

III. Ueber Karyokinese.

Vortrag, gehalten im Verein für innere Medicin.

Von

W. Waldeyer.

(Schluss aus No. 3.)

Es hat natürlich nicht an Versuchen gefehlt den auffallenden Erscheinungen der Karyokinese von der theoretischen Seite her beizukommen. Es sind hier vor Allem — abgesehen von den Schriften Bütschli's (Studien über die ersten Entwicklungserscheinungen der Eizelle, die Zelltheilung und die Conjugation der Infusorien, 1876), Fol's (Recherches sur la fécondation et le commencement de l'hénogénie chez divers animaux. Mém. de la Soc. de physique et d'hist. nat. de Genève 1879. T. 26) und Mark's (Maturation, Fecundation and Segmentation of Limax campestris Bulletin of the Museum of comparative Zoology, Harvard College, Cambridge Mass. U. S. A.), welche das Problem der Zelltheilung und der hier in Betracht zu ziehenden physikalischen Kräfte auf breiter Grundlage behandeln — die Arbeiten von Roux (Ueber die Bedeutung der Kerntheilungsfiguren, Leipzig 1883, W. Engelmann) und Pfitzner: Ueber den feineren Bau der bei der Zelltheilung auftretenden fadenförmigen Differencirungen des Zellkerns, Morphol. Jahrb., herausg. von Gegenbaur, Bd. VII, und, Beiträge zur Lehre vom Baue des Zellkerns und seinen Theilungserscheinungen, Arch. f. mikrosk. Anatomie XXII. p. 616. 1883) zu erwähnen. Dass die gegebenen Theorien glückliche gewesen seien, wird schwerlich behauptet werden können. Es ist immer eine missliche Sache zu theoretisiren, wenn die Thatsachen selbst noch ungenügend bekannt sind. Die Arbeit Rabl's hat gezeigt, dass in der Erforschung der letzteren noch manches zu leisten war und, da wir über die Entstehung der Kernspindel und der Polstrahlungen, über deren Verbleib, über die Kernmembran, über das Verhalten des Kernsafts, über die chemische und physikalische Constitution der chromatischen und achromatischen Substanzen noch so gut wie gar nichts wissen, da es noch eine unausgeglichene Controverse zwischen den beiden ersten Autoritäten auf diesem Gebiete, Flemming und Strasburger, ist, in wie weit die Substanzen des Zellenleibes bei der Karyokinese betheiligt sind, so sind wir auch jetzt noch nicht in der Lage irgend etwas gut Begründetes über die theoretische Seite der Karyokinese auszusagen.

Indessen möchte ich doch denen entgegenreten, welche, wie Brass (die Organisation der thierischen Zelle, Heft II. Halle a./S. 1884, Fraisse (Brass und die Epithelregeneration, Zool. Anzeiger 1883, No. 156) und Fol (Actualités etc. I. c.) der chromatischen Kernfigur jegliche wesentlichere Bedeutung absprechen wollen. Brass behauptet, dass die chromatische Substanz lediglich Ernährungsmaterial für die übrigen Theile des Kerns und der Zelle sei, welches sich

im Kerngerüst aufspeichere, um bei den Lebensprocessen und dem Wachstum der Zelle und des Kerns ihre Verwendung zu finden. Der Sitz der Kräfte, welche die Vorgänge der Kerntheilung beherrschen, sei in den beiden Polen der Kernspindel zu suchen. Dem hellen Plasma des Kerns (Kernsaft) schreibt er die wichtigste active Rolle bei allen Lebenserscheinungen der Zelle und des Kernes, namentlich auch bei der Theilung zu. Die chromatischen Substanzen verhielten sich als passive Massen; sie würden von den beiden Kernpolen her angezogen und folgten den Bewegungen des Kernplasmas. Gewiss war es eine Uebertreibung, in den chromatischen Figuren die Hauptsache bei der Kerntheilung zu suchen, die treibenden Kräfte vorzugsweise in die sie zusammensetzende Substanz zu verlegen. Doch mag man sich auch vor dem Fehler hüten ihr jegliche active Bedeutung bei der Kerntheilung absprechen zu wollen. Die vorliegenden Thatsachen, auf welche Brass z. B. sich stützt, berechtigen wenigstens hierzu noch nicht. Seine Angabe, dass in hungernden Zellen die chromatischen Kernfiguren fehlen oder unvollkommen auftreten, scheint nicht durchweg richtig, insofern Rabl bei Salamandern, die 5 Monate ohne Nahrung geblieben waren, reichlich chromatische Substanz bei den Theilungsfiguren antraf. Ist es richtig, was Rabl angiebt, dass nämlich ein Grundplan der chromatinhaltigen Fadenfigur auch im völlig ruhenden Kerne bestehen bleibt mit Pol- und Gegenpolseite, so ist es schwer sie als völlig bedeutungslos hinzustellen und dem Kernsaft allein die active Rolle zuzuschreiben.

Alles spricht freilich dafür, dass wir in den Polen der Spindelfigur höchst bedeutungsvolle Punkte, sagen wir auch „Centren“, für die Kerntheilungserscheinungen annehmen dürfen, wie wohl auch Alle, die diesen Gegenstand behandelten, anerkannt haben. Ich möchte aber davor warnen, dass wir uns nun in den Wahn einwiegen, damit sei alles Wesentliche gesagt, und wir vermöchten nun von diesem Standpunkte aus, sämtliche Erscheinungen theoretisch zusammenzufassen und einheitlich abzuleiten. Die so verschieden ausgefallenen Meinungen der Autoren, welche Alle diese Pole als bedeutungsvoll anerkennen, zeigen, dass dies zur Zeit noch unmöglich ist. Mit Flemming und Rabl halte auch ich daher den Zeitpunkt noch nicht für gekommen, in welchem wir uns eine erfolgreiche theoretische Behandlung der Karyokinese versprechen dürfen.

Eines, worauf Rabl hinweist, möchte ich jedoch nicht unerwähnt lassen, und ich knüpfe damit an einen bereits früher betonten Umstand an: Wenn es richtig ist, wie Rabl es darstellt, dass bereits im ruhenden Kerne die Hauptfadenstructuren in typischer Form vorhanden sind — vgl. die Figg. 2, 3, 4, 12 — so muss man gestehen, dass der gesammte Formenwechsel der karyokinetischen Figur sich einfach unter dem Probleme einer geforderten genauen gleichmässigen Theilung einer solchen Fadenstruktur begreifen lässt. Man kann sich dann kaum eine einfachere Lösung dieses Problems denken, als wie die Natur sie in der Karyokinese vollzieht: die unter Auftreten eines Polfeldes und einer Gegenpolseite im ruhenden Kerne typisch angeordneten Hauptfäden ziehen zunächst die in Form von Nebenfäden, Fortsätzen und Nucleolen ausgesendeten Bestandtheile wieder an sich, dann ordnen sie sich in einer sehr regelmässigen Figur — sammeln sich gleichsam — in der Mitte (Theilungsebene) des Kernes (Mutterstern); jeder (Mutter-)Faden theilt sich der Länge nach in 2 (Tochter-)Fäden, je 2 aus einem Mutterfaden hervorgegangene Tochterfäden rücken einfach auseinander nach den entgegengesetzten Kernpolen, um sich dort in der typischen Grundfigur wieder zur Ruhe zu begeben. Vor der Hand können wir nicht mehr hinter dem Formenspiel der karyokinetischen Figur suchen. Was schwerer verständlich ist, scheinen mir die Polstrahlungen und die Spindelfigur; auf diese wird sich die Aufmerksamkeit der künftigen Forschung insbesondere zu concentriren haben.

Dass die Kernmembran schwindet, scheint wohl begreiflich, wenn wir bedenken, dass solche Hüllen einer Theilung des Gesamtkerns leicht hinderlich sein können. Es ist dies übrigens ein Punkt, der ebenfalls noch weiterer Aufklärung bedarf, zumal wir ja, wie bemerkt, noch nicht einmal recht wissen, wie es mit der Kernmembran steht.

Wir ersehen aus dem zuletzt Besprochenen, dass es mit der theoretischen Verwerthung der karyokinetischen Erscheinungen noch recht dürftig bestellt ist und dass wir ihnen von dieser Seite her noch keine besondere Bedeutung abzugewinnen vermögen. Dagegen lassen sich dieselben in ausgezeichneter Weise nach einer anderen Richtung hin verwerthen und sind auch bereits hier verwerthet worden: ich meine bei allen auf die Beurtheilung von Wucherungs-, Neubildungs- und Ersatzvorgängen im thierischen und pflanzlichen Organismus auslaufenden Fragen. Wollte man früher entscheiden, welche zelligen Elemente bei derartigen Vorgängen betheiligt waren, von welchen Orten und Zellen aus z. B. das normale Wachstum oder die Regeneration eines Gewebes vor sich ging, so war man fast ausschliesslich auf den Befund eingeschnürter Zellen

und Kerne oder zwei- und mehrkerniger Zellen angewiesen. Die Schlüsse aus solchen Befunden waren aber in vielen Fällen zweifelhafter Natur, zumal die Frage aufgeworfen worden war, ob denn überhaupt eine zwei- und mehrkernige Zelle den Beweis für eine statt habende Zelltheilung abgeben könne? Durch die Karyokinese haben wir für die entscheidende Beurtheilung grade dieser so ausserordentlich wichtigen Dinge eine gute Grundlage gewonnen, und da die karyokinetischen Erscheinungen so klar und bestimmt auftreten, sind die betreffenden Untersuchungen von dieser Seite her bedeutend erleichtert und gefördert worden. Die genannten Arbeiten von Flemming und A. Kollmann, die Arbeiten von Kölliker, Altman u. A., die aus meinem Laboratorium hervorgegangenen Untersuchungen von Koganej, Uskow, Simanowsky, Beltzow und Biondi zeigen, wie die Karyokinese in dieser Richtung hin fruchtbringend verwerthet werden kann. Namentlich möchte ich an dieser Stelle auf die Untersuchungen über die Herkunft und das Wachstum der Neoplasmen und der zelligen Entzündungsprodukte aufmerksam machen, worüber wir von Homén, Klemensiewicz, Eberth, Mayzel, J. Arnold, Ostry, Unna, Beltzow, Simanowsky u. A. bereits Mittheilungen vorfinden.

Ungeachtet der kurzen Zeit, seit der wir über die Karyokinese etwas wissen, haben sich doch schon nach altem deutschen Gelehrtenbrauch — den übrigens auch die übrigen wissenschaftlich arbeitenden Völker nachzuahmen beginnen — eine stattliche Fülle von verschiedenen Benennungen eingebürgert, von denen ich hier die am meisten gebrauchten, so weit sie bisher nicht zur Sprache kamen, noch kurz erklären möchte.

Will man den Gesamttheil einer Zelle bezeichnen (abgesehen vom Kern), so gebraucht man jetzt den Ausdruck: Zelleib, Zellkörper, Zellsubstanz. In dieser werden nun zwei Hauptbestandtheile unterschieden, die von Kupffer seiner Zeit mit den Namen „Protoplasma“ und „Paraplasma“ belegt wurden. Unter dem ersteren versteht er die festeren Massen der Zellschubstanz, deren Anordnung in Fäden, sei es nun mit oder ohne netzförmige Verbindung, man neuerdings — Dank den Untersuchungen von Heitzmann, Frommann, Kupffer, Flemming, Leydig u. A. — kennen gelernt hat. Flemming hat dafür die vielfach angenommene Bezeichnung: „Filarmasse“ oder „Mitom“ vorgeschlagen, Hanstein und Strasburger wollen sie als „Cyto-Hyaloplasma“, Leydig als „Substantia opaca“ bezeichnet wissen.

Das Kupffer'sche „Paraplasma“ umfasst die mehr flüssige Substanz des Zelleibes, welche die Räume zwischen den Gerüstfäden des Protoplasmas (Mitom's) ausfüllt. Synonyme sind: „Interfilarmasse“, „Paramitom“ (Flemming), Substantia hyalina Leydig, „Cytochylema“, Strasburger. Letzterer unterscheidet aber beim Cytochylema wieder zwei verschiedene Bestandtheile: das „Plasmochym“, und das „Cytochym“, indem er unter „Plasmochym“ den dickflüssigeren eiweissreichen Bestandtheil des Zelleibes, unter Cytochym dagegen den wässrigen Saft, wie er im den sogenannten Vacuolen von Pflanzenzellen vorkommt, versteht.

Die gebräuchlichen Namen für die Bestandtheile des Kerns haben wir bereits früher anführen müssen. Hier sei nun bezüglich der Nomenclatur Strasburger's noch nachgetragen, dass er das Kerngerüst mit dem Namen „Kernprotoplasma“ oder „Nucleoplasma“ belegt. Es besteht dieses jedoch wieder aus einer hyalinen Grundsubstanz = „Nucleo-Hyaloplasma“ und den darin abgelagerten Balbiani-Pfitzner'schen Chromatinkügelchen, die, wie wir bereits erwähnten, von Strasburger als „Nucleo-Mikrosomen“ bezeichnet werden. Den die Maschenräume des Nucleo-Hyaloplasma erfüllenden „Kernsaft“ nennt er: „Nucleo-Chyma“. (Falls, wie das öfter vorkommt, auch in den Gerüstfäden des Cyto-Hyaloplasma Mikrosomen vorkommen, so werden diese als „Cyto-Mikrosomen“ aufgeführt.)

Bezugnehmend auf den Namen „Mitom“, hat Flemming für die Schleicher'sche Bezeichnung „Karyokinesis“, wie wir schon Eingangs anführten, das Wort: „Karyomitosis“ vorgeschlagen. Unter dem Namen: „Kernspindel“ verstehen Flemming und Pfitzner ausschliesslich die achromatische Spindelfigur, Strasburger aber die letztere plus der chromatischen Kernplatte. Die „Kernplatte“ wieder ist für Strasburger die Muttersternform der chromatischen Fäden, s. Fig. 7. Den Namen „Kernplatte“ an Stelle des Flemming'schen „Monaster“ oder „Mutterstern“ wünscht Strasburger mit Rücksicht auf die Verhältnisse der Pflanzen beizubehalten, indem hier häufig keine klare Sternform auftritt, sondern auch in der Mitte des sogenannten Aster noch dichtgestellte Fadenschlingen erscheinen, so dass derselbe, vom Pol aus gesehen, nicht das Bild eines Sterns mit leerer Mitte, sondern das einer Platte, die aus dicht in einer Ebene zusammengelegten Fäden besteht, darbietet. Was unter „Aequatorialplatte“ bzw. „Metakinesis“ zu verstehen sei, wurde be-

reits angegeben. Schliesslich sei bemerkt, dass neuerdings Strasburger die Summe der karyokinetischen Erscheinungen, welche bis zu der entscheidenden Längstheilung der Fäden ablaufen, „Prophasen“, den Zustand der Theilung selbst bis zum vollendeten Auseinanderücken der Tochterfäden, „Metaphase“, und den Rest der Erscheinungen bis zur Herstellung der ruhenden Tochterkerne als „Anaphasen“ bezeichnet. — Für die Sternfiguren des Zelleibes, die sogen. „Polstrahlungen“ könnten wir mit Flemming die Termini: Cytaster, (Helioma, Aureola) für die des Kerns, d. i. der Spindelfigur (Kernspindel im Flemming'schen Sinne) den Namen: „Karyaster“ in Anwendung bringen.