

grün ist und fortlebt, blüht derselbe Spross gewöhnlich nur einmal. Nur selten habe ich blühende *C. digitata* - Exemplare gefunden, bei denen sich neben den diesjährigen Blütenstengeln auch Rester von vorjährigen vorfanden. Dies beruht vielleicht zum grossen Theil darauf, dass die Laubrosetten dieser Segge ein beliebter Aufenthaltsort einer Insektenart ist, die dann die jungen Blätter an ihrer Basis und die Stammspitze aufzehrt.

24. G. Haberlandt: Ueber die Lage des Kernes in sich entwickelnden Pflanzenzellen.

Vorläufige Mittheilung.

Eingegangen am 25. Mai 1887.

Bald nachdem NÄGELI den Begriff des „Idioplasmas“ aufgestellt hatte, sprachen verschiedene Forscher, wie O. HERTWIG¹⁾, WEIS-MANN²⁾, KÖLLIKER³⁾, in übereinstimmender Weise die Ansicht aus, dass das Idioplasma ausschliesslich in den Zellkernen seinen Sitz habe. Die Hauptstütze für diese von NÄGELI's Annahme eines zusammenhängenden Idioplasmanetzes wesentlich abweichende Auffassung liegt in den zahlreichen sorgfältigen Beobachtungen, welche von zoologischer und später auch von botanischer Seite, speziell von STRASBURGER, über den Befruchtungsvorgang angestellt worden sind. Als Hauptresultat dieser Untersuchungen hat sich bekanntlich der Satz ergeben, dass der Befruchtungsvorgang lediglich auf der Kopulation des Eikernes mit dem Spermakerne beruhe, während der protoplasmatische Zellkörper der beiden Geschlechtszellen bei diesem Vorgange unbetheiligt sei.⁴⁾ Dazu kam dann noch als ein wichtiges Argument für die Richtigkeit der zweiten Hälfte dieses Satzes die von PFLÜGER entdeckte „Isotropie des Eies“, womit der genannte Forscher die

1) Das Problem der Befruchtung etc., Jena 1885.

2) Die Continuität des Keimplasmas als Grundlage einer Theorie der Vererbung, Jena 1885.

3) Die Bedeutung der Zellkerne für die Vorgänge der Vererbung, Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie, 42. Bd., 1885.

4) Vgl. STRASBURGER, Neue Untersuchungen über den Befruchtungsvorgang bei den Phanerogamen etc., Jena 1884.

Thatsache bezeichnet, dass der Zellkörper des Eies aus gleichartigen Theilen besteht, d. h. dass nicht bestimmte Organe des Embryo aus ganz bestimmten Theilen des Eikörpers hervorgehen und nur aus diesen hervorgehen können.

Wenn also die Zellkerne bei der Befruchtung als die alleinigen Träger der Vererbungspotenzen fungiren, so ist es auch so gut wie gewiss, dass sie die alleinigen Träger des Idioplasmas vorstellen.¹⁾ Die Zellkerne sind es demnach, „welche die spezifische Entwicklungsrichtung in den Organismen bedingen“, und die spezifische Ausgestaltung jedes einzelnen Organes, Gewebes und jeder Zelle anregen und beherrschen.

Ich habe mich seit dem Spätherbste 1885 bemüht, auf dem Gebiete der Entwicklungsgeschichte der Pflanzenzelle Thatsachen aufzufinden, welche bei der so nothwendigen eingehenderen Begründung jenes Satzes verwerthbar wären. Mein Hauptaugenmerk richtete ich hierbei auf die verschiedene Lagerungsweise des Kernes während der Histogenese der höher entwickelten Pflanzen. Der Grundgedanke, von dem ich ausging, war folgender:

Die Beeinflussung des plasmatischen Zellkörpers seitens des Kernes hat man sich zweifellos als eine dynamische vorzustellen. Bereits NÄGELI hat sich bezüglich der Wirkungsweise des Idioplasmas an verschiedenen Stellen seiner „Mechanischen Theorie der Abstammungslehre“ in diesem Sinne ausgesprochen. Da sich der genannte Forscher das Idioplasma in Form eines den ganzen Plasmakörper der Zelle durchziehenden Netzes vorstellt, so kann es sich nach seiner Ansicht bei der Uebertragung bestimmter Schwingungszustände auf das Zellplasma nur um äusserst geringe Entfernungen handeln. Anders gestaltet sich aber die Sachlage, wenn man eine Lokalisation des Idioplasmas in den Zellkernen annimmt; dann müssen jene Bewegungszustände, durch welche das Idioplasma, resp. der Zellkern den ganzen Plasmakörper beherrscht, auf grössere Entfernungen hin fortgepflanzt werden. Es ist nun eine sehr nahe liegende Annahme, dass die Uebertragung der jeweiligen Bewegungszustände um so gesicherter und vollständiger sein wird, je kleiner die Entfernungen sind, um welche es sich hierbei handelt. Ist dies richtig, so kann es keineswegs gleichgültig sein, welche Lage der Kern in der sich entwickelnden Zelle einnimmt; am deutlichsten wird dies dann zur Geltung kommen, wenn in einer räumlich stärker ausgedehnten Zelle einseitige, auf eine bestimmte Partie derselben beschränkte Gestaltungs- resp. Wachstums-

1) STRASBURGER nimmt allerdings (l. c. p. 110) neben dem „Nucleo-Idioplasma“ auch noch ein „Cyto-Idioplasma“ an, doch haben bereits WEISMANN und KÖLLIKER in Kürze hervorgehoben, dass zu einer solchen Annahme kein zwingender Grund vorhanden sei.

vorgänge sich abspielen, wenn es sich beispielsweise um ein lokales Flächen- oder Dickenwachstum der Zellmembran handelt. In solchen Fällen werden wir, wenn unsere obige Voraussetzung richtig ist, den Zellkern stets in grösserer oder geringerer Nähe jener Stelle, wo spezifische Wachstumsvorgänge einzuleiten sind, suchen müssen.

In der vorliegenden Mittheilung beabsichtige ich nun, in gedrängter Kürze eine Reihe von Thatsachen namhaft zu machen, welche sehr deutlich zu Gunsten dieses Gedankenganges sprechen.

Wenn sich in einer Zelle eine bestimmte Wand oder Wandpartie stärker verdickt, als die übrigen Wandungstheile, so liegt der Zellkern der betreffenden Wand meist unmittelbar an; in manchen Fällen steht er mit der lokalen Wandverdickung durch einen Plasmastrang in Verbindung. — Als Beispiele erwähne ich vor Allem die grosszelligen, als Wassergewebe fungirenden Epidermen verschiedener Orchideen (*Cypripedium insigne* und *venustum*, *Goodyera parviflora*). In den sich entwickelnden Oberhautzellen der Laubblätter dieser Pflanzen liegen die Kerne zum grössten Theile den Aussenwandungen an, von denen sie sich nach vollendeter Ausbildung der Epidermis sehr häufig wieder zurückziehen. Auch in typisch ausgebildeten, relativ hohen Oberhautzellen zeigen die Kerne zur Zeit der Zellwandverdickung gewöhnlich die gleiche Lage (*Aloë verrucosa*, *Agave americana*, *Luzula maxima* u. A.).

Gewissermassen als Gegenprobe darf es gelten, wenn wir in Epidermen mit innenseitig verdickten Zellwänden die Kerne zur Zeit der Entwicklung den Innenwandungen anliegend finden. Dies ist z. B. in den Fruchtschalen verschiedener *Carex*-Arten der Fall. Bei *Scopolina atropoides* besteht die Epidermis der Samenschale, welche sich zur „Hartschicht“ ausbildet, aus enorm grossen Zellen, deren dünne Aussenwände sich blasig vorwölben, während die Innen- und theilweise auch die Seitenwände beträchtlich verdickt werden. Die grossen Zellkerne liegen gewöhnlich den Innenwandungen an; dicke Plasmastränge reichen vom Kerne zu den sich verdickenden Theilen der Seitenwände hinüber.

Hierher gehören ferner die einseitigen Wandverdickungen bei der Bildung des Peristoms der Laubmoose. Bei *Bryum argenteum* z. B. sind die Zellen der das Peristom bildenden Zellschicht in radialer Richtung bedeutend gestreckt. Ihre nach aussen gekehrten Wandungen erfahren eine sehr starke Verdickung, welche theilweise auch auf die Radialwände übergreift. Die Zellkerne liegen demgemäss ausnahmslos den sich verdickenden Aussenwandungen an.

In den Schliesszellen der Spaltöffnungsapparate, deren Bauchwände bekanntlich mit mehr oder minder starken Verdickungsleisten versehen sind, sieht man zur Zeit der Entwicklung die Kerne ganz ausnahmslos an den eben genannten Wänden liegen, und zwar von den Enden der Zellen beiderseits gleich weit entfernt. In den aus-

gebildeten Schliesszellen haben die Kerne ihre eben genannte Lage nicht selten verlassen und sind in die Mitte des Lumens, zuweilen auch auf die Rückenwände gewandert.

Recht lehrreich ist auch die Lage der Kerne in den Cystolithen bildenden Zellen der Urticaceen und Acanthaceen. Bei *Goldfussia anisophylla* sind die Cystolithen der Epidermis „donnerkeil“- oder halbspindelförmig; das dünne Stielchen entspringt einer Seitenwand der betreffenden Zelle und tritt am stumpfen Ende der Halbspindel auf. Der kleine Kern befindet sich stets in unmittelbarer Nähe des spitzen Endes des Cystolithen, und zwar in dem dünnen Plasmabelege, welcher den Körper des Cystolithen umhüllt. Wenn letzterer seine definitive Grösse erreicht hat, so verlässt der Kern nicht selten seine angegebene Lage und rückt gegen das stumpfere Ende der Halbspindel vor. Bei *Ficus elastica* liegt der gleichfalls sehr kleine Kern in der ganz jungen Cystolithenzelle fast immer im unteren Theile des Zellraumes, so dass er vom Ende des von der Aussenwand in das Lumen hineinwachsenden Cellulosezapfens meist mehr oder minder entfernt ist. Hier stellt nur ein Plasmastrang die Verbindung auf kürzestem Wege her. Später verschwindet derselbe, der Kern liegt nunmehr im plasmatischen Wandbelag auf dem Grunde der Zelle. Bei *Broussonetia papyrifera* besitzen die kurz-flaschenförmigen Haare der Laubblätter an ihren freien Seitenwänden 2—4 rundliche Cystolithen, von welchen aus dünne Plasmafäden sich gegen den grundständigen Zellkern hin erstrecken.

Von Interesse ist die Gestaltung des Plasmakörpers bei der Entstehung der Zellwandleisten des Armpalissadengewebes verschiedener Ranunculaceen sowie von *Sambucus nigra*. Der Kern der betreffenden Zellen ist meistens central gelagert und steht durch plasmatische Stränge und Platten mit dem Wandbelag in Verbindung. Die Lage der künftigen Zellwandleisten ist derart schon vorgezeichnet; dieselben entstehen ausnahmslos an den Ansatzstellen der Plasmaplatten und wachsen auch in diesen Platten weiter, dem Zellkern entgegen. Bei der Entstehung H-förmiger Armpalissadenzellen liegt der Kern dann schliesslich zwischen den 2 von entgegengesetzter Richtung auf ihn zugewachsenen Leisten, von denen er gleichsam eingeklemmt wird. — Den gleichen Verhältnissen begegnet man bei der Entwicklung des Assimilationssystems des *Pinus*blattes, dessen Zellen bekanntlich gleichfalls Verdickungsleisten besitzen.

Wenn die Membran einer Zelle lokalisirtes Flächenwachsthum zeigt und eine oder mehrere Ausstülpungen bildet oder wenn eine schlauchförmige Zelle ein ausgesprochenes Spitzenwachsthum besitzt, so liegt der Kern, wie beim Dickenwachsthum, entweder in unmittelbarer Nähe der Wachsthumstelle oder er steht mit derselben durch

Plasmastränge in naher Verbindung. Nur in wenigen Fällen liess sich gar keine solche Beziehung nachweisen.

Zu den lehrreichsten Beispielen gehören in dieser Hinsicht die Wurzelhaare. An der Keimwurzel von *Pisum sativum* sind die Absorptionszellen („Epiblemzellen“) zur Zeit der Anlage der Wurzelhaare schon sehr in die Länge gestreckt. Der Zellkern liegt an der Innenwand, und zwar beiläufig in der Mitte derselben. Zwischen dem Kern und der Aussenwand befindet sich eine Plasmabrücke. Die Anlage des Wurzelhaares erfolgt stets durch Ausstülpung der über dem Zellkern gelegenen Partie der Aussenwand, also in nächster Nähe des Kernes. Derselbe rückt auch alsbald, die Zelle durchquerend, in die junge Haaranlage hinein und hält sich, so lange das Spitzenwachsthum des Haares dauert, ganz nahe dem Ende desselben. Bei *Triticum vulgare* wird zwar der Ort der Entstehung des Wurzelhaares nicht von der Lage des Kernes bestimmt, dafür sind zwischen dem Kerne und der Wurzelhaaranlage stets ein oder mehrere Plasmastränge vorhanden. Bei allen untersuchten Pflanzen fand ich den Kern im wachsenden Wurzelhaare dem Ende desselben mehr oder minder genähert, so dass man ihn in Bezug auf die Länge des ganzen Haares als in der Spitze liegend bezeichnen durfte. Das Gleiche gilt für die Rhizoiden der Farnprothallien, sowie auch der untersuchten Lebermoose. Alle diese Organe sind aber, wie schon die Art ihres Vordringens im Boden lehrt, durch ein ausgesprochenes Spitzenwachsthum gekennzeichnet. — Bei verschiedenen Cruciferen tritt bekanntlich nicht selten eine Verzweigung der Wurzelhaare ein. Wie ich bei *Brassica oleracea* fand, zeigt ausschliesslich jener Ast des verzweigten Haares ein länger andauerndes Wachsthum, welcher in den Besitz des Kernes gelangt ist.

Bemerkenswerth ist auch die Lage der Kerne in den einzelligen verzweigten Haaren von Stengelorganen und Laubblättern. Bei *Draba incana* sind die mehrstrahligen Sternhaare nur ganz kurz gestielt; der Kern liegt während der ganzen Entwicklung des Haares im Fussstück desselben. Bei *Arabid albid*a besitzen dagegen die Sternhaare längere Stiele; der Kern verbleibt nun nicht mehr im Fussstück des Haares, sondern wandert in das obere Ende des Stieles hinauf, wo er im Mittelpunkt der Verzweigung sich während des weiteren Wachsthums des Haares aufhält. Später wandert er wieder zurück und ist in älteren, ausgewachsenen Haaren gewöhnlich in der Mitte des Stieles zu finden.

Die als Thyllen bezeichneten Membranausstülpungen der Holzparenchymzellen kommen bekanntlich durch lokalisiertes Flächenwachsthum der an ein Gefäss grenzenden Membrantheile jener Zellen — speziell der Tüpfelschliesshäute — zu Stande. Das Verhalten der Kerne bei der Entstehung der Thyllen ist verschieden. In Blattstielen von

Monstera deliciosa, welche einige Tage lang in Wasser standen, bildeten zahlreiche, den grossen Spiralfässen benachbarte Holzparenchymzellen je eine Thylle. Der Zellkern der betreffenden Parenchymzelle lag zu Beginn der Thyllenbildung der an das Gefäss grenzenden Längswand an. Dort nun, wo der Kern lag, stülpte sich die Membran aus und bildete die Anlage der Thylle; dieselbe wurde in ihren jüngsten Stadien von dem sofort in sie einrückenden Kerne fast vollständig ausgefüllt. Der Kern behielt in der jungen Thylle eine zeitlang seine centrale Lage bei und wurde dann wandständig. — Bei *Robinia pseudoacacia* bildet die einzelne Holzparenchymzelle häufig zwei bis mehrere Thyllen. Eine bestimmte Beziehung zwischen Kernlagerung und Thyllenbildung ist hier, wie zu erwarten war, nicht vorhanden. Die junge Thyllenanlage ist immer kernlos. Gewöhnlich verbleibt der Kern in der Holzparenchymzelle, doch kommt es auch vor, dass er später in eine der ganz oder nahezu ausgebildeten Thyllen hineinrückt. —

Die ungliederten Milchröhren der Euphorbiaceen sind bekanntlich, wie TREUB nachgewiesen hat, vielkernig. Eine Beziehung zwischen der Lage der Kerne und der Verzweigung der Milchröhren, konnte, bei *Euph. Lathyris* und *Myrsinites* wenigstens, nicht festgestellt werden. Früher oder später wandert allerdings in den neugebildeten Seitenzweig aus dem Mutteraste ein Kern ein. Deutlicher geht die Bedeutung der Kerne für das Wachsthum der Milchröhren aus dem Verhalten der ersteren bei der Bildung der Adventivknospen am hypocotylen Stengelgliede von *Euph. Lathyris* hervor. In den Erweiterungen und kolbigen Auftreibungen¹⁾, welche die Milchröhren unter der jungen Knospe zeigen, tritt in Folge wiederholter Theilungen eine starke Vermehrung der Kerne ein, welche dann später in die für die Knospe bestimmten zahlreichen Aeste und Zweige einwandern, die von den Röhren an jenen Stellen gebildet werden.

Von den „nicht cellulären“, vielkernigen Thallophyten habe ich bis jetzt blos *Saprolegnia* und *Vaucheria* eingehender untersucht. Für eine nicht näher bestimmte *Saprolegnia*-Art wurde festgestellt, dass die Entstehung von Seitenästen bei der Verzweigung der Hyphen stets unmittelbar über einem der Wand stark genäherten Kerne stattfindet, der auch sofort in die noch papillöse Zweiganlage hineinwandert. Dasselbe gilt für die Schlauchbildung keimender Gemmen. Der Kern des neugebildeten Schlauches wird sehr bald getheilt, desgleichen die Tochter- und Enkelkerne, so dass die wachsende Hyphe bald zahlreiche Kerne besitzt²⁾.

1) Dieselben sind bereits von SCHULLERUS beschrieben worden; Die physiolog. Bedeutung des Milchsaftes von *Euph. Lathyris*, Abh. d. botan. Vereins d. Provinz Brandenburg, XXIV. Bd., pag 41 ff.

2) Eine nachträgliche Einwanderung von Kernen aus dem Mutteraste, bezw. der Gemme ist natürlich nicht ausgeschlossen.

Die Gattung *Vaucheria* (*V. terrestris*, *sessilis*) interessirte mich hauptsächlich betreffs des Verhaltens der Kerne bei den Regenerations-Erscheinungen, die sich an diesen Algen nach mechanischen Verletzungen einstellen. Wird ein *Vaucheria*faden entzwei geschnitten, so sucht bekanntlich der lebende Plasmaleib die Wunde alsbald zu schliessen, die Wundränder werden zusammengefügt und nach Wiederherstellung einer continuirlichen Hautschicht wird eine die Heilung vollendende Cellulosemembran gebildet, welche sich seitlich der Wandung des Schlauchendes anfügt. HANSTEIN, von dem dieser Heilungsprozess genauer studirt wurde¹⁾, hat bereits angegeben, dass sich nach der Verletzung die Chlorophyllkörner von der Wundstelle mehr oder minder weit zurückziehen. Es frug sich jetzt, wie sich in dieser Hinsicht die Kerne verhalten; die Untersuchung ergab, dass dieselben, wie zu erwarten war, von der Wundstelle nicht zurückweichen. In dem farblosen Schlauchende sind vor und nach der Bildung der die Wunde verschliessenden Cellulosemembran stets Kerne nachweisbar; sie sind hier mindestens ebenso dicht gelagert, wie in den unverletzten Partien des Schlauches. Einige Kerne liegen in nächster Nähe der neuen Membran. — Unmittelbar nach der Verletzung des Fadens werden aus der Wundöffnung Plasmaballen von sehr verschiedener Grösse ausgestossen, welche, in Wasser zahlreiche Vakuolen bildend, sich aufblähen und schliesslich zu Grunde gehen. Um diese starke Wasseraufnahme zu verhüten und so die ausgestossenen Plasmaballen wenn möglich am Leben zu erhalten, zerschnitt ich *Vaucheria*fäden in 5—10prozentiger Zuckerlösung. Der erwartete Erfolg trat thatsächlich ein: die Plasmaballen constituirten sich zu rundlichen Zellen von verschiedener Grösse und sehr verschiedenem Bau, auf welchen ich hier nicht näher eingehen kann. Bloss zwei Punkte sind an dieser Stelle hervorzuheben: 1. liess sich in jeder Zelle mindestens ein Kern nachweisen, woraus man mit einiger Wahrscheinlichkeit folgern darf, dass die Lebensfähigkeit der ausgeworfenen Plasmatheile an das Vorhandensein mindestens eines Zellkernes gebunden ist²⁾; 2. verhielten sich diese Zellen in Bezug auf Membranbildung sehr verschieden, indem sich die einen bald mit einer Zellhaut von gleicher Dicke, wie die der normalen Schläuche, umkleidet hatten, während die anderen selbst nach mehreren Tagen bloss ganz zarte Membranen besaßen oder vollständig wandungslos waren. Wie diese Verschiedenheiten zu erklären seien, muss hier dahingestellt bleiben. So viel ist jedenfalls gewiss, dass die Unterschiede in der

1) Einige Züge aus der Biologie des Protoplasmas, Bonn 1880, pag. 46 ff.

2) Zu dem gleichen Ergebniss ist schon vor mehreren Jahren SCHMITZ bei der Untersuchung verschiedener Siphonocladaceen gelangt (Festschrift der Naturf.-Gesellschaft in Halle, 1879, pag. 305). Auch die bekannten Versuche von A. GRUBER und M. NUSSBAUM über die Regeneration der Infusorien sind hier zu nennen.

Membranbildung weder mit der Grösse der Zellen, noch mit ihrem grösseren oder geringeren Plasmareichthum und Chlorophyllgehalte zusammenhängen. Dass es sich hier um ein verschiedenes Verhalten der Zellkerne handelt ist um so wahrscheinlicher, als KLEBS¹⁾ an plasmolysirten *Zygnemazellen* beobachtet hat, dass, wenn der Plasmakörper in zwei Portionen zerrissen wird, nur jener Theil sich mit einer neuen Zellhaut umkleidet, welcher den Kern besitzt.

Aus den mitgetheilten Beobachtungen geht hervor, dass die Lage des Kernes in sich entwickelnden Pflanzenzellen sehr häufig keineswegs regellos ist, sondern in Uebereinstimmung steht mit der Funktion des Zellkerns als Träger des die Entwicklung beherrschenden Idioplasmas. Namentlich sind es die Beziehungen des Kernes zum Dicken- und Flächenwachsthum der Zellwände, welche in der Kernlagerung häufig einen deutlichen Ausdruck finden.²⁾

1) Tageblatt der Berliner Naturforscher-Versammlung, 1886, pag. 194.

2) Eine ausführliche Darstellung meiner Beobachtungen, von welchen ich hier nur einen Theil mitgetheilt habe, gedenke ich demnächst an anderer Stelle zu veröffentlichen. Dort soll dann auch auf die Einwände näher eingegangen werden, die man gegen die obige Deutung jener Beobachtungsthatsachen vorbringen kann. Vor Allem wird der naheliegende Haupteinwand zu widerlegen sein, dass die Kerne von dem nach den Wachstumsstätten hinströmenden Plasma rein passiv mitgerissen werden, so dass die Kernlagerung als eine sekundäre, mehr nebensächliche Erscheinung aufzufassen sei.

Das Manuskript der vorliegenden Mittheilung war bereits abgeschickt, als ich von einem im biolog. Centralblatt (Nr. 6, 15. Mai 1887) erschienenen Aufsatz „Ueber den Einfluss des Kernes in der Zelle von G. KLEBS“, Kenntniss erhielt, in welchem der Verf. ausführlicher über seine oben erwähnten, nunmehr auch erweiterten Versuche berichtet. KLEBS kam dabei u. A. zu dem Ergebniss, dass Zellhautbildung und Längenwachsthum von der Gegenwart des Kernes abhängig seien.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1887

Band/Volume: [5](#)

Autor(en)/Author(s): Haberlandt Gottlieb Johann Friedrich

Artikel/Article: [Ueber die Lage des Kernes in sich entwickelnden Pflanzenzellen 205-212](#)