

25. Bruno Schussnig: Über den Zellkern der Protothyten.

(Eingegangen am 15. April 1919.)

Während auf dem Gebiete der Protozoenforschung in den letzten Dezennien eine große Anzahl von Untersuchungen vorliegen, die eine genauere Vorstellung über die Konstitution des Zellkernes ermöglichen, sind die Fortschritte der Protothyten-cytologie noch sehr gering. Alle Untersuchungen, welche an niederen Pflanzen angestellt wurden, bewegen sich immer noch im Rahmen jener Gesichtspunkte, welche für die Cytologie der höheren Pflanzen gewonnen worden sind und es herrscht immer noch das Bestreben, die Befunde, die hie und da an Thallophyten gemacht wurden, in diesem Sinne zu deuten. Zweck dieser Zeilen soll nun sein zu zeigen, daß sich die Verhältnisse bei den Protothyten doch wesentlich von denjenigen bei höheren Pflanzen unterscheiden und es soll daher der Versuch gemacht werden, unter Zuhilfenahme der auf zoologischem Gebiete gemachten Erfahrungen und bei gleichzeitiger Anwendung einiger wenigen, besser bekannten Ergebnissen bei den Protothyten, Richtlinien für künftige Forschungen zu entwerfen¹⁾.

Im Jahre 1911 erschien eine Arbeit von TRÖNDLE über den Nukleolus von *Spirogyra*, in welcher er auf Grund zahlreicher chemischer Reaktionen die schon lange bestehende Kontroverse, ob der Nukleolus dieser Alge aus Chromatin bestehe oder nicht, zu Gunsten der ersteren Auffassung endgültig bereinigte. Dadurch war der Beweis erbracht, daß das Chromatin im Zellkern von *Spirogyra* ausschließlich im sogen. Nukleolus zentralisiert ist. Dieses Verhalten weicht von allem, was wir bisher über pflanzliche Kerne wissen, so stark ab, daß das Aufsehen, welches diese Arbeit

1) Der Inhalt dieser Zeilen wurde in einem Vortrage im Naturwissenschaftlichen Verein der Universität Wien am 4. März d. J. dargelegt. Ich bemerke jedoch, daß ich schon im Jahre 1916, in der zoologisch-botanischen Gesellschaft meinen Standpunkt in dieser Frage in zwei Vorträgen vertreten habe, den ich auch später in einem Manuskript festlegte, daß aber dieses Manuskript, während meines Dienstes im Felde, im Botanischen Institut abhanden gekommen ist.

BRUNO SCHUSSNIG:

hervorrief, bis zu einem gewissen Grade Berechtigung hat. Trotzdem blieb TRÖNDLES Feststellung ohne Wiederhall und man bemühte sich, nach wie vor, alle Tatsachen, die man in der Struktur und Morphogenese der Protophytenkerne aufdeckte, in das etwas zu dogmatische Schema der STRASBURGERSchen Schule einzu-
fügen, allen abweichenden Ergebnissen, wie sie z. B. an den Kernen der Bacillarien schon seit langem bekannt sind, zum Trotz.

Heute kann man mit ruhigem Gewissen behaupten, daß zwischen der Konstitution der Protophyten- und Metaphytenkerne tiefgreifende Unterschiede bestehen und nur der Mangel an ausreichenden Beobachtungen hindern uns zu einer genauen Präzisierung dieser Divergenzen. In diesem Zusammenhange scheint mir eine Bemerkung von SCHMITZ von großem Interesse zu sein, weil sie in eine Zeit fällt, in welcher die Autorität STRASBURGERS noch nicht so weit gefestigt war und die andererseits zeigt, wie leicht richtig erkannte Tatsachen unter dem Einfluß einer mächtig gewordenen Schule in Vergessenheit geraten. SCHMITZ sagt, daß die Chromatinkörper in den Kernen von zahlreichen von ihm untersuchten Algen und Pilze „zuweilen in Gestalt eines einzelnen kugelig abgerundeten Körpers, des sog. Nukleolus, erscheinen, zuweilen in Form von mehreren oder selbst zahlreichen Körpern von gleicher oder verschiedener Größe und teils kugelig, teils länglicher oder unregelmäßig spindelförmiger Gestalt; zuweilen ist auch ein Teil der Chromatinkörper ausgebildet in Gestalt eines mehr oder minder reich verzweigten und sehr mannigfaltig gestalteten Gerüstwerkes aus feinen Fasern, ein anderer Teil ist in Gestalt eines oder mehrerer Nukleolen zusammengeballt; zuweilen endlich ist die gesamte Menge der Chromatinkörper in ein derartiges Gerüstwerk umgeformt“¹⁾. SCHMITZ war es auch, der meines Wissens als erster die Idee ventiliert hat, daß der Zellkern eine Phylogenie hinter sich hat, ein Gesichtspunkt, den später wieder GOLENKIN vertreten hat und auf den ich unten noch zu sprechen kommen werde.

Diese Äußerungen von SCHMITZ sind deshalb beachtenswert, weil sie eine große Übereinstimmung aufweisen mit unseren modernen Vorstellungen über das Zustandekommen der Struktur des ruhenden Kernes infolge von cyklischen Vorgängen. Wenn auch SCHMITZ nicht in der Lage gewesen ist, eine richtige Deutung der Kernkonstitution zu geben, denn diese ist nur auf Grund der morphogenetischen Vorgänge während der Karyokinese möglich,

1) SCHMITZ, FR. Die Chromatophoren der Algen. 1882. p. 167 n. ff.

so kommt ihm doch das Verdienst zu, die wichtigen morphologischen Verschiedenheiten im Bau der Protozoenkerne richtig erkannt zu haben.

Wie schon eingangs bemerkt, ist die Zahl der Untersuchungen an Protozoenkerne sehr gering und auch nicht vorurteilsfrei. Deshalb will ich, da auch der Botaniker wenig Gelegenheit hat, einen Einblick in die zoologische Literatur zu gewinnen, in kurzen Umrissen die wichtigsten Ergebnisse der Protozoenforschung hier als Grundlage darlegen und hier und da jene Fälle einflechten, welche botanischerseits besser bekannt und in unserem Sinne zu deuten sind. Bei der Besprechung der zoologischen Ergebnisse werde ich mich an den Ausführungen von HARTMANN¹⁾ und seiner Mitarbeiter halten, weil sie am übersichtlichsten und zur Einführung am besten geeignet sind.

Auf Grund einer morphogenetischen Analyse an zahlreichen tierischen u. z. T. auch pflanzlichen Protisten lassen sich in den Kernen derselben in der Regel zwei distinkte Komponenten unterscheiden, eine generative und eine lokomotorische. Durch die mannigfaltige Anordnung dieser beiden Komponenten kommt der strukturelle Bau des ruhenden Protistenkernes zustande. Im einfachsten Fall erscheint die gesamte Chromatinsubstanz, sowohl generativen als auch lokomotorischen Anteils, im sogen. Karyosom vereinigt; letzteres ist dann von einer hellen chromatinfreien Kernsaftzone umgeben, welche gegen das umgebende Zytoplasma scharf abgegrenzt erscheint. Nun kann durch zyklischen Abbau ein Teil der färbaren Substanz aus dem Karyosom austreten, welche sich in Form von kleinen Körnchen oder eines Netzgerüsts um das Karyosom herumlagert, wodurch ein sogen. Außenkern entsteht. Der Abbau kann schließlich so weit fortschreiten, bis die gesamte färbare Substanz in den Außenkern austritt und vom ursprünglichen Karyosom nur mehr das in der Regel in ihm enthaltene Centriol übrig bleibt. Auf diese Weise kommen auch die sogen. massigen Kerne zustande, die man besonders schön bei gewissen Dinoflagellaten nachgewiesen hat. Diese zyklischen Veränderungen können auch reversibel sein, man kann die einzelnen Phasen während der Ontogenie der betreffenden Organismen verfolgen, sie können aber als Phasen in der Phylogenie fixiert worden sein,

1) HARTMANN, M. Polyenengide Kerne etc. *Biolog. Centralbl.* 29. 1909. —, Die Konstitution der Protistenkerne und ihre Bedeutung für die Zellenlehre. Jena 1911. —, Protozoen und Flagellaten im Handwörterbuch der Naturwissenschaften. —, Biologie der Protisten in Kultur der Gegenwart. —, und SCHILLING. Lehrbuch der pathogenen Protozoen. Berlin 1917.

wodurch das bis zu einem gewissen Grade konstante Aussehen der Kerne innerhalb bestimmter Gruppen zu erklären ist.

Solcherart gebaute Kerne werden als Karyosomkerne bezeichnet. Sie bestehen, wie gesagt, aus dem Außenkern und dem Karyosom, welches letzteres in sich in vielen Fällen noch das Centriol birgt. Fehlt das Centriol, so wird der Binnenkörper Amphinukleolus bezeichnet, wenn er aus chromatischer Substanz aufgebaut ist, zum Unterschiede der Nukleolen im gewöhnlichen Sinne, die bloß aus Platin bestehen. Das Centriol liefert das Teilungszentrum; mithin werden auch solche Kerne, die ein solches besitzen, als Centronuclei bezeichnet.

Nach diesen kurzen nomenklatorischen Bemerkungen, wollen wir jenen Vorgängen unsere Aufmerksamkeit zuwenden, bei denen die feinere Konstitution des Kernes deutlich zu Tage tritt. Auf Grund dieser Erscheinungen teilt HARTMANN die Kerne der Protozoen (und dasselbe gilt, soweit bisher bekannt, auch für die Protophyten) in monoenergide und polyenergide Kerne, von denen er bei den ersteren wiederum holoenergide (vollwertige) und meroenergide (teilwertige) Typen unterscheidet.

Die monoenergide holoenergiden Kerne enthalten die beiden, weiter oben erwähnten Komponenten voll, wenn auch in wechselnder Anordnung und Ausbildung. So kann die generative und lokomotorische Komponente ausschließlich im Karyosom lokalisiert sein, in welchem Falle der Außenkern entweder garnicht oder bloß sehr schwach ausdifferenziert ist. Dieser bei *Protomonadin*, *Binucleaten*, verschiedenen *Amoeben* u. a. verbreitete Typus findet auch unter den Protophyten Vertreter, so aller Wahrscheinlichkeit nach unter den kleinen Kernen der *Siphonocen*¹⁾. Die Teilung wird durch das Centriol eingeleitet, welches sich hantelförmig durchschnürt, wobei zwischen den beiden Teilkörnchen ein Gelfaden, eine sogen. Centrodosome ausgespannt wird. Das Karyosom liefert in diesem Falle die achromatische Kernspindel, während sich die übrige generative, färbare Substanz zur Aequatorialplatte (eventuell auch noch zu den beiden Polplatten) differenziert.

1) Dem Typus eines Karyosomkernes ohne ausgebildetem Außenkern dürften wohl auch einige Vertreter der Gattung *Spirogyra* angehören. Doch ist die Morphogenese des Zellkernes bei dieser Gattung, trotz der zahlreichen vorliegenden Untersuchungen, so widersprechend, daß man kein endgültiges Urteil darüber fällen kann. Mir macht es den Eindruck, als wenn die Kerne der *Spirogyren* verschiedenen Typen angehörten, ähnlich wie dies auch bei den *Dinoflagellaten* der Fall ist.

Im wesentlichen dasselbe spielt sich bei jenen Karyosomkernen ab, mit dauernd ausgebildetem Außenkern. Es sind graduelle Verschiebungen in der Anordnung der beiden Komponenten, welche zu einer Scheidung des generativen Materials im Außenkern führen, welches bei der Teilung eventuell in Form von Körchen oder von Chromosomen-ähnlichen Gebilden in bestimmter Zahl auftreten kann, von dem lokomotorischen Material, welches im Karyosom zentralisiert ist und während der karyokinetischen Vorgänge die Spindel mit den Centriolen liefert. Außer bei Cryptomonaden u. a. treffen wir diesen Typus bereits bei einer Anzahl von Protothyten an, so bei *Gymnodinium fucorum* unter den Dinoflagellaten, dann unter den Euglenoidinen bei *Peranema trichophorum* und *Euglena* (Typus *viridis*, nach J. KARL¹), ferner bei *Chaetophora* (nach eigenen, unveröffentlichten Untersuchungen) und auch bei einer *Cladophora*, nach NĚMĚC.

Diese Trennung zwischen generativem Material im Außenkern und lokomotorischem im Karyosom braucht nicht immer eine scharfe zu sein. Vielmehr sind Fälle unter den Phytomonadinen und Cryptomonadinen u. a. bekannt, wo das Karyosom neben dem lokomotorischen auch noch etwas generatives Material enthält. Letzteres verschmilzt im Momente der Kernteilung mit dem generativen Material des Außenkernes, um zusammen mit ihm die Äquatorialplatte zu liefern.

Aus dem Gesagten geht bereits die große Mannigfaltigkeit besonders im Aussehen und in der Metamorphose des Außenkerns hervor. Aber auch die lokomotorische Komponente unterliegt mancher Abweichung, welche hauptsächlich auf den wechselnden Gehalt trophischer chromatischer Substanz zurückzuführen ist. Auch sonst können in der Anordnung der die lokomotorische Komponente konstituierenden Bestandteile wesentliche Verschiebungen vorkommen. So kann es vorkommen, daß die lokomotorische Komponente außerhalb des, auch jetzt noch vorhandenen, Binnenkörpers liegt, und zwar entweder im Außenkern oder an der Kernmembran anliegend. In einem solchen Fall kann das Material der generativen Komponente während der Karyokinese entweder vom Binnenkörper oder aber vom Außenkern geliefert werden. So verhält es sich bei einer Anzahl von Protistengruppen, so bei den Rhizomastiginen, Protomonadinen, Binucleaten, Chrysomonadinen, und ich glaube auch die Gattungen *Chlorogonium*

1) KARL, J., Über die Kernteilung der Englenen vom Typus *viridis*. (Botanikai Közlemények. Bd. XIV. 1915.)

(nach HARTMANN¹) und *Sphaeroplea* (nach GOLENKIN²) in diese Kategorie einreihen zu können, obzwar bei ersterem das Centriol erst mit dem auftreten der Halbspindel sichtbar wird und GOLENKIN keine Erwähnung vom Teilungszentrum macht. Ich selber fand in den Gametocytenkernen von *Ectocarpus* die lokomotorische Komponente in Form zweier Centriolen im Außenkern gelagert.

Schließlich verläßt die lokomotorische Komponente den Kern ganz, sie wandert in das umgebende Zytoplasma, wo sie dauernd extranukleär zu finden ist. Hier liefert der Kern bloß das Material der generativen Komponente, welche insofern eine höhere Stufe erreicht zu haben scheint, indem sie in Form von Chromosomen in bestimmter Zahl auftritt. Dieser Typus ist von höher organisierten, parasitischen Formen her bekannt, dürfte jedoch auch bei den höheren Prothophyten nicht selten sein. In gewissem Sinne könnte man hier *Derbesia Lamourouxii* erwähnen. Hier treten nach den Untersuchungen von DAVIS³) in den Kernen der Schwärm-sporenmutterzellen zahlreiche Körnchen auf, die aller Wahrscheinlichkeit nach in dem Karyosom ihren Ursprung nehmen. Sie liegen extranukleär und liefern die Geißeln der Schwärm-sporen. Die reiche Anzahl dieser Centriolen steht mit der polyciliaten Natur dieser Schwärmzellen im Zusammenhang und dürfte mithin nur einen Spezialfall des erwähnten Typus darstellen. Leider sind die Untersuchungen DAVIS noch unzureichend, um die wahre Natur dieser Kerne zu erkennen⁴).

In diesem Zusammenhange wäre noch der sogen. Pseudokaryosomkern zu erwähnen. Bei diesen sehen wir, was schon im vorangehenden als konstante Phasen angedeutet wurde, wie der Binnenkörper, aus welchem sich zuvor durch heteropole Teilung die lokomotorische Komponente losgelöst hat, als unbrauchbares Gebilde bei der Teilung ausgestoßen wird. Dieses Auswandern des Teilungszentrums wurde sehr schön von HARTMANN und CHAGAS bei *Haemogregarina lützi* verfolgt und läßt sich bei der großen Mehrzahl der bisher näher studierten Pilz- (Asomyceten-) kernen beobachten.

1) Untersuchungen über die Morphologie und Physiologie des Formwechsels etc. der Phytomonadinen. I. Über die Kern- und Zellteilung von *Chlorogonium elongatum* DANGEARD. (Archiv f. Protistenk. 39. 1918.)

2) Über die Befruchtung bei *Sphaeroplea amulina* etc. (Bull. de Moscou. 1899.)

3) Annals of Botany. 22. 1908.

4) Es wäre noch eine andere Deutung möglich, auf die ich weiter unten zu sprechen komme.

Schließlich wären nur noch die schon eingangs erwähnten massigen Kerne hervorzuheben, die dadurch entstehen, daß infolge cyklischen Abbaues des Karyosom die ganze färbbare Substanz in den Außenkern tritt. Letzterer erhält ein massiges Aussehen und vom Karyosom bleibt nur das, allerdings infolge der dichten netzigen oder körnigen Struktur des Außenkernes, nicht immer leicht auffindbare Centriol. Ein sehr hübsches Beispiel dieser Art unter den Protophyten hat uns JOLLOS bei der Gattung *Ceratium* vorgeführt.

Das Bild, welches die Teilung der Karyosomkerne bietet, ist ein relativ einfaches, wenngleich die Vorgänge, die sich dabei abspielen, doch schon einigermaßen kompliziert sind. Solange die Einzelheiten derartiger Kernteilungen nicht genauer bekannt waren, nahm man in vielen Fällen an, daß sich die Kerne der einfachen Protisten amitotisch teilten. Die Annahme, die, wie sich's gezeigt hat, auf einer Täuschung beruhte, war um so naheliegender, als man experimentell die Kernteilung (z. B. bei *Amoeba lacertae*) dermaßen beeinflussen kann, daß tatsächlich eine scheinbare Amitose erzielt wird. Andererseits unterscheidet sich der Vorgang der Teilung an einem Protistenkerne doch so sehr von den analogen Vorgängen bei Metazoen und Metaphyten, daß eine besondere Bezeichnung nötig erschien. Die Teilung an Karyosomkernen wird hiermit als Promitose bezeichnet. Charakteristisch für dieselbe ist das stetige Zusammenwirken zweier morphologisch und funktionell verschiedenen Komponenten und daß sich alle die Prozesse der Mitose innerhalb der Kernmembran des sich teilenden Mutterkernes abspielen. Eine Ausnahme davon machen jene Kerne, deren Teilungszentren aus dem Kern in das Cytoplasma ausgewandert sind.

Wir kommen nun zur Besprechung der meroenergiden (teilwertigen) Kerne. Obzwar sie bisher nur bei tierischen Protisten gefunden worden sind, so dürfen sie hier nicht übersprungen werden, da sie von großem theoretischen Interesse sind. In den Zellen der Trypanosomen findet man neben dem eigentlichen Hauptkern oder Trophonukleus (der, wie wir früher hörten, ein holoenergider Karyosomkern ist) ein zweites Gebilde von kernähnlichem Aussehen. Es ist dies der sog. Blepharoplast oder Kinetonukleus. Die morphogenetische Entwicklung lehrt, daß dieser Kinetonukleus durch heteropole Teilung des Hauptkernes entsteht und daß er mit der Bildung der Geißeln in engem Zusammenhang steht. Der Kinetonukleus kann seinerseits durch eine nochmalige heteropole Teilung das Basalkorn liefern. Diese Ge-

bilde, die ihre Entstehung dem (totipotenten) Hauptkern verdanken, unterscheiden sich nicht nur physiologisch (funktionell) von ihrem Erzeuger, sondern auch morphologisch, indem die generative Komponente schwach entwickelt erscheint, was wohl mit der spezifischen Funktion in Zusammenhang steht. Der Kinetonukleus ist mithin ein aus der heteropolen Karyosomteilung des Hauptkernes hervorgegangener Kern mit reduzierter generativen Komponente, während das Basalkorn schon nicht mehr den Formwert eines vollwertigen Kernes besitzt. Auf einen ähnlichen Reduktionsvorgang sind auch die Centrosomen der Heliozoen (Acanthocystiden) zurückzuführen, wo die Reduktion bis auf das übrig bleibende Centriol vorgeschritten ist, welches bei der Mitose als Teilungszentrum funktioniert. Auch die Basalkörper an der Insertionsstelle der Geißeln bei den Flagellaten kann man als solche Kernabkömmlinge auffassen und dasselbe gilt auch von den Schwärmzellen der höheren Protophyten, soweit genauere Untersuchungen zurzeit vorliegen. Ich werde auf dieses Problem noch später zurückkommen.

Die zweite Gruppe von Kernen, die HARTMANN unterscheidet, ist die der sog. polyenergiden Kerne. Diese mehrwertigen Polycarien, „die die prospektive Potenz zu einer größeren Anzahl von vollwertigen Kernen (Individuen) enthalten und sich durch multiple Zerfallsteilung fortpflanzen“¹⁾, sind hauptsächlich bei Radiolarien, Foraminiferen, Trichonymphiden, ferner bei Coccidien und beim Heliozoon *Wagnerella*, welches als Beispiel hier besprochen werden soll, näher untersucht worden. Bei dieser Form teilt sich der mit einem centriolhaltigen Karyosom ausgestattete Kern in der Weise, daß das Karyosom sich wiederholt innerhalb der Kernmembran vermehrt und mit zunehmendem Wachstum des Kernes die Anzahl von Karyosomen in demselben stark zunimmt. Schließlich zerfällt der ursprüngliche Kern und es treten so viele Karyosomkerne aus ihm heraus, als individualisierte Karyosome im Polycaryon entstanden waren. Das Polycaryon stellt also, vorübergehend oder dauernd, eine komplette Einheit dar. Von hohem Interesse ist das Verhalten der Polycaryen bei *Trichonympha agilis* Leidy. Hier beherbergt der Kern eine große Anzahl von Karyosomen, die bei der Teilung des Polycaryons, die den ganzen polyenergiden Kern betrifft, als chromosomenähnliche Schleifen erscheinen. Wir haben also hier eine weitere Stufe der

1) HARTMANN und SCHILLING, Lehrbuch der pathogenen Protozoen, 1917, pag. 17.

individuellen Integration vor uns, und dieses Verhalten führte HARTMANN¹⁾ zu der theoretischen Annahme, daß die Kerne der Metazoen im Grunde genommen polyenergider Natur wären. Die Chromosomen würden die Energideneinheiten darstellen, welche während der Teilung, im Zusammenhange mit ihrer spezifischen Funktion als Träger des Idioplasmas, sich als distinkte Individual-elemente herausdifferenzieren würden. Diese Auffassung, die, wie HARTMANN ausdrücklich betont, bis auf weiteres lediglich den Wert einer Arbeitshypothese besitzt, hat sicherlich sehr viel für sich und ich komme später noch darauf zurück.

Wir wollen vorher nachsehen, ob unter den Protophyten Polycaryen auch vorkommen, und ich bin in der Lage dies zu bejahen. So zeigen die Teilungsbilder bei *Ceratium*, welche von BORGERT genauer untersucht wurden, mit den vom selben Autor beobachteten Kernteilungen bei *Aulacantha* (einer Radiolarie) eine so weitgehende Ähnlichkeit, daß ich geneigt bin, diese Kerne für polyenergid zu halten. Mit einiger Sicherheit kann ich einen Fall von polyenergiden Kernen bei *Eremosphaera* angeben, bei der ich in den Kernen einen Zerfall des Karyosoms in vier Tochterkaryosome feststellen konnte, die sich genau so im Kern lagern, wie die später zur Entwicklung kommenden vier Autosporen. Feinere Details konnte ich an dem mir von Prof. WETTSTEIN zur Verfügung gestellten Präparate nicht nachweisen. Viel deutlicher kommt die polyenergide Natur der Ascuskerne bei einer Art von *Tubea*, die ich seit längerer Zeit beobachte und worüber ich in einer separaten Mitteilung berichten werde. Deutliche Polycaryen wurden von GRIGGS²⁾ in den Cysten von *Synchytrium decipiens* gefunden, mit succedaner und simultaner Teilung des Karyosoms. Mit einigem Vorbehalt möchte ich schließlich auch die Kerne von *Spirogyra subaequa*, welche von MITZKEWITSCH³⁾ untersucht wurden, als Polycaryen bezeichnen, obwohl aus den Angaben und Abbildungen dieses Autors die wahre Natur dieser Gebilde nicht mit Sicherheit zu erkennen ist.

Jedenfalls geht aus diesen wenigen, mehr oder weniger sicheren Angaben hervor, daß auch unter den Protophyten Polycaryen weiter verbreitet sein dürften, als man es bisher ahnt. Hier sind die entwicklungsmechanischen Möglichkeiten auch reichlich gegeben, die uns a priori das Zustandekommen von

1) Konstitution der Protistenkerne 1911.

2) Botanical Gazette. 1909, 1.

3) Flora. 1898.

polyenergiden Kernen recht plausibel machen. Ich erwähne in diesem Zusammenhange das Vorkommen von Formen unter den Trichonymphiden, die schon oben als Beispiel für Polycarien-führende Organismen genannt wurden, bei denen, wie z. B. bei der Gattung *Callonympha*, anstatt polyenergider Kerne zahlreiche Monocaryen vorkommen. Dies erinnert an die eigentümlichen Schwärmsporen von *Vaucheria* einerseits und andererseits ist es theoretisch zu erwarten, daß die Kernkonstitution bei den polyciliaten Schwärmern von *Oedogonium* z. B. ebenfalls eine in ähnlichem Sinne komplexe ist. Meine nur gelegentlich angestellten Beobachtungen an den Kernen dieser Gattung lassen mich stark vermuten, daß sich diese Annahme bewahrheiten wird. Gerade die Gattung *Oedogonium*, welche, wie allgemein angenommen, unter den Phycomyceten (Monoblepharidineen) einfach begeißelte Verwandte hat, dürfte sich für eine phylogenetische Studie der Polycarien besonders eignen. Auch die Kerne der Schwärmsporen von *Derbesia* könnte man in gewissem Sinne als polyenergid auffassen, nur mit dem Unterschiede, daß die Kernenergiden in diesem Falle auf die Basalkörper der Geißeln reduziert wären.

Soweit also in engsten Umrissen die wichtigsten Tatsachen, welche sowohl für die künftige Protophytenforschung als auch für die pflanzliche Zytologie weite Ausblicke eröffnet. Faßt man die derzeitigen Ergebnisse der zytologischen Forschung bei den Protophyten näher ins Auge, so lassen sich einige allgemeinere Sätze postulieren, die mir als Richtlinien für künftige Untersuchungen nicht unwichtig erscheinen. Vor allem lassen sich in der Ontogenese der höheren Protophyten, deren Zellen dem „phycoïden“ Typus (so möchte ich den Zelltypus der Algen und Pilze zum Unterschiede von den „monadoïden“ Zellen der Flagellaten bezeichnen) entsprechen, zwei Phasen der Organisation unterscheiden. Die Zweiphasigkeit kommt im Momente der Fortpflanzung zum Ausdruck, indem die Fortpflanzungszellen nicht nur in ihrer äußeren Morphologie, sondern, und das ist wichtig, auch im Bau des Kernes jene Merkmale aufweisen, die wir von den Flagellaten her kennen. Am deutlichsten geht dies aus jenen Strukturen hervor, die mit der Begeißelung im Zusammenhang stehen und die, wie wir hörten, bei den Flagellaten in ganz bestimmter Weise differenziert sind. Es findet mithin in der die Fortpflanzungszellen bildenden Mutterzelle ein Rückschlag statt, es treten Merkmale auf, die wir in den vegetativen Zellen des Somas vergeblich suchen, Merkmale, die ich mit dem Ausdruck *ancestral* belegen möchte.

Daraus folgt weiter, daß die Zelle der höheren Protophyten (Euphyceen und Eumyceten) virtuell eine andere, kompliziertere Organisation besitzt und daß sie mit den Zellen der monadoïden Organismen nicht zu homologisieren ist. Ich habe bereits im Jahre 1916 in einem Vortrage in der Zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien auf diesen Umstand hingewiesen und die Vermutung ausgesprochen, daß die „phycoïde“ Zelle einer Fortpflanzungscyste der Flagellaten (ganz allgemein ausgedrückt) zu homologisieren wäre, was ökologisch auch plausibel ist. Dadurch ließe sich die morphologisch-konstitutionelle Diskrepanz zwischen somatischen und Fortpflanzungszellen im Thallus der Protophyten erklären.

Der Abstand in der cytologischen Konstitution (welche natürlich in erster Linie in der feineren Morphologie des Zellkernes nachweisbar ist) nimmt mit steigender Organisation zu. So wird es auch zu erklären sein, daß man in den Somazellen hie und da noch Centrosomen wiederfindet, die, nach dem weiter oben Gesagten, phylogenetisch vom Karyosom resp. Centriol abzuleiten sind. Bei den höchstentwickelten Protophyten und auch bei Kormophyten ist das Centrosom in den vegetativen Zellen nicht mehr nachweisbar, wohl aber, und das gilt auch für die Kormophyten mit Spermatozoïdbefruchtung, in den Sexual- resp. generativen Zellen, in denen wir Centrosomen oder ihre Homologa fast überall nachweisen können, als ein Relikt der ancestralen Flagellatenorganisation.

Aber auch für die Konstitution der Zelle lassen sich prinzipielle Richtlinien aufstellen. Ich bin auf Grund von entwicklungsgeschichtlichen Studien zu der Überzeugung gelangt, daß die Zellen der Protophyten durchaus nicht gleichwertige Gebilde darstellen. Phylogenetisch betrachtet repräsentiert jenes Gebilde, welches man als Zelle bezeichnet, ein Element variabler Natur, welches auf verschiedenem Wege, infolge funktioneller Konvergenz wahrscheinlich öfters während der Phylogenie entstanden ist. Die oben getroffene Unterscheidung zwischen Zellen des monadoïden und des phycoïden Typus enthält nur eine Entwicklungsphase der vielen möglichen, die besonders unter dem zweiten Typus realisiert erscheinen. Wie im Aufbau der verschiedenen thalloïden Gebilde ein Prinzip der Integration von morphologischen Elementareinheiten zu höheren Individualitäten nachweisbar ist (worauf ich in dem erwähnten Vortrag schon aufmerksam machte), so ist ein ähnlicher Vorgang auch für das Zustandekommen der Zellorganisation denkbar, deren Exponent eben in vielen Fällen die polyenergiden Kerne sind.

Darüber mehr zu sagen, wäre verfrüht. Ich wollte in den vorangehenden Zeilen bloß in allgemeinen Zügen auf einige wichtige Probleme der Protophytenforschung und der Zytologie dieser Organismen aufmerksam machen, im Anschluß an meinen oben erwähnten Vortrag. Ich behalte es mir vor, binnen kurzem auf diese Fragen in ausgedehntem Maße zurückzukommen, wobei es mir möglich sein wird, die Ergebnisse der Literatur einer kritischen Behandlung zu unterziehen, sowie die Darlegungen durch eigene Untersuchungen zu stützen und zu ergänzen.

Wien.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1919

Band/Volume: [37](#)

Autor(en)/Author(s): Schussnig Bruno

Artikel/Article: [Über den Zellkern der Protophyten. 193-204](#)