

Cytologische Beobachtungen an wachsenden Wedeln von *Ceratozamia*

VON HERBERT DANNEHL und HERMANN ZIEGENSPECK, Königsberg

In seiner Arbeit „Karyologische Studien an Wurzelmeristemen höherer Pflanzen“ beobachtet DEMBOWSKI (Mez, Arch. 22) das Verhalten des Nukleolus während der Kernteilung. Durch unterschiedliche Färbung des Nukleolus und des Chromatins mittels Triacid kann er den Nukleolus durch alle Stadien der Teilung genau verfolgen und kommt zu dem Ergebnis, daß Nukleolus und Chromatin etwas voneinander Verschiedenes sind und keins aus dem anderen hervorgeht. Weiterhin zeigt er, daß der Nukleolus während der Teilung erhalten bleibt, und zwar dadurch, daß er sich bei der Teilung durchschnürt, oder sich in einzelne kleine Kugeln auflöst, die sich auf die beiden Tochterkerne verteilen.

Damit ist auch für die Meristemzellen höherer Pflanzen sicher die Persistenz des Nukleolus bzw. keiner Teilstücke während der Teilung des Kerns gezeigt und die TAHARASCHEN Ergebnisse an *Helianthus* sind bestätigt. Bei gewöhnlichen Zellen ist die Persistenz entweder nicht nachzuweisen, weil die Teilstücke der Nukleolen zu klein sind, oder aber sie verschwinden als solche und der Nukleolus regeneriert sich von neuem.

Anläßlich der Bearbeitung junger wachsender Wedel von Cycadaceen, über deren Ergebnisse der eine von uns gesondert berichtet wird, fanden wir Teilungsfiguren, die geeignet sind, die Beobachtungen über die Persistenz der Nukleolen bei der Teilung von Kernen mit großen Nukleolen zu ergänzen und zu bestätigen. — Daneben sind unsere Untersuchungen ein weiteres Indizium für

die Bedeutung des Nukleolus beim Wachsen und Erzeugen von fermentativen Vorgängen.

Zur Untersuchung kamen die Spitzen der Wedel von *Ceratozamia mexicana*. Die Wedel waren in ihrem oberen Teil noch eingerollt, dort befanden sich also Zonen lebhaftesten Wachstums. Die Wedelspitzen wurden zunächst mit FLEMMINGSchem Gemisch fixiert und nach HEIDENHAIN gefärbt. Versuche, das Triacidgemisch nach EHRLICH, das sich bei DEMBOWSKI so sehr bewährt hatte, zum Färben zu benutzen, schlugen zunächst fehl. Dagegen zeigten

Schnitte, die zu anderen Zwecken mit einer alkoholischen Lösung von Bleiacetat behandelt waren, daß sich das Bleiacetat als vorzügliches Kernfixierungsmittel erwies und sich diese Schnitte mit Triacid sehr gut färbten. Über Einzelheiten der Färbemethode vergleiche man DEMBOWSKI.

Die so behandelten Schnitte zeigten das Bild eines in lebhafter Teilung und Wachstum befindlichen Gewebes. Wegen der ausnehmenden Größe der Zellen und ihrer Kerne sind alle Einzelheiten gut zu erkennen. Ebenso mannigfaltig wie die Form und Größe der Zellen selbst ist auch die Gestaltung ihrer Kerne. Wie so häufig sind die Kerne der langgestreckten Zellen ebenfalls sehr lang, ja an manchen konnte man das Ausziehen der Spitzen wie bei einem Torpedo beobachten. In ihnen befanden sich, solange sich noch nicht die Zellen ausdifferenziert hatten, mächtige Nukleolen in größerer Zahl, bis zu 7 hintereinander aufgereiht.

Zellen mehr isodiametrischer Gestalt zeigten ebenfalls mehr rundliche Kerne. Sofern sich in ihnen nicht gerade Teilungsvorgänge abspielten oder die endgültige Gestaltung der Wände vorgenommen wurde, wiesen die ausnehmend großen Kerne eine Vielzahl gleichmäßig auf der Oberfläche verteilter Nukleolen auf.

Die Verteilung der Zellen wies die normale spätere Verteilung von prosenchymatischen und parenchymatischen Zellen in der Anlage schon auf. Es war also bereits die „Determination“ der Zellen vorgenommen.

In der vorzüglichen Tinktion mit Triacid, welche wir neben der HEIDENHAIN- und FLEMMINGSCHEN Färbung gebrauchten, heben sich die leuchtend roten Nukleolen von der blau bis blaugrün gefärbten chromatischen Substanz sehr gut ab. Sie sind fast immer in größerer Zahl zugegen. Es wurden im Durchschnitt sieben bis acht Nukleolen gezählt, doch sind in manchen Kernen auch weit mehr vorhanden. Die Nukleolen befinden sich sehr oft am Rande des Kerns. Wenn nur ein einziger Nukleolus sich im Kern befindet, so füllt dieser fast immer beinahe das ganze Kernlumen aus, während die chromatische Substanz sich auf eine schmale Randzone beschränkt. Solche Kerne sind in wenigen eingestreuten Zellen vorhanden, welche Gerbstoffe bilden dürften. Die Spitze der oben erwähnten torpedoförmigen Kerne enthält meist einen großen oder zwei kleinere Nukleolen. Auch die Färbung nach HEIDENHAIN zeigt in diesem Fall eine stärkere Farbstoffansammlung in der Spitze der Kerne. Diese Kernkappen sind eine vorläufig nur schwer ver-

ständige Bildung. Um jedoch die Nukleolarsubstanz als solche identifizieren zu können, muß man bei dieser Tinktion so weit differenzieren, daß die chromatische Substanz sich bereits wieder zu entfärben beginnt, während nur noch die Nukleolen als dunkle schwarze Massen daliegen.

Eine Vakuole um den Nukleolus ist deutlich zu beobachten. Auch die nach hiesigen Arbeiten eine Fermentabscheidung begleitende Wandlung der Nukleolen ist, wie das bei einem so sehr in Tätigkeit befindlichen Gewebe zu erwarten ist, gut zu erkennen. Es kommen beide Arten von „Fermentabscheidung“, wie sie schon ZIEGENSPECK und LUEHR (Mez, Archiv, 21. Bd. 1928) beschrieben haben, vor. Manche Nukleolen spalten kleine Körnchen ab, während andere wieder mehr den Vakuolentyp verkörpern. An einer besonders günstigen Stelle konnten alle Stadien der allmählichen Vakuolisierung an einem Kern beobachtet werden. Im unteren Teil des Kerns sind die Vakuolen noch klein. Die chromatische Substanz ist dicht gelagert. Nach der Mitte zu werden die Vakuolen um die Nukleolen erheblich größer, bilden Gänge und Kanäle im Kern, die sich schließlich ins Cytoplasma hinein ergießen. Weiter oben hin werden die Nukleolen selbst ganz klein und lösen sich in splitterförmige Stückchen auf. Weite Gänge durchsetzen das Karyoplasma. Eine eigentliche Kernmembran, wie sie im unteren Teil sehr gut zu beobachten ist, fehlt. Der Kerndurchmesser ist auf ca. das Doppelte gestiegen. Die chromatische Substanz liegt weniger dicht, was sich in der helleren Tönung sehr gut zu erkennen gibt. Zwischen diesen helleren blaugrünen Massen liegen dann noch einzelne rote Splitterchen. In Kernen mit wenigen und verhältnismäßig großen Nukleolen konnte auch eine Vakuolisierung des Nukleolus selbst beobachtet werden, jedoch war dieses Stadium seltener.

Brachten uns diese Beobachtungen nur eine Bestätigung schon vorher bekannter Dinge an einem glänzenden Objekte und durch die polynukleoläre Art der Kerne eine neue Form eines schon wohl bekannten Vorganges, so waren die

Beobachtungen bei der Teilung der Kerne

wegen des so ungeheuer günstigen Materiales und der Größe der Kerne besonders wertvoll.

Geht der Kern zur Teilung über, so ballt sich die chromatische Substanz zu Fäden und Schleifen zusammen, die in einem wirren Knäuel durcheinander gelagert sind. Jetzt sind die Nukleolen noch

in gewöhnlicher Zahl vorhanden und liegen regellos zwischen den Chromatinfäden zerstreut. Sie schwellen dann etwas an und scheinen sich auch nicht so intensiv zu färben. Die Kernmembran verschwindet langsam.

In die wirren Fäden kommt allmählich Ordnung. Die Chromosomenschleifen sammeln sich im Äquator zur Chromosomenplatte. Zugleich bemerkt man vom Äquator zu den Polen feine Fäden laufen, zwischen denen sich kleine „Körnchen“ befinden. An manchen Stellen verdichten sich die „Körnchen“ zu hintereinanderliegenden rosenkranzähnlichen Ketten. Triacidpräparate zeigen deutlich ein verschieden färberisches Verhalten der einzelnen Teile. Die Chromosomen sind grünlichblau gefärbt, die Fasern schwach rosa, während die „Körnchen“ in kräftigem Rot leuchten. Sie teilen das mit den Nukleolen.

Die ausnehmende Größe des Objekts und die günstige Lage der Platten genau senkrecht zur Längsausdehnung der Organe erlaubt ohne die geringste technische Schwierigkeit die über Benzol ganz *langsam* in Paraffin überführten Objekte so dünn zu schneiden, daß die Platte noch in Teile zerlegt war. Hierdurch kann man die Lagerung der Spindelfasern, die ebenfalls sehr *derb* sind, zwischen den Chromosomen beobachten. Sie umgeben die Chromosomen in einem Ring angeordnet, wobei eine leuchtende Substanz letztere umgibt. Auf Längsschnitten, welche ebenfalls nur einzelne Chromosomen führten, ohne daß ein Überdecken der Bilder erscheint, sieht man die *derben* Fasern wie ausgeweitet. Damit gewinnt der Gedanke, daß die Chromosomen „aktiv“ zwischen den Fasern gleiten, neue Nahrung. Den Chromosomen voraus eilen wieder die kleinen Körnchen. Daneben sieht man zwischen den Chromosomen Körper, die wir anfangs für Spindeln hielten, die sich aber von den Spindelfasern durch ihre *derbere* Beschaffenheit und ihre leuchtendere Farbe wohl unterscheiden lassen. Auf Querschnitten, bei denen man also in die Teilungsfiguren von oben hereinsieht, erkennt man in diesem Stadium die Fasern als kleinste Pünktchen, zwischen denen sich *derbere* Körner befinden. Die Fasern haben keinen geradlinigen Verlauf, sondern ein leicht gewelltes und gekrümmtes Aussehen. Besonders gut ist dies beim Spielen der Mikrometerschraube zu erkennen. Die *dickeren* Ketten scheinen sich um die Chromosomen herum zu winden.

Letztere wandern jetzt nach den Polen zu, jedoch rücken sie nicht bis in die äußersten Enden der Zellen, sondern bleiben ver-

hältnismäßig nahe zusammen. Diese Verhältnisse sind bedingt durch die ungeheure Größe der Zellen. Daß diese Bilder nicht etwa durch die Fixation entstehen, sondern ursprünglich sind, erkennt man daran, daß in Zellen, die durch Teilung aus einer Mutterzelle hervorgegangen sind und bei der die junge Membran eben angelegt ist, die jungen Kerne der Membran dicht anliegen. Bevor noch die an den Polen angelangten Chromosomen sich zu normalen Kernen zusammenballen, bemerkt man an den den Polen zugewandten Seiten der Chromosomen rot gefärbte Bezirke, die sich von den blauen Chromosomen gut abheben. Diese rötlichen Verdickungen werden von den Chromosomen allmählich umwallt und es bilden sich wieder die ursprünglichen Kernformen heraus.

Auch hier bestätigt sich erneut die DEMBOWSKI-ZIEGENSPECKSche Beobachtung, daß sich die Nukleolen aus kleinen Anlagen, den „Körnchen“, durch Verschmelzen und Anschwellen wieder zurückbilden. Das ist sonst nur sehr schlecht zu sehen. — Über die

Membranbildung

beobachteten wir folgendes: Sobald die Chromosomen an den Polen angelangt sind und sich wieder zu verschmelzen beginnen, erscheinen zwischen ihnen Nukleolen; diese sind jedoch nicht so groß wie die der ruhenden Kerne. Gleichzeitig bemerkt man nun auch im Raume zwischen den Chromosomen, der bisher nur von Spindelfasern durchzogen war, kleine Körnchen und Massen, die von den Kernen ausgehen. Erstere wandern aufeinander zu und in den darauffolgenden Stadien sieht man die Anlage der jungen Primärlamelle. Die Anordnung der Massen, bevor sie zu einer einheitlichen Lamelle verschmelzen, war bei diesem Objekt viel günstiger als bei dem der genannten Autoren zu sehen. Deutlich konnten wir sowohl bei FLEMMINGS Gemisch und Triacid als auch, und zwar mit einwandfreier Deutlichkeit, bei HEIDENHAINscher Färbung die Massen zwischen den Spindelfasern erkennen. Es waren einzelne feine Punktreihen, die durch die Fasern getrennt waren. Wir haben eine solche Platte, die durch Kerne völlig ungestört lag, mit Hilfe einer Apochromatimmersion photographieren können. An anderen Stellen sieht man diese membranogenen „Körnchenplatten“ in der Mitte der Zellen unterhalb oder oberhalb des noch mit getroffenen Kernes liegen. Diese Stoffe sind die erste Form der Primärlamelle, welche also zwischen den Fasern in einer Vorstufe getrennt ergossen werden und sich nun an der Berührungsstelle zweier Kernzonen zu der Lamelle vereinigen. Sie er-

füllen keineswegs die ganze Fläche, sondern beschränken sich zunächst nur auf den schmalen Raum zwischen den Kernen. Dementsprechend wird auch der erste Anfang der Membran in der Mitte sukzedan angelegt. Hier erscheint die Lamelle auch etwas dicker. In den darauffolgenden Stadien sieht man, daß die Fasern auch seitlich zum Rande ausbiegen und infolgedessen auch die Bezirke erfassen, die in der Nähe der alten Membran liegen. Der Kern hat eine ganz platte, linsenförmige Gestalt. Die Enden der beiden Kerne laufen spitz zu. Von der Spitze der Kerne zu den Seitenwänden laufen feine plasmatische Fortsätze. Zwischen diesen erstrecken sich in bogenförmigem Verlauf die letzten Spindelfasern. Während sich am Rande in solchen Zuständen noch die Anfangsvorgänge abspielen, welche sukzedan die Primärlamelle erzeugen, ist diese in der Zone zwischen den linsenförmigen Kernen fertig gebildet. Das Plasma hebt sich von ihnen etwas ab und überdeckt die Platte. Vom Kerne und den ihn umgebenden Plasmamengen trennt sie eine Vakuole. Von einer fädigen Struktur also ist hier nichts mehr zu sehen. Die Primärlamelle ist hier schon völlig ausgebildet und nicht mehr so haftend färbbar. Nach dem Rande zu wird sie allmählich dünner und hier treten noch die Fasern auf. Zwischen den Fasern sieht man kleinste, in Triacid rote, bei HEIDENHAIN-Färbung tiefschwarze Körnchen. Diese scheinen, wenn man von oben das Objektiv dem Präparat nähert, zusammenzulaufen und wieder auseinanderzurücken. Die Körnchenmassen selbst haben auch einen bogigen Verlauf, und zwar besteht am Rande immer der größte Abstand zwischen ihnen. In den Kernen selbst waren auch Nukleolen zu erkennen. Stellte man auf eine Ebene ein, in der die Membran scharf zu sehen war, so waren die Nukleolen nur am Rande zu beobachten. Bei tieferer oder höherer Einstellung waren sie auch in der Mitte zu sehen, d. h. sie liegen (räumlich gedacht) nur in den Randzonen des Kerns, wo in einiger Entfernung nach der Mitte zu die Membranbildung noch nicht ganz abgeschlossen ist. Die Nukleolen treten also dort auf, wo die stärksten stofflichen Umsetzungen stattfinden. In ihnen beobachtet man die Körnchenabspaltung.

Einer besonderen Betrachtung sind die feinen Fortsätze der Kerne an den Flanken und die sie umgebenden Plasmamengen wert. Deutlich ist das Plasma körnelig und man kann an günstigen Stellen sehen, wie solche Körnchen noch oberhalb der Spindeln liegen und in sie hineingelangen. •Wir möchten darin die Bildungs-

herde dieser membranogenen Stoffe sehen, welche in Kernnähe erzeugt werden und auf den Bahnen zwischen den Spindelfasern wandern.

Nach beendeter Teilung und Fertigstellung der Membran nehmen die Kerne wieder kugelförmige Gestalt an. Sie liegen noch etwas der gemeinsamen Membran an. Nukleolen sind wieder in normaler Zahl und Größe zu beobachten. Schließlich nehmen die Kerne auch ihren gewöhnlichen Platz in der Mitte der Zelle ein.

Versuchen wir zusammenfassend eine Deutung dieser Bilder. Zunächst sei noch einmal hervorgehoben, daß die Triacidfärbung dadurch, daß sie Chromatin und Nukleolen ganz verschieden färbt, diese beiden Bestandteile durch alle Stadien der Kernteilung genau verfolgen läßt. Diese Färbung hat darin selbst vor der FLEMMINGSchen Färbung eine gewisse Sicherheit voraus, weil wir bei dieser deutlich in denselben Präparaten eine chromatinartige Färbung nach Art von gleichmäßig gefärbten „Binnenkernen mit Vakuolen im Inneren“ beobachten könnten, welche nichts weiter sind als Nukleolen, welche sich nach Art des Vakuolentyps lösen. Hierbei wollen wir unsere Beobachtungen natürlich nicht auf die an anderen Objekten übertragen. Es wird erneuten Beobachtungen vorbehalten bleiben, ob dort nicht ähnliche Verwechslungen von Chromatin und Nukleolen in stark differenzierten oder chromatinarmen und nukleolenreichen Kernen vorliegen.

Wie wir sahen, sind während des Spiremstadiums die Nukleolen noch vollständig erhalten. Während der Metaphase findet dann offenbar eine Aufteilung der Nukleolarmassen statt. Wir schließen das daraus, daß in den meisten Metaphasen, die wir beobachteten, nicht mehr Nukleolen in ihrer ursprünglichen Größe zu beobachten waren, sondern nur noch kleine rote Körnchen oder Körnchenkette, selbst Stränge, von denen einige schon nach den Polen zu wanderten. Die Restmasse derselben folgt gleichzeitig mit den Chromosomen nach. Bei hierfür ungeeigneter Färbung, wie etwa nach HEIDENHAIN oder mit FLEMMINGS Dreifarbenmischung glaubt man dann feinste Chromosomen besonderer „Determination“ in der Spindel liegen zu sehen. Ja diese können sogar wie um die eigentlichen Chromosomen geschlungen erscheinen. Ob diese unsere Beobachtungen auf andere Objekte übertragbar sind, das werden in Angriff genommene Untersuchungen zeigen. Diese kleinen roten Stäbchen, die sich zwischen den Chromosomen den Polen zu winden, unterscheiden sich von den Chromosomen außer durch ihr färbe-

risches Verhalten auch durch ihre Gestalt, sie sind wesentlich dünner und schmaler. Wir sehen also, daß zu der färberischen Differenz noch ein verschiedenes morphologisches Verhalten kommt. Hieraus leiten wir die Berechtigung ab, in den Körnchen und Stäbchen die Wanderformen der restierenden Nukleolen zu sehen. In der Telophase erfolgt dann wieder die Zusammenballung der kleinen Körnchen usw. zu der ursprünglichen Gestalt der Nukleolen. Die Nukleolen bleiben also während der Kernteilung erhalten. Wenn man auch nicht ein Persistieren in ihrer alten Form feststellen kann, so rettet sich die Nukleolarsubstanz doch in der Form kleiner Körnchen und Stäbchen in die jungen Kerne hinein.

Wir sahen, daß die kleinen Körnchen, die wir als die Wanderform der Nukleolarsubstanz bezeichneten, immer zwischen den Fasern auftraten. Auch die Chromosomen werden von den Fasern ringartig umwallt. Besonders gut sieht man dies auf Querschnitten, wie die Fasern sich auf allen Seiten um die Chromosomen herumlegen. Bei Betrachtung dieser Bilder kommt man zu der Vorstellung, daß die Fasern die Gleitbahnen bilden, zwischen denen sich zuerst Teile der Nukleolarsubstanz und darauf die Restmasse der Nukleolen und die Chromosomen den Polen zu bewegen. Sind so die Chromosomen auf ihrer vorgezeichneten Bahn an ihrem Bestimmungsort angelangt, so laufen in denselben oder ähnlichen Bahnen von den sich bildenden Kernen aus zum Äquator diejenigen Stoffe, welche die neue Membran bilden sollen. Unter dem Einfluß dieser membranogenen Stoffe erfolgt die Anlage der neuen Membran, die von der Mitte aus kontinuierlich nach dem Rande zu fortschreitet.

Leider ist es uns hier nicht möglich, die einzelnen Beobachtungen, welche wir, da die Triacidfärbung verblaßt, photographisch festgehalten haben, bildmäßig zu belegen. Die Veröffentlichung dieser wie anderer Mikrophotogramme scheidet am Kostenpunkte.

Die Triacidfärbung, welche die Nukleolen deutlich gegen die Chromosomen unterschieden zeigt, ließ sich nach Beizen in alkoholischer Bleiacetatlösung durchführen. Daneben verwandten wir FLEMMINGS Dreifarbengemisch und Färbungen nach HEIDENHAIN, FLEMMING und CARNOY.

Die einen Kerne sind langgestreckt und haben Riesennukleolen, welche sich nach dem Vakuolentyp beim Differenzieren lösen. Die großen Kerne der Parenchymzellen haben mehrere große Nukleoli mit Körnchenspaltung. Bei der Teilung werden die Nukleolen in

kleine Stücke zerlegt, welche zum Teil als schwarze (nach HEIDENHAIN) „dünne Chromosomen“ um die dicken Chromosomen „geschlungen“ sind, sich jedoch bei Triacid-Färbung als Nucleolen erweisen. FLEMMING'S Dreifarbungsgemisch täuscht gleiche Bilder vor. Sie eilen gerne den Chromosomen voraus und werden von diesen später in der Telophase umwallt.

Mit seltener Deutlichkeit sind in den ausnehmend großen Kernen die Spindelfasern als derbe Stränge zu sehen. Optische Täuschung kann nicht vorliegen.

Sehr instruktiv sind die Bilder während der sukzedanen Bildung der Primärlamelle. Es werden die in Kernnähe gebildeten Vorstufen in den Bahnen der Spindelfasern ergossen. Sehr schön konnte das auf Querschnitten der Platten gesehen werden. Hier ist besonders HEIDENHAIN-Färbung brauchbar. Die Bilder der Arbeit von DEMBOWSKI und ZIEGENSPECK erhielten eine Bestätigung und Erweiterung an einem selten günstigen Objekte. In breiten Zellen schiebt der Kern Pseudopodien am Rande aus, die an die am Rande noch erhaltenen Spindeln ansetzen. Von einem Quellkörper konnten wir nichts sehen.

Abstract

The triacid-colouring which shows the nucleoli clearly distinguished from the chromosomes, was accomplished after corrosion in alcoholic acetat of lead solution. Besides FLEMMING'S three-colour mixture was used and colourings according to HEIDENHAIN, FLEMMING and CARNOY.

Some of the nuclei are long stretched and have extremely wide nucleoli which according to the vacuole-type dissolve during the differentiation. The large nuclei of the parenchym-cells contain large nucleoli with cleavage of little grains. In the division the nuclei are split up into small pieces which partly black, according to HEIDENHAIN are „thin chromosomes twined around the thick ones“, in the triacid colouring, however they prove to be nucleoli. FLEMMING'S three-colour mixture misleads in the same way. The nucleoli like to precede the chromosomes and later on in the telophase are floated around by them.

In the exceedingly large nuclei the spindle fibers are to be seen as coarse cords in rare distinctness. Optic delusion is impossible. Very interesting is the observation during the succedane formation of the primary lamella of the cell walls. The preliminary degrees formed near the nucleus, are discharged into the tracks of the spindle fibers. This was very clearly seen on the cross sections of the plates. Here especially HEIDENHAIN'S colouring is serviceable. The results of the work of DEMBOWSKY and ZIEGENSPECK have found confirmation and extension on an exceedingly favourable object. In broad cells the nucleus sends out pseudopodies on the margin which attach themselves to the spindles still existant on the margin. We have not been able to see a swelling body.

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: [25](#)

Autor(en)/Author(s): Dannehl Herbert, Ziegenspeck Hermann

Artikel/Article: [Cytologische Beobachtungen an wachsenden Wedeln von Ceratozamia 243-251](#)