

mischen Reactionen wurde hierfür der Nachweis durch Bestimmung mit dem Polarisationsapparate gemacht. Anlangend die Zeit der Verdauung ergibt sich eine solche Geschwindigkeit, wie sie in künstlichen Verdauungsgemischen ausserhalb des Magens nicht nachgeahmt werden kann, sodass bei der natürlichen Magenverdauung noch ein physiologischer Coefficient in Kraft treten muss.

Eingegangen aus Marburg 2 Hefte Sitzungsberichte (1880, 81). Schottelius, Casuistische Mittheilungen aus dem pathologischen Institut. Beneke über Carcinome in Strafanstalten.

### Physikalische Section.

Sitzung vom 4. December 1882.

Vorsitzender: Prof. Schönfeld.

Anwesend: 26 Mitglieder.

Neu aufgenommene Mitglieder die Herren Eyth, O. Hoffmeister, Stutzer und Thiel.

Vorstandswahl für 1883: Prof. Schönfeld als Vorsitzender, Andrä als Sekretär wiedergewählt, Dr. Bertkau zum Rendanten gewählt.

Prof. E. Strasburger spricht über den Befruchtungsvorgang.

„Meine Auffassung dieses Vorgangs wird sich am besten an einigen Beispielen, die ich willkürlich herausgreife, erläutern lassen.

Bei Spirogyra vereinigt sich der Inhalt zweier Zellen, der „Aplanogameten“, wobei Zellplasma mit Zellplasma, Zellkern mit Zellkern<sup>1)</sup> verschmelzen, ja auch die beiden Chlorophyllbänder vereinigen sich mit ihren Enden<sup>2)</sup>. Bei Spirogyra quinina bleibt keinerlei Inhalt von der Copulation ausgeschlossen<sup>3)</sup>. Doch hat de Bary auch Fälle, vornehmlich bei Spirogyra Heeriana, beobachtet, wo ein kleiner blasenförmiger Inhaltstheil in dem Copulationskanale zurückblieb<sup>4)</sup>.

1) Schmitz, Sitzungsber. d. niederrh. Gesellsch. 4. Aug. 1879. Sep.-Abdr., p. 23; Strasburger, Zellhäute, p. 252.

2) de Bary, Conjugaten, p. 3.

3) Befrucht. u. Zellth., p. 7.

4) l. c. p. 6.

Bei *Acetabularia mediterranea* verschmelzen die beweglichen Geschlechtsproducte, „Planogameten“, mit ihrem vorderen farblosen Ende, legen sich mit ihren Seiten an einander und gehen in einander auf. Auch hier hat sich Zellplasma mit Zellplasma und zweifellos Zellkern mit Zellkern vereinigt. Die copulirenden Planogameten sind nicht von einander zu unterscheiden, die einzige Bedingung für den Eintritt der Copulation ist, dass sie aus verschiedenen Gametangien (Sporen) stammen: dann ziehen sich die Gameten schon auf Entfernung an. Im Gametangium wird aber nicht der Gesamttinhalt zur Bildung der Gameten verwandt. Nicht unerhebliche Inhaltstheile werden bei der Befreiung der Gameten in Blasenform ausgestossen.

Die copulirenden Planogameten von *Ectocarpus siliculosus* haben nach Berthold<sup>1)</sup> zwei Cilien, im hinteren Abschnitt eine braune Farbstoffplatte, an der Oberfläche einen braunrothen, stark hervortretenden Fleck, in dem vorderen farblosen Ende einen Zellkern. Bei der Copulation verschmilzt das Zellplasma und die beiden Zellkerne, nicht die Farbstoffkörper und die rothbraunen Flecken. Mit den Gameten werden aus dem Gametangium kleine körnige Rückstände entleert. Der weibliche Planogamet, das Ei, übt auf die im Wasser vertheilten männlichen Planogameten, Spermatozoiden, eine starke Anziehungskraft aus.

Diese und ähnliche Beobachtungen hatten mich veranlasst in meiner Abhandlung über Befruchtung und Zelltheilung die Ansicht auszusprechen, dass es bei der Befruchtung sich um die Vereinigung der gleichwerthigen Theile beider copulirenden Zellen handle<sup>2)</sup>. Nach der eben gegebenen Schilderung ist diese Vereinigung gleichwerthiger Theile nur auf das Zellplasma und den Zellkern auszu dehnen. Dass die Chromatophoren sich nicht zu vereinigen brauchen, oft im Ei allein vertreten sind, übrigens ebenso wenig wie der Zellkern in chromatophorenhaltigen Pflanzen neu gebildet werden können, hat neuerdings Schmitz an zahlreichen Beispielen gezeigt<sup>3)</sup>. — Die Bezeichnung gleichwerthig, die ich aber brauchte, um die Vereinigung der gleichnamigen Theile der copulirenden Zellen zu bezeichnen, ist nur in morphologischem, nicht in physiologischem Sinne zu nehmen. Freilich scheint in solchen Fällen, wie sie von *Acetabularia* geboten werden, zwischen den copulirenden Zellen in der That kein anderer Unterschied zu sein, als der durch die Entstehung in verschiedenen Gametangien gegebene. Diese Gametangien sind nicht zu unterscheiden. Hat sich nur eines geöffnet, so schwärmen die Gameten gleichzeitig unter einander. Fügt aber der Zufall die gleichzeitige Oeffnung zweier Gametangien, so tritt stets Copulation zwischen den Gameten ein.

1) Mitth. aus der zool. Station zu Neapel, Bd. II, p. 403.

2) l. c. p. 76.

3) Die Chromatophoren der Algen, p. 128.

Durch das ganze Gebiet der Algen sind sichere Fälle constatirt, wo das Ei wie das Spermatozoid die beiden Bestandtheile der Zellen, Zellplasma und Zellkern, unterscheiden lassen. Dabei können sehr wesentliche Grössenunterschiede zwischen den beiden Geschlechtsproducten eingetreten sein, d. h. das Spermatozoid bedeutende Grössenabnahme, das Ei entsprechende Grössenzunahme erfahren haben. Das Ei behält den ursprünglichen Bau der Gameten im wesentlichen durch das ganze Pflanzenreich bei und zeigt deutlich die beiden Bestandtheile der Zelle. Das Spermatozoid lässt diese beiden Bestandtheile so lange nur, als es in der Form der Planogamete verbleibt, erkennen; hat es dieselbe eingeblüsst, so wird deren Nachweis schwieriger. So bei den an die Algen anschliessenden Characeen, Muscineen und Gefässkryptogamen. Mit der Reduction der Spermatozoidgrösse ist vor Allem ein Verlust an Zellplasma verbunden, die Kernsubstanz beginnt in der Masse des Körpers zu dominiren. Diese Erscheinung erweckt die Vorstellung, es könnte sich hauptsächlich um die Einführung von Kernsubstanz bei der Befruchtung handeln und es möchte das Zellplasma in der entstehenden Zygote (befruchtetes Ei) vorwiegend nur die Rolle eines Kräftevorraths spielen. In dem Maasse nämlich, als das Spermatozoid ärmer an Zellplasma wird, sehen wir, dass letzteres im Ei zunimmt, so dass schliesslich ganz extreme Verhältnisse bei der Befruchtung zwischen diesen beiden Substanzen obwalten. Dass aber die Spermatozoiden der Characeen, Muscineen und Gefässkryptogamen und andererseits auch die thierischen Spermatozoiden fast ausschliesslich aus Kernplasma bestehen, das haben übereinstimmend entwicklungsgeschichtliche <sup>1)</sup> wie chemische <sup>2)</sup> Untersuchungen ergeben <sup>3)</sup>. Namentlich die Uebereinstimmung mit dem Thierreiche ist hierbei schwerwiegend und dürften diese Vorgänge daher geeignet sein, auch diejenigen bei den gleichwerthigen Gameten zu beleuchten, bei denen der Befruchtungsvorgang somit auch nur in der Vereinigung der Zellkerne, nicht aber des Zellplasma gegeben wäre. So hatte schon O. Hertwig ausgesprochen, dass die Befruchtung allgemein auf der Copulation zweier Kerne beruhe <sup>4)</sup>, und neuerdings bemerkt auch Schmitz <sup>5)</sup>, dass die Thatsachen für die Annahme sprechen, dass es bei der Befruchtung wesentlich nur auf die Vereinigung des Zell-

1) Flemming, Arch. f. mikr. Anat. Bd. XVIII, p. 233 ff. Schmitz, Sitzungsber. d. niederrh. Gesellsch. 13. Juli 1880, Sep.-Abdr., p. 31, 32, Anm. 2.

2) Zacharias, Bot. Zeitung 1881, Sp. 827.

3) An den Spermatozoiden der Farrnkräuter bestehen im besten Falle nur die Cilien aus Zellplasma. Die centrale Blase der Mutterzelle ist bei der Befruchtung nicht betheiligt.

4) Morph. Jahrb., III, p. 278 u. a. a. O.

5) Chromatophoren, p. 128, Anm.

kerns der männlichen Zelle mit dem Zellkern der weiblichen Zelle ankomme. Hingegen bemerkt Pringsheim in einer vor kurzem veröffentlichten Abhandlung <sup>1)</sup>, dass der Ausdruck, die Zeugung beruhe auf einer Copulation der Zellkerne beider Sexualzellen, keineswegs dem thatsächlichen Vorgange entspreche. Pringsheim stellt die Kernnatur der Gebilde, die ich als solche während der Copulation im Ei der Gymnospermen und Angiospermen beschrieben habe, in Frage <sup>2)</sup>. Ich halte hingegen an deren Natur als Zellkern fest und möchte wissen, ob ein Histologe Gebilde, die in jeder Weise wie Zellkerne reagiren, mit Kernwandung und Kernkörperchen versehen sind, die nach der Verschmelzung einen sich theilenden Zellkern geben, für etwas anderes als wie für Zellkerne halten kann. Bei dieser Vereinigung, die in leichtester Weise im Ei von Orchis oder Monotropa zu verfolgen ist, findet auch eine Verschmelzung der Kernkörperchen statt und unterscheidet sich dieser Vorgang in nichts von der kurz zuvor sich abspielenden vegetativen Verschmelzung der beiden Zellkerne in der Embryosackhöhle, die bei eben denselben Pflanzen so klar zu beobachten ist <sup>3)</sup>. Wollte man aber immer noch an der Natur der copulirenden Zellkerne bei Angiospermen und Gymnospermen zweifeln, wie wäre dies möglich bei Spirogyra oder Ectocarpus, wo diese Copulation an Zellkernen sich vollzieht, deren histologische Bestimmung über allem Zweifel liegt.

Wie schon berührt wurde, findet bei der Copulation der Aplanogameten von Spirogyra eine Ausstossung von Substanz nicht statt. Damit dürfte die Fähigkeit nicht copulirter Zellen der copulirenden Spirogyrafäden sich am Leben zu erhalten, zusammenhängen und wohl auch die sonst beobachtete Fähigkeit mancher Spirogyren (*Spirogyra mirabilis*), Azygoten ohne Copulation zu erzeugen. Wo Ausscheidungen aus Zellen, die sich zum Geschlechtsact vorbereiten, beobachtet sind, mögen diese die Entwicklungsfähigkeit der betreffenden Zellen schwächen resp. unmöglich machen. Berthold gibt an <sup>4)</sup>, dass aus den Gametangien von *Ectocarpus siliculosus* zugleich mit den Gameten kleine körnige Rückstände entleert werden, nichtsdestoweniger haben die Eier die Fähigkeit bei ausbleibender Befruchtung sich parthenogenetisch zu entwickeln, und selbst die Spermatozoiden liefern beginnende Keimungsstadien und können sogar zu sehr schwächlichen und empfindlichen Keimpflanzen aus-

---

1) Neue Beobachtungen über den Befruchtungsact der Gattungen *Achlya* und *Saprolegnia*, Sitzungsber. d. königl. Ak. d. Wiss. zu Berlin 1882, p. 886.

2) l. c. p. 887.

3) Vgl. Befr. u. Zellth. Taf. II u. IV.

4) l. c. p. 403 Anm.

wachsen<sup>1)</sup>. Parthenogenetische Entwicklungsvorgänge, welche bei niederen Organismen öfters beobachtet werden, mögen damit zusammenhängen, dass keine oder nur geringe Substanzausscheidungen bei Anlage der Geschlechtsorgane stattfinden und deren Entwicklungsfähigkeit somit nicht ganz aufgehoben wird. Anders bei Acetabularien, wo sehr erhebliche Substanzmassen bei Anlage der Gameten ausgesondert werden und letztere denn auch bei ausbleibender Befruchtung zu Grunde gehen, ohne auch nur Spuren von Entwicklung zu zeigen. Diese Ausstossung bestimmter Substanztheile ist mit fortschreitender Differenzirung der Geschlechter durch das ganze organische Reich zu verfolgen. Die ausgestossenen Elemente treten uns als Kanalzellen, Richtungskörper, Plasmaballen verschiedener Art entgegen<sup>2)</sup>.

Fr. Balfour sprach sich bereits dahin aus, dass nach Bildung der Richtungskörper, der in den thierischen Eiern zurückbleibende Theil des „Keimbläschens“ ohne Hinzufügung des nucleolaren Theiles des männlichen Elementes zu weiterer Entwicklung unfähig sei und dass der parthenogenetischen Entwicklung eine Ausstossung von Richtungskörpern nicht vorausgehe<sup>3)</sup>. Ueber letzteren Punkt sind aber die Untersuchungen nicht abgeschlossen und wäre es immerhin möglich, dass hier Ausnahmen, nämlich parthenogenetische Entwicklung thierischer Eier nach Ausstossung von Richtungskörpern, vorkommen, wie denn schon die parthenogenetische Entwicklung an sich eine solche Ausnahme ist<sup>4)</sup>.

Bei Acetabularia ist kaum möglich anzunehmen, dass die beseitigte Substanz in den einzelnen Gametangien verschieden sei, nichtsdestoweniger ziehen sich die Gameten auf Entfernung an und findet die Copulation der Zellkerne in ganz typischer Weise statt; das lässt die sonst nahe liegende Annahme fraglich erscheinen, es würde verschiedene Substanz aus den männlichen und weiblichen Kernen ausgestossen und die Reste fänden sich bei der Copulation zu einem vollen Kerne wieder zusammen. Nein, die Vortheile der Befruchtung müssen in noch anderen Momenten liegen, die uns noch völlig verborgen sind. Doch das ist die physiologische Seite der Frage; mir galt es hier nur die morphologische zu entwickeln, die darin gipfelt, dass im Befruchtungsact eine Copulation von Zellkernen vorliegt, d. h. von Gebilden, die morphologisch als Zell-

1) l. c. p. 412.

2) Vgl. die Zusammenstellung in Befrucht. u. Zellth., p. 79, dann auch über die Sekretkörperchen in „Ueber den Theilungsvorgang der Zellkerne und das Verh. der Kernth. zur Zellth.“, p. 26.

3) Handb. d. vergl. Embryol. Bd. I, p. 73 u. 74.

4) Vergl. z. B. Bütschli, Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle etc., p. 37 und C. Grobbs, Arbeiten d. zool. Inst. in Wien Bd. II, p. (249) 47 und Bd. III, p. (269) 27.

kerne zu bezeichnen sind, ganz abgesehen davon, wie ihr physiologischer Gegensatz sich verhält.

Die Copulation der Zellkerne kehrt als so allgemeine Erscheinung durch das ganze organische Reich wieder, dass wir berechtigt sind, einen Vorgang, bei welchem Copulation von Zellkernen nicht stattfindet, aus diesem Grunde allein von den Befruchtungsvorgängen auszuschliessen. So ist für mich die Verschmelzung der Myxoamoeben im Plasmodium aus dem angeführten Grunde kein Befruchtungsvorgang. Andererseits ist freilich auch nicht Alles Befruchtung, wo Copulation von Zellkernen vorliegt. So nicht in dem schon angeführten Falle bei Bildung des secundären Embryosackkerns; so auch nicht bei Bildung der Endospermzellen, wo Kernverschmelzungen sehr häufig sind. An letzteren Objecten kann man feststellen, dass Zellen, die ihrer Natur nach einkernig sein sollen, durch Verschmelzung der Kerne auch einkernig werden, falls sie bei ihrer Entstehung durch Zufall mehr Kerne zugetheilt erhielten <sup>1)</sup>.

Wie Schmitz neuerdings zeigte <sup>2)</sup>, besitzen die Schizophyten einen Zellkörper, in welchem weder die Trennung in Zellplasma und Zellkern, noch in Zellplasma und Chromatophoren durchgeführt ist. Dieser Körper ist daher mit Haeckel als Cytode zu bezeichnen <sup>3)</sup>. Diese Organismen scheinen auch der geschlechtlichen Differenzirung zu entbehren, was ja mit ihrer niederen Organisationsstufe überhaupt zusammenhängen mag. Wäre eine Copulation hier vorhanden, so könnte sie nur auf der Verschmelzung der undifferenzirten Cytodenkörper beruhen.

---

Wiederholt <sup>4)</sup> habe ich bereits die Ansicht vertreten, dass bei der Befruchtung der Phanerogamen das Protoplasma direct die Wand des Pollenschlauches passirt, um zu dem Eiapparat zu gelangen. Dass die Kernsubstanz hierbei aufgelöst werden könne, ist nicht mehr anzunehmen, seitdem bekannt, dass ein Ursprung der Kerne aus Theilung überall da vorliegt, wo früher freie Kernbildung angenommen wurde. Also auch der Spermakern, der im Ei der Phanerogamen auftritt, kann nicht eine freie Kernbildung sein. Pringsheim hat in seiner letzten Publication <sup>5)</sup> gezeigt, in welcher Weise die „sichtlich“ gequollene Wand des Antheridiumschlauches von *Achlya colorata* Pr. von einer amoeboi-

---

1) Zellbildung und Zelltheilung, III. Aufl., p. 26.

2) Chromatophoren der Algen, p. 9.

3) Gen. Morphol., p. 275.

4) Befr. u. Zellth., p. 58. Bau u. Wachsth. der Zellhäute, p. 247.

5) l. c. p. 870.

**Verhandlungen**  
des  
**naturhistorischen Vereines**  
der  
preussischen Rheinlande und Westfalens.

---

Herausgegeben

von

**Dr. C. J. Andrä,**

Secretär des Vereines.

---

**Neununddreissigster Jahrgang.**

**Vierte Folge: 9. Jahrgang.**

Verhandlungen Bogen 13—21\*. Correspondenzblatt No. 2,  
Bogen 5—11\*. Sitzungsberichte der Niederrheinischen Gesellschaft  
Bogen 1—15\*.

Mit 1 Tafel und 17 Holzschnitten.

---

**Zweite Hälfte.**

---

**Bonn.**

In Commission bei Max Cohen & Sohn (Fr. Cohen).

1882.

