

## Ueber Ringkerne, ihre Entstehung und Vermehrung.

Von Dr. med. E. Ballowitz,

Prof. extraord. der Anatomie an der Universität Greifswald.

Ringförmige und durchlöchernte Kerne sind in den verschiedensten Zellenarten mehrfach beobachtet worden.

So wurden sie gefunden in den Markzellen und Riesenzellen des Knochenmarkes [J. Arnold<sup>1)</sup>, Sanfelice<sup>2)</sup>, Denys<sup>3)</sup> und Andere], in den Riesenzellen der embryonalen Leber von Säugetieren [van der Stricht<sup>4)</sup>, von Kostanecki<sup>5)</sup>], in den Lymphdrüsen- und Milzzellen des Menschen [Arnold<sup>6)</sup>], in den Wanderzellen der Amphibien [Arnold<sup>7)</sup>, Flemming<sup>8)</sup>], in den Zellen der Milz weißer Mäuse [Arnold<sup>9)</sup>], überhaupt in den Elementen normaler Gewebe von Maus und Ratte [Reinke<sup>10)</sup>], in den Leukocyten der lymphatischen Randschicht

1) J. Arnold, Beobachtungen über Kerne und Kernteilungen in den Zellen des Knochenmarkes. Virchow's Archiv, Bd. 93, 1883.

Derselbe, Weitere Beobachtungen über die Teilungsvorgänge an den Knochenmarkzellen und weißen Blutkörpern. Virchow's Archiv, Bd. 97, 1884.

2) Sanfelice, Genesi dei corpuscoli rossi nel midollo delle ossa dei vertebrati, Napoli, Bollet. della Soc. dei naturalisti, 1889.

Derselbe, Contributo alla fisiopatologia del midollo delle ossa. Bollettino della Soc. d. Naturalisti Napoli, Ser. 1, Vol. 4, 1890. (Citirt nach Flemming's Referat in den Ergebnissen der Anatomie u. Entwicklungsgeschichte, II. Bd., S. 57.)

3) Denys, La cytodierèse des cellules géantes et des petites cellules incolores de la moelle des os. La Cellule, Tome II, 1886.

4) van der Stricht, Le développement du sang dans le foie embryonnaire. Archives de Biologie, Tome XI, 1891. Vergl. auch: van der Stricht, Nouvelles recherches sur la genèse des globules rouges et des globules blancs du sang. Archives de Biologie, Tome XII, 1892.

5) von Kostanecki, Die embryonale Leber in ihrer Beziehung zur Blutbildung. Anatomische Hefte, Bd. I, 1892.

Derselbe, Ueber Kernteilung bei Riesenzellen nach Beobachtungen an der embryonalen Säugetierleber. Ebenda Bd. I, 1892.

6) J. Arnold, Ueber Kern- und Zellbildung bei akuter Hyperplasie der Lymphdrüsen und Milz. Virchow's Archiv, Bd. 95, 1894.

7) J. Arnold, Ueber Teilungsvorgänge an den Wanderzellen, ihre progressive und regressive Metamorphose. Archiv f. mikr. Anat., Bd. 30, 1887.

8) Flemming, Ueber Teilung und Kernformen bei Leukocyten und über deren Attraktionssphären. Archiv f. mikr. Anatomie, Bd. 37, 1891.

Derselbe, Neue Beiträge zur Kenntnis der Zelle. Ebenda Bd. 37, 1891.

9) J. Arnold, Weitere Mitteilungen über Kern- und Zellteilungsvorgänge in der Milz; zugleich ein Beitrag zur Kenntnis der von der typischen Mitose abweichenden Kernteilungsvorgänge. Archiv f. mikr. Anatomie, Bd. 31, 1888.

10) Fr. Reinke, Untersuchungen über die Beziehung der von Arnold beschriebenen Kernformen zur Mitose und Amitose. Inaugural-Dissertation. Kiel 1891.

der Salamanderleber [Göppert<sup>1)</sup>], in den Bindegewebszellen der Salamanderlarve [Flemming<sup>2)</sup>] und von weißen Ratten [Poljakoff<sup>3)</sup>], in den Lungen- und Bauchfellepithelien der Salamanderlarve (hier nur vereinzelt) [Flemming<sup>4)</sup>], in den Epithelzellen einer pathologisch veränderten Harnblase vom Salamander [Flemming<sup>5)</sup>], in den Epidermiszellen von Triton [vom Rath<sup>6)</sup>], in dem Epithel von *Amphioxus*-Larven [Hatscheck<sup>7)</sup>], in den Epithelien des Hodens von *Triton* [Bellonci<sup>8)</sup>] und von *Salamandra* [Meves<sup>9)</sup>] und schließlich auch in den Fettzellen des Menschen, der Säugetiere und Amphibien [Sack<sup>10)</sup>, Unna<sup>11)</sup>, Meves<sup>12)</sup>, H. Rabl<sup>13)</sup>].

In neuerer Zeit haben die Ringkerne dadurch sehr an Interesse gewonnen, dass ganz bestimmte Beziehungen zwischen ihnen und der Zellsphäre, in manchen Fällen wenigstens, entdeckt wurden<sup>14)</sup>.

1) Göppert, Kernteilung durch indirekte Fragmentierung in der lymphatischen Randschicht der Salamanderleber. *Archiv f. mikr. Anat.*, Bd. 37, 1891.

2) Flemming, Zelle. *Ergebnisse der Anatomie u. Entwicklungsgeschichte*, III. Bd., 1893 (1894), S. 108.

3) Poljakoff, Ueber eine neue Art von fettbildenden Organen im lockeren Bindegewebe. *Archiv f. mikr. Anatomie*, Bd. 32, 1888, S. 138 u. 139.

4) l. c. Siehe unter 8) der vorigen Seite.

5) Flemming, Amitotische Kernteilung im Blasenepithel des Salamanders. *Archiv f. mikr. Anatomie*, Bd. 34, 1889.

6) vom Rath, Beiträge zur Kenntnis der Spermatogenese von *Salamandra maculosa*. *Zeitschrift f. wissenschaft. Zoologie*, Bd. 57, 1893.

7) Verhandlungen der anat. Gesellschaft auf der dritten Versammlung in Berlin, 1889, S. 13.

8) Bellonci, Sui nuclei polimorfi delle cellule sessuali degli anfibia. *Memorie della R. Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna*. *Seria quarta*, Tomo VII, 1886.

9) Meves, Ueber eine Art der Entstehung ringförmiger Kerne und die bei ihnen zu beobachtenden Gestalten und Lagen der Attraktionssphäre. *Inaug.-Dissert.*, Kiel 1893. Vergl. auch Moore, On the Relationship and Role of the Archoplasm during Mitosis in the Larval Salamander. *Quarterly Journal of Microscopical Science*, Vol. XXXIV, 1893, p. 181.

10) Sack, Ueber vakuolisierte Kerne der Fettzellen mit besonderer Berücksichtigung des Unterhautfettgewebes des Menschen. *Archiv f. mikr. Anatomie*, Bd. 46, 1895, S. 431.

11) Unna, Zur Kenntnis der Kerne. III. Lochkerne des subkutanen Fettgewebes. *Monatsh. f. prakt. Dermatologie*, Bd. XX, Nr. 11, 1. Juni 1895, S. 605.

Derselbe, Ueber die Lochkerne des Fettgewebes. *Deutsche Medizinal-Zeitung*, Jahrg. 1896, S. 625.

12) Monatshefte f. prakt. Dermatologie, Bd. XX, Nr. 11, 1. Juni 1895, S. 607.

13) H. Rabl, Ueber die Kerne der Fettzellen. *Archiv f. mikr. Anatomie*, Bd. 46, 1896.

14) Für die Lochkerne der Fettzellen trifft dies nicht zu. Hier hat das Kernloch nichts mit einer Zellsphäre zu thun, sondern entsteht nach Sack und Unna in Folge von Vakuolisierung und Durchbruch der Vakuole durch den Kern.

Flemming hat zuerst von den ringförmigen Kernen wandernder Leukocyten der Salamanderlarve beschrieben, dass die Zellsphäre mit den Centralkörpern in dem Bereich des Kernringes gelegen ist. Dabei füllt die Sphäre den Innenraum des Ringes aber nicht aus, sondern liegt ihm stets einseitig gegenüber und dabei nahe am Kern, so dass „ein Loth, das man sich von ihrem Centralkörper<sup>1)</sup> gegen die Ebene des Kernringes gefällt denkt, ungefähr in dessen Mitte treffen würde. Sphäre und Kern liegen einander dabei so nahe, dass beim Einblick in den Kernring das Centralkörperchen in diesem zu liegen scheint; jedoch man erkennt an diesen großen Zellen schon durch die Einstellung, dass dies nicht so ist, dass die Sphäre vielmehr an einer Seite des Ringes gelegen ist; sie mag sich vielleicht in diesen mit der zugewendeten Kuppe etwas eindringen, der Centralkörper liegt aber jedenfalls außerhalb der Mittelebene des Ringes“. Aus den der Abhandlung beigegebenen Figuren (l. c. Tafel XIV, Fig. 13 u. Fig. 22) wird ersichtlich, dass die Sphäre auch merklich kleiner als der Binnenraum des Kernringes ist.

Schon in einer früheren Mitteilung über Lochkerne im (pathologischen) Blasenepithel des Salamanders hatte Flemming erwähnt, dass in einigen Fällen anscheinend im Innern der Löcher Differenzierungen des Zellleibes in Gestalt von Fäden und Körnern auftraten und hatte dort bereits die Vermutung ausgesprochen, dass diese Dinge der Attraktionssphäre entsprechen könnten. Bei dem Vergleich mit den neuen Präparaten von Leukocyten zweifelte Flemming nicht, dass auch bei diesem Blasenepithel Sphären vorlagen, welche aber in Folge der Unzulänglichkeit des damals benutzten Fixierungsmittels (Chromsäure) nur mangelhaft konserviert waren.

Ebenso ist Flemming geneigt, in demselben Sinne die Strukturen zu deuten, welche schon Arnold an den ringförmigen Kernen mehrfach besprochen und gezeichnet hat, und welche darin bestanden, dass in der Mitte der hellen Felder der Kernringe sehr häufig ein glänzendes Korn gelegen war und einzelne lichte Fädchen in der Substanz der vermeintlichen Vakuole eingebettet erschienen. „Arnold deutete dort allerdings die Entstehung dieser Dinge als eine Metamorphose im Kern selbst und betrachtete offenbar das betreffende Korn und die Fädchen als spezielle Erscheinungen der Fragmentierung und als aus dem Kern hervorgegangen. Da er aber kleinere Objekte vor sich hatte, lässt sich gewiß daran denken, dass es sich auch bei diesen seinen Bildern um Centralkörper und Sphären gehandelt hat.“ (Flemming, l. c. pag- 282.)

1) Flemming nahm damals noch an, dass sich in der Sphäre der Leukocyten nur ein Centralkörper befände. Inzwischen ist bekanntlich von ihm und M. Heidenhain die Duplizität der Centralkörper bei den Leukocyten als Regel nachgewiesen worden.

Auch Reinke gelang es, in den Lichtungen von Lochkernen des Peritonäalepithels und von ausgewanderten weissen Blutkörperchen der Ratte mittelst pikrinsauren Kalis einen kleineren oder größeren runden Körper leuchtend hellgelb zu färben, von dem er annimmt, dass es die veränderte Sphäre gewesen ist.

In gleicher Weise konstatierten van der Stricht und von Kostanecki<sup>1)</sup> in den Ringkernen der Riesenzellen (embryonale Leber, Knochenmark) die Lage der Sphäre innerhalb des Ringlumens; außer der Sphäre befand sich in letzterem aber noch reichliches Protoplasma.

Nach M. Heidenhain besitzen indessen die Kerne der Riesenzellen des Knochenmarkes die Form dickwandiger, polymorpher Hohlkugeln, welche fenster- oder kanalartige Durchbrechungen der Wände zeigen; nur auf Durchschnitten durch die mittleren Teile der Hohlkugeln erscheinen die Kerne naturgemäss ringförmig. Auch dieser Autor stellte fest, dass die aus bisweilen über 100 Centalkörperchen bestehenden Centalkörper-Hauptgruppen sich innerhalb der Kernhöhle in reichlichem „Endoplasma“ befanden. Außerdem kamen auch Centalkörper-Nebengruppen außerhalb der Kernhöhlung zur Beobachtung, die dann stets in Einbuchtungen der äußeren Kernfläche lagen.

Von ganz besonderem Interesse sind die Beobachtungen von Meves an den Spermatogonien des Salamanderhodens, weil sie Aufschluss über die Entstehung dieser Kernformen bringen. Meves fand nämlich, in Bestätigung und Ergänzung der früheren Angaben von Bellonci, dass die Ringkerne in unmittelbarem Anschlusse an die mitotische Kernteilung entstehen und zwar folgendermaßen (l. c. pg. 9).

„Bei der mitotischen Teilung der Spermatogonien bildet sich an den Tochtersternen die Membran relativ früh und zwar nicht nur am äußeren Kernumfang, sondern auch im Umkreis des von der Centralspindel passierten Kernbinnenraumes. Auf diese Weise entstehen durch eine Abweichung vom gewöhnlichen Verlaufe der Mitose Ringkerne, welche zunächst noch entsprechend ihrer Entstehung aus Tochtersternen eine radiäre Anordnung des Chromatins um das Kernloch aufweisen und in letzterem anfangs noch den polaren Teil der Spindelfasern beherbergen. Diese letzteren werden im Endstadium der Mitose, im Dispirem, durch die chromatische Figur hindurch polwärts gegen jeden der beiden Centalkörper zusammengezogen, sodass dadurch die Ringform entsteht.

Das Loch dieser Kernringe zeigt gleich nach der Entstehung sehr verschiedene Dimensionen. Zuweilen, bei platten Tochterkernen, ist es so weit, dass die grosse Attraktionssphäre dieser Zellen im kugeligen

1) v. Kostanecki, Ueber Kernteilung bei Riesenzellen nach Beobachtungen an der embryonalen Säugetierleber. Anatomische Hefte, Bd. I, 1892, Seite 325.

Zustande bequem in ihm Platz findet. Häufig aber, bei mehr kugeligen Tochterkernen, ist es eng und in der Richtung der Durchbohrung lang gestreckt. Die Kernringe sind nicht überall gleich dick und zeigen außerdem zuweilen an ihrer äußeren Peripherie leichte Einkerbungen“.

Aus der sehr genauen Schilderung, welche Meves von diesen Ringkernen und der Lage und Form ihrer Sphäre entwirft, möge noch Folgendes Platz finden.

„Das Kernloch scheint während der Rückkehr des Chromatins zum Ruhezustand und auch später noch gewöhnlich seine Gestalt zu ändern; bei ursprünglich in der Richtung der früheren Spindelaxe stark abgeplatteten Ringkernen wird es meist länger und enger, indem der Kern aus der Scheibenform, welche er im Stadium des Dispirems besaß, in eine mehr kugelige Gestalt übergeht. Häufig findet man grosse, ganz oder nahezu kugelige Kerne, bei welchen nur noch das Loch an eine überstandene Mitose erinnert. Der Durchmesser des Loches ist häufig so gering geworden, dass es seiner Kleinheit wegen sehr leicht zu übersehen ist.

Ganz zu verschwinden scheint jedoch das Kernloch bei den Spermato gonien in den allermeisten Fällen nicht; sondern es erhält sich bis zum Eintritt der nächsten Kernteilung, sei es, dass dieselbe auf dem Wege der Mitose oder der Amitose vor sich geht.

Die völlig rekonstituierte Sphäre hat in den einfachsten Fällen die Gestalt eines kugeligen Körpers und liegt nicht selten im Kernloch in der Mittelebene des Kernrings, meistens aber mehr an der polaren Seite des Kernes, entweder so, dass sie mit einer Kuppe in dieses hineinragt, oder ganz außerhalb des Kernrings „dem Innenraum desselben gegenüber“, also in derselben Weise, wie Flemming es für die Leukocyten angegeben hat. „In demselben Lageverhältnis zum Ringkern findet man aber nicht selten auch kugelige Sphären auf der äquatorialen Kernseite.“

In vielen Fällen jedoch tritt die rekonstruierte Sphäre bei Ringkernen im Stadium des Dispirems in sehr mannigfaltigen Gestalten auf und kann ei-, birnen- oder kegel- selbst stecknadelförmig aussehen. Der spitze Pol der Sphäre ragt dabei in das Kernloch hinein. Meves ist der Ansicht<sup>1)</sup>, dass alle ursprünglich von der Kugelform abweichenden Gestalten der Sphäre, indem ihre Masse sich mehr und mehr rundet und Fortsätze zur Hauptportion eingezogen werden, am Ende in kugelige Gebilde übergehen.

Meves<sup>2)</sup> stellt schließlich die Vermutung auf, dass möglicher-

1) l. c. S. 18.

2) In einer kürzlich erschienenen Abhandlung über die Entwicklung der männlichen Geschlechtszellen von *Salamandra maculosa* (Archiv f. mikrosk. Anatomie, Bd. 48, 1897, S. 24) kommt Meves auf seine früheren Mitteilungen zurück und bringt auf Taf. II seiner Arbeit noch eine Anzahl von Abbildungen,

weise der Entstehung ringförmiger Kerne im Anschluss an die Mitose eine allgemeinere Bedeutung zukommt, wenn es auch nicht der einzige Weg zu sein braucht, auf welchem Ringkerne entstehen.

Noch weiter geht von Kostanecki<sup>1)</sup>, welcher es als eine allgemeine Erscheinung der Zellteilung (bei Säugetieren) schildert, dass die Kerne der Dispiremphase in Stadien, wo sie an ihrem äußeren Umfang schon eine Membran besitzen, in ihrer Mitte noch eine weite, ungeschlossene, annähernd kreisförmige Oeffnung aufweisen, durch welche die noch nicht einbezogenen Centralspindelfasern zum Polfeld hinaufdrücken sollen. „Es stellen also die Kerne in der Dispiremphase dann, wo ihre Membran sich am äußeren Umfange zu bilden beginnt, wirkliche „Lochkkerne“ dar, wie man sich bei günstiger Lage der Chromosomen-Tochterfigur überzeugen kann.“

Auch Flemming<sup>2)</sup> erwähnt, dass er einzeln auch Kerne fixer Zellen in Endstadien der Dispiremform mit Löchern gefunden hat. Ueberhaupt scheint Flemming geneigt zu sein, für die Ring- und Lochkernform, die nicht selten z. B. in Bindegewebs-, Endothel- und Epithelzellen (Lunge), sowie auch bei den Leukoocyten<sup>3)</sup> im Bauchfell der Salamanderlarve zu finden sind, eine gleiche Entstehung aus Tochterkernen der Mitose in Folge von Durchwanderung der Polkörper und Sphärenteile anzunehmen.

Auch die äußerst stark hufeisenförmig gebogenen Tochterkerne, die man in den eben erwähnten Geweben der Salamanderlarve oft genug trifft, können nach ihm so gedeutet werden<sup>4)</sup>.

Entgegen der Meinung von vom Rath<sup>5)</sup>, wonach derartige Lochkern-Mitosen als abnorme anzusehen seien und eine weitere Teilungsfähigkeit der daraus hervorgegangenen Ringkerne sehr unwahrscheinlich sei, betont Flemming<sup>6)</sup>, dass kein Grund vorliegt, „den Mitosen, aus welchen Ringkerne entstehen, einen so gefährlichen Charakter zu geben.“ Flemming fand, „dass an solchen Stellen, wo im Larvenbindegewebe mitotische Teilungen von Leukoocyten reichlich vorkommen,

welche die obengeschilderte Entstehung der Ringkerne und die Lage ihrer Sphären bei den großen Spermatogonien des Salamanders illustrieren.

1) von Kostanecki, Ueber die Schicksale der Centralspindel bei karyokinetischer Zellteilung. Anat. Hefte, 2. Band, 1892.

2) Flemming, Zelle. Ergebnisse der Anatomie u. Entwicklungsgeschichte, Bd. II, 1892 (1893), S. 57.

3) Flemming, Zelle. Ergebnisse der Anat. u. Entwicklungsgeschichte, 1895 (1896), S. 388, Anmerk.

4) Vergl. auch Flemming, Zelle. Ergebnisse der Anat. u. Entwicklungsgesch., Bd. III, 1893 (1894), S. 108.

5) vom Rath, Beiträge zur Kenntnis der Spermatogenese von *Salamandra maculosa*. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. 57, 1893.

6) Flemming, Zelle. Ergebnisse der Anat. u. Entwicklungsgeschichte, Bd. III, 1893 (1894), S. 124.

die meisten davon, wenn nicht vielleicht gar alle, mit Lochkernbildung verlaufen. Hierbei werden die Kernlöcher in allen Uebergängen bald groß, bald kleiner, bald ganz winzig gefunden, was doch wohl am nächsten auf ein Wiederverstreichen dieser Löcher zu deuten sein wird. — Es bleibt ja Geschmackssache, ob man die zu Ringform führenden Mitosen abnorm oder atypisch nennen will oder nicht; jedenfalls repräsentieren sie einen etwas abweichenden Hergang bei der Teilung, der nur bei einzelnen Zellenarten vorkommt, denn bei den meisten lässt sich nichts davon bemerken. Aber dafür, dass diese Ringkernmitosen allgemein Zeichen von Degeneration oder Sterilwerden der betreffenden Zellen sein sollten, lässt sich kein Grund ersehen.“

Hierher gehört auch die Bemerkung von Lauterborn<sup>1)</sup>, dass die Tochterkernfiguren bei *Surirella* anfangs ringförmig sind.

Von den sonst noch über die Genese der Ringkerne geäußerten Ansichten interessieren hier nur die Angaben von Arnold, Denys, Reinke und Hatscheck.

Arnold<sup>2)</sup> hat schon die Möglichkeit erörtert, dass die Ringkerne durch Verschmelzung der beiden freien Enden eines hufeisenförmigen Kerns entstehen können, wie es von Denys<sup>3)</sup> für die Ringformen unter den Riesenzellen in der That behauptet ist.

Reinke glaubt schließen zu können, dass die Lochkerne der Milzzellen aus einer „Speichenform“ der Kerne hervorgehen. Zugleich macht dieser Autor die interessante Angabe<sup>4)</sup>, dass es ihm am Bauchfell der Ratte gelungen sei, die Ringkerne willkürlich hervorzurufen. „Wenn man diese Tiere zu Tode chloroformiert und das Mesenterium mit der Luft in Berührung setzt ohne größere Verletzungen, oder indem man Kochsalzlösung von etwas geringerer oder etwas höherer Temperatur, als ihre Bluttemperatur ist, in die Bauchhöhle vorsichtig spritzt, so zeigen sich nach einigen Stunden unter den Endothelien und den ausgewanderten Blutkörperchen zahlreiche derartige Ringkerne, die teilweise sich in zwei oder mehr Hälften zerlegen und wohl schließlich fragmentierte Kerne liefern.“ Reinke vermutet, dass „in Folge der durch den angewandten Reiz hervorgerufenen Veränderung der Sphäre vielleicht die Lochform des Kerns erzeugt wird.“ Es ist sehr zu bedauern, dass Reinke diese Erscheinung nicht weiter verfolgt und eingehender untersucht hat.

1) Lauterborn, Ueber Bau und Kernteilung der Diatomeen. Verh. des naturhist.-med. Vereins in Heidelberg, N. F., Bd. V, Heft 2, 1893. (Citiert nach Flemming, Ergebn. d. Anat. u. Entwicklungsgesch., Bd. III, S. 105.)

2) J. Arnold, Beobachtungen über Kerne und Kernteilungen in den Zellen des Knochenmarkes. Virchow's Archiv, Bd. 93, 1883, S. 11.

3) l. c. S. 251.

4) l. c. S. 12.

Schließlich sei noch die sehr bemerkenswerte Beobachtung von Hatscheck (l. c.) an *Amphioxus*-Larven erwähnt, welcher die Entstehung der Ringkerne mit der starken Abplattung der Epithelzellen in Zusammenhang bringt. „Das äußere Epithel ist an jüngeren Embryonen hoch cylindrisch, wird bei der Larve ausserordentlich stark abgeplattet und später wieder cylindrisch. In dem Stadium der Abplattung sind die Kerne der Zellen nicht etwa nur ausnahmsweise, sondern regelmäßig derart durchlöchert, dass sie die Form eines platten Ringes annehmen; man findet daneben auch zahlreiche Kerne, wo der Ring an der einen Seite eingerissen ist, sodass er eine kringelförmige oder halbmondförmige Gestalt gewinnt; an Stellen, wo das Epithel sich etwas verdickt, finden sich Uebergänge von diesen Formen zu solchen, die wieder kreisförmigen Umriss zeigen. In den späteren Stadien, wo das Epithel sich wieder verdickt, sind die Kerne wieder alle rundlich oder oval.“

Auch über das definitive Schicksal der Ringkerne gehen die Ansichten der Autoren sehr auseinander. Die Mehrzahl der Forscher bringt sie mit den amitotischen Vorgängen der Kernvermehrung in Beziehung. Arnold und Göppert sehen in ihnen die Vorstufe der unter Vermehrung des Chromatingehaltes der Kerne einhergehenden, sogenannten „indirekten Fragmentierung“, eine Art der direkten Kernteilung, welche von Arnold als besondere Form der Kernteilung hingestellt ist, sich als solche aber wohl kaum aufrecht erhalten lässt. Nach anderen Autoren, z. B. vom Rath, teilen sich die Ringkerne nur durch einfache Kernzerschnürung. v. Kostanecki hat sogar die Behauptung aufgestellt, dass (in der embryonalen Säugetierleber) alle Leukocytenkerne, welche sich durch Kernfragmentierung teilen, erst das Anfangsstadium der Ringform passieren müssen.

Auch Solger<sup>1)</sup> hat kürzlich die von ihm im Epithel vom *Cymbulia* aufgefundenen Lochkerne mit amitotischen Vorgängen in Verbindung gebracht und sieht in ihnen Degenerationserscheinungen; in dem Loch befindet sich das „Mikrocentrum“ [M. Heidenhain]<sup>2)</sup>. Meves lässt es unentschieden, ob die Ringkerne der Spermatogonien sich mitotisch oder amitotisch teilen können. Flemming<sup>3)</sup> war an-

1) Solger, Ueber amitotische Teilung eingekerbter und durchlöcherter Kerne (Cymbulia). Tageblatt der 69. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Braunschweig, 1897. Dasselbe unter dem Titel „Ueber Kernzerschnürung und Karyorhexis“ in den ausführlichen Sitzungsberichten derselben Versammlung. Vergl. auch: Deutsche mediz. Wochenschrift, 1897, Vereinsbeilage, S. 197.

2) Nach der Mitteilung Solger's in den Sitzungsberichten der Braunschweiger Naturforscherversammlung befinden sich darin „Reste oder Teile der Sphäre von verschiedenem Aussehen, oder häufiger noch in Form eines hellen Hofes mit einem oder mehreren in Hämatoxylin stark färbbaren Körnern“.

3) Flemming, Ueber Teilung und Kernform bei Leukocyten und über deren Attraktionssphären. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 37, 1891, S. 278.

fangs geneigt, die Ringkerne als Anfangsformen einer Kernzerschnürung anzusehen, unter der Einschränkung, dass sich die Ringe vielfach zu geschlossenen Kernen zurückbilden mögen. Nachdem dieser Autor aber bei Leukocyten und in einzelnen Fällen auch bei fixen Zellen Ringkerne, sowie auch (bei ersteren) polymorphe, stark hufeisenförmige Kerne gefunden hat, welche sich im Spiremstadium befanden und dabei dieselbe Größe hatten, wie die Kerne umliegender ruhender Zellen, nimmt er an, „dass ebenso wie Zellen mit polymorphen Kernen, auch solche mit aus Mitose entstandenen Ringkernen wieder in Mitose treten können und zwar letztere bald nach Wiederausgleichung der Ringform, bald schon, während diese noch besteht“<sup>1)</sup>. Auch tritt Flemming der Meinung entgegen, dass Kernpolymorphie bei Leukocyten immer ein Anzeichen von Dekrepidität und Sterilität der Zelle wäre.

Aus obiger Zusammenstellung geht hervor, dass die eigenartige Kernform der Ring- und Lochkerne in vielfacher Beziehung Interesse beansprucht und noch weit davon entfernt ist, in ihrer Bedeutung ganz klar gestellt zu sein. Ich will mir daher in Folgendem gestatten, einen kleinen Beitrag zu ihrer Kenntnis zu liefern, zumal ich meine Beobachtungen an einem ganz anderen Objekte, als den früheren Beobachtern vorgelegen, machen konnte.

Bei der Untersuchung des Epithels von Salpen hatte ich nämlich Gelegenheit, auch über die Entstehung und das Schicksal von Ringkernen Aufschluss zu erhalten. Wie ich in einer kurzen Notiz in Nr. 21/22 des XIII. Bandes des anatomischen Anzeigers<sup>2)</sup> bereits mitteilte, besitzt bei diesen Tieren der Kern fast einer jeden Zelle des Epithels, welches die Pharyngeal- und Kloakenhöhle, sowie auch die Körperaußenfläche unter der Mantelsubstanz, in einschichtiger Lage überkleidet, eine mehr oder weniger sichelförmige Gestalt, welche durch Zusammenschluss der Sichelenden ringförmig werden kann. Völlig geschlossene Ringkerne sind jedoch selten, unter 100 Kernen wurden durchschnittlich ein bis höchstens zwei Ringe gefunden. Oft sucht man lange vergeblich darnach; findet man einen Ring, so trifft man bei einigem Suchen in seiner näheren oder weiteren Nachbarschaft gewöhnlich noch einige andere an. Flemming<sup>3)</sup> hat bei Salamanderlarven eine ganz analoge Beobachtung gemacht und berichtet darüber, wie folgt. „Sehr auffallend ist das lokal gehäufte Vorkommen der Leukocyten mit Ringkernen: man findet Stellen, wo unter

1) Flemming, Zelle. Ergebnisse d. Anat. u. Entwicklungsgesch., Bd. 3, 1893 (1894), S. 124.

2) E. Ballowitz, Ueber Sichelkerne und Riesensphären in ruhenden Epithelzellen. Anat. Anzeiger, XIII. Bd., 1897. Vergl. auch E. Ballowitz, Zur Kenntnis der Zellsphäre. Eine Zellenstudie am Salpenepithel. Archiv f. Anatomie und Physiologie. Anatomische Abteilung, 1898.

3) Archiv f. mikr. Anatomie, Bd. 37, 1891, S. 277.

großen Gruppen von Wanderzellen kein einziger solcher Kern zu sehen ist, und an anderen Orten besitzt fast die Mehrzahl der vorhandenen Leukocyten diese Kernform. Für diese lokale Prädisposition zum Auftreten der Ringkerne weiß ich für jetzt keine Erklärung, nur eine Analogie: das ist die, dass auch die Mitosen lokal gehäuft aufzutreten pflegen“.

Die Form der Ringe ist im Salpenepithel verschieden. Seltener zeigt der Ring überall gleiche Breite, so dass er sehr regelmäßig und zierlich aussieht; meist ist er etwas unregelmäßig gestaltet, hier und da mit dünnen Stellen versehen, so dass zwei bis vier Verbreiterungen entstehen, welche sich zu stumpfen, abgerundeten Vorsprüngen von verschiedener Größe ausladen können. Diese Unregelmäßigkeiten betreffen aber nur die äußere Begrenzung des Kernes, die innere Begrenzung des Kernloches ist stets regelmäßig und glatt.

Allen diesen Ringen ist nun gemeinsam, dass sie stark abgeplattet und daher sehr dünn sind, entsprechend der Dünne der ganzen Zelle. Ferner ist das Loch des Ringes sehr regelmäßig, meist rund oder etwas elliptisch und dabei groß. Schließlich wird die ganze Oeffnung des Kernringes stets eingenommen und ganz ausgefüllt von einer großen, mit 2, selten 3—4 Centalkörpern versehenen Sphäre. Die Sphäre stößt dabei ringsherum immer unmittelbar an die Kernsubstanz, niemals ist in der Kernöffnung zwischen Kern und Sphäre noch Protoplasma vorhanden, wie es bei den Ringkernen der Leukocyten und in den Riesenzellen (siehe oben) beobachtet wurde. Bisweilen erschien die Sphäre durch den Kernring wie etwas eingeengt und in Folge dessen ein wenig kleiner, als gewöhnlich.

Eine ähnlich konstante Lagebeziehung der Sphäre zum Kernring hat Flemming<sup>1)</sup> bei den Leukocyten des Salamanders, wie oben schon angedeutet, gefunden (l. c. S. 285). „Auch zwischen dem Auftreten der Kernringformen und der Sphäre muss nach dem, was ich beschrieb, wohl eine Abhängigkeit existieren. Denn die Mitte der Sphäre mit den Centalkörpern liegt ja, soviel ich gefunden habe, stets der Mitte des entstehenden Ringes gerade oder doch ungefähr gegenüber. Wäre das Auftreten des letzteren ganz ohne Beziehung zu der Lage der Sphäre, dann sollte man doch erwarten, auch Ringkerne zu finden, bei denen die letztere statt dessen irgendwo an der äußeren Peripherie des Kernes gelegen wäre. Es wäre ja möglich, dass dieses vorkommt, ich habe es aber noch nie gesehen; und denke mir demnach, dass durch die Lage der Sphäre die Stelle der Perforation am Kern in irgend einer Weise prädisponiert sein muss. Ob es sich dabei aber um einen direkten, mechanischen Einfluss der Sphäre handelt, lässt sich für jetzt nicht entscheiden“.

1) Archiv f. mikr. Anatomie, Bd. 37, 1891.

Auch ich habe bei den sehr zahlreichen Ringkernen, welche ich im Laufe meiner Untersuchungen im Salpenepithel aufgefunden habe, die Sphäre niemals außerhalb des Bereiches des Kernringes gefunden; stets lag sie in dem Ring und füllte sein Lumen, auch der Kerndicke nach, mit ihrer Substanz völlig aus.

Am Salpenepithel lässt sich nun sehr schön feststellen, woher es kommt, dass die Sphäre stets im Ringlumen liegt und niemals außerhalb desselben; es gehen die Kernformen nämlich direkt aus den mitotischen Vorgängen hervor. In der Dyasterphase, noch mehr im Dispiremstadium, beobachtet man an der polaren Seite der Tochterkerne eine sehr deutliche Delle, welche von der Tochttersphäre eingenommen wird. Letztere ragt als kreisrundes, nicht sehr deutlich begrenztes Feld aus dieser Delle hervor. Wenn die Tochterkerne nun in das Ruhestadium übergehen und wachsen, so wachsen auch die Sphären und drücken sich dabei tiefer in den Kern hinein. Dadurch wird die Kerndelle vergrößert, so dass die abgeplatteten Kerne sichelförmig werden und die Sphäre gewissermaßen umfließen. Die im Centrum der Zelle gelegene Sphäre bleibt dabei der Kernsubstanz dicht angelagert und füllt die Konkavität der Kernsichel ganz aus. Junge, eben aus der Mitose hervorgegangene Zellen mit noch wohl erhaltenem Zwischenkörper und größeren Resten der „Verbindungsfasern“ zeigen daher schon die charakteristischen Kernformen. Wenn sich die Enden der Kernsichel nun ganz nahe kommen, so tritt eine Verschmelzung der beiden Enden ein, woraus die Ringform der Kerne resultiert. Von der Sichelform zur Ringform sind alle Uebergänge in den Präparaten aufzufinden, so dass kein Zweifel sein kann, dass die Ringe sich aus den Halbmonden hervorbilden. Die Ringform der Kerne habe ich einige Male sogar schon an ganz jungen Zellen angetroffen, welche noch den Zwischenkörper mit daran hängenden Faserresten zwischen sich führten; es kam dabei vor, dass nur die eine der beiden Tochterzellen einen Ringkern aufwies, während der Kern der anderen Zelle nur erst sichelartig oder stark hufeisenförmig gestaltet war. Mithin ist unzweifelhaft, dass die Ringkerne dieses Epithels dadurch entstehen, dass die beiden die Riesensphäre umfassenden Kernschenkel mit einander verschmelzen und sich zu einem Ringe zusammenschließen, welcher in seiner Höhlung die Sphäre birgt. Den Anlass für diese Umformung des Kerns giebt die Existenz der großen Sphäre. Die letztere ist hierfür das formbestimmende Element, der Kern verhält sich dabei mehr passiv.

Demnach bilden sich auch an unserem Objekt die Ringkerne in unmittelbarem Anschluss an die Mitose aus, allerdings in anderer Weise, wie es von Meves und Flemming bei den Spermatogonien und Leukocyten gefunden wurde (s. oben). Eine Durchwanderung von Sphärenteilen durch den Kern hindurch findet hier niemals statt,

die Konkavität des Ringes legt sich stets zuerst an der Polseite des Kernes an und geht direkt aus der durch die Sphäre bedingten „Poldelle“ (Rabl) hervor.

Auch das fernere Schicksal dieser Kernringe konnte ich an dem Salpenepithel verfolgen.

Zunächst ist zu betonen, dass die Ringkerne genau dieselbe Struktur hinsichtlich des Kerngerüsts, der Kernmembran und der Kernkörperchen aufwiesen, wie die übrigen anders gestalteten Epithelkerne. Vor allem möchte ich mit Rücksicht auf das, was J. Arnold als indirekte Fragmentirung beschrieben hat, hervorheben, dass diese Kerne keine stärkere Färbbarkeit ihrer Substanz aufweisen und nicht reicher an chromatischer Substanz sind, da sie sich genau ebenso färben wie alle anderen. Flemming hat das Gleiche für die Ringkerne bei *Salamandra* betont.

Von besonderem Interesse sind ferner die verschmälerten Stellen an vielen Ringkernen, welche die Symmetrie des Ringes stören und seine Form mehr oder weniger unregelmäßig machen. Diese Stellen können sich nämlich so stark verdünnen, dass sie äußerst fein ausgezogen werden<sup>1</sup>). Dann erhält nur noch eine sehr feine, fadenartig verdünnte Brücke von Kernsubstanz die Kontinuität des Ringes aufrecht; äußerst selten wurden an einem Kerne zwei derartige Verdünnungen wahrgenommen, mehr als zwei niemals. Ja, ich habe Bilder erhalten, welche bereits einen Defekt dieser feinen Brücken zeigten, sodass der Kern anfang, wieder sichelförmig zu werden. Diese Befunde legen die Vermutung nahe, dass die Ringform der Kerne keine definitive und beständige ist, sondern vielmehr unter Umständen in die Sichelform zurückkehren kann.

Das wird um so wahrscheinlicher, wenn man bedenkt, dass der tonnenförmige Salpenkörper sich abwechselnd kontrahiert und erweitert. Es lässt sich sehr wohl denken, dass der permanente Wechsel von Ausdehnung und Erschlaffung im Leben der Salpe gewissermaßen als mechanischer Insult auf die dünnen, zarten Oberflächenepithelien einwirken und die Kernformen unter Umständen allmählich umbilden kann. Man kann sich vorstellen, dass aus diesem Anlass die eine Seite eines Ringkerns wohl einmal gedehnt und zum Einreißen gebracht werden kann, sodass der Ringkern wieder zu einem Sichelkern wird. Unterstützend mitwirken mag hierbei wohl die außerordentliche Dünne der Zelle, in Folge derer die Kerne nur der Fläche nach ausweichen können.

Dass sich nun aber an diese Ringformen eine Zerschnürung oder Fragmentierung des Kernes angeschlossen, dafür habe ich hier keinerlei

1) Vergl. die Abbildungen in meiner Abhandlung „Zur Kenntnis der Zellsphäre. Eine Zellenstudie am Salpenepithel. Archiv f. Anat. u. Physiologie, Anatomische Abteilung, 1898.

Anhaltspunkte gewinnen können. Ueberhaupt habe ich weder für diese Kernformen noch für die Sichelkerne irgendwie Beweise erhalten, dass amitotische Kernvermehrungsvorgänge in diesem Epithel eine Rolle spielen. Auch konnte ich nicht finden, dass die Ringkerne in absterbenden, abgenutzten Zellen dem Prozess der Chromatolyse häufiger verfielen, als die übrigen Kerne.

Nach Allem wird an den Ringkernen dieses Epithels jedes Anzeichen von Degeneration vermisst; sie erscheinen vielmehr ebenso normal und lebenskräftig wie die nicht ringförmigen Kerne dieser Zellen.

Der sicherste Beweis für die Richtigkeit dieses Satzes wird dadurch geliefert, dass sich die Ringkerne genau ebenso vermehren wie die übrigen Kerne, nämlich ausschließlich durch Mitose. Kernteilungsfiguren werden in diesem Epithel regelmäßig gefunden, ihre Häufigkeit ist individuell verschieden. Es ist nun sehr bemerkenswert, dass die Kernformen des Salpenepithels vor Beginn der Mitose nicht erst in den kugelförmigen Zustand zurückkehren, was bei der starken Abplattung der Zellen auch wohl nicht so ohne weiteres möglich wäre, sondern vielmehr direkt in das Spiremstadium eintreten. Man findet daher sichel- und hufeisenförmige Spireme sehr häufig. Auch Spireme von der Form eines fast geschlossenen Ringes sind nicht gerade selten. Vollständig ringförmig geschlossene Spireme wollen dagegen gesucht sein, da, wie oben geschildert wurde, geschlossene Kernringe in diesem Epithel ja an sich schon nicht häufig sind. Dazu mag kommen, dass die schmalen Kernbrücken beim Uebergange dieser Kerne in das Spiremstadium eingezogen oder defekt werden. Ich habe aber auch diese Ringspireme<sup>1)</sup> mehrfach beobachtet. Die Sphäre mit den beiden auseinanderrückenden Centalkörpern liegt auch hier im Ringlumen.

Die geschilderten Beobachtungen stehen in sehr beachtenswerter Uebereinstimmung mit den Ergebnissen, zu welchen Flemming an einem ganz anderen Objekte, den Leukocyten und fixen Gewebszellen der Salamanderlarve, gekommen ist. So war auch Flemming meines Wissens bis jetzt der Einzige, welcher Ringspireme beschrieben und abgebildet<sup>2)</sup> hat. Trotz dieser Uebereinstimmung bei so verschiedenartigen Objekten möchte ich aber doch betonen, dass die Ringkerne hinsichtlich ihrer Entstehung und ihrer weiteren Schicksale von Fall zu Fall beurteilt werden müssen und dass bei ihrer Beurteilung verschiedene Gesichtspunkte in Betracht zu ziehen sind. Das dürfte beispielsweise schon aus dem Vergleich der Beobachtungen

1) Bezügliche Abbildungen bringt meine Abhandlung: Zur Kenntnis der Zellsphäre. Arch. f. Anat. u. Physiologie, Anatom. Abteilung, 1898.

2) Archiv f. mikr. Anat., Bd. 37, 1891, Fig. 5 auf Tafel XIII. „Die Enden des hier abgebildeten Ringspirems sind jedoch nicht verbunden, sondern decken einander nur, wie die Einstellung lehrte“.

von Meves bei den Spermatogonien mit den meinigen bei dem Salpenepithel hervorgehen. In bei weitem der Mehrzahl der Fälle spielt zweifellos bei der Entstehung dieser Kernform die Sphäre mit den Centalkörpern die wichtigste Rolle. Dass aber die Ringkerne stets die Vorstufe amitotischer Kernteilungen sein müssen, wie es z. B. von Kostanecki für die Leukocyten behauptet hat, ist nicht zutreffend und auch für die Leukocyten schon durch den von Flemming gemachten Befund von Ringspiremen widerlegt.

#### N a c h s c h r i f t.

Inzwischen konnte ich<sup>1)</sup> die Epidermiszellen der *Amphioxus*-Larven näher untersuchen und muss ich die oben citierten Angaben von Hatschek durchaus bestätigen. Die Ringkerne sind hier gewöhnlich bei weitem zahlreicher als im Epithel der von mir untersuchten Salpen. In der Mitte des Lumens der Kernringe und in der Konkavität der halbmondförmig gebogenen Kerne konnte ich eine Sphäre mit Centralkörpern nachweisen. Nach diesen Befunden möchte ich hinsichtlich des Entstehungsmomentes dieser Kernformen auch ein Hauptgewicht auf die starke Abplattung dieser Zellen legen. [53]

### Forschungsberichte aus der biologischen Station zu Plön.

Herausgegeben von Dr. Otto Zacharias. Teil 6. Abteilung I.  
(Stuttgart. Erwin Nägele).

Mit diesem 6. Teile der Forschungsberichte hat der Herausgeber Dr. Zacharias die Neuerung getroffen, die botanischen Abhandlungen von den zoologischen in getrennten Abteilungen zu veröffentlichen. Die mir vorliegende erste Abteilung ist der algologischen Erforschung des Riesengebirges gewidmet und bietet dadurch einen wertvollen Beitrag zur Kenntnis der niedern Organismen hochgelegener Gegenden. Die Veranlassung zu diesen wichtigen Arbeiten gab der unermüdliche Forscher Dr. Zacharias, welcher verschiedene Exkursionen an die beiden Koppenseen, zu den Sümpfen und Moortümpeln der Weißen Wiese unternahm und als der erste die schwer zugänglichen Kochelteiche untersuchte. Ein summarischer Bericht über die Ergebnisse der Exkursion von 1896 bildet die Einleitung des vorliegenden, 87 Seiten starken Bändchens. Auf diese folgen: Neue Beiträge zur Kenntnis der Algen des Riesengebirges von Bruno Schröder (Breslau). Der Verfasser hält an dem Standpunkte fest, dass auch unter den Süßwasseralgen verschiedene Formationen unterschieden werden können, welche von physikalisch-chemischen Faktoren abhängig sind. Die Algen des Riesengebirges teilt Schröder in sieben Formationen, wobei er die thermophilen Algen noch unberücksichtigt lässt. Diese Formationen sind:

1) Vgl. E. Ballowitz, Ueber Kernformen und Sphären in den Epidermiszellen der *Amphioxus*-Larven. Anatomischer Anzeiger, 1898, Nr. 15.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1898

Band/Volume: [18](#)

Autor(en)/Author(s): Ballowitz Emil

Artikel/Article: [Über Ringkerne, ihre Entstehung und Vermehrung.  
286-299](#)