

In der früheren Publikation (Biol. Centralblatt, 1891, S. 372) und in der vorliegenden wurde dargelegt, was alle bekannten Fälle amitotischer Kernteilung in biologischer Hinsicht Gemeinsames haben. Wir wollen aber nicht behaupten, dass alle diese Fälle in morphologischer Hinsicht gleichartig sind. Nicht in allen Fällen, welche als amitotische Kernteilung bezeichnet wurden, ist der Vorgang phylogenetisch aus der Mitose hervorgegangen und folglich einer wirklichen Kernteilung homolog. In manchen Fällen liegt nur eine zur Abschnürung von Teilstücken führende Verzweigung des Kerns¹⁾, in manchen Fällen lediglich ein Zerfall des Kerns vor. Da es aber zur Zeit noch an einer brauchbaren Einteilung und genügenden Sonderung der Fälle fehlt, so lässt es sich rechtfertigen, dass man vorerst alle gemeinsam behandelt und zunächst darauf Wert legt, dass die amitotische Kernteilung bei den Metazoen niemals für etwas ursprüngliches zu halten ist, dass alle Fälle in biologischer (physiologischer) Hinsicht der Mitose gegenübergestellt werden können und im Vergleich zu dieser einen degenerativen Charakter haben.

Freiburg i. B., zoolog. Institut der Universität, Okt. 1891.

Der Zellkern und die Bakterienspore.

Von Prof. Joh. Frenzel.

Es ist bekannt, dass in den modernen Vererbungstheorien der Zellkern eine ganz hervorragende Stellung einnimmt, und die meisten Autoren, wie O. Hertwig, Weismann, v. Kölliker sehen ihn als den alleinigen Träger derjenigen Substanzen an, welche die Vererbung vermitteln. Bereits früher²⁾ hatte ich versucht, diese

1) Wenn in einem Gewebe verzweigte Kerne vorkommen und ebenda amitotische Kernteilung beschrieben ist, so sind a priori zwei Auffassungen denkbar. Entweder ist die Teilung als eine Abschnürung von Zweigen oder Lappen des Kerns anzusehen und hat folglich phylogenetisch keine Beziehung zur Mitose, oder aber die Teilung ist als eine echte Kernteilung anzusehen, welche amitotisch verläuft, da die Kerne bei ihrer (schon in der Verzweigung zum Ausdruck kommenden) Anpassung an die spezielle physiologische Funktion die Fähigkeit zur mitotischen Teilung verloren haben. In vielen Fällen kann man zur Zeit noch nicht entscheiden, welche Auffassung die richtige ist. Hinsichtlich der Spinnrüden der Raupen äußert Korschelt folgende Ansicht: „Die Drüsenzellen sind sehr umfangreich und enthalten den je nach dem Alter der Larve mehr oder weniger verzweigten Kern. Die Verzweigung kann so weit gehen (bei *Orygia antiqua* beispielsweise), dass sich ganze Abschnitte vom Kern loslösen; anstatt des einen Kerns sind schließlich eine ganze Anzahl von Kernstücken unabhängig von einander vorhanden“ (Korschelt, Beiträge zur Morphologie und Physiologie des Zellkernes. Zool. Jahrbücher, Abt. f. Anat. u. Ont., Bd IV, 1889).

2) Johannes Frenzel, Das Idioplasma und die Kernsubstanz. Ein kritischer Beitrag zur Frage nach dem Vererbungsstoff. Archiv für mikrosk. Anatomie, Bd. 27, S. 73 fg.

Frage von einem allgemeinen Standpunkte aus zu behandeln und war zu dem Schlusse gekommen, dass sie doch nicht so klipp und klar erledigt sei. Damals hatte ich unter Anderem auch die Bakteriaceen herangezogen und möchte desshalb hier noch einmal auf dieselben zurückgreifen. Meine damaligen Argumente waren von C. Weigert ¹⁾ nicht als stichhaltige anerkannt worden, und obgleich W. Waldeyer ²⁾ ja noch eine ähnlich vorsichtige Stellung wie ich einnehmen wollte, so war er doch, was die Kernhaltigkeit der Bakteriaceen angeht, den Ausführungen Weigerts im Allgemeinen gefolgt. Noch zurückhaltender in der Vererbungsfrage ist endlich F. v. Leydig ³⁾ gewesen, der etwa wie C. v. Nägeli ⁴⁾ auch in den Zellsubstanzen Träger der Vererbung suchen möchte.

Die Bakteriaceen galten früher als kernlos, wie sich W. Zopf ⁵⁾ entschiedener, A. de Bary ⁶⁾ vorsichtiger aussprachen. Erst später wurden von P. Ernst ⁷⁾ einerseits, V. Babes ⁸⁾ andererseits eigentümlich sich verhaltende Körperchen in der Spaltpilzzelle aufgefunden, die in Beziehung zu echten Kernstoffen gebracht wurden, und endlich gelang es O. Bütschli ⁹⁾ hier einen sog. Zentralkörper nachzuweisen, welcher, meist den grössten Teil des Zellleibs einnehmend, diesen auch ganz ausfüllen kann. Seine allgemeinen Reaktionen sowie besonders sein Gehalt an kleinen Körnchen, die sich mit Hämatoxylin rot-violett färben und nach Bütschli in echten Zellkernen ebenfalls anzutreffen sind, veranlassten diesen Autor, jenen Zentralkörper mit einem echten Zellkern zu identifizieren, obgleich freilich nicht alle Umstände zu dieser Deutung berechtigten. Der Zentralkörper ist nämlich im Verhältnis zum Zelleibe meist von so riesigen Dimensionen, dass man immer mit einem gewissen Zagen an die Deutung dieses Gebildes gehen wird, solange nicht weitere, vollgültige Beweise erbracht sind. Es ist besonders nach den bis

1) C. Weigert, Neuere Vererbungstheorien. Schmidt's Jahrbücher der gesamten Medizin, 1887, (Nr. 215), S. 89 fg.

2) W. Waldeyer, Ueber Karyokinese und ihre Beziehungen zu den Befruchtungsvorgängen. Archiv f. mikrosk. Anatomie, Bd. 32, (1888), S. 1 fg.

3) F. v. Leydig, Beiträge zur Kenntnis des tierischen Eies im unbefruchteten Zustande. Zoolog. Jahrbücher, 1889, (III), Abt. f. Anatomie und Ontogenie, S. 287 fg. — S. 420.

4) C. v. Nägeli, Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre. München u. Leipzig, 1884.

5) W. Zopf, Die Spaltpilze etc. Separatabdruck aus der Encyclopädie der Naturwissenschaft. Breslau 1883.

6) A. de Bary, Vorlesungen über Bakterien. Leipzig 1885.

7) P. Ernst, Ueber Kern- und Sporenbildung bei Bakterien. Zeitschrift für Hygiene, (1889), Bd. 5, S. 428 fg.

8) Victor Babes, Ueber isoliert-färbbare Anteile von Bakterien. Zeitschrift f. Hygiene, (1889), Bd. 5, S. 173.

9) O. Bütschli, Ueber den Bau der Bakterien und verwandter Organismen. Vortrag. Leipzig 1890 (1889).

jetzt vorliegenden Erfahrungen sehr schwer für uns die Vorstellung zu bilden, wie eine lebensthätige Zelle bloß aus einem Kern bestehen sollte, zu dem sich höchstens noch eine plasmatische Geißel gesellte. Als recht befremdend muss ferner das so verschiedene Größenverhältnis des Zentralkörpers bezeichnet werden. Denn vergleicht man die von Bütschli gegebenen Darstellungen mit einander, so muss es auffallen, dass jener das eine Mal die Zelle völlig ausfüllt oder auszufüllen scheint (l. c. Fig. 9), das andere Mal an den beiden Zellenden einen freien Raum lässt (l. c. Fig. 5, 6, 8) und endlich in anderen Fällen nur ein bescheidenes Körperchen darstellt (l. c. Fig. 4).

Bei Gelegenheit meiner „Untersuchungen über die mikroskopische Fauna Argentiniens“¹⁾ fand ich im Darmkanal von Anurenlarven als Schmarotzer grünliche Bacillen, die sich zum Teil durch ihre enorme Größe auszeichneten. Ich versuchte daher mich über die Resultate Bütschli's zu orientieren, kam aber leider ebenfalls nicht zu einem völlig befriedigenden Abschluss, am erfolgreichen Arbeiten verhindert durch den Mangel an Hilfsmitteln, durch die überaus traurigen Einrichtungen jener argentinischen Universität, welche in Manchem hinter der Mittelschule eines Kulturlandes zurückstand, und durch die fortgesetzten bürgerlichen Unruhen jenes Landes. Hinsichtlich der Sporenbildung bei den Bakterien glaube ich indessen einige neuere Daten erbracht zu haben und habe das Ausführlichere kürzlich publiziert²⁾. Hier sei die Spore nur darauf hin betrachtet, welchen Wert sie im Hinblick auf den Zellkern hat.

Früher wurde, wie bekannt, der Zellkern als ein morphologisch differenziertes Gebilde innerhalb des Zellkörpers definiert. Bloß um ihn etwas deutlicher hervortreten zu lassen, wurde allenfalls die Essigsäurereaktion angewendet, und da diese an bestimmten Stellen im Stiche ließ, so wurden dann seine Anwesenheit ganz in Abrede gestellt. Später nun, als der Wert der Tinktionsmittel und anderer Reagentien erkannt worden, verschob sich die Diagnose, und manch einer war schon zufrieden, wenn Kernsubstanzen überhaupt nachgewiesen wurden, ganz gleichgültig, ob sie zu einer morphologischen Einheit zusammengehörten oder nicht. Hinsichtlich der Bakterien stand z. B. C. Weigert auf diesem Standpunkte, indem er diese keineswegs als kernlos ansehen mochte, da ein morphologisch differenzierter Kern nicht vorhanden zu sein brauchte; denn wir müssten uns vorstellen, dass bei so tief stehenden Wesen (l. c. S. 97), wie die Bakterien, eine morphologische Differenzierung des Protoplasmas vom Karyoplasma noch nicht vorhanden ist, sondern dass beide noch untereinander gemischt sind. Das Karyoplasma

1) Joh. Frenzel, Untersuchungen über die mikrosk. Fauna Argentiniens. Vorläufiger Bericht. Archiv f. mikrosk. Anatomie, Bd. 38, S. 1 fg.

2) Derselbe, Ueber den Bau und die Sporenbildung grüner Kaulquappenbacillen. Zeitschrift für Hygiene, Bd. 11, S. 208 fg.

müsste allerdings wenigstens noch als diffuse Einlagerung nachzuweisen sein, nämlich tinktorell als Chromatin. Nach Ansicht Weigert's verhielten sich die Bakterien ferner zwar sehr mannichfaltig, sie geben jedoch sämtlich eine Art von Chromatinreaktion, manche sogar alle Reaktionen der Kernsubstanz. Prinzipielle Unterschiede von der ja auch mehrfach abgestuften Kernfärbung der Zellkerne seien daher nicht anzunehmen.

Wie es scheint, legte W. einen gar zu großen Wert auf die Tinktionsmethoden, denn man darf wohl nicht außer Acht lassen, dass das chromatophile Karyoplasma nicht die einzig färbare Substanz innerhalb der Zelle ist, sondern dass sich manche Zellbestandteile oft intensiver als solche des Kernes färben können. Indem ich mir vorbehalte, an einer anderen Stelle ¹⁾ darauf zurückzukommen, möchte ich hier nur kurz darauf hinweisen, dass wir doch eigentlich nicht eher von den Eigenschaften des Zellkernes reden dürfen, ehe man sich darüber verständigt haben wird, ob dessen Kriterium in der Gestalt oder in der Substanz zu bestimmen ist. Auch die Cytoden (Moneren) Häckels wurden bekanntlich grade wie die Sprossspitze (s. Schmitz) als kerulos angesehen. Ist es nun nach und nach auch geglückt in vielen von ihnen sogar den morphologischen Repräsentanten des Kernes zu finden, so gibt es, wie ich selbst zu bestätigen weiß ²⁾, immer noch abseits stehende Formen. Im Süßwasser (Córdoba) traf ich mehrere derselben an. Bei einigen war kein Erfolg, bei anderen hingegen machten sich mehrere sich stark färbende Körnchen bemerkbar, welche innerhalb eines bestimmten Bereiches lagen, so dass, wenn man eine Kreisperipherie um sie geschlungen hätte, die Form eines Kernes vorgelegen hätte. Es gelang mir indessen nicht, eine solche Begrenzung oder wenigstens einen Zusammenhang der tingiblen Körnchen unter sich sichtbar zu machen, so dass vorläufig nur von dem Vorhandensein chromatophiler Substanz die Rede sein darf, die recht wohl karyoplasmatischer Natur sein könnte.

Sehen wir nun vor der Hand davon ab, ob der Zentralkörper den Wert eines echten Zellkernes habe oder nicht, so interessieren uns hier vor Allem die Sporen, hinsichtlich deren folgendes festgestellt werden konnte. Während viele der von mir beobachteten grünen Bacillen innerhalb des Zentralkörpers keine besondere Differenzierung erkennen ließen, von den „roten“ Glanzkörnern abgesehen, so besaßen andre, die sich zur Sporulation anschickten, zentral oder nach einem der beiden Pole hin gelegen einen ellipsoiden Körper, den man sofort für einen Zellkern ansehen würde

1) Joh. Frenzel, Beiträge zur vergleichenden Physiologie u. Histologie der Verdauung (Wird im Archiv f. Anat. u. Physiol. erscheinen.)

2) Joh. Frenzel, Ueber einige merkwürdige Protozoen Argentinien's. (Erscheint in der Zeitschrift für wissensch. Zoologie, Bd. 53, S. 332 fg.)

und dessen feinerer Bau, Inhalt und allgemeine Reaktionen teils mit denen des Zentralkörpers, teils mit denen eines Zellkernes übereinstimmen. In weiteren Verlauf färbt sich dieses Körperchen, der Sporenkern, wie wir mit Vorbehalt sagen wollen, grünlich und teilt sich oft noch amitotisch in zwei völlig gleiche Hälften, die nach den beiden Zellenden des Bacillus hin rücken. Dann bilden sie sich weiter aus, indem sie mehr und mehr ergrünen, starkglänzend und völlig homogen werden, wobei in gleichem Maße das Plasma der Zelle und des Zentralkörpers verblasst und matt wird. Beginnt mithin die Spore als ein kernartiger Körper, so werden allmählig die Bestandteile der gesamten Zelle in sie aufgenommen, und zwar der grüne Farbstoff direkt und in konzentrierter Form, das Uebrige aber entweder in derselben Weise oder in einer irgendwie veränderten Form.

Es muss nunmehr die Frage entstehen, welchen Wert die fertige Spore hat, den eines Kernes oder den einer Zelle? Bekanntlich genügt die Spore vollständig zur Fortpflanzung: sie muss daher alle Vererbungspotenzen implieite enthalten. Ist sie ein Kern, so wäre der Beweis geliefert, dass dieser einzig und allein die Vererbung übermitteln kann; ist sie jedoch eine Zelle, so wäre im Gegenteil der Beweis da, dass auch Zellsubstanzen bei der Vererbung eine Rolle spielen können.

Morphologisch ist nun die Spore wahrscheinlich wohl ein Kern, wenn sie auch nur die substantielle Umwandlung eines solchen ist. Den Vererbungstheoretikern kommt es hierauf aber gar nicht so sehr an. Wird doch nach der Befruchtung der Kern in der Eizelle in einer Weise zerstückelt, dass bloß noch die Chromosomen etc. übrigbleiben, deren Hauptbedeutung ihre Färbbarkeit, ihre Reaktion, ihre Substanz ist. Diese muss mithin ganz augenscheinlich als das charakteristische und ausschlaggebende gelten, und wir haben daher die weitere Frage zu behandeln, ob die Spore aus Karyoplasma (Kernsubstanzen) bestehe oder nicht?

Wenn die Spore zuerst ein Kern ist, worauf ja gewisse Reaktionen hindeuten, so enthält sie zu irgend einer Zeit ohne Zweifel derartige Substanzen, die zunächst im Netzwerk, vielleicht auch in den (roten) Glanzkörnern zu suchen sind. Jenes verschwindet aber im Verlaufe der Entwicklung völlig, indem die Spore homogen wird, und in gleicher Weise verschwindet die Nukleinreaktion. Es liegt daher die Möglichkeit vor, dass entweder die Kernsubstanzen diffus gelöst oder vielleicht sogar chemisch verändert werden. Jedenfalls ist dann das Chromatin nicht mehr tinktorell, als diffuse Einlagerung etwa, nachweisbar, wie Weigert gerne möchte. Wir können also nur sagen, dass wir über seinen Verbleib nichts mehr wissen.

Lässt man nun die Frage außer Acht, ob die Bakterienspore noch ursprüngliche Kernbestandteile enthalte oder nicht, so muss man

weiterhin in Betracht ziehen, was sie noch enthalten kann. Weiterhin hörten wir schon, wie das Plasma der Zelle und des Zentralkörpers zu Gunsten der Spore reduziert wird. Es liegt nunmehr die Möglichkeit vor, dass es umgewandelt werde, und zwar zu Karyoplasma, und wenn dies der Fall ist, so muss dieses in der Spore nachweisbar sein. Ferner müsste untersucht werden, ob diese nur aus Karyoplasma oder auch aus anderen Substanzen bestehe z. B. dem sog. Kernsaft (Interfilarmasse) etc.

Die Prüfung der Sporensubstanzen muss sowohl mit Färbungs- wie mit Lösungsmitteln geschehen. Schon von den Bakterien überhaupt weiß man bekanntlich, dass sie sich mit Anilinfarben oft anders tingieren, als echte Zellkerne, trotzdem sie doch einen als Kern angesehenen Zentralkörper führen. Die Sporen nun färben sich sehr schwer, wahrscheinlich ihrer dicken Membran wegen, reagieren im allgemeinen aber doch auf dieselben Farbstoffe wie die Bakterienzelle. Da leider mein Arsenal an Farbstoffen stark reduziert war und nicht mehr ersetzt werden konnte, so war es mir nicht möglich, an den Sporen der grünen Kaulquappenbacillen eingehendere Studien daraufhin zu machen. Alaunkarmin jedoch, ferner Pikrokarmin und Hämatoxilin brachten keine Färbung zu stande, oder wenn ja, so ließ sie sich auf das Leichteste wieder durch Auswaschen entfernen, während echte Zellkerne die Farbe behielten. Eine spezifische Färbung dieser Sporen mit der Ziehl'schen Fuchsinlösung gelang dagegen ohne Schwierigkeit.

Gegen Lösungsmittel sind Bakteriensporen bekanntlich außerordentlich resistent, auch Säuren gegenüber, während hier die Zellkerne viel empfindlicher sind. Dies gilt auch hinsichtlich der Verdaubarkeit in (saurem) Magensaft. Brachte ich nämlich etwas Magenschleimhaut einer kleinen Kröte mit den grünen, fruchttragenden Bacillen zusammen, so wurden diese, jedoch mit Ausnahme der Sporen, zerstört, von denen viele noch unverändert sichtbar waren. Etwas anderes indessen geschah in dem Falle, wo die Bacillen der Wirkung von etwas Pankreasgewebe ausgesetzt wurden. Jetzt verschwanden auch die Sporen, allerdings langsam, offenbar geschützt durch ihre feste Cuticula. Diese aber wird wohl niemand für nukleinartig ansehen.

Fassen wir alles dies zusammen, so müssen wir zu dem Schlusse kommen, dass die Bakteriensporen aus Substanzen bestehen, welche nicht auf Karyoplasmen hinweisen. Allerdings bleibt ja die Möglichkeit erhalten, dass letztere auch dabei sind. Die Spore muss jedoch vor der Hand eher als eine Zelle, und zwar als eine kernlose angesehen werden, da sie die Bestandteile der Zelle ohne Umwandlung in Karyoplasma in sich aufgenommen hat. Solange nun die Vererbungstheorie darauf beruht, dass der Kern als morphologisches Individuum definiert wird, werden wir sagen dürfen, dass Fortpflanzung und Vererbung auch ohne geformtes Karyoplasma ge-

schehen kann, auch ohne einen Zellkern. Zu untersuchen bliebe dann noch, ob Kernsubstanzen überhaupt, wenn auch anscheinend in gelöster, diffuser Form hinreichen, um die Vererbungspotenzen zu tragen und ob die Bakterienspore derartige Substanzen enthalte. Gehen wir andererseits von der Genese der Spore aus, so ist dieselbe möglicherweise als Kern, resp. als kernartiges Individuum aufzufassen, ohne aus Karyoplasma zu bestehen oder dieses in der hergebrachten Form zu führen. Eine Entscheidung in dieser Frage, und mithin in der ganzen Vererbungstheorie wird man, so scheint mir nach Sachlage der Dinge, erst treffen können, wenn eine allgemein gültige Definition des Zellkernes geschaffen sein wird.

Zusatz. In Betreff des von Bütschli beschriebenen Zentralkörpers der Bakterien und verwandten Organismen ist jedenfalls der Einwurf Fischers nicht stichhaltig, dass er etwa ein Kunstprodukt, durch Kontraktion des Plasmas hervorgerufen, sei. Ich sah ihn auch in lebenden Zellen. Der Zweifel E. Zacharias' an der Kernnatur jenes Gebildes bleibt allerdings als berechtigt bestehen (s. E. Zacharias: Ueber Val Deinega's Schrift „Der gegenwärtige Zustand unserer Kenntnisse über den Zellinhalt der Phykochromaceen“. — Botan. Zeitung Jahrgg. 49, Nr. 40, S. 664 fg. — S. 665 Anmerk.). Auch für den sog. Sporenkern kann ich nicht mit Sicherheit behaupten, dass er ein echter Zellkern sei.

Das Schwimmen der Schnecken am Wasserspiegel.

Die eigentümliche Erscheinung, dass manche Wasserschnecken die Fähigkeit besitzen mit nach abwärts gekehrtem Gehäuse mittelst ihres breiten Fußes an der Wasseroberfläche zu hängen oder nach Belieben daran hinzugleiten, wird in der vierten Abteilung (Band 2, S. 242 und 243) von Brehm's Tierleben eingehend behandelt.

„Während sie so hängen“, führt der Verfasser an, „geben sie jedoch diese Stelle oft plötzlich auf; sie sinken rasch zu Boden, von welchem sie sich gewöhnlich nur durch Fortkriechen an irgend einer festen Unterlage zur Oberfläche erheben. Zuweilen habe ich sie auch geraden Weges durch das Wasser emporschweben sehen, eine Tatsache, die ich nur durch die Annahme erklären kann, dass sie das Vermögen besitzen, die Luft in ihrer Lungenhöhle zusammendrücken, wenn sie niedergehen, und dass sie derselben sich auszudehnen gestatten, um so ihren Körper zu erleichtern, wenn sie durch das Wasser aufsteigen wollen.“

Dieser von Johnston herrührenden Erklärung stimmt Schmidt bei und erläutert im Folgenden, auf welche Weise es den Schnecken möglich ist an der Grenzfläche zwischen Wasser und Luft zu schweben. Von Wichtigkeit scheint ihm hierbei die Bekleidung der Fußsohle mit Flimmerhärchen, doch hält er es für unerklärt, wie das Tier sein Gleiten plötzlich hemmen kann. „Am schwierigsten und gänzlich ungelöst“, fährt der Verfasser fort, „ist aber das Haften an der Ober-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1891

Band/Volume: [11](#)

Autor(en)/Author(s): Frenzel Johannes

Artikel/Article: [Der Zellkern und die Bakterien spore. 757-763](#)