

Über die Entstehung der primären Pektinlamelle bei der Zellteilung

VON DEMBOWSKI UND ZIEGENSPECK (Königsberg Pr.)

(Vorläufige Mitteilung)

Obwohl es nicht in dem Sinne einer vorläufigen Mitteilung liegen kann, die Literatur im Einzelnen zu besprechen, so müssen wir doch kurz die wesentlichsten Ansichten wiedergeben.

Die herrschenden Ansichten

Die Spindelfasern, welche man bei der Anaphase und noch deutlicher in der Telophase der Kernteilung erscheinen sieht, werden für unser Thema als wichtig angesehen. Wenn im fixierten Materiale die Chromosomen nach den beiden Polen wandern, gehen feine Striche oder Fasern von ihnen aus und verlaufen gegen den anderen Teil der Teilchromosomen-Masse. Anfangs sind sie gering an Zahl und endigen plötzlich, bevor sie das andere Chromosomenbündel erreichen. Allmählich nimmt ihre Zahl zu und sie gehen bis zur anderen Seite durch.

Über das Vorhandensein dieser Fasern im lebenden Materiale sind die Meinungen geteilt. Die einen Autoren halten sie für Kunstprodukte als Folge der Fixation und Färbung. Irreversible Veränderungen der Kolloide zwischen den Chromosomenbündeln sollen eine Folge des Absterbens sein und durch die Entmischung diese Fasern erzeugen (YAMADA 1926).

Denken wir aber etwa an Paramaecien oder Colpidien, so werden wir bei dem Leugnen der Existenz feiner Strukturen, welche ohne alles Weitere sichtbar sind, unsicher. Ihre Pelliculastruktur gelangt auch erst durch die Anwendung verschiedener „Kunstgriffe“ zur Beobachtung. Es gibt eine Anzahl von Forschern, die die Fasern bei Lebendbeobachtungen gesehen haben. Wir möchten uns diesen anschließen und die Existenz solcher Verdichtungen nicht leugnen.

Wenn die erste Anlage der Wand erfolgt, also die Anaphase zur Telophase wird, dann ist die Zelle in diesem Zustande der durchgehenden Fasern oder wenn wir ganz vorsichtig sein wollen, es ist eine durchgehende Substanz vorhanden, welche bei Fixation die Stützfasern bildet.

Etwas verwickelter sind die Ansichten über die Bildung der ersten Membran. Wer die Stützfasern leugnet, kann das Plasma in die Mitte der Teilungsfigur einwandern lassen und dieses Plasma die Wandung bilden lassen.

Die Mehrzahl der Forscher hält jedoch die Wandbildung für durch die Stützfasern bedingt. Das einfachste ist an eine Umwandlung derselben in Wände zu denken. [WENT 87, STRASBURGER (82, 98), ROSEN (97), NEMEC (99), ALLEN (01), SCHARP (21), YAMAHA (20, 26)]. Sie äußern sich dabei nicht, woher die Substanz zur Wandbildung komme, ja, LUNDEGARDH bezeichnet die Fragestellung des nucleären oder cytoplasmatischen Ursprungs als eine sekundäre.

Nur wenige Forscher haben zu diesem Ursprung Stellung genommen. Es sollen Körnchen verschiedener Form von außen in die Spindelfigur einwandern. Diese Fremdstoffe gegenüber der Spindelsubstanz sollen die Wandstoffe bilden. [TREUR (78), ZACHARIAS (88), LUNDEGARDH (19, 12a)]. Wir haben diese Schriftsteller nach TISCHLERS klassischer Karyologie zitiert und dieselben Zeichen angewendet, wodurch sich ein Literaturverzeichnis erübrigt. Neuerdings hat ähnliche Ansichten ROBYNS (Cellule 37. Bd. 1926/27) entwickelt. Doch dürfte unserer Ansicht nach es von großer Wichtigkeit sein zu erfahren, ob das Material aus dem Kerne stammt, oder von ihm aus fremden Stoffen bereitet wird, oder ob die Bildung mit dem Kerne selbst gar nichts zu tun hat.

Der Vorgang der Ausdifferenzierung

Der Hergang der Ausdifferenzierung der Membran erfolgt nach STRASBURGER (98) in der Weise, daß die Verbindungsfasern der Tochterkerne in der Äquatorzone anschwellen, dort durch Loslösen an den Polen sich verdicken und im Äquator verkleben. Weiterhin spalten sie sich der Länge nach auf, unter weiterer Ausbreitung dieser entstandenen Zellplatte bis zu ihrem Anstoßen an die Mutterzellwand. Die gebildete Lamelle soll sich endlich auch in der Fläche aufspalten und so die abschließenden zwei Hautschichten der Tochterzellen bilden, zwischen die dann eine Scheidewand von Zellstoff eingelagert wird. WENT (1887) beobachtet Querzonenzonen innerhalb der Spindelfigur infolge Verdickung der Fasern zu beiden Seiten des Äquators, der danach anfangs ganz hell ist. Später ist die Äquatorgegend die dunkelste und man kann hier eine starke Zunahme der Fasern wahrnehmen (zit. nach TISCHLER Pflanzenkaryologie, S. 348). ROBYNS (Cellule 26/27) steht auf dem Stand-

punkt, daß im Stadium des Abbaus der Spindelsubstanz sich das Zellplasma allmählich mit dieser Substanz mischt und sie ersetzt.

Nachdem wir so etwas über die Bildungsgeschichte der Membranen erfahren haben, erhebt sich die Frage, aus was besteht diese Membran überhaupt. Darüber wissen wir wenig. Wollen wir ehrlich sein, so können wir eigentlich nur sagen, daß sie aus leicht deformierbaren und wenig widerstandsfähigen Kolloiden besteht. Besonders PRIESTLEY hat darüber einige Gedankengänge entwickelt. Die erste Membran bestünde demnach etwa aus Eiweißstoffen, vielleicht Glycoproteiden. Diese werden desamidiert und es entsteht ein Gemenge aus Fettsäuren mit Zuckern. Diese werden teils in Kalkseifen übergeführt, teils kondensieren sie sich zu Kohlenhydratartigen Körpern wie Pectin, wobei als Komponente Zuckerkarbonsäuren auftreten, welche ebenfalls Kalksalze bilden. Die letzte Ansicht dürfte als ziemlich begründet gelten. Aber nun erhebt sich die Frage: werden diese Pektate an der Stelle gebildet oder kommen sie in etwas unvollkommenerer Form hierher, um nun erst zu den Pektinwänden kondensiert oder ausgesalzen zu werden? Dabei ist noch nicht einmal entschieden, ob die Kalkseifen überhaupt vorhanden waren oder nicht, ferner ob sie verdrängt oder ihres Kalziums beraubt sind.

Eine zufällige Beobachtung ganz merkwürdiger dunkler Querstreifen in dem Anaphasestadium in Wurzelspitzen gab uns Anlaß dieser Frage nachzugehen. Diese zufällige Beobachtung regte uns zu planmäßigen Studien an *Monstera*- und *Helianthus*-Wurzelspitzen an.

Das Verfahren, nach dem wir mit bestem Erfolge arbeiteten, war das HEIDENHAINSche. Unsere Paraffinschnitte von 5 μ Dicke waren nach CARNOY oder auch nach FLEMMING fixiert. Zum guten Erfolg ist ein langes Beizen in Eisenalaun erwünscht, wir ließen dies 24 Stunden wirken. Bei richtiger Differenzierung kommt die Querbinde sehr deutlich in Erscheinung.

Weitere Beobachtungen an in Wasser tauchenden Spitzen von Luftwurzeln der *Monstera* sind insofern geeignet, als dieses Objekt infolge der großen Zellumina einzelner später zu Raphiden-Behältern werdender Zellen und der großen Spindelfiguren die schrittweise Bildung der Membran sehr gut beobachten läßt. Die Beobachtungen wurden fortgesetzt an Wurzelspitzen von *Vicia Faba* und *Cucurbita*. Alle Objekte lieferten gleiche Stadien. Nach Differenzierung wurde ca. 15 Min. in Safranin gegengefärbt. Die Kern-

substanz inkl. Nucleolus ist dann schwarz bzw. blauschwarz gefärbt und die übrigen Zell-Substanzen braun. Verwandt wurden bei diesen Beobachtungen ein ausgesuchtes Stück $1/18$ Ölimmersion LEITZ, Comp. Okulare 2—18, eine elektrische Mikroskopierlampe von LEITZ. Die Zeichnungen wurden mit ABBÉS Zeichenapparat und Compens. Ok. 8 ZEISS in Objektivhöhe angefertigt.

Die großen Zellen von *Monstera* eignen sich vortrefflich zur Beobachtung mit Lebendfärbung. Frische Handschnitte wurden mit Methylgrün-Pyronin ca. $1/2$ Min. gefärbt. Dabei werden die Chromosomen grün bis grünblau, die Nucleolen und die „Wolken“ zwischen den Spindeln rot. Die Fasern kamen teilweise ganz gut heraus. Das Plasma wird nur leicht rosa tingiert.

Wir konnten damit die Gegenwart dieser Querbinden im „lebenden“ oder doch kaum verändertem Zustande finden.

Gute Dienste leistete uns auch das Triacidgemisch. Da alle Verfahren zum gleichen Ziele führten, so wollen wir unsere Beobachtungen gemeinsam schildern.

Mit solchen lebendgefärbten Präparaten unternahmen wir Untersuchungen über die Stabilität der Spindelfigur in späten Anaphasestadien. Die Anregung hierzu gaben uns die BELARSCHEN Ergebnisse (Naturwissensch. 1927, H. 36). Als Entquellungsmittel benützten wir Glyzerin, das die Färbung nicht beeinflußte.

Wir werden auf die Diskussion der BELARSCHEN Ergebnisse jetzt noch verzichten und diese dann im Zusammenhange bringen.

Wir wollen nunmehr unsere Beobachtungen über die Wandbildung vorbringen.

Die Querbinden

Die Schilderung führen wir auf Grund von HEIDENHAIN-Präparaten durch, weil hier alles am deutlichsten zu sehen ist.

Am Ende der Anaphase befinden sich die Chromosomen an den Gegenpolen. Zwischen ihnen haben sich die Fasern aus besonders konsistentem Material, bei fixierten *Monstera* - Präparaten als „Stäbchen“ körperlicher Art sichtbar, gebildet, deren Zahl immer mehr zunimmt. Es zeigt sich uns, wie unmittelbar unter den Tochterplatten sich besonders tingierbare Querzonen einstellen. Genaues Studium derselben ergibt, daß die den Tochter-Chromosomen nächstgelegenen Enden der „Stäbchen“ der Länge nach von einer dichten durch Hämatoxylin dunkler gefärbten Masse der Länge nach um-

geben sind. Das „Stäbchen“ bildet gewissermaßen das Gerippe dieser Masse. Bei oberflächlicher Betrachtung sieht es so aus, als wenn der ganze Bezirk insgesamt eine kontinuierliche dunkle Masse bildet. Ein schrittweiser Wechsel der Okulare von 2 bis 18 erschließt dann die erwähnten Einzelheiten. Nun kommt das darauffolgende Stadium. Es stehen diese dunkeltingierten Wolken näher dem Äquator und sind im Begriffe, zusammenzutreffen. Dort erfolgt an der Stelle des Zusammenfließens die Ausdifferenzierung der jungen Membran. In anderen Fällen sehen wir dieses Gebilde durch den Schnitt getroffen. In der Mitte ist die Membran fertig, rechts und links noch nicht. Dort sind die gequollenen Stoffmassen noch auseinander. Nur einzelne Anlagerungspunkte kompakterer Massen sind sichtbar. Diese Trennung und die gequollenen dunklen Massen sieht man auch von oben am Rande der „Platte“ bei Tieferschrauben des Mikroskops. Die fertig ausgebildete „Membran“ ist in gleicher Weise tingiert wie die Wände der Mutterzelle. Sie nimmt also keine Dunkelfärbung an. Das ganze Gebilde ist durch eine feine Membran nach außen abgeschlossen, an den Polen liegen die Tochterkerne, nach dem Äquator zu wird das Gebilde durch die voluminösen Massen aufgebauscht. Hand in Hand mit dem Zusammenfließen der Massen im Äquator dieser „Phragmosphäre“ geht eine Abnahme der Stäbchen von den Polen her. Die Kerne scheinen in das Gewebe hineinzufallen, um schließlich auf der fertigen Membran zu liegen. Die voluminösen Massen üben einen solchen Druck auf die Umgebung aus, daß beim Auftreffen auf die Wände der Mutterzellen förmlich eine Ausbuchtung derselben erfolgt. Erst beim Fertigwerden der Membran verschwindet die Ausbuchtung¹⁾. Die kolloiden Massen sind stärker tingierbar als die fertige junge Membran.

Dabei möchten wir völlig offen lassen, was die chemische Grundlage der ersten Membran ist. Es sind verschiedene Deutungen möglich. Sowohl Eiweißstoffe, Glycoproteide, Seifen wie Pektine können einen solchen Wechsel im Absorptionsvermögen für Farbstoffe wie für Ferrihydroxydsole und damit Farblacke zeigen ja es könnte auch ein Wechsel dieser Stoffe die Zustandsänderung bedingen. Es wäre z. B. eine Wandlung von Glycoproteiden in Pektine oder von Eiweißstoffen in Kalkseifen mit diesem Verhalten in Einklang zu bringen.

¹⁾ Diese ist natürlich durch einen Widerstand beim Absterben der Zellen durch die Fixation bedingt.

Das zeigte uns einen Schnitt direkt durch eine solche „Phragmosphäre“. Auf der linken Seite war die junge Membran vollständig ausdifferenziert, bis auf den äußersten Rand. Rechts aber waren die beobachteten dunkeltingierten kolloiden Massen noch nicht zusammengeflossen, sondern gehen von links nach rechts immer weiter auseinander. Nach ihrem Zusammentreffen muß die Verschmelzung zur dünnen „Mittellamelle“ erfolgen. Wollte man diese Beobachtung, wenn auch gezwungen, als einen beim Schneiden usw. entstandenen Riß deuten, so steht dem auch nichts entgegen, da dann die eben zusammengeflossenen Massen noch nicht als so fest „verklebt“ aufzufassen sind, so daß sie da auseinandergerissen sind. Ob die Beobachtung solcher Stadien nicht in Zusammenhang zu bringen ist mit STRASBURGERS Anschauung von der Spaltung der angelegten Lamelle in zwei Häute, je eine für jede der Tochterzellen und der darauffolgenden Einlagerung von Zellulose-Substanzen oder Pektin dazwischen? Eine solche Spaltung im Sinne STRASBURGERS ist von uns nie beobachtet worden. In anderen Schnitten sehen wir eine eben fertig gewordene Zellmembran. Dieses Stadium ist dadurch charakterisiert, daß an der jungen Membran noch die Tochterkerne lagern.

Zufügen von Glyzerin zu wie oben lebendgefärbten frischen Schnitten ergab das gleiche Bild. Die Zellkerne liegen am Rande des Zellplasmas, das vor der Plasmolyse eng an die junge Membran gelagert war. Nun ist das Zellplasma abgehoben, die Membran liegt frei da. Von einer Spaltung derselben ist nichts zu bemerken. Wir haben in allen unseren Präparaten nie etwas von Spaltung der jungen Membran gesehen, gleichgültig, ob wir lebendgefärbtes oder fixiertes Material verwandten.

Fassen wir diese Beobachtungen zusammen, so sehen wir, daß anfangs die Wandstoffe niemals an der Mitte der Spindel vorhanden sind, sondern sie bilden sich in Kernnähe. Da sich bei solchen Vorgängen gewisse Körnchenabspaltung aus den Nucleolen beobachten ließen, welche in der Arbeit von LEHR (in Mez, Archiv XXI, Heft 1) eingehend geschildert sind, so möchten wir die Wirkung der Kerne in dem Erzeugen von Fermenten sehen, welche diese Stoffe aus dem Zellmaterial synthetisieren. Wir werden wohl kaum fehlgehen, in den Stoffen Vorstufen von Pektinlamellen zu erblicken, welche noch eine größere Quellbarkeit und Färbbarkeit besitzen. Das Ausgangsprodukt kann aus Rücksicht auf die Menge der Stoffe nur das

Material der Zelle in gelöstem Zustande, also, sagen wir getrost, es können nur irgendwelche Monosaccharide sein.

Diese Stoffe werden den Spindeln entlang ergossen und bleiben zunächst noch getrennt. Die Masse ergießt sich wie eine „Querbinde“, in der Mitte vorauseilend, gegen die Trennungsebene der beiden neuen Zellen. Hier kommen die Stoffe zusammen und verdichten sich. Die Verdichtung erfolgt so, daß die Stoffe zweier Seiten zusammenstoßen und förmlich verklebend sich auch chemisch oder physikalisch umwandeln. Das Auftreten von Körnchen an den Spindelfasern ist eine oft beobachtete und abgebildete Sache. Diese Körnchen lassen sich nicht mehr mit Hämatoxylin färben. Allmählich verschmelzen die Körnchen durch seitliches Zusammenfließen, und es bildet sich eine nicht mehr so leicht färbbare Membran, die Pektinlamelle der Zelle. Hand in Hand mit dem Entstehen der Körnchen und der Pektinmembran hört die Bildung von Zwischenstufen an den „Spindelfasern“ hinten auf. Da die Wandung in vielen Fällen von succedaner Wandbildung in der Mitte zuerst erfolgt, so findet man Stadien, in denen die Mitte mit Hämatoxylin unfärbbar geworden ist, während nach dem Rande der beiden Zellen die färbbare Zone und unter Umständen die getrennten Massen noch deutlich wahrzunehmen sind. Es ist also nicht ein Verkleben von zwei Wänden, das die Mittellamelle bildet, sondern von zwei Seiten werden die Vorstufen der Pektine ergossen und dann gemeinsam ausgefällt. Eine Änderung des kolloiden Gefüges erkennt man außer an der Färbbarkeit an der Volumenabnahme der „Binden“.

Besonders interessant ist die Wandbildung bei kleineren und größeren Teilkernen. Wir konnten einen Fall beobachten, wo die Menge der Wandstoffe in der Nähe dieses kleineren Kernes weniger groß war, was durch kleinere Binden in Erscheinung trat. Der größere Kern gab mehr Massen ab, und die Wand wurde dem kleineren Kerne genähert angelegt. — Doch wäre es unserer Ansicht nach ein Trugschluß, hier zu schematisieren.

Bei vielen Kernteilungen werden kleine Zellen mit großen Kernen und kleine Kerne in großen Zellen erzeugt. Es kann durch die Lage der Kerne sowohl wie durch das Ausmaß der Produktion die Wand verlagert werden.

Betrachtet man diese Bilder, so wird man sofort an jene merkwürdigen Kern-Teilungsfiguren erinnert, die von *Basidiobolus* (E. W. OLIVE 1907 a) beschrieben und von TISCHLER (S. 287)

wiedergegeben sind. Sie finden in diesem Verhalten ihre einfache Erklärung, ohne daß es sich um eine nur bei diesem Pilze vorhandene Eigentümlichkeit handelt. Ebenso könnte es sich um Gleiches bei den Verbindungsfäden der Basidiomyceten und Ascomyceten handeln.

Wir wollen hieran anschließend einige Beobachtungen beim Entquellen lebendgefärbter Schnitte bringen.

Entquellungsversuche

Als wir die ersten Bilder mit der färbbaren Mittelmasse zu Gesicht bekamen, wurden wir sofort an eine Arbeit von BELAR erinnert. Wir glaubten, dessen oben zitierte Quellkörpertheorie morphologisch begründet zu haben dadurch, daß die sich stark-färbenden Substanzen nach und nach entwickeln und so die Chromosomen hinaufschieben. Leider mußten wir erkennen, daß wir uns auf einem Irrwege befanden; denn die im Kerne jüngeren Anaphasen hatten nie diese Massen. Dagegen rückten die Massen in den älteren Telophasen zusammen und wurden zur Wandbildung verbraucht. Die Anlage erfolgt also getrennt, nicht gemeinsam, wie das der BELARSche Gedankengang erfordert hätte.

Wir schritten daher zu Entquellungsversuchen. Die Wurzelspitzen von *Monstera* eigneten sich vorzüglich hierzu, besonders wenn man noch die „Vitalfärbung“ mit Methylgrün-Pyronin anwandte. Es wurde eine Vergrößerung gewählt, welche aus Objektiv $1/12$ und einem langen Komp. Okular 2 bestand. Die sehr schwache Okularvergrößerung läßt auch dort sehr gute Bilder erscheinen, wo sie mit stärkeren nicht zu erhalten sind.

Die Anaphasen und Telophasen lassen die „Stützfasern“ erkennen. Natürlich darf man sie nicht mit der Deutlichkeit fixierter Objekte erwarten. Ob nun schon eine irreversible Veränderung des Plasmas eingetreten ist, daran möchten wir zweifeln, weil die Zellen nach Färbung noch plasmolysierbar bleiben. Wir dürfen dabei allerdings nicht die Quellung und Entquellung der jugendlichen vakuolenfreien Zellen mit den älteren unmittelbar vergleichen. Immerhin haben abgetötete Zellen auch einen großen Teil der Quellungsfähigkeit und des Schrumpfens in Plasmolyticis verloren, weil durch das Töten eine Denaturation des Innenplasmas und eine größere Permeabilität des Außenplasmas eingetreten ist. Diese geringe Permeabilität des lebendigen Außenplasmas ist an den

Schrumpfungserscheinungen mitbeteiligt, indem es die zusammenhängende Haut abgibt.

Wenn wir durch diese Beobachtung auch nicht absolut die Gegenwart der Stützfasern nachgewiesen haben, da sie ja schon durch den Wundreiz und die auf ihn folgende Plasmaveränderung hervorgerufen sein könnten, so glauben wir doch, daß sie eine gewisse Realität besitzen, wenn sie auch nicht so fein zu sein brauchen wie in fixierten Präparaten. Auf jeden Fall hat das Plasma in diesem Zustande eine gewisse Struktur, die beim Töten und Entquellen zur deutlichen Zusammenballung zu dünnen Stützfasern führen muß.

Wenn durch die Entquellung durch Glyzerin in einer in später Anaphase befindlichen Figur das Wasser entzogen wird, kommen die Fasern unter den Tochterchromosomen deutlich in Erscheinung. Es macht fast den Eindruck, als ob sie sich voneinander isolieren. Sie ziehen von einem Pol zum anderen. Die Konzentration des Glyzerins muß ziemlich stark sein, um diese Erscheinung hervorzurufen.

Hier nach müssen faserähnliche Strukturen vorgebildet sein, aber diese sind nicht so fein, wie wir sie in den fixierten und dazu entwässerten Präparaten zu Gesicht bekommen. Wenn das Plasma unter den Tochterkernen homogen wäre, so würden diese Strukturen nicht erscheinen, sondern es müßte entweder eine homogene oder zum mindesten körnelige Masse auftreten. Solche fädige Produkte könnten nur unter ganz sonderbaren Bedingungen resultieren. Wir glauben demnach an die Existenz von fasernbedingenden Strukturen, die durch die Fixation und Wasserentzug verdichtet die feinen Stränge bilden.

Das Verhalten der verschiedenen Zustände der Kernteilung kann man kurz zusammenfassend etwa folgendermaßen kennzeichnen:

1. Solange im Anaphasenstadium die Chromosomen noch erhalten sind, konnten wir keine Stoffe konsistenter Natur im Äquator feststellen. Das Zellplasma legt sich infolge der „Plasmolysen“ an die Spindelfigur und preßt den Äquator zu einer dünnen Brücke ein, welche von „Kern zu Kern“ zieht.

Von der Gegenwart eines konsistenten Quellkörpers kann somit keine Rede sein; denn dieser müßte doch Quellung erzeugend aus Stoffen bestehen, welche entweder das Wasser zäher festhalten oder eine größere Stoffgrundlage besitzen.

2. Wenn die Chromosomen mit der „Vitalfärbung“ deutlich als Knäuel kenntlich sind, also die Anaphase beendet ist, dann ist das Einbeulen der Figur nicht mehr vorhanden. Dann also, wenn die Chromosomen nicht mehr sich verschieben, ist ein „soliderer“ Körper vorhanden. Wir möchten daran erinnern, daß nun die Spindelfigur in ihrer Mitte mit der Erzeugung der Wandsubstanzen einsetzt. Die Mitte ist demnach nicht „leer“, sondern im Gegenteil stoff-erfüllt.

3. Bei späteren Stadien ist eine Beeinflussung nennenswerten Ausmaßes durch Entquellen nicht möglich, am allerwenigsten in der Mittelzone.

Diese Ergebnisse können sehr gut die Deutung der Präparate durch die Zwischenprodukte bei der Wandbildung bedingt stützen.

Diskussion der BELARSchen Deutungen

Stellen wir uns auf den bei so jugendlichen Zuständen nicht unberechtigten Standpunkt, daß unter diesen Bedingungen die zoologischen und botanischen Ergebnisse vergleichbar sind, so müssen wir zu BELAR Stellung nehmen.

Sein Ausgangspunkt ist ein wesentlich anderer. Er beschäftigt sich mit dem Mechanismus der Bewegung der Chromosomen, ob dieser autonom ist, oder ob sie passiv bewegt werden. Da diese Dinge im Pflanzen- und Tierreiche im wesentlichen gleich sein dürften, so kann man einen gleichen Mechanismus erwarten.

DESIRE VAN REGEMORTER (Cellule 26/27) kam zu dem Schluß, daß die Chromosomen sich aktiv von dem Äquator zu den Polen bewegen, und daß die Stützfasern nur die Gleitbahnen für die Chromosomenhälften darstellen. Er kommt zu diesen Schlüssen durch das Aufheben der Funktion der achromatischen Figur nach Chloralgabe.

BELAR hält nur die Trennung der beiden Hälften für eine aktive Bewegung. Dann soll ein Stemmkörper entstehen, welcher, sich vergrößernd, sich zwischen die beiden Chromosomenknäuel einschiebt und so die beiden Partner nach getrennten Polen auseinandertreibt. Befremdend wäre dieser Wechsel der autonomen zu einer passiven Bewegung, doch dürfte das kein Grund sein, um dieses bequeme Bild des Stemmkörpers aufzugeben.

BELAR sucht nun diesen Gedanken durch Entquellung von Sperma bildenden Zellen mit hypertonischen Mitteln zu beweisen. Er kommt ohne „Vitalfärbung“ zu folgenden Ergebnissen, welche

er in der oben angegebenen Arbeit abbildet: In frühen Stadien der Anaphase soll der Quellkörper dabei stark verbogen werden. Je näher nun die Chromosomen an die Pole gelangen, desto stabiler wird die Mitte, um so mehr leistet sie einem Entquellen Widerstand. Die Spindel klappt nicht mehr um. Die Telophase hat die größte Stabilität. Die Beobachtungen stimmen mit unseren überein.

Seine Erklärung ist nun die folgende: Durch das Entquellen streckt sich in frühen Zuständen der Quellkörper. Das die Figur einhüllende Plasma hindert ihn daran, zumal es sich durch die „Plasmolyse“ verdichtet hat. Es kann die Ausdehnung nur durch Umbiegen erfolgen. Weil seine Stabilität in der Mitte am geringsten ist, so gibt das die Biegungsstelle. — Die Verlängerung beim Entquellen ist um so geringer, je weiter die Kernteilung fortgeschritten ist; der Körper hat sich dann schon vorher gestreckt. Das Verlängerungsbestreben ist befriedigt. Es ist nur merkwürdig, daß der Quellkörper, der in der Telophase so stabil ist und nicht umklappt, in den früheren Stadien sich gegenteilig verhalten soll.

Dieses Verhalten kann man unserer Ansicht nach ungezwungen folgendermaßen interpretieren: In den jungen Anaphasestadien und auch in jungen Telophasen ist in der Nähe des Kernes eine konsistenter „Wolke“ von Stoffen vorhanden, als in der Mitte am Äquator. Das seitlich andrückende Plasma hat oben die Kernmassen als Widerstand, dann die Wolke, dagegen in der Mitte ist ein „leerer“ oder, sagen wir besser, mit Substanz nicht so erfüllter Raum. Dieser leistet geringeren Widerstand, und die Figur wird hier verbogen. Je jünger nun die Anaphasen sind, desto weniger Wolken sind vorhanden, und desto leichter klappt die Sache um. desto leichter werden die Figuren deformiert. Es braucht also gar keine rätselhafte Streckung beim Entquellen vorhanden zu sein, sondern das Einbuchen und Zusammenpressen der Innenschichten durch das außen gespannte Häutchen kann dieses Verlängern erst erzeugen.

Bei unserer *Monstera* liegen die Figuren in den Zellen eingebettet. Damit ist der Verzerrung eine Grenze gesetzt. Zum Umklappen kam es nicht, weil die Figur oben anstieß. Die Figur wurde in frühen Anaphasen achterartig, so daß eine schmale Brücke in der Mitte blieb. In dem Zellverbande wirken die Plasmolytika viel gleichmäßiger, weil das von der Wand sich lösende Plasma ein allseitiges Vordringen ermöglicht. Bei tierischen Geweben und Massen

wird die ganze Masse deformiert, und dadurch kommen auch Zugwirkungen in Erscheinung.

Nehmen wir aber einen Stemmkörper an, so müßten wir fordern, daß er im Anaphasestadium noch kurz ist, am allerwenigsten umbiegt. Gerade dann müßte seine Konsistenz in der Mitte am stärksten sein. Tatsächlich ist sie gerade in diesem Stadium am kleinsten in der doch ein Widerlager abgebenden Mitte. Je länger er ist, also in der Telophase, desto leichter müßte er umfallen. Es ist nicht ersichtlich, daß der Stemmkörper dann seine größte Konsistenz haben sollte, wenn seine Wirkung beendet ist. Außerdem ist schwer zu verstehen, warum er sich im Anfang streckt und später nicht mehr. Es müßte, wenn er getötet wird, ohne daß das Plasma gefällt wird, jede Anaphase verzerrt werden, weil der Stemmkörper nun in dem deformierbaren Plasma keinen Widerstand findet.

Wir müssen also diese Experimente im entgegengesetzten Sinne deuten, als es BELAR getan hat. Nach unserer Ansicht sind es wandbildende Stoffe, welche, von den Kernen aus vordringend, die Stabilität der Mitte der Spindelfigur von der Telophase ab erhöhen.

Dabei bleiben die Fragen nach der Art der Chromosomenbewegungen offen. Bedenken wir unsere Ansichten von der Natur der Spindelfasern als gallertige deformierbare Stäbchen, so kommen wir zu folgender Anschauung: Die Fasern sind ein Kunstprodukt. An ihrer Stelle stehen gallertige Stäbchen, welche, aneinandergereiht, sich mit den Umrissen berühren. Ihnen entlang können daher Stoffe ergossen werden, die oben gebildet und nun nach unten geschoben werden. Man könnte an eine Art „Peristaltik“ denken. Dafür spricht der oft körnige Aufbau der Wolken. Die Vereinigung zu Stäben ist damit auch erklärt. Genau dieselbe Wirkung hätten diese Fäden dann auch bei der Bewegung der Chromosomen. Diese gehen mit den Schmalseiten voraus. Diesen letzten Gedanken-gang der Fibrillennatur der Fasern wollen wir nur mit dem äußersten Vorbehalte aussprechen.

Die Fasern der fixierten Präparate sind Kunstprodukte, dadurch entstanden, daß die gallertigen Säulchen gerinnen und sich verdichten.

Zusammenfassung und Schluß

Von den durch die Kernteilung gebildeten Tochterkernen werden stark färbbare Gelmassen abgegeben, sei es, daß sie von den Fermenten in der Nähe der Spindeln erzeugt werden, sei es, daß sie

sich hier ansammeln. Besonders nach Beizung durch 24 Stunden in Eisenalaun lassen sie sich gut darstellen, aber andere Färbungen gelingen bei günstigen Objekten auch (*Monstera deliciosa*). Diese den Spindeln entlangfließenden Massen beeinflussen die Spindelfasern beim Entquellen lebenden Materials durch hypertonische Mittel im Sinne, wie es BELAR bei tierischen Objekten fand. Jedoch ist es *kein* Stemmkörper in dessen Sinn.

Die Vorstufen verlieren beim Zusammentreffen und Verkleben der beiden Massen im Äquator der Zelle ihre Färbbarkeit. Gleichzeitig schrumpfen sie zusammen. Die Körnchen an den Spindelfasern sind die ersten Verdichtungen. Es bildet sich eine gemeinsame kontinuierliche „Pektinlamelle“. Die Beobachtungen werfen ein neues Licht auf die sonderbaren Teilungsfiguren bei *Basidiobolus* entkleiden diese ihrer Isoliertheit und erbringen eine zwanglose Erklärung derselben. Die Beobachtungen stützen sich auf Präparation mit verschieden fixiertem und gefärbtem Material, sowie auf Versuche mit lebendem und „lebend“ gefärbtem Material.

Abstract

From the daughter-nuclei, formed by nuclear division, strongly colouring gel-substances are given up, they are either produced by ferments near the spindle or they collect from here. Especially after corrosion in iron-allum it is well possible to represent them, but other colourings also turn out well on favorable objects (*Monstera deliciosa*). These substances which are flowing along the rachis influence the spindle-fibers by hypertonical media during the bursting forth of living material, in the same sense as BELAR found it on animal objects. However there arises no removing body in the sense of BELAR.

The preliminary stages lose their capability of colouring when the two substances met and stick together in the equator of the cell. Simultaneously they are shrinking. The little grains on the spindle-fibers are the first thickenings. A common continuous „pektin-lamella“ is forming. The investigations throw a new light on the peculiar partitions-figures on *Basidiobolus*, divest them of their isolation and furnish an easy explanation of the same. The investigations are based on preparations with differently fixed and coloured material as well as on trials with living and „living“ coloured material.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Archiv. Zeitschrift für die gesamte Botanik](#)

Jahr/Year: 1929

Band/Volume: [24](#)

Autor(en)/Author(s): Dembowski Jan, Ziegenspeck Hermann

Artikel/Article: [Über die Entstehung der primären Pektinlamelle bei der Zellteilung 492-504](#)