

Nachdruck verboten.  
Übersetzungsrecht vorbehalten.

(Aus dem Zoologischen Institut der böhmischen Universität Prag.)

## Nachträge zu den Strukturverhältnissen von *Bacterium gammari* VEJD.

Von  
Dr. Em. Mencl.

(Hierzu Tafel X.)

Es war im Jahre 1900 als VEJDOVSKÝ seine überraschenden Entdeckungen an einem neuen, ziemlich großen symbiotischen Bakterium gemacht.<sup>1)</sup> Seit dieser Zeit, abgesehen von einer späteren, die Bauverhältnisse der Bakterien näher besprechenden Mitteilung von VEJDOVSKÝ, die über denselben Gegenstand, das *Bacterium gammari* nämlich, und ein anderes Fadenbakterium handelt,<sup>2)</sup> habe ich einige Aufschlüsse über den Bau und die Vermehrungsweise der symbiotischen, sowie auch einiger anderen, hauptsächlich aber der freilebenden Wasserbakterien geben können. Die Ergebnisse der Untersuchungen von VEJDOVSKÝ waren, wie bereits erwähnt, von recht überraschender Natur, und es ist als recht erfreulich der Umstand zu bezeichnen, daß die bisherigen anderes Material betreffenden Untersuchungen sich in auffallender Weise mit dem decken, was

<sup>1)</sup> K ústrojnosti a vyvoji bakterií. Sitzungsber. d. böhm. Ges. d. Wissensch., Math.-naturwiss. Klasse, XXII 1900.

Bemerkungen über den Bau und Entwicklung der Bakterien. Bakteriolog. Centralbl., Abt. II Bd. VI 1900 Nr. 18.

<sup>2)</sup> Nové zprávy o ústrojnosti bakterií, zvláštè o ja'dru a jeho dělení. Sitzungsbericht d. böhm. Ges. d. Wissensch., XLIII 1903.

Über den Kern der Bakterien und seine Teilung. Bakteriolog. Centralbl., Abt. II Bd. XI Nr. 16/18 1904.

VEJDOVSKÝ damals bei seinem recht merkwürdigen und äußerst interessanten Organismus beobachtet hat. Der Bau des *Bacterium gammari* stimmte in den Hauptzügen sowie in einigen Details vollkommen damit überein, was ich meinerseits bei den in dem Verdauungstraktus von *Periplaneta* vegetierenden Bazillen zu beobachten imstande gewesen bin.<sup>1)</sup> Die Verteilung des Protoplasma in den einzelnen Stäbchen, die Verteilungsweise der Körnchen und die Lage des Kernes, sowie der Bau derselben bilden die Punkte, in welchen man beide Bakteriengattungen vergleichen kann. Was die Vermehrung betrifft, so habe ich zwar einzelne Teilungsstadien bis in gewisse Grenzen bei den symbiotischen Bakterien im Darms des erwähnten Tieres verfolgen können — und zwar die schizogonischen Vorgänge sowie die sporogenetischen. Das nähere Erkennen von intimsten Strukturverhältnissen des Kernes war mir nur oberflächlich und auf eine ziemlich ungenügende Weise möglich — schuld daran sind die äußerst winzigen Dimensionen gewesen, so daß ich sogar mittels der recht scharfen Vergrößerung mit Zeiß' Apochromat-Immersion 2,0 nicht imstande gewesen bin, etwas Näheres in dieser Beziehung zu ermitteln.

Einen tieferen Einblick in die Organisation der Bakterien habe ich jedoch während der bei den Wasserbakterien angestellten Beobachtungen, die jedoch leider nicht zum vollen Abschlusse gelangten, gewonnen.<sup>2)</sup> Es handelte sich dabei um die Fadenbakterien und ihre Strukturverhältnisse, sowie die Vermehrung derselben. Was die Strukturverhältnisse, hauptsächlich des Zellkerns, betrifft, so habe ich ermittelt, daß der Kern im Ruhestadium einen ganz ähnlichen Bau aufweist, wie der Zellkern von Metazoen. In dieser Hinsicht muß ich mich entschieden gegen die Ansichten von FEINBERG stellen; dieser fleißige Forscher verteidigt nämlich die Ansicht, daß der Protozoen- und Metazoenkern vom Grund aus ganz verschiedener Natur ist — was am klarsten aus dem Umstande hervorgeht, daß in dem Protozoenkern die chromatische Substanz in einem kondensierten und nicht formierten Zustande vertreten ist, so daß der Protozoenkern ein homogenes Gebilde vorstellt, welches Aussehen des Zellkernes ein regelrechtes Charakteristikon bildet, von dem keine

<sup>1)</sup> MENCL: Další pozorování o strukture a tvorení spor u symbiotických bakterií. Sitzungsber. d. böhm. Ges. d. Wissensch., Math.-naturwiss. Klasse, 1904. — Einige Beobachtungen über die Struktur und Sporenbildung bei symbiotischen Bakterien. Bakteriol. Centralbl., Abt. II Bd. XII 1904 Nr. 19, 21.

<sup>2)</sup> Cytologisches über die Bakterien der Prager Wasserleitung. Mit 4 Tafeln. Bakteriol. Centralbl., Abt. II Bd. XV 1905 Nr. 17, 18.

Ansahme oder Abweichung möglich ist. Daß die Behauptung unzulänglich ist, ist schon längst für die Protozoen der verschiedensten Gattungen erwiesen — ich erwähne beispielsweise die bei den Sporozoen, wo sie mir am besten bekannt sind, und noch besser bei *Pelomyxa* herrschenden Verhältnisse. Und was speziell die Bakterien betrifft, so habe ich schon in meiner ersten Arbeit erwähnt (Bakteriol. Centralbl. Abt. II. Bd. XII. Nr. 19/21 p. 566), daß der Kern der Bakterien nicht immer ein homogenes Aussehen besitzt — sondern daß er nunmehr gekörneltten Inhalt zeigt. Ich habe l. c. gesagt: „In einer ganzen Reihe von Bakterienindividuen jedoch stellt der Kern keine homogene schwarze Kugel vor, sondern er erscheint etwas blasser, dafür aber gewöhnlich größer. Bei aufmerksamer Beobachtung läßt sich eine gewisse Struktur der Kernsubstanz bemerken, wie eine feine Granulierung, wo wahrscheinlich die dichte Chromatinsmasse des Kernes in einzelne winzige Chromatinkügelchen zerfiel . . . In einem Falle sehen wir die Chromatinsubstanz gegen eine Seite des Kernes orientiert, und dann sehen wir auf der entgegengesetzten Seite eine äußerst feine Kontur, die Kernmembran. Auch in anderen Fällen ist das Chromatin nicht über den ganzen Kern gleichmäßig verteilt, sondern auf gewissen Stellen angehäuft.“ Was ich also hier nur ansahmsweise beobachtete, das ist später in einer höchst plausiblen und eindeutigen Weise zum Vorschein gekommen, nämlich bei den Wasserbakterien. Es haben dabei, wo es sich um die symbiotischen, in dem Darne der Küchenschabe vegetierenden Bakterien handelte, zwei Umstände eine große Rolle gespielt, die Kleinheit der Gattungen, und der Differenzierungsgrad des HEIDENHAIN'schen Hämatoxyllins; die Differentiation der Farbe bei solchen minutiösen Objekten ist begreiflicherweise eine der schwersten Aufgaben für einen Mikroskopiker und zwar nm so mehr, als die Bakterien (so viel ich bis jetzt weiß, nur die symbiotischen), zwar sehr leicht die Farbe aufnehmen, dieselbe jedoch während der Differenzierung sozusagen jäh wieder aufgeben.

Diese Umstände sind hauptsächlich daran schuld gewesen, daß die Kerne meiner *Periplaneta*-Symbionten fast ausschließlich homogen erschienen. Bei den Wasserbakterien waren jedoch, wie erwähnt, die Verhältnisse anders. Dieses Material wurde nämlich in vivo gefärbt untersucht. Bei der vitalen Färbung nehmen die mir benutzten Farben die Chromatinkomponenten des Bakterienkörpers fast ausschließlich auf, wogegen die anderen Bestandteile der Zelle entweder gänzlich, oder fast ganz ungefärbt bleiben. Auf diese Weise war es möglich — und es hat auch die Breite der

Bakterien, die, obzwar recht winzig, doch größer als die *Periplaneta*-Symbionten waren, und auch das hohe Brechungsvermögen des Bakterienkörpers im unfixierten Zustande mitgewirkt — die Struktur des Bakterienkerns bis in ziemlich feine Details verfolgen zu können. Es hat sich gezeigt, daß unter den normalen Verhältnissen und in den Hauptstadien der Zellkern eine als eine scharfe Kreislinie auftretende Membran besitzt, die das Chromatin in Form von Kügelchen enthält. Die Zahl derselben, sowie die Größe sind variabel. Manchmal findet man drei, manchmal vier und fünf Nukleolen in einem Kerne. Gewöhnlich übertrifft der eine die übrigen an Größe bedeutend. Erst dann, wenn die Teilung vorbereitet wird, ballen sich diese ruhenden Nukleolen zu zwei großen, auffallenden Chromosomen zusammen, die diametral in dem Kerne, knapp an die Membran gepreßt, zu liegen kommen.

Hier also fällt die Schwierigkeit der Differentiation, die die wahren Strukturverhältnisse der Zellkerne zu verdecken pflegt, vollkommen weg, dank der vollständigen Spezifität der von mir angewandten Methode und dem elektiven Färbevermögen meiner Methylblausolution für die chromatischen Bestandteile der Bakterienzelle *in vivo*.

Ich hielt es nicht für angebracht, die von mir beschriebenen *Periplaneta*-Symbionten von neuem der Untersuchung zu unterwerfen, um mich zu überzeugen, inwiefern die Strukturverhältnisse der Wasserbakterien mit denen der symbiotischen übereinstimmen oder von denselben abweichen, und zwar ihrer Kleinheit wegen. Um so lieber habe ich daher das liebenswürdige Entgegenkommen meines hochverehrten Chefs, Professor VEJDOVSKÝ, benützt, der mir nicht nur seine wertvollen Gammaruspräparate zu unbegrenzter Verfügung stellte, sondern auch in opferwilligster Weise einwilligte, die Präparate, die doch in ihrer Klarheit und Bedeutung bisher ein äußerst seltenes und wertvolles wissenschaftliches Unikum vorstellen, von neuem zu färben und zu differenzieren, und wenn es notwendig erscheinen sollte, auch anderweitigen Manipulationen zu unterziehen. Ich benützte diese Gelegenheit, Herrn Prof. VEJDOVSKÝ meinen aufrichtigsten Dank für diese Liebenswürdigkeit an dieser Stelle abzustatten.

Die verhältnismäßig bedeutende Größe des *Bacterium gammari* und die damit zusammenhängende Erleichterung der Differentiation sowie auch der Beobachtung selbst haben mich in erster Reihe dazu gezwungen, die diesbezüglichen Präparate einer neuen Durchmusterung zu unterwerfen. In zweiter Reihe war es auch der Umstand, daß

mir bei weitem vollkommener optische Hilfsmittel zur Verfügung standen, als es bei Gelegenheit der Untersuchungen von VEJDOVSKÝ der Fall gewesen — und auch die Erfahrungen, die ich während meiner eigenen Untersuchungen an den Wasserbakterien gemacht, ließen hoffen, daß es mir gelingen würde, einen tieferen Einblick in die Organisation der Symbionten (Parasiten?) des *Gammarius* von Garschinese zu gewinnen.

Bevor ich die mir zur Verfügung überlassenen Präparate einer weiteren Differentiation unterzogen habe, habe ich sie gründlich durchstudiert. Ich habe gefunden, daß die Strukturverhältnisse der Bakterien, wie ich sie auf diese Weise gesehen, sich gänzlich mit dem decken, was VEJDOVSKÝ seinerzeit l. c. beschrieben und beobachtet hat. Einige kleinere Details, z. B. was die Plasmastrukturen betrifft, die ich zu seinen Aufschlüssen hinzufügen kann und auf die ich weiter unten näher einzugehen die Gelegenheit finden werde, sind bloß dank der besseren Analyse des gebrauchten Objektivs (ich habe durchwegs eine Zeiss'sche Apochrom.-Immersion 1,5 benutzt) hervorgetreten.

Wenden wir uns zuerst zu den Strukturverhältnissen des Kerns. In seinen ersten Mitteilungen (l. c. 1900) spricht VEJDOVSKÝ auf Grund von hauptsächlich mittels Pikromagnesiakarmin gefärbten und mit Bleu de Lyon nachgefärbten Präparaten ausschließlich von ruhenden Kernen in den stäbchenförmigen Individuen von *Bacterium gammari*. Ich kann mich auch noch heute gut erinnern, daß damals, als mir unmittelbar vor dem Niederschreiben der betreffenden Mitteilung die Präparate demonstriert wurden, die Kerne wirklich eine kugelige Gestalt besaßen, die sich nie änderte. Alle Kerne besaßen damals ein homogenes, nicht weiter differenziertes Aussehen. Dieser Umstand fällt in die Wage, wenn man fragen würde, auf welche Weise FEINBERG die Überzeugung gewonnen, daß die Kerne der Protophyten und Protozoen ganz homogene Chromatinkörper vorstellen. Offenbar kommt es hier nur auf die Tinktionsmittel an, deren man sich bedient.

Daß es sich in allen Fällen um einen echten Zellkern handelt, wie VEJDOVSKÝ und ich beschrieben haben, das geht aus dem Umstande klar hervor, daß, wie schon VEJDOVSKÝ (1900 l. c. p. 585) treffend bemerkt hat, solche Körperchen, die im Gegensatz zu anderen verschiedenartigen Körnelungen „sich durch eine konstante Lagerung, sowie durch bestimmte morphologische und mikrochemische Eigenschaften, welche mit den der Kerne der Tiere und Pflanzen übereinstimmen“ auszeichnen und nebst dem „wenn in jedem Stäbchen

und in bestimmten Stadien des Lebens nur ein einziges färbbares Körperchen vorhanden wäre“, daß also solche Körperchen unbedingt ohne weiteres für echte und wirkliche Zellkerne gehalten werden müssen. Und dies war auch bei dem *Bacterium gammari* der Fall.

Als man natürlich später dem in Rede stehenden Bakterium die HEIDENHAIN'sche Eisenhämatoxylin-Methode, also eine Kernfärbung par excellence applizierte und als man gewissermaßen einen tieferen Einblick in die Organisation desselben gewonnen hatte, unterlag es keinem Zweifel mehr, daß das *Bacterium* einen echten Kern besitzt, trotz allen den den Kern der Bakterien durchaus negierenden Ansichten von FISCHER, MIGULA und vielen anderen. Die Tatsache, daß es sich hier wirklich um einen echten Kern handelt, war so überzeugend und klar, daß es überhaupt nicht möglich ist, den Kerncharakter der in Rede stehenden Gebilde zu leugnen.

Ich habe schon in meiner weiter oben zitierten Abhandlung über die Bakterien der Prager Wasserleitung meine Verwunderung darüber ausgesprochen, daß man trotz allen neueren Befunden von NAKANISKI und anderen bis auf VEJDOVSKÝ und mich — doch fortwährend an dem unhaltbaren Dogma von dem Monerencharakter der Bakterien so hartnäckig festhält und alle die überzeugenden zahlreichen Erfahrungen neuester Zeit einfach ignoriert. Daß es der Wissenschaft keinen Nutzen bringen wird, habe ich bereits an dem BILLET'schen <sup>1)</sup> Falle implicite demonstriert; man hat auch die vorzüglichen und äußerst wichtigen, den komplizierten Entwicklungszyklus der Fadenbakterien betreffenden Aufschlüsse des Genannten einfach ignoriert, obwohl es bereits ZOFF gewesen ist, der zum ersten Male auf den Polymorphismus der Bakterien aufmerksam machte. Ich bin überzeugt, daß man noch lange warten wird, ehe man mittels der modernen Methoden und mit Hilfe der neuesten Erfahrungen und unserer heutigen Kenntnisse die genialen Studien von BILLET ergänzen und für die Wissenschaft allgemein verwerten können wird. Ähnlich verhalten sich die Sachen mit dem Kerne der Bakterien. Ich habe bereits erwähnt, daß fast niemand es bisher versucht hat, den Kerncharakter der von VEJDOVSKÝ beschriebenen Gebilde anders zu erklären. Bloß eine Stimme hat sich damals gegen die Ausführungen von VEJDOVSKÝ erhoben; es war in einem Referate von JAHN in der Naturw. Rundschau. Die ebendasselbst enthaltenen Vorwürfe sind

<sup>1)</sup> BILLET, A.: Contribution à l'étude de la morphologie et du développement on bactériacées. Bulletin de la France et de la Belgique publié par A. GIARD. Sér. III T. XXI.

jedoch von solcher Natur, daß ich es für überflüssig halte, auf dieselben näher einzugehen. Bloß auf einen Umstand, der von JAHN als verdächtig benannt wurde, will ich reagieren. JAHN bezweifelt nämlich unter anderem auch wegen der „leichten Nachweisbarkeit des Kernes“ die Zugehörigkeit des *Bacterium gammari* zu den Bakterien überhaupt. Man sage lieber die leichte Färbbarkeit des Kernes — denn es gibt eine kolossale Menge von Tatsachen, die heute leicht nachweisbar sind und sozusagen „alltäglich“ geworden sind, die man lange und lange nicht erkannt hatte. Und das ist doch kein Beweis für die Unrichtigkeit dessen, was man erst mittels besserer Methoden entdeckt, und was lange und lange Zeit unbekannt gewesen ist.

Auch die Vermutung von MIGULA (1904), es handle sich überhaupt um keine Spaltspitze, sowie die von GRIMME (Centralbl. f. Bakteriol., Abt. I, 1902), daß man das *Bacterium gammari* „zum Teil für Protozoen oder deren Entwicklungsstadien halten möchte“ (p. 249), sind nicht zutreffend.

Der Umstand jedoch, warum VEJDOVSKÝ beim *Bacterium gammari* und ich bei den im Verdauungstraktus von *Periplaneta* vegetierenden Bakterien ziemlich leicht den Kern entdecken konnten, verdient gewiß eine nähere Besprechung. Ich habe im XV. Band des Bakteriol. Centralblattes p. 546 gesagt: „Meine Versuche, die ich gemacht habe, um auch Dauerpräparate zu erhalten, haben nur wenig Erfolg gehabt und sind nicht zum Abschlusse gekommen. Die Methode, die ich in meiner am Anfange zitierten Arbeit angegeben habe, hat mir keine guten Dienste geleistet — ich glaube, daß es nicht die Fixation, sondern eher die Tinktion gewesen, die da fehlgegangen ist. Sonst bin ich überzeugt, daß man zum guten Resultate gelangen müßte, wenn man der Färbung irgend eine Beize vorausschicken würde . . .“ An dieser Stelle habe ich von neuem das berührt, was ich schon bei der Gelegenheit meiner Untersuchungen über die symbiotischen Bakterien der *Periplaneta* vorausgesetzt. Sowohl VEJDOVSKÝ, wie ich haben symbiotische (VEJDOVSKÝ hält seinen Organismus für Parasiten, was hier offenbar nicht entscheidend ist) Bakterienarten vor uns gehabt, und dieser Umstand scheint mir die einzige Ursache der leichten Färbbarkeit des Kernes zu sein. Ich stelle mir nämlich die Sache so vor, daß in dem Falle von VEJDOVSKÝ der lymphatische Körpersaft, in meinem Falle jedoch die Verdauungssäfte des Periplanetadarmes auf die darin lebenden Bakterien vielleicht wie eine Beize wirken, mindestens aber denselben eine ganz andere Beschaffenheit in chemischer Hinsicht verleihen, wofür auch die verschiedene Lebensweise solcher parasitischen oder symbiotischen

Arten gegen die freilebenden zu sprechen scheint. Ich habe übrigens schon im Jahre 1904 erwähnt, daß ich ziemlich klare Anfänge einer Kernfärbung schon mittels einfacher Karbolfuchsinmethode bei den durch Wärme fixierten und auf übliche bakteriologische Weise behandelten pathogenen Bakterien erhalten habe, wie z. B. beim *Bacterium typhi*, *diphtheriae*, *Bacillus tetani*, sowie nicht-pathogenen *Bacillus megatherium*, *Spirillum rubrum*, *Bacillus subtilis* usw. Manchmal waren in den auf solchem Wege behandelten oder mit Methylenblau gefärbten Ausstrichen die Kerne leicht zu erkennen. Und in diesem Falle, wo es vollkommen ausgeschlossen ist, daß es sich um was anderes als Bakterien handeln könnte, könnte man doch desto eher von einer „leichten Nachweisbarkeit“ der Kerne sprechen.

---

Wie ich weiter oben bemerkt habe, gleicht die Struktur der Bakterienkerne im ganzen derjenigen der Kerne der höheren Organismen. Diesen Umstand habe ich auch an den vitalgefärbten Wasserbakterien klar beobachten können und habe damals auf meiner Tafel I, II Fig. 2  $\alpha$ , 6, 10, 10 a, 23, 25 usw., zahlreiche Beispiele dieser Verhältnisse abgebildet. Es handelte sich durchaus um bläschenförmige, mit einer kreisförmigen oder elliptischen scharfen Membran versehene Kerne, deren Inhalt aus verschiedener Anzahl, oder einer bestimmten Gruppe dunkel gefärbter Kügelchen zusammengesetzt war. Ich habe damals nachgewiesen, daß die ruhenden Kerne gewöhnlich eine größere Anzahl der betreffenden Kügelchen enthalten, in welchem Falle wir dieselben etwa Nukleoli zu nennen berechtigt sind, da an der Chromatinnatur dieser Gebilde kein Zweifel bestehen kann. Was das *Bacterium gammari* betrifft, so sehen wir, daß auch hier gerade dieselben Verhältnisse herrschen wie dort. Betrachten wir z. B. unsere Fig. 1  $\alpha$ — $\delta$ ,  $\epsilon$  oder 7  $\alpha$ — $\delta$ , 8, 9, so erblicken wir gleich die mehr oder weniger deutliche Kernmembran, die gewöhnlich vier ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\epsilon$ ), manchmal aber auch mehr ( $\gamma$ ,  $\delta$ ) Nukleoli enthält; auch die gegenseitigen Größenverhältnisse der Nukleoli einerseits und des Diameters der Kerne andererseits unterliegen einer ziemlich großen Variabilität, so daß der Kern ein sehr verschiedenartiges Äußeres zeigt. Abgesehen also von der variablen Anzahl der anwesenden Nukleolen, sehen wir, daß immer zwei von denselben gleich groß sind (Fig. 1  $\alpha$ ), das eine Paar jedoch bedeutend größer als das andere. Manchmal sind alle vier Nukleoli gleich groß (Fig. 1  $\beta$ ), welche Gleichheit auch dann vorhanden sein kann, wenn fünf Nukleoli anwesend sind

(Fig. 1  $\delta$ ). In anderen Fällen sind diese Nukleoli nur annähernd gleich groß (Fig. 1  $\gamma$ ), manchmal aber sind die Größenunterschiede erheblicher (Fig. 8) oder recht auffallend (Fig. 4), wobei wieder nur einer die anderen an der Größe übertrifft und die übrigen gleich groß sind (Fig. 4  $\epsilon$ ,  $\xi$ ) oder zwei Nukleolen sind größer (Fig. 4  $\theta$ ) usw. Die Variabilität hat hier ein freies Feld. —

Der äußere Eindruck ist auch, wie bereits erwähnt wurde, durch die Breite und die Deutlichkeit der Kernmembran bedingt. Indem der Durchmesser des Zellkernes ziemlich groß ist, dagegen die Nukleolen nicht allzu groß und knapp wandständig sind, so erscheint der Kern natürlich nicht so dicht, wie es der Fall ist, wenn die Sache entgegengesetzte Verhältnisse zeigt. Im ersteren Falle läßt sich leicht ermitteln, daß der Kerninhalt, die Nukleolen nicht hineinrechnend, ganz hyalin und durchsichtig ist, so daß der Kern im optischen Durchschnitte als eine weiße, klare kreisförmige Platte in dem graugrünen oder graugelben usw. — je nach der benutzten Protoplasmafärbung — centralen Plasma erscheint (Fig. 4  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\epsilon$ ,  $\zeta$ ). In anderen Fällen dagegen, bei allzu großen Nukleolen und engem Kernbinnenraum, rücken die Nukleolen mehr oder weniger nahe aneinander, so daß sie sich sogar berühren und dem ganzen Kerne ein homogenes Aussehen verleihen können (Fig. 1  $\epsilon$ ). Auch die Dicke der Kernmembran, oder mindestens die Färbbarkeit und die dadurch bedingte Deutlichkeit derselben ist recht variabel. Wenn die Kernmembran recht wenig auffallend wird, dann erscheint der Kern bloß als eine Gruppe von Chromatinkügelchen, die frei in der Zelle ohne jede Umgrenzung liegen (z. B. Fig. 1  $t$ ,  $x$ ). Gewöhnlich aber erscheint die Kernmembran als graues, scharfes Reifchen, in dessen Inneren die Chromatinsubstanz zu liegen kommt. Sehr selten aber ist die Kernmembran tief schwarz gefärbt, so daß dieselbe, was die Tinktion betrifft, den Nukleolen gleicht. Eigentümliche, jedoch äußerst selten vorkommende Figuren sieht man, wenn die Chromatinsubstanz etwas anders als in Nukleolen gruppiert ist, und wenn dabei gleichzeitig die Kernmembran undeutlich wird. Solche Beispiele sind an meinen Fig. 1  $\lambda$  und  $\mu$  veranschaulicht; im ersten Falle sehen wir einen Teil des Chromatins in zwei ziemlich große Nukleolen zusammengeballt, der andere Teil jedoch ist als eine halbkreisförmige Brücke zwischen beiden Nukleolen vorhanden. In dem zweiten Falle bilden die Nukleolen eine rosenkranzförmige gebogene Figur. Ich bemerke jedoch noch einmal, daß solche Verhältnisse nur sehr selten vorkommen pflegen.

Ans dem eben Gesagten geht deutlich hervor, daß die wesent-

lichsten Bestandteile der Kerne von *Bacterium gammari* die Chromatinsubstanz in Form von Nukleolen variabler Größe und Anzahl, und die Kernmembran von variabler Deutlichkeit sind. Diese Verhältnisse stimmen auffallend mit dem, was ich für zahlreiche freilebende Wasserbakterien ermittelt, überein — und nicht nur das — sondern wir sehen, daß der Bakterienkern sich prinzipiell nicht von dem Kerne der höheren Wesen unterscheidet. Dieser Umstand ist nicht ohne besondere Wichtigkeit, hauptsächlich wenn man sich bemüht, wie ich weiter oben bemerkte, einen strengen Unterschied zwischen Protozoen- und Protophytenkernen einerseits und Metazoen- und Metaphytenkernen andererseits zu machen. Ich glaube, daß dieser Umstand dafür zu sprechen scheint, daß allen lebendigen Wesen derselbe gemeinsame Bauplan zugrunde liegt, oder aber, daß die Bakterien, wenn man dazu auch die komplizierte Vermehrungsweise in Rechnung zieht, keineswegs so niedrig stehende Organismen sind, wie man früher angenommen hat, und wie man es manchmal noch heute so haben will.

Bei der näheren Beobachtung und bei fleißiger Untersuchung zahlreicher Bakterien kommen wir bald zu der Überzeugung, daß die zwei bereits beschriebenen Kernkomponenten keineswegs die einzigen sind, sondern daß man noch eine Organelle als einen integrierenden Bestandteil des Kernes anzunehmen gezwungen ist. Man sieht nämlich entweder in der Nähe von Chromatinkugeln, wenn dieselben frei werden, oder aber an der Kernmembran einen schwarzen Punkt, dessen Farbton und seine regelmäßige Lagerung ihn recht deutlich von anderen jeweiligen Körnern in der Zelle gleich unterscheiden lassen. Wie ich schon oben hervorgehoben habe, enthält der ruhende Kern von *Bacterium gammari*, gleich den von mir an Wasserbakterien beschriebenen Bauverhältnissen, immer mehrere Nukleolen, mindestens aber drei. Wenn sich der Kern zur Teilung ausstreckt, dann bilden sich aus allen in dem Kerne eingeschlossenen Nukleolen zwei größere Chromatinkugeln, die wir einfach als Chromosome bezeichnen können. In den Vorstadien der Teilung kommen diese zwei Chromosome an die diametral gegenüberliegenden Punkte des Kernes zu liegen, wobei sie gleich den Nukleolen von der unveränderten Kernmembran eingeschlossen werden. Diese Verhältnisse scheinen also eine Regel für die meisten Bakterien und auch für das *Bacterium gammari* zu bilden. Bei diesem letzteren also sehen wir in höchst klarer Weise, daß sich an der Kernmembran ein Körperchen befindet, das gewöhnlich von beiden bereits gebildeten Chromosomen gleich weit entfernt ist, so daß, wenn wir

die Lage der Chromosomen als die äquatoriale bezeichnen, dieses Körperchen dazu den Pol bildet (Fig. 3  $\alpha$ , 4  $\alpha$ , 5, 6  $\beta$ .) Dies ist auch in dem Falle, wo sich die beiden Chromosome bisher nicht im Äquator befinden, der Fall. Hier nimmt das Körperchen die Lage an der den Chromosomen gegenüberliegenden Seite, an der Kernmembran ein, und zwar dort, wo die gedachte Achse der Chromosome die Kernmembran schneiden würde (Fig. 7  $\beta$ ). Nur selten erscheint das Körperchen aus dieser Lage seitlich verschoben (Fig. 7  $\xi$ ), wobei auch gewöhnlich die Chromatinsubstanz eine außerordentliche Lagerung aufzuweisen pflegt (Fig. 4  $\tau$ ). Es unterliegt keinem Zweifel, daß dieses Körperchen zu dem Kerne gehört, wofür schon sein ausschließlich auf der Innenseite der Kernmembran konstatierbares Vorkommen spricht, sowie die weiteren Erscheinungen, die mit ihm verbunden sind und die Kerngestaltung in Mitleidenschaft ziehen.

Wenn wir die weiteren Stadien beobachten, so sehen wir, daß das betreffende Körperchen die Zellteilung einleitet, daß dasselbe also ein dem Centriol der Metazoenzellen analoges Gebilde vorstellt. Dieser Umstand sowie sein intranukleäres Wesen erlaubt uns, diese Organelle ohne weiteres mit dem Centralkorn zu vergleichen, wie sich dasselbe hauptsächlich bei Rhizopoden, Flagellaten und Sporozoen innerhalb des Karyosoms beobachten läßt. Ich werde daher das eben erwähnte Körnchen als Centralkorn bezeichnen. Daß ich au den Wasserbakterien nie dieses Gebilde beobachtet habe, kann ich mir nur so erklären, daß das Körperchen vielleicht vital unfärbbar ist, so daß es nicht zum Vorschein kommt.

Ich habe weiter oben gesagt, daß das Centralkorn erst dann erscheint, wenn die Chromatinsubstanz sich zu zwei großen Chromosomen zusammengeballt hat, und daß entweder das Centralkorn keine regelmäßige Lage zu den Chromosomen einzunehmen braucht, oder daß die Chromosome nicht immer die äquatoriale Lage in dem Zellkerne haben müssen. Ehe sich jedoch die weiteren Prozesse abspielen sollen, stellen sich die Chromosome immer in den Äquator (d. h., daß die Entfernung beider Chromosome die möglichst maximale, durch die Breite des Kernes bedingte ist), das Centralkorn aber stellt sich genau in die symmetrische Lage zu beiden Chromosomen, nämlich in den Pol des Kernes (s. Fig. 4  $\alpha$ , 6  $\beta$ ). In diesem Stadium pflegt die ganze Figur mit ihrer Achse in die Längsachse der ganzen Zelle zu fallen, was jedoch in den späteren Stadien nicht der Fall ist.

Das Centrakorn strebt in dem folgenden Stadium von den beiden Chromosomen weg, wobei sich die Achse des Kerns mehr oder weniger umdrehen kann, so daß dann die Achse der Zelle und die Achse des Kerns, die durch das Centrakorn läuft, miteinander einen Winkel bilden, der einmal recht unbedeutend ist, manchmal aber bis  $45^\circ$  beträgt (Fig. 3 $\beta$ ).

Indem sich also das Centrakorn von den Chromosomen entfernt, zieht es die Kernmembran auch mit, so daß dieselbe an dieser Seite zugespitzt erscheint, und in der Spitze liegt das Centrakorn (Fig. 3 $\beta$ , 6 $\gamma$ ). Die Sache entwickelt sich weiter so, daß an dieser Stelle sogar ein spitzer Konus entsteht, dessen Basis die Chromosome, die Seiten die jetzt ganz gerade gestreckte, nicht mehr gebogene Kernmembranhälfte, den Scheitelpunkt das Centrakorn bildet (Fig. 6 $\zeta$ ).

Bisher hat sich das Innere der Kerne nicht verändert — es ist fortwährend so klar und weiß, wie ich es weiter oben beschrieben, so daß es sehr auffallend mit dem graugefärbten (oder grün usw. gefärbten — je nach Plasmafärbung) Centralplasma kontrastiert. Nach diesem Zeitpunkte jedoch verdunkelt sich das Innere der Kerne allmählich immer mehr und mehr und gleichzeitig geht auch das Lichtbrechungsvermögen der Kerne immer mehr verloren. Diese Erscheinungen sind noch vom Schwunde der Kernmembran, die sich bisher unverändert erhalten hat, begleitet. Dieser Schwund der Kernumhüllung scheint seinen Anfang auf der Centrakornseite zu haben.

Wenn die Kernmembran völlig verschwunden ist, so läßt sich trotzdem der Kern seinem Farbton nach sehr gut von dem umgebenden centralen Protoplasma auseinanderhalten. Das Protoplasma bleibt während der besprochenen Umwandlungen selbstverständlich keineswegs beeinflußt, so daß dasselbe seine Struktur sowie seinen chemischen Charakter durchaus unverändert bewahrt. Die achromatische Substanz dagegen nimmt eine ganz andere Beschaffenheit an; sie zeigt eine immer sich erhöhende Affinität zu dem angewandten Farbstoffe, dem Hämatoxylin. Auf diese Weise kommt man zu Bildern, wo der Kern etwa so aussieht: In dem centralen Protoplasma wird eine dunkel gefärbte, homogen ausschauende Figur sichtbar, die dreieckig ist; die eine Seite des Dreieckes ist jedoch von einem Kreisbogen gebildet. In den drei Winkeln sind schwarze Körperchen gelagert, und zwar wird der Scheitelpunkt des Dreieckes, durch das Centrakorn, die übrigen zwei Winkel durch die Chromosome eingenommen (Fig. 2 $\alpha$ , 3 $\delta$ , 6 $\xi$ ).

Anf diese Weise wird also eine Art einpoliger Spindelfiguren bewerkstelligt. Die weiteren Schicksale solcher Figuren sind nur sehr schwer zu erforschen. Man sieht nicht selten, daß sich von dem Centrakorn gegen die Chromatinsubstanz, und zwar zwischen die beiden Chromosome eine äußerst feine, recht dunkle Achse hinzieht (Fig. 2ε, 7α, γ, ε). Was für Bedeutung dieses Gebilde besitzt, kann ich vorläufig nicht sagen — es wäre gewiß vorteilhafter, diese Sache an den vital gefärbten Bakterien zu studieren. Denn ich habe ähnliche Sachen an den Wasserbakterien sehr deutlich beobachten können, und habe ein Beispiel derselben l. c. auf meiner Tafel I, II, Fig. 2δ (die dritte Zelle von unten) abgebildet. Inwiefern man diese Sachen vergleichen oder identifizieren darf, kann man nicht entscheiden, um so weniger, wenn man von der Bedeutung des Ganzen keine Ahnung hat. Daß es sich um ziemlich ähnliche Gebilde handelt, wenn nicht sogar dieselben, das muß jedermann zugeben.

In seltenen Fällen (Fig. 2δ, 6δ) bin ich recht merkwürdigen Verhältnissen begegnet. Ich meine hier solche Figuren, wo die Kerne auffallend einer bipolaren Teilungsspindel ähnlich waren, indem die beiden Chromosome frei in dem Centralprotoplasma liegend, von zwei gleich großen, sehr feinen Körperchen flankiert waren, die von den Chromosomen beide gleich weit entfernt auf der gedachten Symmetrieachse gelegen waren. Zwischen den vier Punkten, den beiden Chromosomen nämlich und den zwei Polkörperchen ließ sich eine dunkle Färbung sehr deutlich wahrnehmen, welcher Umstand den Eindruck, daß hier eine regelrechte Teilungsspindel vorliegt, noch erheblicher verstärkte.

Auch in dem auf Fig. 6ε abgebildeten Falle scheint eine bipolare Teilungsfigur vorhanden zu sein; diese Figur weicht von den eben besprochenen insofern ab, als hier von einem dunkler als das die ganze Figur umgebende Centralplasma gefärbten Spindelanteil keine Rede sein kann. Dafür aber scheint der Umstand von besonderem Interesse zu sein, daß beide Pole, die zwei äußerst feine schwarze Punkte vorstellen, durch einen sehr feinen schwarzen Faden verbunden sind, der mit dem oben erwähnten, in den eben besprochenen unipolaren Figuren vorkommenden seltenen Achsenfaden ohne weiteres verglichen werden kann. Auch hier ist mir die Bedeutung des fraglichen Gebildes vollkommen dunkel geblieben.

Die gerade erwähnten „Achsenfäden“ kommen freilich nur selten vor, und dann endigen sie immer an den Centrakörperchen.

Nur einmal ist es mir gelungen, einen ähnlichen Faden unter ein wenig veränderten Umständen zu beobachten. In diesem letzteren Falle handelte es sich um eine unipolare Figur (Fig. 37). Die chromatische Substanz erscheint hier als ein kontinuierlicher Streifen, ein Umstand, auf den ich weiter unten näher einzugehen die Gelegenheit finden werde. Auf der einen Seite dieser Chromatinpartie liegt das Centrakorn. Von dem Centrakorn ziehen sich zwei feine Konturen zu den Seitenpunkten der chromatischen Substanz hin — gewiß die Reste der Kernmembran vorstellend. Auf der anderen Seite von der Chromatingruppe jedoch sehen wir eine dunkler als das umgebende centrale Protoplasma gefärbte Linie, die einerseits an die Mitte des Chromatinstreifens anknüpfend, an dem anderen Ende frei in das centrale Protoplasma hineinragt, um ganz selbständig, ohne daß man irgendein Körnchen konstatieren könnte, in dem Protoplasma zu endigen.

Dieser Befund scheint mir dafür zu sprechen, daß ähnliche Achsen in der Wirklichkeit öfters vorkommen, als man sie zu Gesicht bekommt, und daß es nur ihre eigentümliche chemische Beschaffenheit verursacht, daß sie nur selten zum Vorschein gelangen, indem sie vielleicht nur selten die Farbe länger als die benachbarten Komponenten zu behalten pflegen.

Die eben beschriebenen Stadien, die also unleugbare Teilungsvorstadien sind, sind die letzten, die man beobachten kann. Irgendwelche weitere Ausbildung der Spindelchen etwa zur Teilung der Chromosomen in Tochterchromosome, wie es mir bei den freilebenden Wasserbakterien gelang, zu entdecken, ist mir keineswegs gelungen, so daß ich unmöglich weitere Stadien zu beschreiben sowie nähere Aufschlüsse über das Geschick der spindelförmigen Kerne abzugeben imstande bin.

Auf diesen Umstand hat bereits VEJDOVSKÝ (l. c. 1904) aufmerksam gemacht. Er spricht sich über diesen Punkt in folgender Weise aus (S. 487): „Es ist zwar möglich, daß die Bakterien zu gewisser Zeit, noch während des Aufenthaltes in der Hämolymphe, sich durch diesen Teilungsakt zu vermehren vermögen. Aber weitere Stadien der Teilung sind mir nicht bekannt, und es ist nur so viel wahrscheinlich, daß diese ersten Spindelstadien eine lange Zeit im Zustande der Ruhe verweilen.“ VEJDOVSKÝ bemerkt weiter, daß ähnliche „ruhige Spindelchen“ auch von anderen Objekten bekannt sind, so z. B. von DOFLEIN bei *Noctiluca*. Ich habe mehrere Gründe zur Annahme, daß unser *Bacterium* einen komplizierteren Entwicklungskreis durchmacht, wobei sich der eine Teil desselben in unserem

*Gammarus zschokkei* in verschiedenen Jahreszeiten, der andere aber in irgendeinem anderen Wirte, etwa in einem sich von den Gammari ernährenden Fische abspielt. Es wäre also wünschenswert und auch unentbehrlich, wenn man die Vermehrungsweise des *Bacterium gammari* erforschen sollte, die Sache an Ort und Stelle zu verfolgen.

Wie wir gesehen, stimmen in den Grundzügen die Verhältnisse des Kerns und dessen Komponenten mit meinen aus den Wasserbakterien gewonnenen Anschließungen vollkommen überein. Es gibt nur wenig Unterschiede — abgesehen natürlich von dem bereits weiter oben erwähnten Umstände, die Anwesenheit des Centalkorns bei dem *Bacterium gammari* betreffend.

Von den Anschließungen, die uns VEJDOVSKÝ in seiner zweiten, unseren Gegenstand behandelnden Publikation gibt, weicht in der meritorischen Seite die vorliegende Mitteilung nicht ab — und wenn sich in den Details andere Bilder darbieten, so ist daran die Überfärbung der Präparate und Mangel an Differenzierung schuld, wie ich's schon anfangs bemerkt habe.

Meine beiliegenden Figuren, z. B. die Fig. 2 $\gamma$ ,  $\eta$ , sowie 3 $\gamma$  erinnern in höchst auffallender Weise an die von VEJDOVSKÝ im Jahre 1904 reproduzierten Abbildungen, z. B. seine Fig. 3, 4, 5. In diesen Fällen, sowie in den meinigen eben angeführten drei anderen bildet die chromatische Substanz einen ganz zusammenhängenden Streifen, der einer „äquatorialen Platte“ vollkommen gleicht. Solche Bilder lassen sich bei VEJDOVSKÝ aus dem erwähnten Umstand, aus der mangelhaften Differentiationsstufe leicht erklären — in meinem Falle kommen jedoch solche Figuren nur äußerst selten vor, was ein Zeugnis dafür gibt, daß alle Kerne keineswegs dieselbe Affinität zum Farbstoffe besitzen, so daß auch bei maximalster Farbenentziehung, doch einige der Kerne überfärbt bleiben. Ich glaube, daß in dieser Beziehung der allgemeine chemisch-physiologische Zustand einzelner Zellen eine ziemlich große Rolle, wenn nicht die einzige, spielt — eine Ansicht, die ich schon früher ausgesprochen habe.

Daß diese erhöhte, oder wenn man will, die veränderte Affinität zum Farbstoffe, in unserem Falle speziell zum Eisenhämatoxylin nach HEIDENHAIN, nicht nur den zur Teilung vorbereiteten und in einer einpoligen Figur sich befindenden Kernen eigen ist, sondern daß dieselbe Eigenschaft auch für andere Stadien gültig ist, dafür scheint meine schon einmal besprochene Fig. 1 $\lambda$  zu sprechen; es ist nicht unrichtig, die in diesem Stäbchen vorkommende, zwischen beiden großen Nukleolen befindliche und aus Chromatinsubstanz ge-

bildete Verbindungsbrücke für zwei oder mehrere kleinere und überfärbte Nukleolen zu halten, die gerade der Überfärbung wegen eine zusammenhängende Masse vortäuschen. Diese Annahme wird noch mittels der ähnlichen, jedoch weiter differenzierten Kernfigur, Fig. 1 $\mu$ , kräftig unterstützt, denn wenn man sich die Einschnitte zwischen den einzelnen hier vorkommenden Nukleolen durch die überschüssige Farbe ausgefüllt vorstellt, wie es während der Überfärbung der Fall ist, so kommen wir direkt zu den in Fig. 1 $\lambda$  abgebildeten Verhältnissen.

Was das Vorkommen des Centralkorns betrifft, so finde ich bei VEJDOVSKÝ keine Erwähnung, aus welcher man schließen könnte, daß auch er ein ähnliches Gebilde beobachtet hat. Daß es jedoch trotzdem der Fall gewesen ist, das schließe ich aus seiner Fig. 4, wo er in dem Kerne außer eines Chromatinäquators, noch ein polständiges Körperchen zeichnet, dessen Dimensionen jedoch mir zu groß im Verhältnis zu meinen Centralkörnern erscheinen. Dieser Umstand jedoch spricht auch unter anderem, wenn es sich natürlich wirklich dabei um ein Centralkorn handelt — und es scheint so, für die erwähnte Überfärbung, die die Präparate damals durchwegs gezeigt haben.

Außer den eben beschriebenen Stäbchen, die die Mehrzahl bilden und in welchen der Kern immer genau die Mitte einzunehmen pflegt, finden wir andere Gebilde, wo der Kern polständig ist, mindestens aber excentrisch gelegen. Ich habe auf meinen Fig. 12—15 der beiliegenden Tafel einige solche Beispiele abgebildet. Wir sehen, daß alle diese Formen eine elliptische oder ovoide Gestalt besitzen, viel kürzer, dafür aber viel breiter sind als die Stäbchen, mit denen wir uns bisher ausschließlich befaßten. Die Kernverhältnisse sind nur wenig von den der Stäbchenform abweichend. Auch hier begegnen wir manchmal einer deutlichen Kernmembran, die entweder zwei (Fig. 13 a, b) oder mehrere (Fig. 15 a) chromatische Körperchen in sich eingeschlossen hält. In manchen Fällen jedoch ist die Chromatinsubstanz durch sehr deutliche Kugeln repräsentiert, die ohne jeweilige Kernmembran frei in dem Protoplasma liegen können (Fig. 14). Diese Gebilde stimmen auffallend in jeder Hinsicht mit dem überein, was ich in meiner öfters schon citierten Arbeit über die Wasserbakterien beschrieben, und l. c. Taf. 3. 4. Fig. z. B. 53, 47 usw. abgebildet habe.

Es ist nicht unwahrscheinlich, daß diese ovalen Gebilde entweder von außen, vielleicht von dem anderen hypothetischen Wirte in den *Gammarus* hineingelangt sind, so daß dieselben den End-

punkt der einen sich außerhalb des *Gammarus* abspielenden Hälfte des Entwicklungscyklus, sowie gleichzeitig den Ausgangspunkt der Lebensperiode im *Gammarus* bilden. Es läßt sich zwar nicht direkt beweisen, jedoch aus gewissen Erscheinungen läßt sich ahnen, daß sich diese Gebilde allmählich in dem *Gammarus* zu einer regelmäßigen Stäbchenform umwandeln. Es bestehen folgende Gründe zu dieser Annahme:

Was erstens die Kernverhältnisse betrifft, so habe ich dieselben im vorher Gesagten ziemlich eingehend geschildert. Die Strukturverhältnisse des Kerns sind, die Teilungsvorstadien natürlich ausgenommen, in der Stäbchenform fast dieselben, wie die bei den eben zu besprechenden ovalen Stadien. Was jedoch am meisten auffällt, ist die Lage des Kerns, die streng centrale in der Stäbchenform, die excentrische bis randständige in der ovalen Form.

Die centrale Lage des Kerns in der Stäbchenform ist konstant und läßt keine Ausnahme gelten. Nicht so aber sind die Verhältnisse bei der anderen Form. Hier sehen wir den Kern einmal an der Spitze dicht am Rande der Zelle liegen, andere Male aber weit entfernt von demselben (Fig. 13 b, 12). Es scheint, als ob der Kern gegen die Mitte der Zelle wanderte, um hier endlich eine definitive Lagerung einzunehmen. Auf diese Weise ließen sich solche Zellen erklären, die im Vergleiche mit der regelmäßigen Stäbchenform viel kürzer, dagegen aber gleichzeitig auffallend breit sind — dabei aber, was die innere Anordnung der Zellbestandteile betrifft, mit der Stäbchenform fast ganz übereinstimmen (Fig. 12  $\beta$ ).

Was den Zeitpunkt betrifft, wann sich die Chromatinkugeln der ovalen Zellen mit einer Kernmembran umgeben, so muß darauf aufmerksam gemacht werden, daß derselbe recht unbestimmt ist. Denn wir begegnen einmal einer Kernmembran schon während der äußerst excentrischen Lagerung des Kerns am Rande der Zelle (Fig. 13 a, 15  $\alpha$ ), andere Male während der mittleren Lage zwischen dem Rande und der Mitte (Fig. 13 b), oder aber endlich erst während der centrischen Lage, wie es in der Fig. 1  $\epsilon$  veranschaulicht ist, denn das hier abgebildete Individuum kann ohne weiteres mit dem in Fig. 12  $\beta$  abgebildeten verglichen werden. Dasselbe gilt auch von der Zelle Fig. 1  $\beta$ .

Es ist nicht ohne jedes Interesse, auf welche Weise der aufangs randständige Kern weiter in das Innere der Zelle gelangt. Als Anfangsstadien sind solche zu bezeichnen, wo die ganze Zelle, eine Membran besitzend, aus einem sehr dünnen Protoplasmastreifen besteht, der sich an der Wandung hinzieht und in dem an einer etwas

dickeren Stelle an einem Pole der Kern liegt (Fig. 14). Den größten Teil des Zellinhaltes nimmt eine riesige Vakuole ein, die manchmal noch von einem sehr feinen Protoplastreifechen überbrückt werden kann (Fig. 15a). In dem weiteren Verlaufe bilden sich an beiden Polen mehrere Alveolen, die sich fortwährend vermehren (Fig. 13b), bis sie das ganze Innere der Zelle einnehmen (Fig. 14, 15b, 13a) und den ursprünglichen großen Binnenraum erfüllen. Und in diesem neugebildeten Protoplasma wandert der Kern weiter gegen die Mitte der Zelle hin (Fig. 12a, 13b).

Angenommen, daß also wirklich, wie aus dem eben Geschilderten sehr wahrscheinlich erscheint, aus diesen ovalen Formen die Stäbchen durch ziemlich einfache innere Prozesse und dann durch die Formveränderung entstehen, dann könnte man sich nicht wundern, daß auch die Stäbchen keineswegs alle gleich lang sind und dieselbe Form besitzen. Wir begegnen manchmal recht großen und mächtigen Exemplaren, manchmal wieder finden wir recht lange aber sehr dünne (Fig. 6a, d, 3d) Zellen. Manche besitzen genau parallele seitliche Wände, andere sind dagegen in der Mitte schwach verjüngt, daß sie eine leicht biskuitförmige Gestalt annehmen (Fig. 4a, 2γ usw.). Solche Formen, die JAHN in seinem Referat abgebildet, die in der Mitte stark eingeschnürt sind (Fig. 8), gehören zu den äußersten Seltenheiten, und es kommen solche in dem Verhältnis etwa 1/3000 vor.

Außer den bisher besprochenen zwei Formen kommt noch eine andere auch von VEJDOVSKÝ erkannte Form vor. Es sind die in einer Cyste steckenden gewöhnlich gebogenen, manchmal jedoch auch ziemlich geraden Stäbchen, die aber anfangs sehr kurz sind, um erst später zur normalen Länge emporzuwachsen. VEJDOVSKÝ nennt dieselben Keime, die encystiert sind, und zeichnet ihr Protoplasma als homogen, indem er annimmt, daß in diesem Stadium das Protoplasma „bisher nicht differenziert ist“. Ich habe auf der beiliegenden Tafel ziemlich zahlreiche Beispiele solcher Individuen durch die Fig. 9, 18—22 veranschaulicht.

Man sieht auf den ersten Blick, daß diese Gebilde dieselben Strukturverhältnisse aufweisen, wie die übrigen Formen. Wir begegnen hier einem normal gebauten Kerne, der auch hier eine deutliche Membran zu besitzen pflegt (Fig. 21, 19), ja manchmal ist auch das Centalkorn zu konstatieren (Fig. 19, das erste Stäbchen von rechter Seite). Das Protoplasma ist einmal peripherwärts an den Seiten um die Membran herum orientiert, in der Mitte, wo der Kern liegt, begegnen wir einem centralen Protoplasmaanteil (Fig. 20).

Beiderseits also vom Kerne befinden sich zwei große Vakuolen. Diese Vakuolen können manchmal durch mehr oder weniger zahlreiche Plasmabrücken auf mehrere Vakuolchen zerteilt werden (Fig. 19, 21). Nur selten finden wir eine sehr zarte wabige Struktur in diesen Stadien (Fig. 22, die hinteren drei, resp. vier Zellen).

Dieselben Verhältnisse herrschen auch bei den zuerst besprochenen Stäbchen. Bei diesen habe ich hauptsächlich dort, wo das centrale Protoplasma reich genug vorhanden ist, und wo die Differentiation des Farbstoffes ziemlich weit vorgeschritten ist, auch nicht selten eine ausgesprochen wabige Struktur beobachtet (Fig. 4δ). Auch in dem Protoplasma läßt sich sehr oft die wabige Struktur erblicken, ja dort, wo die Seitenvakuolen nicht vorkommen, kann sogar das ganze Stäbchen von zahlreichen Protoplasmaalveolen ausgefüllt sein (Fig. 3α). Sonst aber sind auch sehr zahlreich die einfachen Querbrücken vertreten und zwar in allen Formen und Modifikationen (Fig. 1).

Was speziell die encystierten Formen betrifft, so bin ich nicht imstande, etwas Näheres über ihre Bedeutung zu ermitteln. Daß es sich wirklich um encystierte Stäbchen handelt, und nicht etwa um Artefakte, die so entstanden sind, daß die Zellenmembran aufgequollen ist, dafür sprechen außer anderem auch die Querschnitte durch dieses Stadium, wo wir eine deutliche doppelte Konturierung des Ganzen sehen können (Fig. 9), was sich sehr auffallend von den Querschnitten der gewöhnlichen Stäbchen unterscheidet (Fig. 3ε).

Es sei mir noch erlanbt, über die in den Zellen aller Arten vorkommenden Körnelungen einiges zu bemerken. Ich habe bereits bei meinen weiter oben angeführten Beobachtungen an den symbiotischen Bazillen darauf aufmerksam gemacht, daß wir notwendigerweise mindestens zwei Arten von Körperchen unterscheiden müssen. Ich habe damals darauf hingewiesen, daß sich fast in allen Zellen zwei größere, tief gefärbte Körnchen befinden, die in dem Centralprotoplasma in gleichen Entfernungen vom Kerne, beiderseits desselben zu liegen kommen (l. c. Fig. 1 f, g, m, Fig. 6 a usw.) Diese Körnchen sind meistens also durch ihre Größe, regelmäßige Lage, sowie auch durch den Farbton charakterisiert und sind von anderen, unregelmäßig zerstreuten, winzigen Körnchen verschieden. Diese zweite Kategorie bin ich geneigt für die BABES-ERNST'schen metachromatischen Körperchen zu halten.

Bei dem *Bacterium gammari* sind ebenfalls zwei Gattungen von Körnelungen aneinander zu halten. Von dem Centalkorn kann an dieser Stelle keine Rede sein, da dasselbe eine dem Kern eigene

Organelle ist, die das dynamische Element der ganzen Zelle vorstellt. Es handelt sich nunmehr bloß um die in der übrigen Zelle zerstreuten Körnchen.

Die erste Kategorie sind diejenigen Körnchen, die im Protoplasma liegen, indem sie entweder an beiden Enden der Plasma-  
brücken nahe an der Körperwand gelegen sind (Fig. 1 $\alpha$ ,  $\mu$ ), oder an den Ecken der Wabenwände (Fig. 4 $\gamma$ ), oder sonst frei an beliebiger Stelle des peripheren sowie des polständigen Protoplasma (Fig. 1, 2, 4 usw.). Die Zahl derselben ist recht verschieden — sie kommen manchmal auch massenhaft in einzelnen Zellen vor (z. B. Fig. 1 $\epsilon$ ). Ihre Tinktion ist eine tiefschwarze, ihr Brechungsvermögen sehr gering.

Dagegen sind die Körperchen der anderen Art nie im Protoplasma gelagert, sondern sie befinden sich in den Vakuolen oder Waben, in jeder solchen gewöhnlich vereinzelt. In solchem Falle pflegen sie gewöhnlich die Mitte der Alveole einzunehmen (Fig. 7 $\alpha$ ,  $\xi$ ). Manchmal sind sie aber vermehrt, so daß sie in den Waben je zu zwei oder mehr vorkommen (Fig. 7 $\alpha$ ,  $\gamma$ ,  $\epsilon$ ). Diese Gebilde sind größer als die eben beschriebenen protoplasmatisch orientierten und erscheinen nie so schwarz, sondern dunkelbraun und stark lichtbrechend, so daß sie bei der Bewegung der Mikrometerschraube des Mikroskops als leuchtende Tropfen erscheinen und verschwinden.

Am auffallendsten sind sie, und zwar durch ihre ungeheurere Größe, bei den schon oben beschriebenen ovalen Formen, hauptsächlich bei solchen, die ich für jünger halte und die eine große Vakuole besitzen. In solchen Fällen nehmen sie als ziemlich große lichtbrechende Kugeln oder besser Tropfen die Mitte der Wabe ein und fallen gewöhnlich bei der Beobachtung mehr auf als die Kerne selbst (Fig. 13 a, b).

Was die Deutung beider Arten von Körnchen betrifft, so weisen die erwähnten Eigenschaften derselben darauf hin, daß es sich bei den ersten vielleicht um verdichtete Plasmapartikelchen handelt, die mit den sog. Mikrosomen zu vergleichen sind, bei den anderen aber um die Assimilationsprodukte. Für diese Ansichten sprechen folgende Umstände:

Die schwarzen kleinen Körnchen der ersten Kategorie liegen, wie erwähnt, immer in dem Protoplasma; wenn dieselben in solchen Zellen vorhanden sind, die nur zwei Vakuolen enthalten, ohne weitere Differenzierungen (in Querbrücken oder Waben) als das periphere und centrale Protoplasma zu zeigen, dann sind diese Körnchen am zahlreichsten vorhanden, und sitzen immer an dem der Vakuole zu-

gekehrten Rande des Protoplasma, also immer dort, wo die Brücken hervorwachsen müssen (Fig. 2δ). Auch die Orientierung in den mit komplizierteren Bauverhältnissen versehenen Zellen spricht dafür — und nicht in letzter Reihe auch der Umstand, daß diese Körperchen in den alveolar gebauten Zellen minder auffallend (Fig. 4γ) und weniger tief gefärbt sind, sowie daß sie in den Zellen, wo ein dichtes Wabenwerk erscheint, überhaupt nicht vorhanden sind (Fig. 12β).

Die anderen lichtbrechenden Körperchen werden dagegen in die Vakuolen ausgeschieden, sie sind groß, halbflüssig und erinnern lebhaft an verschiedenste Exkretionskörner in den exkretorischen Drüsenzellen der niederen Tiere.

Das eben Gesagte stellt nur eine Vermutung vor — etwas Sicheres läßt sich selbstverständlich vorderhand nicht sagen.

Ich habe schon früher betont, daß die Strukturen der Bakterien, die VELDŮVSKÝ und ich zu Gesicht bekommen haben, gewiß allen anderen Bakterienarten als eigen erscheinen werden — höchstens mit gewissen innererblichen Variationen. Ich habe deutliche Spuren von Kernen schon bei der Gelegenheit meiner Untersuchungen über die Symbionten der Küchenschaben bei den verschiedenen Bakterien gefunden — neuerdings ist es mir wieder gelungen, in zwei Sekreten während der Konjunktivaentzündung (bei zwei Personen) Bakterien mit deutlichen Kernen schon in mit Karbolfuchsin gefärbten und weiter differenzierten Ausstrichen zu finden. Ich werde hoffentlich noch einmal die Gelegenheit finden, auf diese Befunde von neuem einzugehen. Vorläufig will ich nur auf zwei Bakterienarten aufmerksam machen, die sich in Cysten zu Tausenden und Abertausenden beisammen in unserem *Gammarus zschokkei* befinden und hier und da auch frei in dem Körper desselben Krebses zu finden sind.

Diese beiden Arten sind sehr winzig — die erstere ist länger als die andere und besitzt zahlreiche Plasmabrücken, was bei der anderen Art nicht der Fall ist. Manche von diesen Stäbchen sind gebogen — alle aber besitzen in dem Mittelpunkt einen äußerst auffallenden tiefschwarzen Kern (Fig. 23).

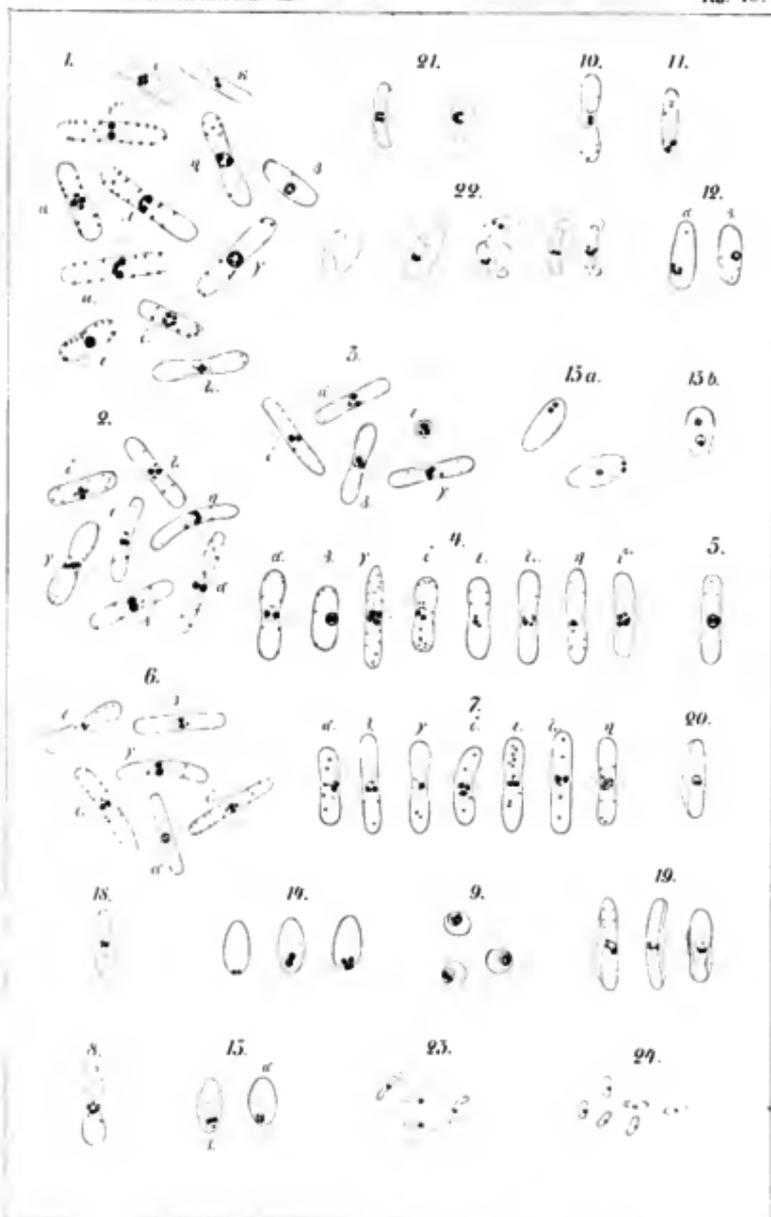
Die andere Art ist kürzer, besitzt keine inneren Plasmastrukturen (insofern man überhaupt die Strukturverhältnisse bei einem so winzigen Objekte zu überblicken imstande ist), dagegen aber eine deutliche polare Plasmaanhäufung („Polfärbung“) und einen wieder äußerst auffallend ausgeprägten Kern (Fig. 24).

Der Durchmesser des Kerns ist kleiner als die Breite der Zelle selbst — seine Lage ist dabei nicht eine centrale, sondern eine ex-

centrische, und zwar so, daß der Kern zwar in der Mitte der ganzen Länge des Stäbchens liegt, dabei aber zu einer Längsseite verschoben ist. Es sind dies dieselben Verhältnisse, wie ich sie schon für die in dem Darne der Küchenschabe lebenden Bazillen ermittelt habe. Auch dieser Umstand spricht für die Uniformität in dem Baue der Bakterien in einer sehr klaren Weise.

Die vorliegenden Abbildungen sind sämtlich mittels einer Zeiß-Apochrom.-Immers. 1:5 und Oc.-Comp. 8 verfertigt worden.

Prag, den 25. März 1906.



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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Archiv für Protistenkunde](#)

Jahr/Year: 1907

Band/Volume: [8 1907](#)

Autor(en)/Author(s): Menci Em.

Artikel/Article: [Nachträge zu den Strukturverhältnissen von](#)

Bacterium gammari Vejd. 259-280