

Beiträge zur Kenntniss der Pflanzenzellen.

Von F. Rosen.

Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut zu Breslau.

I.

Ueber tinctionelle Unterscheidung verschiedener Kernbestandtheile und der Sexualkerne.

Mit Tafel XVI.

Die Erforschung des feineren Baues der Pflanzenzelle hat in den letzten Jahren so vielfach und mit so gutem Erfolge an die Resultate der Thierhistologie angeknüpft, dass eine Untersuchung, welche, wie die vorliegende, ganz durch eine Entdeckung auf zoologischem Gebiet angeregt wurde, einer besonderen Motivirung nicht bedarf. Denn wenn die unsere Wissenschaft beherrschende Lehre von der Einheit der organischen Welt vielleicht nirgends so starke Stützen findet, wie gerade in der Histologie, welche die überraschendsten Uebereinstimmungen im Bau der thierischen und der pflanzlichen Zellen erwiesen hat, so ist die Aufdeckung neuer Beziehungen und Aehnlichkeiten beider zu einander, als ein weiteres Glied in der Kette von Argumenten, auf welche jene fundamentale Lehre begründet ist, sicher, ihren Platz zu finden.

Leopold Auerbach zeigte in seiner „Zur Kenntniss der thierischen Zellen“¹⁾ betitelten Abhandlung, dass in den ruhenden, d. h. nicht in mitotischer Vermehrung begriffenen Zellkernen der Amphibien sich zweierlei Nucleolen unterscheiden lassen, welche er als „erythrophile“ und „kyanophile“ bezeichnete. Diese Benennung bezieht sich darauf, dass die zweierlei Nucleolen neben anderen Unterschieden bei Doppelfärbungen eine tinctionelle Differenz zeigen, derart, dass, wenn ihnen gleichzeitig oder nacheinander ein rother und ein blauer Farbstoff geboten wird, gewisse Nucleolen sich roth, andere sich blau färben. Als geeignete Farbstoffe bezeichnete Auerbach²⁾ Eosin, Fuchsin, Aurantia, Carmin und Picrocarmin einerseits und Methylgrün, Anilinblau und Haematoxylin andererseits; später

1) Sitzungsberichte der Kgl. preuss. Academie der Wissenschaften, 26. Juni 1890.

2) l. c. pag. 737.

hat der genannte Autor die beiden Reihen von Farbstoffen noch um eine beträchtliche Anzahl nener Glieder vermehrt, so dass die ursprünglich nur mit Bezug auf einige ganz bestimmte Färbemethoden gewählten Bezeichnungen Erythrophilie und Kyanophilie anscheinend auf alle diejenigen Kerndoppelfärbungen passen, bei welchen neben einem rothen (oder gelben) Farbstoff ein blauer, grüner oder violetter zur Anwendung gelangt. Wie sich nun schon aus der ersten Zusammenstellung von Tinctionsmitteln ergibt, würden, den Angaben unseres Autors zufolge, die Nucleolen in den Zellkernen der Amphibien eine ganz bestimmte Färbung bevorzugen, gleichviel, welches die chemische Natur des Färbemittels selbst ist; ja, es würde beispielsweise die Färbewirkung zweier chemisch so verschiedener Körper wie Fuchsin und Carmin gleich sein, während das dem Fuchsin constitutionell verwandte Methylgrün sich nicht wie dieses, sondern vielmehr wie Haematoxylin verhalten würde, welches letztere wiederum vielleicht dem Carmin näher steht.

Wenn uns nun die Thatsache, dass die nämlichen Bestandtheile der Zellen von chemisch sehr differenten Farbkörpern tingirt werden, keineswegs neu oder überraschend ist, so muss uns doch die Bevorzugung einer gewissen Farbe durch die Nucleolen sehr auffallend erscheinen; haben wir doch zur Zeit keinerlei Mittel, uns eine Vorstellung von der Wirkungsweise des speciellen Auswahlvermögens zu machen, welches die Nucleolen bezüglich der ihnen gebotenen Farbstoffe besitzen müssen. Complicirt wird der Thatbestand noch dadurch, dass die erythrophilen Nucleolen bei Abwesenheit eines rothen Farbstoffes auch blau, und umgekehrt die kyanophilen durch einen rothen Farbstoff allein auch roth gefärbt werden. Nur wenn beide Farbstoffe zur Anwendung kommen, zeigt sich die spezifische Affinität der erythrophilen Substanz zum Roth, der kyanophilen zum Blau.

Als ich im Frühjahr 1891 mit den Auerbach'schen Arbeiten bekannt wurde, versuchte ich, selbst mit Kerndoppelfärbungen beschäftigt, mir ein Urtheil darüber zu bilden, ob man in pflanzlichen Zellen auf tinctionellem Wege eine ähnliche Unterscheidung der geformten Bestandtheile ruhender Kerne erlangen könnte. Als Untersuchungsmaterial dienten mir mit sogenannter Merkel'scher Flüssigkeit (Chromsäure-Platinchlorid) fixirte junge Blüthen von *Scilla sibirica* und *Hyacinthus orientalis*, welche, in Paraffin eingebettet, mit dem Mikrotom geschnitten wurden. Sehr bald erhielt ich Resultate, welche, mit einigen Modificationen, den Auerbach'schen an die Seite gestellt werden konnten; jedoch fiel mir, zumal auf Querschnitten durch ganze Blüthen, das eigenthümliche Verhalten der Kerne des Embryosackes und des Pollens den gebotenen Farbstoffen gegenüber auf. Kurz darauf erschien eine neue Abhandlung von Auerbach, welche die Erklärung der von mir anderer Arbeiten wegen zunächst nicht eingehender verfolgten Beobachtungen an den Sexualzellen von *Scilla* und *Hyacinthus* gab. Es war dies die Abhandlung: „Ueber einen sexuellen Gegensatz in

der Chromatophilie der Keimsubstanzen¹⁾, in welcher der Verfasser die interessante Thatsache nachweist, dass, wie die zweierlei Nucleolen in gewissen vegetativen Zellkernen, so in den Sexualzellen die Kerne selbst sich „erythrophil“ und „kvanophil“ erweisen. — Während meine eigenen fragmentarischen Beobachtungen über die Sexualkerne sich ausschliesslich auf Monocotylen bezogen, erhielt Herr Paul Schottländer, welcher im hiesigen pflanzenphysiologischen Institut auf Veranlassung des Herrn Geheimrath Professor Dr. Ferdinand Cohn eine entsprechende Untersuchung über die Sexualkerne von Kryptogamen anstellte, gleichfalls Resultate, welche mit denen Auerbach's übereinstimmen, — soweit man wenigstens bis jetzt sehen kann, — und über welche er in einer vorläufigen Mittheilung in den Berichten der Deutschen Botanischen Gesellschaft soeben einige Angaben macht²⁾. Es veranlasste mich dies, meine eigene Untersuchung wieder aufzunehmen und zu Ende zu führen.

Doch gehen wir nunmehr zu unseren Beobachtungen über.

Die vegetativen Kerne in den Blüthen von *Scilla sibirica* enthalten im Ruhezustand eine nicht unbedeutende Anzahl von Kernkörperchen (vier bis zwölf), welche an ungefärbten Mikrotompräparaten zwar deutlich hervortreten, aber bei ihrem starken Lichtbrechungsvermögen alle ziemlich gleich erscheinen. Figur 1 zeigt einige dem Bündelparenchym des Funiculus entnommene Kerne, welche, entsprechend der stark gestreckten Gestalt der Zellen, wurst- oder bandförmig ausgebildet sind und nach der Tinction mit Fuchsin³⁾ auf röthlichem Grunde die intensiv rothgefärbten Kernkörperchen überaus klar zeigen. Dieselben besitzen recht verschiedene Grösse und sind theils ziemlich genau kugelig, theils unregelmässig elliptisch oder eckig. Ein oder zwei grössere rundliche Kernkörperchen sind meistens von einem hellen körnchenfreien Hof umgeben und zeigen, frisch in den Canadabalsam gebracht, meist einige winzige glänzende Pünktchen, über welche ich unten Näheres mitzutheilen haben werde. Die eckigen Kernkörperchen dagegen liegen stets unmittelbar in der körnigen Grundmasse des Kernes. Aus Gründen, welche sich später ergeben werden, sollen die runden, von einem Hof umgebenen Kernkörperchen vorläufig als „Eunucleolen“, die übrigen als „Pseudonucleolen“ bezeichnet werden.

1) Sitzungsbericht der Kgl. preuss. Academie der Wissenschaften, 25. Juni 1891.

2) l. c. 1892, pag. 27.

3) Das Präparat ist auf folgende Weise hergestellt: die Schnitte wurden etwa 1 Stunde in wässriger Fuchsinlösung gefärbt, darauf kurz mit starkem Alkohol abgospült und getrocknet, sodann mit Nelkenöl behandelt und nunmehr so lange mit Alkohol absolutus gewaschen, als sich noch Farbe ausziehen liess; der Alkohol wurde endlich durch Xylol verdrängt, und die Schnitte in Canadabalsam montirt. Ich will diese Methode der Kürze wegen mit der Ziffer I bezeichnen. Bezüglich dieser wie der folgenden Tinctionsmethoden, welche ich, wenn nichts Anderes bemerkt, selbstständig ausprobiert habe, und welche ich zur Erleichterung einer Nachuntersuchung genau angebe, beanspruche ich kein Autorrecht.

Versuchen wir nunmehr eine tinctionelle Unterscheidung der beiderlei Kernkörperchen zu gewinnen. Es kann uns hierzu die Säurefuchsin-Methylenblau-Färbung dienen, welche sich mehrfach modificiren lässt. Es gelingt uns unschwer, die Nucleolen theils roth, theils blau zu färben, wenn wir, beispielsweise, zunächst mit Altmann'schem Säurefuchsin¹⁾ färben, mit Picrinsäure-Alkohol und darauf mit Wasser waschen, alsdann mit Methylenblau nachfärben und mit Alkohol extrahiren (Methode II). In Canadabalsam eingeschlossen, zeigen die Kerne nunmehr eine mattbläuliche körnige Grundsubstanz (Fig. 2), in welcher 1—2 rothe und eine grössere Anzahl grünblauer Kernkörperchen eingebettet sind. Die ersteren erkennen wir leicht als diejenigen wieder, welche wir oben als Eunucleolen bezeichnet haben; ihre geringe Anzahl, ihre abgerundete Form, der hyaline umgebende Hof macht sie leicht kenntlich; die blauen Körner dagegen sind die Pseudonucleolen.

Bei der Tinction mit Altmann'schem Säurefuchsin nehmen zunächst alle festen Bestandtheile des Kernes die rothe Färbung nahezu gleichmässig an. Spült man mit alkoholischer Picrinsäure-Lösung ab, so kann man durch den folgenden Auswascheprocess ganz verschiedene Bilder erzielen, je nachdem man zum Auswaschen Wasser oder Alkohol verwendet. Im ersteren Falle bleiben nur die Eunucleolen intensiv roth, im zweiten nur die Pseudonucleolen, während alles Uebrige fast ganz entfärbt wird. Dieser Umstand giebt uns die Möglichkeit, mit den gleichen Farbstoffen durch geeignetes Vor- oder Nachfärben mit Methylenblau die Tinction derart verschieden zu gestalten, dass einmal die Eunucleolen roth, die Pseudonucleolen blau, das andere Mal umgekehrt die Eunucleolen blau, die Pseudonucleolen dagegen roth gefärbt werden (Fig. 3 und 4). Diese letztere Vertheilung der Farben ist allerdings viel schwieriger zu erhalten, ja häufig misslingt der Versuch ganz.

Ich will auf die Einzelheiten bei diesen Färbemethoden nicht näher eingehen, da die Umständlichkeit des Verfahrens die Uebersichtlichkeit der Erscheinungen zu sehr beeinträchtigt, und will vielmehr zu einer anderen Doppelfärbung übergehen, zu welcher ich durch folgende Ueberlegung geführt wurde. Säurefuchsin und Methylenblau, welche in den vorigen Tinctionen verwandt wurden, sind zwei in ihrer Wirkungsweise nicht ganz gleiche Farbstoffe, indem das Säurefuchsin das Cytoplasma viel intensiver und dauerhafter färbt, als das Methylenblau. Von allen rothen Farbstoffen, mit welchen ich gearbeitet habe, schien mir das Fuchsin in seiner Wirkungsweise dem Methylenblau am ähnlichsten, und da das Fuchsin ein vorzügliches Tinctionsmittel für Chromatin, sowie für Nucleolen ist, so schien die Frage ein gewisses Interesse zu haben, welche Farbenvertheilung man bei Anwendung von Fuchsin und Methylenblau erhalten würde. Da beide

¹⁾ Bezüglich der Anwendung des Säurefuchsin's vergl. Zimmermann, Beitr. zur Morph. u. Physiol. der Pflanzenzelle, I. Tübingen 1890.

Farbstoffe auf die gleichen Theile gleich einwirken, so dürfte man als Resultat eine violette Färbung erwarten. Und doch tritt eine solche nicht ein. Leider stand mir zu diesem Theil der Untersuchung kein Material von *Scilla* mehr zur Verfügung, und ich musste zu *Hyacinthus orientalis* greifen, welche Pflanze sich deshalb weniger eignet, weil hier die als Pseudonucleolen bezeichneten Gebilde ausserordentlich klein sind. Desto deutlicher zeigt der ruhende Kern das chromatische Gerüst, das, bis nahe zum Rande reichend, im Inneren eine Anzahl kugeligter Räume freilässt, in welchen die hier zahlreicheren Eunnucleolen liegen. Für unsere Färberversuche ist es aber, wie ich unten näher begründen werde, gleichgültig, ob wir es mit Pseudonucleolen oder mit dem chromatischen Gerüst, beziehungsweise Netzwerk zu thun haben.

Behandeln wir (Methode III) unsere Schnitte mit wässrigem Fuchsin (1 pro mille), welches nach genügender Einwirkung mit Wasser ausgewaschen wird, färben wir darauf mit wässrigem Methylenblau (2 pro mille) nach, waschen alsdann tüchtig mit absolutem Alkohol oder mit einem Gemisch von 3 Theilen Xylol und 1 Theil Alkohol, so erhalten wir eine ausserordentlich schöne Doppelfärbung (Fig. 5). Die Eunnucleolen leuchten uns im prächtigsten Roth entgegen, und in dem farblos gebliebenen Kernraum liegt ein äusserst zartes blaues Gerüstwerk, von einzelnen grösseren blauen Punkten durchsetzt. Lassen wir nunmehr die beiden Farbstoffe auf ein zweites Präparat in der umgekehrten Reihenfolge einwirken, (wobei es sich empfiehlt, recht kurze Zeit auszuwaschen), so gelingt es uns meistens, die Farbenvertheilung umzukehren, derart, dass nunmehr das chromatische Gerüst intensiv roth, die Nucleolen blau gefärbt sind (Fig. 6). Allerdings sind die letzteren meist nicht durchweg rein blau, sondern zeigen an der Peripherie eine violette oder gar röthliche Färbung.

Wenn also auch hier die Umkehrung möglich ist, so macht man gleichwohl wiederum die Bemerkung, dass die Rothfärbung der Nucleolen, die Blaufärbung des Chromatins leicht gelingen, die umgekehrte Farbenvertheilung dagegen nur schwer zu erzielen ist. Nachträglich lenkte sich meine Aufmerksamkeit auf eine Stelle bei Guignard¹⁾, wo dieser Forscher angiebt, dass bei Einwirkung einer Mischung von Methylgrün und Fuchsin und nachträglicher Auswaschung mit Alkohol das chromatische Gerüst der Kerne grün, die Nucleolen roth gefärbt werden. Wir können also mit Bezug auf die bisher verwandten Farbstoffe die Eunnucleolen erythrophil, die Pseudonucleolen, beziehungsweise das chromatische Netz kyanophil nennen. Diese Bezeichnung scheint noch besser motivirt, wenn wir die Modalitäten ins Auge fassen, welche die oben besprochenen Umkehrfärbungen ermöglichen. Denn bei der Säurefuchsin-Methylenblau-Tinction (Methode II) war doch, wie erwähnt, zur Erzielung einer Blaufärbung der Eunnucleolen aus

1) Recherches sur le noyau cellulaire, Annales des Sciences nat., Ser., 6, T. 20, pag. 318. 1885.

diesen die rothe Farbe ausgezogen worden; natürlich konnte dann die blane deutlich in Erscheinung treten. Bei der Umkehrung der Methode III waren die Eunucleolen durch die vorhergegangene Behandlung mit Methylenblau von diesem gefärbt, und sie behielten diesen Farbstoff bei der nachträglichen kurzen Behandlung mit Fuchsin, welches nur an der Oberfläche der Nucleolen deutlich einwirkte.

Gerade diese letzte Umkehrfärbung, scheinbar eine Abweichung von dem oben beschriebenen ersten Resultat, giebt, wie mir scheint, die beste Bestätigung desselben. Ich selbst war, wie ich gestehen muss, bezüglich der Erscheinung, um welche es sich hier handelt, noch nicht zu klarer Einsicht gelangt, als mir Herr Professor Auerbach, dem ich meine Präparate zu zeigen Gelegenheit hatte, eine ebenso einfache wie auf der Hand liegende Erklärung gab. Danach wird das Methylenblau, welches bei dieser Färbung Anfangs alle Theile des Kernes durchtränkte, durch die nachfolgende Behandlung mit Fuchsin überdeckt oder verdrängt, und zwar müssen die einzelnen gefärbten Bestandtheile des Kernes um so eher rein roth werden, je kleiner sie sind. So ist in unserem Beispiel das chromatische Gerüst schon rein roth, wenn der Nucleolus noch seiner Hauptmasse nach blau erscheint und nur eine dünne rothe Aussenschicht aufweist. Bei längerer Einwirkung des rothen Farbstoffes müssten demnach die Nucleolen ganz roth werden, was thatsächlich der Fall ist. So erklärt sich die vorliegende Abweichung der Färbung durch die ungleiche Einwirkung der Farbstoffe.

Es erheben sich nunmehr zwei Fragen, einmal, ob die oben als Eunucleolen und Pseudonucleolen bezeichneten Kernkörperchen mit den von Auerbach als erythrophile und kyanophile benannten Nucleolen identisch sind; zweitens, welche bekannten Formbestandtheile des Zellkernes unter den nur zur Erleichterung der Darstellung benutzten Bezeichnungen Eunucleolen und Pseudonucleolen zu verstehen sind.

Die erste dieser beiden Fragen glaube ich bezüglich der Kernkörperchen von *Scilla sibirica*, bei welcher Art ich allein Eunucleolen und Pseudonucleolen beobachtet und untersucht habe, jedenfalls bejahen zu müssen. Die Kennzeichen, welche Auerbach¹⁾ für seine erythrophilen Nucleolen angiebt, fanden sich bei meinen Eunucleolen alle wieder. Bezüglich der Pseudonucleolen könnte man eher zweifelhaft sein, da diese Körper, wenn auch bei *Scilla* den kyanophilen Nucleolen Auerbach's ganz entsprechend, bei *Hyacinthus* und anderen Liliaceen durch kleinere Körnchen ersetzt sind, welche sich wenig oder gar nicht von den Bestandtheilen des chromatischen Kerngerüsts unterscheiden. Immerhin sind sie aber bei *Scilla* als wohlumschriebene, sofort in die Augen fallende Körper ausgebildet, so dass sie im ungefärbten Zustande wenigstens jedenfalls als Nucleolen angesprochen werden würden. Es passt auch auf sie alles, was Auerbach²⁾

1) Zur Kenntn. der thier. Zellen, pag. 741.

2) Zur Kenntn. der thier. Zellen.

über seine kyanophilen Nucleolen, und zumal deren Form und Lage sagt. Gleichwohl halte ich sie ihrer Substanz nach für identisch mit dem chromatischen Kerngerüst, und zwar stütze ich mich hierin nicht nur auf den Vergleich mit den anderen untersuchten Liliaceen, sondern speciell auch auf meine Beobachtungen über das Verhalten der Pseudonucleolen bei der Karyokinese. Man findet nämlich leicht, dass sie sofort mit Beginn der ersten Vorbereitungen zur Kernteilung als solche verschwinden, indem sie sich an der Bildung des oder der Kernfäden beteiligen; ja, ihre Substanz macht die Hauptmasse der Kernfäden aus. Ganz anders die Eunnucleolen. Während der Bildung und Umlagerung der Kernfäden, welche bei den angewandten Färbemethoden schön blaue Färbung annehmen, bleiben die Eunnucleolen lange Zeit unverändert, und erst gegen Ende des Spiremstadiums sieht man die rothen Körperchen kleiner werden, wobei sie oft eckige Gestalt annehmen oder sogar zertheilt werden. Hieraus ergibt sich schon, dass die Körper, welche ich bisher Eunnucleolen genannt habe, nichts weiter sind, als typische Nucleolen der gewöhnlichen Bezeichnungsweise, und dass diese wieder identisch sind mit den erythrophilen Nucleolen Auerbach's. Meine Pseudonucleolen aber sind eben offenbar weiter nichts, als besonders selbständig ausgebildete Bestandtheile des chromatischen Kerngerüsts und sind wie dieses und sein Product, der Kernfaden, kyanophil.

Werfen wir nun nochmals einen Blick auf die Betheiligung der erythrophilen und kyanophilen Kernsubstanz an der Karyokinese. Figur 7 und folgende, dem gleichen Präparat, wie Figur 5, entnommen, zeigen uns, wie zunächst das Gerüstwerk derber und fädiger wird, wie sich sodann aus der kyanophilen Substanz kleine Scheibchen bilden, welche sich Anfangs zu je zwei, darauf in grösserer Anzahl aneinanderlagern, und wie aus den so entstehenden kurzen Ketten (Figur 8) sich der Kernfaden aufbaut (Figur 9), an welchem seine Zusammensetzung aus Scheibchen bald nicht mehr zu erkennen ist. Erst während des Spiremstadiums wird, wie schon erwähnt, auch die Substanz der erythrophilen Nucleolen in die Stoffumlagerung mit einbezogen. Sie sind schon gänzlich aufgelöst, wenn die Spindelfäden sichtbar werden. Diese aber, fälschlich als „achromatisch“ bezeichnet, färben sich schön roth (besonders bei Anwendung von Säurefuchsin als rothem Farbstoff). Man könnte sich zu der Annahme versucht fühlen, dass die Substanz der Nucleolen das Bildungsmaterial für die Spindelfäden abgibt. Da jedoch auch das Protoplasma, zumal dasjenige der sogenannten Kerntasche, sich stets erythrophil verhält, was auch schon Auerbach¹⁾ angab, so ist die in der botanischen Zellenlehre herrschende Ansicht, dass die Spindelfäden plasmatischer Natur seien, keineswegs von der Hand zu weisen. Es liesse sich der Verbleib der erythrophilen Nucleolarsubstanz nämlich auch noch anders erklären. Es fiel mir auf, dass die Kernfadensegmente in den letzten Stadien der Karyokinese nicht mehr rein blau, sondern mehr oder

1) l. c. pag. 748.

minder ausgesprochen violett gefärbt werden, als ob sie nunmehr eine rothe Substanz aufgenommen hätten. Figur 10 und 11 zeigen dies. Verbindungsfäden und Zellplatte werden, wie gleichfalls durch diese Figuren veranschaulicht wird, roth gefärbt, und zwar wiederum durch Säurefuchsin viel intensiver, als die einem Fuchsinpräparat entnommenen Bilder zeigen. Bezüglich der Figur 11 möchte ich ein paar allerdings kaum zur Sache gehörige Bemerkungen anschliessen. Bekanntlich wird der Anfangs tonnenförmige Raum der Verbindungsfäden später stark in die Breite ausgezogen; hierbei werden die beiden sich neuconstituirenden Kerne einander wieder erheblich genähert. In diesem Stadium wird ein neues Fadensystem zwischen den beiden Geschwisterkernen gebildet. Von den im Dispirem befindlichen Kernfäden werden gegen die Zellplatte hin dünne Fortsätze getrieben, welche die Platte bald berühren und sich derselben mit kleinen Verbreiterungen fussartig aufsetzen (Figur 11). Diese Fäden correspondiren miteinander von beiden Seiten meist genau; ihre Anzahl ist gering (8?). Sie unterscheiden sich von den Verbindungsfäden (sowie von den Spindelfasern) dadurch, dass sie nicht rosa, sondern blau-violett, wie der Kernfaden gefärbt werden, ja, sie entspringen unzweifelhaft aus diesem. Dass sie nicht etwa einfach zurückgebliebene Theile der Kernfadensegmente sind, ergibt sich aus Folgendem: Da die Zellplatte bei ihrer Entstehung sich nicht in Contact mit den Tochtersternen befindet, so können Theile der letzteren auch nicht an der Platte haften bleiben. Ferner findet man die in Rede stehenden Fäden erst dann in voller Länge und Stärke ausgebildet, wenn die Verbindungsfäden in der Mitte schon verschwunden sind (Figur 11); vorher ragen sie als kurze Spitzchen und sodann als äusserst dünne blaue Linien in den noch von den Verbindungsfäden eingenommenen Raum hinein. Besonders habe ich auch darauf geachtet, ob diese Fäden etwa die Zellplatte durchsetzen; dies ist nicht der Fall¹). Diese aus kyanophiler Substanz gebildeten Fäden, für welche ich den Namen „Trennungsfäden“ vorschlagen möchte, dürften bisher wohl mit den Verbindungsfäden verwechselt worden sein, von welchen sie indessen durch Doppelfärbungen sehr leicht zu unterscheiden sind. Beobachtet wurden sie hauptsächlich bei *Hyacinthus orientalis* und *Fritillaria imperialis*, aber auch bei anderen Liliaceen.

Bezüglich der Pünktchen, welche, wie wir oben sahen, häufig in den Eunucleolen vorkommen, habe ich noch einige Worte nachzutragen. Dieselben stellen offenbar vacuolenartige Hohlräume im Innern der homogenen Substanz des Nucleolus dar. Während mir über ihre Function nichts bekannt ist, habe ich Gelegenheit gehabt, ihr Vorkommen nicht nur in den Nucleolen von Phanerogamen, sondern ebenso auch bei Moosen, Pilzen, bei freileben-

¹) Vergl. auch Kienitz-Gerloff, Protoplasma-Verbindungen etc. Bot. Zeit. 1891. No. 2.

den Amöben zu constatiren. Sie sind übrigens von zahlreichen Untersuchern bei pflanzlichen und thierischen Objecten beobachtet worden¹⁾. Dass die Punkte, welche man an den Nucleolen (übrigens blos den erythrophiilen) bemerkt, thatsächlich Vacuolen darstellen, davon überzeugt man sich leicht an Präparaten, welche soeben in Canadabalsam gebracht worden sind; sie treten hier anfangs scharf hervor und werden nur allmählich durch Eindringen des Balsams undeutlich. An Methylenblau-Säurefuchsin-Präparaten, welche in Folge beabsichtigter Färbungsumkehrung die erythrophiilen Nucleolen blau zeigen, beobachtet man eine ganz langsam erfolgende Concentration des Methylenblau in den Vacuolen der Nucleolen, derart, dass diese sich endlich schwarz-blau auf lichtblauem Grunde abheben. Diese Beobachtung legt den Gedanken nahe, dass die Vacuolen Gerbstoff führen; vielleicht erklärt sich hieraus die Angabe bei Zacharias²⁾, wonach die Nucleolen bei Cucurbita Pepo nach der Behandlung mit Blutlaugensalz-Eisenchlorid intensiv blaugefärbte Körper erkennen lassen, welche einer anscheinend gar nicht gefärbten Grundmasse eingebettet sind.

Wenden wir uns nunmehr zu den Kernen der generativen Zellen, bei welchen Auerbach, wie oben erwähnt, die Entdeckung gemacht hat, dass die männlichen Kerne kyanophil, die weiblichen erythrophil sind.

Reife Pollenkörner von *Hyacinthus orientalis* zeigen folgenden Bau: Im Querschnitt stumpf- und rundlich-dreikantig, führen sie auf zwei Seiten eine mässig kräftige Exine, auf der dritten, der Faltenseite, eine dünne Exine und dafür eine stärkere Intine³⁾. Der Innenraum wird von einem maschig-vacuoligen Protoplasma erfüllt, in welchem die beiden Kerne liegen, der grosse, unregelmässig gestaltete vegetative und der viel kleinere, stark lichtbrechende generative, welcher letzterer mit seinem spindelförmig gestalteten Zellplasma bei reifen Pollenkörnern in das Innere des Kornes eingewandert ist. Grade an seiner Umhüllung von Protoplasma ist der generative Kern stets als solcher mit Sicherheit zu erkennen.

Doppelfärbungen ergaben das überraschende Resultat, dass der generative, also männliche Kern kyanophil, der vegetative erythrophil ist. Ich habe, um mich von dieser Thatsache, welche ich anfangs nur als Zufälligkeit gelten lassen wollte, zu überzeugen, eine grosse Anzahl von Färbeversuchen gemacht, und zwar immer mit dem gleichen Resultat, sei es, dass ich die Färbungen mit der gleichen Farbstoffcombination (Säurefuchsin- oder Fuchsin-Methylenblau) in den verschiedensten Weisen ausführte, sei es, dass ich andere Combinationen rother und blauer Farbstoffe anwendete. Meine Angabe bezieht sich auf Fuchsin, Säurefuchsin, Safranin, Eosin, Rhodamin einerseits, Methylenblau, Jodgrün, Methylgrün und Haematoxylin

1) Cfr. A. Zimmermann, Morph. und Physiol. der Pflanzenzelle in Schenk's Handb. der Botanik III, 2, pag. 524.

2) E. Zacharias, Ueber den Nucleolus, Bot. Zeitung 1885, pag. 273.

3) Cfr. Hugo Fischer, Beitr. zur vergl. Morphol. der Pollenkörner, pag. 30—31.

andererseits. (Allerdings erhielt ich bei Anwendung von Haematoxylin keine sehr ausgesprochenen Unterschiede in der Färbung, was sich übrigens aus dem Umstand erklärt, dass die gebrauchte Haematoxylinlösung überhaupt nicht deutlich blau, sondern braun-violett färbte.) Die Tinction wurde meist mit einem Gemisch beider zu untersuchender Farbstoffe gemacht, häufig aber auch successive, mit und ohne Auswaschung durch Wasser, Alkohol und Picrinsäure-Alkohol. An allen gut fixirten Pollenkörnern erhielt ich das gleiche Resultat: generative Zellkerne blau, vegetative roth.

Um von der grossen Anzahl der geprüften Färbemethoden wenigstens eine anzugeben, welche sehr gute Resultate liefert und sich zugleich zur Herstellung von Dauerpräparaten eignet, will ich die folgende genauer beschreiben: (Methode IV). Die aufgeklebten und ausgewaschenen Mikrotomschnitte werden eine halbe Stunde in Säurefuchsin (1 zu 1000 H_2O) gefärbt, in Wasser kurz abgespült und etwa $\frac{1}{2}$ bis 1 Minute mit Methylenblau (2 zu 1000 Theilen Wasser) nachbehandelt; der überschüssige Farbstoff wird alsdann mit Alkohol entfernt, und das Präparat, sobald es lufttrocken geworden, mit Nelkenöl extrahirt. Dasselbe wirkt rasch ein, doch erhält man die schönsten Resultate, wenn man die gefärbten Schnitte 6–24 Stunden im Nelkenöl belässt. Dann wird mit absolutem Alkohol oder mit Xylol-Alkohol gewaschen, bis die Farben sich vollständig geklärt haben. Im Canadabalsam werden die Präparate immer schöner, ihre Farben immer leuchtender.

Besonders instructiv sind jedoch diejenigen Tinctionen, bei welchen ein Gemisch des rothen und blauen Farbstoffes angewandt wird, und bei welchen man die Färbung direct unter dem Mikroskop verfolgt. Sofort sieht man die generativen Kerne blau, die vegetativen roth-violett werden. Zu diesem Versuch eignen sich besonders folgende Gemische: Jodgrün in wässriger, Safranin in alkoholischer Lösung, Gemisch marineblau, ferner Säurefuchsin-Methylenblau, beide in wässriger Lösung, Gemisch violett, oder auch Rhodamin-Methylenblau, wässrig, Gemisch roth-violett.

Wie in der Färbung, so weichen die beiden Kerne des reifen Pollenkornes auch im Bau sehr erheblich von einander ab (Figur 12). Der generative ist ein sehr dichter, aus stark lichtbrechender und fast gequollen erscheinender Masse gebildeter Kern. Sein Contour ist scharf und rund, eine deutliche Kernmembran besitzt er nicht; seine chromatischen Elemente sind äusserst dicht gelagert, so dass er fast homogen erscheint. Oft führt er kleine rothe Nucleolen, welche indess später zu verschwinden scheinen¹⁾. Dieselben liegen in kleinen Vacuolen. Der vielfach grössere vegetative Kern zeigt dagegen einen unregelmässigen Contour, eine sehr deutliche Kernmembran und grosse rothe Nucleolen. Vor allen Dingen charakteristisch ist jedoch die Form, in welcher die festen Bestandtheile hier auftreten. Durch den mit Kernsaft erfüllten Raum ist ein feines, aus ganz

¹⁾ Cfr. E. Zacharias, l. c. pag. 289.

unregelmässigen Maschen zusammengefügtes Netz ausgespannt, dessen kurze Fäden nicht geschlängelt, wie in den vegetativen Kernen ausserhalb des Pollenkorns, sondern fast stets gradlinig verlaufen und in stumpfen Winkeln aneinanderstossen, oft sich sternartig gruppierend. Die grossen Nucleolen liegen keineswegs immer in einer Masche des Fadennetzes, sondern berühren dasselbe häufig, ja, sie werden nicht selten von diesem gradezu umspinnen. So stellen die beiden Kerne im Pollenkorn, wie in der Tinctionsfähigkeit, so auch im Bau die beiden Extreme dar, zwischen welchen die Kerne der vegetativen Zellen die Mitte halten.

Wir sahen also, dass der generative Kern des Pollenkorns sich ebenso kyanophil erweist, wie die Köpfe thierischer Spermatozoen nach den Angaben Auerbach's. Dieser Forscher ist geneigt, anzunehmen, dass männliche und weibliche, beziehungsweise kyanophile und erythrophile Substanz in allen Kernen, welche keinen sexuellen Aufgaben dienen, vereinigt vorhanden ist, so dass diese gewissermassen hermaphroditisch sein würden¹⁾. Ist dies bei dem ursprünglichen Kern des Pollenkorns der Fall, so leuchtet es uns ohne Weiteres ein, wenn derselbe bei der Constituirung des männlich generativen Kernes die weibliche Substanz abspalten muss, dass die Bildung des kyanophilen Kernes das gleichzeitige Auftreten eines erythrophilen bedingt. Zwar erfolgt die Sonderung nicht bei der Kerntheilung selbst, welche zwei anfangs gleiche Tochterkerne liefert, diese letzteren aber bilden nun Sammelpunkte für die beiden Geschlechtsstoffe: jeder häuft diejenige Substanz in sich an, welche der andere verliert.

Nachdem ich in Spermakern des Pollens ein vollkommenes Analogon zu den Befunden Auerbach's bei den Samenzellen der Wirbelthiere gefunden hatte, durfte ich vermuthen, auch bezüglich der weiblichen Kerne zu entsprechenden Resultaten zu gelangen. Und in dieser Erwartung wurde ich nicht enttäuscht.

Da sich zu dieser Untersuchung die mir zu Gebote stehenden Culturformen der Hyacinthe, welche meist sehr schlecht fructificirt, nicht eigneten, so studirte ich die einschlägigen Verhältnisse an *Fritillaria imperialis* und *Tulipa spec.* Der Embryosack von *Fritillaria* (Figur 13) zeigt im conceptionsfähigen Zustand bei Anwendung der oben beschriebenen Färbungen (— es eignet sich auch hier wieder besonders die Methode IV —) roth gefärbte Kerne, deren Aehnlichkeit mit dem vegetativen Kern des Pollenkorns, nicht allein in der Färbung, sondern auch ganz ebenso im Bau, sofort auffällt. Die Beschreibung, welche oben für den erythrophilen Kern des Pollenkorns gegeben wurde, könnte hier einfach reproducirt werden. Diese Uebereinstimmung scheint mir eine sehr bedeutsame Thatsache zu sein. Sie zeigt, dass die Bevorzugung des rothen Farbstoffes Hand in Hand geht mit Eigenthümlichkeiten des Baues und der Zusammensetzung, welche auch ohne Färbung deutlich genug sind; ja, die Annahme scheint

1) Auerbach, über einen sexuellen Gegensatz in der Chromatophilie etc., pag. 749.

mir nicht zu gewagt, dass die Rothfärbung der weiblichen Kerne bedingt ist durch die besonderen in ihnen enthaltenen Substanzen oder deren Structur. Demnach würden wir also den vegetativen Kern des Pollenkorns auch als einen weiblichen bezeichnen können, wie das oben schon angedeutet worden ist. Allerdings gemahnt das von mir bei Pilzen beobachtete Vorkommen von Kernen, welche im Wesentlichen den erythrophilen gleichen und doch, soweit wir wissen, asexuell sind, zur Vorsicht in der Beurtheilung des geschlechtlichen Charakters nach der Form des Kernes. Ueber die erythrophilen Pilzkkerne werde ich in einer zweiten Abhandlung berichten, welche sich an die vorliegende anschliesst.

Die sieben Kerne des ausgebildeten Embryosackes sind sämmtlich erythrophil und zeigen in dieser Beziehung gegeneinander keine Unterschiede; ich will besonders erwähnen, dass die Antipodenkerne selbst dann noch unverändert die rothe Färbung zeigen, wenn sie schon deutliche Zeichen der beginnenden Auflösung aufweisen. Wie aber im Pollenkorn die Bildung des kyanophilen Kernes das gleichzeitige Entstehen eines erythrophilen zu bedingen schien, so zeigen sich auch hier (Figur 13 und 15) rings um die rothen Kerne des Embryosackes herum intensiv blaue Kerne in den Zellen des Nucellus. Dieselben gleichen in der compacten Anordnung ihrer kyanophilen Substanz, sowie bezüglich ihrer sehr kleinen Nueleolen dem generativen Kern des Pollenkorns, freilich nicht so vollkommen, wie sich die erythrophilen Kerne hier und dort gleichen; immerhin unterscheiden sie sich deutlich von den Kernen des umgebenden Gewebes der Samenanlage durch ihre grössere Dichtigkeit und entsprechend intensivere Färbung.

Es schien mir von Interesse, das Zustandekommen der, wie wir gesehen haben, sehr eigenthümlich gestalteten Kerne des Embryosackes kennen zu lernen, und ich fand in meinem Material vielfach frühere Stadien, so dass ich die wichtigsten Phasen der Entwicklung mit geeigneten Doppelfärbungen studiren konnte. Die im Anfang Februar der Zwiebel entnommenen Blüthenanlagen von *Tulipa* und *Fritillaria* zeigen auf dem Querschnitt den Fruchtknoten noch fast ganz erfüllt von den drei breit-herzförmigen Placentarhöckern, welche an ihren seitlichen Flügeln die schon der ersten Anlage nach vom Mittelpunkt der Blüthe abgewendeten Embryosack-Mutterzellen¹⁾ führen. Diese liegen bekanntlich subepidermal und zeichnen sich bald durch bedeutendere Grösse vor ihren Nachbarzellen aus. Möchte man sie aber hiernach, sowie nach ihrer Lage noch nicht mit Bestimmtheit als Embryosack-Mutterzellen erkennen, so ist dies doch jetzt schon mit Leichtigkeit an den Kernen möglich. Meine Figur 14 wird den Unterschied des

¹⁾ Diese Bezeichnung scheint in unserem Fall insofern nicht grade gut gewählt, als sich nach den Untersuchungen von Treub und Mellinck bei *Lilium* und *Tulipa* die Embryosack-Mutterzelle direct (d. h. ohne Abgabe von Schichtzellen) zum Embryosack gestaltet. (Vergl. auch Guignard, *Nouvelles études sur la fécondation* Ann. des sciences natur., Serie VII. Tome XIV, pag. 181.)

Mutterzellkernes gegen die Kerne der umgebenden Zellen am besten veranschaulichen: schon in diesem frühesten Stadium ist der Kern, welcher dazu bestimmt ist, später, nach mehrfachen Theilungen, den Eikern zu liefern, als ein erythrophiler zu bezeichnen, und zwar dies nicht allein bezüglich der Färbung, welche, nebenbei bemerkt, jetzt noch nicht so rein roth ist, wie später, sondern vor allen Dingen nach seinem Bau. Auch hier schon finden wir die feste Kernmembran, reichlichen Kernsaft von kurzgliedrigen, gradlinig gekrenzten Kernfädchen (Fibrillen) durchzogen und die grossen nicht in chromatinfreien Höfen liegenden Nucleolen. Die später im Embryosack selbst erfolgenden Kerntheilungen fielen durch die kräftige Entwicklung ihrer Spindelfäden (erythrophile Substanz) auf; diese erschienen hier als derbe, gekörnelt Stränge von rosenrother Färbung, im Verhältniss zu welchen die Kernfadensegmente kurz und an Masse gering waren; auch fand ich die letzteren in keinem der (etwa 12) beobachteten Fälle gut blau gefärbt, während benachbarte, im Spindelstadium stehende Kerne des Nucellus diese Färbung ganz rein zeigten. Unsere Figur 15 veranschaulicht auch die übrigens schon oft beschriebene und abgebildete Erscheinung, dass die Karyokinesen im Embryosack in gegeneinander gekreuzten Richtungen erfolgen. — Die letzte Kerntheilungsperiode im Embryosack, bei welcher 8 Kerne resultiren, kam mir nicht zur Beobachtung, jedoch ist zu erwarten, dass sie kein anderes Resultat ergeben haben würde. Mit der somit constatirten Verminderung der kyanophilen Kernfadensubstanz in den Embryosackkernen hängt vielleicht die Thatsache zusammen, dass bei der Constituirung des Eikerns auch eine Reduction in der Zahl der Kernfadensegmente beobachtet wird¹⁾.

Aus den im Vorstehenden mitgetheilten Beobachtungen ergibt sich, dass die Bildung des männlichen Kernes plötzlich und kurz vor der Reife erfolgt, während der (zukünftige) Eikern seine besondere Natur schon zu einer sehr frühen Zeit und vermuthlich allmählich erhält. Diese Verschiedenheit in der Bildung der männlichen und weiblichen Sexualzellen hat etwas Auffallendes. Doch besteht in dieser sowie in einer anderen sogleich anzugebenden Beziehung wiederum eine vollständige und überraschende Uebereinstimmung mit Auerbach's²⁾ Beobachtungen an den Sexualzellen der Wirbelthiere. Auch hier ist die Ausbildung des kyanophilen Spermakernes eine plötzliche, und wie ausser dem Eikern auch die übrigen Kerne im Embryosack erythrophil sind, so sind auch ausser dem Keimbläschen im Ei der Wirbelthiere die Dotterkörperchen erythrophil, ja auch die Follikelepithelzellen neigen zur Erythrophilie. Inwiefern es sich hierbei nicht um eine blos äusserliche Uebereinstimmung handeln mag, das werden

1) Overton, Entwicklung und Vereinigung der Geschlechtsproducte bei *Lilium Martagon*, pag. 8, und Guignard, l. c. pag. 183.

2) Auerbach, Gegensatz in der Chromatophilie der Keimsubstanzen, pag. 37 bis 38.

entsprechende Untersuchungen an niederen Thieren und Pflanzen, zwischen welchen sich eher ein Vergleich ziehen lässt, festzustellen haben.

Der Werth, welchen die speculative Zoologie auf die sogenannten Richtungskörperchen legt, hat die Botaniker veranlasst, sich auch bei den Phanerogamen nach solchen umzusehen. Ich will mich auf die Frage nicht eingehender einlassen und nur Folgendes bemerken: Wenn man den vegetativen Zellkern als hermaphroditisch ansieht, so könnte man sich denken, dass er, um männlich oder weiblich zu werden, im ersten Fall weibliche, im zweiten männliche Substanz abspalten müsste, und die eliminirte Kernmasse bildete dann etwa den Richtungskörper. Wäre diese Anschauung richtig, so dürften wir keine der Zellen im Embryosack als Richtungskörper ansehen, da ihre Kerne alle erythrophil sind. Nicht einmal der vegetative Kern des Pollenkorns kann als Richtungskörper gelten, denn er erhält seine erythrophile Natur offenbar nicht bei der Theilung, sondern erst nachträglich. Demnach scheint es mir am richtigsten, die vegetative Zelle im Pollenkorn nach wie vor als rudimentäres Prothallium aufzufassen, ebenso wie die Zellen des Embryosackes ausser dem Eiapparat.

Ich will den Gegenstand dieser Untersuchung nicht verlassen, ohne kurz angedeutet zu haben, welche Perspective sich aus den Beobachtungen Leopold Auerbach's, welche, wie wir gesehen, auf botanischem Gebiet eine überraschende Bestätigung gefunden haben, für die Lehre von der Zelle und dem Zellkern zu eröffnen scheint. Seitdem Naegeli den grossartigen Versuch gemacht hat, die Gesetzmässigkeit in der specifischen Gestaltung der Organismen, d. h. die Erscheinungen der Entwicklung, der Reproduction und auch der Variation der specifischen Charaktere, auf die feinsten Structurverhältnisse einer im Organismus selbst enthaltenen Substanz zurückzuführen, seit man die bedeutende Rolle kennen gelernt hat, welche die Zellkerne bei der sexuellen wie übrigens auch bei der asexuellen Vermehrung der Pflanzen und Thiere spielen, seit dieser Zeit hat man sich gewöhnt, im Zellkern eine Art von Mikrokosmos zu sehen, in welchem sich die stofflichen Träger der Eigenschaften des ganzen Körpers vereinigt vorfinden, und so musste man, besonders um die Erscheinung der Reproduction zu erklären, für den Zellkern eine trotz aller Wechsel der äusseren Gestaltung ausserordentlich feste und unveränderliche feinste Structur oder Zusammensetzung postuliren. Von diesem Gesichtspunkt ging die geistreiche Erklärung der karyokinetischen Erscheinungen aus, welche W. Roux¹⁾ gab und, welche den Nachweis zu erbringen suchte, dass die sogenannte indirecte Kerntheilung die vollkommenste Gleichförmigkeit in der Repartirung der Bestandtheile des Mutterkerns auf seine Theilproducte bewirken und bezwecken müsse. Natürlich war man, bei der ausserordentlich complicirten Aufgabe, welche man dem Zellkern zuschrieb, wenig geneigt, in demselben bei seiner geringen Gesamtgrösse auch noch accessorische oder

1) Ueber die Bedeutung der Kerntheilungsfiguren. Leipzig 1883.

transitorische Bestandtheile anzunehmen. Der Nucleolus freilich konnte kaum als integrierender Bestandtheil des Zellkerns angesehen werden, trotz seiner fast allgemeinen Verbreitung und seiner relativ oft sehr erheblichen Grösse. A. Zimmermann erbrachte ferner den Nachweis¹⁾, dass die Kerne sehr vieler Pflanzen (*Pteridophyten* und *Dicotylen*) Eiweisskrystalle enthalten, welche nach seinen Beobachtungen bei der Karyokinese ausgestossen und in den Tochterkernen neugebildet werden. Hatte hier der Zellkern offenbar zeitweise oder dauernd neben seinen anderen Functionen auch die Aufgabe eines Reservestoffbehälters, so wiesen andererseits auch alle diejenigen Arbeiten, in welchen die Beziehungen des Zellkerns zur Membranbildung studirt wurden, eher auf eine stoffliche als auf eine dynamische Einwirkung hin. Ferner mussten die Beobachtungen der Zoohistologen, dass eine Aufnahme und Abgabe fester Bestandtheile durch den Zellkern erfolgen kann, gleichfalls dazu leiten, die Aufgaben des Zellkerns noch in anderen Dingen zu suchen, als darin, dass er Träger der Eigenschaften des Organismus sei. — An diese Arbeiten werden sich meine eigenen Beobachtungen über die Kerne der *Mycomyceten* anschliessen, über welche ich in der folgenden Abhandlung zu berichten habe.

Leopold Auerbach hat nun gezeigt, — und ich konnte dies auf botanischem Gebiet bestätigen, — dass noch viel bedeutendere Schwankungen in der stofflichen Zusammensetzung der Kerne des gleichen Organismus vorhanden sein müssen, und zwar in den Sexualzellen. Zu dem gleichen Resultat war aber E. Zacharias²⁾ schon vor Jahren auf ganz anderem Wege gelangt. Obwohl nun männliche und weibliche Kerne im Bau wie in ihren Bestandtheilen so verschieden erscheinen, so müssen gleichwohl beide als im Vollbesitz aller Charaktere ihrer Erzeuger angesehen werden; wenigstens können wir keine elterliche Eigenschaft angeben, deren Uebertragung auf das Geschlechtsproduct durch Sperma oder Ei unmöglich erschiene. Muss uns dies nicht eine gewisse Vorsicht aufnöthigen den Theorien gegenüber, welche in den einzelnen Bestandtheilen des Kerns schlechthin die Träger der einzelnen Qualitäten sehen? Sind wir auf Grund unserer heutigen Kenntnisse zu einer Anschauungsweise berechtigt, welche in jedem Theilstück eines Kernfadensegmentes die materielle Basis eines Qualitätencomplexes findet, welche gleichförmig getheilt werden muss, damit von den Tochterkernen nicht dem einen etwas fehle, was der andere zu viel bekommen hat? Für mich haben die vorliegenden Erklärungsversuche der Erhaltung und Uebertragung von Eigenschaften durch stoff-

1) A. Zimmermann, Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pflanzenzelle I und II. Tübingen 1890—91.

2) Vergl. neben den früheren, in der Bot. Zeitung niedergelegten Aufsätzen des Verfassers hauptsächlich: Beiträge zur Kenntniss des Zellkerns und der Sexualzellen. Bot. Zeitung 1887. Inwiefern übrigens das Plastrin Z's der erythrophilen das Nuclein der kyanophilen Substanz entspricht, bleibt zu untersuchen.

liche Grundlagen, so verdienstvoll der Gedanke an sich sein mag und so viel Scharfsinn in seiner Ausführung bewiesen ist, doch wenig Befriedigendes. Anderen mag es auch so gehen.

Zusammenfassung der Resultate.

In den vegetativen Kernen von *Scilla sibirica* lassen sich zweierlei Kernkörperchen unterscheiden, von welchen die einen erythrophil sind (Eunucleolen), die anderen kyanophil (Pseudonucleolen). Diese letzteren gehören zu dem chromatischen Gerüst des Kernes oder vertreten dasselbe.

Das chromatische Kerngerüst, sowie seine Producte, der Kernfaden und die „Trennungsfäden“ sind kyanophil; die (Eu-) Nucleolen, die Spindel- und Verbindungsfäden, sowie die Zellplatte sind erythrophil; ebenso das Cytoplasma.

Der generative Kern des Pollenkorns ist kyanophil, wie die Spermatozoenköpfe bei den Wirbelthieren; er ist auch im Bau sehr verschieden von dem sogenannten vegetativen Kern des Pollenkorns, welcher erythrophil ist.

Der Eikern, sowie alle Kerne im Embryosack sind erythrophil. Die Erythrophilie macht sich schon an dem Kern der Embryosack-Mutterzelle deutlich kenntlich.

Es besteht in Bezug auf die Chromatophilie eine vollkommene Uebereinstimmung zwischen dem Sexualkerne der untersuchten Liliaceen und denen der von L. Auerbach studirten Wirbelthiere.

Figurenerklärung.

Sämmtliche Figuren sind nach Zeiss' hom. Imm. Apochrom. 3,0 mm gezeichnet.

Fig. 1—4. *Scilla sibirica*, Kerne aus der SamenknoSpe. $\frac{750}{1}$

1. Fuchsinpräparat, alle Nucleolen gefärbt; e. Eunnucleolen.
2. Säurefuchsin-Methylenblau. Eunnucleolen roth;
3. 4. ebenso, Umkehrfärbung. Eunnucleolen blau.

Fig. 5—12. *Hyacinthus orientalis*. $\frac{1000}{1}$

5. Fuchsin-Methylenblau. Ruhender Kern. Eunnucleolen roth;
6. ebenso, Umkehrfärbung, Eunnucleolen blau, violett berandet;
7. 8. 9. Bildung des Kernfadens aus der kyanophilen Substanz; Fuchsin Methylenblau.
10. Karyokinese, Stadium der Zellplatte; Fuchsin-Methylenblau;
11. ebenso, Stadium der „Trennungsfäden“; die Verbindungsfäden sind im mittleren Kernraum schon verschwunden und nur noch an der Peripherie deutlich; Fuchsin-Methylenblau.
12. Pollenkorn im Querschnitt; generativer Kern blau, vegetativer roth; Säurefuchsin-Methylenblau. (Die grünblaue Färbung der Exine ist nicht wiedergegeben.)
13. *Fritillaria imperialis*, Scheitel des Embryosackes mit den Synergiden, dem Eikern und dem definitiven Embryosackkern. Säurefuchsin-Methylenblau; $\frac{500}{1}$
14. *Tulipa spec.* Embryosack-Mutterzelle mit erythrophilem Kern. (Anfang Februar.) Säurefuchsin-Methylenblau; $\frac{1000}{1}$
15. *Fritillaria imperialis*, Embryosack mit zwei Karyokinesen. Säurefuchsin-Methylenblau; $\frac{500}{1}$.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Beiträge zur Biologie der Pflanzen](#)

Jahr/Year: 1892

Band/Volume: [5_3](#)

Autor(en)/Author(s): Rosen Felix

Artikel/Article: [Beiträge zur Kenntniss der Pflanzenzellen 443-459](#)