

56. Eduard Strasburger: Einige Bemerkungen zu der Pollenbildung bei *Asclepias*.

Mit Tafel XXIV.

Eingegangen am 25. Juli 1901.

Dank den zahlreichen Arbeiten aus neuester Zeit darf wohl die Homologie zwischen den in Pollen- und Embryosackmutterzellen sich abspielenden Entwicklungsvorgängen als klar gelegt gelten. Meine Aufgabe aber soll es hier nicht sein, die umfangreiche Litteratur, die auf diesen Gegenstand Bezug hat, aufzuzählen. Sie ist jedem zugänglich und in botanischen Zeitschriften hinlänglich besprochen worden. Das Facit lautet dahin, dass die Pollenmutterzellen und Embryosackmutterzellen homolog sind. In den Embryosackmutterzellen muss derjenige Entwicklungsgang als der wenigst abgeleitete gelten, bei welchem vier Tochterzellen entstehen, von denen eine zum Embryosack wird, während die anderen auch wohl noch den ersten Anlauf zur weiteren Entwicklung nehmen können, meist aber vorher schon verdrängt werden. Der am meisten abgeleitete Fall ist jener, wo die Embryosackmutterzelle direct sich zum Embryosack ausbildet. Da liegt eine weit fortgeschrittene Reduction der ursprünglichen Ontogenese vor.

Das Merkmal, an welchem in dem Gewebecomplex des Nucellus die Embryosackmutterzelle sich als solche erkennen lässt, ist die Reduction der Chromosomenzahl im Kern. Speciell auf diesen Punkt gerichtete Untersuchungen haben ergeben, dass diese numerische Reduction der Chromosomen auch dann erst in der Embryosackmutterzelle sich vollzieht, wenn diese, in Folge der Entwicklungsverkürzung, direct zum Embryosack wird. An die numerische Reduction der Chromosomen schliesst sich in dem von ihr betroffenen Kern eine heterotypische Theilung an. Die heterotypische Theilung wird aber unter allen Umständen von einer homöotypischen, diese von einer typischen gefolgt. Daher die heterotypische Theilung zwar immer die Embryosackmutterzelle kenuzeichnet, die aus ihr und der homöotypischen Theilung hervorgehenden Producte aber verschieden sein können. Entweder liefern sie Embryosackanlagen oder deren Einschlüsse. In dem am wenigsten abgeleiteten Falle gehen aus der heterotypischen und der homöotypischen Theilung vier Embryosackanlagen hervor, genau so wie in Pollenmutterzellen diese beiden Theilungsschritte die vier Pollenkörner liefern. In jenem extremen Falle, wo die Embryosackmutterzelle selbst zum Embryosack wird,

kommen die aus der heterotypischen und homöotypischen Theilung hervorgegangenen vier Kerne zu Paaren in die beiden Embryosackenden und erzeugen beim nächsten Theilungsschritt den Eiapparat, die Gegenfüßlerinnen und die beiden Polkerne.

Eine ähnliche Verkürzung der Ontogenese, wie sie uns in Embryosackmutterzellen so oft entgegentritt, ist in Pollenmutterzellen bis jetzt nicht beobachtet worden, zum Mindesten erscheinen einige ähnlich lautende Angaben dort fraglich. Das darf nicht Wunder nehmen, denn eine Einschränkung der Zahl weiblicher Geschlechtsproducte im Verhältniss zu den männlichen macht sich aus guten Gründen mit fortschreitender Entwicklung im ganzen organischen Reiche geltend. Die Heterosporie ist bei den Pteridophyten sofort mit einer Reduction der Zahl der Makrosporenmutterzellen und zum Theil schon mit der Einschränkung der Weiterentwicklung auf nur eine Tochterzelle einer einzigen Makrosporenmutterzelle verbunden. Ähnliches lässt sich hingegen für Mikrosporenmutterzellen dort nirgends nachweisen. Und auch bei Phanerogamen steht nur ein Fall fest, in welchem die Mikrosporenmutterzellen, zwar ohne selbst eine Zahlenreduction zu erfahren, von ihren Tochterzellen nur je eine zur Weiterentwicklung bringen.

Dieser Fall liegt bei den Cyperaceen vor.

WILLE gab im Jahre 1882 zuerst an¹⁾, dass die Pollenmutterzellen der Cyperaceen zwar durch zwei auf einander folgende Kerntheilungen vier Kerne erzeugen, aber nur je ein Pollenkorn liefern. Ich fand dasselbe im Jahre 1884²⁾, constatirte zugleich, dass die vier Kerne in jeder Pollenmutterzelle nicht, wie es WILLE angab, mit einander verschmolzen, vielmehr drei von ihnen zur Seite gedrängt werden, während der vierte dem einzigen Pollenkorne, das sich entwickelt, zufällt. Dass eine Verschmelzung der Kerne zu einem einzigen Pollenkern in einem solchen Falle möglich sein sollte, würde unseren heutigen Kenntnissen gemäss schwer anzunehmen sein, im Jahre 1882 war das aber noch möglich. Dass thatsächlich diese Verschmelzung nicht vorliegt, zeigte neuerdings auch wieder JUEL in seiner der Pollenentwicklung bei *Carex* gewidmeten Studie³⁾. Es liegt also in diesem vereinzeltten Falle, den uns die Cyperaceen dar-

1) Om Pollenkornenes Udvikling hos Juncaceer og Cyperaceer. Christiania Vidensk. Selsk. Forhandl. 1882, No. 16. Und ausführlicher: Ueber die Entwicklungsgeschichte der Pollenkörner der Angiospermen und das Wachsthum der Membranen durch Intussusception. Christiania Vidensk. Selsk. Forhandl. 1886, No. 5, p. 41).

2) Neue Untersuchungen über den Befruchtungsvorgang bei den Phanerogamen als Grundlage für eine Theorie der Zeugung. 1884, S. 11.

3) Beiträge zur Kenntniss der Tetradentheilung. III. Die Entwicklung der Pollenkörner bei *Carex*. Jahrb. für wiss. Botanik, Bd. XXXV, 1900, S. 649.

bieten, etwas Aehnliches vor wie bei der Entwicklung der Makrosporen aus ihren Makrosporenmutterzellen bei Hydropterideen. Zum Unterschied gegen jene findet aber in den Antherenfächern, also den Mikrosporangien der Cyperaceen, nicht eine Verdrängung der Mutterzellen bis auf eine statt, so dass die Zahlenreduction der erzeugten Pollenkörner, also Mikrosporen, bei Weitem nicht so extrem ausfällt. Thatsächlich wäre der Nutzen einer solchen Reduction der Pollenmenge hier auch nicht einzusehen, ja die so schon gegebene Einschränkung der Zahl ist schwer zu erklären, da alle Cyperaceen Windblüthler¹⁾ sind, eine grosse Menge von Pollen ihnen daher Noth thut.

WILLE führte in seiner Arbeit von 1886²⁾ auch noch andere Fälle an, wo weniger als vier Pollenkörner aus einer Pollenmutterzelle hervorgehen; doch er vereinigte sie alle mit Recht unter den Begriff von „Missbildungen“, die als solche mit den hier behandelten Fragen nichts zu thun haben.

Es bleibt also nur der Fall der Asclepiadeen, der immer noch in der Litteratur seinen Platz findet. WILLE gab im Jahre 1886³⁾ an, es scheine ihm, dass bei *Asclepias* ganze Massen ungetheilter Pollenmutterzellen von einer exineartigen Membran umgeben seien. Das glaubte ich im Jahre 1889⁴⁾ bestätigen zu können. Ich hielt die radial gestreckten Zellen, die das junge Pollenfach bei *Asclepias syriaca* füllen, für „Urmutterzellen“ und liess sie in vier oder weniger Zellen sich theilen, die ich als Pollenmutterzellen bezeichnete und die ohne weitere Theilung den zum Pollinium vereinigten Pollen liefern sollten. Dem entgegen behauptete CHAUVEAUD⁵⁾ im Jahre 1892, dass bei *Cynanchum* eine Theilung der Pollenmutterzelle sich vollziehe, doch lauteten seine Angaben so, dass aus ihnen, wie schon JUEL hervorhob⁶⁾, eine bestimmte Schlussfolgerung sich nicht ziehen liess. Denn nur eine einzige Theilung der Pollenmutterzellen wird angegeben. Daher auch SYDNEY H. VINES in seinem Lehrbuch der Botanik behaupten konnte⁷⁾, dass bei *Asclepias* jede Mutterzelle direct zum Pollenkorn im Pollinium werde und seine Angabe sich in einem diesjährigen Aufsatz von GEO. F. ATKINSON⁸⁾ über die Homologien und den wahrscheinlichen Ursprung des Embryosacks noch wiederfindet.

1) PAUL KNUTH, Handbuch der Blütenbiologie. Bd. II, Theil II, 1899, S. 527.

2) l. c., S. 56 ff.

3) l. c., S. 41.

4) Ueber das Wachstum vegetabilischer Zellhäute. Histologische Beiträge, Heft II, S. 80.

5) De la reproduction chez le Dompte-venin. Paris, Dissert., p. 41 ff.

6) l. c., Jahrb. für wiss. Botanik. Bd. XXXV, 1900, S. 650.

7) A Students Text-Book of Botany. 1895, S. 435.

8) On the Homologies and probable Origin of the Embryo-Sac. Science N. S. Vol. XIII, No. 327, p. 537.

An sich wäre die Möglichkeit, dass bei *Asclepias* die Pollenmutterzellen direct zu Pollenkörnern werden, nicht ausgeschlossen. Warum sollte in der That sich nicht einmal in den Pollenmutterzellen eine ähnliche Reduction vollzogen haben, wie sie die Embryosackmutterzellen so mancher Familien der Angiospermen aufweisen. Dann musste ich aber auf Grund meiner sonstigen Kenntnisse erwarten, dass in solchen direct aus Pollenmutterzellen hervorgegangenen Pollenzellen die zur Bildung des generativen und vegetativen Kernes führende Theilung eine heterotypische sei und die Theilung des generativen Kernes sich dann homöotypisch vollziehe. Ja, bei der Tendenz auf die numerische Reduction der Chromosomen rasch zwei Theilungen folgen zu lassen, wäre hier wo möglich ein sehr rasches Eintreffen der ersten Theilung im Pollenkorn zu erwarten, und ihr hätte eine zweite Theilung schon im Pollenkorn, und nicht erst im Pollenschlauch folgen, event. sich auch am vegetativen Kern vollziehen können. Diese vom theoretischen Standpunkt nicht unwichtige Frage veranlasste mich, *Asclepias Cornuti* auf seine Pollenbildung hin zu prüfen. Das Resultat ergab alsbald, dass alle theoretischen Speculationen über diesen Fall überflüssig waren, da auch *Asclepias* sich dem allgemeinen Schema der Pollenbildung fügt. Die Pollenmutterzellen der Asclepiadeen liefern, so wie andere Pollenmutterzellen, je vier Pollenzellen, und diese sind es, und nicht Pollenmutterzellen, welche das Pollinium zusammensetzen. Dessen ungeachtet bot doch die Pollenentwicklung der Asclepiadeen einige interessante Einzelheiten und bestimmte mich auch, wegen der sehr einladenden Anordnung der Zellen, der Centrosomenfrage nochmals nachzuforschen.

Aus letzterem Grunde liess ich keine der bewährten Fixirungsmethoden an diesem Object unversucht und wandte auch ausser dem in unserem Institut besonders erprobten Dreifärbungsverfahren auch jene Färbungsmittel an, welche für Centrosomennachweis bei thierischen Objecten am sichersten zum Ziele führen.

Quer- und Längsschnitte durch Blütenanlagen von *Asclepias Cornuti* lehren, dass in derselben Weise wie sonst üblich, das sporogene Gewebe der Theilung einer hypodermalen Zellschicht der Staubblattanlage seine Entstehung verdankt. Es stellt meist nur eine einfache Schicht, annähernd radial oder etwas schräg zu der Blütenachse orientirter und in dieser Richtung gestreckter Zellen dar. Diese Zellen entsprechen in ihrer Entstehung den Pollen-Urmutterzellen WARMING's¹⁾, fungiren aber nachweislich bereits als Pollenmutterzellen. Darin liegt an sich nichts Besonderes, da es auch an anderen ähnlichen Vorkommnissen nicht mangelt, und *Malva*, *Datura*, *Mentha*,

1) Ueber Pollen bildende Phylome und Kaulome. Abhandl. von HANSTEIN, Bd. II, Heft 2, 1873, S. 31.

Chrysanthemum als derartige Beispiele, in Anschluss an WARMING, in den Lehrbüchern angeführt werden. Auffällig erscheint aber immerhin, dass die Pollenmutterzellen bei *Asclepias* in Theilung eintreten, ohne sich zuvor zu trennen und abzurunden, und dass sie ihre beiden Theilungen in derselben Richtung vollziehen. Was für ihre Pollenmutterzellnatur sofort entscheidet, das ist die Zahlenreduction der Chromosomen, die sich in ihren Kernen nachweisbar vollzieht. Ich zählte meist gegen zehn Chromosomen in der Aequatorialplatte dieser Kerne und gelangte schliesslich zu der Ueberzeugung, dass diese Zahl die hier herrschende sei. Die Zahl zehn war mir bisher in den Reductionsbildern generativer Zellen nicht vorgekommen, doch stellte sie vor Kurzem im hiesigen Institut F. E. LLOYD auch für eine *Crucianella* fest, während andere Rubiaceen ihm die Zahl zwölf ergaben. Die Theilungsbilder, die ich in den Geweben jüngster Samenanlagen von *Asclepias* stets zahlreich antraf, wiesen eine weit grössere Zahl von Chromosomen als jene der Pollenmutterzellen auf. Bei der Kleinheit der Chromosomen in den vegetativen Zellen war ihre ganz sichere Abzählung nicht möglich, doch wiesen die Kernplatten oft bestimmt gegen 20 Elemente auf, wie denn das Bild Fig. 12 die Wiedergabe von 18 bis 19 Elementen mit einiger Sicherheit gestattete. Auch Seitenansichten der Kernplatten in den Pollenmutterzellen (Fig. 2) und den vegetativen Geweben (Fig. 13) geben beim Vergleich diesen Zahlenunterschied der Chromosomen sofort an.

Auch die Chromosomen der Pollenmutterzellen sind sehr klein, was um so mehr auffällt, als die ruhenden Kerne dieser verhältnissmässig grossen Zellen einen bedeutenden Durchmesser aufweisen (Fig. 1). Doch sind diese Kerne eben sehr inhaltsarm und nur durch ein auffallend grosses Kernkörperchen ausgezeichnet. Eine sehr schwächige Kernspindel (Fig. 2), deren fein ausgezogene Enden sich meist eine Strecke weit in dem Cytoplasma der Mutterzelle verfolgen lassen, geht aus diesen Kernen hervor. Die Längsachse der Kernspindel fällt mit jener der Pollenmutterzelle zusammen, so dass man es in seiner Gewalt hat, die Bilder in den Schnitten in der gewünschten Lage zu bekommen. Da die sämmtlichen Pollenmutterzellen eines Antherenfaches in demselben Theilungsstadium sich befinden, so lassen sich stets zahlreiche Ansichten desselben Zustandes mit einander vergleichen. Die Chromosomen sind zu klein, als dass ein näheres Eindringen in den Theilungsvorgang bei ihnen möglich wäre. Ich begnügte mich mit der Abzählung der aus einander weichen Tochterchromosomen (Fig. 4, 5) und der Feststellung ihrer verringerten Grösse. Zwischen den beiden Tochterkernanlagen wird ein linsenförmiger Complex von Verbindungsfäden ausgebildet (Fig. 6) und durch Vermittelung seiner Zellplatte eine Quertheilung der Pollen-

mutterzelle in zwei gleich grosse Tochterzellen vollzogen. Die Kerne erreichen in diesen Zellen den vollen Ruhezustand und fallen dann wieder durch ein verhältnissmässig grosses Kernkörperchen und ihre sonstige Inhaltsarmuth auf. In Vorbereitung zum weiteren Theilungsschritt, der alsbald folgt, strecken sich die Kerne lang spindelförmig (Fig. 7). Eine ähnliche Erscheinung lässt sich auch schon beim ersten Theilungsschritt beobachten. Diese Streckung stellt sich besonders in den schmälern Zellen der Staubfachmitte ein, während die kürzeren und breiteren Randzellen gleichzeitig annähernd runde oder ellipsoidische Kerne aufweisen. Der zweite Theilungsschritt erfolgt in derselben Richtung wie der erste, so dass nach seinem Abschluss jede Pollenmutterzelle, so wie das unsere Fig. 8 zeigt, in vier hinter einander liegende Zellen zerlegt erscheint. Dass die zweite Kerntheilung hier eine homöotypische ist, lässt sich aus dem etwas abweichenden Aussehen der Kernplattenelemente wohl schliessen, bei der Kleinheit dieser Elemente, die körnchenartig erscheinen, aber nicht beweisen. Unser Bild Fig. 8. führt den medianen Längsschnitt durch ein Antherenfach vor. In dem gegebenen Falle war, wie meist, die Pollenmutterzellenschicht durchgehends einfach, doch sind mir auch Staubfächer vorgekommen, in welchen, bei besonders schräger Orientirung der Pollenmutterzellen, diese stellenweise in doppelter Lage auftraten. Sowohl die einzelnen Pollenzellreihen, wie auch die Pollenzellen in jeder Reihe, sind durch sehr zarte Wände getrennt, die alsbald etwas verdickt werden. Eine stärkere Verdickung erfährt nur die gemeinsame Aussenwand des Polliniums. Diese Verdickungsschichten sind cutinisirt und müssen als polleneigene Wände, als die Exine der einzelnen Körner gelten. Zu dieser Zeit beginnen die Pollenkörner auch sich mit körnigen Stoffen zu füllen. Der Inhalt manches Pollenkorns wird dabei besonders grobkörnig und speichert begieriger Farbstoff auf. Solche Zellen collabiren später und werden mehr oder weniger vollständig verdrängt. Das findet in weit höherem Masse in den oberen sich verschmälernden Enden und an den Seitenwänden der Pollinien, als in ihrem mittleren Theile statt. Durch jene Verdrängungen einzelner Zellen und sonstige Verschiebungen bei Grössenzunahme verwischt sich stellenweise die ursprüngliche Anordnung der Pollenkörner mehr oder weniger vollständig. Erst kurz vor der Reife wird in jedem Pollenkorn die Theilung ausgeführt, durch welche es in eine verhältnissmässig kleine generative und weit grössere vegetative Zelle zerlegt wird (Fig. 11). Die doppelschichtigen Tapetenzellen bleiben bis in diese Entwicklungsstadien hinein erhalten und haben nur zum Theil ihren Inhalt eingebüsst. Sie erscheinen jetzt körnerarm, schaumig. Mehr oder weniger vollständig resorbirt sind sie erst in der geöffneten Blüthe. Die einzelnen Pollenkörner weisen jetzt eine

ziemlich starke Intine auf. Diese ist es, die zum Pollenschlauch auswächst, nachdem ein Insect das Pollinium in eine Narbenkammer übertrug. Während der Bildung der Pollenschläuche werden die zarten Mittellamellen, die ursprünglichen Mutterzellwände, zwischen den Pollenkörnern gelöst, und sie treten mehr oder weniger aus dem Verbande. Durch Quellung der Pollenkörner und Bildung der Schläuche wird auch die gemeinsame Aussenwandung des Polliniums gesprengt.

Was in der Theilungsart der Pollenmutterzellen von *Asclepias* besonders instructiv erscheint, das ist die volle Uebereinstimmung mit der Theilungsart der Embryosackmutterzellen, so weit als diese vier Embryosackanlagen liefern. Die Aehnlichkeit wird noch auffälliger dort, wo mehrere Embryosackmutterzellen vorhanden sind, mit demselben annähernd parallelen Verlauf wie ihn die Pollenmutterzellen bei *Asclepias* aufweisen. Mir trat ein solcher Fall für Embryosackmutterzellen zum ersten Mal bei *Rosa livida* entgegen¹⁾; seitdem haben sich ähnliche Beobachtungen gemehrt. Das Verhalten der Pollenmutterzellen von *Asclepias* beweist für alle Fälle, dass in der Theilungsrichtung ein principieller Gegensatz zwischen Pollen- und Embryosackmutterzellen nicht zu suchen ist. Augenscheinlich entscheiden die Raumverhältnisse in den Pollenfächern von *Asclepias* über die Richtung, in welcher die Theilung der Pollenmutterzellen fortschreitet, und dasselbe lässt sich auch für die Theilungsrichtung der Embryosackmutterzellen annehmen. Im Uebrigen sind auch schon andere Fälle bekannt, in welchen die aus einer Pollenmutterzelle hervorgegangenen Enkelzellen sich unter Umständen in einer einzigen Reihe anordnen können. So bei jenen Orchideen, deren Pollenmutterzellen vereinigt bleiben, wo für die Theilung der letzteren somit ähnliche Bedingungen wie bei den Asclepiadeen bestehen. Für *Orchis mascula* giebt demgemäss WILLE²⁾ an, dass, wenn deren Urmutterzellen im Autherenfach „sehr lang und schmal gewesen sind“, „alle Specialmutterzellen in einer Reihe liegen“ können. Nicht uninteressant erscheint es, dass bei den meist den Asclepiadaceen beigezählten Periplocoideen, deren Blütenstaub in Vierergruppen vereinigt ist, die Pollenzellen in diesen Gruppen gelegentlich auch gerade Reihen bilden. Einen solchen Fall reproducirt SCHUMANN³⁾ in den Natürlichen Pflanzenfamilien für *Atherandra pubescens*. Bei *Periploca graeca* fand ich vorwiegend Vierergruppen mit zwei mittleren Zellen und je einer Endzelle. Kommen im Präparat die beiden

1) Die Angiospermen und die Gymnospermen. 1879, S. 14 und Taf. IV.

2) Ueber die Entwicklungsgeschichte der Pollenkörner der Angiospermen. 1886, S. 40.

3) ENGLER und PRANTL, IV. Theil, 2. Abth., 1895, S. 196, Fig. 64, H rechts, S. 217.

mittleren Zellen über einander zu liegen, so bekommt man nur eine Reihe von drei Zellen zu sehen. Eine Anordnung zu vier in gerader Richtung auf einander folgender Zellen kam mir hier nicht vor.

Für den Nachweis von Centrosomen, falls solche vorhanden wären, schienen die Pollenmutterzellen von *Asclepias* wie geschaffen. Denn ihre radiale Anordnung, sowie ihre Theilungen, die eine Richtung einhalten, ermöglichen es, die Schnitte ganz nach Bedarf zu orientiren. Dazu kommt, dass das Cytoplasma der Pollenmutterzellen zur Zeit ihrer Theilungen fast frei von allen körnigen Einschlüssen ist, solche Körnchen somit meist auch fehlen, welche die Centrosomen verdecken oder ihre Unterscheidung erschweren könnten.

Das Alles veranlasste mich, die Frage nach dem Vorhandensein von Centrosomen bei den höher organisirten Pflanzen hier nochmals aufzunehmen, eine Frage, die ich, der eigenen Ansicht nach, zeitweise für hinlänglich erschöpft halte und die ich demgemäss ihrem Schicksal sonst ruhig überlassen hätte. Ich will damit nicht behaupten, dass der Nachweis von Centrosomen ein für alle Mal bei den höher organisirten Pflanzen ausgeschlossen sei, wohl aber, dass die ganz neuerdings veröffentlichten Untersuchungen, welche diesen Nachweis behaupten, nicht geeignet sind, mich in meiner Auffassung der Sachlage zu beeinflussen. Das gilt von den Untersuchungen, die BERNARD¹⁾ über die Attractionssphären bei *Lilium candidum*, *Helosis guyanensis*, und noch mehr von jenen, die YAMANOUCHI²⁾ für die Pollenmutterzellen von *Lilium longiflorum* veröffentlicht hat. Da habe ich doch viel zu viel in der vorzüglichsten Weise fixirte und tingirte Objecte solcher Art gesehen, als dass anders lautende Angaben meine Auffassung hier ohne Weiteres erschüttern könnten; es müssten denn völlig neue Hilfsmittel zum Nachweis der Centrosomen in Anwendung gekommen sein, was in den genannten Publicationen nicht der Fall ist. Zu berücksichtigen wäre auch, dass ich bei den niederen Gewächsen Centrosomen, wo vorhanden, sehr wohl nachzuweisen wusste, und damit auch ein Urtheil darüber gewann, was von einem Gebilde, welches als Centrosom, als Attractionssphäre oder dergleichen gelten soll, zu verlangen sei. Nicht minder bot sich mir oft auch Gelegenheit, die vorzüglichsten Präparate thierischer „Centralkörper“ zu sehen. So hatte neuerdings der College FRIEDRICH MEVES die Gefälligkeit, mir seine ausgezeichneten Präparate von *Paludina* und von Myriopoden zu demonstriren. Gerade die Schärfe dieser Bilder, welche alle Zweifel an der Richtigkeit der Deutung ausschloss, veranlasste mich zu der Bitte, es möchte dem Assistenten am hiesigen botanischen

1) Recherches sur les sphères attractives de *Lilium candidum*, *Helosis guyanensis* etc. Journal de Botanique 1900, No. 4, 6 et 7.

2) Beihefte zum Bot. Centralblatt. Bd. X, 1901, S. 301.

Institut, Dr. MAX KÖRNICKE, gestattet sein, sich im anatomischen Institut zu Kiel in die dortige Technik des Centralkörpernachweises einzuarbeiten. Die Collegen FLEMMING und MEVES gingen bereitwilligst auf meine Bitte ein, und so konnten denn meine *Asclepias*-Präparate bereits genau nach den für thierische Objecte erprobten Methoden behandelt werden. Ueber dieses Verfahren wird demnächst Dr. KÖRNICKE eingehend berichten, ich selbst beabsichtige es auch bei späterer Gelegenheit zu thun. Hier sei nur vorausgeschickt, dass mein *Asclepias*-Material in verschiedener Weise fixirt und dann, zum Zweck des Centrosomennachweises, der Eisenhämatoxylinfärbung unterworfen wurde, mit Berücksichtigung aller jener Nebenumstände und Einschaltung aller jener Nebenoperationen, die sich bei thierischen Objecten bewährt haben. Das Resultat blieb jedoch negativ, so dass die Behauptung: Centralkörper müssten dessen ungeachtet noch bei den höher organisirten Pflanzen gefunden werden, zunächst nur den Werth einer persönlichen Ueberzeugung beanspruchen kann. Die theoretische Wahrscheinlichkeit, dass auch den höheren Pflanzen solche Centralkörper zukommen müssten, beherrschte mich auch seinerzeit und bedingte es, dass ich ebenfalls für deren Vorhandensein in „den Pollenmutterzellen von *Larix* eintrat¹⁾. Später blieb mir, bei weiterer Ausdehnung meiner Erfahrung, nichts anderes übrig, als mich den gegentheiligen Ergebnissen zu fügen. Diese bestehen auch noch in diesem Augenblicke für mich zu Recht, und kann ich nicht verschweigen, dass mir das Gelingen des Nachweises individualisirter Centralkörper bei höher organisirten Pflanzen immer unwahrscheinlicher wird. Selbstverständlich bin ich bereit, diese Vorstellung jeden Augenblick mit einer besseren zu vertauschen, sobald letztere erwiesen wird. Ja, in theoretischer Beziehung wäre mir ein solcher Nachweis sogar erfreulich, weil er eine weitere Aehnlichkeit in den grundlegenden histologischen Vorgängen zwischen Metazoen und Metaphyten schaffen würde, eine Analogie, deren Ursache, wie in vielen anderen entsprechenden Fällen, nur durch den inneren Gang der Entwicklung bedingt sein könnte.

Zu *Asclepias* bemerkte seiner Zeit RACIBORSKI²⁾: „Dagegen ist es verhältnissmässig leicht, die Centrosomen während der Theilung der Pollenmutterzellen von *Asclepias* sichtbar zu machen. Hier sind die Zellen im Verhältniss zu den Kernen enorm gross, mit Plasma dicht angefüllt, die karyolytischen Spindeln sind zwar schmal, aber sehr lang. An der Spitze derselben, und zwar ebenso bei Fixation mit Alkohol wie mit Salpetersäure oder HERMANN'scher Lösung und Färbung mit Haematoxylin, sind die Centrosomen — besonders

1) Karyokinetische Probleme. Jahrb. für wiss. Bot., Bd. XXVIII, 1895, S. 179.

2) Flora Bd. 83. 1897, S. 351.

mit schwacher Vergrößerung untersucht — deutlich. Sind jedoch die Schnitte sehr dünn und die Linse stark genug, so erscheinen die vermeintlichen kugeligen Centrosomen nur als Centren der radiären Plasmastrahlungen.“ Mir sind genau centrirte Strahlungen in den Pollenmutterzellen von *Asclepias Cornuti* nicht entgegengetreten, wohl aber an den Enden der zur Theilung sich anschickenden Kerne, so wie nach den Spindelpolen, im Beginne der Anaphase, convergirende Strahlen, so wie ich sie in den Figg. 7 und 4 möglichst genau wiederzugeben versuchte. Da an den Orten, nach welchen die Strahlen convergiren, das Plasma dichter angesammelt ist, so treten solche Stellen, bei schwächerer Vergrößerung, wie Strahlungscentren hervor. Würden die Pollenmutterzellen von *Asclepias* individualisirte Centralkörper besitzen, so müssten diese schon an dem ruhenden Kern, wie ihn unsere Fig. 1 darstellt, zu entdecken sein. Das ist aber nie der Fall. Es gelingt dies auch nicht an den Enden so gestreckter Kerne, wie sie uns die Fig. 7 zeigt. Ebenso wenig fand ich sie an den Enden der langgestreckten Spindeln (Fig. 2), sowie den Spindelpolen in späteren Theilungsstadien (Fig. 4) und der Aussenseite junger Tochterkerne (Fig. 6). Da aus den Untersuchungen von MEVES und v. KÖRFF¹⁾ neuerdings sich ergab, dass unter Umständen die Centralkörper in nicht unbedeutender Entfernung von den sichtbaren Spindelpolen liegen können, so wurden alle in Betracht kommenden Strecken auf sie durchsucht. Die radiale Anordnung der Pollenmutterzellen und ihrer Theilungsproducte musste auch diese Aufgabe begünstigen, förderte trotzdem ein positives Ergebniss nicht zu Tage.

MEVES²⁾ hat neuerdings in den Spermatoeyten der Süßwasserschnecke *Paludina vivipara* bei der zweiten Reifungstheilung Vorgänge beobachtet, die an die Anlage mehrpoliger Spindeln in pflanzlichen Pollenmutterzellen erinnern. Dabei waren an den zahlreichen Polen der Anlage Centralkörperchen nachzuweisen, die weiterhin zusammrückten, um die Pole der zweipolig sich ausgestaltenden Spindel einzunehmen. Damit fielen die Einwände weg, die aus der Vielpoligkeit der Spindelanlagen in Pollenmutterzellen gegen das Vorhandensein von Centralkörperchen mehrfach erhoben wurden. Nichts desto weniger müssten aber doch in den Pollenmutterzellen die Centralkörperchen erst nachgewiesen werden, um berechtigten Anspruch auf Realität zu erlangen. Dieser geht ihnen zunächst noch ab.

Die Frage nach der Natur der Blepharoplasten in den Spermatischen der Pteridophyten und einiger Gymnospermen habe ich so eingehend

1) Zur Kenntniss der Zelltheilung bei Myriopoden, Archiv für mikr. Anat. und Entwicklungsgeschichte, Bd. 57, 1901, S. 481.

2) Ueber die sogen. wurmförmigen Samenfäden von *Paludina* und über ihre Entwicklung. Mitth. für den Verein Schlesw.-Holst. Aerzte, Jahrg X, Nr. 1. 1901.

in meiner Arbeit „über Reductionstheilung, Spindelbildung, Centrosomen und Cilienbildner im Pflanzenreich“¹⁾ behandelt, dass ich dieser Erörterung hier nichts Neues hinzuzufügen wüsste. Ich bin auch jetzt gegen die Deutung dieser Gebilde als Centrosomen. Massgebend für meine Auffassung wurden im Besonderen phylogenetische, auf den Vergleich sich gründende Gesichtspunkte. Doch da sich über die Beweiskraft phylogenetischer Speculationen streiten lässt, so muss ich hier auch den entgegengesetzten Standpunkt gelten lassen. Daran halte ich aber unter allen Umständen fest, dass auch durch die Deutung der Blepharoplasten als Centrosomen das Vorhandensein der letzteren an anderen Orten bei den höher organisirten Pflanzen nicht erwiesen ist.

Eine an *Cynanchum Vincetoxicum* gleichzeitig durchgeführte Paralleluntersuchung ergab, dass sich die Dinge dort nicht anders als bei *Asclepias* verhalten. Doch sind die Pollenmutterzellen bei *Cynanchum* weit steiler emporgerichtet, dazu weniger zahlreich, und nicht nach der gemeinsamen Mutterachse, sondern seitwärts orientirt. Aus dem steilen Aufsteigen der Pollenmutterzellen erklärt es sich, warum Querschnitte durch das Pollinium vorwiegend nur zwei Lagen Pollenkörner ergaben. Diese Bilder mögen wohl auch die Angabe CHAUVEAUD's veranlasst haben, dass die Pollenmutterzellen von *Cynanchum* nur eine einzige Theilung erfahren.

Erklärung der Abbildungen.

Asclepias Cornuti.

- Fig. 1. Theil einer Pollenmutterzelle mit Kern. Sublimat-Eisessig. Eisen-Hämatoxylin. Vergr. 1500.
- „ 2. Kernspindel des ersten Theilungsschrittes. Sublimat-Eisessig. Eisen-Hämatoxylin. Vergr. 1500.
- „ 3. Kernplatte des ersten Theilungsschrittes in der Polansicht. Sublimat-Eisessig. Dreifärbung. Vergr. 1500.
- „ 4. Auseinanderziehen der Tochterchromosomen bei der ersten Theilung. Sublimat-Eisessig. Dreifärbung. Vergr. 1500.
- „ 5. Tochterchromosomen des ersten Theilungsschrittes in schräger Polansicht. Sublimat-Eisessig. Dreifärbung. Vergr. 1500.
- „ 6. Junge Tochterkerne und Zellplatte beim ersten Theilungsschritt. Pikrin-Essig-Schwefelsäure. Dreifärbung. Vergr. 188.
- „ 7. Gestreckter Tochterkern vor der zweiten Theilung. Sublimat-Eisessig. Eisen-Hämatoxylin. Vergr. 1500.
- „ 8. Pollensack im Längsschnitt nach der zweiten Theilung der Pollenmutterzellen. Pikrin-Essig-Schwefelsäure. Dreifärbung. Vergr. 188.

1) Histol. Beitr. Heft VI. 1900, S. 177 ff.

- Fig. 9. Aus dem Querschnitt eines Pollensackes. Mittlere Partie. Junge Pollenkörner. Sublimat-Eisessig. Dreifärbung. Vergr. 188.
- „ 10. Querschnitt aus der oberen Partie eines Pollensackes, etwas älter als Fig. 9. Sublimat-Eisessig. Dreifärbung. Vergr. 188.
- „ 11. Querschnitt aus den mittleren Theilen eines Pollensackes; die Pollenkörner bereits in eine generative und vegetative Zelle getheilt. Sublimat-Eisessig. Dreifärbung. Vergr. 188.
- „ 12. Kernplatte eines vegetativen Kerns aus dem Nucellargewebe in der Polansicht. Sublimat-Eisessig. Dreifärbung. Vergr. 1500.
- „ 13. Kernspindel mit Kernplatte in Seitenansicht aus demselben Gewebe und bei gleicher Behandlung wie in Fig. 12. Vergr. 1500.

57. D. Miani: Ueber die Einwirkung von Kupfer auf das Wachsthum lebender Pflanzenzellen.

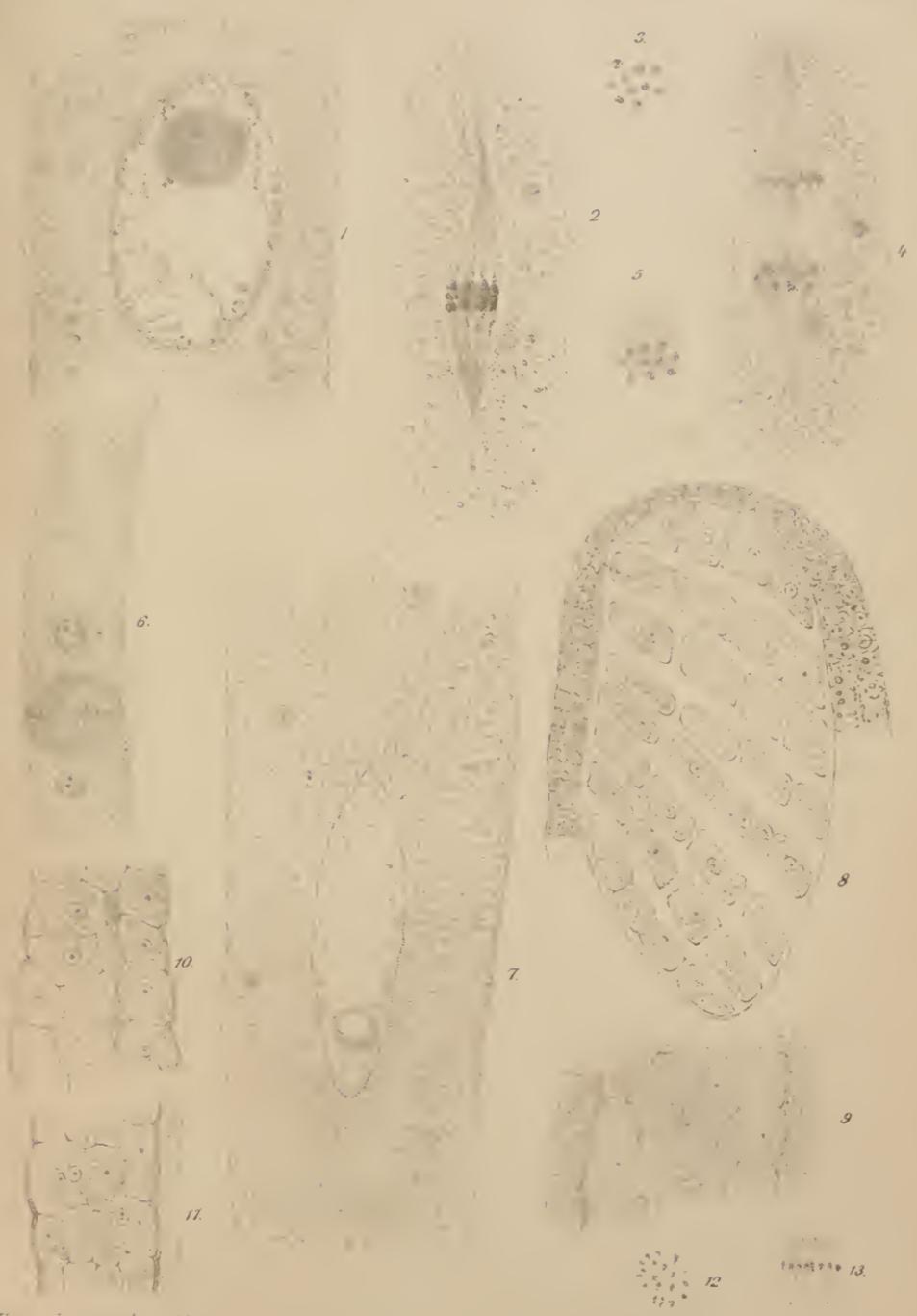
Vorläufige Mittheilung.

Eingegangen am 26. Juli 1901.

Auf Veranlassung meines Lehrers, Herrn Prof. Dr. G. LOPRIORE, unternahm ich in dem letzten Winter eine Reihe von Untersuchungen, um die Einwirkung des Kupfers auf das Protoplasma wachsender Pflanzenzellen zu erforschen.

Der Leitgedanke bei diesen Untersuchungen war nämlich der, mit Bestimmtheit festzustellen, ob das Kupfer durch blosser Gegenwart dieselben oligodynamischen Wirkungen wie bei den Untersuchungen NAEGELI's hervorzurufen vermag. Es galt daher, die betreffenden Versuchsobjecte nicht in Flüssigkeiten, sondern in feuchter Luft, bei verschiedener (nicht zu grosser) Entfernung vom Kupfer zu halten. Unter den Versuchsobjecten (Pollens, Sporen) wurden daher diejenigen vorgezogen, die in feuchter Luft gut zu keimen vermochten. Nur vergleichsweise wurde es auch mit denjenigen versucht, die ausschliesslich in Flüssigkeiten keimen.

Was die Versuchsmethode betrifft, so wurden die Culturen in Hängetrophen in feuchten Kammern angestellt. Als feuchte Kammern dienten die gewöhnlichen Embryogläser, welche mit geschliffenem Rande versehen und mit 37 *qmm* breiten Deckgläsern überstülpt waren. Vaseline oder Lösungen von arabischem Gummi dienten zugleich als Verschluss- und Befestigungsmaterial, damit der Tropfen



H. Strasburger ad nat. ael.

K. Lause lith.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1901

Band/Volume: [19](#)

Autor(en)/Author(s): Strasburger Eduard

Artikel/Article: [Einige Bemerkungen zu der Pollenbildung bei Asciepias. 450-461](#)