Beiträge zu einer einheitlichen Auffassung der verschiedenen Kernformen.

Von

Richard Hertwig.

Mit Tafel III.

Die Mannigfaltigkeit der Bildungen, welche bei den niederen Organismen mit dem gemeinsamen Namen »Nucleus« bezeichnet werden, hat es schon manchem Forscher zweifelhaft erscheinen lassen, ob hier in der That äquivalente Formelemente vorlägen, oder nicht vielmehr Zelltheile von ganz verschiedenem morphologischen Werth. Hin und wieder ist es sogar versucht worden, den Nuclei einzelner Protistenklassen (z. B. der Infusorien und Heliozoen) eine specifische, für die jedesmalige Klasse eigenthümliche functionelle und morphologische Bedeutung beizumessen und hierdurch ihre Vergleichbarkeit mit den gleichnamigen Bestandtheilen der thierischen und pflanzlichen Zellen in Abrede zu stellen. Dies veranlasste mich, bei der Untersuchung der verschiedensten Protistenklassen, welche mich während der letzten Jahre beschäftigte, auf die gemeinsamen Eigenschaften der verschiedenen Nucleusformen zu achten, um durch Combination derselben zur Construction einer primitiven Kernform zu gelangen, aus welcher sich die übrigen durch secundäre Veränderungen ableiten liessen. Auf dem Wege der Vergleichung gelangte ich so zu einer einheitlichen Auffassung vom Baue des Kerns, welcher sich, wie es mir scheint, alle Kernformen des Protisten- Thier- und Pflanzenreichs zwanglos unterordnen lassen.

Die zahlreichen in der Neuzeit erschienenen Untersuchungen

über den Zellkern, welche uns wichtige Einblicke in seine Function gewinnen lassen, haben nur dazu beigetragen, mich in meinen Anschauungen zu bestärken. Vor Allem waren mir hierbei die Beobachtungen meines Bruders über die Bildung, Befruchtung und Theilung des Seeigelei's[1]) von Bedeutung, um so mehr als mir durch dieselben Gelegenheit wurde, aus eigener Anschauung mit wichtigen Lebensvorgängen und Veränderungen bekannt zu werden, welche die Ungunst der Beobachtungsverhältnisse bei niederen Organismen unmöglich macht oder doch sehr erschwert. Ich hatte daher auch in Absicht, eine Darstellung meiner Ansicht in einem kurzen Nachtrag der inzwischen zum Druck gelangten Arbeit meines Bruders anzuschliessen; da indessen äussere Verhältnisse den Druck derselben beschleunigten, musste ich die beabsichtigte Mittheilung auf später verschieben. —

Wohl in wenigen Fragen der Histologie gehen die Urtheile so weit aus einander als bei der Besprechung der Zellkerne: ihres Baus, ihrer functionellen Bedeutung, der Wichtigkeit ihrer einzelnen Bestandtheile; nirgends sind wir wohl von einer einheitlichen Auffassung weiter entfernt als gerade hier. Wenn wir zunächst auf die Ansichten näher eingehen, welche die verschiedenen Histologen bezüglich des Baus des Zellkerns geäussert haben, so werden wir mit den widersprechendsten Anschauungsweisen bekannt. Kölliker[2]) und Auerbach[3]) nehmen an, dass alle Kerne ausnahmslos — wenn wir zunächst einmal von etwa vorhandenen Kernkörperchen absehen, — einen flüssigen Inhalt besitzen, den »Kernsaft«, wobei sie jedoch zugeben, dass derselbe öfters eine mehr zähflüssige Beschaffenheit annehme. Kölliker lässt diesen flüssigen Inhalt stets von

---

[1]) Morph. Jahrb. Bd. I pag. 347.

[2]) Nach Kölliker »sind alle Kerne Bläschen« und »besteht der Kernsaft wahrscheinlich aus einem eiweissreichen zäherflüssigen Stoff, welcher in gewissen Fällen wie in den Kernen reifer Eier in eine mehr wässrige Flüssigkeit sich umbildet«. Handbuch der Gewebelehre. 5te Aufl. pag. 18.

[3]) Auerbach (Organologische Studien Heft II pag. 238) hält es für erwiesen »dass der Kern nicht blos auf der Höhe seiner Entwicklung ein wirklich wohl characterisirtes Bläschen, sondern dass der flüssige Bestandtheil dieses Bläschens sogar das Primäre an ihm ist, dass der Zellkern ursprünglich nichts Anderes ist als eine Art Vacuole, d. h. eine mit Flüssigkeit erfüllte Höhle im Protoplasma, genauer ein Tropfen eines vom Protoplasma verschiedenen klaren Fluidums, welches ohne besondere Umhüllung eine entsprechende Höhle im Protoplasma ausfüllt«.

einer besonderen Membran umgeben sein und bezeichnet daher alle Kerne als Bläschen; dagegen hält AUERBACH die Membran nicht für nothwendig zur Bildung eines Kerns, ohne jedoch die Anwesenheit derselben bei zahlreichen Kernformen in Abrede zu stellen. Die Kerne der Furchungszellen des Nematodeneies und zahlreicher anderer Zellen sind für ihn nichts als wandungslose, von einer eiweisshaltigen Flüssigkeit erfüllte Hohlräume d. h. Vacuolen, welche vom Protoplasma der Zelle unmittelbar umschlossen werden.

Dem gegenüber unterscheidet die Mehrzahl der Forscher zweierlei verschiedene Kernformen: 1) solide oder »massive« Kerne, welche »aus einer gleichmässigen Substanz von grösserer oder doch mindestens gleicher Dichtigkeit wie das umgebende Protoplasma bestehen« (LEYDIG), 2) bläschenförmige Kerne, bei denen eine festere Rinde einen flüssigen Inhalt umschliesst. Im flüssigen Inhalt können sich dann noch weiterhin festere Bestandtheile, die Nucleoli, finden, doch gehören dieselben nicht zu den constanten Kernbestandtheilen. Die Kerne der Furchungszellen, welche AUERBACH für Vacuolen hält, würden nach dieser Ansicht als »massive Kerne« angesehen werden müssen.

In welchem genetischen Verhältniss die beiden Kernformen zu einander stehen, lassen die meisten Beobachter unentschieden; sie begnügen sich, beide als thatsächlich vorhandene Befunde nebeneinander zu stellen: so LEYDIG, GEGENBAUR, HAECKEL u. A. Unter den übrigen wählt FREY das bläschenförmige Stadium, STRICKER die solide Kernform zum Ausgangspunct der Betrachtung. Nach FREY [1]) kann der urspünglich bläschenförmige Nucleus, welcher typischer Weise eine deutliche Membran und einen Nucleolus besitzt, »seine ursprüngliche bläschenförmige Beschaffenheit gegen einen festeren Inhalt vertauschen« während STRICKER es für erwiesen hält, dass »der Kern im jugendlichen Zustand aus einem Klümpchen (solider) Substanz besteht, dass dieser Kern im Alter in ein Bläschen umgewandelt werden kann« (als Beispiel das unbefruchtete Ei) [2]).

Die letztere Auffassung vertritt unter den Botanikern SACHS [3]) in seinem Lehrbuch der Botanik und in ganz besonders prägnanter

---

[1]) FREY: Handbuch der Histologie und Histochemie des Menschen. 4. Aufl. Leipzig 1874. pag. 72.

[2]) STRICKER: Handbuch der Lehre von den Geweben I. pag. 24.

[3]) SACHS: Lehrbuch der Botanik. 4. Aufl. 1874 pag. 45.

Weise STRASBURGER[1]) in seiner Arbeit über Zelltheilung. Nach STRASBURGER ist »der Zellkern zur Zeit seiner vollständigen Wirksamkeit eine homogene glashelle Protoplasmamasse, die in ihrer Consistenz mit der Hautschicht (dem »Ektosark« der Zoologen) übereinstimmt, und in der weder Vacuolen noch Kernkörperchen zu beobachten sind. Kernkörperchen pflegen sich erst zu zeigen, wenn der Zellkern seine Aufgabe grösstentheils vollbracht und nun zur Ruhe kommen soll. Um in eine neue Thätigkeit zu treten wird der Kern jedesmal erst homogen gemacht«.

Auf Structurverhältnisse, welche es ihm wahrscheinlich erscheinen lassen, dass der Kern eine complicirtere Structur besitzt als man für gewöhnlich annimmt, hat neuerdings EIMER[2]) bei Reptilieneiern aufmerksam gemacht. Zwischen Kernmembran und Kernkörperchen unterscheidet er hier noch mehrere Schichten, bezüglich deren Beschreibung ich auf die citirten Arbeiten selbst verweise.

Gehen dem Gesagten zu Folge die Ansichten der Forscher schon bei der Beurtheilung des Baus des Kerns weit aus einander, so erhalten wir, wie nicht anders zu erwarten steht, noch tiefer greifende Differenzen, wenn wir die Frage nach der Dignität der einzelnen Kerntheile in Anregung bringen. HAECKEL[3]) hält den Nucleolus und Nucleolinus für Gebilde von untergeordneter Bedeutung; von fundamentaler Bedeutung sind nach ihm in der Eizelle nur Dotter und Keimbläschen. Im Hinblick auf die weite Verbreitung, in welcher der Nucleolus auftritt, lässt STRICKER[4]) es unentschieden, ob dem Kernkörper Wichtigkeit beizumessen sei oder nicht. Ebenso wenig gibt GEGENBAUR[5]) ein bestimmtes Urtheil ab, wenn er auch geneigt ist dem Nucleolus eine wichtige Rolle im Leben der Zelle einzuräumen. Am bestimmtesten äussert sich in dieser Hinsicht KÖLLIKER[6]), welcher ähnliche Beziehungen des Nucleus zum Nucleolus annimmt, wie es früher SCHWANN[7]) gethan hatte. Wie SCHWANN

---

[1]) STRASBURGER: Ueber Zellbildung und Zelltheilung. Jena 1875. pag. 234.

[2]) EIMER: Zur Kenntniss vom Bau des Zellkerns. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. VIII. pag. 141; ferner: Untersuchungen über die Eier der Reptilien; ibidem pag. 216.

[3]) HAECKEL: Anthropogenie pag. 104.

[4]) STRICKER: Gewebelehre. Bd. I. pag. 24.

[5]) GEGENBAUR: Grundzüge der vergl. Anatomie pag. 27.

[6]) KÖLLIKER: Gewebelehre pag. 27.

[7]) SCHWANN: Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung

lehrte, dass die Zelle sich um den Kern anlege, gleich wie dieser sich um den Kernkörper bilde, so lässt Kölliker bei der Zelltheilung die Kerne als Anziehungspuncte auf die Masse der Zellen und den Nucleolus auf die der Kerne wirken. Kern und Kernkörper würden somit in einem ähnlichen Verhältniss zu einander stehen wie Zelle und Kern.

Eine eigenthümliche Auffassung über die Bedeutung der Kernkörperchen ist in der Neuzeit von Auerbach aufgestellt worden. Wie schon erwähnt, sind nach der Ansicht Auerbach's die Kerne ursprünglich Vacuolen im Protoplasma. Um diese Vacuolen soll sich das Protoplasma differenziren und eine Kernmembran bilden. Weiterhin soll in ihrem Inneren der Nucleolus entstehen, welcher ebenfalls dem Protoplasma entstammt und zwar indem er sich entweder von der Kernmembran ablöst oder von Protoplasmapartikelchen gebildet wird, welche bei der Sammlung des Kernsafts (bei der Bildung des Kerns) aus dem umgebenden Protoplasma mit in das Innere der Vacuole hineingerissen wurden, um sich hier zu vereinigen. Da somit der Nucleolus weiter Nichts ist als ein Stück individualisirtes Protoplasma, so kann man ihm die Bedeutung eines Elementarorganismus beimessen, und zwar zunächst, so lange er noch homogen und gleichmässig ist, die Bedeutung einer Cytode. Wenn sich nun weiterhin im Nucleolus eine Vacuole bildet, was ja nicht selten geschieht, so soll dieselbe zum Nucleolus in denselben Beziehungen stehen, wie der Nucleus zum Protoplasma der Zelle; sie kann daher als Kern des Nucleolus angesehen werden. Hierdurch würde der Nucleolus aus dem Zustand der kernlosen Cytode in den Zustand der echten kernhaltigen Zelle übergeführt werden.

Wie andere, freilebende Zellen so kann sich auch die im Hohlraum des Nucleus lebende Zelle oder der Nucleolus durch Theilung vermehren und hierdurch den multinucleolären Zustand des Zellkerns bedingen. Auerbach vermuthet nun weiter, dass die zahlreichen Nucleoli durch den Zerfall der umhüllenden Nucleuswand frei werden und zu ebenso viel selbständig lebenden Zellen sich umbilden. Der Zellkern würde demnach die Bedeutung eines Brutraumes zur Ausbildung einer Generation von Tochterzellen besitzen. — Wir se-

in d. Structur u. d. Wachsthum d. Thiere u. Pflanzen. Berlin 1839. pag. 259. »Die Bildung der Zelle ist wahrscheinlich nichts anderes, als eine Wiederholung desselben Processes um den Kern, durch den sich der Kern ursprünglich um das Kernkörperchen bildet.«

hen, auf dem Auerbach'schen Wege würden wir, was das Thatsächliche anlangt, zu denselben Ergebnissen gelangen, zu welchen Greeff, Carter u. A. betreffs des multinucleolären Zustands der Amoeben gelangt sind, jedoch würden wir hierbei nicht den wichtigen Unterschied übersehen dürfen, dass durch die Auffassung Auerbach's ein histologisches Verständniss für den Vorgang gewonnen sein würde, welches bisher fehlte[1].

Nach diesem kurzen Ueberblick über die Kernliteratur, in welchem, wenn auch nicht alle, so doch die wichtigsten Auffassungen des Kerns ihre Erwähnung gefunden haben, wende ich mich zur Darstellung der Art und Weise, in welcher ich mir die verschiedenen Kernformen entstanden und von einer gemeinsamen Grundform abgeleitet denke; vielleicht dass die hier im Zusammenhang vorgetragene Auffassung geeignet ist, einiges Licht über die Bedeutung der einzelnen Kerntheile und der verschiedenen Kernformen zu verbreiten.

Als den wichtigsten Punct für eine einheitliche Beurtheilung der verschiedenen Kernbildungen muss ich hier gleich am Anfang meiner Betrachtungen hervorheben, dass sich bei allen Kernen eine gewisse stoffliche Uebereinstimmung erkennen lässt. Ob wir nun Zellkerne von Thieren, Pflanzen oder Protisten untersuchen mögen, stets finden wir, dass sie mehr oder minder von einer Substanz gebildet werden, welche ich im Folgenden im Anschluss an frühere Autoren als »Kernsubstanz« bezeichnen werde. Von der Characteristik dieser Substanz müssen wir ausgehen ebenso wie derjenige, welcher das Wesentliche der Zelle schildern will, zunächst mit der Zellsubstanz oder dem Protoplasma beginnen muss.

Unter dem Namen Kernsubstanz verstehe ich einen Eiweisskörper, welcher bald im ganzen Kern gleichmässig vertheilt ist, bald auf gewisse Theile desselben, die Kernkörperchen, beschränkt bleibt. Im frischen Zustand besitzt derselbe einen mattgrauen, häufig etwas fettähnlichen Glanz; sein Lichtbrechungsvermögen kann jedoch so gering werden, dass es sich kaum noch von dem des farblosen Protoplasma unterscheidet. Es kann dann der Fall eintreten, dass Kerne, welche aus reiner Kernsubstanz bestehen und in einem ho-

[1] Um nicht zu irrigen Auffassungen Veranlassung zu geben, hebe ich ausdrücklich hervor, dass Auerbach die hier kurz geschilderte Ansicht nur als »eine vorläufige, noch mit Vorbehalt aufzustellende und weiter zu prüfende«, nicht als eine feststehende und sicher bewiesene ansieht.

mogenen Protoplasma eingebettet sind, sich nur mit grosser Mühe im frischen Zustande erkennen lassen, dass es dann fast zur Unmöglichkeit werden kann bei grossen, wenn auch noch so durchsichtigen Körpern ohne Anwendung von Reagentien den Kernnachweis zu führen. Fälle, welche das Gesagte veranschaulichen, lassen sich ausserordentlich zahlreich aus der Literatur namhaft machen; sie lassen uns erkennen wie wenig stichhaltig es ist, wenn Forscher, gestützt auf die Durchsichtigkeit des Untersuchungsobjects die Möglichkeit bestreiten, dass etwa vorhandene Kerne sich dem Auge des Beobachters hätten entziehen können.

Wie das Protoplasma so ist auch die Kernsubstanz automatischer Bewegungen fähig. Dieselben erfolgen bald in unregelmässiger Weise und können wir sie dann als amoeboide bezeichnen; bald vollziehen sie sich in bestimmten Richtungen und mit so ausserordentlicher Regelmässigkeit, dass wir die einzelnen Veränderungen genau vorausbestimmen können. Als Beweise für die Befähigung der Kernsubstanz zu amoeboiden Bewegungen hebe ich hier hervor: die Formveränderungen des Nucleolus, welche La Valette [1]) vom Ei einer Libellenlarve, Brandt [2]) von Eiern der Blatta orientalis, Auerbach [3]) von den Gewebszellen der Muscidenlarven, Eimer [4]) von den Eiern des Silurus glanis, mein Bruder und ich sowie auch Balbiani in ganz vortrefflicher Weise an Arachnideneiern u. A. haben beobachten können. Ferner gehören hierher die eigenthümlichen Ausbuchtungen, welche mein Bruder [5]) vom Furchungskerne des Eies von Toxopneustes lividus schildert. — Auf regelmässig sich vollziehende Bewegungen der Kernsubstanz müssen wir die verwickelten Vorgänge zurückführen, welche in thierischen und pflanzlichen Zellen zur Kerntheilung führen und deren Kenntniss wir den Untersuchungen Bütschli's [6]), Strasburger's [7]) und meines Bruders verdanken.

---

[1]) v. La Valette: Ueber den Keimfleck und die Deutung der Eitheile. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. II. pag. 56.

[2]) Brandt: Ueber active Formveränderungen des Kernkörperchens. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. X. pag. 505.

[3]) Auerbach: Organologische Studien. Heft I u. II pag. 167.

[4]) Eimer: Ueber amoeboide Bewegungen des Kernkörperchens. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. XI pag. 325.

[5]) O. Hertwig: Ueber Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies. Dieses Jahrb. Bd. I pag. 347.

[6]) Bütschli: Vorläufige Mittheilungen in Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. XXV. pag. 201.

[7]) Strasburger: Ueber Zellbildung und Zelltheilung. Jena 1875.

Für die Characteristik der Kernsubstanz sind noch weiterhin die Veränderungen wichtig, welche dieselbe bei der Anwendung mikrochemischer Reagentien erkennen lässt und die sich bei allen Kernen in typischer Weise wiederholen. Bei allen Kernen gerinnt die Kernsubstanz in dünner Essigsäure stärker als das umgebende Protoplasma, quillt dagegen in starken Lösungen zu einer homogenen Masse, welche bei Anwendung von essigsaurem Kali wiederum schrumpft und ein körniges Ansehen gewinnt. — Bei der Anwendung der Chromsäure tritt, so fern man sie nicht in gar zu starker Verdünnung benutzt, bei allen Concentrationen Gerinnung ein, doch nicht in allen Fällen in gleicher Weise. Bald ist die Gerinnung körnig wie bei der Einwirkung der Essigsäure, bald wiederum vollkommen homogen, so dass die Masse des Kerns nur schärfer contourirt erscheint, ohne sich im Uebrigen viel vom frischen Zustand zu unterscheiden. Eine homogene Gerinnung ist auch bei der Anwendung der Hyperosmiumsäure fast in allen Fällen erkennbar, gleichzeitig verleiht die Osmiumsäure der Kernsubstanz ein dunkleres schwärzliches Colorit, vermöge dessen die Kerncontouren im umgebenden Protoplasma scharf hervortreten. — Endlich wären noch unter den sogenannten Kernreagentien die Tinctionsmittel hervorzuheben, unter denen die gebräuchlichsten, das Carmin und das Hämatoxylin bei richtiger Anwendung die Kernsubstanz ausserordentlich viel rascher und intensiver imbibiren als das umgebende Protoplasma.

Aus allen diesen Eigenschaften der Kernsubstanz geht hervor, dass wir sie als etwas vom Protoplasma der Zelle Verschiedenes ansehen müssen, eine Auffassung, mit der ich mich wohl in Uebereinstimmung mit der Mehrzahl der Histologen befinde. Wenn ich auch nicht gewillt bin in Abrede zu stellen, dass beide Substanzen, wie schon Auerbach nachgewiesen hat, vielerlei Verwandtschaftliches besitzen, so scheinen mir doch die thatsächlich vorhandenen Differenzen die Wahl eines besondern Namens »Kernsubstanz« zu rechtfertigen.

Ich muss hier gleich einem Missverständniss entgegentreten, welches leicht Platz greifen könnte. — Wenn ich für die Grundsubstanz, aus welcher die Kerne bestehen, einen gemeinschaftlichen Namen anwende, so soll hiermit keineswegs gesagt sein, dass ich sie als einen Körper von überall gleicher chemischer Zusammensetzung characterisiren will. Vielmehr ist es mir darum zu thun eine Summe von Eigenschaften zu finden, welche uns einen aequivalenten Zelltheil überall wieder zu erkennen helfen. Hierbei ist

es ebensowenig nöthig, dass der Körper stets eine vollkommen gleiche chemische Constitution besitzt, als dies beim Protoplasma der Fall ist, welches ja auch kein Histologe wohl für einen einfachen Körper hält. Die Begriffe »Kernsubstanz« und »Zellsubstanz« haben zunächst nur ein biologisches Interesse, in so fern sie bestimmte morphologisch und physiologisch wichtige Substanzen bezeichnen, über deren chemische Constitution wir so gut wie Nichts wissen, deren übereinstimmende mikrochemische Reactionen aber auf eine Aehnlichkeit der Zusammensetzung schliessen lassen.

Wie das Protoplasma so kann auch die Kernsubstanz in verschiedenem Grade von Flüssigkeit durchtränkt sein, woraus sich verschiedene Dichtigkeitszustände der Kernsubstanz ergeben. Ich werde im Folgenden diese Flüssigkeit als »Kernsaft« bezeichnen, wenn es auch zur Zeit nicht gelungen ist, specifische Eigenschaften an ihr nachzuweisen, welche sie als etwas Eigenartiges erkennen liessen.

Betrachten wir nun näher die Bildung der einzelnen Kernformen, ausgehend von der auf zahlreiche Beobachtungen fussenden Ansicht, dass für das Wesentliche in allen Kernen die im Obigen näher characterisirte Nucleussubstanz angesehen werden muss. Selbstverständlich werde ich hierbei nur diejenigen Modificationen berücksichtigen können, welche mir die wichtigsten und am meisten von einander abweichenden zu sein scheinen.

Als die einfachsten und primitivsten Formen sehe ich Kerne an, welche aus einer in allen Theilen gleichmässig von Kernsaft durchtränkten Kernsubstanz bestehen (Taf. III Fig. 1 u. 2). Dieselben bilden homogene mattgraue Körper, welche im frischen Zustand nur mühsam, häufig sogar gar nicht im Protoplasma erkennbar sind. Sie gerinnen und färben sich nahezu gleichmässig in Reagentien, höchstens dass die Peripherie die verschiedenen Reactionen in etwas ausgesprochenerem Maasse erkennen lässt, ein Verhalten, welches ähnlich wie die Bildung der Rindenschicht des Protoplasma aus einer Verdichtung der oberflächlichsten Substanzlagen erklärt werden muss. Derartige homogene Kerne sind namentlich in embryonalen thierischen Geweben weit verbreitet. Von hervorragendem Interesse ist es, dass, wenigstens soweit wir jetzt schon die Verhältnisse überblicken können, bei allen Thieren der Eikern (O. Hertwig) und die Kerne der Furchungszellen diese homogene Beschaffenheit erkennen lassen (Fig. 1). — Unter den Protisten finde ich homogene Kerne allgemein bei den Radiolarien vor. Hier sind es

die sogenannten wasserhellen Bläschen, welche, wie ich in einer demnächst erscheinenden ausführlicheren Arbeit über die Organisation und die Entwicklung der polyzoen Radiolarien zeigen werde, als Kerne zu deuten sind. Auch die gelben Zellen der Radiolarien besitzen homogene Kerne, so dass wir diese Kernform als typisch für die Radiolarien ansehen können [1].

Einen gleichen Bau besitzen weiterhin die Kerne bei der überwiegenden Mehrzahl der Infusorien (Taf. III Fig. 3*a*) und zwar gehört hierher ebensowohl der Nucleus derselben als auch der sogenannte Nucleolus, der wohl besser als Nebenkern (O. Hertwig) bezeichnet wird, da der Name »Nucleolus« als unvereinbar mit unseren histologischen Auffassungen in Zukunft wohl wird in Wegfall kommen müssen. (Auf die Bedeutung, welche die den Bau des Infusoriennucleus complicirende Kernmembran besitzt, werde ich noch später im Laufe dieser Abhandlung zurückkommen.) — Schliesslich erwähne ich noch, dass homogene Kerne, wenn auch seltener bei Monothalamien [2], Foraminiferen [3] und Noctilucen [4] beobachtet worden sind.

Die geschilderten homogenen Kerne sind es, welche nicht gerade selten die typische kreisrunde oder ovale Gestalt des Zellkerns verlassen und sich stäbchenförmig strecken oder durch Bildung seitlicher Sprossen complicirtere verästelte Formen annehmen. Verästelte homogene Kerne finden sich bei den Infusorien namentlich den Acineten, ferner in den verschiedensten Organen bei Insecten. Unter den letzteren sind sie namentlich schon seit lange von den Sericterien und Malpighi'schen Röhren der Raupen (Meckel v. Hemsbach, Leydig) bekannt. Die beiden letztgenannten Stellen sind gleichzeitig die geeignetsten um die Uebergänge der runden Kernform in die verästelte zu studiren, so dass man in einem Bild vereint gleichsam die ganze Entstehungsgeschichte derselben vor sich hat [5].

---

[1] Eine Ausnahme von dieser Regel wird durch das Binnenbläschen der grossen monozoen Radiolarien, der Thalassicolliden, gebildet.

[2] Der sogenannte »effete nucleus« Carter's ist wohl hierher zu rechnen. Vergl. hierüber Carter in den Annals and Magazin II Vol. 18, III Vol. 12, ferner meine Bemerkungen über Euglypha alveolata. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. IX Suppl. pag. 126.

[3] Jenaische Zeitschrift Bd. IX pag. 41.

[4] Cienkowski: Ueber Schwärmerbildung bei Noctiluca miliaris. Archiv f. mikr. Anat. Bd. VII pag. 131 u. Ueber Noctiluca miliaris. ibidem Bd. IX pag. 47.

[5] Besonders schön liessen sich diese Uebergänge an den Malpighi'schen

Das verschieden dunkle Aussehen der genannten Kerne und die Verschiedenheiten, welche sich bei der Anwendung von Reagentien in der Intensität der Gerinnung und Färbung ergeben, müssen wohl aus der verschiedenen Dichtigkeit ihrer Substanz erklärt werden, resp. aus dem wechselnden Gehalt an Kernsaft. Zu den an Kernsaft reichsten Kernen gehören die wasserhellen Bläschen der Radiolarien, die dichtesten Kerne dagegen finden sich bei den Infusorien, deren Nuclei sich durch ein ganz ausserordentliches Imbibitionsvermögen auszeichnen.

Als weitere Eigenthümlichkeiten sind schliesslich noch die feinen Körnchen zu erwähnen, welche nicht selten in homogenen Nucleis auftreten und sich durch ein bald grösseres bald geringeres Lichtbrechungsvermögen auszeichnen (Taf. III Fig. 2). Zum Theil sind dieselben ohne Zweifel locale Verdichtungen der Kernsubstanz, zum andern Theil scheinen sie mir aber auch durch Fettkörnchen gebildet zu werden. Jedenfalls halte ich es für ungerechtfertigt für diese meist nur accidentellen und vorübergehenden Bildungen den Namen Kernkörperchen zu verwenden, um so mehr als dergleichen Körnchen auch im Innern von unzweifelhaften Kernkörperchen auftreten können (Taf. III Fig. 7 *a*).

Aus der geschilderten primitiven Kernform lassen sich alle übrigen Kerne ableiten und zwar führe ich die Verschiedenheiten, welche sich bei der Beobachtung ergeben, in erster Linie auf eine Sonderung der beiden Kernbestandtheile, der Kernsubstanz und des Kernsafts, zurück. Diese Sonderung kann nun in verschiedener Weise erfolgen. Im einfachsten Falle bilden sich in Folge der Differenzirung in der Kernsubstanz Vacuolen von Kernsaft. Beispiels-

---

Gefässen der Raupe des Kohlweisslings (Pieris brassicae) erkennen (Taf. III Fig. 2 *a—d*). Hier besitzen die grossen Drüsenzellen an der Stelle, wo sich die 3 Gefässe einer Seite zu einem gemeinsamen Ausführungsgang vereinen rundliche oder ovale Kerne. Verfolgt man den Schlauch nach seinem blinden Ende zu, so sieht man, wie sich die Kerne entweder der Quere oder der Länge nach strecken. Dann bilden sich seitliche buckelförmige Hervorragungen und kolbige Anschwellungen der Enden. Die seitlichen Hervorragungen bilden sich zu Aesten aus, welche nur noch mittelst dünner Fäden von Kernsubstanz mit dem Haupttheil des Kerns sich verbinden, dahingegen selbst wiederum von ihrem verbreiterten Ende Seitenäste abgeben. So bilden sich schliesslich in verschiedenen Theilen der Zelle Anhäufungen von Kernsubstanz, welche nur noch durch feine Anastomosen mit einander zusammenhängen.

weise scheinen derartige Vacuolen ein häufiges Vorkommniss bei den Infusorienkernen zu bilden, wo sie zum Theil jedenfalls den Angaben über Kernkörperchen im Inneren der Nuclei zu Grunde liegen. — Von demselben Gesichtspunct aus muss ferner die Vacuolenbildung, welche im Nucleolus auftritt, beurtheilt werden. Denn der Nucleolus besteht, wie wir sogleich sehen werden, aus Kernsubstanz und bildet in den Fällen, wo er vorhanden ist, ausschliesslich oder doch vorwiegend die festen Bestandtheile des Kerns. Hier liegen nun ausserordentlich zahlreiche Beobachtungen vor. Vacuolen im Nucleolus der thierischen Eizelle wurden lange Zeit für integrirende Bestandtheile des Keimbläschens gehalten und unter dem Namen »SCHRÖN'sches Korn« besprochen, bis v. LAVALETTE (l. c.) die wahre Natur des Gebildes erkannte. Vacuolen im Nucleolus wurden von AUERBACH[1]) in seinen organologischen Studien als Kerne des Nucleolus gedeutet. Ich selbst habe mich von der Anwesenheit von Vacuolen in den homogenen Körpern, welche sich im Binnenbläschen von Thalassolampe bilden und von mir als Nucleoli dieses kernartigen Gebildes gedeutet werden, zu wiederholten Malen überzeugen können (Taf. III Fig 7 *b*).

Die Sonderung der Kernmasse in festere und flüssigere Bestandtheile, in Kernsubstanz und Kernsaft, kann sich weiterhin in der Weise vollziehen, dass die Kernsubstanz sich im Centrum des kugeligen Kerns ansammelt, während der Kernsaft nach der Peripherie verdrängt wird. Auf diese Weise bildet sich eine Vacuole (wenn eine besondere Kernmembran vorhanden war, eine Blase) im Protoplasma und im Centrum derselben befindet sich ein fester Körper suspendirt. Wir kommen so zu dem typischen Bilde eines mit einem Nucleolus ausgestatteten Nucleus, welches wir als Paradigma für den Zellkern hinzustellen gewohnt sind. Und in der That ist auch diese Form des Zellkerns ausserordentlich verbreitet, ebensowohl bei Thieren als bei Pflanzen und Protisten. Innerhalb des Thierreichs ist sie am meisten bekannt als Kern des unreifen Eies und der Ganglienzelle. Unter den Protisten besitzen bläschenförmige Kerne mit Kernkörper ausnahmslos die Heliozoen (Taf. III Fig. 5 u. 6) und Diatomeen, ferner die meisten Amoeben, Monothalamien, Flagellaten u. s. w. Nicht gar selten bleibt ein Rest der Kernsubstanz in der Peripherie zurück und bildet auf dem Durchschnittsbild einen Ring, körperlich gedacht einen Kugelmantel homogener Substanz, welche gleiche

[1]) AUERBACH: Organologische Studien pag. 168.

Reactionen erkennen lässt, wie der ebenfalls aus Kernsubstanz bestehende Nucleolus. Man bezeichnet die geschilderte Lage Kernsubstanz häufig als Kernmembran und stellt dieselbe hierdurch, wie ich später zeigen werde, mit einem ganz andern Gebilde auf gleiche Stufe. Ich halte es daher für zweckmässig sie mit einem neuen Namen als »Kernrindenschicht« zu benennen. Am entwickeltsten ist die Kernrindenschicht bei den Actinosphaeriden unter den Heliozoen (Fig. 5 u. 6), wo sie eine Umhüllung von beträchtlicher wenn auch unregelmässiger Dicke bildet[1]).

An diese bläschenförmigen uninucleolären Kerne schliessen sich unmittelbar die pauci- und multinucleolären Kernformen an. Erstere sind häufig bei Organismen anzutreffen, welche für gewöhnlich uninucleoläre Kerne besitzen (Monothalamien, Heliozoen, Flagellaten u. s. w.) und treten auch vielfach in den Geweben höherer Thiere auf; letztere sind weniger häufig, aber immerhin häufiger als man im Allgemeinen annimmt (Taf. III Fig. 7, 8 u. 10—12). Wiederholt sind sie bei Amoeben beschrieben worden, leider habe ich sie selbst hier nur wenige Male beobachtet und daher nicht näher untersuchen können (Taf. III Fig. 11 u. 12). Ueber ihre Entstehungsweise sind wir noch im Unklaren. Nach meiner Meinung sind zwei Fälle möglich. Entweder leiten sich die vielen Kernkörper direct aus dem homogenen Zustand des Kerns ab, indem die Aussonderung der Kernsubstanz an verschiedenen Puncten gleichzeitig begonnen hat; oder — die zahlreichen Nucleoli sind, wie Auerbach annimmt, durch Theilung aus einem ursprünglich einfachen Nucleolus entstanden.

Was mir nun bei der Beurtheilung der uni- und multinucleolären Kerne das Wichtigste zu sein scheint, ist die Frage, in welchen Kerntheilen wir den Sitz der functionellen Bedeutung zu suchen haben, welche Kerntheile wir für die wichtigsten halten müssen. Nach meiner Meinung ist hier nur eine Ansicht möglich, dass nämlich die Nucleoli die Träger der Kernfunction sind. Ich werde zu dieser Auffassung durch die Ueberlegung bestimmt, dass die functio-

---

[1]) Sollten sich die Angaben Grenacher's bestätigen, so würde bei Actinophrys sol nach aussen von der Kernrindenschicht noch eine besondere Kernmembran existiren. Als solche deute ich die scharfe Contour, welche Grenacher nach aussen von der Kernrindenschicht schildert und abbildet. (Verh. der physik. medicin. Gesellschaft zu Würzburg. N. F. I pag. 170 Taf. III.) In Figur 5 habe ich sie nicht eingezeichnet, da ich sie selbst nie habe beobachten können.

nelle Bedeutung des Kerns durch die Kernsubstanz bedingt ist, dass die Kernkörperchen aber vorwiegend die Kernsubstanz, welche im Kern vorhanden ist, enthalten. Es gibt sogar zahlreiche Fälle, in denen der Nucleolus allein die gerinnungsfähigen Bestandtheile des Kerns ausmacht, während der sogenannte Kerninhalt eine wasserhelle indifferente Flüssigkeit bildet (so fast bei allen Süsswasserrhizopoden). Somit müssen wir in allen den Fällen, in denen sich ein oder mehrere Nucleoli im Kerne differenziren, in diesen die Thätigkeitscentren des Kerns erblicken.

Bisher habe ich mich bei der Besprechung der Kernformen auf die Unterschiede beschränkt, welche sich aus den Differenzirungen der Kernsubstanz ergaben; indessen müssen noch anderweitige Structurverhältnisse in Betracht gezogen werden, welche sich nicht in der geschilderten Weise verstehen lassen. Zunächst haben wir hier die Kernmembran zu berücksichtigen, ein Gebilde, welches, wenn auch nicht bei allen, so doch bei einem grossen Theil der Zellkerne entwickelt ist, bald nur als eine zarte äusserste Umrandung erkennbar, bald scharf und deutlich doppelt contourirt. In den Fällen, in denen die Kernmembran deutlich doppelt contourirt erscheint, kann man meistens eine feinere Structur an ihr erkennen. Dieselbe wird durch eine zarte Punctirung der Oberfläche gebildet und muss wohl als Ausdruck feinster Canälchen angesehen werden, welche die Dicke der Kernmembran durchsetzen und eine Communication von Kerninhalt und umgebendem Protoplasma gestatten. Sicher nachgewiesen ist die Kernmembran bei den Keimbläschen der Eier vieler Thiere (Fig. 8 u. 9). Hier ist es ihrer Resistenz zuzuschreiben, dass man beim Zerzupfen der Eier das Keimbläschen unverletzt isoliren kann. Ferner ist eine doppeltcontourirte Kernmembran auf das leichteste zu erkennen bei dem Binnenbläschen der grossen monozoen Radiolarien, über dessen Auffassung als Kern des Radiolarienkörpers ich demnächst Genaueres mittheilen werde (Taf. III Fig. 7). Auch homogene Kerne wie die Kerne der Infusorien besitzen eine Kernmembran, welche sichtbar wird so wie bei der Anwendung von Reagentien die Kernsubstanz schrumpft und sich von der Peripherie zurückzieht (Taf. III Fig. 3).

Die geschilderte Kernmembran muss nach meinem Dafürhalten scharf von der Kernrindenschicht unterschieden werden, welche wir beim Nucleus der Rhizopoden kennen gelernt haben, und die ebenfalls vielfach als Kernmembran bezeichnet wird. Die letztere bildet einen Theil der eigentlichen Kernsubstanz, erstere dagegen ist nur eine

membranöse Auflagerung derselben. Um durch einen Vergleich das gegenseitige Verhältniss beider Theile zu veranschaulichen so verhält sich die Kernrindenschicht zur Kernmembran wie die Rindenschicht des Protoplasma zur Zellmembran. — In Bezug auf die sich nunmehr weiter aufdrängende Frage, woher die Kernmembran stammt, ob sie vom umgebenden Protoplasma aus gebildet wird oder ein Ausscheidungsproduct des Kernes selbst vorstellt, kann man getheilter Meinung sein, da eine definitive Entscheidung der Frage noch nicht möglich ist. Da es ausserdem für die Auffassung, welche ich hier darstellen will, von untergeordneter Bedeutung sein würde, vermeide ich es auf das »Für« und »Wider« näher einzugehen.

Eine weitere Eigenthümlichkeit mancher Kernformen, auf welche man erst in der Neuzeit aufmerksam geworden ist, wird durch feine Fadennetze gebildet, welche sich in bläschenförmigen Kernen zwischen Nucleolus und Kernmembran ausspannen. Dieselben scheinen namentlich in den Keimbläschen unreifer Eier vorzukommen; aus eigener Anschauung kenne ich sie von dem Keimbläschen des Seeigel- und Froscheies (Taf. III Fig. 8 u. 9). Im ersteren Falle bilden die Fäden ähnlich den anastomosirenden Pseudopodien der Foraminiferen ein zartes körnchenreiches Netzwerk, welches an einer Stelle den homogenen Nucleolus in sich aufnimmt. Das Bild, welches so zu Stande kömmt, erinnert täuschend an eine Pflanzenzelle, deren Inhalt stark von Flüssigkeitsräumen durchsetzt wird. Im Froschei, in welchem zahlreiche Nucleoli vorhanden sind, bilden sich maschenartig angeordnete, namentlich bei grösseren Eiern beträchtlich breite Körnchenbänder, deren Substanz sich in Nichts vom feinkörnigen Protoplasma der umgebenden Dottermasse unterscheidet. — Was die Deutung der Erscheinung anlangt, so müssen wir wohl annehmen, dass das Netzwerk protoplasmatisch ist. Wahrscheinlich communicirt dasselbe mittelst der feinen Poren der Nucleusmembran mit dem umgebenden Protoplasma der Eizelle, von welchem es wie es scheint, auch seiner Entstehung nach, abgeleitet werden muss.

In der Ausbildung der Kernmembran und des Fadennetzes erblicke ich Anpassungserscheinungen, welche zu den Lebensverrichtungen des Zellkerns in Beziehung stehen, für eine einheitliche Beurtheilung desselben jedoch von untergeordnetem Werthe sind. Wie die Zellmembran so ist auch die Membran des Kernes wohl als ein Schutzorgan anzusehen, in sofern sie den Zellkern zur Zeit, wo seine Function pausirt, gegen den Stoffwechsel und die mannigfachen Umbildungsprocesse der Zelle abschliesst. Dagegen wird das

protoplasmatische Netzwerk, welches die Kernvacuole durchsetzt, für die Ernährung des Zellkerns von Bedeutung sein und den Zutritt von Nährstoffen vermitteln, welcher durch die Umbildung des Kerns zu einem Bläschen und die Entwicklung einer dichten Kernmembran erschwert ist. Hiermit stimmt überein, dass das protoplasmatische Netzwerk, nach dem was wir bis jetzt wissen, in seinem Vorkommen auf weitgehend differenzirte Kerne beschränkt ist. — Auf weitere Beobachtungen, welche die hier vertretene Auffassung von der Bedeutung der Kernmembran und des Fadennetzes stützen, werde ich noch später zurückkommen.

In der bisherigen Besprechung glaube ich die wichtigsten Modificationen, welche der Nucleus der verschiedenen Zellen erleiden kann, soweit es für die vorliegenden Zwecke nöthig war, erörtert zu haben und fasse ich zum Schlusse noch einmal die Hauptpuncte der Darstellung zusammen.

1) Das Wichtigste am Kern und das für ihn Characteristischste ist die »Kernsubstanz«, ein Eiweisskörper, welcher, wenn er auch viel Aehnliches mit dem Protoplasma besitzt, sich doch durch zahlreiche Eigenthümlichkeiten von ihm unterscheidet.

2) Die Kernsubstanz ist, bei den einzelnen Kernen in verschiedenem Maasse, von einer Flüssigkeit, dem »Kernsaft«, durchtränkt.

3) Die primitiven Kerne sind nichts als nackte Klümpchen dieser Kernsubstanz (Kerne des reifen und befruchteten Eies, der Furchungszellen u. s. w.).

4) Aus diesen primitiven Kernformen leiten sich die Uebrigen durch folgende Differenzirungen ab:

   a) indem sich eine Kernmembran entwickelt (Kerne der Infusorien),

   b) indem sich der Kernsaft und die eigentliche Kernsubstanz sondern, wobei dann der Kernsaft

      α) unregelmässig im Kerne vertheilt wird und zahlreiche Vacuolen bildet oder

      β) sich zwischen Kernmembran und Kernsubstanz ausbreitet und so die Bildung von einem oder mehreren Kernkörperchen veranlasst (bei den meisten thierischen und pflanzlichen Zellen),

   c) indem ein ernährendes Protoplasmanetz durch die Poren

der Membran in die Kernhöhle eindringt und den von Kernsaft erfüllten Hohlraum durchsetzt.'

Wie leicht ersichtlich ist die im Obigen angebahnte einheitliche Auffassung der verschiedenen Kernarten und ihre Reduction auf eine gemeinsame Grundform nichts Anderes als eine Zusammenfassung bekannter Thatsachen unter einem allgemeinen Gesichtspunct. Wir sind zu einem bestimmten Kernbegriff in derselben Weise gelangt, wie der Systematiker zu den einzelnen Art- und Gattungsbegriffen: durch Ausscheiden des Verschiedenartigen und Zusammenfassen des Gemeinsamen. Dafür dass der hierbei eingeschlagene Weg der richtige sei, dafür scheint mir nicht zum Wenigsten der Umstand zu sprechen, dass das Endresultat, zu dem wir gelangt sind, zur Klärung einer Summe von sonst unverständlichen Erscheinungen beizutragen vermag, weshalb ich eine kurze Besprechung derselben hier anreihe.

1) Als das überzeugendste Beispiel führe ich hier in erster Linie die Umwandlung des unreifen Eierstockseies in das reife befruchtungsfähige Ei an. Nach den Angaben meines Bruders erfolgt dieselbe in der Weise, dass von dem Keimbläschen nur der Nucleolus fortbesteht, die übrigen Kernbestandtheile dagegen (Kernmembran und Kerninhalt) einer regressiven Metamorphose verfallen und schliesslich resorbirt werden. Dieser sonst unverständliche Process wird durch die oben dargelegte Auffassung verständlich. Denn nach derselben ist der Nucleolus der functionell allein wichtige Theil, die übrigen Kernbestandtheile dagegen Gebilde, welche zur Ernährung des Nucleolus (des eigentlichen »Kernkörpers«) in Beziehung stehen, die Function desselben dagegen eher behindern als befördern. Ist es unter dieser Voraussetzung nicht verständlich, dass von dem Augenblick an, wo der Kern in Thätigkeit treten soll, der functionirende Theil von seinen hinderlichen Hüllen befreit werden muss [1].

2) Die Function des Kerns beruht auf einer Summe von Einwirkungen auf das Protoplasma der Zelle, welche einen Contact beider Substanzen nöthig machen. Dieses Ziel, die Berührung des Protoplasma mit der im Nucleolus enthaltenen Kernsubstanz, scheint in einer Reihe von Fällen noch in einer einfacheren Weise erreicht

---

[1]) In dieser Weise deutet mein Bruder die höchst auffallende Erscheinung. In seiner Arbeit hat er unterlassen diese Deutung zu geben in Hinblick auf einen der Arbeit anzuschliessenden allgemeinen Theil, dessen Ausarbeitung, wie erwähnt, später unterblieb.

zu werden, als es bei den Eizellen geschieht. Wie STRASBURGER[1]) bei den Pflanzen genauer hat verfolgen können, löst sich hier der Nucleolus im Kernsaft auf, oder richtiger er imbibirt sich mit Kernsaft, um so eine primitive Nucleusform herzustellen. Wahrscheinlich sind hier die Differenzirungen des Zellkerns noch nicht so weit gediehen, als bei den Eizellen. Das Endresultat ist in beiden Fällen dasselbe, insofern beidesmal die im Nucleolus enthaltene Kernsubstanz mit der Zellsubstanz in unmittelbare Berührung gebracht und die primitive Kernform wieder hergestellt wird.

3) Endlich erklärt es sich, weshalb gerade embryonale d. h. in Fortentwicklung begriffene Zellen sich durch stark gerinnende homogene Nuclei auszeichnen; ferner weshalb eine gleiche Kernform bei den indifferenten Zellelementen der Lymphkörperchen, welche man ja vielfach für das eigentliche Material zur Anbildung und Ergänzung der Gewebsbestandtheile hält, vorgefunden wird. Eine nach dieser Richtung hin unternommene Untersuchung, welche es sich zur Aufgabe stellt, die Veränderungen der Kerne während der Gewebsbildung zu verfolgen, würde uns sicherlich mit manchen neuen und interessanten Thatsachen bekannt machen.

Zum Schluss noch einige Worte über die bestehende Nomenclatur. Offenbar passt dieselbe wenig zu der in dieser Arbeit vertretenen Auffassung des Kerns und seiner Theile. Indem wir vom Nucleolus sprechen sind wir gewohnt, an ein Gebilde zu denken, welches vom Kerne verschieden ist oder doch wenigstens nur einen Theil desselben ausmacht, während es doch thatsächlich das Wesentlichste am Kerne bildet. Gleichwohl trage ich Bedenken, eine durchgreifende Namensveränderung vorzunehmen und beschränke mich auf die Unterscheidung von Kernmembran und Kernrindenschicht, eine Unterscheidung, welche der Histologie bisher fremd war, welche aber nothwendig ist, da verschiedenartige Bildungen hier unter demselben Namen zusammengefasst werden. Dagegen scheinen mir die Bezeichnungen Kern und Kernkörperchen zu sehr in unsere histologische Sprechweise eingebürgert zu sein, als dass es möglich sein würde, sie durch neue Worte zu ersetzen. Sollte die einheitliche Auffassung, welche ich hier durchzuführen versucht habe, Zustimmung finden, so werden sich die Begriffe, welche wir mit dem

---

[1]) STRASBURGER l. c. pag. 234 u. a. a. O.

Nucleus und Nucleolus verbinden, von selbst umgestalten wie es ja in der That seiner Zeit mit dem Worte »Zelle« geschehen ist.

Die vorstehenden Mittheilungen waren schon niedergeschrieben als mir SCHWALBE's »Bemerkungen über die Kerne der Ganglienzellen« noch vor ihrem Erscheinen in der Jenaischen Zeitschrift (Bd. IX pag. 25) durch die Freundlichkeit des Herrn Verfassers im Separatabdruck zugängig wurden. In denselben beschreibt SCHWALBE die Kerne junger Ganglienzellen der Retina im frischen Zustand als gleichmässig feinkörnig, die Kerne entwickelter Ganglienzellen dagegen als Bläschen, deren Wandungen (»Kernmembran« nach SCHWALBE) aus Nucleolarsubstanz bestehen und die in ihrem Inneren ein oder mehrere ebenfalls aus Nucleolarsubstanz bestehende Kernkörperchen bergen. Die Kerne letzterer Art leitet SCHWALBE aus ersteren ab und zwar durch eine Sonderung des ursprünglich gleichmässigen Kerns in Nucleolarsubstanz und Kernsaft, wie er es selbst ausdrückt, durch »eine Vacuolisirung ähnlicher Art, wie sie innerhalb der Pflanzenzellen zur Scheidung von Protoplasma und Zellsaft führt«. Diese Darstellung stimmt, wie aus dem kurzen Referat ersichtlich, vollkommen mit den allgemeinen Auffassungen überein, welche ich im Obigen mitgetheilt habe; nur in der Bezeichnungsweise ergeben sich geringfügige Differenzen. Das was ich im Anschluss an die Terminologie meines Bruders »Kernsubstanz« nenne, bezeichnet SCHWALBE mit AUERBACH als »Nucleolarsubstanz«; ferner entspricht SCHWALBE's »Kernmembran« meiner »Kernrindenschicht«; für die flüssigeren Kernbestandtheile haben wir beide den von KÖLLIKER stammenden Namen »Kernsaft« beibehalten.

Jena, den 2. December 1875.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel III.

Fig. 1. Homogener Furchungskern mit umgebendem Protoplasma.

Fig. 2 *a—d*. Verschiedene Entwicklungsformen des verästelten Zellkerns aus den MALPIGHI'schen Gefässen der Raupe von Pieris brassicae (homogene Kerne mit eingestreuten Fettkörnchen).

Fig. 3. Zellkerne von einer Vorticelline (Carchesium polypinum); in *b* ist die Kernmembran durch Schrumpfung der Kersubstanz deutlich geworden, ein Vorgang, welcher eben so wohl am lebenden Kern im natürlichen Zustand eintreten, als auch künstlich durch die Einwirkung von Reagentien hervorgerufen werden kann.

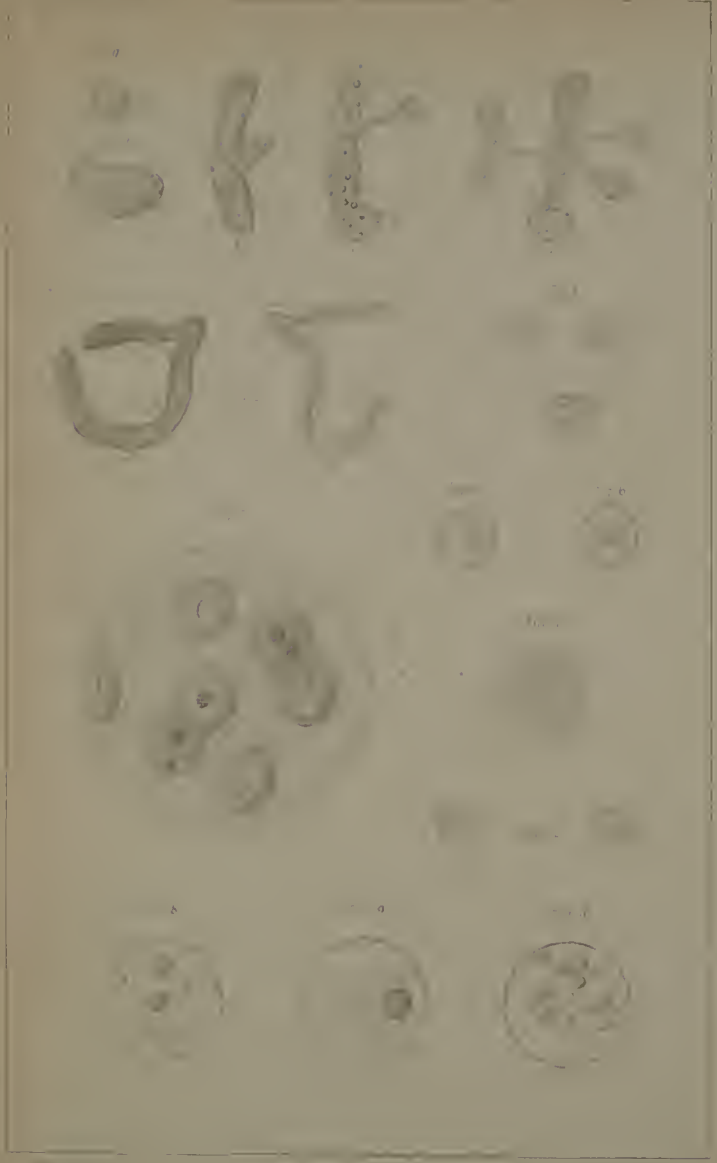
Fig. 4. Vacuolisirte Nucleoli aus dem Froschei.

Fig. 5 u. 6. Heliozoenkerne mit Nucleolus und Kernrindenschicht. Fig. 5 Actinophrys sol, Fig. 6 von einem jungen Actinosphaerium Eichhorni (nach F. E. SCHULZE Rhizopodenstudien Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. IX.

Fig. 7. Binnenbläschen von Thalassolampe margarodes. *a* Nucleoli mit nucleolinusartigen Anhäufungen von Fettkörnchen, *b* Nucleoli mit Vacuolen (das Bild ist aus zweien combinirt, in einem Falle waren Fettkörnchen, im anderen Vacuolen vorhanden) *c* Kernmembran.

Fig. 8—10. Keimbläschen mit deutlich doppelt contourirten Kernmembranen (nach Zeichnungen von O. HERTWIG). Fig. 8 von einer wenig entwickelten Eizelle des Frosches; Fig. 9 vom Seeigelei; Fig. 10 von einem Spinnenei. Fig. 8 und 9 lassen ein reiches protoplasmatisches Fadennetz erkennen, Fig. 10 eine Kernmembran mit deutlichen Poren.

Fig. 11 u. 12. Multinucleoläre Amoebenkerne (nach GREEFF: Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. II u. IX). Fig. 11 von Amphizonella vestita, Fig. 12 von Pelomyxa palustris. Um den Vergleich mit den äquivalenten Theilen der übrigen Kerne zu erleichtern habe ich die Nucleoli dunkel gezeichnet.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Gegenbaurs Morphologisches Jahrbuch - Eine Zeitschrift für Anatomie und Entwicklungsgeschichte

Jahr/Year: 1876

Band/Volume: 2

Autor(en)/Author(s): Hertwig Richard

Artikel/Article: Beiträge zu einer einheitlichen Auffassung der verschiedenen Kernformen. 63-81