

I.

Gonochorismus und Hermaphroditismus.

Ein Beitrag zur Lehre von den Geschlechts-Umwandlungen (Metaptosen). Von Ernst Haeckel, Jena.

Das Licht der wissenschaftlichen Erklärung, das die moderne Entwicklungslehre seit einem halben Jahrhundert in alle Gebiete des menschlichen Denkens und Forschens erfolgreich eingeführt hat, durfte auch erfreuliche Helle verbreiten über jene „mystischen Geheimnisse“, welche seit Jahrtausenden unter dem Drucke religiösen Aberglaubens und traditioneller Sitten der Forschung unnahbar erschienen. Dazu gehört in erster Linie das ungeheure, ebenso theoretisch interessante als praktisch wichtige Gebiet der Sexualität, des organischen Geschlechtslebens. Jeder Gebildete weiß, welche unermeßliche Rolle im menschlichen Leben die sexuelle Liebe spielt, wie unser ganzes soziales und Familien-Leben, unsere Kunst und Literatur mit diesem gewaltigen Problem verwoben ist. Aber die wenigsten „Gebildeten“ kennen die anatomischen Grundlagen und die physiologischen Prozesse dieses „Liebeslebens“; die wenigsten wissen, daß der „Erotische Chemotropismus der Urquell der Liebe“ ist, wie ich schon vor 40 Jahren in meiner Anthropogenie darzutun versucht habe. Erst die gewaltigen Fortschritte der Sexualforschung in den letzten 30 Jahren, die überraschenden Ergebnisse der physiologischen und morphologischen Untersuchungen über Befruchtung und Bastardzeugung, über den innigen Zusammenhang unseres ganzen Sinnes- und Seelen-Lebens mit den geheimnisvollen Vorgängen der Geschlechts-

Liebe, haben weiteren Kreisen die Augen geöffnet über die fundamentale Bedeutung der Sexualität.

Wir müssen es daher als einen großen Fortschritt begrüßen, daß in neuester Zeit eine „Ärztliche Gesellschaft für Sexualwissenschaft“ sich in Berlin konstituiert hat, und daß hervorragende Gründer derselben, Dr. Magnus Hirschfeld, Dr. Iwan Bloch und andere sich bemühen, in populär wissenschaftlichen Werken auch weiteren Kreisen von Gebildeten die Augen über diese bedeutungsvollen „Geheimnisse“ zu öffnen. So hat namentlich Magnus Hirschfeld in seinem neuen Buche über die „Naturgesetze der Liebe“ (1912) eine wichtige psychologische Analyse der wunderbaren Verhältnisse gegeben, für welche Wilhelm Bölsche in seinem weitverbreiteten „Liebesleben der Natur“ weiteste Bildungskreise interessiert hatte.

Anfänge der Amphigonie.

Die großen Fortschritte, welche die Gonimatik oder Zeugungslehre im Laufe des letzten halben Jahrhunderts gemacht hat, haben unsere Ansichten über die Geschlechts-Verhältnisse besonders bei den Protisten, den einzelligen Formen des Tierreichs und des Pflanzenreichs gründlich verändert. Während früher bei den einzelligen Organismen die geschlechtliche Vermehrung überhaupt abgesprochen oder nur als seltene Ausnahme zugelassen wurde, hat sich jetzt ergeben, daß sie sowohl bei den *Protophyten* (den einzelligen „Urpflanzen“) als bei den *Protozoen* (den unicellaren „Urtieren“) in weiter Verbreitung und in vielen eigentümlichen Formen vorkommt. Dadurch sind manche Biologen zu der irrtümlichen Annahme geführt worden, daß die Amphigonie eine ganz allgemeine Eigenschaft aller Organismen sei, und daß die sexuelle Differenzierung zum Begriffe des Lebens überhaupt gehöre.

Dieser irreführenden Verallgemeinerung gegenüber ist zu betonen, daß in den niedrigsten und ältesten Gruppen der organischen Welt jede Andeutung eines Geschlechts-Gegensatzes noch fehlt und die Fortpflanzung ausschließlich auf ungeschlechtlichem Wege, durch Monogonie erfolgt, durch einfache Selbstteilung der Zellen oder durch Sporenbildung. Das ist der Fall bei den Chromaceen (*Phytochromaceen* oder *Cyanophyceen*) und bei den Bakterien (*Kokken, Bacillen, Spirillen* usw.). Die ersteren besitzen Kohlenstoff-Assimilation und sind plasmodom (also „*Protophyten*“), die letzteren dagegen plasmophag, (demnach „*Protozoen*“). Gemeinsam ist diesen beiden niedrigsten Klassen der Mangel eines Zellkerns, weshalb sie auch als Moneren an den Anfang des neutralen „Protistenreiches“ gestellt werden können; sie haben alle primäre Monogonie. (Vergl. meine Systematische Phylogenie der Protisten, Berlin 1894).

Die ersten Anfänge der sexuellen Differenzierung zeigen sich erst bei denjenigen Protisten, deren Zellkörper einen echten Kern einschließt. Sie werden vorbereitet durch den Prozeß der Conjugation, sowohl bei vielen *Protophyten* (Conjugaten, Desmidiaceen) als *Protozoen* (Rhizopoden, Infusorien). Besonders die Flagellaten sind hier von Interesse, da sie nahe Beziehungen zu beiden Protisten-Gruppen besitzen und alle Zwischenstufen zwischen monogoner und amphigoner Fortpflanzung zeigen. Das ist aber auch der Fall bei vielen echten (einen vielzelligen Thallus bildenden) Algen. Die Copulation beginnt mit der Verschmelzung von zwei gleichartigen Zellen (*Gameten*); sie bilden eine einfache neue Zelle (*Zygote*). Da die beiden kopulierenden Zellen noch keinerlei Unterschied zeigen, können sie noch nicht als männliche und weibliche gegenüber gestellt werden. Der Verschmelzungs-Prozeß dieser geschlechtlosen Sporen (bald geißellose amoeboiden Zellen, bald schwärmende Geißel-

zellen) kann noch einfach als eine besonders günstige Form des Wachstums angesehen werden. Da alle Fortpflanzung auf das Wachstum (über ein individuelles Größenmaß hinaus) zurückgeführt werden kann, erscheint hier die Verschmelzung der kopulierenden Zellen nur als eine besonders bequeme und vorteilhafte Art der Nahrungsaufnahme.

Erst wenn die beiden gleichartigen Zellen (*Isogameten*) ungleich werden, verschiedene Größe und Form annehmen (*Allogameten*), tritt der sexuelle Gegensatz hervor: gewöhnlich wird dann die kleinere Zelle beweglicher und sucht die größere trägere Zelle auf; die erstere wird so zur männlichen Samenzelle (*Spermium*), die letztere zur weiblichen Eizelle (*Ovulum*). Durch die völlige Verschmelzung beider Geschlechtszellen (*Gonidien*), bei welcher die Verwachsung der beiderlei Zellkerne derjenigen der Zellenleiber vorausgeht, entsteht die neue Stammzelle (*Cytula*), früher als „Befruchtete Eizelle“ oder als „Erste Furchungskugel“ bezeichnet. Diese ist nun fähig, durch wiederholte Zellteilung viele Generationen von ungeschlechtlichen Zellen zu erzeugen; sie liefert so die Bausteine zum Aufbau der Gewebe des vielzelligen Histonen-Organismus (*Metaphyten* und *Metazoen*).

Hermaphroditismus der Stammzelle.

Die genauere Erforschung der feinsten Vorgänge bei der Befruchtung der Eizelle — ebenso im Pflanzenreich, wie im Tierreich, — hat zu der Erkenntnis geführt, daß ganz ursprünglich beide Geschlechter in gleichem Maße bei der Bildung der Stammzelle (der Stammutter aller Zell-Generationen, die sich aus ihr durch fortgesetzte Teilung entwickeln) beteiligt sind. Die *Cytula* ist demnach wirklich eine hermaphroditische Zelle; sie wiederholt — nach dem biogenetischen Grund-

gesetze — die Bildung der ursprünglichen einzelligen Stammorganismen, aus denen sich alle vielzelligen und gewebebildenden Organismen im Laufe vieler Jahrmillionen entwickelt haben. Somit ist die viel diskutierte Frage, ob Zwittertum oder Geschlechtstrennung das Ursprüngliche sei, dahin zu beantworten, daß vom allgemeinsten Gesichtspunkte betrachtet, *Hermaphroditismus* die älteste und ursprünglichste Form der Amphigonie ist, und daß aus dieser erst sekundär — durch Arbeitsteilung des weiblichen und männlichen Plasma-Teiles in der Zelle, — der *Gonochorismus* sich entwickelt hat. Aber von diesem primären Hermaphroditismus wohl zu unterscheiden ist das sekundäre Zwittertum, das in jeder einzelnen Hauptgruppe der organischen Welt durch Anpassung an besondere Lebensbedingungen aus der Geschlechtstrennung sich entwickelt hat.

Androplasma und Gynoplasma.

Ausgehend von der herrschenden und wohl begründeten Ansicht, daß das Keimplasma (*Idioplasma* von Naegeli) der materielle Träger aller Entwicklungskräfte ist und daß die Chromosomen (sowohl in der männlichen Spermazelle als in der weiblichen Eizelle) die bestimmt geformten Elemente desselben darstellen, müssen wir auf Grund der hier besprochenen ontogenetischen Tatsachen — und besonders der Metaptose — annehmen, daß in allem Keimplasma zwei verschiedene Substanzen gemischt sind: Androplasma, das männliche, und Gynoplasma, das weibliche Idioplasma. Beide Sexual-Substanzen sind ursprünglich durch chemische Differenzierung aus dem neutralen Sporoplasma jener neutralen Protisten entstanden, bei denen zwei kopulierende Gameten sich in männliche und weibliche zu sondern begannen. Beide Sexualplasmen sind

in chemischer Zusammensetzung sehr nahe verwandt und doch verschieden; beide liegen in beständigem Wettbewerb und Wechselwirkung; das Übergewicht der einen über die andere bestimmt das Geschlecht des neuen Individuums, welches aus der Kopulation der beiden Geschlechtskerne beim Befruchtungsprozeß hervorgeht. Durch diese Auffassung wird die große Frage der Geschlechtsbestimmung, welche bis in die neueste Zeit so viele Kämpfe hervorgerufen und so seltsame Hypothesen gezeitigt hat, in einfachster Weise gelöst.

Das Geschlecht jedes sexuell erzeugten Organismus ist also schon in der Keimdrüse oder Gonade bestimmt, lange vor der Befruchtung. Jede Eizelle enthält in ihrem überwiegend weiblichen Idioplasma stets auch eine geringe Quantität männlichen Keimplasmas; und ebenso ist in jeder Spermazelle neben dem überwiegend männlichen Idioplasma eine geringe Menge von weiblichem Keimplasma vorhanden. Wenn beide Geschlechtszellen im Befruchtungsakte zusammentreffen und ihre Kerne verschmelzen, wird es darauf ankommen, ob die vereinigten Massen der beiderlei Gynoplasmen oder der zwei Androp lasmen die (quantitativ oder qualitativ) stärkeren sind. Entscheidend wird im molekularen Wettkampfe beider kopulierender Geschlechtszellen die chemische (oder in weiterem Sinne physikalische) Konstitution des weiblichen und des männlichen Plasma sein. Optisch wahrnehmbar sind diese Verhältnisse, deren Erkennbarkeit weit jenseits unserer Sehgrenzen liegt, natürlich nicht. Aber als physiologische Hypothese ist diese Ansicht durchaus berechtigt, besonders wenn wir dabei die Mneme-Theorie von Richard Semon (1904) annehmen, die nach meiner Ansicht zu den wichtigsten unter den vielen modernen Arbeiten über Vererbung und Entwicklung gehört.

Geschlechtsverhältnisse der Individuen.

Der Hermaphroditismus wird gewöhnlich definiert als die „Vereinigung der beiderlei Geschlechtsorgane in einem Individuum“; im Gegensatz dazu sind diese beim „Gonochorismus auf zwei verschiedene Individuen verteilt“. Aber was ist ein organisches Individuum? Der Baum als Ganzes ist ebenso ein Individuum, wie die vielen einzelnen Blütensprossen, die er trägt; und die Zellentheorie lehrt uns, daß die Zellen, diese „Elementar-Organismen“ ebenso selbständige Lebenseinheiten sind, wie die Organe, die sie zusammensetzen. Es ist daher notwendig, nicht allein die morphologische und die physiologische Individualität des Organismus und seiner Organe logisch zu unterscheiden, sondern auch die verschiedenen Stufen seiner Ausbildung und Zusammensetzung. Das gilt ganz besonders auch mit Bezug auf die Geschlechtsverhältnisse, in deren Bezeichnung oft Unklarheit und Verwirrung herrscht. Ich habe daher schon in meiner „Generellen Morphologie“ (1866) den Versuch gemacht, dieselbe zu ordnen und ein System der verschiedenen Fortpflanzungsarten aufzustellen (Kapitel XVII). Auf dessen ausführliche Begründung daselbst verweisend, will ich hier nur kurz die notwendigsten Begriffsbestimmungen hervorheben.

Wenn wir von den untergeordneten Stufen der individuellen Gliederung des vegetalen und animalen Organismus absehen, können wir drei Hauptstufen der organischen Individualität unterscheiden: I. die Zelle (= „Elementar-Organismus“), II. das Prosopon (das sogenannte „Eigentliche Individuum“), III. der Stock (Kormus). Im siebenten Kapitel meiner „Lebenswunder“ (1904) habe ich die Unterscheidung dieser drei tekto-logischen Hauptstufen, und besonders der morphologischen und physiologischen Individualität, eingehend begründet. (Vgl. besonders die V. Tabelle (S. 192): Stufenleiter der

Lebenseinheiten.) Jede dieser drei Hauptstufen bietet (sowohl im Pflanzenreich wie im Tierreich) verschiedene Formen der sexuellen Differenzierung; auf jeder derselben finden sich viele Beispiele von Geschlechtsumwandlungen. Es ist wichtig, dieselben klar zu bestimmen und durch präzise Termini zu unterscheiden; denn sowohl in der Botanik wie in der Zoologie herrscht in dieser Hinsicht große Verwirrung, und die allgemeinen Begriffe: *Gonochorismus* und *Hermaphroditismus* werden oft ganz willkürlich für die einzelnen Stufen (z. B. Dioecie und Monoecie) angewendet.

I. Erste Hauptstufe: Sexualität der Zelle (des Individuums erster Ordnung oder des „Elementar-Organismus“). I A.: Monozygie („In einem Joch“): „Hermaphroditismus der Zelle“; unter den Urpflanzen (Protophyta) viele Algetten (sogenannte „Einzellige Algen“ — eine *Contradictio in adjecto!*) — unter den Urtieren (Protozoa) viele Infusorien, Rhizopoden und Sporozoen. — I B.: Dizygie („In zwei getrennten Jochen“): „Gonochorismus der Zelle“; unter den Protophyten viele Algetten, unter den Protozoen einige Infusorien, Rhizopoden und Sporozoen.

II. Zweite Hauptstufe: Sexualität des Prosopon, des sogenannten „Eigentlichen Individuums“ (— Was ist das? —). Der Organismus dieser Stufe, aus verschiedenen vielzelligen Organen zusammengesetzt, wird in der Botanik meistens als Sproß unterschieden (Blastus), in der Zoologie als Person. — II A. Monoclinie („In einem Bett“): unter den Metaphyten zahlreiche Algen, die Mehrzahl der Moose, Farne und Blumenpflanzen; — unter den Metazoen die niederen Tiere, besonders viele festsitzende und parasitische Gruppen. — II B. Diclinie („In zwei getrennten Betten“): unter den Gewebepflanzen viele Algen, einige Moose und Farne, viele höhere Blumenpflanzen; — unter den Geweb-

tieren die große Mehrzahl der höheren, frei beweglichen Tiere.

III. Dritte Hauptstufe: Sexualität des Kormus oder des organischen Stockes; der Organismus ist aus vielen Prosopen zusammengesetzt. III A.: Monoecie („In einem Hause“): unter den Metaphyten die große Mehrzahl der stockbildenden Thallophyten, Mesophyten und Anthophyten; — unter den Metazoen einzelne Korallenstöcke, die meisten Siphonophorenstöcke. III B.: Dioecie („In zwei getrennten Häusern“): unter den Metaphyten viele Bäume, z. B. Weiden, Pappeln; — unter den Metazoen die meisten Korallenstöcke, einzelne Siphonophorenstöcke.

Primäre, sekundäre, tertiäre Geschlechts-Charaktere.

Die eingehende Analyse der Geschlechtsverhältnisse beim Menschen, bei den höheren Tieren und Pflanzen, ist für sich allein außer Stande, die Geheimnisse der Sexualität zu ergründen. Dazu ist vielmehr eine umfassende Vergleichung aller Sexual-Phänomene bei den höheren und niederen Organismen erforderlich, und zuletzt ein Zurückgehen auf ihre ersten Anfänge bei den niedersten Protisten. Dabei ergibt sich bald, daß das einzig Wesentliche bei allen sexuellen Zeugungsprozessen die Produktion und Differenzierung von zwei mikroskopischen Zellen ist: Eizelle und Spermazelle, und deren Verschmelzung im Befruchtungsakt. Um diese aber zu ermöglichen, und damit die „Erhaltung der Art“ sicher zu stellen, hat sich bei allen höheren Tieren und Pflanzen ein höchst komplizierter Apparat entwickelt, der sich meistens aus vielen verschiedenen Organen zusammensetzt. Außerdem haben sich innige Beziehungen dieses Sexualapparates zu den übrigen Organen des vielzelligen Organismus entwickelt. Diese Korrelationen sind so bedeutungsvoll, daß die einzelnen Funktionen der ver-

schiedenen Geschlechtsorgane oft wichtiger erscheinen als die eigentliche Hauptsache, die Eibefruchtung. Daher ist es wichtig, die Organe dieser letzteren als primäre hervorzuheben, und von ihnen die sekundären Geschlechtsmerkmale zu unterscheiden.

Primäre Sexual-Charaktere sind ursprünglich nur die beiden Keimzellen (*Gonidia*), oder die erotischen Sexualzellen: die weibliche Eizelle (*Ovulum*) und die männliche Spermazelle (*Spermium*). Bei der Mehrzahl der Tiere und Pflanzen entstehen sie in besonderen Geschlechtsdrüsen (*Gonaden*), erstere im Eierstock (*Ovarium*), letztere im Hoden (*Spermarium*). Zur Ausführung der reifen Zellen entwickeln sich meistens besondere Geschlechtsleiter (*Gonoductus*): der weibliche Eileiter (*Oviductus*) und der männliche Samenleiter (*Spermaductus*). Endlich treten dazu bei den höheren Tieren gewöhnlich die Begattungsorgane (*Copulativa*), die als feine Sinnesorgane eine so große Rolle bei der Begattung spielen.

Sekundäre Sexual-Charaktere sind solche morphologische Merkmale, welche nicht direkt zum Sexualapparat gehören, aber die beiden Geschlechter äußerlich kennzeichnen; beim menschlichen Weibe die milchgebende Mamma, das lange Haupthaar, die feminine zartere Haut, die hohe Stimme. Beim Manne setzen sich diesen entgegen als virile Eigenschaften der Bart, das kräftigere Muskel-System, die tiefere Stimme usw.

Tertiäre Sexual-Charaktere kann man solche Differenzen nennen, welche sich in der verschiedenen physiologischen Tätigkeit beider Geschlechter äußern, ohne äußerlich sichtbare morphologische Merkmale; also vor allem in der Seelentätigkeit des Gehirns und der Sinnesorgane, in den feineren Eigentümlichkeiten des Geisteslebens. Die wichtigste davon ist der spezifische „Geschlechtssinn“, der „Liebesdrang“.

Reinzwitter und Scheinzwitter.

Der echte, reine Hermaphroditismus besteht nur dann, wenn in einem und demselben Individuum — gleichviel ob erster, zweiter oder dritter Ordnung — beiderlei Geschlechtszellen nebeneinander oder nacheinander erzeugt werden. Entscheidend ist also nur der Besitz der Keimdrüsen, des primären Sexualcharakters. Nun gibt es aber bei höheren Tieren und Pflanzen viele Fälle, in denen die äußerlich auffallenden sekundären Geschlechtsmerkmale den innerlich verborgenen (mit denen sie normaler Weise harmonisieren) nicht entsprechen. Die auffallendsten von diesen sind beim Menschen die gleich zu erläuternden Gynäkomasten, deren obere Körperhälfte weiblich erscheint, die untere männlich. Gerade diese Zwitter sind es ja, die schon den alten Griechen und Römern auffielen und Veranlassung zur Bezeichnung Hermaphroditen gaben (angeblich von *Hermes* und *Aphrodite* erzeugt). Tatsächlich sind diese Scheinzwitter Männer mit stark weiblichem Einschlag (Übermaß von Gynoplasma), wenn nur ihre Keimdrüse ein Hoden ist.

Eine andere Gruppe von Scheinzwittern besteht aus solchen Menschen, in denen die äußeren Geschlechtsteile (*Genitalia*) in Folge von Bildungshemmung oder mangelhafter Ausbildung einiger Organe weiblich erscheinen, während die inneren Keimorgane (*Germinalia*) männlich sind. Hierher gehört besonders die abnorme mangelhafte Entwicklung des Penis, die verschiedenen Formen der Epispadie, Hypospadie, des Kryptorchismus usw. Solche männliche Scheinzwitter können die alte Bezeichnung: Androgynen beibehalten (Weibmänner, *Feminagines*). Das umgekehrte Verhältnis zeigen die Mannweiber (*Viragines* oder Gynandrinen), deren weibliche Natur durch den Besitz der Eierstöcke und die regelmäßige Abstoßung von Eiern (mit Men-

stration) bestimmt wird, während sie äußerlich mehr Männern gleichen (mit Bart und männlicher Stimme, schwacher Entwicklung der Mammae usw.), bisweilen auch starker, Penis ähnlicher Ausbildung der Clitoris. Diese sexuellen Zwischenformen können um so mehr täuschen, als auch die tertiären Sexualcharaktere (Temperament, Neigungen, Liebesbedürfnis usw.) oft mehr dem andern Geschlecht gleichen. Oft ist die Entscheidung über die wahre Natur sehr schwierig, oder ohne Kenntnis der Keimdrüsen unmöglich. Solche Fälle führen praktisch oft zu gefährlichen Irrtümern in der Geschlechtsbestimmung; Hirschfeld, Bloch, Neugebauer u. a. haben diese Scheinzwitter oder *Pseudohermaphroditen* eingehend besprochen. Sehr wichtig ist für deren phylogenetische Erklärung die ontogenetische Tatsache, daß bei den Wirbeltieren sich sowohl die inneren *Germinalien*, als die äußeren *Genitalien* aus derselben morphologisch neutralen Grundform entwickeln. (Vgl. das 29. Kapitel meiner Anthropogenie, Bd. II, 6. Aufl., S. 869—910, Leipzig 1903.)

Gynäkomastie*).

Unter den zahlreichen sexuellen Zwischenstufen, welche die moderne Sexualforschung kennen gelehrt hat, ist keine auffälliger als die Gynäkomastie, die übermäßige Entwicklung der Milchdrüsen beim Manne. Gewöhnlich sind diese ja nur als rudimentäre Organe vorhanden und ihre Funktion, die Brutpflege durch die

*) Anmerkung des Herausgebers: In Ergänzung der Abbildungen von Gynäkomasten bringen wir noch drei Fälle aus eigenem Material, von denen zwei (a u. b) bereits in diesem Jahrbuch, und zwar als Dresdener Gynäkomasten-Fall (Oktober-Heft 1912, pag. 92) und als „Männliche Amme“ (Januar-Heft 1913, pag. 172f.) erwähnt sind, während das dritte Bild (c) uns von Herrn Dr. Otto Maaß in Buch gütigst zur Verfügung gestellt wurde.

Muttermilch, bleibt dem Weibe überlassen. Aber ausnahmsweise werden sie auch beim erwachsenen Manne so groß wie beim Weibe, und können dann auch Milch liefern. Dann erscheint der Oberkörper weiblich, der Unterkörper männlich; diese „Zwitterbildung“ war schon vor mehr als 2000 Jahren dem klassischen Altertum bekannt; griechische und römische Bildhauer haben sie in der Marmorfigur des Hermaphroditos verewigt, der als Sohn des Hermes und der Aphrodite galt.

Einen ausgezeichneten Fall dieses „Scheinhermaphroditismus“ habe ich in meiner Anthropogenie abgebildet (Bd. I, Vortrag XI, Fig. 107), nach dem Photographum eines griechischen Rekruten von 20 Jahren, welches ich der Güte des Dr. Ornstein in Athen verdanke. Später hatte ich während meines Aufenthaltes in Ceylon (in Belligemma) Gelegenheit, einen ganz ähnlichen Zwitter lebend zu beobachten. Ein junger Singhalese von 25 Jahren wurde mir als „männliche Amme“ vorgestellt; da seine vergrößerten Brustdrüsen reichlich Milch lieferten, wurde er zur Ernährung eines neugeborenen Kindes verwendet, dessen Mutter bei der Geburt gestorben war.

Einen andern Fall von solcher „Praktischen Gynäkomastie“ hatte schon vor langer Zeit Alexander von Humboldt beschrieben. Er traf in einem Urwalde von Südamerika einen einsamen Ansiedler, dessen Frau im Wochenbette gestorben war. Der Mann hatte in seiner Verzweiflung das neugeborene Kind an die Brust gelegt, und durch den Reiz von dessen fortdauernden Saugbewegungen war die erloschene Tätigkeit der milchabsondernden Organe wieder neu belebt. Übrigens sind auch von anderen Säugetieren, namentlich Huftieren (Schafböcken, Ziegenböcken) solche Fälle beobachtet.

Drei andere Fälle von Gynäkomastie, deren Abbildung anbei folgt, wurden mir von einem englischen

Generalärzte freundlichst mitgeteilt, von Dr. Henry Strachan, (Principal Medical Officer of Southern Nigeria, Westafrika). Die drei jungen Neger, die drei ganz verschiedenen und weit voneinander getrennten Stämmen angehören, werde ich zur Vergleichung mit den Buchstaben C, D, E bezeichnen, während der Grieche (in der Anthropogenie l. c. abgebildet) mit A, und mein Singhalese mit B notiert wird.

Der Kru-Neger (C) zeigt gedrungene, am meisten weibliche Formen, kurze Beine (wenig länger als der Rumpf) und breite Brust; die beiden Mammae sind sehr stark, herabhängend, melonenförmig. Der Penis ist klein, die Urethra in der vorderen Hälfte offen (Hypospadie). Auch das Skrotum ist schwach entwickelt.

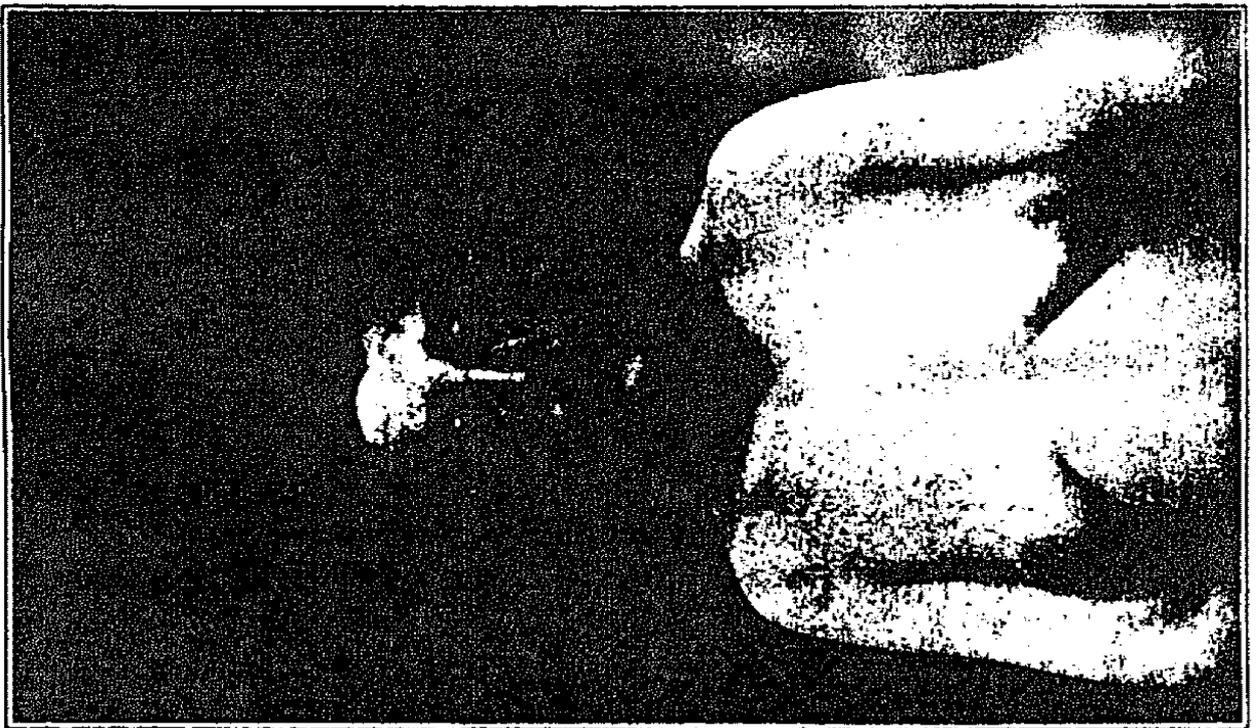
Der Igara-Neger (D) am Nigerfluß, oberhalb Onitscha, besitzt dagegen sehr schlanke Körperformen; die Beine sind lang (viel länger als der Rumpf), die Brust schmal. Die Mammae sind kegelförmig, nicht hängend, mit der Spitze nach außen gerichtet. Der Penis ist gut entwickelt.

Der Tomba-Neger (E) ist ebenfalls schlank, mit schmalem Rumpf; die Arme sind dünn, die Beine sehr kräftig. Die Mammae sind fast halbkugelig, die Warzen nach außen gerichtet. Penis und Skrotum sind gut entwickelt. Dieser Tomba-Neger wünschte Amputation der Brüste wegen des lächerlichen Aussehens.

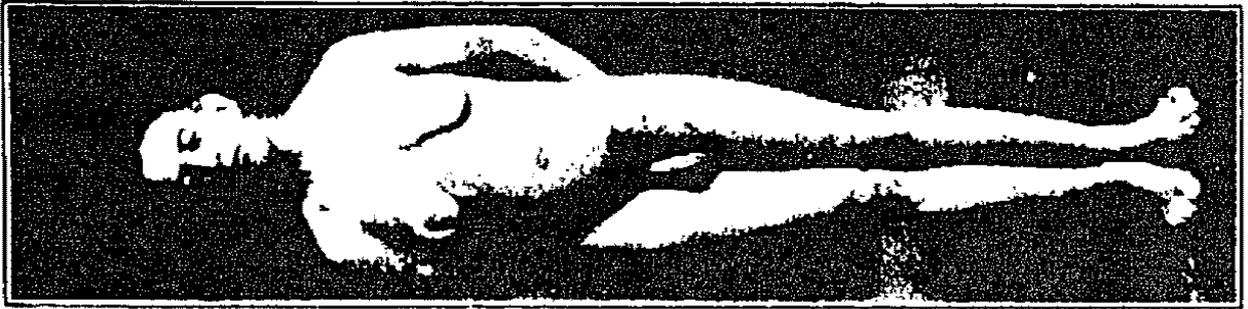
Der Ceylon-Hermaphrodit (B), von dem ich leider keine Aufnahme machen konnte, erschien dadurch noch weiblicher, daß die Körperformen sehr weich und rundlich waren, der Penis klein, das Skrotum weich, ganz klein und inhaltlos; die Hoden waren weder im Skrotum noch in dem Leistenkanal zu fühlen; sie lagen offenbar noch in der Bauchhöhle und hatten die normale Wanderung nicht ausgeführt (Kryptorchismus).

Ein Vergleich dieser fünf Fälle von Pseudoherma-

Gynäkomasten - Tafel II (Sammlung Hirschfeld)



a



b



c

phrodismus zeigt, daß die weiblichen Merkmale des Oberkörpers in verschiedenem Maße mit der männlichen Bildung des Unterkörpers verbunden sind. Die zwei Hemmungsbildungen — der Kryptorchismus des Ceylon- (B) und die Hypospadie des Kru-Negers (C) deuten darauf hin, daß auch hier der erbliche Einfluß längst vergangener Vorstufen noch Geltung besitzt.

Metaptosis (Geschlechtsumwandlung).

Der vielfach vorkommende Übergang von dem primären zum entgegengesetzten sekundären Geschlechtsverhältnis, den wir allgemein als *Metaptose* bezeichnen wollen, ist nicht allein von hohem morphologischen und physiologischen Interesse, sondern auch von besonderer Bedeutung für das Verständnis der Geschlechtsübergänge beim Menschen. Das wird besonders klar, wenn man vom phylogenetischen Standpunkte aus die realen Verwandtschaftsbeziehungen der kleineren und größeren Gruppen kritisch betrachtet. Während in vielen großen Formengruppen der Hermaphroditismus sehr konstant ist, in anderen ebenso der Gonochorismus, gibt es drittens nicht wenige Gruppen von Pflanzen und Tieren, bei denen *Metaptosis* sehr verbreitet ist, wo sich der erstere vielfach in den letzteren umwandelt, offenbar in Anpassung an die Lebensbedingungen. Aber ebenso kann wieder das Umgekehrte stattfinden. Es gibt sogar weitverbreitete Arten, die in einer Gegend *Hermaphroditen*, in einer anderen, weitentfernten Gegend *Gonochoristen* und in einer dritten, zwischen beiden liegenden Gegend *Metaptoten* sind, während sie sonst in allen charakteristischen Speziesmerkmalen übereinstimmen.

Progressive und Regressive Metaptosis.

Phylogenetische Reflexionen allgemeiner Art, gestützt auf die gewichtigen Dokumente der Paläontologie,

der vergleichenden Anatomie und Ontogenie, führen uns zu der Überzeugung, daß die großen Hauptgruppen des Tierreichs und des Pflanzenreichs, wenigstens die höheren Typen, monophyletisch sind, und daß alle lebenden und ausgestorbenen Arten eines Stammes (*Phyle*) aus einer gemeinsamen Stammform sich entwickelt haben. Daher müssen die Unterschiede, welche die verschiedenen Gruppen in der Geschlechtsverteilung zeigen, erst durch Anpassung erworben und dann durch Vererbung auf die Nachkommen der divergenten Formengruppen übertragen sein (*Transformante Vererbung*).

Diese „Geschlechtsumwandlung“ kann aber im Laufe der Jahrmillionen, in denen sich die Stammesgeschichte abgespielt hat, wiederholt gewechselt haben. Wir müssen also in jeder Gruppe kritisch unterscheiden: I. Progressive Metaptosis, Übergang vom primären Sexualzustande zu einem neuen sekundären Verhältnis, und II. Regressive Metaptosis, Übergang von dem sekundären zu einem tertiären Zustande; bei diesem kann entweder Rückschlag die Ursache sein (Atavismus, Latente Vererbung) — oder aber eine Neubildung, bedingt durch Anpassung an ganz neue Lebensbedingungen.

Metaptosis der Protisten.

Die einzelligen, (nicht gewebebildenden) Organismen, die wir als Protisten im weitesten Sinne zusammenfassen — ebenso die plasmodomen *Protophyten* wie die plasmophagen *Protozoen* — zeigen in bezug auf Monogonie und Amphigomie, auf Hermaphroditismus und Gonochorismus, auf Metagenesis und Hypogenesis, die größte Mannigfaltigkeit der Erscheinungen; sie sind daher für die allgemeine Sexologie von hohem Interesse. Namentlich für die Erkenntnis vom Anfang und den ersten historischen Entwicklungsstufen der sexuellen Differenzierung sind mehrere Protophyten-Gruppen höchst

lehrreich, so die Paulotomeen und Konjugaten unter den Algarien, die Protococcalen, Volvocinen und Siphoneen unter den Algetten (den sogenannten „Einzelligen Algen“). In mehreren dieser Protophyten-Gruppen finden sich nebeneinander die primäre Kopulation von gleichartigen Schwärmsporen (Gameten), die Differenzierung derselben in größere (weibliche) Makrosporen und kleinere (männliche) Mikrosporen; ferner die weitere Ausbildung der *Makrogameten* zu Eizellen, der *Mikrogameten* zu Spermazellen — endlich mit Bezug auf die Individualität der sexuell differenzierten Zellen: Hermaphroditen und Gonochoristen. In mehreren Gruppen dieser amphigonen Protophyten sind die beiden letzteren Sexualformen durch Zwischenstufen verbunden, und zwar kommt da sowohl die progressive Metaptose vor (der Übergang von primärer Zwitterbildung der Zelle zur Geschlechtstrennung), als auch umgekehrt die Verwandlung von Gonochoristen in sekundäre (eigentlich tertiäre) Hermaphroditen (regressive Metaptose).

Weniger häufig und mannigfaltig als bei den Protophyten kehren dieselben Erscheinungen wieder bei den Protozoen, sowohl Rhizopoden als Infusorien. Unter den letzteren zeigen die Ciliaten eine besonders auffällige Form der Konjugation, bei welcher die beiden Zwitterzellen sich gegenseitig befruchten. Gewöhnlich sind die beiden Ciliatenzellen, die vorübergehend miteinander verschmelzen, von gleicher Größe und Beschaffenheit; aber unter den Peritrichen tritt eine weitere sexuelle Differenzierung ein; bei den monöischen Stöcken vieler Vorticellinen zerfällt ein Teil der fest-sitzenden Zellen, die Mikrogameten, durch rasch wiederholte Teilung in viele kleine Wimperzellen; diese lösen sich vom Stocke ab, schwimmen frei umher und suchen die sitzenbleibenden größeren (weiblichen) Zellen auf, um mit ihnen dauernd zu verschmelzen. Hier geht also die

hermaphrodite Konjugation in wirklich gonochoriste Kopulation über. Bei vielen Sporozoen (den parasitischen Gregarinen, Telosporidien), findet sich ein wirklicher Generationswechsel der einzelligen Protozoen, indem monogone Sporenbildung mit amphigoner Produktion von männlichen Mikrosporen und weiblichen Makrosporen abwechselt. Bald sind die Sexualzellen hermaphroditisch, bald gonochoristisch. Auch hier finden sich wieder Zwischenstufen zwischen beiden, welche die Metaptose entweder progressiv oder regressiv zeigen. Nähere Angaben über diese mannigfach wechselnden Formen der Sexualdifferenzierung bei Protozoen und Protophyten enthält meine „Systematische Phylogenie der Protisten“ (Berlin 1894).

Metaptosis der Metaphyten.

Alle vielzelligen und gewebebildenden Pflanzen — also alle Gewächse nach Ausschluß der einzelligen *Protophyten* — lassen sich phylogenetisch auf wenige große Stämme zurückführen, und diese wieder auf einen Urstamm, die Klasse der Algen. Diese selbst haben sich ursprünglich aus Protophyten entwickelt. Die wasserbewohnenden Tange (*Algae*) und die parasitischen Pilze (*Fungi*) werden zusammengefaßt als **Thalluspflanzen** (*Thallophyta*). Ihnen werden alle übrigen Gewebepflanzen als **Stockpflanzen** (*Cormophyta*) gegenübergestellt. Diese zerfallen wieder in die beiden Hauptklassen der Prothalluspflanzen (*Archegoniatae*) und der Blumenpflanzen (*Phanerogamae*). Die Verhältnisse der Fortpflanzung und der Geschlechtsbeziehungen sind bei den echten Algen äußerst mannigfaltig und verwickelt. Während einzelne Gruppen sich ausschließlich oder doch vorzugsweise durch einfache Sporen fortpflanzen, findet sich bei anderen die Arbeitsteilung von kleinen, beweglichen Androsporen und großen, ruhenden

Gynosporen. In den größeren Gruppen entwickelt sich der Gegensatz der beiden Geschlechter in mannigfacher Weise. Oft wechselt die geschlechtliche Generation mit einer ungeschlechtlichen, sporenbildenden ab; dieser Generationswechsel tritt in mehreren sehr verschiedenen Formen auf und ist oft mit Metaptose verknüpft. Der gewöhnliche monokline Zustand geht dann in den diklinen über. Bei vielen höheren Algen gliedert sich der ansehnliche Thallus ähnlich wie der verzweigte Kormus der Kormophyten. Dann tritt bisweilen Dioecie auf, während gewöhnlich Monoecie herrscht.

Mesophyten oder Archegoniaten, Vorkeimpflanzen. Diese „kryptogamen Kormophyten“ besitzen eine charakteristische Form des Generationswechsels, indem eine neutrale, sporenbildende Generation mit einer Sexualgeneration wechselt, welche eigentümliche weibliche *Archegonien* und männliche *Antheridien* entwickelt; letztere enthalten bewegliche Geißelzellen, Spermazoiden (daher auch die Bezeichnung: *Zoidogamae*). Die beiden Klassen der Mesophyten, die niederen Moose (*Muscinae*, *Bryophyta*) und die höheren Farne (*Filicinae*, *Pteridophyta*) unterscheiden sich wesentlich dadurch, daß die Sexualgeneration der Moose einen Kormus mit Stengel und Blättern bildet, diejenige der Farne hingegen ein einfaches Prothallium, ähnlich einem Algen-Thallus. In beiden Klassen ist diese Sexualgeneration gewöhnlich monoklinisch, indem männliche und weibliche Organe auf demselben Individuum sich nebeneinander finden; es gibt aber auch in beiden Klassen diklinische Ausnahmen und Fälle von Metaptose. Bei den höheren Pteridophyten (Kalamiten und Selagineen) geht die sexuelle Arbeitsteilung noch weiter, indem die neutrale Generation zweierlei Sporen bildet, größere Makrosporen und kleinere Mikrosporen; erstere bilden nur weibliche Prothallien, mit Archegonien, letztere nur männliche Prothallien,

mit Antheridien. Hier sind also die Prothallien diklinisch.

Anthophyten oder Phanerogamen, (Blumenpflanzen; = *Siphonogamae*, *Spermaphyta*). Diese dritte und höchst entwickelte Hauptklasse der Metaphyten tritt nur in einer kormophytischen Generation auf (mit echter Wurzel, Stengel und Blättern); sie haben den Generationswechsel der Pteridophyten, von denen sie abstammen, verloren; an die Stelle der palingenetischen Metagenesis ist die abgekürzte, cenogenetische Hypogenesis getreten. An die Stelle der beweglichen Spermazoiden sind Pollenkörner getreten; aus dem weiblichen Macrosporangium ist der Kern der Samenknospe geworden. Diese umschließt den Embryo (das Produkt der befruchteten Eizelle) und bildet mit ihm zusammen den charakteristischen Samen der Anthophyten (*Semen*), ein ruhendes Puppenstadium, welches der Puppe der metabolen Insekten vergleichbar ist.

Von den beiden großen Klassen der Anthophyten ist die ältere die der Nacktsamer (*Gymnospermae*); sie umfaßt die Cycadeen, Coniferen und Gnetaceen. Hier liegt die Samenknospe frei auf der Oberfläche des offenen Fruchtblattes; daher fehlen Fruchtknoten und Narbe. In der jüngeren Klasse der Decksamer (*Angiospermae*) — den Monocotylen und Dicotylen — ist die Samenknospe in dem Gehäuse des Fruchtknotens eingeschlossen, welches durch die Verwachsung der Fruchtblätter gebildet wird. Die Blüten der Gymnospermen sind stets diklinisch, diejenigen der Angiospermen meistens monoklinisch. Bei den verzweigten Stöcken beider Klassen ist bald die Dioecie vorherrschend, bald die Monoecie. Im übrigen ist die Geschlechts-Verteilung in den zahlreichen Familien der Blütenpflanzen äußerst mannigfaltig und in Anpassung an die Lebensverhältnisse vielfachem Wechsel unterworfen. Oft sind von nächst verwandten Gattungen

einer Familie, ebenso von Arten einer Gattung, die einen hermaphrodit, die andern gonochorist. Selbst eine und dieselbe Species kann an einem Standorte Zwitter, an einem anderen getrennten Geschlechts sein. Daher ist auch die Metaptose hier sehr deutlich zu verfolgen, bald progressiv, bald regressiv. (Nähere Angaben über die phylogenetischen Beziehungen dieser mannigfaltigen Formen der Sexualität bei den Anthophyten und Archegoniaten enthält meine „Systematische Phylogenie der Protisten und Pflanzen [Berlin, 1894])“.

Metaptosis der Metazoen.

Die vergleichende Anatomie und Ontogenie lehrt uns, daß alle vielzelligen und gewebebildenden Tiere sich auf eine gemeinschaftliche Keimform, die Gastrula, zurückführen und dem entsprechend phylogenetisch von einer ähnlich gebildeten Stammform, der Gastraea, ableiten lassen. (Vergl. meine „Studien zur Gastraea-Theorie“, 1872—1884). Noch heute gibt es unter den niedersten Klassen der Metazoen einzelne noch lebende uralte Formen, welche dem hypothetischen Urbilde der Gastraea im wesentlichen gleichen: Einfache, länglichrunde Bläschen, deren einfache Höhle, der Urdarm, sich durch einen Urmund öffnet, und deren dünne Körperwand aus zwei einfachen Zellschichten besteht, den beiden primären Keimblättern: *Entoderm* und *Ectoderm*. Die bekannteste von diesen primitiven Gastraeaden ist der gemeine Süßwasser-Polyp: *Hydra*. Die Geschlechtsorgane sind hier einfache Anhäufungen von Ektoderm-Zellen, gewöhnlich männliche im oralen, weibliche im aboralen Teile des Bläschens; aber neben dieser hermaphroditen Form tritt dieselbe Hydra auch in einer gonochoristen Form auf. Das ist wichtig, da wir die Hydra hypothetisch als die Stammform des mächtigen Stammes der Nesseltiere ansehen, und da in diesen das Geschlechts-

Verhältnis sich sehr verschieden und wechselnd zeigt; viele Tatsachen lassen sich hier nur durch Annahme der Metaptosis erklären.

Spongien. Der Hydra sehr ähnlich gebildet ist auch *Olynthus*, die einfachste Form der Schwämme oder Schwammtiere (*Spongiae* oder *Porifera*). Dieser formenreiche Stamm, der niederste unter allen Metazoen, von sehr einfacher Struktur, zeichnet sich durch diffuse Sexual-Bildung aus. Beiderlei Geschlechtszellen, die nackten amoeboiden Eizellen und die flagellaten männlichen Spermazellen, entstehen an beliebigen Stellen aus dem Ektoderm. *Olynthus* und die nahe verwandten, kleinen, einfach schlauchförmigen *Asconen* sind monokline Hermaphroditen. Die große Mehrzahl der Spongien (so auch der gewöhnliche Badeschwamm (*Euspongia*)) bildet größere unregelmäßig gestaltete Körper, die aus zahlreichen, durch Sprossung sich vermehrenden *Olynthen* zusammengesetzt sind. Auch diese Stöcke (*Cormi*) sind meistens hermaphrodit, da Eizellen und Spermazellen nebeneinander sich aus Ektoderm-Zellen entwickeln. Es gibt aber neben diesen monoecischen Schwammstöcken, dioecische, bei denen die einen *Cormen* nur weibliche, die anderen nur männliche Sexualzellen produzieren; und endlich kommt es auch vor, daß ein und derselbe Schwammstock zu verschiedenen Zeiten einmal Eizellen, dann Spermazellen produziert. Diese Metaptose kommt aber ebenso auch bei Nesseltieren nicht selten vor.

Cnidarien. In dem formenreichen Stamme der Nesseltiere sind sowohl die festsitzenden Polypen, als die freischwimmenden Medusen größtenteils getrennten Geschlechts. Jedoch finden sich einzelne Ausnahmen (*Chrysaora* unter den Medusen, *Cereanthus* unter den Polypen); hier ist der Hermaphroditismus wohl sekundär. Auch die stockbildenden *Hydropolypen* und *Korallen* sind meistens dioecisch. Dagegen sind überwiegend

monoecisch die frei schwimmenden Stöcke der polymorphen Siphonophoren; aber auch hier gibt es einzelne dioecische Formen, Cystonecten und Calyconecten. In der Gattung *Diphyes* sind die meisten Arten monoecisch, einzelne aber dioecisch, und dazwischen finden sich Übergangsformen mit Metaptose. Ganz eigentümlich verhalten sich die monoklinischen freischwimmenden Ctenophoren, deren melonenförmiger Körper von acht Wimperrippen meridian umgürtet ist. Die acht Rippenkanäle unter denselben sind Zwitterdrüsen und produzieren ganz konstant an einer Seite Ovarien, an der anderen Seite Spermarien; diese sind stets so verteilt, daß von den acht Feldern zwischen je zwei Rippen das eine weiblich, das benachbarte männlich ist; es alternieren somit an dem „zweischneidig-vierstrahligen“ Körper der Person vier Ovarien mit vier Spermarien.

Platoden. Der Stamm der Plattentiere oder Plattwürmer (*Platodes* oder *Platyhelminthes*) steht in der Mitte zwischen den beiden Hauptabteilungen der Metazoen; sie gleichen den niederen Coelenterien durch den Mangel der Leibeshöhle, des Afters und der Blutgefäße, dagegen den höheren Coelomarien durch die bilaterale Symmetrie der Körperform und die damit verknüpfte Form des Zentralnervensystems. Die einfachsten und niedersten Formen der Turbellarien (*Convoluta* und andere *Cryptocoelen*) schließen sich noch eng an die *Gastraea* an, während andere Formen sich sehr den *Rotatorien* nähern. Darauf gründet sich die phyletische Hypothese, daß die Platoden unten von Gasträden abstammen, oben mit den Vermalien (als Stammgruppe aller Coelomarien) phylogenetisch zusammenhängen. Von den drei Klassen der Platoden müssen wir die frei lebenden Turbellarien als die Stammgruppe betrachten; aus ihnen sind durch Anpassung an parasitische Lebensweise die Trematoden,

und aus diesen später die Cestoden hervorgegangen. Alle drei Klassen sind gewöhnlich (primär) hermaphrodit, bald mit einfachen, bald mit sehr zusammengesetzten Geschlechtsorganen. Jedoch kommen daneben in allen drei Klassen auch (sekundäre) Gonochoristen vor, und unter diesen einzelne Metaptoten.

Coelomarien. Die höheren Tierstämme, die wir als *Coelomarien* zusammenfassen, unterscheiden sich von den niederen *Cölelerien* hauptsächlich durch den Besitz einer echten Leibeshöhle (*Coeloma*) und einer zweiten Darmöffnung (After); meistens haben sie auch Blutgefäße. Die Geschlechtsdrüsen entstehen hier allgemein aus dem Epithel der Leibeshöhle, welche sich frühzeitig vom Urdarm sondert. Sie wird ursprünglich gebildet aus ein paar symmetrischen Säcken, die vom Urmund aus zwischen beide primäre Keimblätter eingestülpt werden und das Mesoderm liefern („Polzellen des Mesoderms“). Diese haben wahrscheinlich den primären Hermaphroditismus von ihrer Stammgruppe, den Platoden (*Turbellarien*), durch Vererbung erhalten. Aber bei der großen Mehrzahl der heute lebenden Coelomarien (namentlich Echinodermen, Articulaten und Vertebraten) ist jetzt der Gonochorismus herrschend, und nur ausnahmsweise tritt in einzelnen kleineren Gruppen Hermaphroditismus auf; meistens ist dieser dann variabel und liefert in charakteristischen labilen Übergangsformen schöne Beispiele für die Metaptosis. Das gilt auch ganz besonders für den Stamm der Mollusken.

Vermalien. Als die gemeinsame Stammgruppe aller Coelomarien (abzuleiten aus einem alten Zweige der Turbellarien) betrachten wir die Wurmtiere (*Vermalia*). Dieser Stamm umfaßt die Mehrzahl der früher sogenannten Würmer (*Vermes*), nach Ausschluß der Platoden und Anneliden. Die heute noch lebenden Vermalien enthalten sehr verschiedenartige Coelomarien von niederer,

nicht typisch entwickelter Organisation: die letzten isolierten Zweiggruppen eines mächtigen uralten Stammes, dessen meiste Äste längst ausgestorben sind, ohne fossile Spuren zu hinterlassen. Unten an der Wurzel dieses Stammes stehen die Rotatorien (nächstverwandt den rhabdocoelen Turbellarien); von ihnen können einerseits die frei beweglichen Strongylarien (Nematelminthes) und Frontonier (Rhynchelminthes) abgeleitet werden, anderseits die festsitzenden Prosopygier (Bryozoen und Brachiopoden). Während die letzteren überwiegend Zwitter sind, besitzen die ersteren meistens getrenntes Geschlecht. Die besonderen Verhältnisse der Geschlechtsverteilung und Organisation sind aber in diesem vielgestaltigen Stamme sehr variabel, und vom Hermaphroditismus finden sich vielfach Übergänge zum Gonochorismus; aber auch umgekehrt. Auf diese metaptotischen Zwischenstufen wirft mehrfach die Bildung von rudimentären Zwergmännchen (oder Komplementär-Männchen) ein erklärendes Licht.

Mollusken. Der formenreiche, typisch organisierte Stamm der Weichtiere ist für das Verständnis der Metaptose ganz besonders wichtig. Schon in der niedersten und ältesten Klasse dieser Phyle, den Amphineuren, sind die Solenogastres Zwitter, die Placophoren hingegen getrennten Geschlechts. In der großen Klasse der Schnecken (*Gastropoda*) sind sämtliche *Opisthobranchier* und einzelne *Prosobranchier* (Marseniaden, Valvata) Hermaphroditen, aber die meisten *Prosobranchier* Gonochoristen. Die höchst organisierten Cephalopoden haben stets getrenntes Geschlecht. Von besonderem Interesse für die Metaptose ist aber die Klasse der Muscheln (*Acephala*); die meisten Lamellibranchien sind zwar Gonochoristen, aber viele Gattungen besitzen Zwitterbildung. In einigen Genera ist ein Teil der Spezies hermaphrodit, ein anderer Teil gonochorist; so bei der Auster (*Ostrea*) und der Kammuschel (*Pecten*).

In mehreren Familien der Muscheln sind alle Stufen der Geschlechtsumwandlung deutlich nebeneinander zu finden. Während die gewöhnlichen Austern an einigen Stellen der europäischen Küsten überwiegend diklinisch sind, an anderen Stellen vorwiegend monoklinisch, finden sich wieder an andren Stellen alle möglichen metaptotischen Zwischenstufen-

Articulaten. Der Stamm der Gliedertiere, der artenreichste von allen Tierstämmen, zeigt im ganzen einfache und beständige Verhältnisse der Sexualität; ganz vorherrschend ist Gonochorismus, oft mit auffallendem Dimorphismus beider Geschlechter und mit starker Ausbildung sekundärer Sexualcharaktere. Doch kommt daneben in einzelnen Gruppen aller drei Hauptklassen auch Hermaphroditismus vor, meistens bedingt durch Anpassung an festsitzende oder an parasitische Lebensweise. Die Anneliden, welche wir als die Stammgruppe aller Articulaten ansehen, enthalten schon in ihrer niedersten und ältesten Klasse, den Archanneliden, nebeneinander Hermaphroditen (*Protodrilus*) und Gonochoristen (*Polygordius*); aber in einzelnen Arten beider Gattungen gibt es auch Übergangsformen und Metaptotiker. Die artenreichste Gruppe der Ringeltiere, die Polychaeten, haben gewöhnlich getrenntes Geschlecht; aber die parasitischen Myzostomen sind Zwitter, und einige Arten von *Nereis* werden an bestimmten Orten monoklinisch. Bei einigen Arten von *Myzostoma* kommen noch daneben rudimentäre Männchen vor (Metaptose). Die Oligochaeten und die parasitischen Blutegel (Hirudineen) sind Hermaphroditen. — Aus zwei verschiedenen Gruppen der *chaetopoden Anneliden* haben sich die sogenannten Arthropoden entwickelt, einerseits die kiemenatmenden *Crustaceen*, andererseits die luftrohratmenden *Tracheaten*.

Crustaceen. Die vielgestaltige Hauptklasse der Krebstiere ist größtenteils getrennten Geschlechts; doch kommt in einigen Gattungen gelegentlich auch Zwitter-

tum vor, selbst bei hochorganisierten Krebsen (Languste). Ein Teil der Asseln ist durch Anpassung an parasitische Lebensweise hermaphrodit geworden (Cymothoiden). Die Ordnung der festgewachsenen, und zum Teil parasitischen Rankenfüßler (Cirrhipedia) ist ebenfalls zwitterig, und zwar kommen hier in mehreren Gattungen neben den großen hermaphroditen Weibchen Zwergmännchen vor; diese Metaptotiker erläutern sehr klar (ähnlich wie die Myzostomen) den phylogenetischen Übergang vom primären Gonochorismus zum sekundären Hermaphroditismus.

Tracheaten. In der Hauptklasse der luftrohratmenden Gliedertiere herrscht allgemein Gonochorismus, sowohl in der Stammgruppe der *Protracheaten* (Peripatus), als in den Klassen der *Arachniden*, *Myriapoden* und *Insekten*. Ausnahmsweise, aber nicht erblich, findet sich Hermaphroditismus bei einzelnen Individuen gewisser Insekten, Bienen und namentlich Schmetterlingen. Hier tritt auch die seltene Form des lateralen Hermaphroditismus auf, bei welchem die eine Hälfte des Insekts (rechte oder linke) ganz weiblich, die andere ganz männlich ist, nicht bloß in bezug auf die primären, sondern auch auf die sekundären Sexualcharaktere. Sehr auffallend ist das bei jenen dimorphen Schmetterlingen, bei denen die Färbung und Zeichnung der Flügel in beiden Geschlechtern sehr verschieden ist. Vielleicht erklärt sich der Hermaphroditismus lateralis am einfachsten durch die Annahme, daß bei der Befruchtung zufällig gleiche Quantitäten von Androplasma und Gynoplasma in den beiden kopulierenden Sexualzellen zusammengetroffen sind, während diese sonst normaler Weise mehr oder weniger ungleich sind.

Echinodermen. Die gegenwärtig lebenden Stern-tiere haben fast alle Geschlechtstrennung und, im Gegensatz zu der sonstigen Höhe ihrer anatomischen Komplikation (die derjenigen der Wirbeltiere nichts

nachgibt!), höchst einfache Sexualverhältnisse. Gewöhnlich entleeren die einfachen diklinischen Gonaden ihre Geschlechtsprodukte nach außen in das Meer. Nur in wenigen Gattungen tritt Hermaphroditismus auf, so bei der Holothurie *Synapta* und der Ophiure *Amphiura*. Bei einem kleinen Seestern der europäischen Küsten (*Asterina gibbosa*) ist die Geschlechtsverteilung höchst variabel, bald rein gonochorist, bald völlig hermaphrodit, bald mit verschiedenartigen Metaptosen, mit allen möglichen Zwischenformen zwischen beiden. Der ganz vorherrschende Gonochorismus der Echinodermen könnte (wie bei Articulaten und Vertebraten) zu der Annahme führen, daß die Diklinie die ursprüngliche Form ihrer Sexualität sei. Allein dieser Schluß erscheint bedenklich, weil den fünf lebenden Klassen (von denen nur eine feststehend lebt), drei ausgestorbene ältere Klassen gegenüberstehen, die alle feststehend waren, und deren Sexualität wir nicht kennen. Es ist also möglich, daß auch die Sterntiere ursprünglich monoklinisch waren.

Vertebraten. Die Wirbeltiere sind getrennten Geschlechts, mit wenigen Ausnahmen. Zwittertum findet sich fast immer konstant bei verschiedenen Knochenfischen, den Percoiden *Serranus* und den Sparoiden *Chrysophrys*. Da diese Teleostier zu den jüngeren, einseitig spezialisierten Gruppen der Fischklasse gehören, ist anzunehmen, daß auch hier der Hermaphroditismus sekundär aus dem ursprünglichen Gonochorismus hervorgegangen ist. Dasselbe gilt von der zufälligen Zwitterbildung, welche gelegentlich bei einzelnen Individuen von Teleostiern vorkommt, die gewöhnlich Geschlechtstrennung haben, bei Heringen, Karpfen, Thunfischen usw. Die merkwürdigste Form ist der hier vorkommende Hermaphroditismus *lateralis* oder der „*Gonochorismus der Antimeren*“; die eine Körperhälfte (rechte oder linke) ist weiblich und enthält einen Eierstock, die andere

Hälfte ist männlich und enthält einen Hoden. Auch die äußeren sekundären Geschlechtscharaktere (Färbung, Zeichnung) können dementsprechend auf die beiden Antimeren verteilt sein. Selbst bei einzelnen Vögeln (Finken) ist diese echte Zwitterbildung beobachtet.

Primärer (oder vielmehr tertiärer?) Hermaphroditismus unter den Wirbeltieren scheint nicht selten bei den Amphibien vorzukommen, besonders Kröten (*Bufo* und *Pelobates*); hier ist entweder die Gonade vorn weiblich, hinten männlich; oder es finden sich intermediäre Formen mit wirklichen Zwitterdrüsen, bei denen allenthalben Eier in das Gewebe des Hodens eingebettet sind. Hier läßt sich die Geschlechtsumwandlung auf verschiedenen Stufen der Metaptose klar verfolgen. Dasselbe gilt von dem merkwürdigen parasitischen Cyclostomen *Myxine*, dessen Sexualität sehr variabel ist. Die Tunicaten, die nächsten Stammverwandten der Wirbeltiere unter den Wirbellosen, sind beständig Hermaphroditen; auch diese Tatsache deutet vielleicht auf ursprüngliche Zwitterbildung bei den Vorfahren der Wirbeltiere, da wir beide Klassen der Chordatiere (*Chordonier*) von einer gemeinsamen unbekanntem Stammform hypothetisch ableiten können.

Bedeutungsvoll aber vor allem für das Verständnis der Vertebraten-Geschlechtsbildung ist die Tatsache, daß überall, auch beim Menschen, die embryonalen Anlagen der inneren und äußeren Geschlechtsorgane bei Männchen und Weibchen dieselben sind, und daß deren charakteristische Unterschiede erst im Laufe der *Ontogenese* allmählich hervortreten. Wir dürfen daraus schließen, entsprechend dem allgemein gültigen biogenetischen Grundgesetz, daß auch die älteren Vorfahren der Wirbeltiere Hermaphroditismus besaßen, und daß im Laufe ihrer *Phylogenese* die sexuelle Arbeitsteilung allmählich zu dem jetzt herrschenden Gonochorismus geführt hat.
