

zogen, namentlich auch, um die Ursache der Widersprüche aufzudecken, welche zwischen den Beobachtungen Böhm's und der anderen Autoren bestehen. Klarer, als es wohl bisher geschehen war, wies Molisch nach, dass die Thyllen nur Ausstülpungen der Parenchymelemente sind, und dass sie nur in seltenen Fällen Zellqualität durch Auftreten von Querwänden erlangen.

Die Thyllen sind Ausstülpungen der an die Gefäße angrenzenden Parenchymzellen und können in allen Arten Gefäßen auftreten. Je nach der Skulptur der Wand unterscheidet man bekanntlich Ring-, Spiral- und Tüpfelgefäße. Bei den Ringgefäßen haben wir auf der Innenwand der Gefäßmembran in gewissen Abständen Ringe von Zellstoff, bei den Spiralgefäßen spiralförmige Verdickungsleisten; bei den Tüpfelgefäßen ist die ganze Wand der Gefäße stark verdickt mit Ausnahme einer Reihe kleiner Stellen, welche unverdickt bleiben. Diese Stellen werden Tüpfel genannt, sie entsprechen bei den Ring- und Spiralgefäßen denjenigen unverdickten Membranstücken, welche sich zwischen den Ring- und Spiralverdickungen befinden. An diesen Stellen entstehen die Thyllen auf den Seiten der Gefäße, wo die Parenchymzellen an sie angrenzen, indem das gemeinsame Wandstück des Gefäßes und der Parenchymzelle anfängt, in das Innere des Gefäßes hineinzuwachsen. Bei den Tüpfelgefäßen ist die Basis, mit welcher die Thylle der Gefäßwand aufsitzt, entsprechend der Größe des Tüpfels sehr klein; bei den Ring- und Spiralgefäßen ist sie bedeutend größer. Eine Parenchymzelle kann natürlich mehr als eine derartige Aussackung bilden; auch können von verschiedenen an das Gefäß angrenzenden Parenchymzellen Thyllen ihren Ursprung nehmen, so dass häufig auf gleicher Höhe mehrere Thyllen in das Gefäß hineinragen. Dann platten sie sich gegen einander ab und rufen so den Eindruck eines Gewebes hervor. Sie verwachsen mit einander, die Membranen verdicken sich auf der Innenseite, wobei korrespondierende Tüpfel in benachbarten Thyllen entstehen. In manchen Fällen kann die Verdickung der Wand so beträchtlich werden wie bei Sklerenchymzellen. Solche Sklerenchymthyllen wurden von Molisch<sup>1)</sup> z. B. im Holz von *Mespilodaphne Sassafras* und *Piratinera guianensis* beobachtet. In seltenen Fällen gliedern sich die Thyllen durch Querwände von der Parenchymzelle ab, dann teilt sie sich wohl auch durch Parallelwände weiter, wie Molisch<sup>2)</sup> das für *Cuspidaria pterocarpa* und *Robinia* feststellte. Von der Ausgiebigkeit der Thyllenbildung hängt selbstverständlich die Güte des Verschlusses im Gefäß ab.

(Fortsetzung folgt.)

1) l. c. S. 273.

2) l. c. S. 272.

## Die Träger der Vererbung.

Von Wilhelm Haacke in Darmstadt.

Gelegentlich eines Referates über Weismann's Werk „Das Keimplasma“ (Jena 1892) zitiert Herr F. v. Wagner auf S. 337 Bd. XIII des „Biol. Centralbl.“ eines der Hauptdogmen des Weismann'schen Lehrens wonach der Satz, „dass allein in einem Teil der Kernsubstanz die Vererbungssubstanz zu sehen ist, durch alle neueren Erfahrungen nur um so fester begründet“ erscheint. Diesem Zitat fügt Herr v. Wagner die folgende Anmerkung bei: „Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass die oben zitierte Auffassung dem gegenwärtigen Stande unseres Wissens am meisten entspricht. Man vergleiche hierzu die ausgezeichnete Schrift O. Hertwig's, ‚Die Zelle und die Gewebe‘ (Jena 1892), insbesondere das Schlusskapitel, in welchem ‚die Zelle als Anlage eines Organismus‘ dargestellt ist. Wenn dagegen allerneuestens Haacke (Schöpfung der Tierwelt, Leipzig 1893, S. 57) versichert, die neueren Erfahrungen hätten zu dem ‚Ergebnis‘ geführt, dass der Kern, vor allem ein Organ des Stoffwechsels ist und dass im Plasma selbst der hauptsächlichste Träger der Vererbung gesucht werden muss, so kann diese Darstellung den tatsächlichen Verhältnissen doch wohl nicht entsprechend erachtet werden!“

Gegen eine solche Art gelegentlicher Kritik muss ich im Interesse der Gewissenhaftigkeit und Gerechtigkeit wissenschaftlicher Berichterstattung Protest erheben, zumal meine Anschauung durch Herrn v. Wagner's ungenaues Zitat in ein völlig schiefes Licht gesetzt wird. Herr v. Wagner stellt meine Anschauung derjenigen von O. Hertwig gegenüber, er vergisst aber seinen Lesern mitzuteilen, dass O. Hertwig den Polkörper der Zelle zu den Kernsubstanzen zählt, ich nicht. Nach dieser Richtigstellung bitte ich Herrn v. Wagner, noch einmal die von ihm zitierte Seite 57 meiner „Schöpfung der Tierwelt“ zu vergleichen und einmal genau nachzusehen, was ich eigentlich gesagt habe. Es heißt dort auf Zeile 19 von unten und folgenden: „Während man früher den Kern der Zelle als ihr wesentlichstes Gebilde ansah, haben neuere Forschungen zu dem Ergebnis geführt, dass der Zelleib, der aus Plasma oder Bildungsstoff besteht, eine mindestens ebenso große Bedeutung beansprucht wie der Kern. Man glaubte, dass der letztere der alleinige Träger der Vererbungsstoffe sei, aber heute ist es wahrscheinlich geworden, dass er vor allem ein Organ des Stoffwechsels ist, und dass im Plasma selbst der hauptsächlichste Träger der Vererbung gesucht werden muss. Man hat nämlich neuerdings neben dem Kern noch ein zweites Gebilde im Inneren des Zelleibes entdeckt, das Centrosoma oder den Polkörper, der den eigentlichen organischen Mittelpunkt der Zelle darzustellen scheint.“

Ich sollte doch meinen, dass meine Leser aus diesem Zitat eine andere Anschauung von meiner Stellung gegenüber der Frage nach

den Vererbungsträgern gewinnen werden, als der Referent des Weismann'schen Buchs. Auf alle Fälle möchte ich aber darauf aufmerksam machen, dass aus dem von mir gegebenen Zitat aus meiner „Schöpfung der Tierwelt“, und dem, was darauf folgt, unzweifelhaft hervorgeht, dass ich den Polkörper nicht zu den Kernsubstanzen rechne, dass ich ihn mit, wie ich glaube, der großen Mehrzahl der heutigen Zellforscher ins Plasma des Zelleibes verlege, ihn aus solchem bestehen lasse, während ihn O. Hertwig zu den Kernsubstanzen zählt.

Ich benutze die Gelegenheit dieser Richtigstellung, um meine Ansichten über die Vererbungsträger kurz darzulegen, und den Nachweis zu führen, dass, um mit Herrn v. Wagner zu reden, die Ansicht, wonach die Chromosomen des Kernes die alleinigen Träger der Vererbung sind, „den tatsächlichen Verhältnissen doch wohl nicht entsprechend erachtet werden“ darf. Freilich hätte ich zur Bekämpfung dieser Ansicht eigentlich kein Recht, denn in seinem Werke über das Keimplasma sagt Weismann auf Seite 39 u. 40: „Solche Meinungen wie die von der Verteilung der Vererbungs-substanz auf Zelle und Kern kann man nur so lange hegen, als man den Vererbungserscheinungen selbst und ihrer Erklärung noch recht ferne steht“. Gegen dieses doch wohl etwas zu harte Verdammungsurteil muss ich Widerspruch erheben. Ich habe seit Jahren Untersuchungen über das, was Weismann Amphimixis nennt, an vielen verschiedenen Rassen der Hausmaus angestellt und lange Stammbäume von mehr als 3000 Mäusen gewonnen und darf wohl versichern, dass ich durch diese Versuche „den Vererbungserscheinungen selbst“ recht nahe getreten bin. Ich will deshalb auch nicht mit meiner Ansicht zurückhalten, dass Weismann „den Vererbungserscheinungen selbst und ihrer Erklärung noch recht ferne steht“, ja, dass er das Opfer einer großen Selbsttäuschung geworden ist; ein Theoretiker, der das zu Erklärende einfach eine Stufe weiter nach rückwärts verlegt, wie Weismann es thut, indem er seinen „Iden“ als verzerrten Miniaturschemen des Organismus nicht nur die präformierten Keime aller derjenigen Eigenschaften zuschreibt, die der fertige Organismus besitzt, sondern auch noch eine stattliche Reihe anderer, setzt sich freilich über die Schwierigkeiten des Problems hinweg, aber er schafft sie damit nicht aus der Welt.

Trotz der eifrigen Versicherungen des Herrn v. Wagner, „dass die elementare Bedeutung des Kernes, resp. seines Chromatins für die Vererbung jedem Zweifel entrückt“ sei, dass das Plasma des Zellkörpers „keinesfalls Vererbungsträger sein“ könne, dass „es keinem Zweifel unterliegen“ könne, dass die Auffassung, welche die Kernsubstanz als Vererbungsträger ansieht, „dem gegenwärtigen Stande unseres Wissens am meisten“ entspräche, kann ich nur wiederholt hervorheben, dass ich sehr gewichtige Zweifel an der Richtigkeit dieser Anschauung, die ein Fundament des Weismannismus bildet, hege. Ich befinde mich dabei auch keineswegs allein. Die von Herrn v. Wagner zitierten

Forscher Verworn und Kennel haben sich ähnliche Zweifel inbezug auf die Omnipotenz des Kernes zu äußern erlaubt; dasselbe gilt von Bergh und andren. Man muss sich bei Diskussion der Frage nach den Vererbungsträgern nur darüber klar sein, ob man den Polkörper als Bestandteil des Kernes betrachten will oder nicht. Ich stimme, wie oben gesagt, der Ansicht von O. Hertwig, dass der Polkörper ein Teil des Kernes sei, nicht bei, und will deshalb im folgenden die Chromosomen, die ja nach Weismann die alleinigen Träger der Vererbung sind, dem Polkörper, den ich als einen Teil des extranukleären Zellplasmas betrachte, scharf gegenüberstellen, und nunmehr frage ich, wo denn nun eigentlich die Beweise dafür sind, dass die Erblichkeit allein an die Chromosomen gebunden ist, welche „tatsächlichen Verhältnisse“ der „Darstellung“, die Weismann und der ihm sekundierende Herr v. Wagner von der Omnipotenz der Chromosomen, beziehungsweise ihrer „Ide“ geben, als „entsprechend erachtet werden“ können? Ich muss gestehen, dass ich vergeblich nach diesen Beweisen gesucht habe, sowohl in Weismann's Keimplasmawerk, als unter den Ergebnissen, welche die neuere Zellforschung geliefert hat; ich bin vielmehr zu der Anschauung gekommen, dass die „tatsächlichen Verhältnisse“, denen zufolge die Chromosomen die alleinigen Vererbungsträger sind, ausschließlich in der Einbildungskraft derjenigen existieren, auf welche die Forschungen über Zellteilung, die so lange und so ausschließlich den Kern ins Auge fassten, einen allzu einseitigen Eindruck gemacht haben.

Es ist begreiflich und verzeihlich, dass sich in unserer Zeit des übertriebensten Spezialistentums die Zellforscher vor allem durch die augenfälligen Vorgänge an den Chromosomen des Zellkerns fesseln ließen, und dass sie darüber vernachlässigten, dem extranukleären Zellplasma diejenige Aufmerksamkeit zuzuwenden, die es wohl verdient hätte. Ich will also durchaus keinen Vorwurf gegen die verdienten Männer, die sich um die Erforschung des Zellebens bemüht haben, erheben, wenn ich bezweifle, dass dem Plasma wirklich diejenige ungeteilte Aufmerksamkeit zugewendet worden ist, deren die Kernsubstanz sich in so hohem Maße erfreut hat. Indem ich dies bezweifle, stehe ich wiederum nicht allein. So sagt Kennel auf S. 52 seines „Lehrbuches der Zoologie“ (Stuttgart 1873, S. 52): „Wenn erst wieder das Protoplasma als Hauptsache, der Kern nur als Organulum desselben angesehen werden wird, kommt man vielleicht dazu, in den Erscheinungen und Strukturverhältnissen des Protoplasmas die mechanische Ursache für die verwickelten Vorgänge der Kernteilung zu finden, wobei die achromatischen Zentren eine Hauptrolle spielen mögen, die aus dem Protoplasma hervorgehen, obwohl sie dem Kern im Ruhestand, wie es scheint innig anliegen oder sogar von ihm umhüllt sein mögen“. Dieser Anschauung kann ich mich nur anschließen und will nunmehr versuchen den Nachweis zu führen, dass nicht die Chromo-

somen, sondern die Polkörper den morphologischen Aufbau der Zelle beherrschen, und deshalb, um meine in der „Schöpfung der Tierwelt“ gebrauchten Worte zu wiederholen, als die „hauptsächlichen Träger der Vererbung“ angesehen werden müssen. Ich will dabei das auch von mir hochgeschätzte Werk meines Lehrers O. Hertwig über „Die Zelle und die Gewebe“, ein Werk, auf das wir Deutsche mit Recht stolz sein dürfen, benutzen, und an der Hand der von Hertwig gegebenen Abbildungen nachweisen, dass für den Unbefangenen das Centrosoma die Hauptrolle im Zelleben spielt. Ich bitte meine Leser, sich folgende Abbildungen in Hertwig's Buch anzusehen:

Auf Seite 47 Fig. 34 ist nach Flemming ein Leukocyt aus dem Peritoneum einer Salamanderlarve abgebildet, in welchem der außerhalb des Kerns gelegene Zentralkörper durch die ihn umgebende strahlige Sphäre zeigt, dass er es ist, der die Anordnung des Zellplasmas, also den morphologischen Aufbau des Organismus, welcher ja doch wohl ohne allen Zweifel dasjenige darstellt, was hauptsächlich durch eine Vererbungstheorie zu erklären ist, beherrscht. Dasselbe gilt von der nach Solger abgebildeten Pigmentzelle eines Hechtes, Fig. 35 auf S. 48. Diese lehrt, dass keiner der beiden Kerne, sondern dass der Polkörper dem Formenaufbau der Zelle zu Grunde liegt. Auf Seite 149 finden wir unter Fig. 77 eine schematische Darstellung eines Kerns mit dem Polfelde nach Flemming. Hier sehen wir die Chromosomen weit abseits von der Spindel der beiden Polkörperchen gelegen. Fig. 78 auf derselben Seite führt den Kern einer Samennutterzelle von *Salamandra maculata* in Vorbereitung zur Teilung vor. Wir sehen hier die Anlage der Spindel zwischen den beiden Polkörpern und weit ab davon in unregelmäßiger Anordnung die Chromosomen. Die schematische Darstellung der Kernteilung nach Flemming, die wir auf S. 150 u. 151 sehen, und die ohne Zweifel den tatsächlichen Vorgängen entspricht, machen auf den Unbefangenen nicht den Eindruck, dass die Chromosomen es sind, welche die Anordnung der Zellen im Körper bestimmen, und ebensowenig geht solches aus Fig. 91 auf S. 157 hervor, welche die Kernfigur eines Eies von *Strongylocentrotus* eine Stunde und zwanzig Minuten nach der Befruchtung darstellt. Auch die recht unregelmäßig angeordneten Chromosomen in den Fig. E u. D auf S. 159, die nach Strasburger Teilungsphasen der Zellkerne von *Fritillaria imperialis* darstellten, erwecken nicht den Eindruck, dass die Chromosomen eine große Rolle in der Formgestaltung des Organismus spielen; ebensowenig thut dies die Figur f auf Seite 160, die ein Teilstadium der Pollennutterzelle von *Fritillaria persica* wiedergibt. Fig. A auf S. 163 zeigt uns ein in Umbildung zur Spindel begriffenes Keimbläschen aus einem frisch abgelegten Ei von *Phyllirhoë*, aus welchem wiederum hervorgeht, dass bei der Teilung der Zellen, von welcher ja die Anordnung der Zellen im Gesamtorganismus ab-

hängt, das Centrosoma die Weisungen gibt, und wer das Schema der Teilung des Froscheies, das Hertwig auf S. 182 gegeben hat, unbefangenen betrachtet, wobei er überzeugt sein darf, dass dieses Schema der Wirklichkeit entspricht, der wird nicht sehr geneigt sein, den Chromosomen eine allzu große Rolle zuzusprechen, ebensowenig wie der, welcher auf S. 191 die Fig. VI, die ein Stadium aus der Bildung der Polzellen bei *Ascaris megaloccephala* schematisch aber jedenfalls richtig darstellt, betrachtet. Fig. A auf S. 193 ist ebensowenig wie die vorhergenannten geeignet, den Glauben an die Omnipotenz der Chromosomen in bezug auf den Formenaufbau des Organismus zu erschüttern, und noch mehr gilt dies von den Fig. B u. C auf S. 194 und Fig. 130 u. 131 auf S. 195, sowie von Fig. 134 auf S. 197 und Fig. 135 auf S. 198. Auch Fig. 145 auf S. 211, die ein Ei des Embryosackes von *Lilium martagon* mit seinem in Teilung begriffenen Kern vorstellt, wird dem Unbefangenen ohne weiteres zeigen, dass die Formgestaltung von den Polkörpern und nicht von den Chromosomen ausgeht.

Wir brauchen alle die genannten Figuren nur mit unseren leibhaftigen Augen anzusehen, um uns davon zu überzeugen, dass es lediglich das Polkörperchen ist, welches den Formenaufbau des Organismus beherrscht. Gegenüber dieser Sachlage nimmt sich Weismann's Vergleich des Polkörpers mit einem Pferde recht eigentümlich aus: „Wenn ich aber“, sagt Weismann auf S. 40 vom „Keimplasma“, „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 diese 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“. Aus diesem Vergleich geht doch wohl weiter nichts hervor, als dass die Centrosomen eben keine Chromosomen sind, dass aber dennoch die Centrosomen bei der Verteilung der Zellen, also im Formenaufbau des Organismus die Hauptrolle spielen, denn einem Haufen Getreide wird man kaum zutrauen, dass er dieselbe Thätigkeit entfaltet wie ein Pferd. Wie, wenn Weismann's Getreide Hafer wäre, mit welchen die Pferde gefüttert werden sollen? Weismann's Vergleich ist doch in der That wenig geeignet, irgend etwas klarer zu machen.

Die Polkörper sind nach Weismann dazu da, genaueste Verteilung der Vererbungssubstanz zu bewirken. Die Thatsachen lehren aber, dass sie das gar nicht thun, dass es also auf genaue Verteilung der chromatischen Substanz gar nicht ankommt. Bei vielen Tiereiern entspricht die erste Furchungsebene der späteren Medianebene des Körpers, bei vielen andern nicht. Wie stimmt dieses wechselnde Verhalten zu der Anschauung, dass die Centrosomen eine genaue Verteilung der Vererbungssubstanz bewirken, und wie stimmt dazu die

Thatsache, dass bei der Reduktionsteilung der Zellen die Hälfte der Chromosomen aus der Zelle entfernt werden, während sie bei der Aequationsteilung halbiert werden? Wie stimmt die „erbungleiche“ Zellteilung, die nach Weismann für die meisten Zellteilungen die Regel ist, mit der „erbgleichen“ Zellteilung bei der ersten Teilung des Froscheies und anderer Tiereier? Aus diesem sehr wechselnden Verhalten der Centrosomen in bezug auf die Chromosomen geht doch wohl hervor, dass die Verteilung der Kernsubstanz keineswegs durch sie geregelt wird, und überdies teilen sich ja die Chromosomen unabhängig von den Centrosomen.

Man wird mir vielleicht entgegen, dass das, was ich angeführt habe, nicht sehr zu Gunsten der Weismann'schen Anschauung spricht, dass aber Boveri's Experimente beweisen, dass der Kern der Träger der Vererbung ist. Boveri hat bekanntlich Seeigeleier, die ihres Kernes beraubt waren, mit dem Sperma einer fremden Art befruchtet und daraus Larven dieser letzteren erhalten. Allein mit den Kernen hat Boveri sicher auch die Polkörper entfernt, oder hat er etwa den Nachweis geführt, dass diese in den ihres Kernes beraubten Eiern zurückgeblieben waren? Soviel ich weiss, ist dieser Nachweis nicht geführt worden. Boveri's Versuche beweisen also nicht das allergeringste in bezug auf die Bedeutung der Chromosomen oder der Polkörper für die Vererbung der spezifischen Eigenschaften. Dagegen glaube ich aus meinen Untersuchungen über die Vererbung persönlicher Eigenschaften bei Mäusen den Schluss ziehen zu dürfen, dass es sich im Zelleben um eine Symbiose zwischen den Chromosomen einerseits und dem Polkörper nebst dem extranukleären Plasma andererseits handelt. Demnach würde es eine Vererbung der Eigenschaften des Centrosomas beziehungsweise des dasselbe zusammensetzenden Plasmas, und ebenso eine Vererbung der Eigenschaften der Chromosomen geben. Zu den letzteren oder, wie wir kurz sagen wollen, dem Kern, kommen bei vielen Zellen noch andere Gebilde, die gleichfalls ihre Eigenschaften von Zelle zu Zelle übertragen, und unter denen ich nur die Chlorophyllkörper der Pflanzen nennen will. Alle diese neben dem Polkörper in der Zelle befindlichen Gebilde, der Kern, die Chlorophyllkörper und andere, vererben, meiner Ansicht nach, die chemischen Eigenschaften der Organismen. Sie alle sind Organe des Stoffwechsels, sie bedingen aber nicht den Formenaufbau des Körpers, oder doch nur insoweit, als der letztere von den chemischen Eigenschaften des Kernes und anderer Gebilde in der Zelle beeinflusst wird. Was nun im Speziellen meine Versuche an Mäusen anlangt, so habe ich aus ihnen die Ueberzeugung gewonnen, dass der Kern vor allem die Vererbung der Farben bewirkt, dass dagegen das Centrosoma beziehungsweise das Plasma, aus welchem es zusammengesetzt ist, die morphologischen Eigenschaften vererbt. Um den Nachweis, dass es sich wahrscheinlich so verhält, zu führen, muss ich auf meine Züchtungsversuche etwas näher eingehen.

Ich habe bei diesen ausgedehnten Experimenten zwei Hauptrassen von Mäusen benutzt, die sich durch ihre Eigenschaften in auffälliger Weise unterscheiden. Die eine Rasse ist die, welcher unsere gewöhnlichen weißen Mäuse und die wilden Hausmäuse angehören, die zweite wird durch die japanischen Tanzmäuse gebildet. Die letzteren unterscheiden sich auf den ersten Blick von den Individuen der ersten Rasse. Sie sind kleiner, haben einen längeren Kopf, und zeichnen sich vor allem durch eigentümliche Bewegungen aus. Diese bestehen darin, dass sie unsicheren Schrittes mit wackelndem Kopfe umherlaufen und von Zeit zu Zeit in eine wirbelnde Kreisbewegung geraten. Diese Eigenschaften sind sicher durch das morphologische Gefüge des Plasmas bedingt, denn alle physiologischen Eigenschaften, sofern sie nicht den Chemismus des Lebens betreffen, sondern auf Eigentümlichkeiten des Körperbaues beruhen, müssen durch die Träger der morphologischen Eigenschaften vererbt werden. Wir wollen nun annehmen, wir paarten eine farbige Tanzmaus mit einer weißen gewöhnlichen Maus, die wir im Gegensatz zu der Tanzmaus als Klettermaus bezeichnen wollen. Aus einer solchen Kreuzung erhalten wir junge, auf deren Eigenschaften ich hier nicht näher eingehen will. Wenn wir aber diese Jungen wieder unter sich weiter züchten, so sehen wir Rückschläge eintreten, und die verschiedenen Möglichkeiten, die dabei verwirklicht werden können, können wir uns a priori auf Grund der Annahme konstruieren, dass die morphologischen Eigentümlichkeiten der Mäuse, zu welchen wir diejenigen rechnen, welche das Tanzen bei den Tanzmäusen bedingen, an den Polkörper und sein Plasma gebunden sind, während die Farbe von dem Kern beziehungsweise von dessen Chromosomen abhängt.

Die Keimzellen, durch welche sich die aus der Kreuzung hervorgegangenen Mäuse fortpflanzen, sind einer Reduktionsteilung unterworfen. Wir wollen nun annehmen, dass sich hierbei sowohl die verschiedenen durch die Kreuzung zusammengebrachten Plasmaarten wieder trennen, als auch die verschiedenen Kernstoffe wieder sondern. Nennen wir das Plasma der Tanzmäuse *t* und seine „farbigen“ Kernstoffe *s*, das der Klettermäuse *k* und seine „weißen“ Kernstoffe *w*, so haben wir in den Kreuzungsmäusen *t* u. *k* miteinander verbunden und ebenso *s* u. *w*. Bei der Reduktionsteilung der von diesen Kreuzungsmäusen erzeugten Keimzellen trennt sich wieder *t* von *k* und *s* von *w*, d. h. in die eine Teilzelle der einer Reduktionsteilung unterworfenen Keimzelle geht *t* hinein und in die andere *k*, in die eine *s* und in die andere *w*. Da aber Plasma und Zellkern nur eine Symbiose darstellen, da sie also immerhin eine gewisse Unabhängigkeit von einander bewahren, so kann bei der Reduktionsteilung beispielsweise in einer Zelle mit dem Plasma *t* der Kernstoff *w* zu liegen kommen, der vorher im Plasma *k* lag. Es sind überhaupt 4 Arten von durch Reduktionsteilung halbierten Keimzellen der Kreuzungsmäuse möglich, nämlich: *ts*, *tw*, *ks* u. *kw*. Diese 4 Arten von reduzierten Keimzellen können

sich sowohl in dem Männchen, wie in dem Weibchen eines Pärchens Kreuzungsmäuse, die miteinander Junge erzeugen, befinden. Es ist nun leicht einzusehen, dass die befruchteten Eizellen, aus welchen diese Jungen hervorgehen, eine der folgenden 16 Kombinationen der Vererbungsstoffe ihrer Eltern enthalten müssen nämlich:

- |                    |                    |                     |                     |
|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| 1) <i>ts, ts</i> ; | 5) <i>tw, ts</i> ; | 9) <i>ks, ts</i> ;  | 13) <i>kw, ts</i> ; |
| 2) <i>ts, tw</i> ; | 6) <i>tw, tw</i> ; | 10) <i>ks, tw</i> ; | 14) <i>kw, tw</i> ; |
| 3) <i>ts, ks</i> ; | 7) <i>tw, ks</i> ; | 11) <i>ks, ks</i> ; | 15) <i>kw, ks</i> ; |
| 4) <i>ts, kw</i> ; | 8) <i>tw, kw</i> ; | 12) <i>ks, kw</i> ; | 16) <i>kw, kw</i> . |

Wir haben es nämlich dabei mit „Variationen mit Wiederholung aus 4 Elementen zur 2. Klasse“ zu thun. Unter diesen 16 Kombinationen gibt 1) farbige Tanzmäuse, die dem einen ihrer Großeltern gleichen, 6) gibt weiße Tanzmäuse, die in bezug auf ihre morphologischen Eigenschaften dem einen und in bezug auf ihre Farbe dem anderen der Großeltern gleichen, 2) gibt zwar Tanzmäuse, die aber in bezug auf ihre Farbe eine Mischung der großelterlichen Charaktere zeigen, und dasselbe gilt von 5). Die übrigen Kombinationen bedeuten zum Teil reine Klettermäuse, und zwar solche, die gleich 16) vollständig dem einen der Großeltern gleich sind, und andere, welche die Farbe der Großeltern gemischt zeigen, zum andern Teil Kreuzungsmäuse, und zwar einerseits solche, welche in bezug auf ihre Färbung dem einen der Großeltern gleichen, und andererseits solche, welche auch die Farben ihrer Großeltern gemischt zeigen. Wenn wir nun in unserem hypothetischen Falle Mäuse der Kombination 1, also farbige Tanzmäuse, unter sich weiter züchten, so dürfen wir nur wieder farbige Tanzmäuse erhalten; züchten wir Mäuse der Kombination 2 untereinander weiter, so können wir sowohl farbige als auch weiße Mäuse bekommen, während wir bei Mäusen der Kombination 6 immer nur weiße Tanzmäuse erhalten können; in allen diesen Fällen erhalten wir aber nur Tanzmäuse. Es ist ebenso leicht theoretisch zu bestimmen, was wir erhalten, wenn wir Mäuse der übrigen Kombinationen untereinander weiter züchten, so dass ich wohl nicht näher darauf einzugehen brauche. Wir können also theoretisch vorher bestimmen was geschehen wird, und zwar auch dann, wenn wir annehmen, dass bei der Reduktionsteilung der von den Kreuzungsmäusen erzeugten Keimzellen im Tanzmausplasma sowohl farbige als auch weiße Chromosomen zu liegen kommen. Ob die Anzahl der Chromosomen bei den Mäusen bekannt ist, weiß ich nicht, man würde daraus die möglichen Kombinationen aufstellen können. Ich glaube aber nicht, dass es oft vorkommt, dass verschiedene Chromosomen in ein reduziertes Plasma zu liegen kommen, denn meine Versuche sprechen durchaus dagegen. Aus diesen Versuchen geht hervor, dass die Keimzellen der Mäuse sich genau so verhalten müssen, wie es in unserem hypothetischen Beispiele

der Fall ist. Wenn man als erste Generation farbige Tanzmäuse mit weißen Klettermäusen kreuzt, und die Kreuzungsmäuse mit einander paart, so erhält man in der dritten Generation 1) wieder farbige Tanzmäuse. 2) Weiße Tanzmäuse. 3) Farbige Klettermäuse. 4) Weiße Klettermäuse. 5) Gemischtfarbige Tanzmäuse. 6) Gemischtfarbige Klettermäuse. 7) Farbige Kreuzungsmäuse. 8) Weiße Kreuzungsmäuse. 9) Gemischtfarbige Kreuzungsmäuse. Züchtet man jede Art unter sich weiter, so zeigt es sich, dass alle diese Kombinationen verwirklicht sein können. Reinfarbige Tanzmäuse erzeugen immer nur reinfarbige Tanzmäuse, weiße reine Klettermäuse immer nur weiße reine Klettermäuse. Durch entsprechende Zuchtversuche lassen sich auch die Mäuse mit gemischten Charakteren wieder in weiße und farbige Tanzmäuse und in weiße und farbige Klettermäuse zerlegen. In vielen Fällen gelangt man sehr bald wieder zu reinrassigen Tieren, d. h. zu Tieren, die ihre Eigenschaften streng vererben ohne jemals wieder Rückschläge zu zeigen.

Da das Ergebnis meiner Züchtungsversuche an mehr als 3000 Mäusen im schönsten Einklang mit meiner Ansicht über die Bedeutung der Reduktionsteilung der Keimzellen steht, welche Apomixis, Entmischung, nicht, wie Weismann will, Mischung, „Amphimixis“ ist, und da sie ebensowohl der Annahme entspricht, dass die morphologischen Eigenschaften an das Plasma, die chemischen, also auch diejenigen, welche die Farbe bedingen, an die Kernstoffe gebunden sind, so darf ich wohl einiges Zutrauen, zu meiner Deutung der verschiedenen Rollen, welche Plasma und Kern bei der Vererbung spielen, hegen. Stände Weismann Vererbungserscheinungen wie den von mir beobachteten, die man nur durch planmäßige Züchtungsversuche auf Grund einer leitenden Idee erhalten, aber nicht aus den Werken Darwin's und anderer Autoren zusammensuchen kann, nicht so ferne, so würde er seine Determinantenlehre und seine Idologie wohl nicht aufgestellt haben: Meine Versuche widerlegen diese Irrlehren direkt. Um das Entstehen weißer Tanzmäuse zu erklären, müsste Weismann doch annehmen, dass in ihrem Plasma farbige Tanzmauside mit weißen Klettermausiden gemischt sind, dass Determinanten der Tanzmauside diejenigen Zellen bestimmen, welche die Eigentümlichkeiten der Tanzmäuse bedingen, dass dagegen Determinanten der Klettermauside die weiße Farbe bestimmen. Man sollte aber doch wohl glauben, dass bei den Nachkommen solcher Mäuse auch einmal das Umgekehrte eintreten könnte, dass bei diesen die Klettermausdeterminanten das Gehirn und Tanzmausdeterminanten die Farbe bestimmen; man müsste also, wenn man die weißen Tanzmäuse der 3. Generation unseres obigen Beispiels unter sich weiter züchtet, auch gelegentlich einmal wieder schwarze Klettermäuse erhalten; das ist aber niemals der Fall. Weismann's Determinantenlehre und Idologie sind also direkt durch die Erfahrung widerlegt; sie lassen sich in keiner Weise mit den von

mir beobachteten Vererbungserscheinungen vereinigen, denen Weismann näher getreten sein würde, wenn er, anstatt unglückliche weiße Mäuse und ihre Kinder und Kindeskinde bis ins zwanzigste Glied zu entschwänzen, lieber Züchtungsversuche mit den zahlreichen Rassen der Ziermäuse angestellt hätte.

Aus meinen Versuchen geht hervor, dass die Farbe nebensächlich ist. Es gibt Tanzmäuse in allen möglichen Farben und Klettermäuse in allen möglichen Farben, und wenn man die Thatsachen über die Macht, die das Centrosoma über die Zelle ausübt, im Auge behält, machen es meine Versuche weiter im hohen Grade wahrscheinlich, dass die morphologischen Eigenschaften an das Centrosoma bzw. an Plasma, wie es im Centrosoma enthalten ist, gebunden ist. Ich hatte also meine guten Gründe dafür, als ich in meiner „Schöpfung der Tierwelt“ sagte, dass Erfahrungen es wahrscheinlich gemacht hätten, dass der hauptsächlichste Träger der Vererbung das Plasma sei; aber diese „Versicherung“, wie sie Herr v. Wagner zu nennen beliebt, gründete ich nicht sowohl auf meine noch nicht veröffentlichten Versuche, sondern auf das, was wir über die Thätigkeit des Centrosoma wissen. Ich sagte im Anschluss an meine oben zitierten Worte („Schöpfung der Tierwelt“ S. 57): „Zu gewissen Zeiten, insbesondere wenn die Zelle ruht oder in Teilung begriffen ist, ordnet sich das Plasma um den Polkörper strahlenförmig an, so dass es offenbar wird, dass von letzterem anziehende Kräfte ausgehen, die dem Plasma diese Anordnung geben. Dadurch, dass zwischen dem Plasma sich noch andere Gebilde befinden, die nicht zu Plasma verarbeitet sind und sich durch andere Färbung auszeichnen, werden die Plasmastrahlungen unter dem Mikroskop sichtbar, wie es die oben wiedergegebene Farbstoffzelle eines Hechtes, die zwei Kerne besitzt, in schöner Weise zeigt. Nicht einer der beiden Kerne, sondern der zwischen ihnen liegende Polkörper erweist sich als der organische Mittelpunkt der Zelle“. Ich habe dann des weiteren gezeigt, dass sich der morphologische Aufbau des Körpers und die Vererbung erworbener Eigenschaften begreifen lassen, wenn wir uns die Elemente des Plasmas in bestimmter Weise aus gleichen Urelementen, die ich Gemmen nenne, aufgebaut denken, und ich glaube allerdings, dass für jeden Unbefangenen das, was ich in meiner „Schöpfung der Tierwelt“ gesagt habe, geeignet ist, den Weismannismus unmöglich zu machen. Meine „Schöpfung der Tierwelt“ ist eben für Unparteiische bestimmt, und ich mochte meinen Lesern eine Vertiefung in die Mysterien des Weismannismus nicht zumuten. Für Weismann, das Haupt des Neupraeformismus, und seinen Referenten Herrn v. Wagner wird noch vor Ausgabe des Schlussheftes meiner „Schöpfung der Tierwelt“ ein anderes Werk erscheinen, das, wie ich hoffe, dazu bestimmt sein wird, den Weismannismus auch in den Köpfen derjenigen von Grund aus zu vernichten, welchen meine „Schöpfung der Tierwelt“ in zu gemeinverständlicher Weise geschrieben ist.

Ich glaube aber, dass ich mich bis zu einem gewissen Grade mit O. Hertwig verständigen werde, denn er rechnet den Polkörper zu den Kernsubstanzen, während ich ihn als Teil des Zelleibes betrachte. Hertwig macht keinen scharfen Unterschied zwischen Polkörper und Chromosomen, wie ich es thue; er sagt vielmehr auf Seite 277 seines Zellenwerks: „Wie sich hierbei“ (nämlich bei der Uebertragung der erblichen Eigenschaften) „Nuklein und Polsubstanz zum Problem des Idioplasma verhalten, entzieht sich wohl zur Zeit einer Beantwortung“. Hertwig lässt also die Frage, ob im Nuklein oder in der Polsubstanz oder in beiden das die Gestaltung bewirkende Plasma, das Idioplasma enthalten ist, völlig in der Schwebe, und ich muss deshalb gestehen, dass ich nicht begreife, wie Herr v. Wagner dazu kommt, meine Anschauung derjenigen Hertwig's gegenüberzustellen, da Hertwig sich für keine bestimmte Ansicht entschieden hat. Um den Nachweis zu führen, dass Hertwig's Anschauungen und die meinigen nicht in jeder Beziehung unvereinbar sind, will ich eine Reihe von Hertwig's Ausführungen besprechen.

Hertwig sagt S. 271, dass die neuen Vererbungslehren sich dadurch von den alten unterscheiden, „dass sie sich auf einem reichen und wohl gesicherten Schatz zum Teil fundamentaler Thatsachen aufbauen“. Ich muss dazu bemerken, dass dieser reiche und wohl gesicherte Schatz von zum Teil fundamentalen Thatsachen, soweit die Vererbung der Gestalt in Betracht kommt, nur die Eigenschaften des Centrosoma betrifft. Dass dieses den morphologischen Aufbau des Organismus beherrscht, sehen wir direkt unter dem Mikroskop; von der Art und Weise, auf welche die Eigenschaften des Organismus durch die Chromosomen beherrscht werden, wissen wir thatsächlich nur, dass sie beim Stoffwechsel eine große Rolle spielen.

Hertwig sagt ferner (S. 275): „Es wird Sache der zukünftigen Forschung sein, durch Beobachtung und Experiment Beweismaterial für die Richtigkeit der einzelnen Annahmen herbeizuschaffen und dadurch das Gedankengebäude mit sinnlich wahrnehmbaren und daher der Beobachtung und dem Experiment zugänglichen Verhältnissen in Beziehung zu setzen“. Ich wiederhole, dass wir bis jetzt die sinnlich wahrnehmbaren und der Beobachtung zugänglichen gestaltenden Eigenschaften des Centrosomas nur mit dem morphologischen Aufbau, die sinnlich wahrnehmbare Beeinflussung des Plasmas durch den Kern nur mit dem Stoffwechsel des Organismus in Beziehung setzen können.

Auf S. 276 finden wir folgenden Satz O. Hertwig's: „Wer überhaupt die logische Berechtigung für die Annahme eines besonderen Idioplasma zugibt, wird sich dem jetzt genauer zu begründenden Gedankengang, dass die Kernsubstanz die Erbmasse sei, nicht entziehen können. Auch hat diese Theorie den nicht zu unterschätzenden Vorzug, der rein logischen Konstruktion von Nägeli, welche als solche der

Beobachtung unzugänglich und daher nicht fortbildungsfähig, also auf die Dauer unfruchtbar ist, einen realen Inhalt gegeben und sie dadurch in das Bereich der Beobachtung und weiterer wissenschaftlicher Diskussion hineingezogen, sie also fruchtbar gemacht zu haben“. Dem gegenüber muss ich noch einmal betonen, dass meine Anschauung, wonach das Centrosoma, beziehungsweise sein Plasma, die Gestaltungsverhältnisse der Zelle beherrscht, allerdings einen realen Inhalt durch die neueren Zellforschungen erhalten hat, dass es sich aber bei den Theorien über die Bedeutung der Chromosomen für die Vererbung morphologischer Eigenschaften bis jetzt lediglich um rein logische und wohl auch mitunter um rein unlogische Konstruktionen handelt.

Ich will jetzt Hertwig's Gesichtspunkte „für die Hypothese, dass der Kern der Träger der erblichen Anlagen ist“ etwas näher daraufhin prüfen, ob die Chromosomen oder das von Hertwig zum Kern gerechnete Centrosoma, oder beide mit einiger Sicherheit als „Träger der erblichen“ Gestaltungsverhältnisse der Organismen bezeichnet werden können.

Auf Seite 277 seines Werkes sagt Hertwig, dass nur die Kernsubstanz den Anforderungen, die man an einen Bestandteil der Ei- und Samenzelle als Träger der Vererbung stellen müsse, genüge, und ferner, dass das Studium der Befruchtungerscheinungen im Tier- und Pflanzenreich hierfür die untrüglichen Beweise liefere. Allein, gleich darauf fügt Hertwig hinzu, das Wesen des Befruchtungsprozesses bestehe „darin, dass ein vom Samenfadens und ein von der Eizelle abstammender Kern, ein Samenkern und ein Eikern, ein jeder begleitet von seinen Centrialkörperchen<sup>1)</sup> sich zusammenlegen und zu einem Keimkern verschmelzen“. Das Studium der Befruchtungerscheinungen hat also nur den Nachweis geliefert, dass entweder der Kern, d. h. die Chromosomen, oder die Centrialkörper, oder auch beide Träger der Vererbung sind; aber dafür, dass die Chromosomen des Kerns es allein seien, wie Weismann will, liegen keineswegs untrügliche, aber auch keine trügerischen, sondern überhaupt keine Beweise vor.

„Soweit die genaueste Beobachtung zeigt“, fährt Hertwig fort, „liefern Ei- und Samenkern völlig gleichwertige Stoffmengen zur Bildung des Keimkerns, und zwar gleich viel Polsubstanz<sup>1)</sup>, die ich den Kernbestandteilen hinzurechne, und gleich viel Nukleïn. Die Gleichwertigkeit der Polsubstanz hat Fol bewiesen“. Wenn also Hertwig aus den Thatsachen der Befruchtungslehre den Schluss zieht: „da bei der Befruchtung der Kernsubstanzen (Nukleïn und Polsubstanz) die einzigen an Masse äquivalenten Stoffe sind, die sich zu einer neuen Anlage, dem Keimkern, vereinigen, so können sie auch allein die von den Eltern auf das Kind übertragenen Erbmassen sein“, so müssen wir betonen, dass dieser wichtige Schluss nichts darüber

aussagt, inwieweit das Nukleïn und inwiefern die Polsubstanz an der Vererbung beteiligt sind, und ich möchte Herrn v. Wagner darauf aufmerksam machen, dass auch Hertwig darüber keinen Zweifel gelassen hat: „Wie sich hierbei Nukleïn und Polsubstanz zum Problem des Idioplasma verhalten, entzieht sich wohl zur Zeit einer Beantwortung“. Wenn also Hertwig unter Idioplasma denjenigen Stoff versteht, welcher der Träger der morphologischen Eigentümlichkeiten ist, so nimmt er keineswegs die Chromosomen allein, oder auch nur vorwiegend als Träger der Vererbung morphologischer Eigenschaften in Anspruch.

Ich wende mich jetzt dem zu, was Hertwig über „die gleichwertige Verteilung der sich vermehrenden Erbmassen auf die aus dem befruchteten Ei hervorgehenden Zellen“ zu Gunsten der Anschauung, dass der Kern der Träger der Vererbung ist, vorbringt.

„Die Botaniker“, sagt Hertwig auf S. 278, „hängen zum größten Teil der Lehre an, die kürzlich noch de Vries gegen Weismann verteidigt und in den Satz zusammengefasst hat, dass alle, oder doch weitaus die meisten Zellen des Pflanzenkörpers die sämtlichen erblichen Eigenschaften der Art im latenten Zustande enthalten. Dasselbe lässt sich auf Grund von Thatsachen von niedrigen tierischen Organismen sagen. Für höhere Tiere kann man den Beweis allerdings nicht führen; deswegen ist man aber nicht zu der Folgerung gezwungen, dass die Zellen der höheren und niederen Organismen insofern verschieden wären, als die letzteren alle Eigenschaften der Art im latenten Zustand, also die Gesamtheit der Erbmasse, die ersteren dagegen nur noch Teile von ihr enthielten. Denn ebenso nahe liegt der Schluss, dass bei den höheren Tieren das Unvermögen der meisten Zellen, latente Eigenschaften zu entfalten, an den äußeren Bedingungen liegt, z. B. an der zu großen Differenzierung des Zellkörpers, in welche die Erbmasse eingeschlossen ist, und an anderen derartigen Verhältnissen“. Ich sollte eher meinen, dass die Körperzellen der höheren Tiere sich deshalb nicht mehr zu vollkommenen Organismen zu entwickeln vermögen, weil die Erbmasse selbst, nämlich das Plasma, das Centrosoma, das ich als Träger der morphologischen Eigentümlichkeiten betrachte, zu stark verändert worden ist, denn es ist nicht einzusehen, weshalb der Kern, beziehungsweise dessen Chromosomen, wenn sie allein Träger der Vererbung wären, nicht auch das sie umhüllende Plasma einer Nerven- oder einer Muskelzelle als Nahrung benutzen könnten, um sich weiter zu entwickeln, und zu dieser Anschauung stimmt der Ausspruch Johannes Müller's, den Hertwig zitiert: „Wie kommt es, dass gewisse Zellen der organischen Körper, den andern 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 Knorpel-

1) Der gesperrte Druck ist von mir.

zellen 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 spezielle Metamorphose ihrer Substanz<sup>1)</sup> in Horn und dergleichen eine solche Hemmung erfahren haben, dass sie sowohl bald ihre Keimkraft am Stammorganismus verlieren und tot geworden sich abschuppen, als auch vom Stamme des Ganzen getrennt, nicht wieder Ganzes werden können“. Ich kann also, in bezug auf die Vererbung morphologischer Eigenschaften dem Satze Hertwig's: „Wenn wir von diesem zweiten Gesichtspunkte aus die Lebensprozesse der Zellen überblicken, so kann es wohl keinem Zweifel unterliegen, dass von allen uns bekannten Zellteilen die Kernsubstanz allein alle geltend gemachten Bedingungen und zwar in vollem Maße genügt“, nur bedingungsweise beipflichten, denn wir haben, auch wenn wir mit Hertwig das Centrosoma zum Kern zählen, im Kern eben zwei Substanzen, nämlich die des Polkörper und die der Chromosomen. Der Polkörper ist der organische Mittelpunkt des Zelleibes, und dieser letztere kann in verschiedenen Zellen sehr verschieden beschaffen sein. Dagegen sagt Hertwig über den Kern das Folgende, das, wie wir hervorheben müssen, doch schließlich nur von dem Chromatin gilt: „In allen Elementarteilen bei Pflanzen und Tieren zeichnet sich der Kern durch eine überraschende Gleichförmigkeit aus: Wenn wir von einzelnen Ausnahmen absehen, die eine besondere Erklärung erheischen, erscheint uns der Kern in allen Elementarteilen desselben Organismus immer nahezu in derselben Form und Größe, während das Protoplasma an Masse außerordentlichem Wechsel unterworfen ist. In einer Endothelzelle, einem Muskel- oder Sehnenkörperchen, ist der Kern nahezu ebenso beschaffen und ebenso substanzreich, wie in einer Epidermis-, einer Leber- oder Knorpelzelle, während in dem ersten Falle das Protoplasma nur noch in Spuren nachweisbar, im letzteren reichlicher vorhanden ist“. Es ist mir nicht klar, wie etwa ein Anhänger des Weismannismus dieses Verhalten des Chromatins zur Begründung der Lehre verwerten könnte, dass die Chromosomen allein Träger der Vererbung seien; wenn sie es wären, so müssten die Kerne sehr verschieden sein, denn nach Weismann's Anschauung wandern die Biophoren in das umgebende Zellplasma aus um diesem ihre spezifische Natur aufzuprägen. Was das Plasma also an Differenzierung gewinnt, verliert der Kern, und die Kerne müssten deshalb ebenso verschieden sein, wie die Zelleiber; wenn sie es aber nicht sind, so folgt daraus, dass sie eben nichts zu thun haben mit den an das Protoplasma gebundenen erblichen Eigentümlichkeiten. Ich kann demnach Hertwig wohl beistimmen, wenn er die komplizierten Erscheinungen des Kernteilungsprozesses als wichtig für die Beurteilung der Frage, an welche

1) Der gesperrte Druck ist von mir.

Träger die Vererbung gebunden ist, erklärt, da diese verwickelten Vorgänge ja durch die Polkörper beherrscht werden; ich kann ihm aber nicht beistimmen, wenn er mit Roux „die Kernteilungsfiguren als Mechanismen bezeichnet, welche es ermöglichen, den Kern nicht bloß seiner Masse, sondern auch der Masse und Beschaffenheit seiner einzelnen Qualitäten nach zu teilen“. Wo sind denn die Beweise dafür, dass die Zellteilung die Kernmasse in ihre Qualitäten zerlegt? Hat doch wenige Zeilen vor diesem Roux'schen Satze Hertwig selbst hervorgehoben, dass sich der Kern in allen möglichen Zellen durch eine überraschende Gleichförmigkeit auszeichnet! Der Kern kann also, wenn er überall gleich sein soll, gar nicht in seine Qualitäten zerlegt sein. Wie sollte er es dann auch fertig bringen, den ganzen Organismus zu reproduzieren, wie es doch bei vielen Pflanzen und niedrigen Tieren häufig geschieht? Wenn ich aus einem Haufen Obst, der aus Äpfeln, Birnen, Pflaumen, Nüssen und andern Früchten bunt gemischt ist, die einzelnen Sorten herauslese, also diesen Haufen „seiner einzelnen Qualitäten nach teile“, so sehen die Haufen, die ich erhalte, sehr verschieden untereinander und von den gemischten Haufen aus. Beobachten wir bei den Kernen verschiedener Zellen auch nur annähernd ähnliches? Und selbst wenn wir es thäten, so würde damit keineswegs bewiesen sein, dass die Vererbung allein an die Zellkerne, d. h. an ihre Chromosomen gebunden ist, denn in allen Zellen steht, wie Verworn und andere gezeigt haben, der Kern im lebhaftesten Stoffwechsel mit dem umgebenden Plasma.

Die Schlüsse, die Hertwig aus der gleichwertigen Verteilung der sich vermehrenden Erbmassen zieht, dürfen nach alledem von Weismann und seinen Anhängern nicht dazu benutzt werden, den Beweis zu führen, dass die Vererbung allein an die „Ide“ gebunden ist. Ebenso wenig wird Herr v. Wagner zum Beweis seines oben zitierten Satzes das benutzen können, was Hertwig über „die Verhütung der Summierung der Erbmassen“ sagt.

„Als ein sehr wichtiges Moment in der Beweisführung“, nämlich dafür, dass der Kern der Träger der Vererbung ist, betrachtet Hertwig „die Verhütung der Summierung der Erbmassen bei der geschlechtlichen Zeugung“. Ich kann diesem Satz nur insofern beipflichten, als die einschlägigen Thatsachen beweisen, dass die Vererbung gebunden sein muss entweder an die Chromosomen, oder an den Polkörper, oder an beide, und es scheint mir, dass die Reduktionsteilung beweist, dass die Vererbung sowohl an die Chromosomen als auch an den Polkörper gebunden ist, dass sie aber nichts darüber aussagt, welches von beiden der hauptsächlichste Träger der Vererbung, der Träger der Vererbung morphologischer Eigenschaften sei.

Ganz dasselbe gilt von der vierten Gruppe der Hertwig'schen Beweise und insbesondere von den Hertwig'schen Sätzen (S. 285): „Die Isotropie des Eies widerlegt das Prinzip der organbildenden Keim-



bezirke. Sie ist zugleich ein weiterer Beweis für die Ansicht, dass das Idioplasma nicht im Protoplasma sondern im Kern zu suchen ist“. Hertwig weiß ja nicht zu sagen, wie sich das Problem des Idioplasma zu der Frage verhält, inwieweit das Nukleïn, inwiefern die Polsubstanz als Träger der Vererbung zu bezeichnen sind. Hertwig meint, dass die Isotropie des Eies uns gestatte „einige Schlüsse über den Aufbau des Protoplasma und der Kernsubstanz zu ziehen“. Er sagt, dass auf eine stabilere Anordnung der Kernsubstanz die Kompliziertheit der ganzen Kernsegmentierung hinweise. Allein über die Teilungsvorgänge im Innern der Weismann'schen Ide wissen wir nichts; dagegen kennen wir sehr gut den mächtigen Einfluss, den der Polkörper auf die Anordnung des Plasma der Zelle und auf die der Chromosomen ausübt. Wenn wir also irgend welche Schlüsse aus der Kompliziertheit der Kernsegmentierung ziehen wollen, wenn wir für irgend etwas eine stabilere Anordnung annehmen wollen, so müssen wir es vor allem für den Polkörper thun, und ihn als den hauptsächlichsten Träger der Vererbung bezeichnen. Daneben gibt es allerdings, um einen Ausdruck von de Vries in unserer Weise zu verwenden, eine Erbllichkeit außerhalb des Polkörpers. Diese ist an die Chromosomen gebunden, außerdem aber noch an manche andere Zelleinschlüsse, beispielsweise an die Chlorophyllkörper der Pflanzen.

Alles in allem genommen gelangen wir zu dem Resultat, dass Herr v. Wagner Hertwig's Ansicht und die meinige mit nur geringem Recht einander gegenübergestellt hat, dass, um Herrn v. Wagner's Worte zu gebrauchen, seine „Darstellung den thatsächlichen Verhältnissen doch wohl nicht entsprechend erachtet werden“ kann, und ich darf wohl hoffen, dass das, was ich in meiner „Schöpfung der Tierwelt“ gesagt habe, oder wenigstens das, was ich über die Erklärung der Vererbungerscheinungen in meinem anderen Werke vorbringen werde, aufmerksamer gelesen wird, als Herr v. Wagner meine „Schöpfung der Tierwelt“ gelesen hat. Ich habe allerdings wenig Hoffnung, dass Weismann selbst darauf irgend welche Rücksicht nehmen wird, denn er hat den von mir schon im Jahre 1888 in aller Form geführten Nachweis, dass seine Ahnenplasmentheorie unhaltbar ist<sup>1)</sup>, meines Wissens, geflissentlich ignoriert.

Herr v. Wagner lobt allerdings Weismann's Bescheidenheit, und er zitiert das Göthe'sche Motto „Naturgeheimnis werde nachgestammelt“, das Weismann, um wiederum Herrn v. Wagner's Worte zu gebrauchen, „seinem Werke an die Stirne geschrieben hat“. Ich habe nichts dagegen einzuwenden, dass Weismann's Bescheidenheit gelobt wird; im Gegenteil, ich glaube Weismann ist zu bescheiden gewesen, indem er seinem Werke über „Das Keimplasma“ das zitierte Motto gab. Nicht „nachgestammelt“ hat Weismann das

Geheimnis der Vererbung, sondern das von Weismann verfasste Vererbungs-drama, dessen Handlung so bis ins einzelne hinein wohl erwogen ist, das uns von Anfang bis zu Ende durch die Schilderung der erstaunlichen Leistungen der Ide und Idanten, Biophoren und Determinanten in Spannung hält, ist in seiner Weise ein Kunstwerk ersten Ranges. Aber leider legt sein Verfasser, der die luftigsten Höhen der Phantasienwelt erklimmen hat, gleichzeitig seinen Werke auch die Bedeutung einer wissenschaftlichen Abhandlung bei. Hätte er es nur als Kunstwerk bezeichnet, so würde unser Beifall ein unbedingter und rückhaltloser sein.

Auf alle Fälle dürfen wir, wenn auch nicht hoffen, so doch beanspruchen, dass Weismann gelegentlich der wohl sehr bald zu erwartenden Veröffentlichung seiner neuesten Vererbungstheorie alles das, was geringere Leute in Vererbungsfragen vorgebracht haben, berücksichtigt, namentlich dann, wenn es seinen Theorien verderblich wird. Wir können uns eben nicht damit begnügen, dass Weismann seine Theorien stillschweigend fallen lässt, und dann gelegentlich in einer kleinen enggedruckten Anmerkung, wie er es in bezug auf die Einwürfe Hartog's auf Seite 571 seines 616 Textseiten zählenden Buches gethan hat, sagt, dass die auf Weismann's früheren Ansichten logisch konsequent aufgebauten Deduktionen hinfällig würden, weil Weismann „selbst inzwischen zu besserer Einsicht gelangt“ sei. Die Ansichten eines Forschers können richtig oder falsch sein. Sind sie falsch, so haben andere Forscher das Recht und die Pflicht, sie als falsche nachzuweisen, auch auf die Gefahr hin, dass dieser Nachweis sich später als „hinfällig“ im Weismann'schen Sinne erweisen sollte, dass nämlich der betreffende Forscher, ohne sich etwas merken zu lassen, „selbst inzwischen zu besserer Einsicht gelangt“ sein sollte. Sind sie aber richtig, so hat die Wissenschaft das Recht und die Pflicht, sie zu verteidigen, wie es die Biologie heute mit früheren richtigen Ansichten von Weismann thun muss. Denn dadurch, dass Weismann, wie er offenbar meint, „selbst inzwischen zu besserer Einsicht gelangt“ ist, sind diese seine früheren richtigen Ansichten keineswegs „hinfällig“ geworden. Von Herzen gern unterschreibe ich aber Weismann's Ausspruch: „Auch der Irrtum, wofern er nur auf richtigen Schlüssen beruht, muss zur Wahrheit führen“. Ich werde zeigen, dass Weismann's auf falschen Prämissen aufgebauter Irrtum mittels richtiger Schlüsse zu der übrigens schon lange feststehenden Wahrheit führt, dass Epigenesis und nicht Präformation oder „Evolution“ die Lösung der organischen Entwicklung ist. Herrn v. Wagner habe ich aber noch zu entgegenen, dass „diejenigen Forscher, welche jeden ursächlichen Zusammenhang von Ontogenie und Phylogenie glauben in Abrede stellen zu sollen“, keineswegs „die Vererbungslehre Weismann's a limine ablehnen müssen“. Im Gegenteil! Nichts verträgt sich besser, als Weismann's Idologie und Determinantenlehre mit

1) Vergl. „Biol. Centralbl.“, 1888, Bd. VIII, Nr. 9 u. Nr. 11.

der Ansicht, dass zwischen Ontogenie und Phylogenie kein Zusammenhang besteht, dass die Tierarten selbständige und unabhängige Schöpfungen sind. Ich werde in der That in meinem voraussichtlich im September d. Js. im Verlage von T. O. Weigel Nachfolger in Leipzig erscheinenden Werke „Gestaltung und Vererbung“ den Nachweis führen, dass Weismann's Vererbungslehre, wenn man sie mit derjenigen Konsequenz zu Ende führt, die Weismann in so hohem Grade auszeichnet, die ihn aber immer verlässt, sobald es sich um das Ziehen des Endergebnisses handelt, gebieterisch eine Rückkehr zur alten Einschachtelungstheorie fordert, die wir thörichterweise durch Caspar Friedrich Wolff's epochemachendes Auftreten endgiltig beseitigt glaubten.

Darmstadt, den 2. Juli 1893.

### Ab. Francesco Castracane, La Riproduzione delle Diatomee<sup>1)</sup>.

Unter diesem Titel fasst der Verf. die Beobachtungen zusammen, die er in 24jähriger Thätigkeit gesammelt hat.

Er beschwert sich wohl nicht mit Unrecht darüber, dass die Systematik noch immer fast allein das Ziel der Diatomeenstudien bilde. Infolge dessen ist die Klassifikation, die sich fast ausschließlich auf morphologische Merkmale stützt, künstlich geblieben. Pfitzer ist der Einzige, der der Biologie Rechnung trug und auch das Endochrom in Betracht zog. Nun ist dieses aber nicht geeignet, der Klassifikation zu dienen, wenigstens bis jetzt, da man von seinen Gestaltsveränderungen durch die Sporulation nichts wusste. Dieselbe Diatomee kann einmal placcochromatisch und ein anderes Mal coccochromatisch sein. Sie wird eben coccochromatisch, wenn sie sich zur Sporulation anschickt. Die Sporulationsform beobachtete der Verf. zuerst an *Striatella unipunctata*, deren Namen sich auf die Anordnung des Endochroms in eine einzige centrale Masse bezieht. Unter vielen Exemplaren mit typischer Anordnung desselben waren auch zahlreiche, deren Endochrom in spindelförmige Körperchen zerfallen war, die sich zu einer regelmäßigen Sternfigur gruppiert hatten. Von den Körperchen gingen feine Fäden zur Peripherie der Zelle. Dieselbe Anordnung des Endochroms beobachtete der Verf. später an *Melosira varians* und hier gelang es ihm das Vorhandensein eines Kerns in jedem Körperchen festzustellen.

Schon in diesem Stadium besitzen die Sporen kieselhaltige Wände. Dies stellte der Verf. an fossilen Diatomeen fest. Nachdem er die Diatomeen durch Einwirkung kochender Schwefelsäure u. s. w. von allen organischen Resten befreit hatte, fand er runde Formen in der

Mutterzelle, *Coscinodiscus punctulatus*. Freie Anhäufungen von runden, außerordentlich kleinen Kieselkörperchen, die in den Präparaten von fossilen Diatomeen häufig sind, sind sehr wahrscheinlich durch Zerstörung des membranösen Sporangiums freigewordene Sporen. Unter fossilen Diatomeen aus Oamaru (Neuseeland) fand Verf. Fragmente von *Pyxilla*, die scheibenförmige granulirte Sporen, ohne Zweifel Sporen von *Coscinodiscus* einschließen. Dass die röhrenförmige *Pyxilla* scheibenförmige Körperchen enthalten kann, hat Verf. seither so oft beobachtet, dass von einem zufälligen Einschluss eines Fremdkörpers keine Rede sein kann. Er schließt deshalb auf eine Art Generationswechsel und hält *Pyxilla* nicht für ein Genus, sondern für die Sporangialform von *Coscinodiscus*.

Das Austreten der Sporen aus der Mutterzelle beobachtete der Verf. an einer *Pedosphecia*. Da die Körperchen in den ersten Augenblicken um ihre Axe rotirten, konnte deutlich ein rundes und ein rechteckiges Profil beobachtet werden und so der Verdacht ausgeschlossen werden, dass die Körperchen Parasiten seien, wie bei den ähnlichen Beobachtungen O'Meara's und Rabenhorst's seinerzeit vermutet wurde. Entwicklungsstadien bis zur erwachsenen Zelle beobachtete der Verf. unter anderem an *Mastogloja*. An einer *Zostera oceanica* haftende gelatinöse Massen enthielten zahllose ovale Cysten, von denen eine jede zwei *Mastogloja* einschloss. Die größten Cysten enthielten völlig erwachsene Exemplare; die kleineren zwei schiffchenförmige Zellen und so in Abstufungen bis zu den kleinsten. Diese schlossen zwei längliche grüne Körperchen ein, die in Anbetracht der anderen Stadien als Embryonalformen von *Mastogloja* gedeutet werden müssen.

An Süßwasserdiatomeen beobachtete der Verf. ebensolche Cysten, die deutlich erkennbare Schiffchen mit blaugrünem Endochrom und zwei Oeltröpfchen enthielten.

Auf Grund dieser Beobachtungen wendet sich der Verf. gegen die, besonders von Pfitzer ausgearbeitete Theorie, derzufolge die Diatomeen des Wachstums unfähig sind und sich deshalb nur durch Teilung vermehren können.

Weshalb gerade die Fähigkeit des Wachstums, die doch allen Organismen zukommt, den Diatomeen abgehen soll, ist wahrscheinlich nur aus historischen Gründen abzuleiten. Diese Hypothese geht Hand in Hand mit der Erkenntnis des Kieselpanzers der Diatomeen und wurde erst längere Zeit nach ihrer Annahme durch Pfitzer anders motiviert. Die Pfitzer'sche Hypothese ist kurzgefasst folgende: die Diatomeen wachsen nicht; sie können sich also allein durch Teilung vermehren. Dadurch bleibt die Tochterzelle kleiner als die Mutterzelle. Wenn die Individuen durch Teilung bis zum Minimum ihrer Gestalt heruntergekommen sind, konjugieren die kleinsten Formen und produzieren ein bis zwei Auxosporen. In der Auxospore entsteht eine

1) Memorie della Pontificia Accademia dei nuovi Lincei 1892.