- Fig. 3. Zottenepithel des Dünndarms. Flemm. Flüssigk. Hermann's Färbung. Homogene Immers. Comp. Oc. 4.
- Fig. 4. Querschnitt von Epithelzellen einer Dünndarmzotte. Hermann's Flüssigk. Homogene Immers. Oc. 8.
- Fig. 5—9. Stammen von Präparaten, die in Flemming's Flüssigkeit fixirt und mit Delafield's Hämatoxylin gefärbt worden waren.
- Fig. 5. Längsschnitt einer Lieberkühn'schen Krypte aus dem Enddarm. Seibert Apochromat 8 mm Comp. Oc. 18.
- Fig. 6. Desgleichen.
- Fig. 7. Längsschnitt einer Kryptenmündung, aus dem Enddarm. Vergr. wie 5.
- Fig. 8. Stück eines Längsschnittes durch eine Zottenspitze des Enddarmes. Vergr. wie 5.
- Fig. 9. Senkrechter Schnitt durch die Schleimhaut des Enddarmes.
- Fig. 10. Senkrechter Schnitt durch die Schleimhaut des Dünndarms. Hermann's Flüssigk. Delafield's Hämatoxylin. Seibert Apochromat 8 mm Comp. Oc. 6.
-

Beiträge zur Lehre von der Fortpflanzung und Vererbung.

Von

M. Nussbaum.

In der Abhandlung, Zur Differenzirung des Geschlechts im Thierreich (Archiv für mikroskopische Anatomie 1880), begründete ich eine Reihe von Vorstellungen, die sich aus der Entwicklungsgeschichte der Geschlechtsorgane und dem Vorgang der Conjugation und Befruchtung ergaben.

Dem weiteren Ausbau meiner Theorie habe ich mit einer Reihe jüngerer Arbeitsgenossen seit jener Zeit den grössten Theil meiner wissenschaftlichen Bestrebungen gewidmet. Auch von anderer Seite ist in den folgenden Jahren ein Theil der in jenen Arbeiten ausgesprochenen Gedanken durch neue Entdeckungen bestätigt worden und hat sich vielseitig Anhänger erworben. Ein anderer Theil aber wird auch heute noch von einer nicht

unbeträchtlichen Zahl hervorragender Forscher auf dem Gebiete der Morphologie der Pflanzen und Thiere bekämpft.

Zur zweiten Kategorie gehört die Theorie der Vererbung auf Grundlage der von mir nachgewiesenen ununterbrochenen Folge der Geschlechtzellen. Ich würde keine Veranlassung nehmen, mich unter die Streitenden zu mischen. Die Sachlage ist aber verändert durch das neu erschienene Buch Weismann's: Das Keimplasma; eine Theorie der Vererbung, Jena 1892.

Weismann hat bekanntlich seit dem Jahre 1883 unausgesetzt sich mit dieser neuen Lehre beschäftigt und ist durch seine experimentellen und schriftstellerischen Leistungen so sehr in den Vordergrund getreten, dass er seinen Vorgängern mit einer kurzen historischen Notiz gerecht werden zu können glaubt. Ausserdem entfernt er sich in seinen neueren Ausführungen immer weiter von der ursprünglichen Auffassung, so dass ich es für geboten halte, den von mir vertretenen Standpunkt nochmals zu beleuchten und bei der Gelegenheit auch der historischen Darstellung zu gedenken, die Weismann in seinem vorhin genannten Buche gegeben hat.

Nach seinem Vorgänger Jaeger hat Weismann die Lehre von der Vererbung mit der Continuität des Keimplasmas begründet, während ich dieselben Erscheinungen durch die ununterbrochene Folge der Geschlechtzellen erklärte.

Bei der Entscheidung ob Keimplasma oder Geschlechtzellen wird man sich fragen müssen, wo kommt denn das Keimplasma vor? Findet es sich in allen Zellen, oder ist es auf bestimmte Zellengruppen beschränkt? Ist es, wie eine grosse Anzahl ausgezeichneter Forscher theoretisch anzunehmen sich bekommt, in allen Zellen vorhanden, so hat die Einführung des Begriffes Keimplasma keinen Werth. Findet es sich dagegen nur an bestimmte Zellen gebunden vor, so wird man diese Zellen auch benennen müssen, um sie von den übrigen Zellen des Körpers unterscheiden zu können. Wie man ein Individuum ausser mit seinem Artnamen auch noch männlich oder weiblich, zwittrig oder ungeschlechtlich nennt, so wird man aus der Summe seiner Zellgruppen diejenige, welche das Geschlecht bestimmt, herausgreifen und Geschlechtzellen nennen müssen. Man zeigt damit an, dass durch Differenzirung dieser, und nur dieser, Zellen das männliche oder

weibliche Geschlecht, die Zwitterbildung und durch den Untergang dieser Zellen die Geschlechtlosigkeit hervorgeht.

In dem sachlichen Theile seines neuen Buches vertheidigt Weismann den auch von anderen Forschern zum Theile noch vertretenen Satz, dass die Vererbungssubstanz nur im Chromatin des Kernes gelegen sei. Die Entdeckung der Centrosomen hat in neuerer Zeit eine Reihe von Autoren dieser Vorstellung entfremdet. Weismann sucht an der Hand eines Bildes seine Annahme immer noch wahrscheinlich zu machen.

„Man hat auch gemeint, der neuerdings durch Fol und Guignard gelieferte Nachweis, dass bei der Befruchtung nicht lediglich der Kern, sondern immer auch der dem Zellkörper angehörige Theilungs-Apparat, das Centrosoma mit seiner Attractionssphäre übertragen werde, sei ein Beweis gegen die Auffassung der Chromosomen als der Vererbungssubstanz. Wenn ich aber zwei entfernte Haufen Getreide auf zwei Wagen lade, vor jeden Wagen ein Pferd spanne und sie zusammen auf einen Platz führen lasse, liegt darin ein Beweis, dass die Pferde auch Getreide sind? Sie sind Bewegungsmittel, und so sind es auch die Centrosomen; ob die Letzteren zugleich auch noch etwas Anderes, also Vererbungssubstanz sind, wäre erst noch zu beweisen und ist wohl kaum unwahrscheinlicher, als dass die Pferde zugleich Korn seien.“ (Keimplasma pag. 40.)

Das Bild scheint mir nicht glücklich gewählt zu sein. Es wird wohl Niemandem einfallen, Pferd und Korn für identisch zu halten; da aber zu der Vereinigung der beiden Getreidehaufen im Bilde Weismann's eben Pferde nöthig sind, so kann die Vereinigung nicht ohne ihre Hülfe gedacht werden. Die Theilbarkeit der Zellen ist eine so fundamentale Eigenschaft, dass die Vererbung aller anderen Momente einfach unterbleiben muss, wenn nicht alle an stoffliche Theile gebundenen Bedingungen für ihr Zustandekommen erfüllt sind. Fehlen die Centrosomen, fehlt die Strahlung im Protoplasma, so hört jede Vermischung, jede Theilung der Kerne auf, d. h. die Möglichkeit, eine Eigenschaft, also auch die fundamentale der Theilung von den elterlichen auf die Tochterzellen zu übertragen. Die Vererbungssubstanz zur Zelltheilung liegt nicht allein im Kern, sondern auch im Protoplasma. Das wissen wir sicher; ob sie für

die anderen zu vererbenden Eigenschaften ausschliesslich im Kerne liegen, das wissen wir nicht.

Wir dürfen somit an dem von mir und nach mir von vielen Anderen vertheidigten Satze festhalten, dass die Conjugation der Einzelligen und die Befruchtung bei den vielzelligen Pflanzen und Thieren in der Vereinigung zweier Zellen bestehe, deren Bestandtheile für sich vereinigt werden. Wir kommen unten auf diesen Punkt zurück und heben für unsere Zwecke vorläufig als wichtig für die Feststellung ob Keimplasma oder Geschlechtzellen hervor, dass die Thatfachen gegen die Annahme sprechen, Keimplasma sei allein im Kerne der Zellen vorhanden, dass weiterhin die Bezeichnung Geschlechtzellen auch theoretisch brauchbarer ist als das Wort Keimplasma.

Berücksichtigt man das thatsächliche Verhalten der niederen Organismen, bei denen Reproductions- und Regenerationsvermögen erheblicher und vollkommener ausgebildet ist als bei den Organismen höherer Ordnung, so wird man die Begriffsübertragung „Geschlechtzellen“ bei den Pflanzen und den niederen Thieren auf solche Zellen ausdehnen können, welche zwar nicht in bestimmten Organen beisammen liegen und wegen ihrer Form auch nicht erkannt werden können, die aber, wie durch Versuch oder Erfahrung festgestellt ist, gleich den Geschlechtzellen der höheren Thiere zur Reproduction des Ganzen geschickt sind.

Gegen diesen Punkt der Theorie sind die meisten Angriffe gerichtet worden. Weismann begegnet im sachlichen Abschnitt seines Buches den erhobenen Einwänden, indem er einen Theil der gegnerischen Annahmen in die Theorie übernimmt. Er sagt l. c. pag. 244:

„Die Vorfahren der Keimzellen lassen sich aber als solche nicht erkennen, sondern sind somatische Zellen, d. h. betheiligen sich am Aufbau des Körpers in derselben Weise, wie zahlreiche andere somatische Zellen und können in verschiedenem Grade histologisch differenzirt sein.“

Gegen diese Ausführung muss ich entschieden Einspruch erheben. Die Geschlechtzellen, mag man sie als solche erkennen können oder nicht, mögen sie in den Geschlechtsdrüsen vereinigt sein oder im Körper zerstreut vorkommen, sind immer am Aufbau des Körpers soweit betheiligt, als sie in ihm liegen und somit einen Bestandtheil desselben ausmachen. Ihre erkennbare

oder nicht erkennbare Lagerung kann keinen Grund abgeben, an ihrem Vorhandensein zu zweifeln. Da sie aber in ihrer histologischen Differenzirung sich niemals über die Differenzirung der Protozoen erheben, so stellen sie gegenüber den höher differenzirten Geweben der höheren Pflanzen und Thiere in den Leibern dieser Organismen ein Material dar, das mit Bezug auf sein Fortpflanzungsvermögen direct den Protozoen verglichen werden kann, während die Gewebe und die sie producirenden Zellen diesen Vergleich nicht aushalten. — Darauf wird unten näher eingegangen werden. Es kann nicht nachdrücklich genug betont werden, dass die histologische Differenzirung der Geschlechtzellen sich auf das Wesentlichste von der Differenzirung der Gewebe der Metazoen und höheren Pflanzen unterscheidet.

Weismann hatte zwar wenige Seiten vorher, l. c. pag. 242, es ausgesprochen, dass die Lehre von der Continuität des Keimplasmas auf der Anschauung eines Gegensatzes von Körperzellen und Fortpflanzungszellen beruhe, und die von Seite 244 oben citirte Stelle bezieht sich nur auf die Hydroidpolypen. Wenn man sich aber genöthigt sieht, zu Gunsten von Beobachtungen einen allgemeinen Satz so bedeutend einzuschränken, als es durch die Fassung jener Auslassung über die Polypen bei Weismann geschehen ist, so kommt das ungefähr dem Aufgeben der Theorie gleich. Dazu liegt aber gar kein Grund vor.

In meiner ersten Abhandlung über diesen Gegenstand sprach ich schon den Satz aus, „dass man für die höheren Thiere wohl schwerlich wegen des Mangels hervortretender embryonaler Charactere ihrer Geschlechtzellen einen Beweis wird erbringen können.“ (Arch. f. mikr. Anat. Bd. 18, pag. 109.) Diesen Satz haben verschiedene Forscher umgekehrt und dann als Einwand gegen meine Theorie verwerthet. — So war nach Brock „an jungen Aalen von ca. 7 cm Länge (Mai), sogenannter Montée, — bei vollständiger Entwicklung des Wolff'schen Ganges, der Urniere, des Darms etc. von Geschlechtzellen oder überhaupt von Geschlechtsorganen noch keine Spur zu entdecken.“ (Mitth. aus der zool. Station zu Neapel Bd. II, pag. 434 vom Jahre 1881.) Brock schliesst daraus, dass die Geschlechtzellen aus dem Peritonealepithel hervorgingen. Ich würde wie gesagt in einem solchen Verhalten keinen Beweis gegen meine Theorie finden. Ein Ei oder ein Samenfaden sieht später auch ganz anders aus, als

die Zellen, die Oogonie oder die Spermatide, aus der sie sich heranbilden. Hätten wir bei gewissen Thieren nicht bestimmte Merkzeichen für die Geschlechtzellen aufgefunden, so würde die alte Auffassung, die Eier oder Samenkörper leiteten sich von den Peritonealepithelien ab, weiter zu Recht haben bestehen müssen. Wie man aber neben dem sichtbaren Schroth des Augenhintergrundes auch farblose Netzhäute gefunden hat, so wird auch die Untersnehung über die Bildung der Geschlechtsdrüsen bald auf gewisse Merkzeichen stossen, die eine directe Ableitung von den Geschlechtzellen gestatten; bald auf solche Fälle, die, wären sie allein bekannt, jede wissenschaftliche Begründung des Vorhandenseins von Geschlechtzellen unmöglich machen müssten. Wenn man aber mit Recht annimmt, dass nicht jede chemische Reaction eine Farbenreaction zu sein braucht und sich in Folge dessen den Schluss erlaubt, auch in der ungefärbten Retina vollziehen sich unter dem Einflusse des Lichtes chemische, freilich unsichtbare Veränderungen wie in der Retina, deren Schroth bei der Belichtung ausbleicht, so wird man sich auch nicht der Folgerung entziehen, dass in den Fällen, wo die Geschlechtzellen nicht durch sinnfällige Merkmale wie Grösse, Bau, bestimmte Lagerung sich kennzeichnen, sie ebensogut vorhanden sein können als in den für die Beobachtung günstigen Fällen. Ich habe in meinen Abhandlungen stets darauf hingewiesen, dass was für *Rana fusca* möglich zu beweisen sei, für *Rana esculenta* nur erschlossen werden könne.

Nebenbei will ich noch bemerken, dass Brock besonders betont, „der aus der Entwicklungsgeschichte der Evertebraten von Nussbaum herübergenommene Ausdruck „Geschlechtszellen“ ist der älteren Bezeichnung „Ureier“, da es sich um geschlechtlich indifferente Elemente handelt, entschieden vorzuziehen“ (l. c.).

Bei *Rana fusca* und der Forelle konnte ich die Grösse der Zellen und die Einlagerung von Dotterkörnern zu einer Zeit, als die benachbarten Peritonealepithelien schon klein und frei von Dotter geworden waren, zu dem Schlusse verwerthen, dass die Geschlechtzellen bei diesen Thieren sicher keine umgewandelten Peritonealepithelien seien, also schon früher, d. h. vor der Zeit, wo sie sicher als Geschlechtzellen erkannt werden konnten, schon als Geschlechtzellen bestanden hatten. In neuerer

Zeit wurde durch C. H. Eigenmann¹⁾ das sichere Vorkommen von Geschlechtzellen bei *Micrometrus aggregatus* Gibbons schon viel früher nachgewiesen, als es mir bei Wirbelthieren gelungen war. Bei meinen Untersuchungen über die Entwicklung der Generationsorgane der Forelle hatte ich ebenfalls schon vor der Ausbildung der Wolff'schen Gänge grosse mit Dotter gefüllte Zellen im Mesoblast gesehen; da ich aber die Wanderung an ihre definitive Stelle in der Somatopleura nicht verfolgen konnte, so ging ich bei meiner Darstellung erst von dem Stadium aus, wo eine Lücke in der Beweisführung durch Speculation nicht mehr überbrückt zu werden brauchte, wie dies auch für die in meinen Abhandlungen namhaft gemachten Fälle über die Entstehung der Generationsorgane niederer Thiere zutrifft. Diese Fälle hat Weismann aus der Literatur ergänzt und in übersichtlicher Folge in seinem neuen Buche zusammengestellt.

In den historischen Capiteln seines Buches hat Weismann auch mir einen Platz angewiesen. Ich will nun zu zeigen versuchen, dass die geschichtliche Darstellung unseres Autor ein ganz anderes Gesicht zeigen wird, sobald man streng sich an die Quellen hält. Demgemäss wird sich die folgende Auseinandersetzung vorzugsweise mit Quellenstudien zu beschäftigen haben.

Nachdem Weismann den Antheil Richard Owen's, Francis Galton's an dem Gedanken der „Continuität des Keimplasmas“, den er im Anfange seiner Publicationen zuerst in die Wissenschaft eingeführt zu haben glaubte, gewürdigt hat, spricht er auch von G. Jäger, Rauber und M. Nussbaum. Da es darauf ankommt, die mich betreffenden historischen Angaben Weismann's zu besprechen, so muss ich auf die G. Jäger behandelnden Stellen ebenfalls eingehen und stelle das diesen Autor betreffende Material zuerst zusammen. Es wird sich zeigen, dass Jäger mein Vorgänger nicht gewesen ist, wie Weismann behauptet.

In dem Weismann'schen Buche findet sich G. Jäger anlangend das Folgende pag. 262 und 263:

1) Journal of Morphology, Vol. V. Nr. 3, pag. 481 sqq. Boston 1891.

„G. Jäger hat zuerst den Gedanken ausgesprochen, dass der Körper der höheren Organismen aus zweierlei Zellen bestehe aus „ontogenetischen“ und „phylogenetischen“ und dass die Letzteren, die Fortpflanzungszellen nicht ein Product der Ersteren, der Körperzellen sind, sondern dass sie direct von der elterlichen Keimzelle abstammen.“

In einer Anmerkung verwahrt sich Weismann gegen Geddes und Thomson's Insinuation, G. Jäger sei sein Vorläufer gewesen und sagt dazu wörtlich pag. 263 Anmerkung:

„Jäger hat aber in seinem Buche von 1878 nirgends von einer Continuität des Keimplasmas gesprochen, sondern nur einen Zusammenhang der Keimzellen behauptet, der nicht existirt. Die ganze neue Darstellung seiner Gedanken steht unter dem Einfluss meiner inzwischen erschienenen Schriften.“

In dem Lehrbuch der allgemeinen Zoologie von G. Jäger II. Bd. 1878 pag. 196 u. 197 finden sich folgende Auslassungen.

Nachdem G. Jäger sich gegen die Darwin'sche Lehre von der Pangenesis gewandt und ebenso die Götte'sche Auffassung von der Discontinuität des Lebens bekämpft hat, stellt er „der Lehre von der Discontinuität des Lebens und der von der Pangenesis die Lehre von der Continuität des Keimprotoplasmas durch alle Generationen hindurch“ in folgender Weise gegenüber:

„Bei der Ontogenese (d. h. der Entwicklung des Multicellulaten-Individuums) spalten sich die Theilungsproducte des Keimprotoplasmas in zwei Gruppen: Die ontogenetische, welche das Einzelwesen aufbaut, und die phylogenetische, welche reservirt wird, um zu geschlechtlichem Protoplasma langsam heranzureifen. Die ontogenetische Gruppe und die phylogenetische stehen in concentrischem Verhältnisse zu einander, d. h. erstere kapselt die letztere ein und darin liegt eben der Unterschied in der Differenzirung. Die ontogenetische Gruppe ist den Reiz-Einwirkungen der Aussenwelt wegen ihrer Lage weit mehr ausgesetzt und passt sich diesen Existenzbedingungen an; das eingekapselte phylogenetische Protoplasma ist dagegen den unmittelbaren Einwirkungen der Aussenwelt entrückt und bewahrt so, einen rein vegetativen Stoffwechsel pflegend, die embryonide Beschaffenheit, allerdings mit den sogleich zu besprechenden Abänderungen.“

„Bei denjenigen Multicellulaten, deren Protoplasma überhaupt eine geringe Differenzierungsfähigkeit besitzt, wie z. B. dem der Coelenteraten sind die Unterschiede zwischen ontogenetisch und phylogenetisch differenzirtem Protoplasma sehr gering und dem entspricht auch späteres Auftreten und ein geringerer Grad von Einkapslung des phylogenetischen Protoplasmas. Je differenziver dagegen das Protoplasma ist, um so früher beginnt und um so tiefer geht die Einkapslung. Auf der einen Seite steht die Differenzierungsfähigkeit des Protoplasmas, auf der anderen stehen die Differenzierungsursachen d. h. die Einflüsse der umgebenden Medien. Je grösser die Differenzierungsfähigkeit des Protoplasmas ist, desto weiter nach innen erstreckt sich die ontogenetische Differenzirung, so dass immer nur der innerste Kern des Thieres (nicht morphologisch sondern physiologisch gesprochen) embryonide Eigenschaften behalten kann. Ob dies aber wirklich eintritt, hängt davon ab, ob so viel ontogenetisches Material producirt worden und dies so beschaffen ist, dass es zum Schutz des inneren Kerns ausreicht; ist es ungenügend so bleibt das Thier primär unfruchtbar, ein Fall, der jedenfalls sehr selten sein wird, da die Eigenschaft der primären Unfruchtbarkeit sich nicht vererben kann.“

In demselben Capitel (pag. 263) spricht Weismann über meinen Antheil in dieser Sache sich folgendermassen aus:

„Zuletzt kam M. Nussbaum auf den Gedanken einer Continuität der Keimzellen. Auch er nahm an, es theile sich „das gefurchte Ei in das Zellenmaterial des Individuums und in die Zellen für die Erhaltung der Art“ und stützte diese Ansicht auf jene oben schon erwähnten Fälle frühester Differenzirung der Geschlechtszellen.“

Nach dem Wortlaut der ersten Jäger'schen Veröffentlichungen ist es somit sicher gestellt, dass er den später von Weismann gebrauchten Ausdruck von „der Continuität des Keimplasmas“ erfunden und von Keimzellen nicht geredet hat.

Somit kann ich nicht zuletzt auf den Gedanken von der Continuität der Keimzellen gekommen sein, da Jäger nicht, wie Weismann glaubt, diesen Gedanken zuerst ausgesprochen hat. Wohl hat Jäger zuerst von einer Continuität des Keimplasmas geredet; er ist daher trotz des Widerspruchs Weismann's dessen eigner Vorgänger.

Wir können nunmehr das mich betreffende Quellenmaterial hier folgen lassen.

Gemäss der Weismann'schen Darstellung würde diese Vorführung der Quellen sich in höchst beschränktem Rahmen zu halten haben. Wie sich aber zeigen wird, ist in der von Weismann citirten Abhandlung doch mehr enthalten, als die oben angeführte Stelle von der Furchung des Eies und dem Zellenmaterial des Individuums und der Art. Im Folgenden wird dann gleichzeitig die Widerlegung des Abschnittes enthalten sein, in dem Weismann über die Ursachen des Misserfolges seiner Vorgänger spricht (l. c. pag. 264):

„Worin es lag, dass keiner der angeführten Vorläufer der Continuität des Keimplasmas zur Geltung gelangte und einen Einfluss auf die Wissenschaft gewann, mögen Andere entscheiden. Dass es so war, wird nicht in Zweifel gezogen werden können und geht wohl schon daraus hervor, dass alle Gegner dieser Anschauung ihre Angriffe gegen mich gerichtet haben. — Dass ich weit davon entfernt bin, das Verdienst Anderer in den Schatten zu stellen, habe ich wohl dadurch bewiesen, dass ich selbst — sobald ich nur Kenntniss davon hatte — meine Vorläufer in dieser Frage an's Licht gezogen habe. So würden Jägers Gedanken ohne ihre Entdeckung durch mich wohl auf lange noch in Dunkelheit geblieben sein. — — Wenn es aber auch dem Einzelnen eine Genugthuung sein kann, einen richtigen Gedanken gehabt zu haben, so kann doch die Wissenschaft nur dann ihn als fruchtbar und als eine neue Errungenschaft anerkennen, wenn er so ausgesprochen wird, dass er in seiner Bedeutung erfasst werden, wirken und weiteren Fortschritt anbahnen muss. Diese Wirkung ist aber erst nach dem Erscheinen meiner Schriften eingetreten.“

Damit hat Weismann den Anderen gesagt, wie sie entscheiden mögen „worin es lag, dass keiner der angeführten Vorläufer der Continuität des Keimplasmas zur Geltung gelangte“ und hat zugleich der anfangs bescheidenen Phrase eine unerwartete Wendung gegeben.

Der vorhin citirte Abschnitt behauptet nun zweierlei. Weismann habe seine Vorläufer in dieser Frage ans Licht gezogen, und alle Gegner hätten die Angriffe gegen diese Anschauung nur gegen Weismann gerichtet. Die erste Behauptung wird in

ihrem Gewichte bedeutend abgeschwächt durch den Zusatz „sobald ich nur Kenntniss davon hatte“ und von Weismann selbst auf ihren wahren Werth zurückgeführt. Ich habe früher schon anerkannt, wie viel Weismann zur Verbreitung dieser Gedanken beigetragen hat; kann aber nicht zugestehen, dass die neue Lehre Weismann ihre wissenschaftliche Begründung verdanke. Ich bedaure deshalb auf das Lebhafteste das beharrliche Verkennen der Sachlage, in der sich Weismann befindet und will nunmehr nachweisen, welcher Antheil meiner ersten Abhandlung vom Jahre 1880 in der Lehre von der Fortpflanzung und Vererbung zukomme, und auch die zweite Behauptung, alle Gegner hätten nur gegen Weismann ihre Angriffe gerichtet, erledigen.

Die Gedanken über Leben und Tod, mit denen Weismann und Bütschli hervorgetreten sind, hatte ich in meiner Abhandlung, Zur Differenzirung des Geschlechts im Thierreich (Arch. f. mikrosk. Anatomie 1880, Bd. XVIII, pag. 97), in folgende Form gekleidet.

„In ihrer primitivsten Gestalt vollzieht sich die Conjugation in der Weise, dass die ganzen Leiber der einzelligen elterlichen Individuen sich vermischen und entweder vereint oder nach der Conjugation wiederum getrennt zur Theilung sich anschicken. Bei diesen Wesen gibt es weder Geschlechtsorgane noch sonstige geschlechtliche Unterschiede: sie sind homologe Zellen, Individuen und Generationsorgane zugleich. Das Individuum geht ganz auf in die Erhaltung der Art: was bei einer Amoebe noch vor Kurzem dem Leibe zur Fortbewegung diente kann bald darauf in ein Theilproduct aufgenommen und vom Mutterthiere losgelöst als Junges eine eigne Existenz führen.

„Bei den mehrzelligen Organismen tritt die Individualität charakteristischer und selbständiger hervor. Für die Erhaltung der Art sind bestimmte Drüsen: die Geschlechtsdrüsen angelegt und es unterliegt heute keinem Zweifel mehr, dass das Wesentliche der geschlechtlichen Fortpflanzung vielzelliger Organismen in der Vereinigung der Producte der männlichen und weiblichen Geschlechtsdrüse besteht, dass alle vorausgehenden oder begleitenden Vorgänge nur den Werth besitzen, das Zusammentreffen von Samenkörper und Ei mehr und mehr zu sichern.“

Bütschli veröffentlichte seinen schon im April oder Mai des Jahres 1876 niedergeschriebenen Aufsatz am 6. Februar 1882

im zoologischen Anzeiger. Da die Darstellung der Vergleichungspunkte zwischen Conjugation der Protozoen und der Befruchtung der Metazoen, wie Bütschli in einer Anmerkung hervorhebt, schon zur Zeit der Veröffentlichung seines Aufsatzes durch neuere Beobachtungen überholt worden war, so beschränke ich mich auf die Wiedergabe der Einleitung des betreffenden Aufsatzes:

„Wenn man die Erscheinungen des Entstehens und Vergehens in der grossen Reihe der thierischen Organismen überblickt, so wird man überrascht durch einen bedeutsamen Gegensatz hinsichtlich der Bedeutung der Individualität bei den höheren d. h. vielzelligen Thieren und den niederen, den einzelligen, den Infusorien oder Rhizopoden. Während bei den ersteren in fast allen Fällen das Individuum eine bestimmte und scharfe Existenz auch neben seiner Nachkommenschaft behauptet, tritt uns hingegen bei den einzelligen, sich durch Theilung fortpflanzenden Organismen die gewöhnlich nicht besonders gewürdigte Thatsache entgegen, dass das Individuum als solches bei seiner Fortpflanzung aufhört zu existiren, dass es seine Individualität gleichsam in die beiden neu entstehenden Individualitäten seiner Nachkommen spaltet.

„Am charakteristischsten gestaltet sich diese merkwürdige Erscheinung, wenn wir es versuchen, den Begriff des Todes, wie er sich bei den höheren Thieren hat ableiten lassen, auch bei diesen niederen zu verwerthen. Der Tod der höheren Organismen ist nicht das Erlöschen des Lebens überhaupt, sondern das der individuellen Existenz und demnach müssten wir auch sagen, dass die Fortpflanzung eines einzelligen Organismus zugleich der Tod desselben sei. Auf der anderen Seite hingegen liegt im Begriffe des Todes der höheren Organismen zugleich ein wirkliches Ausscheiden organisirter Substanz aus der lebendigen Thätigkeit, also eine Vernichtung früheren Lebens und dieses Moment fehlt bei dem individuellen Tod der Protozoen bei seiner Fortpflanzung völlig, es lebt vollauf fort, wenn auch in seinen Nachkommen.“

Dass aber Weismann noch im Jahre 1883 den Kernpunkt dieser Frage nicht gewürdigt und berührt hat, geht aus einer Stelle seines Vortrages über die Vererbung, Jena 1883, hervor. Dort findet sich pag. 4:

„Einzellige Organismen, Wurzelfüsser, Infusorien vermehren

sich durch Theilung, sie wachsen heran bis zu einer gewissen Grösse und spalten sich dann in zwei Hälften, die sich nicht nur in Grösse, sondern auch in Beschaffenheit vollständig gleichen und von deren keiner man sagen kann, sie sei die jüngere oder ältere. Solche Organismen besitzen in gewissem Sinn die von ihren höchstorganisirten Brüdern so sehnüchtig gewünschte Unsterblichkeit, sie können zwar wohl vernichtet werden, aber wenn sie ein günstiges Geschick vor gewaltsamen Tode schützt, so leben sie fort und fort, und müssen nur von Zeit zu Zeit ihre allzusehr anschwellende Körpermasse durch Zweitheilung auf ein geringeres Mass herabsetzen.

„Die Vererbung beruht bei diesen einzelligen Organismen auf der Continuität des Individuums, dessen Leibesubstanz sich fort und fort durch Assimilation vermehrt.

„Bei allen vielzelligen Thieren bildet die sexuelle Fortpflanzung die Grundlage ihrer Vermehrung, nirgends fehlt sie ganz, und bei der Mehrzahl ist sie die einzige Art der Vermehrung. Hier ist nun die Fortpflanzung an bestimmte Zellen gebunden, die man als Keimzellen den Zellen, welche den Körper selbst bilden gegenüber stellen kann und wohl auch muss, denn sie spielen eine total verschiedene Rolle wie jene. Sie sind bedeutungslos für das Leben ihres Trägers, aber sie allein erhalten die Art.“

Protozoen und Metazoen zeigen Zelltheilung. Während aber bei den Protozoen die getheilten Zellen selbst conjugiren, ist bei den Metazoen die Conjugation oder Befruchtung nur an die Theilproducte der Geschlechtzellen gebunden. Die Verschiedenheit der Protozoen und Metazoen ist nicht durch die Theilbarkeit der Individuen der niederen Gruppe und die sexuelle Fortpflanzung der höheren Thiere bedingt, sondern wie ich 1880 dies hervorhob, durch die Vollziehung der Conjugation bei den Protozoen zwischen den ganzen Individuen, bei den Metazoen nur zwischen den durch Theilung aus den Geschlechtzellen hervorgehenden Geschlechtsprodukten — Samen und Ei —.

Die neueren Untersuchungen von R. Hertwig und Maupas haben die von Bütschli eröffneten Kenntnisse über die Conjugation der Infusorien erweitert. Ich darf wohl bei dieser Gelegenheit daran erinnern, dass ich schon im Jahre 1887 in einem

in der Academy of sciences zu San Francisco gehaltenen und im Jahre 1888 gedruckten Vortrage, den von Bütschli zuerst Micronucleus genannten Nebenkern wie er sich bei vielen Infusorien findet, Geschlechtskern genannt und in seiner Bedeutung den Geschlechtzellen der höheren Thiere verglichen habe. In der neueren Literatur schreibt man die Erfindung des Namens Geschlechtskern Bütschli zu. Doch hat Bütschli diese Bezeichnung in demselben Sinne erst ein Jahr später wie ich, 1889 gebraucht.

In den allgemeinen und resümirenden Betrachtungen am Schlusse meiner Abhandlung aus dem Jahre 1880 wurde weiterhin die Homologie der männlichen und weiblichen Zeugungstoffe dargethan, und in Grundlage dieses Nachweises eine Erklärung des Hermaphroditismus gegeben. Da um jene Zeit die grundlegenden Entdeckungen über die Conjugation der Einzelligen von Pringsheim und Bütschli die Befruchtung des thierischen Eies von Fol und O. Hertwig, des pflanzlichen Eies von Strasburger gemacht waren, so wandte ich die Ergebnisse meiner Untersuchungen auf die Deutung dieser Vorgänge an und fasste sie in dem Satze zusammen, die Befruchtung und Conjugation sind eine Copulation zweier homologen Zellen, deren gleichnamige Theile mit einander sich vereinigen. Dies war um so eher geboten, als man zu jener Zeit noch in der Vorstellung befangen war, Samen und Ei seien ungleichwerthige Zellen, wenn auch durch Reichert und von la Valette St. George ein identischer Entwicklungsgang nachgewiesen worden war. Dass die Befruchtung ein Conjugationsact sei, war durch Fol und Hertwig im Anschluss an Bütschli unwiderleglich nachgewiesen worden. Bis in die neueste Zeit hinein hat aber die grössere Mehrzahl der Forscher daran festgehalten, es handle sich bei der Conjugation um die Vereinigung zweier heterogenen Kerne, eines männlichen und eines weiblichen, so dass durch die Vereinigung eine hermaphroditische Zelle, die erste Furchungskugel, entstehe. Es war somit nicht gleichgültig an der Hand von Beobachtungen dafür einzutreten, Samen und Ei seien gleichwerthige Zellen, ihre Kerne seien gleichwerthig. Es war aber ebensowenig belanglos zu behaupten, dass die Befruchtung eine Vereinigung von Zellen sei. Alle gegentheiligen Behauptungen haben sich als irrig er-

wiesen. Man kehrt allgemein zu der von mir zu jener Zeit vertretenen Auffassung zurück, namentlich bestimmt durch die Entdeckung des Centrosoma in den thierischen und pflanzlichen Geschlechtstoffen von la Valette St. George, Platner, Boveri, van Beneden und Guignard. Aber schon im Jahre 1880 führten alle Beobachtungen zu der Annahme, dass die Befruchtung eine Copulation von Zellen und nicht von Kernen sei; denn der Samenkörper ist und bleibt eine Zelle und dringt als solche in das Ei ein. Man kann demgemäss die Entdeckung des Centrosoma und die Erkennung seiner Rolle bei der Befruchtung nur als eine Bestätigung einer schon früher durch gegebene Thatsachen wohl zu begründenden Auffassung betrachten.

Alle neueren Entdeckungen, namentlich das feinere Studium der Conjugation der Infusorien durch R. Hertwig und Maupas haben meiner Behauptung, „es gibt keine hermaphroditischen Zellen“, neue und wichtige Stütze gegeben. Der Hermaphroditismus der Pflanzen und Thiere ist eine secundäre Erscheinung, entstanden aus dem Bedürfniss die Conjugation der homologen Zellen zu erleichtern; die Ausbildung von Samen und Ei ist eine histologische Differenzirung gleichwerthiger Zellen. Man gibt mehr und mehr die früher allgemein vertretene Ansicht auf, die Ausbildung des Hermaphroditismus bestehe in einer Sonderung zweier anfänglich in einer Zelle vereinigten, entgegengesetzten Potenzen, eines männlichen und eines weiblichen Antheiles. Die französischen Forscher freilich stehen noch zum grössten Theil unter dem Banne dieser Anschauung.

Stellt man die Genese des Hermaphroditismus, wie sie von mir begründet wurde, der früher und zum Theil noch jetzt geglaubten gegenüber, so folgt nach der älteren Auffassung auf den primären Hermaphroditismus der eingeschlechtliche Zustand. Man befand sich bei dieser Annahme in völliger Uebereinstimmung mit den bis vor Bütschli, Fol, O. Hertwig und Strasburger bekannten Thatsachen. Die niedersten Metazoen sind Hermaphroditen, die höheren sind getrennten Geschlechtes. Dass die Befruchtung des Eies und die Conjugation der Protozoen ein und derselbe Vorgang seien, konnte nicht gedacht werden. Dass auf der anderen Seite die Geschlechtstoffe der höheren Thiere aus gleicher Anlage hervorgehen, war durch die bis zum Erscheinen meiner Arbeit vorliegenden Beobachtungen ganz undenkbar. In

dieser Abhandlung habe ich den damaligen Stand unserer Kenntnisse ausführlich geschildert und brauche hier nicht mehr darauf zurückzukommen.

Mit Verwerthung der damals gewonnenen Thatsachen leitete ich demgemäss den Hermaphroditismus von einem histologisch undifferenzirten Zustande ab; stellte ihn, entgegen der früheren Auffassung, erst an die zweite Stelle in der Entwicklungsreihe und begründete seine Entstehung durch das bei den mehrzelligen Organismen auftretende Bedürfniss, den Copulationsact zu erleichtern, der gegenüber der Conjugation der Protozoen bedeutend erschwert war. Es entstanden Samen und Ei durch histologische Differenzirung gleichwerthiger Zellen, wie beim Vogel sich die vorderen Extremitäten der Säger zu Flügeln, beim Fisch zu Flossen entwickeln; alle aus der gleichen Anlage hervorgegangen und nur verändert in der Gestalt zur Befriedigung des specifischen Bedürfnisses.

In der Einleitung habe ich schon erwähnt, dass in jener mehrfach citirten Abhandlung vom Jahre 1880 für die Entwicklung der männlichen und weiblichen Geschlechtsorgane nicht allein ein homologer Bildungsgang aus gleicher Grundlage für den functionellen Theil nachgewiesen werden konnte, sondern dass auch mit Beziehung auf eigene und fremde Untersuchungen der Satz aufgestellt wurde, das gefurchte Ei theile sich bald früher, bald später in die Zellen für die Erhaltung der Art und in das Zellenmaterial zum Aufbau des vergänglichen Leibes des werdenden Individuum. Darauf gründete sich eine Theorie der Vererbung, die zu der damals fast allgemein geltenden Darwin'schen Pangenesis in Gegensatz trat.

Will man die Erscheinungen der Vererbung dem Verständniss näher führen, so wird man nothgedrungen sie in zwei Kategorien trennen müssen. Man hat eine Erklärung zu geben sowohl für die Vererbung der Eigenschaften der ganzen Ahnenreihe, als auch der bei den nächsten Vorfahren zuerst aufgetretenen, den „erworbenen“ Eigenthümlichkeiten. Die eine Kategorie umgreift die Eigenschaften, welche eine Art uns constant erscheinen lassen; die andere dagegen führt uns die Veränderlichkeit, die Variabilität, vor Augen. Man hat sich oft die Frage vorgelegt, ob erworbene Eigenschaften überhaupt vererblich seien und den Satz ausgesprochen, dass mit dem Aufhören der bestimmenden äusseren Einflüsse die sogenannten erworbenen Eigenschaften

auch wieder in Wegfall kämen. Das wird aber in demselben Sinne für die Eigenschaften der Art gelten müssen. Wir sind nur nicht im Stande die Bedingungen zu eliminiren, die hier bestimmend einwirken. Wenn Arten aussterben, so müssen die äusseren Bedingungen unter Umständen der Variabilität eine Grenze setzen können. Wenn gleichzeitig andere Arten abweichende Formen annehmen, so kann die Fähigkeit zu variiren nicht bei allen Geschöpfen gleich stark entwickelt sein. Wenn sich aber täglich zeigt, dass durch den Einfluss äusserer Bedingungen Thiere und Pflanzen variiren, so müssen auch die variablen Zustände der Individuen je nach dem Grade ihrer Stärke und der Empfänglichkeit der Geschlechtsstoffe auf diese bestimmend einwirken; es kann somit eine Vererbung erworbener Eigenschaften nicht völlig ausgeschlossen werden.

Die Constanz der Art, d. h. die Vererbung der von der ganzen Ahnenreihe her ererbten Eigenschaften suchte ich durch den Nachweis der anatomisch durchgeführten Trennung von Geschlecht- und Körperzellen verständlicher zu machen.

Man findet den betreffenden Abschnitt im Archiv für mikroskopische Anatomie Bd. 18, vom Jahre 1880 pag. 112:

„Es theilt sich demgemäss das gefurchte Ei in das Zellenmaterial des Individuum und in die Zellen für die Erhaltung der Art. In beiden Theilen geht die Zellenvermehrung continuirlich weiter; nur tritt im Leibe des Individuum die Arbeitstheilung hinzu, während in seinen Geschlechtzellen sich eine einfache additionelle Theilung vollzieht. Die beiden Zellengruppen und ihre Abkömmlinge vermehren sich aber durchaus unabhängig von einander, so dass die Geschlechtzellen an dem Aufbau der Gewebe des Individuum keinen Antheil haben und aus dem Zellenmaterial des Individuum keine einzige Samen- oder Eizelle hervorgeht. Nach der Abspaltung der Geschlechtzellen sind die Conti des Individuum und der Art völlig getrennt, und wir glauben aus diesem Verhalten die „Constanz“ der Art, d. h. die in der Erscheinung des Atavismus gipfelnde Zähigkeit, mit der sich die Eigenthümlichkeiten der Vorfahren vererben, begreiflicher zu finden. Denn Samen und Ei stammen nicht von dem Zellenmaterial des elterlichen Organismus ab, sondern haben mit ihm gleichen Ursprung.“

Drei Jahre später hat Weismann gelegentlich einer Universitätsfeier zu Freiburg im Breisgau diesen Theil der Erklärung der Erscheinungen in folgende Worte gekleidet. (Ueber die Vererbung. Ein Vortrag von Dr. August Weismann, Jena 1883, pag. 58.)

„Für die Vererbung sämtlicher ererbter Eigenschaften des Organismus haben wir eine einleuchtende Vermittlung durch die Continuität des Protoplasma's der Keimzellen; wenn vom Beginn des Lebens an das Keimzellen-Protoplasma in steter Continuität geblieben ist, wie wir annehmen, wenn stets Keimprotoplasma und Körperprotoplasma gesonderte Conto geführt haben und Veränderungen des zweiten Conto, desjenigen des Körperprotoplasma immer nur dann erfolgten, wenn ihnen ein entsprechender Posten auf dem Conto des Keimprotoplasma's vorhergegangen war, so können wir die Thatsache der Vererbung bis zu einem gewissen Punkt, nämlich im Princip, begreifen.“

Zur Erklärung der Vererbung erworbener Eigenschaften führte ich in der oben genannten Abhandlung aus, fortfahrend in dem begonnenen Satze (Denn Samen und Ei stammen nicht von dem Zellenmaterial des elterlichen Organismus ab, sondern haben mit ihm gleichen Ursprung):

„da sie aber in ihm aufbewahrt werden, so sind sie auch den Bedingungen unterworfen, welche auf den elterlichen Organismus modificirend einwirken, weshalb die Vererbung der „erworbenen“ Eigenschaften nicht ausgeschlossen ist.“

Ueber diesen Punkt spricht sich Weismann in seinem Vortrage vom Jahre 1883, pag. 57 in folgender Weise aus:

„Ich glaube, dass sie (alle dauernden von Generation zu Generation übertragbaren Abänderungen) in letzter Instanz auf die verschiedenartigen äussern Einflüsse zurückzuführen sind, welche den Keim vor dem Beginn der Embryonalentwicklung treffen können, und damit ist, wie mir scheint, auch dem fertigen Organismus der ihm gebührende Einfluss auf die phyletische Entwicklung seiner Descendentenreihe eingeräumt, denn die Keimzellen sind in ihm gelegen und die äussern Einflüsse, von welchen sie betroffen werden können, sind wesentlich durch Zustände des Organismus bedingt, welcher sie birgt.“

Die ursprüngliche Theorie von der ununterbrochenen Folge

der Geschlechtszellen hat Weismann aber nicht allein in dem Sinne dargestellt, dass er denselben Gedankengang auf die Annahme der Continuit des Keimplasma's stützte und späterhin nach dem Vorgang von O. Hertwig und Strasburger das Keimplasma auf einen Bruchtheil des Kernes beschränkt sein liess; er brachte auch die Bildung der Richtungskörper in Zusammenhang mit dieser Theorie. O. Hertwig hat dann gezeigt, dass diese Verquickung unhaltbar sei.

Was nun die Vorstellung Kölliker's und O. Hertwig's anlangt, in jedem Kerne, oder sagen wir in unserem Sinne in jeder Zelle, seien alle Kräfte und stofflichen Theile vorhanden zur Reproduction des Ganzen und nicht allein der betreffenden Theile, so ist diese Annahme, wie mir scheint, deshalb nicht berechtigt, weil sie sich auf Thatsachen stützt, die einen Schluss allgemeiner Art nicht zulassen.

Wenn die Botaniker den Satz vertheidigen, dass „alle oder doch weitaus die meisten Zellen des Pflanzenkörpers die sämtlichen erblichen Eigenschaften der Art im latenten Zustande enthalten“, so ist das ganz richtig und durch gut beobachtete Erscheinungen zu begründen. Das gilt auch bis zu einem gewissen Grade von Coelenteraten, Echinodermen, Würmern, Tunicaten. Von den höheren Geschöpfen gilt das aber nicht.

Wenn O. Hertwig¹⁾ die Vorstellungen Joh. Müller's als Beweis dafür anführt, dass auch Thierphysiologen und Anatomen, die sich in das Wesen der Zeugung einzudringen bemüht haben, zu demselben Ergebniss (wie die Botaniker von heutzutage) gelangt sind, und zwar schon zu einer Zeit, wo die Zellentheorie in ihren ersten Anfängen stand, so kann doch selbst das Zeugniss eines so berühmten Mannes, wie Joh. Müller die nach ihm gefundenen Thatsachen nicht wohl erschüttern.

Zur Zeit des Erscheinens von Johannes Müller's Lehrbuch der Physiologie hatte man von der Fortpflanzung und Regeneration der Polypen nur die dem Entwicklungsgrad der damaligen Zeit entsprechenden Kenntnisse. Dass der Polypenleib aus Zellen bestehe, wurde erst viel später durch Leydig entdeckt. Es war somit für jeden zu Zeit Johannes Müller's

1) D. Arch. Bd. 36, pag. 97 sqq.

lebenden Forscher unmöglich zu sagen, an welche Theile des Polypenleibes die Fortpflanzung und Regenerationserscheinungen geknüpft seien.

Ich will die von O. Hertwig aus Müller's Lehrbuch citirte Stelle wieder hierher setzen, um zu zeigen, dass wir an der Hand der neueren Untersuchungen uns jedenfalls zu einer abweichenden Ansicht bekennen dürfen, und diese auch zu begründen verstehen.

Joh. Müller sagte also: „Wenn blosse Stücke einer Planarie, einer Hydra und bei letzterer sehr kleine Stücke die Kraft zur Bildung eines Individuums enthalten, so ruht diese Kraft offenbar in einer Masse von Theilchen, welche, so lange sie mit dem Stamm verbunden waren, speciellen Functionen des ganzen Thieres dienten und Willenseinfluss erfuhren. In diesen Stücken werden Muskelfasern, Nervenfasern u. s. w. sein. Eine klare Vorstellung dieser Thatsache führt zu dem Schluss, dass ein Haufen thierischer Gewebe von verschiedenen physiologischen Eigenschaften von einer Kraft beseelt sein kann, welche von den specifischen Eigenschaften der einzelnen Gewebe ganz verschieden ist. Die Eigenschaften der Gewebe in einem abgeschnittenen Stück Hydra z. B. sind Zusammenziehungskraft der Muskelfasern, Wirkung der Nervenfasern auf die Muskelfasern u. s. w. Diese Eigenschaften hängen von der Structur und dem Zustande der Materie in diesen Theilchen ab. Jene Grundkraft hingegen ist identisch mit der, welche den ganzen Polypen erzeugt hat, wovon das Stück abgeschnitten wurde.“

Das Regenerationsvermögen ist eine Eigenschaft, die schon bei den einfachsten, als einzelne Zellen existirenden Geschöpfen auftritt. Die Protozoen pflanzen sich durch einfache Theilung fort und viele von ihnen können unter günstigen Bedingungen auch künstlich so getheilt werden, dass sobald nur Kern und Protoplasma im Theilstück vorhanden ist, das ganze Thier in kurzer Zeit ergänzt wird. Wie die Befruchtung in gleicher Weise bei Protozoen und Metazoen und Pflanzen verläuft, so ist die Fähigkeit sich zu theilen auch allen Zellen mit den Protozoen

gemein. Gehen Zellen aus dem Verbande im grösseren Organismus verloren, so werden sie durch Theilung der zurückgebliebenen wieder ersetzt.

Wollte man aber aus der Fähigkeit der einzelligen Organismen, das Ganze aus Theilen zu reproduciren, eine Vorhersage auf die bei den höheren Wesen zu erwartenden Verhältnisse machen, so würde man mit den Thatsachen sehr bald in Widerstreit gerathen.

Vöchting, der erfolgreichste und umsichtigste Experimentator auf dem Gebiete der pflanzlichen Regenerationserscheinungen, beschränkt die Möglichkeit zur Reproduction der Totalität auf die vegetativen Zellen.

Die Hydren regeneriren sich nur aus solchen Körpertheilen, die intermediäre Zellen enthalten.

Die complicirten regenerationsfähigen Organe der Wirbelthiere ersetzen sich nicht aus einer einzigen Matrix, sondern jedes Gewebe wird von seinesgleichen wieder erzeugt. Man sollte glauben, dass da nicht allein keine Nöthigung vorläge, nun allen Zellen oder allen Kernen der Metazoen die latente Fähigkeit zuzusprechen, etwas anderes als seines Gleichen zu ergänzen. Mir scheinen die Thatsachen umgekehrt zu fordern, dass den Zellen und Kernen die Fähigkeit zur Wiederherstellung des Ganzen verloren gegangen ist, und nur diejenigen Stofftheile in den einzelnen Zellen vorhanden seien, die nur ganz specifische Kräfte zu entfalten im Stande sind, d. h. in den Bindegewebszellen die Fähigkeit zur Regeneration von Bindegewebe, in den Muskelzellen zur Neubildung von Muskelfibrillen, in den Drüsenzellen zum Ersatz des Secretionsmaterials, in den Nervenzellen zum Wiederaufbau der Nervensubstanz, in den Epithelien zur Deckung von Epithelverlusten, aber in keiner einzigen Categorie allein die Möglichkeit, ein Organ neuzubilden.

Haben aber bestimmte Zellen entweder auf parthenogenetischem Wege oder nach voraufgehender Copulation mit homologen Zellen die Fähigkeit ein Ganzes durch Theilung aufzubauen, zu erzeugen, so wird man doch nicht ohne Weiteres geneigt sein, diese Zellengruppen mit den übrigen des Körpers, von denen diese Fähigkeit in keinem einzigen Falle hat beobachtet werden können, gleich zu setzen. Sie müssen etwas besonderes sein und

bleiben, ob sie nun wie bei den höchsten Thieren in bestimmten drüsigen Organen, den Hoden und Eierstöcken, vereinigt sind, oder ob sie weit verbreitet in der Pflanze und im Leibe der niederen Thiere vorkommen.

Wir haben uns mehr und mehr seit den Zeiten L a m a r k's und D a r w i n's gewöhnt ein Fortschreiten in der Entwicklung nach dem Princip der Arbeitstheilung anzuerkennen. Der Darm der niederen Thiere dient der Athmung, der Gallenabsonderung, der Bereitung verdauender Enzyme. Später, in fortschreitender Entwicklung, spalten sich von dem embryonalen Darm der höheren Thiere für die Athmung die Lungen ab; die Leber liefert die Galle, der Vorderdarm das peptische, das Pancreas das tryptische Ferment. Wollte man wohl glauben, dass die Lunge unter günstigen Bedingungen etwa der Gallenbereitung oder der Secretion des pancreatischen Saftes dienen könne? Mir scheint das unmöglich, weil es aller Erfahrung widerspricht und keine einzige Thatsache vorgebracht werden kann, die zu dieser Annahme hinführte. Die Muskelzellen der Hydren bilden noch an ihrer Aussenfläche ein drüsiges Secret und nehmen, je nach der Ausbildung des secretionsfähigen Zellenkopfes die verschiedenen Gestalten an, wie sie an der Fuss Scheibe oder am übrigen Körper sich finden. Schneidet man einen Polypen in der Mitte durch, so wandeln sich die Muskelzellen des vorderen Schnitttrandes zu den Drüsenzellen des Fusses um. Der Schnitt führt beim Polypen also die Bedingungen herbei, unter denen die Secretionssphäre der gewöhnlichen Muskelzellen sich vergrössert. Haben sich aber erst bei höheren Thieren Muskel und Drüsenzellen geschieden, so kennen wir bis jetzt auch keine Bedingungen unter denen eine Muskelzelle zur Bildung von Secretionsmaterial, oder eine Drüsenzelle zur Hervorbringung von Muskelfibrillen angeregt werden könnte.

Warum will man denn bei einer glatten Theilung der Functionen noch annehmen, dass sie nicht auf einer Theilung der Substanzen beruhe, welche die Arbeit in dem unvollkommenen Organismus zu verrichten hatten? Wir sehen doch bei der Muskelzelle der Hydren, Muskelfasern und Secretionsmaterial; wir finden bei den höheren Thieren neben Muskelzellen gesonderte Drüsenzellen, die sich gegenseitig ergänzen, aber nicht mehr vertreten

können. Wäre die Kraft, welche bei den niederen Geschöpfen beide histologischen Elemente in einer einzigen Zelle zur Ausbildung gelangen liess, noch an stoffliche Theile der functionell verschiedenen Zellen höherer Thiere gebunden, so müsste für diese Annahme irgend eine Thatsache geltend gemacht werden können. Das geht aber nicht an, und deshalb muss die Annahme, jede Zelle des Körpers enthalte als Abkömmling des Eies Erbmasse in sich und damit die Möglichkeit, unter geeigneten Bedingungen aus sich das Ganze zu reproduciren hinter derjenigen zurückstehen, welche mit den Thatsachen in Uebereinstimmung ist.

Mir scheint es demnach trotz des Widerspruchs, den dieser Gedankengang von Kölliker und Hertwig erfahren hat, noch immer erlaubt zu sein, die Protozoen und bei manchen Infusorien den Geschlechtskern mit den Generationsorganen der höheren Thiere zu vergleichen und eine Verschiedenheit zwischen den Gewbezellen der Metazoen und ihren Geschlechtszellen zu finden.

Hertwig gedenkt sodann des Einwandes selbst, den wir vorhin des Näheren durchgeführt haben. „Man kann hier nun einwerfen, dass eine Epidermiszelle, eine Knorpel-, Muskel- oder Darmzelle bei den Wirbelthieren doch unter keinen Bedingungen im Stande sei, das Ganze zu reproduciren und in Folge dessen auch kein Keimplasma enthalten könne. So gewiss das erstere ist, so wenig nothwendig scheint mir das letztere zu sein.“ Auch hier führt Hertwig wiederum das Zeugniß des grossen Physiologen Johannes Müller an und citirt folgende Stelle aus dessen Lehrbuch der Physiologie.

„Wie kommt es denn, dass gewisse Zellen der organischen Körper, den anderen und der ersten Keimzelle gleich, doch nichts erzeugen können, als ihres Gleichen, d. h. Zellen, aber keineswegs der Keim zu einem ganzen Organismus werden können? wie die Hornzellen zwar neben sich durch Aneignung der Materie neue Hornzellen, die Knorpelzellen neue Knorpelzellen in sich bilden, aber keine Embryonen oder Knospen werden können? Dieses kann davon abhängen, dass diese Zellen, wenngleich die Kraft zur Bildung des Ganzen enthaltend, doch durch eine specielle Metamorphose ihrer Substanz in Horn und dergleichen eine solche Hemmung erfahren haben, dass sie sowohl bald ihre Keimkraft am Stammorganismus verlieren und todt geworden sich ab-

schuppen, als auch, vom Stamm des Ganzen getrennt, nicht wieder Ganzes werden können.“

Gegen diese Auffassung ist durchaus nichts einzuwenden, da Müller das Nichtzutagetreten der Keimkraft am Stammorganismus nicht wie Hertwig auf das Fehlen geeigneter Bedingungen für ihre Entfaltung ableitet, sondern ausdrücklich von einem Verlorengehen derselben spricht. Die Fassung der Erklärung bei Johannes Müller deutet schon darauf hin, dass in diesen Dingen auch andere Vorstellungen zu Recht bestehen könnten.

Den Einwand Hertwig's dagegen, dass die jungen Ei- und Samenzellen Keimsubstanz enthalten und doch nicht in ihrem unreifen Zustande einen neuen Organismus bilden, kann ich nicht in derselben Weise gelten lassen.

In diesem Falle kennen wir genau die Bedingungen, unter denen das Spiel der Kräfte in den Zellen ausgelöst wird. Ei und Samenzellen brauchen nur reif zu werden, um einen Organismus zu erzeugen. In allen anderen Fällen haben wir aber die Bedingungen nicht kennen gelernt. Bis jetzt ist noch aus keiner Knorpel-, Muskel- oder Darmzelle das Ganze reproducirt worden. Es gibt eine ganze, grosse Menge latenter Kräfte in den Anlagen der Organismen. Wir können aber über diese Kräfte nicht eher etwas aussagen, bis wir ihre Wirkung beobachtet haben. Auch die Anlage der Zähne ist noch kein Zahn; lässt man ihnen aber Zeit zur Entwicklung, so werden sie zu Zähnen, zu nichts Anderem; ebenso wie aus nichts Anderem als den zu einer ganz bestimmten Zeit in Latenz gegangenen Zahnanlagen sich Zähne bilden können.

Wir halten somit daran fest, dass nur die Geschlechtzellen die Fähigkeit zur Reproduction des Ganzen und die Gewebezellen nur die Kraft zur Regeneration gleichartiger Theile haben.

Wer nach Unterschieden zwischen Geschlechts- und Körpersubstanz suchen will, findet die bedeutendsten beim Vergleich der Geschlechtskerne (Micronucleus, Nebenkern) und der Hauptkerne, Macronuclei, der Infusorien. Von der Grösse abgesehen, theilen sich die Geschlechtskerne nach dem Schema der Mitose, die Hauptkerne durch einfache Durchschnürung. Die Geschlechtskerne bleiben wie ein Grundstock den betreffenden Infusorien erhalten, während die Hauptkerne oder Leibeskerne nach einer

gewissen Zeit des Bestehens spurlos zu Grunde gehen, um von dem Material der Geschlechtkerne aus ersetzt zu werden.

Es erübrigt eines Einwandes zu gedenken, den Hertwig gegen Weismann erhoben hat, ohne dass ich direct theilhaftig oder genannt wäre. Da ich aber im Grunde genommen mit Bezug auf diesen Punkt dieselbe Anschauung vertrete wie Weismann, so soll der Gegenstand auch hier eine Stelle finden.

Bekanntlich sind durch Weismann mit Beziehung auf die Unterschiede in der Fortpflanzung der Protozoen und Metazoen die Bezeichnungen sterblich und unsterblich in die Körperwelt eingeführt worden.

Mir persönlich scheint auch der Begriff „sterblich“ und „unsterblich“, wie Hertwig es ausdrückt, „wenig angebracht“; da alles Lebende sterblich ist. Will man aber damit ausdrücken, dass in dem undifferenzierten Leibe der Protozoen ein das Individuum überdauerndes Etwas vorhanden sei, wie die Geschlechtzellen der Metazoen das Individuum überdauern, so kann man die Ausdrücke als Schlagwörter wohl gelten lassen. Es wird ohnehin wohl Niemand eingefallen sein, zu glauben, dass alle diejenigen, welche auf diesen Gegensatz aufmerksam machten, nun auch der Ansicht seien, es bliebe der ganze Protozoenleib unverändert erhalten, oder es entwickelten sich aus jeder Geschlechtzelle neue Individuen. Dazu sind günstige oder geeignete Bedingungen nöthig. Dass aber ein Individuum unter den Metazoen, die ihm zugemessene Lebensdauer während der ganzen Dauer der Art über ungezählte Generationen hin ausdehne, dazu fehlen nach unseren Erfahrungen alle Bedingungen. Die Langlebigen unter den Menschen sind alle gestorben; das Menschengeschlecht ist erhalten geblieben.

Wir haben zum Schluss noch mit einigen Worten auf den Einwand einzugehen, die Fortpflanzungszellen seien nach einer bestimmten Richtung differenzierte Elementartheile und die zu anderen Zwecken des Lebens histologisch differenzierten Gewebszellen der Pflanzen und niederen Thiere besäßen das Vermögen entweder Theile des Körpers (Erscheinungen der Regeneration), oder sogar wie Fortpflanzungskörper den ganzen Organismus wieder zu erzeugen (Hertwig l. c. pag. 100).

Die Bezeichnung „histologisch differenziert“ ist, wie ich

glaube, an dieser Stelle zu freigebig gebraucht. Die histologische Differenzirung der Fortpflanzungszellen erhebt sich nicht über den Grad der Differenzirung, wie wir ihn bei den Protozoen finden. Ei und Samenzelle stellen zuerst gleich den Amöben nackte, bewegliche Zellen dar, und überschreiten bei einer Reihe von Pflanzen und Thieren nicht diesen Entwicklungsgrad. Da aber die Encystirung bei Protozoen vorkommt, so kann auch die Bildung von Dotterhüllen (cuticularen Bildungen) nicht davon abhalten, den weiblichen Fortpflanzungskörper einem Protozoon zu vergleichen. Dasselbe gilt auch für die Ausbildung eines Wimperapparates bei den Samenfäden, da auch diese Art von histologischer Differenzirung bei den Protozoen sich schon findet. Ebenso wenig kann aus der Umwandlung einer Zelle des Ectoderm ein Widerspruch gegen unsere Auffassung abgeleitet werden. Die histologische Differenzirung muss auf die Ausbildung der Gewebe beschränkt werden, die bei den Protozoen noch nicht zur Entwicklung gelangt sind. Soweit unsere Erfahrung reicht, hat man noch nie aus einer Siebröhre, aus einem Milchsaftgefäß, aus einer Nesselzelle, aus Nervenzellen und ihren Endorganen, aus Muskel- oder Drüsenzellen, aus Bindegewebszellen ein neues Individuum entstehen sehen. Die Regeneration der einzelnen Theile ist stets an gleichartige Zellen gebunden, die Regeneration des Ganzen an Zellen, die noch keine gewebliche Differenzirung erfahren haben. Schon früher machte ich darauf aufmerksam, dass die Localisirung der Geschlechtzellen in bestimmten Drüsen sich erst allmählich ausbildet, dass bei Pflanzen und niederen Thieren die Geschlechtzellen weiter verbreitet im Körper vorkommen als bei den höheren Thieren. Daher können Pflanzen und niedere Metazoen zur Geschlechtsreife gelangende Knospen erzeugen; die höheren können dies nicht. Die Theilung von Pflanzen und niederen Thieren liefert neue Individuen, der Leib der höheren Thiere ist unzerlegbar. Ebenso wie das Reproductionsvermögen des Ganzen mehr und mehr mit fortschreitender Ausbildung der Arten auf bestimmte Zellengruppen beschränkt wird, so geht auch die Fähigkeit zur Regeneration verloren gegangener Theile in aufsteigender Reihenfolge mehr und mehr verloren. Niedere Thiere ergänzen Extremitäten; aber die verloren gegangene Extremität ist dem Tode

verfallen, während jedes Bruchstück geeigneter Pflanzen, eines Polypen sich zum Ganzen wieder heranbildet. Bei allen aber sind nur die Geschlechtszellen, d. h. alle Zellen, welche für die Verrichtungen des Individuum noch keine gewebebildende Thätigkeit entfaltet haben und die bei den Wirbelthieren auf die Geschlechtsdrüsen beschränkt sind zur Fortpflanzung, zur Reproduction des Ganzen unter den geeigneten Bedingungen befähigt, die bei vielen Organismen durch Parthenogenese oder Knospung, bei den meisten durch die Befruchtung herbeigeführt werden.