

auf andere Weise sich ergab. Gemeinsam ist beiden, dass sie sich auf den Boden der genialen Nägeli'schen Idioplasmatheorie stellten; ob das Resultat als gesichert betrachtet werden kann, wird die Folge lehren.

C.

Eduard van Beneden, Recherches sur la Maturation de l'Oeuf, la Fécondation et la Division Cellulaire ¹⁾).

Besprochen von **W. Flemming**.

Das Buch van Beneden's nimmt unter den Fortschritten, welche die Lehre vom Leben der Zelle und speziell der Eizelle jetzt in raschem Tempo macht, eine besonders hervorragende Stelle ein. Begrenzt auf die Erforschung der Eireifung und Spermabildung, Befruchtung und Eiteilung bei einem Nematoden, *Ascaris megolacephala* des Pferdes, gibt es ein glänzendes Beispiel dafür ab, wie grade durch Vertiefung in ein einzelnes Objekt die Kenntnis dieser Vorgänge gefördert werden kann, wenn dies Objekt günstig gewählt ist und mit der Sachkenntnis, dem Talent und Geschick bearbeitet wird, über die ein Forscher wie van Beneden verfügt.

Das Objekt ist allerdings für die Untersuchung der erwähnten Fragen vorzüglich; nach van Beneden's Ausspruch dürfte es bald ein klassisches werden. Von den Vorzügen sei nur erwähnt, dass in dem 15—20 cm langen Uterus, in welchem die Eier alsbald nach ihrem Eintritt mit den Spermatozoen gemengt und befruchtet werden, und weiter in der Vagina, ein massenhaftes Material an Eiern zu finden ist, die je am Orte alle im gleichen Entwicklungsstadium stehen; dass ferner die Spermatozoen durch Größe und eigentümliche Form besonders deutlich gekennzeichnet sind, dass man am überlebenden Ei das Eindringen des Spermatozoon in allen Phasen beobachten, und den anfänglichen Teil dieser Vorgänge auch mit verschiedenen Tinktionen kontrollieren kann; erst nach stärkerer Ausbildung der Eimembran wird die Anwendung der letztern und überhaupt die Präparation schwieriger. — Es wurden teils die Eier aus den geöffneten Genitalschläuchen auf das Objektglas gebracht und hier fixiert und gefärbt; teils geschah dies mit den letzteren und ihrem Inhalt in toto. Die besonders benutzten Mittel waren: 3 % Salpetersäure, Drittelalkohol, Osmiumsäure, Eisessig; Boraxkarmin, Fuchsin und Pikrokarmine.

Auf die genaue morphologische Beschreibung des weiblichen Genitalapparats von *Ascaris m.*, die den ersten Abschnitt des Buches

1) Archives de Biologie, Vol. IV, 1883—1884. Vollständig erschienen: April 1884.

bildet, soll hier nur verwiesen und dem Charakter dieser Zeitschrift gemäß nur über die Resultate, welche die Biologie des Eies betreffen, näher berichtet werden.

Vom Eierstocksei von *Ascaris m.* gibt v. B. eine sehr genaue Beschreibung (S. 68—115), die vieles neue und wichtige enthält. Kurz vor der Befruchtungsreife hat das Ei nicht kugelige Totalform, sondern ist ellipsoid, dabei einem Bulbus oculi ähnlich geformt: die der Cornea entsprechende, vorgewölbte Partie nennt v. B. „région parapolaire“, die Furche um sie her „cercle parapolaire“. Das Ei zeigt im übrigen eine hellere periphere Schale („couche corticale“) und dunklere Zentralmasse („masse médullaire“), letztere aber exzentrisch, gegen die Parapolargegend hingerrückt. Letztere enthält die Stelle, an der das Spermatozoon eintritt (Pôle d'imprégnation; der gegenüberliegende Pol: „P. neutre“). Die dunkle Zentralmasse des Eies reicht in der Gegend des Cercle parapolaire nahe an die Eiperipherie.

Die Eier aus dem untern Teil des Ovariums haben noch die Form einer Keule, mit sehr langem Stiel (Queue); mit der Reifung wird dieser Stiel immer mehr verkürzt, zugleich verdickt, und es tritt dabei eine schiefgedrückte Form des Eikörpers hervor, in der sich deutlich eine bilaterale Symmetrie ausspricht. Die Oberfläche des Stielendes wird zu der Parapolarregion. Hier tritt um die Zeit, wo der Stiel sich schon erheblich verkürzt hat, eine radiäre (zur Oberfläche senkrechte) Streifung auf; die so gebaute Stelle, von v. B. „Disque polaire“ genannt, enthält den Imprägnationspol. Weiter unterscheiden sich an diesem Disque zwei Lagen, nach ihrem Tinktionsverhalten: „Couche achromophile“ (die oberflächliche) und „chromophile“ (die tiefe).

Später zieht sich die achromophile Substanz in das Zentrum des Polfeldes zusammen und bildet hier eine Hervorragung, den Imprägnationspfropf („Bouchon d'imprégnation“). Es liegt nahe, worauf auch v. B. hinweist, diese Hervorragung mit dem „Dotterhügel“ zu vergleichen, den Selenka und ich an Echinideneiern gefunden haben. — Eine eigentliche, auch nach innen scharf abgesetzte Membran (Membrane vitelline) existiert am unbefruchteten Ei noch nicht, aber die äußerste Schicht der Eizelle ist im Zustand vor der Befruchtung schon stärker lichtbrechend und von besonderer Resistenz; nur der Imprägnationspfropf wird von dieser Schicht freigelassen, und beim Zerdrücken des Eies quillt seine Substanz an dieser Stelle heraus.

Der Zellkörper des Eies enthält drei Arten von Einschlüssen: 1) hyaline Kugeln, leicht färbbar durch Pikrokarmine; 2) Vakuolen (gouttelettes homogènes), von ungleichmäßiger Form und Größe, und 3) kleine, stark-lichtbrechende Körperchen, von etwas eckigen Formen und wechselnder Größe, zuweilen von radiär gereihter Anordnung.

Die Zellsubstanz, in welcher diese Dinge eingeschlossen sind, „das Protoplasma“, ist in Strängen und Fachwerken, oft von deutlich

radiärem Typus, angeordnet, deren Zwischenräume durch jene Tropfen und Kugeln eingenommen werden. Das Protoplasma selbst aber (v. B. p. 84) zeigt in sich noch eine Struktur aus Fäden und Interfilarmasse, wie wir sie nun von so vielen Zellenarten kennen¹⁾; die Fäden („Fibrillen“) haben knötchenförmige Verdickungen, von v. B. als Mikrosomen bezeichnet.

In dem Kern oder Keimbläschen des Eies findet v. B. neue und eigentümliche Bauverhältnisse. Im jungen, keulenförmigen Ovarialei zeigt sich der Kern gerundet, mit glänzendem rundem Nukleolus (Keimfleck); in letzterem allein ist Chromatin in verdichtetem Zustand angehäuft (in gelöstem Zustand jedoch auch im übrigen Kern enthalten, vgl. unten); v. B. findet kein chromatinhaltiges Kerngerüst, und überhaupt kein solches²⁾. Für den Nukleolus schlägt er den Namen „Corpuscule germinatif“ vor: denn nach dem Verhalten bei der Richtungkörperbildung (s. u.) betrachtet v. B. diese Körperchen in der Eizelle nicht als homolog mit dem Nukleolus einer sonstigen Zelle. Das Keimkörperchen ist, an tingierten Salpetersäurepräparaten,

1) Die Verwirrung, die ich mir für den Fall vorauszusagen erlaubte, dass man bei heutiger Kenntnis der Zellstrukturen das Wort Protoplasma weiter gebraucht, ist in vollem Gange. Van Beneden, mit einigen anderen, nennt die ganze Zellsubstanz Protoplasma und unterscheidet darin Fibrillen und Zwischenmasse. Andere, jetzt wohl die meisten, nennen nach Kupffer die Fibrillen Protoplasma und die Zwischensubstanz Paraplasma. Es fehlte nur noch, dass man die letzteren Bezeichnungen umkehrte; und das ist denn auch durch Brass geschehen, welcher das „Paraplasma“ als das eigentliche Plasma, und die Fäden als ein nebensächlicheres Ernährungsmaterial auffasst. — Zur Vermeidung solcher Unsicherheit habe ich empfohlen und kann dabei nur bleiben, das Wort Protoplasma in morphologischem Sinne überhaupt nicht zu verwenden, sondern den ganzen Zellenleib Zellsubstanz zu nennen, und die Strukturen darin nach ihren Formen zu bezeichnen. Dieser Vorschlag war so einfach, dass er auf manchen Seiten gar nicht verstanden worden ist.

2) So muss ich wenigstens die Darstellung von Beneden's p. 104—115 auffassen; die in dem Hyalosom auftretenden „Fibrilles achromatiques“, von denen alsbald die Rede sein wird, sind doch, so viel ich entnehme, eine Erscheinung, die erst kurz vor der Maturation eintritt, im unreifen Ei noch nicht vorliegt.

Dass die Kerne auch anderer Eizellen relativ arm an Chromatin sind und dieses größtenteils, oft fast ganz, in den Nukleolen (Keimflecken) angehäuft tragen, ist wohl bekannt. Ähnliche Verhältnisse existieren, wie ich a. a. O. beschrieben habe, auch bei einzelnen anderen, ganz verschiedenen Zellenarten (z. B. Nervenzellen, Fadenalgen); auch hier ist der Nukleolus der Hauptsitz des Chromatins, aber es bestehen dabei doch zarte Kerngerüste. Ich bin nicht der Ansicht, wie dies v. B. anzunehmen scheint, dass Kerngerüste immer chromatinhaltig sein müssten; ich verweise z. B. auf meine Beschreibung der Kerne von *Spirogyra* (Zellsubstanz, Kern und Zellteilung S. 159, 167, Fig. 30 Taf. II b). — Aber sollten die Gerüststrukturen dem unreifen Ei von *Ascaris* wirklich ganz fehlen, so würde dies meines Erachtens ein Unicum sein.

umgeben von einer besondern, stärker tingierbaren Portion „Prothyalosome“; diese nimmt den einen Pol des Kerns ein. Außer dem Keimkörperchen finden sich im Kern noch 1–3 kleinere Nebennukleolen (Pseudonucleoles), von abgesetzten Höfen umgeben. Eine Membran umschließt den Kern. Das Keimkörperchen erscheint bei Salpetersäure- oder Alkoholbehandlung und Tinktion nicht rund (wie frisch oder mit Osmiumsäure), sondern aus mehreren Teilen zusammengesetzt; es ist nach v. B.'s Schilderung am reifen Ei gebaut: „de deux disques quadrilatères juxtaposés; ces disques sont composés l'un et l'autre de quatre globules chromatiques, reliés entre eux par une substance incolore“ (p. 110, 113). Das Prothyalosom ist deutlich begrenzt und hell. Vor der Befruchtung erscheint im Hyalosom ein Bündel achromatischer Fäden, ausgehend von jenen „Disques“ des Keimkörperchens. Eine Anordnung der chromatischen Substanz des Keimkörperchens zu einer Knäuelfigur, als Vorbereitung zur Richtungkörperbildung, hat v. B. nicht gefunden. — Der übrige Teil des Kerns außer dem Hyalosom — „portion accessoire“ — enthält nach v. B.'s Ansicht Chromatin in einer gelösten oder aufgequollenen Modifikation, da er sich bei geeigneter Behandlung in einigem Grade färben lässt. Im befruchtungsreifen Ei löst sich die Kernmembran und ein Teil der accessorischen Portion des Kerns zu feinen varikösen Fäden auf. Noch vor der Befruchtung erfolgt, wie es scheint aufgrund von Austritt flüssiger Substanz, eine Verkleinerung der accessorischen Kernportion; die Kernmembran zerlegt sich ganz in variköse Fädchen, denen des Eikörpers ähnlich. Von zwei Seiten drängen sich dann neben dem Hyalosom vakuolisierte Portionen des Eikörpers in den Kern hinein, und die in vorerwähnter Art veränderte accessorische Portion desselben wird dadurch in die Form einer Platte gebracht, die etwa rechtwinklig auf der Längsachse des Hyalosoms steht, wie der vertikale Schenkel eines T auf dem horizontalen. Diese Veränderungen des Kerns spielen sich entweder noch ganz vor der Befruchtung ab, oder sind, wenn sie sich verspäten, doch von letzterer ganz unabhängig.

Offenbar enthalten diese Befunde, verglichen mit dem sonstigen, was wir bisher über den Bau von Eizellenkernen wussten, sehr viel Neues und Ueberraschendes und fordern von selbst zur Prüfung mit weiteren Reagentien, und zum Vergleich anderer Objekte auf.

Es ist in neuerer Zeit wohl kaum an dem Ei eines Tieres so viel von Bauverhältnissen berichtet und so genau beschrieben worden, wie in diesem Fall ¹⁾. Die Wichtigkeit solcher Verhältnisse hervorhebend (p. 70), bekennt sich v. B. voll zu demselben Gedanken, den ich vor

1) Verschiedene neue Arbeiten, welche sich auf axiale Orientierung und Bauverhältnisse beziehen, sind bei van Beneden zitiert.

zehn Jahren schon eben so ernstlich vertreten habe¹⁾ wie kürzlich²⁾: dass wir im Ei selbst nach einer morphologischen Differenzierung zu suchen haben, wenn wir in der Embryologie und Vererbungslehre gründlich weiter kommen wollen. Ich gebe diesem Gedanken hier absichtlich nochmals eine markierte Fassung, indem ich ihn in den Satz kleide: Die heute gangbare Theorie der Epigenese, ein so großer Fortschritt sie gewesen ist, genügt nicht: denn sie kann sich selbst nicht erklären. Die alte Theoria evolutionis enthält neben allem Unsinnigen einen wahren und gesunden Kern, der nach heutigen Begriffen heißt: Das Ei muss in sich einen differenten Bau und Strukturverhältnisse haben, durch welche die Art seiner Entwicklung prädestiniert ist.

Sehr genau untersucht v. B. ferner die Spermatozoen, wie sie sich im Uterus verhalten. Diese entbehren bei den Nematoden bekanntlich der Schwanzgeißel, und bewegen sich, wie Schneider fand, durch amöboide Formveränderung. Die in den Uterus eingetretenen Spermatozoen machen daselbst eine Reihe von Veränderungen durch, und zeigen demnach verschiedene Formtypen; als gemeinsamen Bestandteil haben alle einen stark chromatischen, kompakten, relativ kleinen Kern, der aus dem Kern des Spermatoocyts abzuleiten ist. Die verschiedenen Formen nennt v. B.: 1) Type sphéroidal; das runde Körperchen besteht aus dem Kern, einem größeren Teil mit reihenförmig geordneter Granulierung — eigentlich variköse Fädchen³⁾ — und einem kleinern mehr homogenen Teil, der einseitig kalottenförmig aufsitzt. 2) Type pyriforme: die Kalotte hat sich zu einem Zapfen verlängert; auch sie zeigt im Innern eine feine granulirte Streifung. Die Granulierung des andern Teils ist deutlich radiär angeordnet. 3) Type campanuliforme: die Kalotte ist noch stärker verlängert zu einem spitzigen Zipfel, einem Füllhorn ähnlich; im inneren dieses Zipfels ist ein dichter Strang (bâtonnet axial) aufgetreten. 4) Type conoïde: der Zipfel ist verdickt und seine Spitze abgerundet, das Axialstäbchen verstärkt und gefaltet, um dasselbe her ist an der Oberfläche des Zipfels eine Membran ausgebildet. — Die Befruchtung kann durch Spermatozoen aller drei letzteren Typen ausgeführt werden, meistens geschieht sie durch die konoiden Formen.

Die Darstellung des Befruchtungsvorgangs leitet v. B. mit der Betrachtung ein, dass die bloße Anwesenheit eines Spermatozoon im Ei noch keine Befruchtung bedeuete. Diese werde erst gesetzt durch

1) Studien in der Entwicklungsgeschichte der Najaden. Wiener Sitzungsbericht, m. n. Cl. B. 71, 3. Abth., 1875, S. 120.

2) Zellsubstanz, Kern und Zellteilung S. 69—71.

3) Ich übersetze den Ausdruck v. B.'s „moniliforme“ mit dem bei uns geläufigern und gleichbedeutenden „varikös“; ebenso weiter unten.

die Kopulation der Sexualprodukte, welcher Ausdruck als präziser dem Worte „Impragnation“ vorzuziehen sei. — Bei *Ascaris* folgt, nach dem Eintritt des Spermatozoon, zunächst¹⁾ die successive Bildung der zwei Richtungskörper²⁾, die nur die Vorbereitung zur wirklichen Befruchtung darstellt; dann die Kopulation der Sexualprodukte, d. h. der Pronuclei, dann die Teilung der Eizelle.

Die vom Verf. empfohlene Behandlung, auf die für das Studium der folgenden Prozesse sehr viel ankommt, ist S. 141—142 nachzusehen.

Es dringt in den bei weitem meisten Fällen nur ein Spermatozoon ein (wie dies auch bei einigen anderen Tieren sichergestellt ist). Die Eintrittsstelle ist der Impragnationspfropf (s. o.); er nimmt das Spermatozoon auf und senkt sich dann mit ihm in die Tiefe des Eies. Der Zellkörper des Spermatozoon zeigt dabei amöboide Bewegungen. Ist sein dickerer Teil durch die Oeffnung der Eimembran getreten, so verschmilzt diese mit der Membran, welche den Zipfel des Samenkörpers umgibt (s. o.), zu einer zusammenhängenden Schicht. Die Erscheinungen des Eindringens hat v. B. bis in sehr feines Détail verfolgt; aus der Beschreibung sei hervorgehoben, dass der Protoplasmateil des Spermatozoon während seiner Einsenkung in den Impragnationspfropf Veränderungen erleidet: er wird auffallend färbbar, die Nodositäten seiner Fäden werden blasser, diese selbst erhalten zwei Hauptrichtungen, senkrecht und parallel zur Fixationsfläche. Ferner, dass der Kern des Spermatozoon nach der Einsenkung blasser und schwächer tingierbar wird. Endlich, dass seine Längsachse, beim Eindringen senkrecht zur Oberfläche des Eies, nach demselben sich schräg stellt, fast parallel zu dieser Fläche. Der das Spermatozoon umgebende Teil des Eikörpers bleibt als differenziert erkennbar, es lässt sich aber ein Impragnationspfropf und Disque polaire daran nicht mehr unterscheiden. Vorher treten aber an dem Pfropf Strukturveränderungen in Form von parallelen Streifungen hervor, welche darauf hindeuten, dass bei der Einsenkung des Samenkörpers nicht bloß dieser, sondern auch der Pfropf aktiv beteiligt ist.

Von der Bildung der Richtungskörper hat man bisher ziemlich allgemein angenommen, dass ihr Wesen das einer Karyomitose sei, d. h. einer Metamorphose des Kerns, wie sie bei der Zellteilung eintritt. Die sämtlichen bisher vorliegenden Arbeiten schienen dies

1) Bei anderen Tierformen, z. B. Echinodermen, tritt bekanntlich die Richtungskörperbildung schon lange vor der Befruchtung, im Ovarium auf, ein Beweis, dass die letztere keine Veranlassung zu ersterem Vorgang zu sein braucht.

2) van Beneden braucht die übliche französische Bezeichnung „Globules polaires“, die im Grunde besser ist als „Richtungskörper“; da aber letzterer Name jetzt bei uns der geläufigste ist, bleibe ich hier dabei.

zu zeigen, allerdings sind die Figuren so klein und ihre Spezialuntersuchung so erschwert, dass ihre volle Uebereinstimmung mit gewöhnlichen Kernteilungsfiguren mehr Wahrscheinlichkeitsschluss als Sicherheit war. Van Beneden findet nun aber bei *Ascaris m.* so erhebliche Abweichungen der Richtungsfigur gegenüber den letzteren, dass er den Bildungsprozess jener Figur als „Pseudokaryokinese“ der gewöhnlichen Teilungsmetamorphose des Kerns gegenüberstellt.

Die Totalform der Richtungsfigur bei *Ascaris m.* ist in dem Namen ausgesprochen, den v. B. ihr gibt: „Figure Ypsiliforme“. Es ist, wie bei einer mitotischen Kernteilung, ein chromatischer und achromatischer Teil der Figur vorhanden. Der chromatische entsteht aus dem Keimkörperchen (vgl. oben). Der achromatische Teil ist nicht, wie es der sonstigen Auffassung der Richtungsfiguren entspricht, eine grade Fädenspindel, sondern besteht aus drei Schenkeln: zwei davon, die gleichwertigen Schenkel des Ypsilon, entsprechen der Spindel, welche aber in der Mitte gebogen ist; an dieser Stelle liegt die chromatische Figur. Der dritte Schenkel, der Fuß des Ypsilon, hat eigentlich die Form einer Platte, die im Eikörper ausgebreitet liegt und mit seinen Zellstrukturen in Konnex ist. Sie entsteht aus des „accessorischen Portion“ des Kerns und seiner Membran, aber gleich von Anfang an in Verbindung mit dem Strangwerk im Eizellenkörper. Die achromatische Spindel bildet sich aus der Substanz des Prothyalosoms, das ja schon vorher fädig umgewandelt war (s. oben). Während aber die achromatische Spindel, bei der Richtungsfigur wie bei der sonstigen Kernteilung, von den meisten als ein von Pol zu Pol reichendes Fädenbündel aufgefasst wurde, findet v. B., dass sie hier in der Mitte unterbrochen ist und gleich in zwei Hälften angelegt wird; die Fäden jeder Hälfte sind an der Knickungsstelle in jenen plattenförmigen Fuß des Ypsilon umgeschlagen. Einige axiale Fasern jeder Halbspindel sind dicker als die übrigen. — Eine weitere Abweichung vom Bekannten liegt in der chromatischen Figur: ihre Elemente sind hier nach v. B. nicht Fäden, wie bei der gewöhnlichen Zellteilung, sondern Körner. V. B. verweist darauf, dass bei der spätern Teilung der Eizelle von *Ascaris m.* wohlcharakterisierte chromatische Fäden, und zwar mit Längsspaltung, durch dieselbe Behandlung dargestellt werden, welche hier nur Körner zeigt; es sei also der Verdacht nicht berechtigt, dass letztere nur durch die Reagentien verquollenen Fäden entsprechen könnten, eine Verwechslung, die ja früher bei der Untersuchung der Zellteilung vielfach ins Spiel gekommen ist. — Die chromatische Figur besteht hier aus zwei Halbgruppen von je 4 rundlichen Körnern; sie liegt in einer hellen Substanzportion, durch welche die axialen achromatischen Fäden noch hindurchreichen. — An jedem Pole der Spindel liegt granulirte Masse von etwa halbkugliger Form, von deren konvexer Seite eine Strahlung von varikösen Fäden in den Eikörper zieht, in Verbindung mit dessen Strängen. —

Diese Richtungsfigur nun bewegt sich gegen die Oberfläche des Eikörpers, und zwar, wie es scheint, nach dem „neutralen Pol“ zu — also gegenüber dem Imprägnationspfropf. Die Spindelpole kommen ganz an die Peripherie zu liegen. Der Knickungswinkel der Spindel flacht sich ab, endlich erreicht die helle Mittelportion mit der chromatischen Figur auch die Oberfläche. Die Fußplatte des Ypsilon formt sich in der Art um, dass ihre Fasern gegen die Oberfläche des Eies zusammengedrängt, und Stränge des umgebenden Eikörpers an sie agglutiniert werden (v. B. p. 222); somit gewährt jetzt die Figur, beim Aufblick auf die Oberfläche des Eies, das Totalbild eines Kreuzes, dessen einer Arm durch die Spindel, dessen anderer durch die kantenständige und zusammengedrückte Fußplatte des Ypsilon dargestellt wird, und in dessen Mitte die achromatische Figur liegt (z. B. Taf. 15 Fig. 15, 20, 23). — Das Spermatozoon ist inzwischen in die Mitte des Eies gerückt und mit der Fußplatte des Ypsilon durch Stränge in Verbindung gesetzt. Es folgt nun die Teilung des Prothyalosoms und der chromatischen Figur, und damit die Bildung des ersten Richtungkörpers; für die sehr spezielle Beschreibung dieses und der vorhergehenden Prozesse sei auf p. 218—232 verwiesen. Wohl das Merkwürdigste dabei ist, dass die Teilung der Figur nach v. B. nicht, wie man bisher allgemein beschrieb, quer gegen die Axe der achromatischen Spindel erfolgt, sondern längs durch diese Axe, in einer Ebene, die der tangierenden des Eies nahezu parallel steht. Somit geben die beiden primären chromatischen Disques der Figur von je 4 Kugeln (s. o.) nicht je in eine der Tochterfiguren ein, sondern jeder gibt die Hälfte seiner Elemente in je eine der letzteren. Als Richtungskörper wird hauptsächlich nur die Hälfte des Prothyalosoms mit der halben chromatischen Figur abgetrennt; es dürfte nur wenig, wenn überhaupt etwas, vom Zellkörper des Eies hinzukommen. Die zurückbleibende Hälfte des Hyalosoms mit seinem chromatischen Inhalt nennt v. B. das „Deuthyalosom“.

Während der Bildung des ersten Richtungkörpers gibt das Ei eine homogene Schicht ab, die „erste Perivitellinmembran“, die sich an die Innenfläche der Membrane oospermatique (s. o.) anlegt. Während dieser Vorgänge verkleinert sich der Zipfel des Spermatozoon, und dessen Axialstäbchen wird blass und verschwindet. Wenn im Innern des Eies lokalisiert, besteht das Spermatozoon aus dem blasser gewordenen Kern, einem hellen Hof um diesen her, und aus einer diesen umgebenden, dichter granulierten Schicht (auréole); beide letzteren Portionen sind mäßig tingierbar. Eine radiäre Strahlung macht sich in der Umgebung des so veränderten Samenkörpers bemerklich (v. B.'s Fig. 2, 4 Taf. 16).

Die Bildung des zweiten Richtungkörpers erfolgt unter Erscheinungen, die auffallenderweise von denen der ersten Richtungkörperbildung erheblich abweichen. Das Deuthyalosom, das bei letz-

terem Prozess im Ei zurückgeblieben war und zwei chromatische Scheiben enthielt, teilt sich wieder in zwei Teile, den 2. Richtungskörper und den definitiven weiblichen Pronukleus. Während dies geschieht, liegt das Deuthyalosom nahe der Oberfläche des Eikörpers; aber sein Ort steht sehr oft nicht gegenüber dem an der Membran haftenden ersten Richtungskörper, was v. B. auf eine inzwischen geschehene Rotation des Eies in seiner Membran bezieht. — An zwei opponierten Punkten des Deuthyalosoms entstehen nun Strahlungen; ein Teil dieser Strahlen verlängert und ordnet sich so, dass sie von beiden Seiten um die Mitte des Hyalosoms her eine rautenartige Figur bilden (was bei der ersten Richtungskörperbildung nicht der Fall war). Diese Strahlen schwinden später wieder. Das Hyalosom mit der chromatischen Figur, deren Elemente sich inzwischen wieder vermehrt haben, macht eine Drehung der Axe von 90° , so dass letztere etwa parallel der Eioberfläche zu stehen kommt, und teilt sich wiederum, wie bei der ersten Richtungskörperbildung, der Länge nach, nicht im Aequator seiner achromatischen Spindelfigur. Für das sehr genau verfolgte Détail muss ich wieder auf das Original verweisen. In dem zweiten Richtungskörper werden wiederum 4 chromatische Elemente ausgesondert, eine entsprechende Portion bleibt als chromatischer Teil des definitiven Pronukleus. Der zweite Richtungskörper bleibt am Eikörper sitzen; dieser scheidet eine zweite Perivitellinhülle ab, nachdem seine periphere Schicht darauf bezügliche Strukturveränderungen erlitten hat.

An die Schilderung dieser Vorgänge knüpft v. B. einen Zweifel gegen die bisherige Auffassung, dass die Richtungskörperbildung eine Zellteilung, und also diese Körper selbst Zellen zu nennen seien. Er glaubt dies nicht: denn wenn auch die Richtungskörperbildung eine gewisse Aehnlichkeit mit der Karyokinese habe, so zeige er doch den erheblichen Unterschied, dass bei ihm die Teilungsebene durch die Axe gehe, während sie bei der sonstigen Zellteilung dem Aequator entspricht. — Gegen diesen Schluss und gegen die ganze Darstellung, die v. B. von der Richtungskörperbildung gegeben hat, sind zwar bereits von anderer Seite Zweifel ausgesprochen, und es wird gewiss darauf ankommen, durch genaue Prüfung an anderen Eiern zu entscheiden, wie und ob sich die bisherigen abweichenden Befunde an solchen mit der „Pseudokaryokinese“ vereinigen lassen; — vorderhand aber scheinen mir solche Zweifel nicht begründet. Zu ihrer Stützung würde vor allem erst eine Nachprüfung von van Beneden's so äußerst eindringender Untersuchung an seinem eignen Objekt zu verlangen sein.

So viel Neues, Wertvolles und Seltsames das bis hier Berichtete auch enthält, so erscheinen doch die Befunde noch weit wichtiger und überraschender, die van Beneden über die folgenden Vorgänge: die Bildung, Veränderung und Kopulation der Pronuklei,

und die Teilung des daraus hervorgehenden Kopulationskerns mitgeteilt hat.

Wir nahmen bisher an, dass der weibliche Pronukleus (Eikern Hertwig's) mit dem männlichen Pronukleus (Spermakern) zu einem wirklichen Zellkern verschmilzt, und dass dann in diesem eine Mitose (Fadenmetamorphose) eintritt, wie in den Kernen anderer Zellen bei der Teilung. Die neue Wendung, die van Beneden dieser Auffassung gibt, lässt sich in kurzen Zügen so charakterisieren: die beiden Pronuklei erfahren jeder für sich eine Mitose, bevor sie sich vereinigt haben, und auch so verschmelzen sie nicht ganz. In jedem bildet sich eine chromatische Knäuelfigur. Der Fadenzug jedes Knäuels verkürzt sich zu je einer Fadenschlinge, diese segmentiert sich in jedem der beiden Pronuklei zu zwei V-förmigen Schleifen. Jetzt erst beginnen die schon zerlegten Kernmembranen beider Pronuklei zu einem Kontur zu konfluieren. Man hat also nun 4 getrennte Schleifen in dem Kopulationskern, zwei männliche und zwei weibliche. (Die Zahl derselben ist also viel geringer als bei anderen Zellen: bei *Salamandra* 24). Jede dieser Schleifen erfährt Längsspaltung (und zwar so, dass die Schwesterspaltfäden anfangs an den Enden noch zusammenhaften). Während dieser Längsspaltung hat die chromatische Figur die Sternform. Die Umordnung der gespaltenen Schleifen aus dieser Form zu den Tochterkernfiguren geschieht nach v. B. so, dass von je zwei Halbfäden der eine in diese, der andere in jene Tochterfigur geht, das heißt also: jeder Tochterkern bekommt 2 männliche und 2 weibliche Fadenschleifen.

Es ist klar, dass die Längsspaltung der chromatischen Fäden bei der Kernteilung, die ich vor acht Jahren auffand und gegen manche Anfechtung zu verteidigen gehabt habe, hierdurch ein besonderes Interesse erhält. Was ich nur gemutmaßte, aber an meinen Objekten nicht hatte zeigen können: dass die je zwei Spaltfäden in verschiedene Tochterfiguren einbezogen werden, ist inzwischen, schon vor dem Erscheinen von van Beneden's Buch, aber ohne dass dieser bei der Abfassung bereits Kenntnis davon hatte, von E. Heuser an *Fritillaria* und anderen Pflanzen nachgewiesen, und seitdem von C. Rabl auch an Tierzellen bestätigt worden. Aber von ganz besonderer Bedeutung und Tragweite ist es, dass van Beneden jetzt eine differente Sexualität der chromatischen Fädenschleifen bei der ersten Kernteilung im Ei nachweist und damit aufstellt, dass eine jede Zelle des künftigen Leibes auf dem Wege der Fädenlängsspaltung einen männlichen und einen weiblichen Anteil in ihren Kern geliefert erhält! Wie mir scheint würde schon dies allein genügen, um dem Werke van Beneden's einen der ersten Plätze in der Geschichte der zellularen Forschung zu sichern.

Denn damit erhält die Befruchtungstheorie von O. Hertwig so-

wohl eine Befestigung, als einen ganz neuen Ausbau. Diese Theorie ist gestützt auf die positive Entdeckung Hertwig's, dass männlicher und weiblicher Pronucleus im Ei existieren und sich vereinigen. Sie ist angegriffen worden von A. Schneider, und zwar grade aufgrund von Arbeiten an *Ascaris megalocephala*, und ist gegen diesen Angriff von mir ¹⁾, und seitdem von Nussbaum, van Beneden und Eberth verteidigt worden. Schneider's Zweifel kann man jetzt um so mehr als zurückgewiesen betrachten, als Nussbaum und van Beneden am gleichen Objekt wie er gearbeitet haben. Nussbaum, dessen Publikationen ²⁾ vor derjenigen van Beneden's erschienen sind, gebührt vor diesem hierin sowie in mehrerem anderem die Priorität; er hat die Richtungskörperbildung verfolgt, die er aller-

1) Eine Besprechung darüber und Angabe der Lit. siehe in dieser Zeitschrift Bd. III Nr 21 u 22.

2) Vorläufige Mitteilung „Ueber Befruchtung“: 5. August 1883, in Sitzungsber. d. niederrhein. Ges. f. Nat. u. Heilk.; die ausführliche Arbeit: Archiv f. mikr. Anat. B 23, S. 155, ausgeg. d. 6. Februar 1884. — A. Schneider hat über das Werk van Beneden's eine Beurteilung geäußert, die ich sehr wenig gerecht finde. Er sagt, dass „dieses Werk ausschließlich Untersuchungen über die von Schneider entdeckten Erscheinungen der Befruchtung etc bei *Ascaris m.*, und die von Nussbaum dazu gemachten Verbesserungen enthalte“, dass er „wesentlich, ja selbst unwesentlich Neues darin nicht gefunden habe“, und dass „die Untersuchungen van Beneden's nur als solche angesehen werden könnten, die nach Schneider's eignen und Nussbaum's Arbeiten erschienen seien, so, dass v. B. Kenntnis von diesen gehabt habe“ (Zoologische Beiträge, 1, 2, Breslau 1884). — Der dritte Punkt trifft zu in Bezug auf das Buch Schneider's: „Das Ei und seine Befruchtung“, erschienen Juni 1883, und auf die kurze vorläufige Mitteilung Nussbaum's (August 1884); nicht aber für die ausführliche Arbeit des letztern „Ueber die Veränderungen der Geschlechtsprodukte etc.“, denn diese erschien am 6. Februar 1884, van Beneden's Buch im April 1884, es ist also nicht zu verlangen, dass Dieser schon während der Abfassung seines letzten Teils von jener Abhandlung Kenntnis haben sollte. Nussbaum's Priorität in denjenigen Punkten, welche hier oben im Text erwähnt sind, wird van Beneden gewiss nicht antasten; dadurch wird die Fülle von eignen neuen Befunden und die genaue Durcharbeitung, die er gegeben hat, in ihrem hohen Wert nicht im mindesten beeinträchtigt. Dass er das Buch Schneider's nur in einer Schlussnote, und die vorläufige Mitteilung Nussbaum's gar nicht besprochen hat, mag man unrichtig finden oder nicht, jedenfalls ist es ganz ausgeschlossen, darin eine Ausnutzung fremder Resultate zu sehen. Denn wenn Schneider den Eindruck hat, „dass die Beobachtungen van Beneden's mit den in seinem (Schneider's) Buche niederlegten vollständig übereinstimmen“, so bin ich nebst anderen durchaus entgegengesetzter Meinung; Schneider's wesentlichste Schlüsse und der größte Teil seiner Beschreibung standen in vollem Widerspruch mit dem, was van Beneden gefunden hat, und ich kann es verstehen, dass dieser von einer weitläufigen speziellen Widerlegung abgesehen hat, um lediglich seine äußerst genaue Schilderung sprechen zu lassen.

dings in vielem anders als van Beneden, und lange nicht so genau beschreibt, hat die Pronuklei und ihre Vereinigung im *Ascaris*-Ei aufgefunden, und die mitotische Figur des Kopulationskerns gesehen und kurz beschrieben; wobei die Längsspaltung der chromatischen Schleifen geschlossen, aber nicht gesehen, und von der Ueberlagerung der Spaltfäden auf verschiedene Tochterkerne nichts bemerkt worden ist (am zweitcit. Ort S. 173—174). In Bezug auf das Wesen der Befruchtung ist Nussbaum, wie vorher andere und ich selbst, nicht über den Satz hinausgelangt, der schon in Hertwig's Befruchtungstheorie liegt, „dass die Befruchtung in der Vereinigung zweier Zellen und der Vereinigung ihrer Kerne besteht“ (S. 189 a. a. O.), mit anderen Worten, dass die Pronuklei sich kopulieren und ihr Chromatin sich vereinigt. Aber grade auf die Frage, wie es hierbei des nähern zugeht, beziehen sich van Beneden's letztbesprochene Resultate. Er findet, dass nicht eine wirkliche Verschmelzung der Kernsubstanzen erfolgt, sondern dass bei der ersten Mitose die männlichen und weiblichen chromatischen Kernbestandteile getrennt bleiben, er macht es damit annehmbar, dass das Gleiche auch bei den weiteren Teilungen der Fall ist, und dass somit jede Körperzelle in ihrem Kern männliche und weibliche Bestandteile, und zwar wirklich morphologisch gesondert bewahren könnte.

Auf dieser Grundlage und mit Bezug auf die Richtungskörperbildung stellt v. B. folgende „Theorie der Befruchtung“ auf: das Ei, bei seiner ersten Teilung, ist eine hermaphroditische Zelle, da es dann in seinem Kern, dem Kopulationskern, zwei männliche und zwei weibliche Schleifen besitzt. Durch die gleiche Verteilung beider Schleifenarten vermöge der Längsspaltung in die Tochterkerne wird (so kann man annehmen, wenn es auch nicht bewiesen ist) jede weitere Körperzelle gleichfalls hermaphroditisch sein. Das gilt also auch für die ovariale Eizelle. Diese wirft, wenn sie der Befruchtung entgegengieht, in Form der Richtungskörper einen Teil ihrer Substanz, und zwar hauptsächlich Chromatin ihres Kerns ab. v. B. nimmt an, dass dieses der männliche Anteil ist, den sie bei sich hatte, und unterscheidet die rein-weibliche Eizelle, wie sie durch die Richtungskörperbildung geworden ist, durch den Namen: „weiblicher Gonocyt“. — Ferner: bei der Bildung der Spermatozoen wird, nach v. Beneden's und Julin's eignen Beobachtungen bei *Ascaris* sowie noch manchen anderen neueren Befunden, aus der samenbildenden Zelle, dem Spermatoeyten, ein chromatischer Teil abgeworfen, ehe diese Zelle sich zum Spermatozoon umformt. v. B. schließt, dass der hier abgeworfene Körper vice versa der weibliche Teil des noch hermaphroditischen Spermatoeyten, dass der Vorgang also homolog der Richtungskörperbildung ist, und der Spermatoeyt erst hierdurch zu einer rein-männlichen Generationszelle, zu einem „männlichen Gonocyt“ wird. —

Auch die sonstigen Erscheinungen der Teilung der befruchteten Eizelle, soweit sie nicht schon im Obigen erwähnt sind, hat v. B. sehr genau verfolgt und beschrieben. Diese Erscheinungen sind, wie schon das frühere ergibt, ihrem Hauptwesen nach die einer karyomitotischen Teilung; ich hebe aus der Beschreibung hauptsächlich nur heraus, was dabei gegenüber der bisherigen Kenntnis besonders neu oder abweichend erscheint. Namentlich betrifft dies die Veränderungen im Zellkörper während der Teilung. Eine Markierung der Pole findet v. B. erst in der Sternphase der Kernfigur ausgesprochen, dann aber auch in einer auffälligen, bisher nicht in dieser Weise beschriebenen Art. Am Ende der achromatischen Spindel erscheinen zwei relativ große, runde Portionen, von v. B. „sphères attractives“ genannt, in Karmin ziemlich stark färbbar; sie haben in sich eine radiäre Streifung, in deren Zentrum ein Körperchen oder eine Anhäufung von solchen, das eigentliche Polkörperchen, liegt. Die Strahlung setzt sich über die Grenzen der Spären in den Eikörper fort¹⁾. Noch andere, bisher nicht bekannte Gruppierungen der Zellsubstanz während der Teilung zeigen die Figuren 2—11 v. B.'s auf Taf. 19 ter. — Die achromatischen Spindelfäden sowie die Strahlen im Eikörper sind nach seiner Darstellung mehr oder weniger varikös (moniliformes).

Die achromatische Spindelfigur reicht nach v. B. nicht kontinuierlich von Pol zu Pol (s. o. die gleiche Ansicht für die Spindel der Richtungskörperbildung); er beschreibt sie deshalb auch nicht als eine Spindel, sondern als zwei Kegel von Fasern, mit den Spitzen an den Polen. Diejenigen achromatischen Fäden, welche nach der Trennung der chromatischen Tochterfiguren zwischen diesen liegen, sieht er nicht, wie wir bisher, als Teile der ursprünglichen achromatischen Spindel an, sondern als Stränge nicht färbbarer Substanz, die aus den chromatischen Fäden entwickelt wurde. Er hebt besonders hervor und zeigt deutlich, dass die letzteren ein achromatisches Substrat haben, in welche das Chromatin nur eingelagert ist; was übrigens von ziemlich allen neueren Untersuchern der Zellteilung, und so auch von mir anerkannt ist²⁾. v. B. stellt auch an seinem Objekt fest, dass die chromatischen Schleifen, wie ich fand, die achromatischen Fäden berühren; während aber ich und dann auch Strasburger annahm, dass jene sich an diesen entlang verschieben, hängen die Fäden nach v. B. mit freien Enden an den Schleifen und ziehen diese gegen die Pole. — v. B. leitet die achromatische Figur teils aus den zerlegten Membranen der Pronuklei, teils aus den geformten Struk-

1) Man wird daran denken, dass die Sphères identisch sind mit den hellen Räumen, welche auch bei anderen Eiern die Polkörperchen umgeben und vielfach (so von Hertwig, Fol, mir) abgebildet sind.

2) Im zit. Buch S. 227 u. a.; ich merke dies an, weil v. B. (S. 370) anzunehmen scheint, dass ich anderer Ansicht sei.

turen des Zellkörpers, teils aus solchen des Kerns ab. Es würde sich dies mit dem, was wir bis vor einem Jahr über das Entstehen der Spindel wussten¹⁾, gut vereinigen; nach den beiden neuesten Arbeiten von Rabl²⁾ und Pfitzner³⁾ aber sieht es aus, als ob an den betreffenden Objekten das Entwicklungsgebiet der Spindel ganz in den Kern fallen müsste; und es wird also weiter festzustellen sein, ob bei diesem Gebilde überhaupt von einer konstanten Zugehörigkeit zum Kern, zur Zellsubstanz, oder zu beiden die Rede sein kann. Ich füge hier an, dass v. B. aus der erwähnten Zerlegung der Pronukleusmembranen, aus dem Zusammenhang der daraus entstehenden Stränge mit denen des Zellkörpers, und aus der körnigen (moniliformen) Beschaffenheit der Membran darauf schließt, dass die achromatische Kernmembran im allgemeinen durchbrochen und dabei mit den Zell- und Kernstrukturen in Verbindung sei (näheres im Orig. S. 376 f.).

Für die Fäden der chromatischen Figur bestätigt v. B. die von Balbiani und Pfitzner gefundene Zusammensetzung aus (hier sehr groben) chromatischen Körnern und einer nicht-chromatischen Grundmasse. Er beschreibt, dass die Fäden vor ihrer Längstrennung breit-bandartig abgeflacht sind, und dass nach dieser Längstrennung eine Lamelle die beiden Spaltfäden noch zunächst verbindet: diese Lamelle („Lame intermédiaire“) ist tingierbar, aber schwächer als die Spaltfäden selbst. (Diese Erscheinung kann man auch bei Präparaten von Wirbeltierzellen finden; ob man sie als reine Natur nehmen darf, möchte ich bezweifeln).

Sehr empfehlenswert scheint mir der Vorschlag v. B.'s, die noch ungespaltenen und die gespaltenen chromatischen Fäden durch die Namen „primäre und sekundäre“ zu unterscheiden.

Die Formerscheinungen der chromatischen Figur, die ja hier sehr locker ist und nur 4 (primäre) Schleifen erhält, sind deshalb in vieler Beziehung sehr übersichtlich. v. B. nimmt, in Einklang mit meinen Benennungen, eine Knäelform (der Pronuklei) und eine Sternform, bei den Tochterkernen wieder eine Sternform an; aber aus dem Grunde, weil eine deutliche Knäelform der Tochterkerne bei *Ascaris m.* nicht vorliegt, stellt er das von mir vertretene Gesetz von der umgekehrten Repetition der Mutterphasen durch die Tochterphasen in Abrede. Ich kann jenen Grund dafür nicht ausschlaggebend finden: es ist mir bekannt, dass auch bei anderen Eiern die betreffenden Formen der Tochterkerne allerdings einen nur wenig gewundenen Habitus besitzen, und ich gebe gewiss zu, dass dies bei Formen, wie

1) S. im cit. Buch, und in den Arbeiten Heuser's (Botan. Centralbl. Bd. 17, Nr. 1—5, 1884) und Pfitzner's (*Hydra*, Arch. f. mikr. Anat. 1883).

2) Morpholog. Jahrbuch Bd. 10, 1884.

3) Ebenda Bd. 11, 1885 (eben erschienen).

v. B.'s Fig. 12 und 13 der letzten Tafel (vergl. mit der entsprechenden Form des Mutterkerns Fig. 9 vorletzte Tafel) in besonders geringem Grade der Fall ist; auch habe ich nie gemeint, dass die Tochterknäuel ganz genaue Abbilder der Mutterknäuel sein müssten. Wenn grade beim Ei diese Form besonders wenig knäuelähnlich ausfällt, so muss das gewiss seine Gründe und seine Bedeutung haben; es kann uns aber doch nicht veranlassen, ein Formgesetz zu verkennen, das sonst bei allen Gewebszellen, bei Tieren wie bei Pflanzen so schlagend hervortritt.

v. B. hebt hervor (S. 339 u. f.), dass die Längsspaltung der Fadenschleifen und die Trennung der chromatischen Figur in die Tochterfiguren¹⁾ beim *Ascaris*-Ei der Zeit nach als ein und derselbe Prozess zu betrachten sei. Ich erinnere aber daran, dass sich dies als allgemeiner Satz für die Kernteilung nicht durchführen lässt. Denn ich habe schon gezeigt und werde demnächst noch spezieller darthun, dass die Längsspaltung bei tierischen wie bei pflanzlichen Zellen sehr viel früher eintritt, nämlich schon in den Anfängen der Mutterknäuelphase. Die Längsspaltung kann man daher überhaupt nicht in eine besondere zeitliche Phase verlegen. Wenn sie, wie es nach v. B.'s Befunden erscheint, hier in der That erst in der Sternform eintritt, so bleibt nur die Annahme übrig, dass sie bei den einen Zellenarten früher, bei den anderen später beginnt. Aber es ist auch bei vielen anderen Zellen schon nicht leicht und verlangt eine glückliche Fixierung, die Spaltung bis in jene frühen Stadien zurück nachzuweisen; vielleicht könnte es hier ebenso sein.

Denn das *Ascaris*-Ei ist zwar gewiss für vieles ein vorzügliches Objekt, doch es scheint mir auch eine Schattenseite zu haben, nämlich in Bezug auf seine Fixierungsfähigkeit. Die Konservationen seiner Teilungsfiguren, die sich mit v. B.'s Methoden erzielen lassen, sind zwar für das wesentlich Neue, das er beschreibt, vollkommen ausreichend zu nennen; aber seine Abbildungen, die deutlich demonstrieren, dass sie sehr naturgetreu und von Schematisierung möglichst frei gehalten sind, zeigen grade dadurch auch, dass jene Konservierung doch keine ganz genaue Fixierung der Natur sein dürfte. Solche Fixierung fällt ja überhaupt bei Eiern in manchem schwieriger, als bei anderen Zellenarten, und so kann es auch beim *Ascaris*-Ei sein. Die vielfach unregelmäßigen, angeschwollenen Gestalten der chromatischen Fäden in v. B.'s Zeichnungen kontrastieren mit den reinen, fast mathematisch scharfen Formen, die wir von Gewebszellen hinreichend kennen, für die ich auf meine und andere Abbildungen ver-

1) Letztere ist identisch mit dem, was jetzt nach meinem Vorschlag Metakinese genannt wird. v. B. bezeichnet die Tochterfiguren, die durch diesen Prozess auseinandergruppiert werden, solange sie noch nahe dem Aequator liegen, als „Plans subéquatoriaux“.

weisen kann und von denen ich Präparate in Menge bewahre. Man wird also daran denken können, dass bei den Teilungsfiguren von *Ascaris*, die v. B. jetzt beschreibt, doch einige Quellung und Schrumpfung im Spiel sein kann; und man wird deshalb Bedenken tragen können, dieselben in allen feinsten Einzelheiten auch dort als typisch zu nehmen, wo sie sich mit den sonst bekannten Formen der Karyomitose nicht decken —

Die allgemeinen Betrachtungen, die v. B. in seinem letzten Kapitel über die Symmetrie im Baue des Eies und Spermatozoons, die Struktur der Zelle und des Kerns, die Zellteilung, die Richtungskörper und die Befruchtung gibt, werden jedem, der in allgemein-zellularen Problemen arbeitet oder daran Interesse hat, die vielfachste Anregung und Belehrung bieten. Die Auslese ihres Inhalts habe ich den Hauptsachen nach in die obige Besprechung einbezogen, habe diese sehr kurz gehalten und bitte, sie nur als einen Hinweis auf das Werk selbst zu nehmen; denn es ist ein Buch, das in besonderem Grade beansprucht und verdient, selbst gelesen zu werden.

Spyridion Miliarakis, Die Verkieselung lebender Elementarorgane bei den Pflanzen.

Inauguraldissertation. 8°, 29 S. Würzburg 1884.

Der Verfasser stellt die Ergebnisse der in der letzten Zeit über die Verkieselung der Pflanzen erschienenen Arbeiten zusammen. Er sucht ferner die Frage zu entscheiden, ob verkieselte Zellen noch wachsen. Den von verschiedenen Autoren angegebenen Methoden zur Auffindung der Kieselskelette haften mancherlei Mängel an; am besten bewährte sich eine von dem Verfasser aufgefundene Modifikation des Verfahrens von Pollender. Die Pflanzenteile werden zunächst mit konzentrierter Schwefelsäure behandelt bis zum völligen Schwarzwerden, sodann wird eine 20prozentige wässrige Lösung von Chromsäure zugegeben. Unter heftigem Aufbrausen oxydiert sich die organische Substanz, während alle Mineralstoffe mit Ausnahme der Kieselsäure in Lösung gehen. Man verdünnt schließlich die Lösung stark mit Wasser und untersucht die auf dem Boden des Glases sich ansammelnde Kieselskelette mikroskopisch. Ist der Niederschlag durch Chromsäure dunkel gefärbt, so verdünnt man nochmals mit Wasser.

Nach dieser Methode wurden die Blatthaare verschiedener Pflanzen in der Weise untersucht, dass entweder von zwei gleich alten Blättern das eine früher, das andere einige Monate später vorgenommen, oder dass das nämliche mit den beiden Hälften eines und desselben Blattes ausgeführt wurde. Es ergab sich, dass die Verkieselung der Haare schon in einem sehr frühen Alter des Blattes beginnt, lange bevor

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1885-1886

Band/Volume: [5](#)

Autor(en)/Author(s): Flemming Walter [Walther]

Artikel/Article: [Bemerkungen zu Eduard van Benedens: Recherches sur la Maturation de l'Oeuf, la Fécondation et la Division Cellulare. 166-181](#)