

und PRAHL (Krit. Flora der Provinz Schleswig-Holstein u. s. w. I, S. 81), welche als Blüthezeit Mai, Juni anführen, ist daher für die norddeutschen Fundorte die richtige; auch die in der Flora von Pommern und Rügen von SCHMIDT-BAUMGARDT S. 125 (Juni) noch weniger unzutreffend, als die in der Mehrzahl der deutschen Florenwerke seit MERTENS und KOCH, Deutschlands Flora I, S. 818, sich findende: Juni, Juli.

Mittheilungen.

16. E. Zacharias: Ueber Beziehungen des Zellenwachsthums zur Beschaffenheit des Zellkerns.

Eingegangen am 3. Mai 1894.

In einer neuerdings erschienenen Mittheilung über die Chromatophilie der Zellkerne beschreibt ROSEN¹⁾ den Bau der Zellkerne in verschiedenen Theilen der Hyacinthenwurzel. Er fand hier bestimmte Unterschiede in der Beschaffenheit der Kerne des Meristems und der in den Dauerzustand übergehenden Gewebe. Abgesehen von Verschiedenheiten im Bau der Nucleöingerüste, betrafen die Differenzen die Grösse des Gesamtkernes und der Nucleolen. Die Kerne des Meristems und ihre Nucleolen waren grösser als die Kerne und Nucleolen der nicht meristematischen Zellen. „Die Vermehrungsfähigkeit der Zellkerne geht hier also (wie ROSEN sich ausdrückt) Hand in Hand mit der Häufung von Nucleolarsubstanz, der Verlust der Theilungsfähigkeit mit einer Reduction derselben.“ Dieser Satz entspricht nicht den Vorstellungen, welche ich in Betreff der hier obwaltenden Beziehungen auf Grund fremder und eigener Beobachtungen gewonnen habe.

Schon SCHWARZ²⁾ constatirte durch zahlreiche Messungen an verschiedenen Objecten, dass die Zellkerne und Nucleolen wachsender, sich nicht mehr theilender Zellen eine Zeit lang an Grösse zunehmen, um sich dann später zu verkleinern. Nicht im Meristem der von

1) Neuere über die Chromatophilie der Zellkerne. Schlesische Gesellschaft für Vaterländische Cultur. Zool. bot. Sect. 15. Febr. 1894.

2) Beitrag zur Entwicklungsgeschichte des pflanzlichen Zellkerns nach der Theilung. (Beiträge zur Biologie der Pflanzen, herausgegeben von F. COHN. IV. Bd., 1. Heft, 1884.)

SCHWARZ untersuchten Wurzeln, sondern in den sich nicht mehr theilenden, lebhaft wachsenden Zellen derselben fanden sich die grössten Kerne und Nucleolen. „Im Allgemeinen fällt das Kernwachsthum bei klein bleibenden Zellen geringer aus, als bei den grösseren.“ Dass das Maximum der Kerngrösse mit bestimmten Stadien der Zellstreckung zusammenfalle, konnte SCHWARZ jedoch nicht constatiren. Die stärkste Vergrösserung der Nucleolen fand SCHWARZ in den grossen Gefässzellen von *Zea Mays*, „wo der Nucleolus im Maximum stehend 14mal so gross war als am Vegetationspunkt“. Das Maximum des Nucleolenvolumens liegt in wachsenden Wurzel- und Sprossgipfeln vor der Zone, in welcher der Kern sein Maximum erreicht. In vielen Fällen tritt gerade dann die bedeutendste Verkleinerung des Nucleolenvolumens ein, wenn der Kern sein Volumen am stärksten vergrössert. Hieraus zieht SCHWARZ den völlig unberechtigten Schluss: „Die Substanz des Kernkörperchens wandert also, nicht bloss den Kern durchziehend, in den übrigen Theil der Zelle, sondern wird zuerst zur Vergrösserung des Kernvolumens verwendet.“ Die Vergrösserung von Kern und Nucleolus erfolgt nach SCHWARZ nicht durch Wasseraufnahme, sondern durch Aufnahme von Stoffen (sic). Die Tinctionsfähigkeit der Kerne nimmt erst ab, wenn diese beginnen kleiner zu werden¹⁾. ROSEN fand den Meristemkern reicher an cyanophiler Substanz als die Kerne der Dauergewebe.

Beträchtliche Vergrösserung des Kernes, Vermehrung der Nucleolar-masse konnte ich in wachsenden Siebröhren- und Gefässgliedern von *Cucurbita* und *Zea*, wachsenden Haarzellen von *Cucurbita* und wachsenden Epidermiszellen von *Galanthus* und *Hyacinthus* beobachten. AUERBACH²⁾ gelangte bei der Untersuchung thierischer Gewebe zu entsprechenden Resultaten. Wie AUERBACH angiebt, wachsen die Larven von *Musca vomitoria* nach dem Ausschlüpfen innerhalb 6 bis 9 Tagen der Länge nach von etwa 1½ bis 17 mm und verhältnissmässig ebenso in die Dicke. „Diese bedeutende Vermehrung der Körpermasse erfolgt aber fast gänzlich nur durch Vergrösserung der einzelnen Zellen, welche von vornherein die Organe des Lärvcchens zusammensetzen.“ Namentlich die sehr bedeutende Massenzunahme des Darmtractus, der Drüsen, der Haut, der Muskeln und des Fettkörpers erfolgt nur durch Vergrösserung der Zellen. Dabei vergrössern sich auch die Kerne und Nucleolen. „Letztere, an der ausschlüpfenden Larve 3—5 μ messend, gelangen bis zu Durchmessern von 8 μ , 15 μ , selbst 20 μ .“ Je schneller und absolut bedeutender das Wachsthum der Zellen ist, um so stärker wachsen auch die Nucleolen. Auch auf die Zunahme der Menge und

1) Vergl. E. ZACHARIAS, Beitr. zur Kenntniss des Zellkerns und der Sexualzellen. Bot. Ztg. 1887, p. 348. — Ueber den Nucleolus. Bot. Ztg. 1885, p. 292.

2) Organologische Studien, 1. Heft. Breslau 1874. Zur Charakteristik und Lebensgeschichte der Zellkerne.

gesamten Substanzmasse der Keimflecken in den Keimbläschen wachsender Eizellen macht AUERBACH aufmerksam.

Auffallend ist die Vergrösserung der Kerne und Nucleolen im keimenden Endosperm von *Ricinus*¹⁾. Auch hier wachsen die Zellen beträchtlich ohne sich zu theilen. Bei nicht wachsenden keimenden Endospermen konnte ich entsprechende Veränderungen am Zellkern nicht nachweisen²⁾.

Sehr scharf traten Beziehungen zwischen dem Zellenwachsthum und der Beschaffenheit des Zellkernes bei der Untersuchung von Epidermen, z. B. von *Galanthus* und *Hyacinthus*, hervor. Unmittelbar nach der Theilung sind die Spaltöffnungs-Mutterzelle und deren Schwesterzelle annähernd gleich gross, sehr bald wird aber durch rascheres Wachsthum der letzteren die Grössendifferenz bedeutend. Dementsprechend werden die anfangs gleichartigen Kerne verschieden. In einem bestimmten Stadium ist der Kern der Spaltöffnungs-Mutterzelle beträchtlich kleiner, procentisch nucleinreicher als der Kern der Schwesterzelle und mit sehr viel kleinerem Nucleolus versehen als der letztere. Sehr bedeutend ist auch die Verschiedenheit der Kerne der jüngeren Schliesszellen und der übrigen grossen, noch im Wachsthum begriffenen Epidermiszellen. Erstere sind kleiner, mit erheblich kleineren Nucleolen versehen, aber procentisch viel nucleinreicher als letztere.

In den ersten Stadien des Wachsthums von Kern und Zelle findet in den Epidermen wie in den von SCHWARZ untersuchten Objecten eine absolute Vermehrung der Nucleolarmasse statt. Ob der absolute Nucleingehalt der Kerne sich hier vermindert, gleich bleibt oder eine geringe Vermehrung erfährt, ist nicht zu entscheiden, jedenfalls vermindert sich der procentische Gehalt.

Auch in den Spaltöffnungs-Mutterzellen, welche vor ihrer Theilung in die Schliesszellen ein allerdings relativ geringes Wachsthum erfahren, ist eine geringe Verminderung des procentischen Gehaltes der Kerne an Nuclein zu constatiren. Im Beginn der Theilung findet dann hier eine absolute und procentische Zunahme an Nuclein statt³⁾. Dass mit dem Wachsthum von Zelle und Kern, auch ohne dass es zu einer Theilung kommt, absolute Zunahme des Nucleingehaltes verbunden sein kann, zeigt sich z. B. bei *Cucurbita*. Das Nuclein ist hier an kleine, der Kugelgestalt mehr oder weniger genäherte Körperchen gebunden, welche

1) Vergl. E. ZACHARIAS, Ueber Chromatophilie. Ber. der Deutschen Botan. Ges. 1893, p. 194.

2) Vergl. M. RACIBORSKI, Zur Morphologie des Zellkerns der keimenden Samen. (Anzeiger der Akad. d. Wiss., Krakau, März 1893), sowie die in einer früheren Mittheilung (diese Berichte 1893, S. 195) von mir citirte Litteratur.

3) Vergl. E. ZACHARIAS, Beitr. etc. (Bot. Ztg. 1887, S. 353). Genauere Angaben über diese Verhältnisse sollen an der Hand von Abbildungen und Messungen a. a. O. publicirt werden.

namentlich in der Peripherie des Kernes liegen. Mit dem Wachsthum der Kerne und Zellen, z. B. der Gefäss- und Siebröhrenglieder, vergrössern sich die Nucleinkörperchen, so dass der absolute Nucleingehalt der heranwachsenden Kerne in bestimmten Stadien auffallend bedeutender ist als derjenige der kleineren, jüngeren Kerne. Ob auch der procentische Gehalt eine Veränderung erfährt, ist hier schwierig festzustellen.

Dieselben Verschiedenheiten im Baue der Kerne wie bei den kleinen Schliesszellen der Spaltöffnungen und den im Wachsthum begriffenen Epidermiszellen finden sich auch bei den männlichen und weiblichen Sexualzellen, wenn diese Zellen erhebliche Grössendifferenzen aufweisen. Die klein bleibenden männlichen Sexualzellen besitzen einen kleinen, procentisch nucleinreichen Kern mit kleinem Nucleolus (derselbe kann auch fehlen). Die stärker wachsenden Eier enthalten hingegen einen grossen, procentisch nucleinarmen Kern mit grossen Nucleolen. Auch an die Verschiedenheiten im Baue des Kernes der generativen und vegetativen Zelle im Pollenkorn der Angiospermen ist hier zu erinnern.

Bei der mit indirecter Kerntheilung verbundenen Theilung einer einkernigen Zelle erhält jeder Tochterkern die Hälfte des Nuclein des Mutterkernes. Wachsen die Tochterzellen nach ihrer Entstehung nicht, oder nur sehr wenig, so bleiben in den genauer untersuchten Fällen die Kerne klein, procentisch nucleinreich; die Nucleolen¹⁾ erfahren nur eine geringe Ausbildung. Findet lebhaftes Wachsthum der Zellen statt, so vergrössern sich die Nucleolen zunächst stark, können sich dann aber später wieder verkleinern, der Kern wird procentisch ärmer an Nuclein (eine absolute Zunahme des Nucleingehaltes kann erfolgen). Vor der Theilung des Mutterkernes scheint meist (ob immer, ist fraglich) eine absolute und procentische Zunahme des Nucleingehaltes einzutreten.

Dass der Zellkern zum Wachsthum der Zellen in Beziehung steht, ist durch Beobachtungen verschiedener Autoren (zum Theil auf experimentellem Wege) dargelegt worden. Spielt aber der Kern bei dem Zellenwachsthum eine wichtige Rolle, so ist es nicht auffallend, dass

1) Hinsichtlich des Verhaltens der Nucleolen bei der Kerntheilung stimme ich im Allgemeinen den Ausführungen ROSEN's bei, welche auch mit meinen früheren Befunden in wesentlichen Punkten im Einklang stehen. Dass meine Beobachtungen die Möglichkeit einer Erhaltung von Theilen des Nucleolus bei der Kerntheilung, welche auch in die Tochterkerne gelangen könnten, nicht ausschlossen, habe ich besonders hervorgehoben. (Ueber den Nucleolus. Bot. Ztg. 1885, p. 282. Vergl. hier auch Anm. 3).

Vergl. ausser der bei ROSEN citirten Litteratur auch GJURAŠIN, Ueber die Kerntheilung von *Peziza vesiculosa* (Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch. XI, p. 113, 1893), und WAGER, On Nuclear Division in the Hymenomycetes (Annals of Botany, vol. VII, 1893).

zur Zeit ausgiebigen Zellenwachsthums Veränderungen im Kern sichtbar werden, welche nicht in die Erscheinung treten, wenn das Wachstum ausbleibt oder nur sehr geringfügig ist. Allerdings ist zuzugeben, dass einzelne Thatsachen bekannt sind, welche den hier vorgetragenen Anschauungen zu widersprechen scheinen. Die eingehendere Behandlung der möglichen Einwürfe muss einer ausführlicheren Publication vorbehalten bleiben. Ueberhaupt wird es die Aufgabe weiterer Untersuchungen sein, zu prüfen, in wie weit es berechtigt ist, die vorliegenden Thatsachen in der Weise zu verknüpfen, wie es hier geschehen ist. Unter anderem werden sich diese Untersuchungen auf die neuerdings von RACIBORSKI¹⁾ und ROSEN mitgetheilten Fälle erstrecken müssen.

Sollte thatsächlich die vielfach beobachtete verschiedene Beschaffenheit der männlichen und weiblichen Sexualkerne zu dem verschiedenartigen Wachstum der zugehörigen Zellen in Beziehung stehen, so würde durch die Aufdeckung dieses Zusammenhanges die Kenntniss der etwaigen Bedeutung der Kerndifferenzen für den Erfolg der Befruchtung in keiner Weise gefördert werden. Das ist eigentlich selbstverständlich, bedarf hier aber doch der Betonung, da STRASBURGER²⁾ der Meinung zu sein scheint, er könne über die etwaige Bedeutung der Kernverschiedenheiten für die Befruchtung ein Urtheil gewinnen, wenn es ihm gelingen würde, nachzuweisen, wie diese Verschiedenheiten zu Stande kommen. STRASBURGER will dieselben auf verschiedene Ernährung des männlichen und weiblichen Kernes zurückführen. Der Eikern soll deshalb vom Spermakern verschieden sein, weil ihm in seiner Umgebung mehr Nahrungsstoffe zu Gebote stehen. Ob letzteres thatsächlich der Fall ist, weiss man nicht. Sicher ist aber, dass sich im Allgemeinen das Bestehen einer Abhängigkeit des in Rede stehenden Verhaltens der Kerne von der Menge der sie unmittelbar umgebenden, gewöhnlich als Nahrungsstoffe bezeichneten Substanzen, aus den bekannten Thatsachen nicht folgern lässt. In den genauer untersuchten keimenden Endospermen zeigen die Kerne, obwohl sie von „Nahrungsstoffen“ reichlich umgeben sind, kein Wachstum, keine Vergrößerung ihrer Nucleolen, wenn nicht die Endosperme selbst wachsen.

Die mächtig vergrößerten Nucleolen der heranwachsenden Siebröhrenglieder verkleinern sich mehr und mehr um die Zeit der völligen Ausbildung der Siebröhre. Sie zeigen dasselbe Verhalten wie die schwindenden Nucleolen der Kerne in den inhaltsarmen, der Vollendung nahen Gefässen, obwohl die Siebröhre von „Nahrungsstoffen“ erfüllt ist.

1) l. c. und: Ueber die Chromatophilie der Embryosackkerne. Anzeiger d. Akad. Wiss. in Krakau, Juli 1893.

2) Ueber das Verhalten des Pollens und die Befruchtungsvorgänge bei den Gymnospermen. Histol. Beitr. Heft IV, 1892.

Die vollständige Auflösung der Kerne in den Siebröhren ist mir nach neueren Untersuchungen an *Cucurbita* zweifelhaft geworden. In Siebröhren mit deutlichen Siebplatten, deren Perforation allerdings an den untersuchten Präparaten nicht deutlich zu erkennen war, fand ich noch ganz ausserordentlich stark vergrösserte, sehr substanzarme Kerne mit kleinen Nucleolarresten.

An dieser Stelle mag schliesslich noch ein die Auflösung der Siebröhrenkerne betreffendes Citat von STRASBURGER berücksichtigt werden. In seinem Buche „Ueber den Bau und die Verrichtung der Leitungsbahnen“¹⁾ sagt STRASBURGER: „Das Schwinden der Zellkerne in den Siebröhren kann nicht, wie es ZACHARIAS²⁾ annehmen möchte, mit der alkalischen Reaction des Siebröhrensaftes, speciell seinem Gehalte an phosphorsaurem Kali, zusammenhängen, denn es war mir möglich, Längsschnitte von *Cucurbita* Tage lang in dem aus deren Siebröhren hervorgetretenen Saft mit unverletzten Zellkernen am Leben zu erhalten. Selbst aus jungen Siebröhren herausgedrückte Zellkerne konnte ich auffallend lange in diesem Saft erhalten.“ Hätte STRASBURGER die Anmerkung, welche er citirt und gegen welche er sich wendet, bis zum Schlusse gelesen, so würde er gefunden haben, dass ich, um zu prüfen, ob die Vermuthung, der alkalische Siebröhrensaft wirke lösend auf die Siebröhrenkerne ein, begründet sei, die Einwirkung dieses Saftes auf Kerne von *Hyacinthus* untersucht habe, und zwar mit dem Resultat, dass eine lösende Wirkung sich nicht nachweisen liess.

17. J. E. Humphrey: Nucleolen und Centrosomen.

Vorläufige Mittheilung.

Mit Tafel VI.

Eingegangen am 12. Mai 1894.

Es ist für thierische Zellen besonders bekannt, dass unter der Bezeichnung Nucleolen Inhaltstheile des Zellkernes zusammengefasst werden, deren chemisches Verhalten nicht übereinstimmend ist. Treten solche Verschiedenheiten in pflanzlichen Zellen auch nicht so oft und so auffällig dem Beobachter entgegen, so ist es nichts desto weniger sicher,

1) Histolog. Beiträge, Heft III, 1891, p. 291.

2) Ueber den Inhalt der Siebröhren von *Cucurbita Pepo*. Bot. Ztg. 1884, Sp. 72, Anm. 1.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1894

Band/Volume: [12](#)

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

Artikel/Article: [Ueber Beziehungen des Zellenwachsthums zur Beschaffenheit des Zellkerns 103-108](#)