit der Vererbung der Geschlechtsveranlagung wenigstens bei diesen beiden Pflanzen verhalte und damit eventuell überhaupt einen Anhaltspunkt von allgemeiner Gültigkeit im botanischen Reiche zu gewinnen. Hiezu inszenierte Correns folgende vier Experimente: 1. Exp. Vorderste Kolonne (1). Er kreuzte zunächst die beiden Geschlechter von Bryonia dioica, indem er eine bestimmte Anzahl weiblicher Blüten gynözischer Stöcke (♀) mit dem Blütenstaub andrözischer Stöcke (♂) befruchtete. Aus dem Ergebnis erwartete er einen Entscheid, ob bei dieser Pflanzenart eines der beiden Geschlechter in der Deszendenz ein numerisches Uebergewicht ausübe, oder aber ein Gleichgewicht bestehe. Wie zu erwarten stand, traf letzterer Fall zu, indem sich in der Nachkommenschaft (erste Generation) die männlichen und weiblichen Individuen im Zahlenverhältnis von 50 % zu 50 % gegenüberstanden. — Hierauf wurde in zwei weiteren Versuchsreihen zu eigentlichen Hybridationsexperimenten zwischen den zwei botanisch verschiedenen Zaunrübenarten geschritten:

II^{tes} Exp. (2te Kolonne.) Weibliche Stöcke der zweihäusigen Bryonia dioica (♀) wurden bestäubt mit den Pollen von Blüten der einhäusigen Bryonia alba (⚥). Hiebei lag derselbe Gedankengang vor, d. h. es galt zu ergründen, ob numerisches Gleichgewicht, beziehungsweise einseitiges Uebergewicht herausspringe, wenn die Elternindividuen, statt einer und derselben Art, zwei diversen, aber nahe verwandten Arten, angehören. Das Resultat ergab — und da muss man dann doch zugeben, dass es nicht so ohne weiteres vorauszusehen war — 100 % weiblich veranlagte gynözische Bastarde, also lauter Weibchen.

III^{tes} Exp. (3te Kolonne.) Die Verhältnisse des vorigen Experimentes wurden einfach umgewechselt: Mütterlicher Elter waren weibliche Blüten der einhäusigen Bryonia alba (♀), die befruchtet wurden mit Pollen von andrözischen Stöcken von Bryonia dioica (♂), als väterlichem Elter.

Auch hier war der Ausfall des Experimentes keineswegs a priori zu erraten. Das numerische Verhältnis der beiden Geschlechter unter den Hybriden befand sich nämlich im Gleichgewicht: die Hälfte, 50 %, fiel männlich aus, die andere Hälfte, 50 %, weiblich.

IV^tes Exp. (4te Kolonne.) Uebrig blieb die Befruchtung weiblicher Blüten von Bryonia alba (♀) mit dem Pollen männlicher Blüten von einem und demselben Stock und Zweig (♂), entsprechend dem Experiment I.

Als plausibles Ergebnis stand zu erwarten eine reine Bryonia alba-Deszendenz, ausgerüstet mit dem spezifischen Geschlechtsmerkmal der Einhäusigkeit, d. h. jeder Blütenstand in seinem oberen Teile mit weiblichen Blüten besetzt, in seinem unteren Teile dagegen von männlichen Blüten.

Beim prüfenden Ueberblick über diese vier Experimente ergibt sich bald, dass die beiden mittleren Reihen, also die Versuche II und III, ein erhöhtes Interesse beanspruchen gegenüber den beiden anderen, in sich selbst glaubwürdigen.

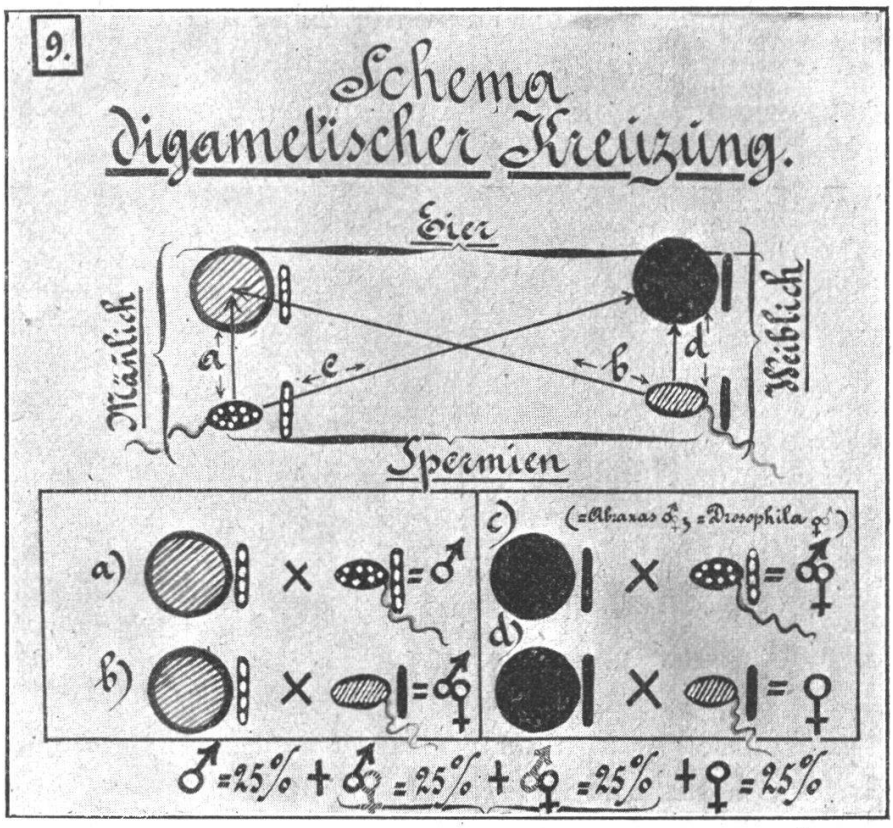
Die Ergebnisse aller vier Experimente, beziehungsweise der beiden mittleren lassen sich so zusammenfassen: Bestäubt man die Weibchen der getrennt-geschlechtigen (diözischen) Bryoniaart mit dem Pollen der gemischt-geschlechtigen (monözischen), so erhält man lauter Weibchen; verfährt man dagegen umgekehrt, d. h. bestäubt man die gemischt-geschlechtige Pflanze mit dem Pollen der getrennt-geschlechtigen, so resultieren zur Hälfte Männchen, zur Hälfte Weibchen.

Die Correns'schen Bryonia-Experimente haben verschiedene Deutungen erfahren. Er selbst glaubt auf Grund derselben folgenden gesicherten Schluss ziehen zu dürfen: «Die Keimzellen der Bryonia dioica-Weibchen stimmen unter sich überein, es gibt ihrer nur einerlei, während es zweierlei männliche Keimzellen geben müsse. Die Weibchen seien homogametisch, die Männchen heterogametisch.»

Zur Erklärung dieser technischen Ausdrücke und des der formulierten These zu Grunde liegenden Sinnes müssen wir nun etwas weiter ausholen und etliche Annahmen vererbungstheoretischer Natur herbeiziehen. Hiezu soll uns eine weitere, eigens

angefertigte schematische **Tabelle** zu statten kommen **(9)**. (Schema digametischer Kreuzung). Zunächst wiederhole ich einen heute nachgerade zum naturwissenschaftlichen Allgemeingut gehörigen Satz, den ich in früherem Vortrage ausführlich begründete, dass die Quintessenz der nach Gregor Mendel benannten neueren Hereditäts-Lehre in der Befragung der Natur auf dem Wege des Experimentes beruht gegenüber einem Paar von Merkmalen, welche in einem gegensätzlichen Verhältnis zu einander

Tabelle 9.



Schema zur Veranschaulichung der digametischen Kreuzung (Voraussetzung vom Vorhandensein von zweierlei, in ihrer Intensität abgestuften männlichen und weiblichen Gameten oder Geschlechtszellen.) Die beiden unteren Querreihen orientieren über das theoretisch zu erwartende Kreuzungsresultat zu den viererlei oben angedeuteten Kombinationsmöglichkeiten. Schwarz bedeutet weiblich und zwar intensiv weiblich; weiss punktiert auf dunklem Grunde bedeutet männlich und zwar intensiv männlich. Schräge Schraffierung bedeutet schwache Veranlagung des betreffenden Geschlechtes. Die Abstufung in der Intensität geschlechtlicher Veranlagung wird ausserdem noch verdeutlicht durch Beifügung eines hinten angesetzten Vertikalstriches. (Original von E. A. Göldi.)

stehen. Jeweils handelt es sich also um ein Frag- und Antwortspiel über ein sog. antagonistisches Merkmalpaar. Im einfachsten Fall eines Vererbungsversuches liegen die Dinge so, dass bezüglich eines bestimmten Merkmalpaares bei der ersten Generation 3 Qualitätengruppen hervorgehen: $^1/_4$ väterlich geartete (patrokline), $^1/_4$ mütterlich geartete (matrokline) und $^2/_4$ Abkömmlinge mit beidseitiger Charakter-Aufmischung.

Nun war es schon Mendel selbst, der in einem Briefe an den Botaniker Nägeli die Vermutung aussprach, dass die Geschlechtsregulierung bei den Pflanzen auch dem von ihm entdeckten Vererbungsgesetze zu unterstehen scheine, indem er gewisse Anzeichen hiefür in seinen zahlreichen Kreuzungsversuchen zu erkennen glaubte. Und mehr und mehr neigt man sich dieser Ansicht zu, die jedenfalls den Vorteil besitzt, dass ihr einstweilen durch keine bessere Hypothese Konkurrenz gemacht wird.

Machen wir uns die Sachlage klar, wie sie vorliegt, sofern das Geschlecht als eine der Mendel'schen Vererbungsregel unterstellte Erscheinung zugelassen wird. Da haben wir es mit dem antagonistischen Merkmalpaar Männlich-Weiblich zu tun.

Auf unserer Tabelle wird die weibliche Geschlechtszelle, die Oogamete, in Allusion ihres grösseren Kalibers, als grösserer, schwarzer Kreis, die männliche Geschlechtszelle entsprechend direkte als kleinere, weiss getüpfelte Spermie (Spermiogamete) dargestellt. Im weiteren tritt als eine unerlässliche logische Forderung hinzu die Annahme, dass jede Gametenart doppelt vorhanden sein muss; einmal im Sinne eines positiven Maximalwertes, das andere Mal im Sinne eines negativen Minimalwertes. Anders gesagt: die beiden Gameten einer Art repräsentieren die beiden Pole einer Intensitätsskala für ein und dasselbe bestimmte Merkmal. Auf den vorliegenden Fall der Geschlechtsgameten angewendet, sehen wir an Stelle von bloss zweierlei Sorten, deren viererlei, nämlich:

I. bezüglich der Eier:
- a) extrem weiblich veranlagte Eier (intensiv schwarz)
- b) schwach weiblich veranlagte, bezw. eher männlich disponierte Eier (schräg schraffiert).

II. bezüglich der Spermien: a) extrem männlich veranlagte Spermien (weiss getüpfelt)
b) schwach männlich veranlagte, bezw. eher weiblich disponierte Spermien (schräg schraffiert).

Die eigentlich prädominante sexuelle Vererbungstendenz ist jeweilen durch einen hinten beigesetzten Vertikalstrich in schwarz (= weiblich) oder weiss getüpfelt (= männlich) versinnbildlicht. Da wir nun soweit vorbereitet sind, können wir jetzt zur Besprechung der auf unserer Tabelle dargestellten theoretischen Vererbungsvorgänge schreiten. Entsprechend den viererlei vorhandenen Gliedern sehen wir vier Permutationsreihen vor uns, die im oberen Bilde angedeutet, im unteren jeweils ausmultipliziert und mit ihrem Resultate versehen sind. Das Schema digametischer Kreuzung lässt folgende vier Möglichkeiten zu:

c) weiblich veranlagtes Ei × männlich veranlagte Spermie
= Resultat: Gleichgewicht

d) weibl. veranlagtes Ei × weibl. veranlagte Spermie
= Resultat: weibl. Dominanz

a) männlich veranlagtes Ei × männl. veranlagte Spermie
= Resultat: männl. Dominanz

b) männl. veranlagtes Ei × weibl. veranlagte Spermie
= Resultat: Gleichgewicht
(sofern überhaupt eine Entwicklungschance geboten ist).

Das ergibt das in der untersten Linie ersichtliche Gesamtresultat, welches getreu dem intermediären Typus der ersten Mendel'schen Vererbungsregel drei Qualitätensortimente hervorgehen lässt: männlich (patroklin) $^1/_4$, — weiblich (matroklin $^1/_4$), mendelnd, d. h. äusserlich sexuell die Mitte inne haltend, innerlich jedoch teils männlich tendierend, teils weiblich (je $^1/_4$). Mit anderen Worten: Die theoretische Vorausberechnung führt bei unserem vorliegenden Schema digametischer Kreuzung zu dem Ergebnis, dass die Deszendenz hinsichtlich der Geschlechtsverteilung im Gleichgewichtzustand auftritt. Und dieses theoretische Ergebnis deckt sich nun ja mit der praktischen Erfahrung, dass wir im allgemeinen in Pflanzen- und Tierwelt, soweit überhaupt der sexuelle Gesichtspunkt in Betracht kommt,

männliches und weibliches Geschlecht sich numerisch die Wage halten sehen.

Wie kommen nun aber die Abweichungen vom intermediären Gleichgewichtszustand zwischen beiden Geschlechtern zu Stande und wie erklären sich die bald zum einen, bald zum andern Geschlecht hinneigenden, einseitigen Dominanzerscheinungen? — Ein Erklärungsweg wurde darin gesucht, dass man annahm, statt der beiden jeweiligen Gameten eines gegebenen Merkmalpaares könne unter Umständen etwa auf einer Seite bloss eine vorhanden, die andere hingegen unterdrückt sein. An Stelle der beidseitig digametischen Erbbeschaffenheit wäre dieselbe beispielsweise bloss beim Männchen vorhanden, während gleichzeitig das weibliche Geschlecht bloss einerlei Keimzellen aufweise, also homogametisch veranlagt ist. Das ist nun gerade das Verhältnis, wie es der Botaniker Correns aus seinen Bryoniaversuchen heraus lesen will. Er erklärt, wie wir gehört, die Bryonia dioica-Weibchen als homogametisch, bloss mit einer Sorte sexueller Gameten ausgerüstet, die Männchen derselben Pflanze als heterogametisch oder digametisch. Correns hat sodann eine andere Versuchsreihe angestellt, indem er weibliche Stöcke von der Wiesenlichtnelke, Melandrium album, mit Pollen der zwittrigen Silene viscosa befeuchtete und dabei bloss weibliche Bastarde erzielt. Hieraus und aus gewissen ähnlichen Experimenten anderer Botaniker an verschiedenen Pflanzen glaubt er eine verallgemeinernde Schlussfolgerung ableiten zu dürfen und den Befund *heterogametischer* Natur für das *männliche* Geschlecht und *homogametischer* Natur für das *weibliche* Geschlecht als Regel und Norm im Pflanzenreich annehmen zu sollen.

Unbeschadet der Achtung, welche wir dem auf diese Bryoniaexperimente verwendeten Scharfsinn zollen, fühlen wir uns zu dem Geständnis veranlasst, dass wir die Sachlage anders beurteilen und die ins Feld geführten Argumente nicht einwandfrei beweiskräftig ansehen in dem vollen Umfange und Sinne ihres Autors. Unseres Erachtens entspricht die von der Natur auf das Experiment erteilte Antwort nicht der Frage, welches von beiden Geschlechtern bei der Vererbung die Oberhand behalte, sondern auf das andere Problem, ob die Kreuzung zwischen den

beiden Bryoniaarten die Zweihäusigkeit, das diözische Verhalten, dominiere über die Einhäusigkeit. Die bejahend ausfallende Antwort betrifft mithin nicht die uns hauptsächlich interessierende Frage der Geschlechtsbestimmung, sondern die Frage der räumlichen Geschlechtsverteilung.

Versuche an Beispielen aus der Tierwelt.

Energische Bestrebungen zur Aufklärung des Geschlechtsproblemes sind von zoologischer Seite unternommen worden innerhalb der letzten 15 Jahre. Am meisten beliebte die Klasse der Insekten als Versuchsfeld. Es hängt dies natürlich mit dem Umstand zusammen, dass zum Ablauf des Entwicklungszyklus einer Generation durchschnittlich nicht eine allzu grosse Zeitdauer benötigt wird. Ausserdem eignen sich die Insekten vielfach wegen ihrer Anspruchslosigkeit in der Aufzucht und den geringen Raumbedürfnissen.

Zwei Beispiele aus der Insektenklasse sind es besonders, welche hier Erwähnung verdienen, im Hinblick auf die grosse Wichtigkeit, welche sie in der neueren Hereditätsliteratur erlangt haben und geradezu klassisch geworden sind. Das eine bezieht sich auf einen Schmetterling, den Stachelbeerspanner, Abraxas grossulariata, die andere auf eine in ihrer Larvenform fruchtbesiedelnde Fliege, Drosophila ampelophila. Beide wollen wir in Kürze behandeln, unterstützt von eigens für diesen Zweck angefertigten **Tabellen (10** und **12)**.

Der Stachelbeerspanner, *Abraxas grossulariata*, ist ein schön gezeichneter Schmetterling, der in seiner typischen Form bei einem weisslichen Grundkolorit eine längs über Vorder- und Hinterflügel ziehende breite Doppelbinde von schwarzen Kreisflecken zeigt, deren Mittelfeld von kräftig orangenfarbener Färbung ist. Neben dieser typischen Form, die in beiden Geschlechtern auch bei uns regelmässig angetroffen wird, tritt in England in freiem Naturzustande als grosse Seltenheit eine Varietät auf, die sich durch die Abbleichung der Färbung unterscheidet und wegen ihrer Milchfarbe die Benennnng lacticolor erhielt. Merkwürdigerweise konnte festgestellt werden, dass sämtliche Exemplare dieser Varietät lacticolor ausnahmslos weiblichen Geschlechtes zu sein pflegen.