

P.192
N° 4 B.

AVRIL

1913

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

DE CRACOVIE

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES

SÉRIE B: SCIENCES NATURELLES

ANZEIGER

DER

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

IN KRAKAU

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE

REIHE B: BIOLOGISCHE WISSENSCHAFTEN



CRACOVIE

IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ

1913



rcin.org.pl

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ÉTÉ FONDÉE EN 1873 PAR
S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE:
S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE.

VICE-PROTECTEUR: *Vacat.*

PRÉSIDENT: S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLESLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le Protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:

a) Classe de Philologie,

b) Classe d'Histoire et de Philosophie,

c) Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

Depuis 1885, l'Académie publie le «Bulletin International» qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. Le Bulletin publié par les Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie réunies, est consacré aux travaux de ces Classes. Le Bulletin publié par la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles paraît en deux séries. La première est consacrée aux travaux sur les Mathématiques, l'Astronomie, la Physique, la Chimie, la Minéralogie, la Géologie etc. La seconde série contient les travaux qui se rapportent aux Sciences Biologiques.

Publié par l'Académie
sous la direction de M. **Ladislav Kulczyński**,
Membre délégué de la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

21 maja 1913.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1913. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządem Józefa Filipowskiego.

T. opisthostomoides spec. nov. (Fig. 18). Zellen ohne Membran, 7 μ lang, 2 $\frac{1}{2}$ μ breit, am vorderen Ende drei gleich lange, gleich funktionierende Geißeln, etwas kürzer als die Zelle. Am unteren Teile eine starke Vertiefung, wahrscheinlich der Mundapparat. Plasma homogen, ohne Granulierung und Vakuolisierung, der Kern in lebender Zelle unsichtbar, der Körper nur in der Gegend der Vertiefung stärker, sonst schwach metabolisch. — Sehr selten; gefunden in der Wasserprobe der Kammer Suki.

Pleuromastix nov. gen.

P. vermiformis spec. nov. (Fig. 19). Zellen ohne Membran, stäbchenförmig, an einem Ende zugespitzt, am anderen abgerundet, 12 μ lang, 2 μ breit, in der Mitte der Zelle auf einer Seite kaum merklich konvex und auf der anderen leicht vertieft. Am abgerundeten Ende eine Geißel kürzer als der Körper; auf der seitlichen Erhabenheit entspringen aus einem Punkte zwei gleiche Geißeln, die etwas länger sind als die Endgeißel. Plasma homogen, ohne Vakuolisierung und Granulierung; selten treten stark lichtbrechende Körner auf (Öl?). Der Kern ist im lebenden Organismus unsichtbar; Metabolie nicht gesehen. Sehr selten; ließ sich aus gesättigtem Salzwasser aus der Kammer Zeling in 17 $\frac{1}{2}$ %-ige NaCl-Lösung überführen¹⁾.

IV. Über eine halophile Amöbe.

Im Salzwasser der Kammern Suki und Zeling treten ständig, besonders auf der Oberfläche in großer Menge, in gesättigter Salzlösung leicht kultivierbare Amöben, die wahrscheinlich mit der aus den Salinen von Cagliari bekannten *Amoeba salina* Hamb.²⁾ iden-

¹⁾ Was die Bewegung der Flagellaten anbetrifft, so beschreiben die Geißeln der *Amphimonas*-Arten einen Kegel von verschiedenem Durchmesser, wobei sie gerade gestreckt oder leicht gebogen sind. Bei den *Pleurostomum*-Arten schlagen die Geißeln hin und her mit schlängelnder Bewegung oder beschreiben einen Kegelmantel; dabei schaukelt die Zelle rechts und links. Bei *Pleuromastix* rudern die Geißeln an beiden Seiten des Körpers. Ein Hin- und Herschlagen der Geißeln findet man bei *Triflagellum*-Arten. Schleppegeißeln wurden bei keinem Wieliczkaer Flagellaten gefunden.

²⁾ C. Hamburger. Zur Kenntnis der *Dunaliella salina* und einer Amöbe aus Salinenwasser zu Cagliari. Archiv f. Protistenkunde. 1905. — Leider wird die Konzentration des Salzwassers nicht angegeben.

tisch sind. Die Exemplare aus Wieliczka messen 8–20 μ im Durchmesser, sind also doppelt so groß wie die italienischen, sonst aber morphologisch mit dieser Art identisch, so daß die Größendifferenz in diesem Falle nicht genügt, um sie als eine neue Art zu trennen. Sehr polymorph (Fig. 20), gewöhnlich kurz und dick, oft in einer Richtung ausgezogen, erinnert dann an *A. limax*. Pseudopodien von zweierlei Art, die einen klein, kurz, mit breiter Basis, an einem Ende abgerundet, die anderen dafür sehr zart, dünn, stark elongiert, bis 20 μ lang, ohne Färbung schwer bemerkbar. Diese zarten Pseudopodien finden sich nicht bei allen Exemplaren und treten in verschiedener Anzahl auf, entweder eines oder zwei oder recht viele, ganze Bündel bildend; besonders deutlich nach Fixierung mit Osmiumsäure und Färbung mit Delafield's Hämatoxylin, obwohl sie sich infolge ihrer Zartheit im Vergleich mit der Färbung des ganzen Amöbenkörpers verhältnismäßig schwach färben. Manche Exemplare der Amöben mit einem oder zwei Pseudopodien sehen wie Flagellaten aus, doch führen diese Pseudopodien niemals Schwimmbewegungen aus, so daß es keine Amöbe im Flagellatenstadium ist. Das Plasma der Amöbe ist dicht, ohne Differenzierung in Außen- und Innenplasma; sein Bau hängt vom physiologischen Zustand ab; Vakuolen sind in verschiedener Zahl vorhanden, können aber auch fehlen. Pulsierende Vakuolen fehlen, eine Erscheinung, welche man auch an *A. verrucosa* beobachtet hat, da bei dieser Art nach Übertragung aus Süßwasser in 3%-ige NaCl-Lösung die pulsierende Vakuole verschwand. (Zuelzer: Über den Einfluß des Meerwassers auf die kontraktile Vakuole. Sitzb. d. Ges. d. Naturfr. Berlin 1907).

Der in der lebenden Zelle unsichtbare Kern tritt deutlich nach der Färbung auf, das Karyosom ist stark färbbar; die Größe des Kernes hängt von der Größe der Amöbe ab. Nur bei absterbenden Exemplaren, namentlich bei langsamer Zuführung von Süßwasser in größerer Menge wird das ursprünglich dichte Plasma durchsichtig, und es erscheint auch ohne Färbung der vorher unsichtbare Kern.

Langsames Herabsetzen der Konzentration verträgt die Amöbe in gewissen Grenzen ziemlich gut. Die Konzentration reduzierte ich bis auf 16%-ige Lösungen für kurze Zeit (zirka 10 Stunden); bei weiterer Verminderung unter 16% nimmt die Zahl der Exemplare stark ab, doch fand ich vereinzelte Exemplare auch noch bei

12-iger Konzentration. Manche Exemplare bildeten, wahrscheinlich als Reaktion gegen die Süßwasserzufuhr, sehr zahlreiche, dicke (im Vergleich mit gewöhnlichen), bis $12\ \mu$ lange Pseudopodien und erinnerten durch ihr Aussehen an die *Radiosa*-Form.

Eine gründliche Untersuchung dieser aus vielen Gründen interessanten Amöbe wäre sehr wünschenswert.

V. Bakterien und Pilze.

Untersuchungen über die Wirkung des Kochsalzes als Fleischkonservierungsmittel und über dessen Einfluß auf die Entwicklung der Bakterien zeigten, daß verschiedene Bakterien nicht gleich auf die Anwesenheit von NaCl im Nährsubstrat reagieren.

Zahlreiche untersuchte pathogene und harmlose Bakterienarten vertragen verschiedene Konzentrationen von NaCl; einige degenerieren schon bei $2\frac{1}{2}\%$ NaCl, andere wachsen zwar bei 6% NaCl, aber schwach; bei 10% NaCl hören sie auf sich zu entwickeln, wieder andere entwickeln sich bis 15% NaCl. Eine Art wächst sogar bei 18% NaCl (*Microspira aestuarii*), den größten Gehalt an Kochsalz verträgt der von Lewandowski¹⁾ beschriebene Kokkus, welcher auf Agar bei 20% NaCl und auf Bouillon mit 25% NaCl gedieh. Nur wenige Bakterien gehören zu den halophilen Organismen; ohne NaCl im Substrat entwickeln sie sich nicht oder erreichen nicht die Fülle ihrer Lebensfunktionen²⁾; sie vertragen jedoch nur äußerst geringe Mengen von NaCl im Nährsubstrat³⁾.

Die Bakterien der Salzwässer in Wieliczka unterscheiden sich von allen übrigen bekannten Bakterien durch ihre Fähigkeit, in konzentrierten Kochsalzlösungen zu wachsen; sie vertragen ohne Schaden eine Konzentration, welche das Wachstum aller anderen Bakterien unmöglich macht. Kulturen auf festem Nährsubstrat mißlingen. Es wurden 58 Kulturen auf reiner, 10% -iger Gelatine, ferner auf solcher mit 1% Pepton und 1% Traubenzucker, auf mit NaCl gesättigtem $1\frac{1}{2}\%$ -igem Agar, auf mit Kochsalz gesättigtem

¹⁾ Lewandowski: Über das Wachstum von Bakterien in Salzlösungen von hoher Konzentration. Arch. f. Hyg. 1904.

²⁾ Molisch: Leuchtende Pflanzen.

³⁾ Sperlich: Über Salztoleranz bez. Halophylie von Bakterien der Luft, Erde und d. Wassers. Zentrbl. f. Bakt. II. Abt. 1912.

1½%-igem Agar mit 1% Pepton und 1% Traubenzucker ausgesät. Die Kulturen wurden bei Zimmertemperatur, im Thermostaten (bei 26° C.) im Licht und Dunkel gehalten, — nach drei Monaten fand ich aber kein Wachstum. Dafür gelangen Kulturen auf flüssigem Nährsubstrat, und zwar mit NaCl gesättigtem Leitungswasser, auf 1% iger, mit NaCl gesättigter Bouillon, auf 1%-igem, mit NaCl gesättigtem Pepton. Es waren im ganzen etwa 90 Kulturen. Impfungsversuche der Bakterien von flüssigen Nährsubstraten auf feste sind in keinem einzigen Falle gelungen.

Bacterium vesiculosum spec. nov. Findet sich in den Kammern Suki und Zeling als feiner Belag auf der Oberfläche des Salzwassers, tritt aber auch als Bodensatz auf. Es sind bläschenförmige Kolonien (Fig. 21) von verschiedener Größe, oft kugelförmig, gewöhnlich 40—70 μ im Durchmesser, seltener eiförmig, mehr oder weniger stark elongiert oder unförmig. Die elastische und dünne Wand der Kolonie wird von der Zoogloea dicker und kurzer Bakterien (von ½—⅓ μ Länge, ¼ μ Breite) gebildet, welche in Gallerte dicht eingebettet sind. Die Wand der Kolonie besteht nur aus einer Bakterienschicht. Das Innere derselben ist mit Salzwasser (ev. Luft) ausgefüllt. Die Bakterien färben sich intensiv mit wäßriger Genvianviolettlösung, während die Gallerte selbst ungefärbt bleibt. Gute Resultate gibt auch Fuchsinfärbung. In alten Kolonien zeigen sich Risse und Öffnungen, worauf die Kolonien zerfallen. Ich züchtete sie bloß auf gesättigten Salzwasserkulturen; auf festen und anderen flüssigen Nährsubstraten mit oder ohne NaCl gediehen die Kulturen nicht.

Diese aus vielen Gründen interessante Bakterie gehört zum morphologischen Typus, welchen bisher nur eine Bakterie repräsentiert, und zwar *Bacterium Bovista* Molisch¹⁾, welches aus den Triester Meerbusen bekannt ist und ähnlich gebaute Blaskolonien wie *B. vesiculosum* nob. bildet; die Wand des *B. Bovista* Molisch besteht jedoch aus Bakterien, welche Schwefel enthalten, es ist also eine Schwefelbakterie und lebt im Meerwasser, während *B. vesiculosum* nob. keine solche Schwefelbakterie ist und in gesättigten Kochsalzlösungen lebt. Es sind distinkte Arten, welche jedoch ein gemeinsames Merkmal haben, durch das sie sich von anderen bekannten Bakterien unterscheiden, nämlich die Eigentümlichkeit,

¹⁾ Molisch: Neue farblose Schwefelbakterien. Zentrbl. f. Bakt. II. Abt. 1912.

hohle Kugelkolonien zu bilden, deren Wände eine Bakterienzoo-
gloea ist.

Bacterium halophilum n. sp. (Fig. 14). Ein kleines, kurzes Stäb-
chen, $1-1\frac{1}{2} \mu$ lang, $\frac{1}{2} \mu$ breit, an beiden Enden abgerundet, oval;
in gesättigter Chlornatriumlösung leicht zu züchten. Es wächst nicht
auf Pepton-Glykose-Agar (1%) mit gesättigter Salzwasserlösung.
auf Agar mit gesättigter Salzwasserlösung, auf reiner Gelatine,
Bouillongelatine (1%), Peptongelatine (1%). Auf 1% -iger, mit NaCl
gesättigter Bouillon entwickelt es sich, aber langsamer, im Vergleich
mit anderen, z. B. mit *Bacterium salinum* nob. — In Salzwässern
der Kammer Suki und Zeling nicht selten, wegen seiner Kleinheit
leicht von anderen Arten zu unterscheiden.

Spirosoma halophilum n. sp. (Fig. 15). Stäbchen $1\frac{1}{2} \mu$ bis 3μ
lang, $\frac{1}{2} \mu$ breit, mehr oder weniger stark gekrümmt, bisweilen
S-förmig, leicht in gesättigter Salzwasserlösung zu züchten; kein
Wachstum, selbst nach einigen Monaten auf reiner Gelatine, auf
Agar mit gesättigter Salzwasserlösung, auf Bouillongelatine (1%)
und Peptongelatine (1%), auf mit Salzwasser gesättigtem Pepton-
Glykose-Agar (1%).

Bacterium salinum n. sp. (Fig. 16). Stäbchen $3-9 \mu$ lang, $\frac{9}{10} \mu$
breit. Wurde aus Salzwasser (Kammer Zeling) isoliert. Es wächst
gut auf 1% -iger, mit NaCl gesättigter Bouillon; in alten Kulturen
sammeln sich die Bakterien als charakteristischer rosaroter Nieder-
schlag am Boden oder auf der Oberfläche der Flüssigkeit, ohne Häut-
chenbildung und Trübung der Bouillon. Kein Wachstum bemerkt
man auf mit NaCl gesättigtem Pepton-Glykose-Agar (1%), auf rei-
ner Gelatine, auf Bouillon-Gelatine (1%), Pepton-Gelatine (1%) und
mit NaCl gesättigtem Agar.

Eine äußerst interessante Spezies, nicht nur vom physiologischen
Standpunkte wie andere saline Arten, sondern auch vom zytologi-
schen, da die Struktur der Zelle selbst bei schwacher Vergröße-
rung sichtbar ist.

Oospora salina n. sp. (Fig. 22).

In einer gesättigten Salzwasserprobe (entnommen aus der Kam-
mer Zeling), zu der 1% Glykose zugegeben wurde, zeigte sich am
Boden der Kultur ein sehr langsam wachsender Pilzflocken, der
sich nach mikroskopischer Untersuchung als eine *Oospora*-Art erwies.

Mycel hyalin, septiert, stark verzweigt, $3-5 \mu$ breit, mit kur-
zen, dünneren, gewöhnlich $\frac{1}{2} \mu$ breiten, nur ausnahmsweise ver-

zweigigen Konidienträgern. Konidienketten aus nach der Reife kugelförmigen, 3—6 μ breiten, hyalinen Sporen zusammengesetzt. Epispor dick, hyalin, kleinwarzig. Die terminale Spore ist die älteste in der Sporenkette.

Die Bestimmung des Pilzes bietet Schwierigkeiten wegen der ungenauen Systematik der Oosporeen, besonders der aus heterogenen Elementen bestehenden Gattung *Oospora*, welche Übergangsformen zu anderen Gattungen bildet. Zur Gattung *Monilia* läßt er sich nicht stellen wegen anders gebauter Konidienträger. Mit dem interessanten *Halobysus moniliformis* Zukal, der auch in gesättigter Kochsalzlösung¹⁾ gefunden wurde, läßt er sich wegen des Baues der Sporen und der Entstehung derselben nicht identifizieren. Analog zu manchen Arten der Gattung *Torula*, steht er den *Oospora*-Arten am nächsten; zu der letzteren Gattung gehören Arten, deren Konidien durch Zerfall der Fäden oidienartig entstehen, es gibt jedoch auch solche, die Sporenketten auf Konidienträgern bilden, und diesen steht *Oospora salina* nob. nahe.

VI. Schlußbemerkungen.

Zuletzt könnte man die Entscheidung der Frage versuchen, auf welche Weise sich die Herkunft dieser unterirdischen Lebewesen erklären läßt. In dieser Hinsicht sind zwei Möglichkeiten in Betracht zu ziehen: es könnten diese Lebewesen von der Erdoberfläche ständig eingeführt werden, oder aber sie gehören der unterirdischen, seit uralter Zeit in tieferen Erdschichten sich entwickelnden Welt an.

Seit dem Beginn der Ausbeutung der Bergwerke (zirka 8 Jahrhunderte) werden verschiedene oberirdische Mikroorganismen durch den Menschen selbst und durch die in den Bergwerken arbeitenden Pferde eingeführt. Vor allem aber können viele Mikroorganismen durch das Holz in die Bergwerke einwandern, denn in den Salzkammern befinden sich ganze Wälder als Holzgerüst.

¹⁾ Es gibt auch andere halophile Pilze, so z. B. 1) die sg. „Salzhefe“, von Wehmer (Zur Bakter. u. Chemie der Häringslake; Ztrblt. f. Bakt. 1897, 2. Abt.), in der Häringslake gefunden, die sich bei 15% NaCl entwickelt und dem Druck einer 24%-igen Kochsalzlösung widersteht; 2) *Saccharomyces* sp., von Peterson beschrieben (Exp. Untersuch. üb. d. Konservieren d. Fische u. des Fleisches mit Salzen; Arch. f. Hyg. 1900), vielleicht mit dem Wehmer'schen identisch, und die allbekannte *Torula epizoa*.

Wenn man die in den Bergwerken von Wieliczka befindlichen Organismen als durch den Menschen eingeführt betrachtet, so müßte man auch einen so hohen Grad der Anpassungsfähigkeit an starke Kochsalzlösungen annehmen, wie man ihn während der Laboratoriumsversuche nicht beobachten kann.

Es erscheint jedoch auch noch ein anderer Weg möglich, auf welchem vielleicht die Mikroorganismen in die Salinen einwandern. In das Innere der Erdrinde können oberirdische Mikroorganismen durch Wasseradern gekommen sein; bekanntlich beherbergen die unterirdischen Wasserströme ihre eigene Welt. Wenn die Wasseradern mit Salzablagerungen oder mit Salzwasseradern zusammentreffen, so steigert sich ihr Gehalt an Kochsalz. Die Süßwasserorganismen können sich an schwache Lösung leicht angepaßt haben, in langen Zeiträumen konnte der Salzgehalt des unterirdischen Wassers zunehmen und Hand in Hand damit der Anpassungsprozeß der Organismen in weit größeren Grenzen stattfinden, bis schließlich auch die konzentrierte Salzlösung nicht mehr schädlich wirkte. Andererseits erscheint es nicht unmöglich, daß auch oberirdische Salzwasserorganismen in die Tiefe gelangen und sich an Dunkelheit, bezw. an stärkere Konzentration anpassen. Ein Beweis für die Richtigkeit dieser Annahme bildet das Vorkommen der sardinischen *Amoeba salina* in den unterirdischen Salzwässern von Wieliczka.

Es erscheint nicht unmöglich, daß die subterranean, an die seltsamen Lebensbedingungen angepaßten Formen zum Teil auch in oberirdischen Salzwässern vorkommen. Es muß hier jedoch betont werden, daß, wenn dem auch so ist, das Auffinden einiger dieser Organismen auf der Erdoberfläche mit bedeutenden Schwierigkeiten verbunden sein dürfte.

Die Bakterien der gesättigten Salzwässer blieben bis jetzt unbekannt trotz der zahlreichen bakteriologischen Analysen der Luft, des Wassers, der Erde und anderer Substanzen; sie konnten bei dergleichen Untersuchungen — wenn auch vorhanden — nicht isoliert werden, da sie sich auf gewöhnlichen bakteriologischen Nährsubstanzen gar nicht und in gesättigter NaCl-Lösung nur sehr langsam entwickeln.

Die Flagellaten treten in den Salzwässern in Wieliczka in sehr geringer Anzahl auf; hätten sich neben ihnen andere, an Licht angepaßte, mit Chromatophoren versehene Organismen (z. B. *Chlamydo-*

monas Dünali) entwickelt und sie durch ihr massenhaftes Auftreten verdeckt, so wäre ihr Auffinden fast unmöglich.

Wir hoffen, durch weitere Untersuchungen diesen Fragen näher zu treten.

Herrn Prof. Dr Nowak danke ich verbindlichst für die Anfertigung der beigeschlossenen Bakterienmikrophotogramme und Hochwürden Herrn B. Strzeszewski für sein freundliches Entgegenkommen, von dem ich öfters Gebrauch machte.

Aus dem Laborat. d. Landwirt. Versuchsanstalt d. Jagell. Universität.

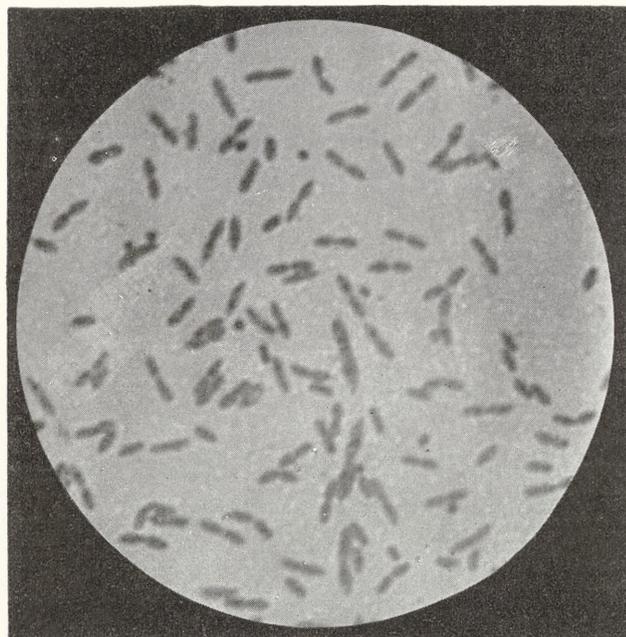
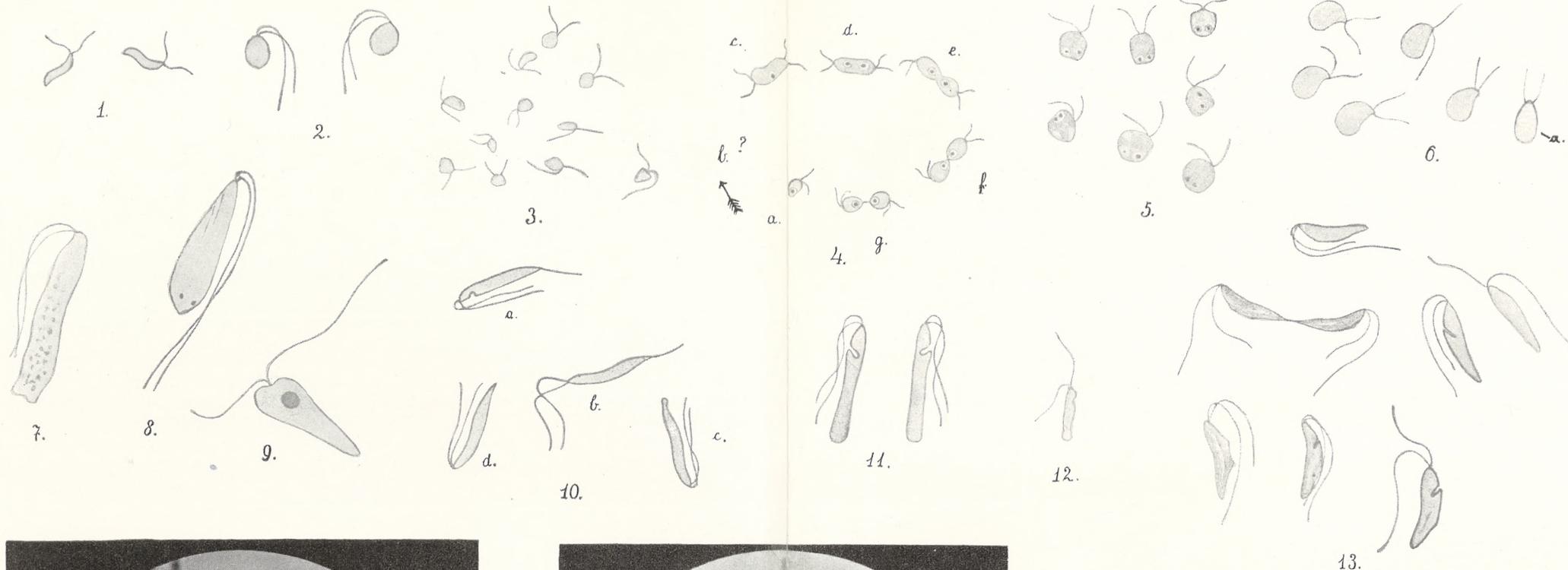
Erklärung der Tafeln XVI und XVII.

Tafel XVI.

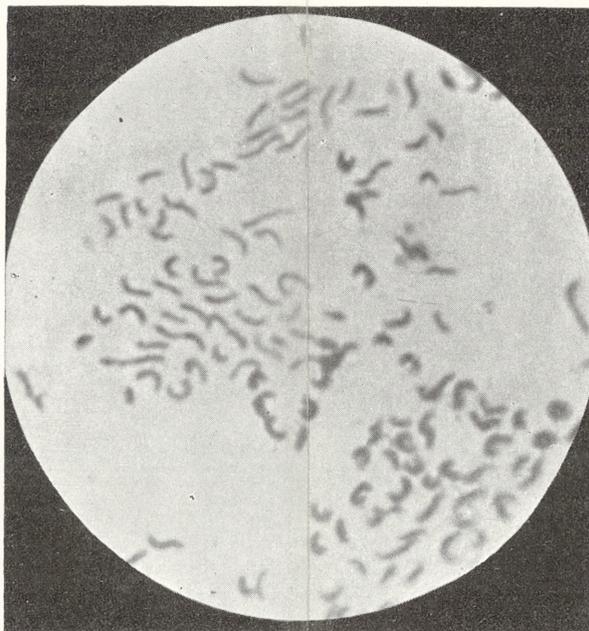
1. *Amphimonas ankyromonadides* (×980).
2. — *salinus* (×1000).
3. — *polymorphus* (×1000).
4. — — Entwicklungszyklus.
5. — *angulatus* (×1000).
6. — *rostratus* (×960) a: Seitenansicht.
7. — *metabolicus* (×1000).
8. — *ascormorphus* (×1000).
9. — *cuneatus* (×2000).
10. *Pleurostomum caudatum* (×1300).
11. — *salinum* (×1000).
12. — *parvulum* (×960).
13. — *gracile* (×1000).
14. *Bacterium vesiculosum*.
15. *Spirosoma halophilum*.
16. *Bacterium salinum*.

Tafel XVII.

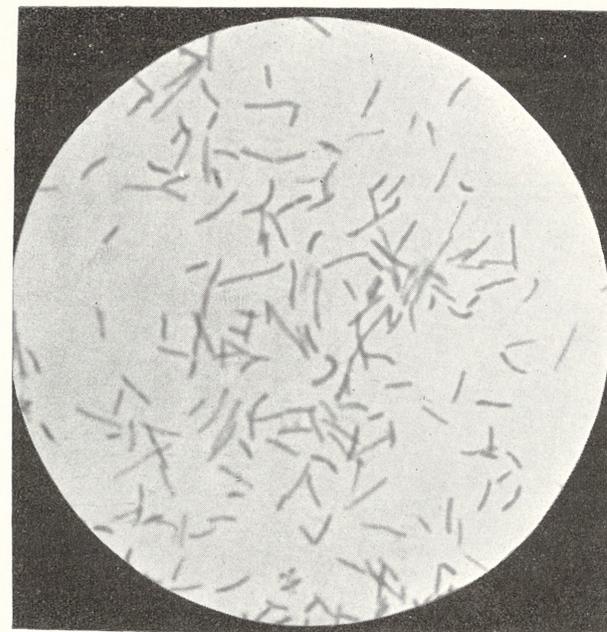
17. *Triflagellum salinum* (×1100).
 18. — *opisthostomoides* (×920).
 19. *Pleuromastix vermiformis* (×1000).
 20. *Amoeba salina* Hamb. (×1100).
 21. *Bacterium vesiculosum*.
 22. *Oospora salina*, Sporenketten; a: Spore, stärker vergrößert.
-



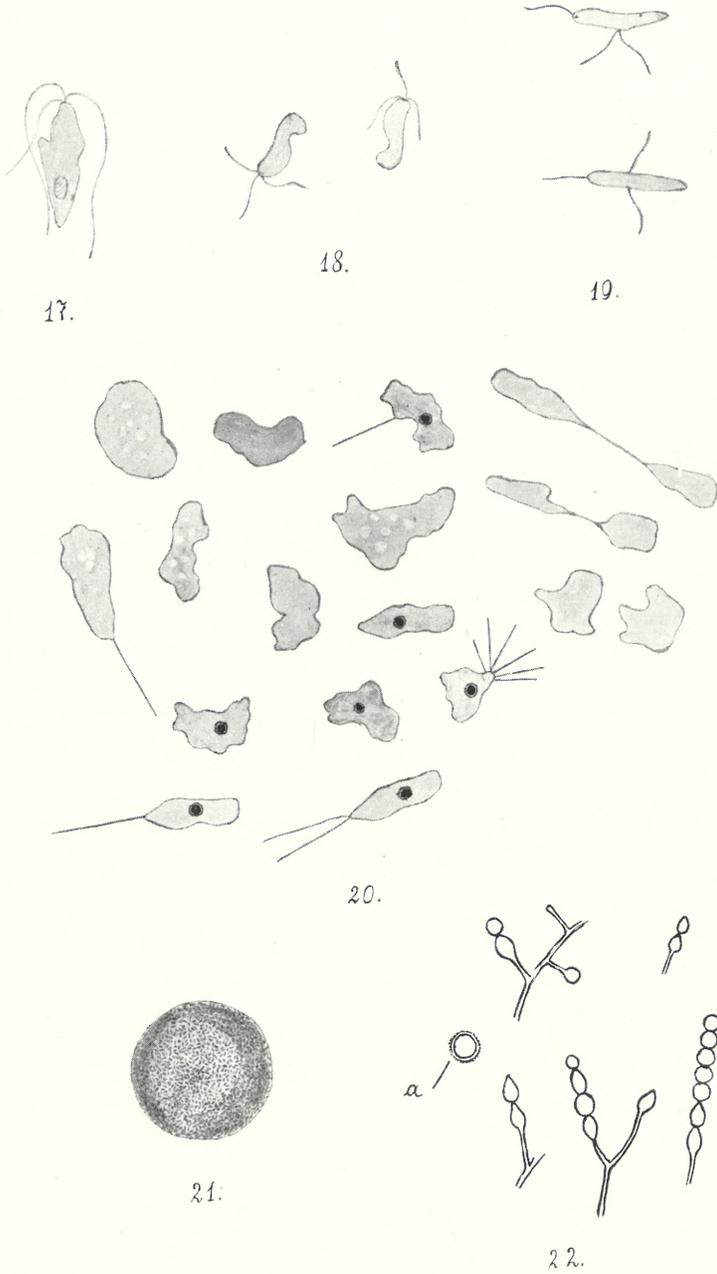
14.



15.



16.



B. Namysłowski.

O jądrach komórkowych bakteryj. — Die Zellkerne der Bakterien.

Mémoire

de M. A. PRAŻMOWSKI m. c.,

présenté dans la séance du 7 Avril 1913.

(Planche XVIII).

Es ist eine alte Erfahrungstatsache, daß man in der Erkenntnis der Naturerscheinungen nur schrittweise, öfters auf Umwegen oder nach Zurücklegung mancher Irrwege vorwärts kommt. Namentlich in den biologischen Wissenschaften stößt die Erkenntnis des wahren Sachverhaltes in den Lebenserscheinungen auf große Schwierigkeiten, da wir über das Wesen des Lebens und seine inneren Ursachen so gut wie gar nichts wissen. Es ist demnach kein Wunder, wenn die Existenz von Erscheinungen, die für Tausende und Hunderttausende von lebendigen Wesen zweifellos sichergestellt wurden, für andere lebendige Wesen, bei denen dies noch nicht gelang, schnurwegs geleugnet wird. Man will von einer *petitio principii* in diesen Fragen nichts hören, da solche Voraussetzungen in biologischen Disziplinen sich manchmal als irrig erwiesen haben, und man hält mit Vorliebe an den alten, eingewurzelten Ansichten fest.

Ein eklatantes Beispiel für dieses Festhalten an den alten geläufigen Anschauungen bietet die „Zellkernfrage“ bei den Bakterien. Solange man glaubte, daß nur höhere Pflanzen und Tiere Zellkerne besitzen und niedere Pflanzen derselben entbehren, war man berechtigt, auch Bakterien für kernlose Organismen zu halten. Als man aber bei Algen, Mycel- und Hefepilzen in unzweifelhafter Weise das Vorhandensein von Zellkernen festgestellt hatte, war es natürlich, daß man dieselben auch bei Bakterien vermutete und nachzuweisen suchte. In der Folge wurden vor etwa 25

Jahren nach dieser Richtung hin Untersuchungen in Angriff genommen, die mit der Zeit immer zahlreicher wurden und sich auf die verschiedensten Bakterienspezies erstreckten. Das Resultat aller dieser Untersuchungen brachte jedoch keine Entscheidung in der gestellten Frage; im Gegenteil vermehrte es nur die schon bestehenden Widersprüche und gab Veranlassung zu den wunderbarsten Anschauungen und Theorien über die Organisation und Struktur des Bakterienleibes. Während die einen (Migula, Alfred Fischer, Mühlischlegel, Ambroż u. a. m.) in den Bakterienzellen keine Gebilde entdecken konnten, die den Zellkernen höherer Pflanzen und Tiere an die Seite gestellt oder als deren Analoga gedeutet werden könnten, haben andere Forscher (Bütschli, Zettnow und deren Schüler, z. T. auch Schaudinn) gefunden, daß eigentlich der ganze Bakterienkörper aus Kernsubstanz bestehe und das Plasma entweder ganz fehlt oder zu einer dünnen Außenschicht reduziert sei. Im Gegensatz zu diesen Untersuchungsergebnissen haben zahlreiche Forscher (Schottelius, Wagner, Ernst, Nakauishi, Ružička, Rayman und Kruis, Mencl, Swellengrebel, Dobbels u. v. a.) im Zellinhalte der Bakterien bald Körner, bald stäbchenförmige Gebilde, bald spiralförmige Bänder und Streifen, bald andere stark lichtbrechende Körnchen und Tröpfchen gefunden, die nach ihrem färberischen Verhalten oder sonstigen Eigenschaften mit den Zellkernen der höheren Pflanzen identifiziert wurden. Es war augenscheinlich, daß die genannten Forscher die verschiedensten geformten Zellelemente mit den Zellkernen konfundierten, da es *a priori* ausgeschlossen war, daß Zellkerne selbst bei nahe verwandten Bakterienspezies so verschiedenartig in Gestalt, Anordnung und Verteilung im Zellinhalte vorkommen könnten. Das Verdienst, dieser Konfusion aller möglichen Zellelemente mit den Zellkernen ein Ende bereitet zu haben, gebührt unstreitig Arthur Meyer, welcher seit 1897 in einer Reihe eingehender und methodisch durchgearbeiteter Untersuchungen den Nachweis erbrachte, daß im Bakterienleibe verschiedene geformte ergastische Gebilde (Reservestoffe), wie Fett, Glykogen, Granulose (Iogen) und Eiweißstoffe (Volutin) vorkommen, und zeigte, wie man dieselben mikrochemisch nachweisen und bestimmen könne. Auch konnte Meyer auf Grund seiner mikrochemischen Methoden bei einigen Bakterien (*Bacillus asterosporus*, *tumescens*, *amylobacter*) färberisch nachweisen, daß im

Zellinhalte derselben kleine Körnchen einzeln oder in größerer Anzahl vorkommen, die weder Fett, nach Glykogen, Iogen oder Volutin sind, die auch in Sporenanlagen eintreten und in deren Inhalte umherwandern, und schloß daraus, daß diese Körnchen, welche auch mit bezug auf ihre Größe im richtigen Verhältnis zur Körpermasse der fraglichen Bakterien standen, höchstwahrscheinlich echte Zellkerne sind. Wir werden sehen, daß Arthur Meyer nicht weit von der Wahrheit entfernt war und nur deshalb zu Fehlschlüssen gelangte, weil er seine Untersuchungen fast ausschließlich auf totes Material mittelst färberischer Methoden und mikrochemischer Reaktionen beschränkte und lebendige Bakterien nur *en passant* untersuchte, weshalb er Zellkernbestandteile für echte Zellkerne und echte Zellkerne für „Sporenanlagen“ oder „Sporenvakuolen“ erklärte.

Ich beschränke mich auf diese kurze Zusammenfassung der einschlägigen Forschungen über die Zellkerne der Bakterien bis Ende des Jahres 1911 und verweise im übrigen auf die umfassenden und kritischen Darstellungen der diesbezüglichen Forschungen bei Migula (1) bis zum Jahre 1903 und bei Arthur Meyer (2) bis Ende 1911. Anfangs Dezember 1911 habe ich in einer vorläufigen Mitteilung (3) und anfangs März 1912 in einer größeren Publikation (4) der Akademie der Wissenschaften in Krakau die Ergebnisse meiner morphologischen und zytologischen Untersuchungen über *Azotobacter chroococcum* Beijer. vorgelegt und in diesen Publikationen den Nachweis erbracht, daß *Azotobacter* echte Zellkerne besitzt, die sich durch Teilungen vermehren und sich an sämtlichen Prozessen des Zellebens beteiligen, insbesondere auch Zellteilung und Ausbildung der Querwände veranlassen und im Fruktifikationsstadium besonderen Metamorphosen unterliegen. — Metamorphosen, welche mit den morphologischen und physiologischen Veränderungen, die die Zelle selbst in diesem Stadium erleidet, im engsten Zusammenhang stehen. Es ist mir auch geglückt, den Nachweis zu führen, daß Zellkerne im Leben des *Azotobacter* noch eine andere sehr wichtige Rolle spielen, indem dieselben unter Bedingungen, welche das Einzelleben bedrohen oder gar vernichten, entweder nach außen ausgestoßen werden und unter Umständen zu Anfangsgliedern neuer Generationen (sogenannter Mikroformen oder Regenerationsformen) werden können oder auch im Innern der absterbenden Mutterzellen neue Generationen erzeugen.

Die Entdeckung der Zellkerne beim *Azotobacter* und die Erkenntnis, daß dieselben Träger und Vermittler der wichtigsten Prozesse des Zellebens sind, veranlaßte mich selbstverständlich zu untersuchen, ob auch andere Bakterien Zellkerne besitzen und wie dieselben beschaffen sind. Ich fand auch bei Anwendung der gleichen Methoden, deren ich mich beim Studium des *Azotobacter* bediente, bei sämtlichen Bakterien, die ich in Rein- oder in Mischkulturen beobachtete, im lebendigen und gefärbten Zustande Gebilde von derselben Form und Struktur, die ich beim *Azotobacter* als Zellkerne erkannt habe. Dieses Ergebnis veranlaßte mich bei einer Reihe von morphologischen und physiologischen Untersuchungen, die ich nach Abschluß meiner *Azotobacter*-Studien über zahlreiche, zu den verschiedensten Gattungen und Familien gehörende Bakterien unternommen habe, den Zellkernen dieser Bakterien besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden. Über die fraglichen morphologischen und physiologischen Arbeiten, die zum Teil schon abgeschlossen, zum anderen Teil noch im Gang sind, soll später in einer Reihe von Aufsätzen Bericht erstattet werden. An dieser Stelle will ich in möglichst gedrängter Form nur diejenigen Ergebnisse zusammenfassen, welche sich auf das Vorkommen der Zellkerne, deren Struktur und deren Metamorphosen im Entwicklungszyklus der untersuchten Bakterien beziehen.

Die Zellkerne der Bakterien sind regelmäßige, nie fehlende Bestandteile des Bakterienleibes. Es kann ja auch nicht anders sein, weil sie wesentliche und unentbehrliche Organe des Zellebens sind, sämtliche Lebensprozesse der Zelle zu beherrschen scheinen und insbesondere die vegetative und fruktifikative Vermehrung der Zellen veranlassen und auslösen. Sie sind je nach dem Alter und Entwicklungszustand der Zellen in jungen Keimstäbchen in der Einzahl, in ausgewachsenen Zellen und kurz vor deren Teilung in der Mehrzahl vorhanden. Unter normalen Bedingungen und in kräftig wachsenden Kulturen scheint ihre Zahl nicht über sechs oder acht hinauszugehen, wenn man die ausgewachsene und im Teilungsstadium befindliche Zelle noch als Einzelzelle betrachtet und die etwa sich teilenden Zellkerne doppelt zählt. Unterbleibt, wie das oft in jungen und kräftig ernährten Kulturen der Fall ist, die Anlage und Ausbildung der Querwände, so reduziert sich in solchen zu unsegmentierten Fäden ausgewachsenen Zellen ihre Zahl bis auf wenige in größeren Abständen voneinander entfernte Zellkerne und

steigert sich mit dem Beginn der Zellteilungen und Anlage der Querwände, um mit Erreichung der normalen Länge der Fadenglieder ihre Höchstzahl wieder zu erreichen. Auch in natürlich abgestorbenen Zellen sind sie einzeln oder zu zweien, selten in Mehrzahl zu finden, soweit sie nicht vor dem Absterben aus der Zelle ausgestoßen wurden, was bei vielen Bakterien sehr oft,—ich möchte sagen—regelmäßig stattfindet. Bei involutiven und degenerativen Formen, die unter ungünstigen, aber nicht rasch abtötenden Bedingungen ihr Leben fristen, reagiert die Zelle anfangs durch Vermehrung ihrer Zellkerne, die dann verschiedene Metamorphosen erleiden, in größere und kleinere Körnchen zerfallen und schließlich unter fettartiger Degeneration als stark glänzende Tröpfchen im Zellinhalte erscheinen.

Normale Zellkerne sind bei sämtlichen Bakterien, die ich untersucht habe, von gleicher Form und Struktur und stimmen auch in ihren sonstigen Merkmalen und Metamorphosen, die sie zeitlebens erleiden, vollkommen miteinander überein. Sie erscheinen je nach ihrer Lage in der Zelle und je nach ihrem Entwicklungszustand in lebenden Zellen bald als stark glänzende, brillantene, bald als dunkle, der Zellwand dicht angeschmiegte Körnchen, bald als helle Vakuolen von verschiedener Größe mit einem brillantenen Körnchen oder Klümpchen in der Mitte. Unzweifelhaft wurden sie von zahlreichen Forschern gesehen und mußten gesehen werden, da sie ein nie fehlender Bestandteil lebender, wachsender und sich teilender Bakterienzellen sind und in bestimmten Phasen ihrer Entwicklung eine bedeutende Größe erlangen, so daß sie dann die Hälfte des Zelllumens oder noch mehr ausfüllen; sie wurden aber entweder mit dem nichtssagenden Namen „Polkörner“ bezeichnet, oder als Zellsaftvakuolen mit Granulis oder schließlich als „Sporenvakuolen“ oder „Sporenanlagen“ gedeutet. Sie bestehen aus einem Klümpchen fein granulierter, stark lichtbrechender Chromatinsubstanz, welches stets gegen die Zellmembran orientiert ist und derselben dicht anliegt (Textfigur 1 *a-d*) und aus einer der Masse nach stark überwiegenden körnchenfreien, hyalinen und schwach lichtbrechenden Grundsubstanz, die nach außen von einer dünnen, nicht immer sichtbaren Hautschicht vom Zytoplasma abgegrenzt ist. Das Zytoplasma ist an der gegen das Zelllumen liegenden Seite der Zellkerne stets in größeren und dichteren Massen angesammelt und bildet hier einen dichten, stärker lichtbrechenden Mantel (Fig. 1 *a* und *d kpl*), welcher die

Zellkerne ganz verdeckt, wenn dieselben an der unteren Fläche der Zelle oder schief seitlich liegen; es läßt nur, wenigstens im vegetativen Lebensstadium der Bakterienzelle, diejenige Stelle und deren Umgebung frei, wo das Chromatinkörnchen liegt. Deshalb sieht man die Zellkerne in Bakterienzellen am besten und schönsten dann, wenn bei zentraler Lage des Kerns die Zelle mit der plasmafreien Zone desselben sich dem Beobachter zuwendet (Fig. 1 *b*); liegen die Zellkerne an den Polen, so sind sie in ihrer wahren Form und Struktur nur dann gut sichtbar, wenn bei stäbchenförmigen Zellen das Stäbchen sich horizontal in der Ebene des

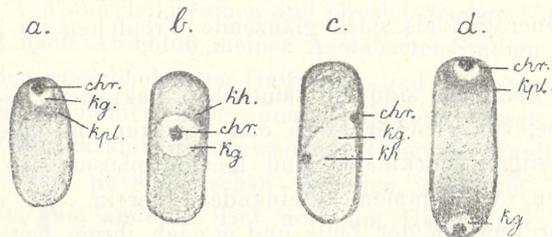


Fig. 1. Schematische Darstellung des Zellkerns, seiner Lagerung und seiner Teilungen in einer jungen Bakterienzelle. In *a* polar gelegener Zellkern; in *b* derselbe in die Mitte der Zelle vorgerückt; in *c* derselbe in Teilung begriffen; in *d* die beiden Tochterkerne nach den Polen zurückgewandert. *chr.* Chromatinkörner, *kg.* Kerngrundsubstanz, *kh.* Kernhautschicht, *kpl.* das um die Zellkerne angehäufte Zytoplasma.

Gesichtsfeldes stellt und die Achse des Zellkerns resp. der Zellkerne mit der Längsachse des Stäbchens zusammenfällt (Fig. 1 *a, d*).

Die Zellkerne werden von dem umhüllenden Plasmamantel augenscheinlich ernährt: sie wachsen, vergrößern ihre Masse und bereiten sich so zu ihren Teilungen vor. Die Teilungen der Zellkerne erfolgen bei allen beobachteten Bakterien genau in derselben Weise, wie ich dies für *Azotobacter chroococcum* beschrieben habe (4, S. 154 u. ff.). Zuerst streckt sich das Chromatinkügelchen in die Länge und wird stäbchenförmig; dann erscheint in der Mitte des Chromatinstäbchens eine Einschnürung und die beiden Hälften rücken voneinander und runden sich ab, wobei sie manchmal noch eine Zeitlang durch einen dünnen, mattglänzenden Faden (Chromatinfaden oder Plasmafaden?) zusammengehalten werden. Diesem Auseinanderrücken der beiden Chromatinkügelchen folgt bald auch die Grundsubstanz des Kerns, welche nun tonnenförmig wird und sich

immer mehr in die Länge zieht. Sehr schön kann man diesen Vorgang bei größeren Stäbchenformen, z. B. *Bacillus tumescens*, wenn die in Teilung begriffenen Zellkerne mit ihren Chromatinkörnchen der Seitenwand anliegen, zuweilen beobachten. Bei ununterbrochener Beobachtung solcher in Teilung befindlicher Zellkerne gewann ich manchmal den Eindruck, als wenn in dem schmalen und hellen Streifen, welchen alsdann die Kerngrundsubstanz zwischen der äußeren Membran und der inneren Plasmahülle des Stäbchens bildet, in der Mitte eine seichte Einschnürung bemerkbar wäre, in welche das Plasma sofort eindringt (Taf. XVIII, Fig. 2 B, f, die obere Zelle); dies würde dafür sprechen, daß sich die Grundsubstanz des Kernes in ähnlicher Weise amitotisch teilt wie die Chromatinkörperchen; den Vorgang der Teilung von Grundsubstanz bis zur Lostrennung der beiden Tochterkerne habe ich jedoch nicht beobachtet.

Die Teilung der Zellkerne geht namentlich in jungen und kräftig ernährten Kulturen sehr energisch vor sich. Fixiert man ein junges und ruhendes Keimstäbchen, dessen Kern in der Regel vollständig ist (Textfigur 1a) und beobachtet es ununterbrochen, so sieht man alsbald den Kern gegen die Mitte der Zelle wandern und eine zentrale Lage einnehmen (Fig. 1b). Er ist dann bedeutend größer, als er am Pole war, und zeigt bald die für den Teilungsvorgang charakteristische Tonnenform (Fig. 1c); manchmal ist er schon einige Minuten später in zwei Tochterkerne gespalten, zwischen denen sich sofort dichteres Plasma ansammelt und eine Plasmabrücke bildet. Kurz darauf fangen die Tochterkerne an sich zu strecken und Tonnengestalt anzunehmen, um etwa nach einiger Zeit von neuem in je zwei Tochterkerne zu zerfallen, von denen je einer zu den Polen zurückwandert, die beiden anderen in der Mitte der Zelle verbleiben und sich an der Anlage und Ausbildung der Querwand beteiligen. Die Querwand wird immer zwischen diesen zwei in der Mitte verbleibenden Zellkernen angelegt und scheinen die Chromatinkörperchen bei der ersten Anlage der Membran ausschlaggebend zu sein. In den meisten Fällen geschieht dies in der Weise, daß die beiden Kerne näher aneinanderrücken und das zwischen ihnen angehäufte Plasma zu einer schmalen und dichten Scheibe zusammendrücken. Nun teilen sich die Kerne und strecken sich so weit in die Länge, daß sie das ganze Lumen der Zelle quer durchziehen und ihre Chromatinkörnchen an den gegenüberliegen-

den Seiten der Zellmembran zu liegen kommen. Gewöhnlich legen sich die beiden Kerne so aneinander, daß ihre Chromatinkörnchen paarweise an den Seitenwänden der Membran zu sehen sind (Taf. XVIII, Fig. 1 *B, a*, Fig. 5 *C, f*); in diesem Falle erfolgt die Anlage der Querwand in der Mittellamelle zwischen den Chromatinkörperchen. In anderen Fällen beobachtete ich nur einen in Teilung begriffenen Zellkern, welcher quer in der Teilungsebene der Zelle ausgespannt war, und konnte nichts entdecken, was auf die Gegenwart eines zweiten Zellkernes in dieser Zone schließen ließe (Taf. XVIII, Fig. 1 *A, c*, dritte Zelle). Ob es in diesen Fällen in der Zone des quer ausgespannten Zellkerns zur Bildung der Trennungswand kommt, muß ich unentschieden lassen, halte es aber nicht für wahrscheinlich. Die Kleinheit des Objekts und verschiedene vom Beobachter unabhängige und nicht kontrollierbare Umstände verhindern es, alle diese subtilen Details der Struktur sicher zu erkennen. An lebendigem Material sind diese Details sehr schwer zu studieren, da auch unbewegliche Bakterien, während sie wachsen und sich strecken, schwache Bewegungen ausführen und ihre Lage öfters ändern; an gefärbten Präparaten ist dies um so weniger möglich, als man nicht immer beurteilen kann, welches Entwicklungsstadium man vor sich hat, und noch weniger, welches Bild das nächste Stadium bieten würde. Alle meine an lebendem Material ausgeführten Beobachtungen stellten nur die eine Tatsache fest, daß an der Anlage der Querwand stets zwei Zellkerne beteiligt sind und die Querwand in der zwischen diesen Zellkernen liegenden Plasmabrücke entsteht. Dagegen muß ich es vorläufig unentschieden lassen, ob sich die beiden Zellkerne vor der Anlage der Querwand stets noch einmal teilen und die oben beschriebenen Teilungsfiguren mit vier seitenständigen Chromatinkörnchen bilden, oder auch ohne vorhergehende Teilungen die Anlage der Querwand veranlassen.

Die im vorigen kurz skizzierten Erscheinungen bezüglich der Form, Struktur, Verteilung und des Anteils der Zellkerne an den Wachstums- und Teilungsprozessen der Bakterienzelle beziehen sich sämtlich auf das vegetative Entwicklungsstadium. Geht die Bakterienzelle in das fruktifikative Lebensstadium über, was in der Regel, aber nicht immer, auch durch Veränderungen in der äußeren Form der Zelle angezeigt wird, so treten andere Strukturen und andere Erscheinungen an den Zellkernen zutage. In diesem Stadium zeigen die Zellkerne äußerlich ein recht verschiedenes Verhalten je nach

der Art der Fruktifikationsformen, bezw. Ruhezustände, welche gebildet werden. Auch in diesem und erst recht in diesem Entwicklungsstadium tritt die hohe Bedeutung der Zellkerne für das Leben der Bakterien klar und unzweifelhaft zum Ausdruck. Im allgemeinen kann gesagt werden, daß der Anteil der Zellkerne an der Ausbildung der fruktifikativen Formen bei sämtlichen Bakterien, welche überhaupt solche Formen erzeugen, im Grunde genommen, der gleiche ist; doch sind die äußeren Erscheinungen dieses Umwandlungsprozesses und das Endresultat desselben: die erzeugten Ruhe-, bezw. Dauerzustände verschieden, je nachdem die betreffende Bakterienspezies Endosporen oder andere Fruktifikationsformen ausbildet. Aus diesem Grunde halte ich es für zweckmäßig, auf diese Erscheinungen erst im speziellen Teile bei der Schilderung des Entwicklungsganges der einzelnen Bakterienarten einzugehen.

An dieser Stelle mag noch mit einigen Worten auf die chemische Konstitution und sonstige Eigenschaften der Bakterienzellkerne eingegangen werden. Wie gesagt, sind die Zellkerne der Bakterien aus einem Klümpchen Chromatinsubstanz und aus einer dasselbe umhüllenden Grundsubstanz, die nach außen gegen den Protoplasten durch eine Hautschicht abgegrenzt ist, zusammengesetzt. Das Chromatin der Zellkerne ist im lebenden Zustande stark lichtbrechend und scheint aus winzigen, kleinsten und aller kleinsten Teilchen oder Körnchen zu bestehen, wie man dies bei größeren Bakterienformen im Teilungsstadium der Zellkerne oder bei Auflösung der Chromatinklümpchen während gewisser Entwicklungszustände, direkt und erkennbar beobachten kann. Diese allerfeinsten Chromatinkörnchen werden, wie es scheint, durch dieselbe Substanz, welche die Hauptmasse des Zellkernes bildet und welche ich „Kerngrundsubstanz“ genannt habe, zusammengehalten. Werden unter ungünstigen Lebensbedingungen, welche zwar das Leben bedrohen, aber nicht direkt abtötend wirken, Chromatinklümpchen der Zellkerne nach außen ausgestoßen, so behalten sie ihren starken Lichtglanz und können, wie ich das zuerst beim *Azotobacter* beobachtete, wachsen, sich durch Teilungen vermehren und zu winzigen neuen Organismen (den sogen. Mikroformen) heranwachsen, um mit Eintritt günstiger Lebensverhältnisse die normale Form und Größe des Organismus zu erlangen. Findet jedoch die Ausstoßung der Chromatinklümpchen unter Einfluß von Faktoren, welche di-

rekt, wenn auch langsam abtötend wirken, wie dies der Fall ist, wenn man zu lebendigen und kräftigen Kulturen irgend eine verdünnte Farblösung zusetzt, dann quellen die ausgestoßenen chromatischen Kernelemente stark an, vergrößern ihr Volumen, verlieren ihren Lichtglanz und färben sich erst nach Absterben, oft erst nach Stunden, indem sie gleichzeitig zu ihrer ursprünglichen Größe zusammenschrumpfen. Diese Erscheinungen, welche man bei solchen Bakterien, die ihre chromatischen Kernelemente leicht nach außen abstoßen (wie *Azotobacter*, *Bacillus tumescens* u. a.) beliebig oft beobachten kann, scheinen auch für die Annahme zu sprechen, daß die Kerngrundsubstanz nicht nur die chromatischen Körnchen nach außen umhüllt, sondern auch zwischen denselben eingelagert ist und sie zusammenhält. Über die Kerngrundsubstanz kann ich vorläufig nur wenig mitteilen, da mikrochemische Untersuchungen, die ich zur Zeit anstellen konnte, mir noch keinen Aufschluß über ihre Natur und chemische Konstitution gegeben haben. Sie ist Reagenzien und Farbstoffen gegenüber sehr widerstandsfähig; nur stark konzentrierte Lösungen von Jodjodkalium und Anilinfarbstoffen scheinen dieselbe zu färben, dann ist aber der übrige Inhalt der Bakterienzelle so überfärbt und die Zelle selbst so stark deformiert, daß man eigentlich nicht viel sehen und noch weniger das Gesehene sicher beurteilen kann; in schwachen Lösungen bleibt sie selbst nach mehreren Stunden und ganzen Tagen ungefärbt. Im Fruktifikationsstadium der Zelle, wo die Zellkerne tiefgreifende Umwandlungen erleiden, färbt sie sich schnell und gleichzeitig mit dem übrigen Zellinhalte, doch wird dies durch andere Ursachen bedingt, worüber im speziellen Teil berichtet werden soll. Irgend welche Einschlüsse körniger oder sonstiger Natur konnten in ihr außer dem zentralen Chromatinkügelchen weder im lebenden, noch im gefärbten Zustande beobachtet werden. Ob sie aus dem ebenfalls schwer färbbaren Linin oder aus Hyaloplasma besteht, muß ich vorläufig dahingestellt sein lassen; auf Grund von Beobachtungen, die ich am lebenden Material in den verschiedenen Entwicklungsphasen der Zellkerne gemacht habe, glaube ich schließen zu dürfen, daß die Kerngrundsubstanz den eiweißartigen Substanzen nicht ferne steht, jedenfalls aber plasmatische Elemente mit enthält.

Man wird wohl und mit Recht fragen, welcher Methoden und sonstiger Hilfsmittel ich mich bedient habe, um in Bakterienlei-

bern nicht nur Zellkerne und deren Strukturen, sondern auch deren Umwandlungen wahrzunehmen, obgleich so viele und hervorragende Forscher ein Vierteljahrhundert lang vergebens nach ihnen gefahndet haben. Meine Untersuchungsmethoden waren sehr einfach und, wie ich glaube, der Natur dieser subtilen Organismen möglichst angepaßt. In erster Linie suchte ich die Struktur der Bakterienzellen am lebenden Material zu erforschen und dazu sind gute Objektive und Okulare neben günstigen Beleuchtungsverhältnissen erforderlich. Anfangs benutzte ich Zeiss' Apochromatimmersion von 2 mm Brennweite und 1·3 mm num. Apertur, später fast ausschließlich eine solche von 2 mm Brennweite und 1·4 mm numer. Apertur, bei besonders großen Bakterien auch die Apochromatimmersion 3/1·4. Diese beiden Objektivsysteme, die sich durch eine vollkommene Vereinigung der von einem Punkte ausgehenden Strahlen und in der Folge durch ein vollkommenes Definitionsvermögen bei starker Helligkeit des Gesichtsfeldes auszeichnen, haben sich bei diesen Untersuchungen am besten bewährt. Allein auch mit diesen Systemen und bei günstigsten Beleuchtungsbedingungen ist nicht viel zu erreichen, wenn die zu untersuchenden Bakterien sich in einem der Beobachtung ungünstigen Zustände befinden. Nur zu oft erscheinen die Bakterien als ganz homogene, mattglänzende Körper, an denen nur die Umrisse und die äußere Form und vom Inhalte kaum irgend welche dunklere Schatten oder undefinierbare Körnchen oder auch nichts zu sehen ist. Dieser für die Beobachtung ungünstige Zustand kann in sämtlichen angelegten Kulturen in Erscheinung treten und stunden- oder tagelang dauern, er kann aber jederzeit, nach wenigen Stunden oder selbst Viertelstunden in einen für die Beobachtung sehr günstigen Zustand umschlagen. Dann schwindet der matte Lichtglanz der Zellen, ihre Umrisse werden scharf und deutlich, der Körper wird durchscheinend, man möchte sagen, durchsichtig und sämtliche Bestandteile der Zelle: die äußere Membran, die dichteren und weniger dichten Plasmaanhäufungen im Innern, die Vakuolen und insbesondere die Zellkerne treten mit großer Schärfe und Deutlichkeit zum Vorschein. In der Regel vollzieht sich dieser Umschlag in sämtlichen Zellen der beobachteten Tropfenkultur, seltener erstreckt er sich nur auf einzelne Stellen derselben. Man kann dann bequem die am günstigsten gelegenen Zellen und unter diesen diejenigen auswählen und fixieren, deren Struktureinzelheiten am schärfsten

hervortreten; das einzig störende in der ununterbrochenen Beobachtung liegt in dem Umstande, daß die fixierten Zellen, wenn sie einer beweglichen Art angehören, nur zu oft in den Schwärmerzustand übergehen und davoneilen oder bei unbeweglichen Arten infolge der Wachstums- und Teilungsvorgänge ihre Lage verändern.

Die am lebenden Material beobachteten Strukturen und deren Veränderungen wurden alsdann mittels Färbungsmethoden weiter geprüft und kontrolliert. In den meisten Fällen gebrauchte ich zu Färbungen dasselbe Material, welches ich lebend in Tropfenkulturen herangezüchtet hatte, oder, wenn das Material einer gewöhnlichen Kultur entstammte, es früher lebend direkt unter dem Deckglas beobachtete. Anfangs bediente ich mich der in der heutigen Bakteriologie allgemein verwendeten Farbstoffe und Färbungsmethoden, verwarf aber dieselben, als ich mich überzeugt hatte, daß die an lebenden Bakterien beobachteten Strukturen durch diese Farbstoffe und Methoden mehr oder weniger verändert, ja sogar öfters bis zur Unkenntlichkeit verzerrt und vernichtet werden. Die größten Verheerungen in der Struktur der Bakterienzelle richtet das so beliebte und allgemein gebräuchliche Karbolfuchsin an — und es wäre zu wünschen, daß dieser Farbstoff bei zytologischen Bakterienuntersuchungen ganz in Wegfall käme. Aber auch sämtliche andere Farbstoffe und noch mehr die usuellen Methoden von deren Anwendung, wie das Eintrocknen am Deckglas, das Fixieren über der Flamme u. s. w., greifen die Strukturen mehr oder weniger an und sind wohl schuld an der großen Verwirrung, die in der bakteriologischen Zytologie Platz gegriffen hat. Aus diesem Grunde bediente ich mich fast ausschließlich der Methode der Lebendfärbung mit stark verdünnten wässerigen oder schwach alkoholischen (2—5%) Farbstofflösungen, ließ dieselben langsam einwirken und beobachtete so behandelte lebende Bakterien von den ersten Anfängen der Wirkung der Farbstoffe bis zum Absterben der Zellen und bis zur Intensivfärbung, welche oft mehrere Stunden auf sich warten ließ. In anderen Fällen, namentlich dann, wenn die untersuchten Bakterien bei langsamer Wirkung der Farbstofflösung ihre Zellkerne massenhaft nach außen ausstießen, brachte ich lebende Bakterien direkt in einen Tropfen der Farbstofflösung, vermischte sorgfältig und untersuchte sofort oder nach längerer Zeit, je nachdem die betreffende Art Farbstoffe schnell oder langsam aufnahm und in ihren Zellbestandteilen speicherte. Zu bemerken wäre noch, daß

jede Lebendfärbung, auch die vorsichtigste, eine „Krankfärbung“ ist, eine Abschwächung der Lebensfunktionen zur Folge hat und mit dem Absterben der Zelle ihren Höhepunkt erlangt; Zellkerne, namentlich ihre sich färbenden Chromatinklumpchen färben sich überhaupt erst nach dem Tode der Zelle, zuweilen erst nach vielen Stunden.

Für Zellkernfärbungen habe ich anfangs die von Arthur Meyer empfohlenen Farbstofflösungen und Färbemethoden (Formolfuchsin und Methylenblau) verwendet, welche jedoch die Zellkerne nicht immer färbten und nicht sicher von sonstigen körnigen Zellbestandteilen differenzierten. Ich mußte mir auch bald sagen, daß, wenn die in lebenden Bakterien beobachteten Gebilde wirkliche Zellkerne seien, dieselben durch das als Kernfarbstoff „par excellence“ bekannte Methylgrün gefärbt werden müßten. Ich fand auch wirklich, daß selbst stark verdünnte wässrige Lösungen von Methylgrün diese Gebilde sicher und intensiv, wenn auch zuweilen erst nach Stunden, färbten. Da jedoch Methylgrün in reinen Lösungen auch das Plasma blau mit einem Stich ins Violette färbt, so suchte ich nach einer Farbstoffmischung, welche Plasma und Zellkerne differenzial färben würde, und fand dieselbe in einer Kombination von Methylgrün und Fuchsin. Dieser letztere Farbstoff hat eine große Affinität für die plasmatischen Zellbestandteile, während es in stark verdünnten Lösungen die Zellkerne, resp. deren Chromatinbestandteile ganz intakt läßt. Eine Mischung dieser beiden Farbstoffe, welche auf 10 cm³ aq. dest. 10 Tropfen einer gesättigten wässrigen Lösung von Methylgrün und 5—10 Tropfen einer verdünnten Fuchsinlösung nach Art. Meyer (5, S. 151) enthielt, hat mir schon bei meinen *Azotobacter*-Untersuchungen die besten Dienste geleistet. Die gleiche oder für manche, schwer tingierbare Bakterien, eine etwas stärkere Lösung (von 15 Tropfen Methylgrün und 10—15 Tropfen Fuchsin *v* auf 10 cm³ aq. dest.) habe ich auch bei diesen Untersuchungen in der oben angegebenen Weise verwendet. Zu erwähnen wäre noch, daß frisch bereitete Lösungen zwar sofort verwendet werden können, aber unliebsame und störende Niederschläge geben, welchen durch Zusatz von 2—5% Alkohol abs. gesteuert werden kann; ich lasse die Lösungen 8—10 Tage stehen und gebrauche sie erst nach dieser Zeit; sie halten sich sehr lange und brauchen erst nach etwa drei Monaten oder noch später erneuert zu werden.

Ich gehe nun zur speziellen Beschreibung der Zellkerne und ihrer Rolle im Zelleben bei den einzelnen daraufhin untersuchten Bakterienarten über — und beginne meine Darstellung mit den endosporenbildenden Bakterien, bei welchen die fraglichen Erscheinungen klarer und einfacher liegen als bei denjenigen Bakterien, welche keine Endosporen, wohl, aber andere Ruhe- oder Dauerzustände bilden. Von endosporenbildenden Bakterien habe ich *Bacillus amylobacter* A. M. et Bredemann und *Bacillus tumescens* Zopf eingehender untersucht, um an diesen beiden Arten, welche von Arthur Meyer als Gegenstand eingehender Studien über die Zellkerne der Bakterien gewählt wurden, die Befunde dieses Forschers zu überprüfen und mit meinen an anderen Bakterien gemachten Beobachtungen in Einklang zu bringen.

Bacillus amylobacter A. M. et Bredem.

Die Entwicklungsgeschichte und Morphologie dieses allverbreiteten Mikroben, dem ich den Namen *Clostridium butyricum* beilegte, wurde in meinen ersten bakteriologischen Publikationen vom Jahre 1879 (6) und 1880 (7) klargelegt; auch seine Fähigkeit, anaerob zu leben und Buttersäuregärung zu erregen, wurde von mir damals erkannt und festgestellt. Spätere Forscher haben alle meine Resultate bestätigt, dabei aber auch Formen entdeckt, welche morphologisch mit meinem *Clostridium butyricum* bis auf geringe Abweichungen übereinstimmen, physiologisch jedoch in mancher Hinsicht sich unterscheiden, weshalb diese Formen als besondere Arten, oft unter Wechsel des Gattungsnamens aufgestellt wurden. Erst Bredemann (8) führte im Jahre 1909 auf Grund einer großen Reihe sorgfältiger und exakter Versuche den Nachweis, daß die meisten dieser Formen nur Modifikationen einer und derselben Art sind und in diese leicht übergeführt werden können.

Das von mir gegenwärtig untersuchte Buttersäureferment wurde aus einem hiesigen Ackerboden isoliert und in festen und flüssigen, bald stickstoffhaltigen, bald stickstofffreien Nährböden rein kultiviert¹⁾. In stickstoffhaltigen Nährböden war ein Unterschied

¹⁾ In der Literatur werden von verschiedenen Autoren Zweifel erhoben, ob meine Kulturen aus den Jahren 1878—1879 wirkliche Reinkulturen waren. Obgleich diese Frage gegenwärtig, nachdem meine Ergebnisse von sämtlichen ern-

zwischen der gegenwärtigen und der vor 35 Jahren gezüchteten Form nicht zu konstatieren; in stickstofffreien mit Zusatz von 0.1% natürlichem Natriumhumat bildete sie fast ausschließlich die von Winogradski (9) für sein *Clostridium Pastorianum* beschriebenen Sporenkapseln, welche soweit ich konstatieren konnte, durch Abbrechen der sterilen, mit Granulose noch vollgestopften Hälfte der Sporenmutterzelle entstehen. Ich gewann den Eindruck, als wenn unser Mikrobe bei Mangel einer assimilierbaren Stickstoffnahrung und, wenn er auf die Ernährung mit freiem Luftstickstoff angewiesen ist, besonders große Mengen von Kohlehydraten in sich aufspeicherte, die er bei der Sporenbildung nicht verbrauchen kann und deren er sich nach Fertigwerden der Sporen entledigt; doch habe ich die Sache nicht weiter verfolgt.

Zellkerne sind beim *Amylobacter* von Arth. Meyer gesehen und abgebildet, aber falsch gedeutet worden; er nennt sie Sporenvakuolen oder Sporenanlagen, welcher Name insoweit den tatsächlichen Verhältnissen entspricht, als Zellkerne stets Ausgangspunkte und Zentren für den Sporenbildungsprozeß sind.

In jungen Keimstäbchen findet man nur einen Zellkern, welcher polar gelegen ist (Taf. XVIII, Fig. 1 A, a). Beim Wachstum der Zelle wandert er gegen die Mitte, vergrößert sich etwa um das Doppelte und teilt sich in zwei Tochterkerne, welche gewöhnlich gegen die beiden Pole zurückwandern oder bei schnellem Wachs-

sten Forschern als richtig anerkannt wurden, nur historisches Interesse bietet, glaube ich zur Beruhigung des Gewissens der betreffenden Autoren konstatieren zu müssen, daß meine damaligen Kulturen des Buttersäureferments tatsächlich absolute Reinkulturen waren. Obgleich damals das von Robert Koch eingeführte Plattenverfahren noch unbekannt war, isolierte ich sowohl *Clostridium butyricum* als auch das dieser Art nahe verwandte *Cl. Polymyxa* auf dem Wege der elektiven Kultur und durch Abkochen der in solchen Kulturen gewonnenen Sporen. Auch später bediente ich mich öfters der elektiven Kulturmethode zur Gewinnung von Reinkulturen; ebenso in allerjüngster Zeit, wo ich im Laufe der letzten zwei Monate mit Hilfe der elektiven Kulturen in entsprechenden Nährlösungen drei neue Bakterienarten aus dem Boden in absoluten Reinkulturen gewonnen habe. Freilich bediene ich mich gegenwärtig zur Kontrolle der so erhaltenen Reinkulturen der Koch'schen Methode der Plattenkulturen auf festen Substraten, doch müssen letztere entsprechend zusammengesetzt sein, demnach die Anforderungen der betreffenden Bakterien an die Nährstoffe und ihre sonstigen Lebensbedingungen vorerst genau bekannt sein, da auf den gebräuchlichen festen Substraten (Nähragar und Nährgelatine) nur die gemeinen saprophytischen Bakterien gedeihen.

tum auch in der Mitte verbleiben und sich von neuem teilen (Taf. XVIII, Fig. 1 A, b). Sind die Zellen etwa zur doppelten Länge angewachsen und stehen sie unmittelbar vor der Teilung, dann sind mindestens vier Zellkerne vorhanden, von welchen zwei polar, die beiden anderen in der Mitte liegen und die hier angesammelte Plasmaprücke, in welcher die Querwand angelegt wird, begrenzen (Taf. XVIII, Fig. 1 A, c). Bei Durchmusterung eines mit Fuchsin-Methylgrün gefärbten Präparates aus einer jungen Kultur, die eben zu gären begonnen hat, findet man für dieses Entwicklungsstadium der Zelle die verschiedensten Bilder in bezug auf Zahl, Lagerung, Größe und Teilungen der Zellkerne, wie dies die Zeichnungen c der Fig. 1 A, Taf. XVIII, veranschaulichen. Man darf daraus schließen, daß sowohl in der Lagerung als auch in der Aufeinanderfolge der Teilungen der Zellkerne eine strenge Gesetzmäßigkeit in diesem Lebensstadium nicht besteht, vielmehr jede Zelle je nach Individualität, Ernährungszustand und Entwicklung ihre eigenen Wege geht. Dies ändert sich aber in dem Moment, wo sich die Zelle zur Spaltung in zwei Tochterzellen vorbereitet und wo die Kernsubstanz der Zelle auf die beiden Nachkommen gleichmäßig verteilt werden soll. Dies geschieht in der Weise, daß von den in der Mutterzelle vorhandenen 4 Zellkernen, zwei an den Polen sich ansiedeln, die übrigen zwei die Anlage der Querwand vermitteln. Sind mehr Zellkerne, z. B. sechs vorhanden, so verteilen sie sich gleichmäßig auf die beiden in Entstehung begriffenen Tochterzellen. Bei kräftiger Ernährung und schnellem Wachstum, aber auch unter ungünstigen Lebensbedingungen unterbleibt im ersteren Falle zeitweilig, im letzteren dauernd die Anlage der Querwände, und die Stäbchen wachsen zuerst zu Langstäbchen, dann auch zu längeren Fäden aus. Unter normalen Verhältnissen zerfallen solche Fäden kurz vor der Fruktifikation in normale Stäbchen, in denen sich alsdann normale Sporen ausbilden; unter anormalen unterbleibt die Querteilung, die Fäden bekommen hie und da Anschwellungen, vereinzelt treten auch Querwände auf, aber es bleibt alles bei dem Versuch; zur wirklichen Sporenbildung kommt es nicht und die angeschwollenen Fäden fallen der Desorganisation und dem Tode anheim.

Junge Stäbchen färben sich mit verdünnter Jodjodkaliumlösung gleichmäßig gelb, in älteren bewirkt dieses Reagens eine scheckige gelbe Färbung mit rotbraunen Flecken, noch ältere zeigen dieselbe

Färbung mit eingestreuten blauen bis tiefvioletten Streifen und Flecken. Das Erscheinen dieser Färbungen wird durch Speicherung von Kohlehydraten (Glykogen und Iogen) in den vegetativen Zellen bedingt und ist ein sicheres Anzeichen der bevorstehenden Sporenbildung: des Eintrittes der Zellen in das Fruktifikationsstadium. Mit dem Eintritt in dieses Stadium wird in der Regel die äußere Form der Zellen umgestaltet, indem dieselben anschwellen und Spindel-, Trommelschlägel- oder Kaulquappenform annehmen; zuweilen behalten jedoch die fruktifizierenden Zellen ihre ursprüngliche zylindrische Gestalt und bekunden nur durch Veränderungen des Zellinhalts, daß sie in ein neues Lebensstadium getreten sind. Diese Veränderungen werden zuerst an den Zellkernen wahrgenommen, indem einer der Zellkerne, und zwar ein polar gelegener sich bedeutend vergrößert, während die übrigen ihr Wachstum und ihre Teilungen einstellen und unter Auflösung verschwinden oder im sterilen Teil der Zelle als rudimentäre Chromatinkörnchen noch eine Zeitlang erhalten bleiben (Taf. XVIII, Fig. 1 B, a, b und c). In den trommelschlägel- oder kaulquappenartig angeschwollenen Stäbchen liegt der den Ausgangspunkt zur Sporentstehung bildende Zellkern immer an dem kopfartig angeschwollenen Ende des Stäbchens, bei spindelförmigen und zylindrischen Stäbchen bald am äußeren, bald am inneren Pol derselben, was man an zu Ketten vereinigten Stäbchen leicht konstatieren kann; ausnahmsweise kommt es vor, daß bei Spindelformen ein zentral gelegener Kern zur Sporenitiale wird. Dieser Kern vergrößert sich zusehends, indem die Kerngrundsubstanz gegen das Zellinnere vordringt, während das Chromatinkörnchen vorläufig noch unverändert am Polende verweilt (Taf. XVIII, Fig. 1 B, a und b). Er nimmt jetzt je nach der Länge der sporulierenden Zelle $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{3}$ ihres ganzen Längsdurchmessers ein und wird gegen das Zellumen von einem dichten und stark lichtbrechenden Plasmamantel umgeben, der sich nach und nach zwischen Kerngrundsubstanz und Membraneinschiebt und den Zellkern napfförmig umgibt (Taf. XVIII, Fig. 1 B, b). Jetzt beginnt sich auch das polare Chromatinkorn zu vergrößern und in der umgebenden Grundsubstanz zu zerstreuen, indem es gleichzeitig seinen starken Lichtglanz verliert und mattglänzend wird. Färbt man sporulierende Zellen in diesem Lebensstadium mit Fuchsin-Methylgrün, so färben sich die sich auflösenden Chromatinkörnchen nicht mehr tiefblau bis schwarzblau, son-

dern rotviolett, und man erhält Bilder, wie sie die Fig. 1 *b* (untere Zelle) und *c*, Taf. XVIII veranschaulichen. Mit der weiter fortschreitenden Sporentwicklung schiebt sich das Plasma immer weiter gegen den Pol hin, schiebt den Zellkern vom Pole gegen das Zellinnere ab und umgibt schließlich den Zellkern, dessen Chromatinsubstanz sich inzwischen in der Kerngrundsubstanz ganz aufgelöst hat, allseitig. Ist dies geschehen, so hat die junge Sporenanlage schon die länglich ovoide Gestalt angenommen, welche auch der fertigen Spore eigen ist. Sie färbt sich jetzt mit Fuchsin-Methylgrün gleichmäßig rotviolett und ist nach außen von einer sich intensiv färbenden, wohl plasmatischen Hautschicht gegen das umgebende Plasma abgegrenzt (Fig. 1 *C*, *a*). Letzteres zieht sich aus dem sterilen Teil der Mutterzelle nach und nach in die nächste Umgebung der Sporenanlage zurück und enthält außer den plasmatischen Bestandteilen stets größere Mengen von Kohlehydraten, deren Gegenwart durch Jod hier leicht nachgewiesen werden kann (Taf. XVIII, Fig. 1 *C*, *c* und deren Erklärung). Augenscheinlich dient das Plasma samt den Kohlehydraten zur Ernährung der jungen Spore, welche nun rasch anwächst, vorläufig aber noch immer mit dem umhüllenden Plasmamantel im innigen Kontakt verbleibt. Daß Kohlehydrate, insbesondere Granulose, in die Sporenanlage als solche eintreten und hier mikrochemisch nachgewiesen werden können, wie dies von einigen Forschern behauptet wird, habe ich nicht bestätigen können; ich meine, daß in den fraglichen Fällen eine Täuschung, resp Verwechslung des umhüllenden Plasmamantels, welcher stets Granulose in größeren Mengen enthält, mit der Sporenanlage stattgefunden hat, was bei der Kleinheit des Objekts, etwaiger schiefer Lage der Sporenanlage und Unkenntnis der tatsächlichen Verhältnisse der Sporentwicklung nur zu leicht möglich war. Ebenso muß ich bestreiten, daß in normalen Sporenanlagen ein individualisierter Zellkern oder, richtiger gesagt, ein individualisiertes Chromatinkörnchen des Zellkernes stets vorhanden wäre, wie dies Art. Meyer (9) angibt und durch Zeichnungen zu bekräftigen sucht. Überhaupt stellen die von Meyer nach einem sehr komplizierten Verfahren dargestellten und abgebildeten Sporenanlagen des *Bacillus amylobacter* nur zum Teil wirkliche Sporenanlagen (a. a. O. S. 339 Fig. 1 und S. 340 3 *b*, *c*) während andere (Fig. 2) Zellkerne des vegetativen Stadiums sind. Aber auch die wirklichen Sporenanlagen der Art. Meyer'schen Figuren 1

und 3 scheinen nicht normale, sondern abortive Bildungen zu sein, wie man solche in jeder sich kräftig entwickelnden Kultur vereinzelt schon zu Anfang der Sporenbildung und massenhaft nach Beendigung derselben und Abschluß der Hauptgärung findet. Einige solcher Fruktifikationsstäbchen mit abortiven Sporenanlagen aus einer alten Kultur sind auf Taf. XVIII, Fig. 1 D abgebildet; man sieht in ihnen stark vergrößerte Zellkerne, die manchmal sogar die Form der fertigen Spore erlangt haben, mit einem oder auch mehreren Chromatinkörnchen im Innern. Daß es abortive Bildungen sind, ist auf den ersten Blick und auf Grund ihres Verhaltens Farbstoffen gegenüber zu erkennen. Beim normalen Entwicklungsgang der Spore wird das Chromatinkorn in der Kerngrundsubstanz aufgelöst und ist auch in den fertigen Sporen nach Zerquetschung und Färbung des ausgetretenen Inhalts nicht zu finden. Es differenziert sich wohl erst im Keimungsstadium aus dem diffusen Zustand, in welchen es bei der Sporenanlage übergegangen ist, und gleichzeitig mit der Kerngrundsubstanz als individualisierter Zellkern heraus; doch habe ich die Keimung der Sporen von *B. amylobacter* diesmal nicht verfolgt.

Sobald die Sporenanlage zur definitiven Größe der fertigen Spore angewachsen ist, scheidet sie nach außen eine hyaline, schwach lichtbrechende und nicht färbbare Hülle aus, welche in der Außenschicht alsbald erhärtet und zur Sporenmembran der nun fertigen Spore wird. Mit dem Erscheinen dieser Hülle ist zumeist das die junge Spore umgebende Plasma bis auf kleine Reste ganz verbraucht (Taf. XVIII, Fig. 1 C, d), während der sterile Teil des Mutterstäbchens — unter den oben angegebenen Kulturbedingungen — noch reichlich Granulose enthält und abgeworfen wird.

Bacillus tumescens Zopf.

Dieser Spaltpilz bietet trotz seiner bedeutenden Dimensionen kein besonders günstiges Objekt für zytologische und insbesondere für Zellkern-Untersuchungen. Dies hat seine besonderen Gründe. Erstens sind die Zellkerne von *B. tumescens* im Verhältnis zu seiner Körpermasse sehr klein und werden bei Anwendung von Reagenzien und Farbstofflösungen massenhaft ausgestoßen, so daß langsam mit verdünnten Farbstofflösungen gefärbte Stäbchen „zellkernfrei“ erscheinen und nur hie und da einzelne Stäbchen mit einem intakten Zellkern zu sehen sind. Eine weitere, die Forschung

erschwerende Eigenschaft dieses Spaltpilzes besteht darin, daß sein Plasma sich schnell und intensiv färbt, während Zellkerne, resp. deren Chromatinkörnchen studenlang ungefärbt bleiben. Die größten Schwierigkeiten stellen jedoch der einwandfreien Erforschung der Strukturverhältnisse die Fetttropfchen entgegen, welche manchmal schon wenige Stunden nach der Auskeimung, immer aber kurz vor dem Fruktifikationsstadium im Plasma in großen Mengen gespeichert werden und die Orientierung in den Strukturverhältnissen sowohl am lebendigen als auch am gefärbten Material sehr erschweren.

Diese Schwierigkeiten bestimmten mich, den ganzen Entwicklungszyklus dieser Bakterie noch einmal durchzuarbeiten. Zu diesem Zwecke wurden sowohl Tropfenkulturen mit Sporen oder vegetativen und fruktifikativen Stäbchen als Aussaatmaterial, als auch gewöhnliche Kulturen in Reagensgläsern, Petrischalen und Erlenmeyer'schen Kölbchen angelegt. Als Nährboden wurden D-Agar (nach Art. Meyer), gewöhnliche Nährbouillon und Glukose-Nährbouillon verwendet. Von den gewöhnlichen Kulturen wurden nach 2, 3, 5, 8 und mehr Stunden und nach 1, 2, 3 und mehr Tagen Proben zur mikroskopischen Untersuchung und zur Anfertigung von gefärbten Präparaten entnommen; auch die in Tropfenkulturen herangezuchteten Bakterien wurden im geeigneten Moment zu Färbungen verwendet. Da, wie schon oben erwähnt, Zellkerne von *B. tumescens* sich schwer färben und leicht ausgestoßen werden, so verwendete ich eine etwas stärkere Farblösung (15 Tropfen gesättigte Methylgrünlösung und 10—15 Tropfen Fuchsin *v* auf 10 cm³ aq. dest.). Um das Ausstoßen der Zellkerne zu verhindern, wurde ein Tropfen dieser Farblösung auf den Objektträger gebracht und das lebendige Material direkt mit dem Tropfen vermischt. Bei diesem Verfahren wurden nur noch wenige Zellkerne ausgestoßen, trotzdem färbten sich dieselben in der gewöhnlichen Weise ehestens nach 2—3 Stunden, die Mehrzahl erst nach 5—7 Stunden.

Nach Art. Meyer (10) und Gottheil (11) sind die Sporen von *B. tumescens* im Querschnitt fast sechseckig, an den beiden Enden der Längsachse mit einem Spitzchen versehen und keimen stets äquatorial, d. h. senkrecht zur Längsachse aus. Ohne die Richtigkeit dieser Angaben bestreiten zu wollen, konstatiere ich, daß die von mir untersuchte Form, welche von Král vor mehreren

Jahren bezogen und im hiesigen agrikulturchemischen Institut durch Überimpfungen auf Dextroseagar fortgezüchtet wurde, mit diesen Angaben nur zum Teil übereinstimmte. Die Sporen dieser Form waren ebenfalls oblong, aber mehr zylindrisch, im Querschnitt zumeist unregelmäßig eckig und mit gegen das Innere der Zelle vorspringenden, leistenförmigen und spiralig verlaufenden Verdickungen der Sporenmembran versehen. Die spiraligen Verdickungen, welche in zwei Windungen um die Spore verlaufen, nehmen ihren Anfang zuweilen an den Polen der Längsachse, zumeist aber etwas seitlich und unterhalb der beiden Pole. Im ersteren Falle erscheint die Spore schnäbelig, d. h. mit Spitzchen versehen, und ihre Keimung erfolgt seitlich oder äquatorial, wobei das Keimstäbchen öfters mit seinem Rücken aus der Sporenmembran hervorbricht, während seine beiden Enden noch innerhalb derselben stecken und sich erst allmählich aus derselben hervorzwingen. Zuweilen kommt es vor, daß die Sporenmembran durch den Druck des nach außen strebenden und wachsenden Stäbchens in zwei Hälften auseinandergerissen wird, welche den beiden Polen des alsdann bogenförmig gekrümmten Keimstäbchens noch eine Zeitlang anhaften (Taf. XVIII, Fig. 2 A, d). Man findet auch in jeder jungen, 2—4 stündigen Kultur, zu der man abgekochte Sporen aussäte, eine größere Anzahl (10—20 und mehr Prozent) solcher vibrionenartig gekrümmter Keimstäbchen, die eben durch diese Krümmung die Art ihrer Auskeimung verraten. In der Mehrzahl der Fälle keimen jedoch die Sporen polar in der Richtung der Längsachse aus, was man an solchen Sporen, welchen noch Reste der Mutterzellmembran anhaften oder welche noch ganz in derselben stecken, bequem beobachten kann (Taf. XVIII, Fig. 2 A, a, b und c). Die abgeworfene Sporenhaut zeigt im Querschnitt drei oder vier lichtbrechende Punkte, die den spiralig verlaufenden Verdickungen entsprechen (Taf. XVIII, Fig. 1 A, a, b).

In ruhenden Sporen ist ein individualisierter Zellkern nicht vorhanden. Zerquetscht man unter Deckglas ruhende Sporen und färbt den ausgetretenen Inhalt mit Fuchsin-Methylgrün, so läßt sich in demselben weder ein Zellkern noch ein Chromatinkorn färberisch nachweisen, selbst dann nicht, wenn aus den Sporen intakte Stäbchen herausgedrückt werden; letztere färben sich dann gleichmäßig und intensiv rotviolett in derselben Weise, wie Sporenanlagen unmittelbar vor der Anlage der Sporenmembran.

Keimende Sporen schwellen etwa um die Hälfte ihres Anfangsvolumens an. Mit dieser Anschwellung geht wahrscheinlich eine Veränderung in der physikalischen Beschaffenheit der Sporenmembran Hand in Hand, denn in angeschwollenen Sporen läßt die Sporenmembran Farbstoffe durch, und der Inhalt der Spore färbt sich mehr oder weniger intensiv. Zuweilen kann man sowohl in angeschwollenen Sporen am lebenden Material stärker lichtbrechende Körnchen und am gefärbten Material ein dunkler gefärbtes Körnchen beobachten, was dafür spricht, daß schon in diesem frühen Stadium und vor dem Aufbrechen der Sporenmembran die in der ruhenden Spore diffus verteilte Kernsubstanz sich zu einem individualisierten Zellkern herausdifferenziert. An jungen Keimlingen, die soeben die Sporenmembran durchbrochen haben, aber mit ihrem hinteren Ende noch in derselben stecken, läßt sich in der Regel ein polar gelegener Zellkern an dem freien Ende des Keimlings sehen, bzw. färberisch nachweisen (Taf. XVIII, Fig. 2 *A, b* u. *c*). Wenn, wie das oft geschieht, das hintere Ende des Keimstäbchens aus der Sporenhülle nicht heraus kann, so ist dieses Ende kernfrei, wird beim Wachstum des Keimstäbchens durch eine Querwand abgegrenzt, während im vorderen Ende der Zellkern des Keimlings sich durch Teilungen vermehrt und neue Zellgenerationen entstehen.

In jungen (2—4-stündigen) Kulturen konnte ich die Teilungen der Zellkerne nicht verfolgen, da die Keimstäbchen stets mattglänzend undurchsichtig waren. Dagegen habe ich in etwas älteren (8—20-stündigen) Tropfenkulturen zu wiederholten Malen solche Zustände der Zellen getroffen, die an Durchsichtigkeit und an Klarheit der Bilder im Zellenhalte nichts zu wünschen übrig ließen. Die Figuren 2 *B, a—e* der Taf. XVIII stellen ein Endstäbchen einer viergliederigen Kette aus einer etwa 8-stündigen Tropfenkultur dar: in *a* ist der Anfangszustand mit einem Zellkern, in *e* der Endzustand der Zelle mit 3 Zellkernen, davon einer in Teilung begriffen, dargestellt; zwischen *a* und *e* ist ein Zeitraum von einer Stunde bei etwa 22° C. verflossen. In Fig. 2 *B, f—h* ist ein Doppelstäbchen aus einer 30 stündigen Tropfenkultur, das seine Teilungen schon eingestellt hat und sich zur Fruktifikation vorbereitet, während siebenstündiger ununterbrochener Beobachtung bei Zimmertemperatur abgebildet. In *f* und in *g* war das Doppelstäbchen noch fettfrei oder enthielt Fett in so feiner Verteilung, daß es die Zellkerne nicht verdeckte; in *h* ist dasselbe Doppelstäbchen nach weiteren 6 Stun-

den, nachdem es Fett reichlich gespeichert hat und zur Sporenbildung sich anschickt, dargestellt, und zwar in *h* links im optischen Durchschnitt, rechts bei Oberflächenansicht. In *h* links sieht man im Zentrum jeder Zelle gleichsam eine große Vakuole mit einem dunkleren Punkt in der Mitte, allseitig von dichtem Plasma umgeben: es ist der vergrößerte und zur Sporennitiale werdende zentrale Zellkern; in *h* rechts stellen die hellen Flecke Fetttropfchen und die dunklen Streifen dazwischen das Zytoplasma dar. Dieses letztere Bild, welches im Fruktifikationsstadium namentlich an gefärbten Präparaten von *B. tumescens* in jeder Zelle zu sehen ist (Fig. 2 *C, g* und *h*), erinnert lebhaft an die von Svellengrebel (12) gegebenen vermeintlichen Zellkernbilder des *Bacillus maximus buccalis*. Daß diese anscheinend spiraligen Streifen und Bänder mit den Zellkernen nichts zu schaffen haben und nur von Fetttropfchen durchsetzte Plasmastränge darstellen, hat schon Art. Meyer (2, S. 56 u. ff.) richtig erkannt und erklärt.

Die Sporen werden bei *B. tumescens* zumeist in der Mitte des Stäbchens angelegt und es bildet der hier befindliche Zellkern das Zentrum und die Initiale für den Akt der Sporenbildung; doch sind auch Fälle nicht selten, in welchen eine endständige Spore aus dem Polarkern entsteht. Die näheren Vorgänge des Sporenbildungsprozesses spielen sich bei *B. tumescens* in ähnlicher Weise und in derselben Reihenfolge wie bei *B. amylobacter* ab; nur führt das umgebende Plasma der Sporenanlage statt Granulose Fett als stickstofffreie Nahrung zu. Ein Kern, bezw. ein Chromatinkörnchen läßt sich in den jungen Sporenanlagen nicht nachweisen; die Chromatinsubstanz löst sich in der Grundsubstanz des Zellkerns schon bei Beginn der Sporenbildung vollständig auf (Taf. XVIII, Fig. 2, *C, b—e* und *g*). Die ausgewachsenen Sporen umhüllen sich mit einer hyalinen, nicht färbaren und für Farbstoffe und Reagenzien undurchdringbaren Substanz, welche durch Erhärtung der Außenschicht zur eigentlichen Sporenmembran (Exine) wird; die innere Schicht (Intine) bleibt weiter hyalin und löst sich bei der Keimung wahrscheinlich in Schleim auf. Nach der Ausscheidung der hyalinen Sporenmembran läßt sich die Spore nicht mehr färben; es färben sich dann nur die für das Wachstum der Spore nicht verbrauchten Plasmareste und chromatischen Bestandteile der übrigen, an der Sporenbildung nicht beteiligten Zellkerne (Taf. XVIII, Fig. 2 *C, f* und *f₁* und deren Erklärung).

Ähnlich wie bei *B. amylobacter* und *B. tumescens* verläuft der Sporenbildungsprozeß auch bei anderen Arten aus der Gattung *Bacillus*, die ich gelegentlich anderer Untersuchungen nach dieser Richtung hin geprüft habe. Es ist immer der Zellkern, von welchem die Spore ihren Anfang nimmt und welcher durch Aufnahme der plasmatischen und der ergastischen Bestandteile des übrigen Zellinhalts sich zum Embryo und zum Anfangsglied künftiger Generationen entwickelt. Schon diese Tatsache allein beweist, daß Zellkerne in den Gestaltungs- und sonstigen Lebensprozessen der Bakterien eine nicht minder wichtige Rolle wie bei höheren Organismen spielen, ja sogar vom morphologischen Standpunkte aus die wichtigsten Zellorgane dieser kleinsten und einfachsten Organismen sind.

Azotobacter chroococcum Beijer.

Neue zytologische Untersuchungen über *Azotobacter* habe ich nicht vorgenommen und nur bei meinen physiologischen Versuchen über die Wirkungen der Kolloide auf die Stickstoffbindungstätigkeit dieses Mikroben (— Versuche, welche nach Veröffentlichung des zweiten Teiles meiner *Azotobacter*-Studien (13) noch einige Zeit fortgeführt wurden —) bei mikroskopischer Prüfung der betreffenden Kulturen meine früheren Beobachtungen kontrolliert und ergänzt. Wenn ich trotzdem an dieser Stelle über Zellkerne des *Azotobacter* berichten will, so geschieht dies aus dem Grunde, weil *Azotobacter* ein Übergangsglied zwischen den endosporen und denjenigen Bakterien bildet, welche keine Endosporen und wohl auch keine „echten Sporen“ im gewöhnlichen Sinne des Wortes erzeugen. Eine Reihe von Erscheinungen, welche diese letzteren Bakterien im reiferen Alter und in demjenigen Lebensstadium bieten, welches dem Fruktifikationsstadium der endosporen Bakterien entspricht und deshalb auch als ihr Fruktifikationsstadium benannt werden muß, bliebe uns ganz unverständlich, wenn wir die morphologische und zytologische Entwicklungsgeschichte dieser interessanten Bakterie nicht kennen würden. Aus diesem Grunde mag es mir gestattet sein, das Wichtigste aus der Morphologie und Zytologie des *Azotobacter* hier kurz zu rekapitulieren.

In seinem vegetativen Lebensstadium tritt *Azotobacter* in seiner Hauptform (*A. chroococcum*) und in seinen Abarten (*A. agile*, *vinelan-*

dii, *Beijerinckii*)¹⁾ als ein Langstäbchen zum Vorschein, in welchem aus den chromatischen Bestandteilen des Keimlings sich sofort ein individualisierter Zellkern herausdifferenziert. Dieser Zellkern teilt sich in bekannter Weise in zwei und dann in vier Tochterkerne, welche an den Teilungen und der Propagation der Zellen Anteil nehmen. Mit dem Alter werden die neu entstehenden Stäbchen immer kürzer, bis sie die Form eines Kokkus annehmen, in welchem die im vegetativen Stadium in der Mehrzahl vorkommenden Zellkerne wieder zu einem einzigen Zellkern verschmelzen. Mit der Ausbildung der Kokkusformen tritt *Azotobacter* in das Stadium der Fruktifikation über, welches jedoch nicht nach dem Schema der endosporen Bakterien verläuft, sondern andere Wege einschlägt und besondere Eigentümlichkeiten aufweist. Es verschleimt zuerst die Membran der Mutterzelle, aus welcher der Kokkus hervorgegangen ist, und der Zellkern teilt sich in der Folge in vier Tochterkerne, welche jedoch nicht mehr als individualisierte normale Zellkerne auftreten, vielmehr ihre Kerngrundsubstanz an das Zytoplasma abgeben und als einfache, peripherisch der Zellmembran anliegende, stark lichtbrechende Chromatinkörnchen erscheinen. Ich habe diese Chromatinkörnchen, welche in normalen Lebensverhältnissen stets in Vierzahl auftreten, in Anlehnung an analoge Kernbildungen bei den Protozoen, Chromidien genannt und die ganze fruktifikative *Azotobacter*zelle, in welcher die Kernsubstanz innig mit dem Zytoplasma vermengt ist, als „Kern- oder Nuklearzelle“ bezeichnet. Die fruktifikative Nuklearzelle des *Azotobacter* ist morphologisch der Sporenanlage der endosporen Bakterien gleichzustellen, da sie in ähnlicher Weise, wie diese, durch Auflösung und Vermengung der Kernsubstanz mit dem Zytoplasma entsteht; sie zeigt auch in ihrer Weiterentwicklung große Analogien mit der „Endospore“, aber auch weitgehende Unterschiede. Unter günstigen Lebensbedingungen, die eine kräftige und normale Entwicklung bedingen, erscheinen die fruktifikativen Nuklearzellen erst kurz vor dem Abschluß der Vegetation und gehen alsbald in den Ruhezustand über, indem sie sich in Sporen umwandeln. Sie umhüllen sich alsdann mit einer derben, wenn auch nicht sehr resistenten und für Farbstoffe und Reagenzien permeablen Sporenmembran, welche ebenso wie

¹⁾ Andere Abarten, wie *A. vitreum* u. s. w. habe ich nach dieser Richtung hin nicht untersucht.

bei den Endosporen aus einer äußeren, dunkel konturierten und einer inneren, hellen und hyalinen Schicht (Exine und Intine) besteht. Ist dies geschehen, so lösen sich auch die in der Sporenanlage in Vierzahl vorhandenen Chromidien im Zytoplasma auf, die Spore hat ihren Reifezustand erlangt und ist morphologisch einer Endospore irgend einer *Bacillus*art vollkommen gleichwertig. Sind jedoch die Bedingungen, unter welchen *Azotobacter* sein Leben fristet, weniger günstig, dann treten in seinem Entwicklungszyklus mehr oder weniger starke Abweichungen von der Norm auf. Vor allem wird unter solchen Bedingungen die vegetative Lebensperiode verkürzt, ja sie kann sogar unter Umständen gänzlich unterbleiben, in welchem Falle aus den Sporen direkt fruktifikative Kokken und keine vegetativen Stäbchen erzeugt werden. Dann zeigen aber, soweit unter den gegebenen Bedingungen eine weitere Entwicklung und Zellvermehrung möglich ist, die fruktifikativen Kokken ein ganz verschiedenes Verhalten: sie gehen nicht in Sporen über, vielmehr übernehmen sie die Funktionen der vegetativen Lebensformen, indem sie Nährstoffe nach Art der vegetativen Zustände in sich aufnehmen, sich wie diese ernähren, wachsen und durch Teilungen vermehren, dabei aber ihre Kokkusform dauernd beibehalten. Sie können in diesem Zustande der vegetativen Vermehrung sehr lange verbleiben, ungezählte Generationen von „vegetativen Sporen“, — wie ich sie genannt habe —, erzeugen und sehr reichliche Vegetationen (Kahm- und Schleimhäute) bilden, können aber auch bei Eintritt der für Sporenbildung erforderlichen Bedingungen jederzeit in echte oder Dauersporen übergehen. Solange sie vegetativ leben und sich vermehren, weisen sie auch die für vegetative Zustände charakteristischen Zellstrukturen auf, indem ihre Chromidien samt der im Zytoplasma diffus verteilten Kerngrundsubstanz sich wieder zu einem individualisierten Zellkern vereinigen, welcher Tochterkerne erzeugt, die die Anlage der Querwände und die Zellvermehrung vermitteln. Gehen sie in den Ruhezustand über und sollen sie sich in Sporen umwandeln, was zumeist alsdann geschieht, wenn sie aus der Tiefe der Nährlösungen auf die Oberfläche gelangen, dann treten die vegetativen Zellkerne wieder zu einem Einzelkerne zusammen, welcher in vier Chromidien zerfällt und die Kerngrundsubstanz an das Zytoplasma abgibt: es entsteht wieder eine Nuklearzelle oder eine Sporenanlage, die in der schon geschilderten Weise zur reifen Spore wird.

Die Sporen des *Azotobacter* sind demnach, morphologisch betrachtet, wie schon oben bemerkt, den Endosporen der Bacillaceen und höchstwahrscheinlich auch den anderen Endosporen bildenden Bakterien aus der Familie der Coccaceen und Spirillaceen, nicht nur analoge, sondern durchaus homologe Gebilde. Sie keimen auch in der gleichen Weise wie Endosporen aus, indem bei der Keimung aus der diffus im Sporenhalt verteilten Kernsubstanz sich zuerst ein individualisierter Zellkern herausdifferenziert, welcher jedoch im Keimling als solcher nicht verbleibt, vielmehr alsbald, jedenfalls noch vor dem Durchbrechen der Sporenmembran in vier Chromidien zerfällt. Der so vorgebildete Keimling tritt nun nach außen in Form eines Nuklearkokkus heraus, in welchem die vier Chromidien sich noch einmal teilen und sich in dem inzwischen zu einem Stäbchen angewachsenen Keimling in der Weise verteilen, daß die beiden aus der Teilung des Keimlings hervorgehenden Tochterzellen je vier der Chromidienkörner erhalten. Die vier Chromidienkörner, welche jede der Tochterzellen bekommt, verschmelzen alsdann zu einem einzelnen Chromatinkorn zusammen, welches sich mit Kerngrundsubstanz umgibt und wieder zum individualisierten Zellkern wird. Mit der Ausbildung dieses Zellkernes schließt die Keimungsperiode ab und beginnt das vegetative Lebensstadium, in welchem individualisierte Zellkerne bis zur Sechs- oder Achtzahl anwachsen und an der Zellvermehrung Anteil nehmen.

Ein ähnliches Verhalten in den Zellkernverhältnissen scheinen auch diejenigen Stäbchenformen zu zeigen, die ich im morphologischen Teil meiner *Azotobacter*-Studien (4) als „Anpassungsformen“ bezeichnet und von denen ich angenommen habe, daß in denselben die Kernsubstanz diffus im Zytoplasma verteilt ist. Ich habe aber schon damals erwähnt (a. a. O., S. 124 u. a. a. O.), daß auch in diesen „diffusen Kernzellen“ echte Zellkerne oder Chromidien manchmal nachgewiesen werden können. Spätere Beobachtungen haben ergeben, daß in solchen intensiv färbbaren vegetativen Kernzellen bei vorsichtiger und nicht zu starker Färbung Zellkerne oder wenigstens Chromidien in vielen Fällen sichtbar gemacht werden können — und Erfahrungen, die ich beim Studium der Morphologie anderer Bakterien gemacht habe, ließen Zweifel in mir aufsteigen, ob Bakterienzellen mit diffus verteilter Kernsubstanz überhaupt teilungs- und vermehrungsfähig sind. Ich neige jetzt vielmehr zu der Anschauung, daß der diffuse Zustand der Zellkerne, —

wenigstens bei den Bakterien, — nur den Sporen und ähnlichen Ruhezuständen des Organismus eigen ist und daß Teilungen nur in solchen Zellen möglich sind, welche individualisierte Zellkerne besitzen. Ist diese Anschauung richtig, dann müssen die erwähnten, stark färbbaren, vegetativen Stäbchenformen, insoweit sie sich spalten und vermehren, auch echte, individualisierte Zellkerne besitzen, nur sind dieselben wegen der starken Färbbarkeit des Zytoplasmas schwer nachzuweisen. Die starke Färbbarkeit des Protoplasten selbst kann aber durch verschiedene Ursachen bedingt sein. Es ist möglich, daß in solchen Zellen ein Teil der chromatischen Kernsubstanz im Zytoplasma aufgelöst ist und demselben die starke Färbbarkeit verleiht; es ist aber auch möglich, und manche Erscheinungen sprechen auch dafür, daß in solchen Zellen das Zytoplasma stark verdichtet ist und färbbare Elemente in größerer Menge enthält; denn überall dort, wo wir dichteres Zytoplasma antreffen, wie in den Querwandanlagen und in dem Plasmamantel der Sporenanlagen, begegnen wir auch der starken Färbbarkeit dieser Plasmaanhäufungen. Wie dem auch sei, scheint mir die Frage, ob Bakterienzellen mit diffus verteilter Kernsubstanz, demnach ohne individualisierte Zellkerne teilungs- und vermehrungsfähig sind, genug interessant zu sein, um sie einer weiteren exakten Prüfung zu unterziehen.

Ich habe an dieser Stelle die Frage der diffusen Verteilung der Kernsubstanz absichtlich berührt und ausführlicher besprochen, weil wir dieser Erscheinung bei den nicht sporenbildenden Bakterien (arthrosporen Bakterien im Sinne de Bary's), zu denen ich jetzt übergehe, sehr oft begegnen werden. Von den keine Endosporen erzeugenden Bakterien habe ich eine Anzahl von Arten, resp. Unterarten oder Varietäten aus der Gattung *Bacterium* und *Streptococcus* einer eingehenden morphologischen Prüfung unterzogen. Ich werde, um einer weiteren Verwirrung in der Nomenklatur der Bakterien vorzubeugen, alle untersuchten Arten mit denjenigen Gattungs- und Speziesnamen belegen, welche von Lehmann und Neumann in ihrem Grundriß der Bakteriologie (14) eingeführt worden sind, ohne damit meine eigenen Ansichten über die Stellung der fraglichen Bakterien im System mit den Ansichten der genannten Autoren identifizieren zu wollen, wenn ich auch zugebe, daß Lehmann's System dem heutigen Stande unserer Kenntnisse von den Bakterien noch am besten entspricht. Ich

meine aber, daß eine Abhandlung, welche speziell der Morphologie der Zellkerne der Bakterien und im Zusammenhang damit der ganzen Bakterienzelle gewidmet ist, nicht der Ort ist, um systematische Fragen zu erörtern; dies muß späteren Publikationen, die zum Teil schon in Vorbereitung sind, vorbehalten bleiben. Die morphologischen Untersuchungen, auf welchen die nachfolgenden Darstellungen basieren, sind zum Teil abgeschlossen, zum Teil noch im Gange; über letztere soll nur insoweit berichtet werden, als die erhaltenen Resultate eine morphologische Angliederung der betreffenden Bakterien an andere lückenlos oder fast lückenlos erforschte Arten gestatten.

Bacterium fluorescens non liquefaciens Autorum.

Diese Bakterie scheint sehr gemein zu sein, wenigstens ist sie in hiesigen Böden sehr allgemein verbreitet. Sie bildet auf Agarnährböden weiße, schmutzige, manchmal schwach irisierende, kleisterartige Beläge, scheidet aber keine fluoreszierenden Farbstoffe aus; auf Nährgelatine erzeugt sie einen prachtvoll hellgrün fluoreszierenden Farbstoff, welcher in älteren Kulturen im direkten auffallenden Sonnenlicht in prächtiges Azurblau umschlägt; die Gelatine wird von ihr nicht verflüssigt. Ich habe sie zum ersten Male aus einer Rohkultur des Winogradski'schen *Nitrobacter* isoliert; sie gedeiht sowohl im Nitritagar als auch in Nitritnährlösung von Winogradski (15), doch ist ihre Entwicklung in diesen Nährböden nur von kurzer Dauer. Da sie auch auf anderen mineralischen Nährböden bei Zusatz von Natriumnitrit besser gedeiht als ohne diesen Zusatz, so führt sie in meinem Tagebuch den Namen *B. fluorescens*, var. *nitrosum*. Übrigens stimmt sie, auf gleichem Nährboden gezüchtet, mit *Nitrobacter* Winogradski's morphologisch so sehr überein, daß es stracks unmöglich ist, beide Arten nach morphologischen Merkmalen voneinander zu unterscheiden. Auf gewöhnlichen, eiweiß- und zuckerhaltigen Nährböden zeigt sie in bezug auf Form und Habitus der Massenvegetationen (Kolonien, Kahmhäute u. s. w.) sowie Größe, Gestalt der Einzelzellen und der Zellverbände die größte Ähnlichkeit mit *Bacterium fluorescens liquefaciens*, *B. pyocyaneum*, *B. punctatum* und *B. putidum* Lehm. et Neum., so daß an ihren nahen verwandtschaftlichen Beziehungen zu den genannten Arten nicht zu zweifeln ist.

Mein *B. fluorescens* ist ein sehr formenreicher Organismus und die Erforschung seiner Morphologie bietet schon deshalb große Schwierigkeiten; für zytologische Untersuchungen ist es das schwierigste Objekt unter allen den Bakterien, die ich bis jetzt studiert habe. Ich kann mich auch nicht rühmen, daß ich diesen morphologischen Bakterien-Sphinx ganz enträtselt habe, doch sind meine morphologischen Studien über diese Bakterie noch nicht abgeschlossen. Ich ziehe sie trotzdem an dieser Stelle in die Darstellung ein, weil sie in morphologischer und nukleologischer Beziehung sehr interessant ist und, soweit ich dies heute beurteilen kann, in dieser Beziehung dem *Azotobacter* am nächsten steht; doch will ich mich — schon mit Rücksicht auf den Zweck dieser Mitteilung — möglichst kurz fassen.

Der Organismus erscheint in jugendlichen, vegetativen Zuständen in Form von lebhaft beweglichen Langstäbchen, die auch zu kettenartigen Verbänden oder zu ungegliederten Langfäden auswachsen können und an ihren freien Enden „Polkörper“ tragen (Taf. XVIII, Fig. 3 A). Alle diese Formen sind bald ziemlich dick, bis $1\ \mu$ im Querdurchmesser (Taf. XVIII, Fig. 3 A, b), bald wieder äußerst dünn (kaum $0.3\ \mu$ dick) (Taf. XVIII, Fig. 3 A, a); sie kommen in jungen Kulturen entweder gleichzeitig nebeneinander vor, oder, was namentlich in kräftig ernährten Kulturen öfters der Fall ist, es herrscht die dickere Form anfangs vor, um im späteren Alter der dünnen Platz zu räumen. Anfangs glaubte ich, daß meine Kulturen ein Gemisch von zwei distinkten Arten seien; doch sind alle Versuche, dieselben zu isolieren, gescheitert; auch zeigen die beiden Formen den gleichen Entwicklungsgang sowohl im vegetativen als auch im fruktifikativen Zustande. Ich neige der Ansicht zu, daß die dünnen Stäbchen den „Mikroformen“ des *Azotobacter* analoge Gebilde sind und auf gleiche Weise entstehen, doch kann ich zur Bekräftigung dieser Ansicht keine direkten Beweise beibringen. Trotzdem werde ich im Folgenden, um weitschweifige Beschreibungen zu vermeiden, die dicken Stäbchen und deren Deszendenten als Makro-, die dünnen als Mikroformen bezeichnen.

Zellkerne sind in den Mikroformen im lebenden Zustande selten, im gefärbten zumeist gut, namentlich an den Polen nachzuweisen (Fig. 3 A, a); in den Dickstäbchen kann man sie bei günstiger Beschaffenheit der Zellen auch im lebenden Zustande sehen und deren Wanderungen und Teilungen verfolgen. Sie sind in wach-

senden und sich teilenden Zellen stets in der Mehrzahl vorhanden; Teilungsbilder, wie solche in den Figuren 3 A, b dargestellt sind, bekommt man sehr oft zu sehen.

Mit dem Alter der Kultur werden die anfangs rasch nacheinander folgenden Spaltungen verlangsamt und die neu entstehenden Tochterzellen fallen immer kürzer aus, bis sie kokkenartig, fast kugelförmig werden (Taf. XVIII, Fig. 3 B, a). Nun hören die Teilungen auf und die in der Mehrzahl vorhandenen Zellkerne gehen allmählich ein bis auf einen, welcher sich vergrößert, fast das ganze Lumen der Zelle einnimmt und von einem dichten Plasmamantel umgeben wird (Taf. XVIII, Fig. 3 B, b). In diesem Zustand verharren nun die Kokkuszellen sehr lange Zeit, scheinbar ohne sich zu verändern; sie wachsen nur etwas heran, der Plasmamantel wird dichter und breitet sich gegen das Zellinnere aus, während der Zellkern seine ursprüngliche normale Größe wiedererlangt. Gleichzeitig runden sich die Zellen unter Verschleimung der Membran der Mutterzelle ab, umhüllen sich nach außen mit einer besonderen Membran und werden frei (Taf. XVIII, Fig. 3 B, c, C, c). Diese Kokkuszellen, welche in gleicher Weise, wie die Fruktifikationskokken des *Azotobacter* entstehen, sind als Ruhezustände aufzufassen, denn sie entwickeln sich nicht mehr in demselben Substrate, wo sie entstanden sind, wachsen aber, in frische Nährmedien gebracht, zu stäbchenförmigen, vegetativen Formen aus. In manchen Fällen scheinen sie jedoch den Ausgangspunkt für echte Sporen zu bilden. Man findet nämlich in alten Kulturen, jedoch verhältnismäßig selten, neben den geschilderten Kokken mit individualisiertem Zellkern, auch solche Kokken, die sich mit Fuchsin-Methylgrün ebenso wie die jungen Sporenanlagen der endosporenen Bakterien gleichmäßig und intensiv färben und in denen von individualisierten Zellkernen oder von Chromatinkörnchen nichts zu sehen ist (Taf. XVIII, Fig. 3 C, b), daneben auch Kokken, die sich färberisch ganz ähnlich verhalten, aber von einer echten, doppelt konturierten Sporenmembran, an welchen Exine und Intine deutlich unterschieden werden können, nach außen umgeben sind (Taf. XVIII, Fig. 3 D). Letztere stimmen in ihrem äußeren Aussehen und in ihrer Struktur mit den Sporen des *Azotobacter* vollkommen überein, doch habe ich ihre Keimung zur Zeit noch nicht beobachten können. — Die Dünnstäbchen des *B. fluorescens*, var. *nitrosus* zeigen genau denselben Entwicklungsgang mit dem Unterschiede, daß an längeren Stäbchen die Kokken-

formen nur an den beiden Enden gebildet werden, während der mittlere Teil seinen Inhalt an die anschwellenden Endzellen abgibt und verkümmert (Taf. XVIII, Fig. 3 B, b). Das Endresultat der Evolution bleibt aber auch hier dasselbe: es entstehen kugelrunde oder auch schwach eiförmige Kokken mit oder ohne individualisierte Zellkerne, zuweilen auch mit doppelt konturierten Sporenmembranen ausgestattete Zellchen; doch sind die beiden letzteren Mikroformen noch seltener zu finden.

Mit den soeben geschilderten, vegetativen und fruktifikativen Makro- und Mikroformen ist aber der Entwicklungskreis unserer Bakterie keineswegs erschöpft. Insbesondere auf mineralischen Nährböden entstehen schon frühzeitig, auf organischen eiweißhaltigen erst im späteren Alter der Kultur aus den vegetativen Stäbchenformen ganz kurze Stäbchen, etwa anderthalb bis zweimal so lang als breit, welche an ihren beiden Enden stark lichtbrechend erscheinen, nicht weiter wachsen und sich auch nicht teilen, demnach als besondere vegetative Ruhezustände aufzufassen sind (Taf. XVIII, Fig. 3 C, a und E). Sie scheinen sich ebenso wie die vegetativen Stäbchen in kokkenförmige Ruhezustände und daraus in sporenlähnliche Gebilde umzuwandeln (Taf. XVIII, Fig. 3 C, a und b). In den meisten Fällen erleiden sie aber keine weiteren Veränderungen, stellen einkernige Zellen dar, deren vergrößerter Zellkern die Mitte der Zelle einnimmt, während an den Polen dichte, stark lichtbrechende Plasmamassen angehäuft sind (Taf. XVIII, Fig. 3 E). Es würde zu weit führen und das dieser Publikation vorgesteckte Ziel zu weit überschreiten, wenn ich an dieser Stelle die weiteren, sehr interessanten Schicksale dieser Ruhestäbchen, soweit ich sie zur Zeit erschlossen habe, schildern wollte; dies muß einer späteren Abhandlung, welche die Morphologie und Physiologie dieser Bakterie speziell behandeln soll, vorbehalten bleiben. Hier mag nur erwähnt werden, daß die fraglichen Ruheformen in demselben Nährsubstrat, in welchem sie gebildet wurden, nicht mehr entwicklungsfähig zu sein scheinen, dagegen in frische Nährsubstrate gebracht, zuerst eigentümliche Schwärmzellen bilden oder auch direkt zu Makro- oder Mikrostäbchen auswachsen.

Das allgemeine Resultat meiner Untersuchungen über die in Rede stehende Bakterie läßt sich dahin zusammenfassen, daß *B. fluorescens* in der von mir untersuchten Abart morphologisch und nukleologisch sich am meisten dem *Azotobacter* nähert, von welchem

es sich jedoch wesentlich dadurch unterscheidet, daß seine Zellkerne im fruktifikativen Stadium nicht in vier Chromidien zerfallen, sondern direkt nach Art der endosporenen Bakterien in den für das Sporenstadium charakteristischen diffusen Zustand der Kernsubstanz übergehen. Selbstverständlich ist dieser Schluß nur unter der Voraussetzung richtig, daß die beobachteten kokkenförmigen Zellen mit diffuser Kernsubstanz Vorstadien der sporenenähnlichen Zellen und diese letzteren echte, keimungsfähige Sporen sind.

Bacterium Nitrobacter (Winogr.) Lehm. et Neum.

Über diese physiologisch sehr interessante und morphologisch wegen unzulänglicher Beschreibungen, zumeist dazu auf Grund von mit eingreifenden Methoden behandelten und gefärbten Präparaten gewonnen, noch sehr wenig bekannte Bakterie kann ich mich kurz fassen. Sie ist, wie schon oben gesagt, morphologisch von *B. fluorescens* var. *nitrosum* nicht zu unterscheiden, denn sie bildet ebenso wie diese, Dick- und Dünnstäbchen, welche im späteren Alter sich zu den gleichen Makro- und Mikroformen, ausgenommen etwa echte Sporen, die ich in *Nitrobacter*-Kulturen bis jetzt sicher nicht beobachtet habe, weiterentwickeln. Sie ist unter Umständen ebenso, wie *B. fluorescens* frei beweglich und schwärmt in der für diese letztere Art charakteristischen Weise; ob sie auch ebenso begeißelt ist (meine Abart des *B. fluorescens* ist polar begeißelt und die Geißeln gehen entweder einzeln oder zu zweien, oder auch in ganzen Büscheln von einem oder von beiden Polen aus), konnte ich noch nicht feststellen, da in gewöhnlichen Kulturen in der Winogradski'schen Nährlösung Schwärmezustände verhältnismäßig selten und sporadisch ausgebildet werden und da Tropfenkulturen, in denen schwärmende Stäbchen und kokkenförmige Zellen oft massenhaft vorkommen, bis jetzt zu Geißelfärbungen nicht verwendet werden konnten.

Die Zellkernverhältnisse liegen, soweit dies bei der Kleinheit der Zellen verfolgt und beurteilt werden kann, bei *Nitrobacter* auch nicht anders wie bei *B. fluorescens*; doch muß bemerkt werden, daß diese letztere Art auf mineralischen Nährböden ebenso kleine Formen ausbildet wie *Nitrobacter*. Auch in physiologischer Beziehung zeigt *Nitrobacter* weitgehende Analogien zu *B. fluorescens*, und ich würde gar nicht überrascht sein, wenn mein *Nitrobacter*, welcher, nebenbei gesagt, Nitrite sehr energisch in Nitrate verwandelt (25—

30 mg per Tag in 30—35 cm³ Winogradski'scher Nitritnähr-
lösung) und, in Nährbouillon übergeimpft, dieselbe klar und steril
läßt, sich bloß als eine Anpassungsform des *B. fluorescens* entpup-
pen sollte. Ich will damit keineswegs sagen, daß *Nitrobacter* mit
B. fluorescens non liquefaciens der Autoren identisch ist und nur
eine Anpassungsform dieses allgemein verbreiteten und sehr va-
riablen Mikroben darstellt; ich will nur sagen, daß mein *Nitro-*
bacter mit meinem *B. fluorescens*, var. *nitrosum* so weitgehende
morphologische und physiologische Analogien und Homologien
bietet, daß ein Verdacht auf die Möglichkeit der Zugehörigkeit
der beiden Formen zu einer und derselben Art logischerweise in
mir aufsteigen mußte. Doch sind Versuche, die eine Form in die
andere und *vice versa* überzuführen, erst vor kurzem in Angriff
genommen worden und sind deren Ergebnisse abzuwarten, bevor
ein endgültiges Urteil in dieser Frage gefällt werden kann. Ich ge-
denke erst nach Abschluß dieser Versuche und nach Ergänzung
der bisherigen Befunde der morphologischen Entwicklung über diese
beiden Bakterien ausführliche Mitteilungen zu veröffentlichen ¹⁾.

Aus der Gattung *Bacterium* habe ich noch zwei Arten auf ihre
Zellkernverhältnisse und Morphologie eingehender untersucht, und
zwar: *Bacterium coli* (vorwiegend eine aus Marktmilch isolierte und
Nitrate nicht reduzierende, sonst aber mit dem gewöhnlichen *Coli-*
Bakterium vollkommen übereinstimmende Form) und eine neue,
bisher nicht beschriebene — wenigstens unter die Bakterien nicht

¹⁾ Nachschrift. Während der Drucklegung dieser Arbeit sind die Umzüch-
tungsversuche der beiden Arten so weit gediehen, daß es höchstwahrscheinlich er-
scheint, daß beide nur Anpassungsformen einer und derselben Art sind. In der
Zwischenzeit habe ich auch von Prof. Dr. Omielański in St.-Petersburg Origin-
alkulturen des Petersburger Nitrit- und Nitratbildners erhalten, wofür ich dem
genannten Herrn an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank ausspreche. Der Pe-
tersburger *Nitrobacter* stimmt nun mit meinem Nitratbildner und *B. fluorescens*
morphologisch gut überein, nur ist er weniger pleomorph und den größten Teil
seines Lebens unbeweglich; doch konnte ich ihn schon in der kurzen Zeit von
drei Wochen durch gewisse Kulturmaßregeln zu größerer Beweglichkeit und auch
dazu bringen, daß er Langstäbchen und selbst längere Fäden, wie solche bei
meinem *Nitrobacter* und *B. fluorescens* unter gewissen Lebensbedingungen regel-
mäßig in Erscheinung treten, ausbildet. Ich hoffe auch, daß es mir gelingen wird,
die anderen Morphoden, welche mein *Nitrobacter* und *B. fluorescens* entwickeln,
durch entsprechende kulturelle Eingriffe beim Petersburger Nitratbildner zur Ent-
wicklung zu bringen.

eingereihte — Art, welche einen prachtvoll korallenroten Farbstoff erzeugt und morphologisch auch sehr interessant ist. Da jedoch diese beiden Arten wohl andere Ruhezustände, aber keine Sporen bilden und ihre Zellkerne sich in den vegetativen Lebensstadien ähnlich verhalten wie die der anderen oben beschriebenen Bakterien, so würde es kaum Zweck haben, an dieser Stelle eine Darstellung der Entwicklungsgeschichte und Morphologie der beiden Arten zu geben. Ich gehe nun zur Darstellung der Morphologie der zunächst untersuchten Bakterien aus der Gattung *Streptococcus* über und beginne mit dem längst bekannten:

Streptococcus acidi lactici Grotenfeldt.

Diese von Grotenfeldt (16) zuerst isolierte und beschriebene und von Leichmann (17, 18) als Haupterreger jeder spontanen Milchsäuerung richtig erkannte Milchsäurebakterie kommt in jeder sauer gewordenen Milch aus der Umgebung der Stadt Krakau massenhaft vor. Aus Sauermilch isoliert und in Milch oder in Milchzucker- und Glukosebouillon rein weitergezüchtet, zeigt sie die von Leichmann zuerst beschriebenen charakteristischen Eigenschaften. Unter dem Mikroskop erscheint sie als winzige Kokken von kuglrunder, ovaler oder lanzettförmiger Gestalt, welche bald einzeln auftreten, bald zu Diplokokken oder kürzeren und längeren (4—8-, seltener mehrgliedrigen) Ketten verbunden sind; öfters bildet sie auch unregelmäßige Anhäufungen (Kolonien) von Einzelkokken, Diplokokken und knieartig gekrümmten Kettenverbänden. In einem bestimmten Entwicklungsstadium sind Diplokokken und die Endglieder der Kettenverbände deutlich lanzettförmig; zerfällt eine solche Kette, so sieht man Haufen von allen oben beschriebenen Kokkenformen; wachsen die Einzelkokken zur doppelten Größe heran, dann sind sie kurz zylindrisch und nehmen lanzettförmige Gestalt an. Die Zellehen sind in den genannten Nährmedien so klein, daß man in ihnen weder im lebenden noch im gefärbten Zustande Zellkerne oder irgend welche Strukturen sicher erkennen kann. Kultiviert man aber die Milchsäurebakterie in schwach alkalisiertem Nährbouillon und steigert mit jeder Überimpfung die Alkalität der Nährlösung, so werden die Zellehen größer, erreichen manchmal bis 1 μ Querdurchmesser und man kann dann in ihrem Innern, manchmal im lebenden, bei vorsich-

tiger Färbung fast immer im gefärbten Zustande Zellkerne wahrnehmen und nachweisen (Taf. XVIII, Fig. 4 A). Am leichtesten sind die Zellkerne an den Spitzen der lanzettförmigen Zellen zu sehen, wo sie gewöhnlich an dem freien Pol der Zelle sitzen und dadurch wohl die äußere Form der Zelle mit beeinflussen. Gewöhnlich sieht man in jeder Zelle nur einen Zellkern, manchmal zwei, doch meine ich, daß wachsende und in Teilung begriffene Zellen deren mehr besitzen, sie sind aber wegen der Kleinheit der Zellen und der starken Färbbarkeit des Zytoplasmas nicht nachweisbar.

Bei fortgesetzter Züchtung des Milchsäureferments in alkalisierten zuckerfreien Nährböden wird zwar seine Vermehrungsfähigkeit nicht beeinträchtigt, wohl aber die Gärtätigkeit herabgedrückt und die Gestalt der Zellen weiter verändert. Während der frisch aus saurer Milch isolierte und der in zuckerhaltigen Substraten fortgezüchtete Mikrobe die Milch schon nach 12—16 Stunden bei einer Temperatur von 26—30° C. zu einer gallertartigen, kompakten Masse koaguliert, dauert es bei Impfung mit in alkalisierten, zuckerfreien Nährsubstraten längere Zeit (2—3 Monate) fortgezüchtetem Material einen bis mehrere Tage, bis derjenige Säuregrad erreicht wird, bei welchem das Kasein ausgefällt wird. Untersucht man alte Kulturen in alkalisierten, zuckerfreien Nährlösungen mikroskopisch, so findet man in ihnen keine Kokken mehr, sondern lauter mehr oder weniger langgestreckte und an den beiden Polen meist zugespitzte Stäbchen, die bald als Einzel-, bald als Doppelstäbchen erscheinen oder auch zu Kettenverbänden vereinigt sind (Taf. XVIII, Fig. 4 B). In sehr alten Kulturen in alkalisierten, zuckerfreien Nährmedien findet man neben diesen Formen auch längere, vibrionen- oder spirillenartig gekrümmte Stäbchen, daneben Fäden, schließlich allerhand verzweigte Formen, die je nach ihrer Größe und Vorhandensein oder Fehlen von Querwänden bald besonders großen, unseptierten Bakteroiden der Leguminosenknöllchen, bald den septierten Hyphen der Mycomyceten gleichen.

Ich kann an dieser Stelle auf die morphologischen Details der Metamorphose der Kokken in Stäbchen und dieser letzteren in Bakteroiden und Pilzhyphen ähnliche Gebilde nicht eingehen, betone nur, daß alle diese Metamorphosen nichts Außergewöhnliches an sich zeigen, sich vielmehr in ganz einfacher und natürlicher Weise vollziehen — und gehe zu den uns hier in erster Li-

nie interessierenden Zellkernverhältnissen des *Streptococcus acidilactici* über.

In den aus den Kokken sich entwickelnden Stäbchenformen sind die Zellkerne gut sichtbar und durch Fuchsin-Methylgrün leicht nachzuweisen. In solchen Kulturen, wo sich neben den Stäbchen auch Kettenverbände, längere Fäden, Bakteroidenformen und hyphenartige Gebilde entwickelt haben, findet man in den Stäbchen entweder nur einen oder zwei polar gelegene Zellkerne (Taf. XVIII, Fig. 4 B), in wachsenden und sich teilenden Stäbchen, aber auch in kürzeren unseptierten Fäden auch mehr Zellkerne (Taf. XVIII, Fig. 4 B, b); die Verhältnisse liegen hier demnach ebenso wie in den normalen Stäbchenformen der Gattungen *Bacterium* und *Bacillus*. In langen, unverzweigten oder hyphenartig verzweigten Fäden sind ebenfalls Zellkerne in Mehrzahl vorhanden, ihre Chromatinkörnchen aber vergrößert, die Kerngrundsubstanz reduziert oder auch fehlend. Solche Zellkerne zeigen die schönsten Volutinreaktionen und sind als sichere Anzeichen der beginnenden Involution, resp. Degeneration der Zellen zu bezeichnen. In der Tat degenerieren die meisten so geformten Zellen mit Volutineinschlüssen recht bald, wenn man sie nicht in frische Nährlösungen überimpft. Sät man aber aus einer Kultur, in welcher sich die soeben beschriebenen Formen entwickelt haben, in frische zuckerhaltige Nährmedien aus, so entwickeln sich aus ihnen entweder die gleichen Formen, wenn das Nährmedium (z. B. Milchzuckernährgelatine) alkalisiert wird, oder es findet bei neutraler oder schwach alkalischer Reaktion des Nährmediums eine Umwandlung der Stäbchenformen in Kokkenformen statt. An dieser Stelle interessiert uns nur dieser letztere Vorgang, weil er nukleologisch an uns schon bekannte Erscheinungen anschließt. Verfolgt man die Rückbildung der Stäbchen in Kokken in ganz jungen Kulturen, so sieht man, daß aus den Stäbchen zuerst wieder Stäbchen entstehen, welche sich aber bald zuspitzen, spindelförmig werden und an den beiden Polen je einen Zellkern besitzen (Taf. XVIII, Fig. 4 C). Diese Stäbchen teilen sich aber nicht weiter, ihre Zellkerne bleiben an den Polen sitzen, vergrößern sich unter Auflösung der Chromatinsubstanz bedeutend und vermengen mit dem umgebenden Zytoplasma zu einer homogenen, sich gleichmäßig und intensiv färbenden Masse (Taf. XVIII, Fig. 4 C, b und c). Diese Umwandlung findet entweder gleichzeitig an beiden Polen statt, oder der eine Polkern

geht voraus, der andere folgt ihm später nach. Ist der Prozeß der Auflösung und Vermengung der Zellkerne mit dem Zytoplasma in beiden Hälften der stäbchenförmigen Zelle vollendet, dann erscheinen die Stäbchen als kernlose Diplokokken, zwischen denen die Querwand soeben angelegt wird (Taf. XVIII, Fig. 4 D, a). Ich glaube, daß sie in diesem Stadium tatsächlich kernfrei sind und der leere Raum zwischen ihnen durch Zurückziehen des mit diffuser Kernsubstanz vermengten Zytoplasmas gegen die beiden Pole entsteht. Nun differenziert sich in den beiden Nuklearzellen ein individualisierter Zellkern heraus, welcher sich wahrscheinlich durch Teilungen vermehrt, zur Anlage der wirklichen Querwand Veranlassung gibt, wonach die beiden fertiggebildeten Kokken sich voneinander trennen und in gewöhnlicher Weise weiter vermehren (Taf. XVIII, Fig. 4 D, b, c). Ist diese Auffassung der sich hier abspielenden, aber direkt nicht zu verfolgenden Vorgänge richtig, dann hätten wir im Rückbildungsprozeß der Stäbchen in Kokken ein Analogon der Sporenbildung bei den sporenbildenden Bakterien, und die Kokkenform der Milchsäurebakterie wäre morphologisch den teilungs- und vermehrungsfähigen fruktifikativen Kokken des *Azotobacter* gleichzustellen. Andere fruktifikative Formen oder Ruhezustände des *Streptococcus acidi lactici* habe ich nicht beobachtet; ebensowenig konnte ich diesen Mikroben in seinen Kokkus- und in seinen Stäbchenformen durch kulturelle Maßregeln zur Schwärmfähigkeit bringen.

Auf die verwandtschaftlichen Beziehungen dieser Bakterie zu den anderen Bakterienarten, deren morphologischer Entwicklungszyklus uns bekannt ist, und auf ihre Stellung im System kann hier nicht eingegangen werden; diese Fragen müssen für eine später zu erscheinende morphologisch-physiologische Abhandlung über *Streptococcus acidi lactici* und seine nächsten Verwandten reserviert bleiben.

Zum Schluß will ich noch über Zellkerne einer vielleicht zur Gattung *Streptococcus* zu rechnenden Bakterie kurz berichten, deren systematische Stellung zur Zeit noch ganz unklar ist. Ich meine den Winogradski'schen Nitritbildner oder, wie er von diesem Forscher genannt wurde, die:

Nitrosomonas europaea Winogradski ¹⁾.

Der von mir untersuchte Nitritbildner stimmt, soweit ich nach den Beschreibungen beurteilen kann, mit der von Winogradski aus dem Petersburger Boden isolierten Form vollkommen überein ²⁾. Er ist ein großer, unbeweglicher Kokkus, der bald als Einzel-, bald als Diplokokkus auftritt, nicht selten aber auch zu kürzeren oder längeren Ketten streptokokkenartig verbunden ist. Auf Magnesia-Gipsplatten (19) bildet er anfangs hellgelbe, später rostbraune, durch zähen Schleim zusammengehaltene, tröpfchenartige Kolonien; ebensolche Kolonien werden auch auf der Oberfläche von Nährlösungen in alten, angereicherten Kulturen gebildet; sie bleiben hier aber farblos oder sind schmutzig weiß mit einem schwachen Stich ins Gelbliche und verschmelzen nicht zu einer zusammenhängenden Kahnhaut. In der Tiefe der Nährlösungen, zwischen den am Boden liegenden flockigen Teilchen der *Magnesia alba* entstehen ähnliche, durch zähen Schleim zusammengehaltene Kolonien, deren Schleim jedoch sich hier an der Außenfläche zu einer kompakten, gefalteten Außenhülle verdichtet, in welcher Haufen von Kokken dicht zusammengedrängt liegen. Solche Kolonien geben alsdann die gleichen Bilder, welche Winogradski für die Nitritbildner von Zürich und Genevilliers entwirft (15, in Lafar, Taf. III, Fig. 4—6 und Taf. IV, Fig. 3—6). Vor der Teilung wachsen die Kokken zu kurz zylindrischen, an beiden Enden abgerundeten Stäbchen, welche nach vollzogener Teilung wieder in runde Kokken zerfallen (Taf. XVIII, Fig. 5). Manchmal, jedoch im ganzen sehr selten, beobachtet man ganze Ketten von solchen in Teilung begriffenen, kurz

¹⁾ Weshalb Lehmann und Neumann diese Bakterie in *Bacterium Nitrosomonas* umtaufen, ist mir ganz unklar geblieben, denn aus den Beschreibungen der maßgebenden Forscher (Winogradski und Omiełański) geht nur soviel hervor, daß die aus verschiedenen Böden isolierten Nitritbildner bald als kugelförmige Kokken, bald als ellipsoide oder kurz zylindrische Zellen, zu welcher Gestalt Kokken vor jeder Teilung auswachsen, erscheinen. Aber auch der Artname *Nitrosomonas* ist unhaltbar, da das Vorhandensein oder Fehlen von Geißeln sowie deren Zahl, Länge und Stellung keine konstanten Merkmale abgeben und selbst zur Unterscheidung von Arten nicht gut verwendet werden können.

²⁾ Nachschrift. Der Petersburger Nitritbildner, den ich von Prof. Omiełański erhalten habe (S. Nachschrift S. 136), ist mit meinem aus hiesigen Böden isolierten Nitritbildner in allen Details der Form, Struktur und des Wachstums der Zellen identisch.

stäbchenförmigen Kokken, die dann Kettenverbände eines kurzgliederigen *Bacillus* oder *Bacterium*s vortäuschen.

Schon Winogradski erwähnt, daß in den großen Kokken kernähnliche Gebilde zu sehen sind. In der Tat kann man in ruhenden Kokken zuweilen schon am lebenden und stets am gefärbten Material große Zellkerne mit großen Chromatinkörnchen beobachten (Taf. XVIII, Fig. 5 A). Am lebenden Material habe ich die Teilungen der Zellen und die Veränderungen des Zellkernes direkt verfolgt. In Fig. 5 B, Taf. XVIII sind die Veränderungen des Zellkernes während einer $2\frac{1}{2}$ -stündigen ununterbrochenen Beobachtung abgebildet. Zu Anfang der Beobachtung war der Zellkern als ein dunkles, von einem schwachen Lichthof umgebenes Pünktchen an einem der Pole des gestreckten Kokkus zu sehen (a). Nach einer halben Stunde war der Zellkern vom Pole gegen das Lumen der Zelle etwas zurückgewichen und bedeutend größer geworden: er erschien jetzt als eine helle, runde Vakuole mit einem brillantem Körnchen in der Mitte (b). Nach einer weiteren Viertelstunde war er schon in der Mitte der Zelle und noch mehr vergrößert (c). Kurz darauf wanderte er zum anderen Pole (d), war noch einige Minuten hier als hellglänzende Vakuole sichtbar und verschwand (e). Mit dem Unsichtbarwerden des Zellkernes wurde die Zelle mattglänzend und ließ keine Details ihrer inneren Struktur erkennen. Daß sich aber jetzt in ihrem Innern wichtige Lebensprozesse abspielten, läßt sich daraus schließen, daß nach nicht ganz einer halben Stunde eine leichte Einschnürung in der Mitte der gestreckten Zelle sichtbar wurde (f). Nach einer weiteren Stunde war die Zelle schon geteilt, und bald darauf erschienen in den beiden Tochterkokken polar gelegene Zellkerne (g). Da an den sich teilenden Kokken wegen der Beschaffenheit der Zellen die Teilungen des Zellkernes nicht verfolgt werden konnten, so habe ich über die Art und Weise dieser Teilungen und ihre Aufeinanderfolge an gefärbten Präparaten Aufschluß gesucht. In Fig. 5 C, a—f, Taf. XVIII sind diese Teilungen in wahrscheinlicher Aufeinanderfolge nach einem gefärbten Präparat dargestellt. Die Figuren brauchen nach dem, was ich oben über die Teilungen der Zellen und der Zellkerne bei den Stäbchenbakterien aus der Gattung *Bacillus* und *Bacterium* berichtet habe, wohl keiner weiteren Erklärung. Man kann fast mit absoluter Sicherheit annehmen, daß die Zellteilungen in der Gattung *Streptococcus*, wenn überhaupt diese Gattung nach

meinen Befunden an *Streptococcus acidi lactici* noch zu Recht bestehen soll, nicht anders sind wie bei den Gattungen *Bacillus* und *Bacterium*, und weiter, daß der Anteil der Zellkerne an den Zellteilungen auch bei dieser Gattung der gleiche ist.

Fasse ich die Resultate aller meiner Untersuchungen, über die ich oben berichtet habe, kurz zusammen, so komme ich zu folgenden Schlüssen:

1) Sämtliche untersuchten Bakterienarten aus den Gattungen *Bacillus*, *Bacterium*, *Azotobacter* und *Streptococcus* haben ebenso wie höhere Pflanzen und Tiere, Zellkerne, welche im Zelleben dieser kleinsten und einfachsten Lebewesen die gleiche, hochwichtige Rolle spielen, wie bei den höheren Organismen. Man kann auch mit ruhigem Gewissen als sicher annehmen, daß auch die übrigen, daraufhin nicht untersuchten Bakterienarten aus den Gattungen *Micrococcus*, *Sarcina*, *Vibrio*, *Spirillum* Zellkerne besitzen und letztere von den Zellkernen der zuerst erwähnten Gattungen nicht wesentlich verschieden sind. Es ist überhaupt fraglich, ob kernlose lebende Organismen bestehen und existenz- sowie vermehrungsfähig sein können.

2) Bei sämtlichen untersuchten Bakterien zeigen die Zellkerne die gleiche Form, Beschaffenheit und Lagerung im Zellinhalte. In lebenden Bakterien erscheinen sie als helle, von einem dichten Plasmamantel gegen das Zelllumen abgeschlossene Vakuolen, welche in ihrer Hauptmasse aus einer hyalinen, körnchenfreien und nicht oder schwer färbbaren Substanz, der Kerngrundsubstanz (Linin oder vielleicht Hyaloplasma?) bestehen, nach außen von einer dünnen Haut, der Kernhaut abgegrenzt sind und in der Mitte ein Klümpehen stark lichtbrechender und mit Methylgrün sich tiefblau bis schwarzblau färbender Chromatinsubstanz führen. Die Zellkerne der Bakterien liegen stets an der Innenseite der Zellmembran, mit ihrem Chromatinkern derselben dicht ausgeschmiegt.

3) Die Zellkerne der Bakterien werden vom Zytoplasma ernährt, wachsen und vermehren sich durch Teilungen. Junge Bakterienzellen, z. B. die aus den Sporen sich entwickelnden Keimlinge, haben nur einen Zellkern, welcher zumeist polar gelegen ist. Während des Wachstums der Zelle tritt der Zellkern vom Pole zurück, wandert gegen die Zellmitte, vergrößert sich etwa um das Doppelte

und teilt sich in zwei Tochterkerne, welche entweder gegen die beiden Pole zurückwandern und sich an den Polen festlegen, oder auch bei schnell wachsenden Zellen in der Mitte verbleiben und nach einiger Zeit, nachdem sie herangewachsen sind, sich von neuem teilen. Die Teilungen erfolgen stets und bei allen Bakterien in der gleichen Weise, indem sich zuerst das Chromatinkorn vergrößert, dann in die Länge streckt, eine Einschnürung in der Mitte bekommt, wobei die beiden Hälften der gestreckten Chromatinsubstanz sich voneinander entfernen und zu zwei Chromatinkügelchen gestalten. Gleichzeitig streckt sich auch die Kerngrundsubstanz in die Länge und der Zellkern erhält nun eine tonnenförmige Gestalt mit zwei Chromatinkörnchen an den beiden Enden der Tonne. Die Spaltung der Tonne in zwei Tochterkerne konnte direkt nicht beobachtet werden; sie muß sehr schnell erfolgen, wahrscheinlich durch Einschnürung der Kerngrundsubstanz. Von einer Mitose ist bei diesem Teilungsprozeß nichts zu sehen. Trotzdem ist es nicht ausgeschlossen, daß die Teilung sich in Wirklichkeit mitotisch vollzieht und nur die Kleinheit des Objektes verhindert, dies direkt zu beobachten; dafür spricht der Umstand, daß sich teilende Zellkerne Tonnen- oder Spindelform annehmen, wobei die Chromatinsubstanz der Tochterkerne nach und nach gegen die beiden Pole wandert und erst hier ihre definitive kugelige Gestalt erlangt.

4) Die Zellkerne der Bakterien beteiligen sich an sämtlichen Lebensprozessen der Zellen, insbesondere an deren vegetativer und fruktifikativer Vermehrung. In der vegetativen Lebensperiode vermitteln sie die vegetative Vermehrung, indem sie zur Anlage der Querwände Anstoß und Veranlassung geben. Tritt die Bakterienzelle in die fruktifikative Lebensperiode über, so sind es die Zellkerne, welche den Übergang in das fruktifikative Stadium einleiten und vermitteln und die Hauptrolle in der Erzeugung der fruktifikativen Lebensformen übernehmen. Bei den Endosporen bildenden Arten aus der Gattung *Bacillus* übernimmt diese Rolle ein Zellkern, welcher sich unter Auflösung der Chromatinsubstanz in Kerngrundsubstanz stark vergrößert, Eiweißsubstanzen, bezw. plasmatische Elemente, Fett und Kohlehydrate vom Zytoplasma in sich aufnimmt und nach Umhüllung mit Sporenmembran zur Spore wird, während die übrigen Kerne der Zelle eingehen und normal wohl vom Zytoplasma noch während des Wachstums der Spore resorbiert werden. Bei der Gattung *Bacterium*, welche keine Endo-

sporen erzeugt, vereinigen sich die Zellkerne der vegetativen Lebensformen, soweit aus den vorliegenden Einzelbeobachtungen geschlossen werden darf, mit dem Eintritt des Fruktifikationsstadiums zu einem einzelnen Zellkern, welcher fast das ganze Zelllumen einnimmt, sich alsdann auflöst und mit dem Zytoplasma vermengt; wahrscheinlich umgibt sich später die Zelle mit einer besonderen Membran und wird ebenfalls zur Spore, stellt aber auch ohne Umhüllung mit Sporenmembran eine Art fruktifikativer Lebensform, einen Ruhestand der Zelle, demnach ein Analogon der Spore dar. Bei der Gattung *Azotobacter* schmelzen ebenfalls die vegetativen Zellkerne im Fruktifikationsstadium zu einem einzigen Zellkern zusammen, welcher vor Ausbildung der Sporenmembran in vier Chromatinkörper (Chromidien) zerfällt, um mit der Fertigbildung der Spore sich ganz aufzulösen und mit dem Zytoplasma zu vermengen. Diese mit vier Chromidien versehenen fruktifikativen Zellformen können jedoch unter Umständen auch vegetativ wachsen und sich durch ungezählte Generationen vermehren, wobei jedoch die Chromidien wieder zu einem individualisierten Zellkern zusammenfließen, welcher sich durch Teilungen vermehrt und durch Tochterkerne die Zellteilungen vermittelt. Ähnliche Verhältnisse scheinen auch bei der Gattung *Streptococcus* obzuwalten, bei welcher echte Sporen nicht gebildet werden und die Kokkenzellen als fruktifikative Formen mit vegetativer Vermehrungsfähigkeit aufgefaßt werden können. Sind die Zellkernverhältnisse auch bei den übrigen Gattungen der Bakterien nicht anders, dann könnte man allgemein sagen, daß die vegetativen Lebenszustände der Bakterien durch individualisierte Zellkerne, die Sporen oder diesen analoge Ruhezustände durch diffuse Verteilung der Kernsubstanz charakterisiert sind.

5) Die hohe Bedeutung der Zellkerne für das Leben der Bakterien wird auch dadurch dokumentiert, daß Zellkerne unter Umständen zum Ausgangspunkt neuer Generationen werden können. Sie werden unter bestimmten Umständen aus dem Zelleibe ausgestoßen, wachsen zu winzigen Individuen von der Form und Struktur der normalen Bakterien heran, vermehren sich dann durch Teilungen, um beim Wechsel der Lebensbedingungen die Größe der Normalform zu erreichen. Das Ausstoßen der Zellkerne ist eine bei den Bakterien sehr, vielleicht auch allgemein verbreitete Erscheinung, doch wurde ihre Regeneration in die Normalformen zur Zeit nur bei *Azotobacter* beobachtet.

Vorliegende Untersuchungen wurden noch im vorigen Jahre im Agrikulturchemischen Institut des Herrn Prof. Dr. Emil Godlewski (senior) begonnen und in diesem Jahre im Institut für Tierzucht und Milchwirtschaft des Herrn Prof. Dr. Valerian Klecki zu Ende geführt. Für die gewährte Gastfreundschaft spreche ich den beiden Herren meinen verbindlichsten Dank aus.

Literatur.

1. Migula W., Allgemeine Morphologie, Entwicklungsgeschichte, Anatomie und Systematik der Schizomyceten. In Lafar's Handb. der techn. Mykologie, Bd. I, 1904.
2. Meyer Arthur, Die Zelle der Bakterien. Jena, 1912.
3. Prażmowski Adam, Historia rozwoju i morfologia azotobaktera (*Azotobacter chroococcum* Beijer.). Wiadom. tymczas. Rozpr. Wydz. matem.-przyrodn. Akad. Umiej. w Krakowie. Grudzień 1911. — Dieselbe Mittel. auch im Zentrbl. für Bakter., Abt. II, Bd. XXXII, 1912.
4. Prażmowski Adam, Azotobacter-Studien I. Morphologie und Cytologie. Bulletin de l'Acad. des Sciences de Cracovie. Série B. Mars 1912.
5. Meyer Arthur, Praktikum der botanischen Bakterienkunde. Jena, 1903.
6. Prażmowski Adam, Zur Entwicklungsgeschichte und Fermentwirkung einiger Bakterienarten. Botan. Zeitung, Bd. XXXVII, 1879.
7. Prażmowski Adam, Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte und Fermentwirkung einiger Bakterienarten. Leipzig, 1880.
8. Bredemann G., *Bacillus amylobacter* A. M. et Bredem. in morphologischer, physiologischer und systematischer Beziehung. Zentrbl. für Bakter., II Abt., Bd. XXIII, 1909.
9. Meyer Arthur, Der Zellkern der Bakterien. Flora, Bd. 98, 1908.
10. — Über Geißeln, Reservestoffe, Kerne und Sporenbildung bei den Bakterien. Flora, Bd. 86, 1899.
11. Gottheil O., Botanische Beschreibung einiger Bodenbakterien. Zentrbl. für Bakter., Abt. II, Bd. VII, 1901.
12. Swellengrebel N. H., Zur Kenntnis der Zytologie von *Bacillus maximus buccalis*, Miller. Zentrbl. für Bakter., II. Abt., Bd. XVI, 1906.
13. Prażmowski Adam, Azotobacter-Studien. II. Physiologie und Biologie. Bulletin de l'Acad. des Sciences de Cracovie, Série B, Juillet, 1912.
14. Lehmann K. B und Neumann R. O., Grundriß der Bakteriologie u. s. w. 5. Aufl., München 1912.
15. Winogradski S., Zur Mikrobiologie des Nitrifikationsprozesses. Zentralbl. für Bakter., Abt. II, Bd. II, 1896. Vide auch in Lafar's Handb. der techn. Mykologie, Bd. III, 1904, wo auch die übrige Literatur angegeben ist.
16. Grotenfeldt, Fortschr. d. Medizin, Bd. VII, 1889. Zitiert aus Leichmann (17).

17. Leichmann G., Über die freiwillige Säuerung der Milch. Milchzeitung, 23. Jahrg., 1894 und 25. Jahrg. 1896.
18. Leichmann G., Über die Beteiligung des *Bacillus lactis aërogenes* an der freiwilligen Säuerung der Milch. Zentrbl. für Bakter., II. Abt., Bd. V, 1899.
19. Omielański W., Magnesia-Gipsplatten als neues festes Substrat für die Kultur der Nitrifikationsorganismen. Zentrbl. für Bakter., II. Abt., Bd. V, 1899.

Tafelerklärung.

Sämtliche Figuren mit Ausnahme der Fig. 5 B, *a—g* sind bei einer Vergrößerung 1500/1 (Zeiss, homogene Immersion Apochromat 2/14 mm, z. T. auch 2/13 mm und Kompensationsokular 12) nach freien Handzeichnungen aufgenommen worden. In vielen Fällen, namentlich bei Beobachtung lebender Bakterien und bei Anwendung des Apochromats 2/13 mm, wurden bei dieser Vergrößerung nur die äußeren Umrisse der Zellen gezeichnet, zur Eintragung der Zellstrukturen das Kompensationsokular 8 (bei besonders großen Bakterien auch 6) verwendet, Fig. 5 B ist bei einer Vergrößerung von 1080/1 (Achromat E und Komp.-Okul. 12) gezeichnet worden.

Fig. 1. *Bacillus amylobacter*.

A. Vegetative Lebensformen: in *a* und *b* nach lebendem, in *c* nach gefärbtem Material.

B. Beginn der Sporenbildung: in *a* und *b* (obere Zelle) polare Zellkerne, stark vergrößert und von einem dichten Plasmamantel umgeben, die übrigen Zellkerne aufgelöst (*b*) oder der Auflösung entgegengehend (*a*); in *b* (untere Zelle) und *c* die Chromatinkörnchen in verschiedenen Stadien der Auflösung und Vermischung mit der Kerngrundsubstanz. Alles nach gefärbten Präparaten. Die Sporenanlagen mit aufgelöster Chromatinsubstanz färben sich rotviolett.

C. Weiterentwicklung bis zur fertigen Spore (*d*); *a* und *b*, mit Fuchsin-Methylgrün, *c* und *d* mit Jodjodkalium gefärbt. Sporenanlagen *a*, *b* schon allseitig vom dichten Plasma umgeben und von Gestalt der künftigen Spore; sie färben sich gleichmäßig intensiv rotviolett und stärker als das rot gefärbte Plasma, was in der Zeichnung nicht angedeutet wurde, um die Membran der jungen Spore nicht zu verdecken. In *c* war die ganze Zelle exklusive Sporenanlage und umgebendes Plasma, welche gelbe Färbung zeigten (Plasma intensivgelb, junge Spore schwach gelblich) dunkel violett gefärbt; die schwarzen Flecke um die junge Spore herum sind violett gefärbte Granulosemassen. In *d* ist die Spore von einer hyalinen, nicht färbbaren und für Farbstoffe nicht permeablen Membran umgeben. Plasma und Granulose aus deren nächster Umgebung verschwunden.

D. Abortive Sporenanlagen mit unaufgelösten Chromatinkörnchen aus alten Kulturen nach mit Fuchsin-Methylgrün gefärbten Präparaten.

Fig. 2. *Bacillus tumescens*.

A. Keimende und ausgekeimte Sporen: *a* und *b* lebend bis zum Abwerfen der Sporenmembran beobachtet; *c*, *d*, *e* nach gefärbten Präparaten.

B. In *a-e* und *f-h* Teilungen und Metamorphosen der Zellkerne an lebenden Zellen während eines Zeitraums von einer Stunde (*a-e*) und sieben Stunden (*f-h*) ununterbrochener Beobachtung. In *h* ist die dreizellige Kette links im optischen Durchschnitt, rechts dieselbe in Oberflächenansicht gezeichnet; das marmorierte Aussehen dieser letzteren Abbildung wird durch Fetttropfchen bedingt. In *k* ein Doppelstäbchen im optischen Durchschnitt aus derselben Tropfenkultur wie *f-h*, lebend.

C. Die aufeinander folgenden Phasen der Sporenbildung: *a* und *b* nach lebendem, *c-g* nach gefärbtem Material. *a*, *b*, *c* und *f* Zellkerne vergrößert mit normalen (*a*, *b*, obere und untere Endzelle) und in verschiedenen Stadien der Auflösung begriffenen Chromatinkörnchen (*b* mittlere Zellen, *c*, *g*); *d* und *e* Weiterentwicklung der Sporenanlagen bis zur Fertigbildung der Spore (*f*); die obere Zelle *f* im optischen Durchschnitt, die untere Zelle (*f*₁) in Oberflächenansicht gezeichnet, um die der Spore noch anhaftenden Plasmareste der Mutterzelle zu zeigen. *h* ein vegetatives, mit Fuchsin-Methylgrün gefärbtes Doppelstäbchen, welches die von Swellengrebel beobachteten, angeblichen spiraligen Zellkernstrukturen zeigt.

Fig. 3. *Bacterium fluorescens*.

A. Vegetative Stäbchenformen, und zwar in *a* Mikro-, in *b* Makroformen nach gefärbten Präparaten.

B. Übergänge zu fruktifikativen Entwicklungsstadien; die mit *b*, bezeichneten nach lebendem, alle übrigen nach gefärbtem Material.

C. Wahrscheinliche Aufeinanderfolge der Umwandlung der vegetativen (*a*) Formen in fruktifikative (*c*).

D. Mit Sporenmembranen umhüllte fruktifikative Formen, vielleicht echte Sporen.

E. Drei nebeneinander liegende vegetative Ruhezellen: *a* in Oberflächenansicht, *b* im optischen Durchschnitt, *c* bei tiefer Einstellung der Mikrometerschraube.

C, D, E nach gefärbten Präparaten.

Fig. 4. *Streptococcus acidilactici*.

A. Normale, noch stark gärende Milchsäurekokken aus alkalisierter Milchsückerbouillon mit zumeist gut sichtbaren Zellkernen.

B. Stäbchenförmige Zellen aus der Kokkusform in alkalisierten zuckerfreien Nährlösungen herangezüchtet, mit großen polaren Zellkernen.

C. Die Stäbchenformen nach Überimpfung in zuckerhaltige neutrale Nährlösungen, mit z. T. sich auflösenden Zellkernen.

D. Dieselben in Rückbildung in die gewöhnliche Milchsäure bildende *Streptococcus*form.

Sämtliche Abbildungen nach gefärbten Präparaten.

Fig. 5. *Nitrosomonas europaea*.

A. Einzel- und Diplokokken sowie Ketten von Kokken, z. T. nach lebendem, z. T. nach gefärbtem Material abgebildet, mit schön hervortretenden Zellkernen.



B. Die während zweieinhalb Stunden ununterbrochener Beobachtung aufeinander folgenden Stadien der Zellkern-Lagerung und Teilung eines schon zu einem Kurzstäbchen herangewachsenen Kokkus.

C. Die wahrscheinlichen aufeinander folgenden Stadien des Zellkernes vor der Spaltung des stäbchenförmigen Kokkus in zwei Tochterkokken, zusammengestellt aus einem mit Fuchsin-Methylgrün gefärbten Präparate einer stark nitrifizierenden flüssigen Kultur.



Budowa skóry rzegotki (Hyla arborea L.) podczas zmiany jej barwy. — Über den Bau der Haut von Hyla arborea L. während ihres Farbenwechsels.

Mémoire

de M^{lle} **J. BERGGRÜN**,

présenté, dans la séance du 7 Avril 1913, par M. M. Siedlecki m. c.

(Planche XIX).

Den Farbenwechsel der Haut studierte ich vorwiegend an dem gemeinen Laubfrosche (*Hyla arborea* L.), der bereits von vielen Autoren zu demselben Zwecke benützt wurde; zum Vergleich bediente ich mich auch einiger Exemplare von *Hyla carolinensis* sowie auch des gemeinen Grasfrosches (*Rana fusca*). Kleine Hautstücke verschieden gefärbter Laubfrösche wurden ausgeschnitten und möglichst schnell in Sublimat fixiert, um jeden weiteren Farbenwechsel an ihnen zu verhindern, und dann in üblicher Weise in Paraffin eingebettet. Hämatoxylin von Delafield, zusammen mit Bordeaux, Eosin oder einem Gemisch von Eosin und Orange, erwiesen sich als die besten Färbemittel. An lebendigen Tieren erzielte ich Veränderungen der Hautfarbe nach Biedermann's (3) Angaben. Gelbe Färbung erzielte ich auch durch subkutane Injektionen kleiner Mengen von chinesischer Tusche. Graublau Färbung erhielt ich durch Einführung von 3—4 cem dichtem Sirup in die dorsalen Lymphsäcke von *Hyla arborea*. Zur Gewinnung von Präparaten, an denen die Lipoidfarbstoffe sichtbar wären, dienten mir Biedermann's Methoden. Die Schichtung der Guaninkörnchen der Xantholeukophoren trat am deutlichsten bei Benützung des Polarisationsapparates hervor; bei gekreuzten Nikolen sehen wir dann das ganze Gewebe der Haut bloß in dunkeln Umrissen und auf diesem Hintergrunde glänzen stark in lebhaften Interferenzfarben die Guaninkörnchen (Fig. 2).

Auf Grund der bisherigen Forschungen über den Bau und Farbenwechsel der Haut bei Fröschen ist man zu der Ansicht gelangt, daß die jeweilige Hautfarbe von *Hyla arborea* als eine Mischfarbe entsteht und von der gleichzeitigen Wirkung zweier Elemente abhängig ist. Es sind: 1) die sogenannten Xantholeukophorenzellen, welche sowohl lipochromatischen, gelben Farbstoff als auch durchscheinende Guaninkörnchen (Interferenzkörnchen) enthalten, 2) die Melanophorenzellen, welche mit dunkelbraunem, körnigem Pigment gefüllt sind.

Diese Elemente können gegeneinander Verlagerungen erfahren, und die Hautfarbe ist das Ergebnis ihrer jeweiligen Lagerung.

Die Xantholeukophoren und Melanophoren befinden sich bekanntlich in der äußeren Lederhautschicht. Nach der bisherigen Anschauung sollen sie dicht der inneren Oberfläche des Epitheliums anliegen und bloß durch eine feine Grenzlamelle von dieser getrennt sein. Leydig allein gibt uns eine andere Darstellung, indem er behauptet, daß „der oberste Saum der Lederhaut allezeit „vom färbenden Stoffe frei bleibt und daher immer als ein heller, „wenn auch mitunter sehr schmaler Streifen sich von der Pigmentzone abhebt“. Über den histologischen Bau dieses farblosen Streifens gibt Leydig keine Auskunft.

Bei der Beobachtung der Hautquerschnitte von *Hyla arborea* bemerkte ich, daß jener von Leydig beschriebene lichte Rand aus einer einzigen, deutlichen Schicht von Bindegewebszellen besteht, die ich als Grenzzellen bezeichne.

Das Plasma der Grenzzellen ist körnchenfrei, farblos, nicht geschichtet und durchsichtig; es scheint von halbflüssiger Konsistenz, jedoch gegen die Oberfläche zu mehr verdichtet zu sein. Ihr Kern ist groß, ohne deutliche Kernkörperchen und befindet sich in der Mitte der Zelle. Die Gestalt der Grenzzellen ist veränderlich und wechselt immer im Zusammenhang mit der jeweiligen Färbung der Haut. Ihre Oberfläche liegt stets dem Epithelium, ihr unterer Teil den Xantholeukophoren an. Diese Verbindungsart der Epidermis mit der eigentlichen Haut gestattet gewissermaßen, daß beide Schichten Verschiebungen gegeneinander erfahren, denn je nach der Gestalt, welche die Grenzzellen annehmen, verändert sich auch der Zwischenraum zwischen der unteren Fläche des Epitheliums und der oberen Schichte des Coriums.

So viel ich aus den Quer- und Tangentialschnitten schließen

konnte, vollziehen sich die Bewegungen der Grenzzellen auf diese Art, daß ihre obere Fläche stets an das Epithelium angeschmiegt bleibt, während der untere, dem Bindegewebe zugekehrte Teil verschiedene Gestalten im Zusammenhange mit dem Farbenwechsel der Haut annehmen kann. Wir finden hier alle Übergangsformen von der kantigen Zelle, deren Höhe gegen 6.5μ beträgt und deren untere Fläche der oberen fast parallel ist (Fig. 4 u. 5), bis zu konvexen, linsenartigen Zellen, in welchen das Plasma sich um den Kern sammelt und eine halbkugelförmige Gestalt annimmt (Fig. 1 a, 1 b gr). Die Zellen erreichen in dem konvexen Teile zirka 12μ Höhe. Gegen den Rand zu wird die Zelle flacher, so daß sie in einem zur Oberfläche senkrechten Schnitte die Umrisse einer flachkonvexen Linse aufweist. Von dem oberen Teile der Zelle gehen zahlreiche amöbenartige Ausläufer aus; vermittels dieser Ausläufer berühren die Grenzzellen einander; sie vereinigen sich jedoch nicht zu einem Syncytium (Fig. 8 gr).

In gelbgefärbter Haut ist unter der vielschichtigen Epidermis eine Lage linsenförmiger Grenzzellen sichtbar. Mit ihrer platten Oberfläche liegen sie der Epidermis dicht an; der untere, konvexe Teil ruht in entsprechenden Vertiefungen der Xantholeukophoren. Die Kerne der Grenzzellen finden wir in den zentralen Teilen der Zellen. Unter den Grenzzellen liegen die Xantholeukophoren. Bei gelber Hautfärbung nehmen dieselben eine becherförmige Gestalt an; ihre Ränder reichen fast bis zu der inneren Oberfläche des Epitheliums (Fig. 1 a). Die Schichten der Guaninkörnchen treten in zur äußeren Oberfläche der Zellen parallelen Lagen deutlich hervor. Der Kern liegt im unteren Teile der Xantholeukophoren, häufig ein wenig gegen die Seitenwände verschoben.

Zweikernige Xantholeukophoren fand ich öfters, jedoch war bei denselben keine wahrnehmbare Veränderung ihrer Gestalt oder der Lagerung der Interferenzkörnchen infolge der Doppelkörnigkeit zu sehen; die zweikernigen Xantholeukophoren erschienen demnach nicht als in amitotischer Teilung begriffen.

Das gelbe Lipochrom breitet sich als eine einheitliche Schichte oberhalb der Guaninkörner aus. Das Pigment der Melanophoren verdichtet sich dagegen zu einer kompakten Masse unterhalb der Xantholeukophoren. Nur sehr geringe Mengen von Pigmentkörnchen befinden sich in den Ausläufern, welche zwischen die Xan-

tholeukophoren eindringen. Auf diese Weise entstehen dünne, dunkelpigmentierte Scheidewände zwischen den Seitenwänden der Xantholeukophoren (Fig. 1 *a—m*).

Bei grasgrüner Hautfarbe werden die Grenzzellen flacher, hingegen nimmt die Höhe der Xantholeukophoren zu. Der Querschnitt der Xantholeukophoren beträgt bei gelblicher Färbung höchstens 8 bis 10 μ , bei grüner 9 bis 12 μ . Die Schichten der Guaninkörner der Xantholeukophoren verlaufen parallel zur äußeren Oberfläche dieser Zellen. Das lipochromatische Pigment breitet sich als eine einheitliche, feine Schicht im oberen Teile der Xantholeukophoren aus, ähnlich, wie es bei der gelblichen Hautfarbe der Fall war. Die Seitenwände der Xantholeukophoren sind von einer starken Lage braunem Pigment der Melanophoren umgeben (Fig. 3 *m*).

Bei olivenbrauner Hautfarbe (Fig. 4 *gr*) verändern die Grenzzellen ihre Gestalt, sie werden flach und nehmen eine den Pflasterepithelzellen ähnliche Gestalt an. Die Xantholeukophoren werden fast kugelförmig (Fig. 4 *x*) und ihre Interferenzkörnchen bilden konzentrische Schichten. Die Ausläufer der Melanophoren umhüllen die Xantholeukophoren bis an ihre obere Fläche, so daß nur eine kleine Stelle in ihrer Mitte von Pigment frei bleibt (Fig. 6 *m*).

Die an den Melanophoren während des Farbenwechsels wahrnehmbaren Bewegungserscheinungen wurden auf zwei verschiedene Weisen gedeutet. Der einen Anschauung nach, welche von Leydig vertreten wird, wären die Melanophoren imstande, Fortsätze zu entsenden und dann wieder einzuziehen, nach Art amöboid beweglicher Zellen. Dem gegenüber stehen die Anschauungen von Lister, Harless, Kahn und Lieben, Ballowitz, welche die Gestaltveränderung der Melanophoren leugnen und die wahrnehmbare Formveränderung dieser Zellen als Pigmentverschiebungen innerhalb ihrer unverändert bleibenden protoplasmatischen Ausläufer deuten.

Auch Biedermann (3) hebt hervor, daß das körnige Pigment sich jedenfalls auf präformierten Bahnen bewegen muß, sei es, daß die einzelnen Körnchen in der farblosen Grundsubstanz der Zellausläufer Verlagerungen erfahren, sei es, daß die Zellfortsätze präformierte Spalten und Lücken der bindegewebigen Grundsubstanz zu ihrer Ausbreitung benützen.

Ganz entschieden leugnet Hooker (7) die Möglichkeit einer Wanderung des Pigmentes ohne Verschiebungen im Protoplasma und ohne Gestaltveränderung der Melanophorenzelle. Nach seinen Beobachtungen liegen die Melanophoren in Lymphspalten, wie etwa die fixen Hornhautzellen und können sich innerhalb dieser Spalten dehnen und zusammenziehen. Hookers Erklärung der Bewegungserscheinungen der Melanophoren erscheint viel einfacher und stimmt besser mit den anatomischen Bildern der Froshhaut überein als die Anschauungen anderer Autoren. An den Schnitten sieht man, daß der unterhalb der Xantholeukophoren gelegene Teil der Melanophoren bei der Expansion des Pigmentes bedeutend weniger Raum einnimmt als bei Pigmentballung. Es ist auch schwer denkbar, daß die steifen Ausläufer des hyalinen Plasmas der Melanophoren stets an der Oberfläche der Xantholeukophoren verbleiben. Ihre Anwesenheit würde die Bewegungen dieser so oft gestaltändernden Zellen bedeutend erschweren. Auch kann man an den Querschnitten heller Haut die zwischen die Grenzzellenschicht und die Xantholeukophoren eindringenden hyalinen Plasmaausläufer der Melanophoren nicht wahrnehmen.

Wenn wir auf Grund der oben dargestellten morphologischen Bilder die Entstehung verschiedener Hautfärbungen bei *Hyla arb.* erklären wollen, können wir wohl Biedermanns (3) Erklärungen beistimmen. Nach Biedermann kommt durch die Kombination von Blau, welches in den Interferenzkörnern der Xantholeukophoren entstanden ist, mit dem Gelb des Lipochroms auf schwarzem Untergrunde die normale grüne Hautfarbe des Frosches zustande und kann durch Heraufrücken des schwarzen Pigmentes der Melanophoren mehr und mehr verdunkelt werden. Andererseits verblaßt das satte Grün zu einem Zitronengelb, wenn die Melanophoren zurücktreten, wodurch die Xantholeukophoren eines dunkeln Untergrundes entbehren. Das hat zur Folge, daß die Guaninkörnchen der Xantholeukophoren nicht weiter zur Geltung kommen und die darüber lagernden gelben Pigmenttröpfchen allein die Färbung bedingen.

Die Grenzzellen, deren Existenz Biedermann nicht erwähnt, scheinen keinen Einfluß auf die Entstehung der Hautfarbe zu haben, obwohl sie, wie gesagt, bei jedem Farbenwechsel ihre Form verändern. Die Rolle der Grenzzellen beschränkt sich demnach vermutlich nur auf die Regulierung der Lichtkraft. Bei flacher Form

der Grenzzellen wirkt ihre Schicht ähnlich wie die Epidermis, d. h. wie ein durchscheinendes Medium, welches die Richtung der Strahlen nicht beeinflusst. Wenn ihr unterer Teil jedoch eine halbkugelige Gestalt annimmt, wirken sie vielleicht als Sammellinsen und konzentrieren das stärkste Licht im mittleren Teile der Oberfläche der Xantholeukophoren, welcher Teil von Pigmentausläufern immer frei bleibt. Gleichzeitig sammeln die unteren, konvexen Flächen der Grenzzellen die von den Guaninkörnchen reflektierten Strahlen und rufen die Lebhaftigkeit, beinahe das Schimmern heller Hautfarben hervor.

Bei *Hyla carolinensis* und *Rana fusca* fand ich auch an der Grenze der Epidermis und des farbigen Teiles der Lederhaut farblose Bindegewebszellen, welche jedoch unvergleichlich kleiner waren als die analogen Grenzzellen bei *Hyla arborea*.

Außer den oben genannten Farben erhielt ich durch subkutane Sirupinjektion bei *Hyla arborea* eine blaue Hautfärbung, und zwar erschien bei dunkelbraunen Fröschen (sowohl Männchen als Weibchen) infolge der Sirupinjektion eine dunkle graublau, bei grünen Exemplaren eine blaugrüne Färbung. In einigen Fällen reagierten die Tiere nicht so deutlich und statt einer einheitlichen dunkelblauen Färbung traten am Rücken nur blaue Flecken von verschiedener Größe auf.

In graublauer Haut erscheint auf Querschnitten immer folgende Zellenlagerung: Unter der Epidermis liegt eine Schicht flacher Grenzzellen, unterhalb dieser rundliche Xantholeukophoren, von den Ausläufern der Melanophoren so dicht umflochten, daß an ihrer oberen Fläche kaum eine winzige, von dunklem Pigment unbedeckte Stelle freibleibt (Fig. 9). Die Lagerung der Zellen erscheint hier sehr ähnlich wie bei olivenbrauner Färbung, mit dem Unterschiede jedoch, daß alle Zellen und deren Kerne abgeplattet und der Länge nach ausgedehnt sind. Diese Abplattung entsteht vor allem durch die Ausdehnung der Haut infolge übermäßiger Füllung der Lymphsäcke mit Sirup. Es ist aber nicht ausgeschlossen, daß das Flachwerden der Zellen auch von der osmotischen Wirkung des Sirups abhängt. Da die dichte Zuckerlösung einen höheren osmotischen Druck als die Lymphe besitzt, bewirkt sie wohl starke Wasserentziehung aus den Zellen der Haut und trägt dadurch zur Abplattung dieser Zellen bei.

Die normale Länge der Xantholeukophoren beträgt gegen 13 μ ,

bei blauer Färbung dagegen zirka 22 μ . Diese bedeutende Verlängerung hat eine veränderte Lagerung der Guaninkörnchen zur Folge wie auch eine Annäherung der einzelnen Schichten in jeder Xantholeukophorenzelle. Diese neue Lagerung der Schichten hat selbstredend einen Einfluß auf die Entstehung der Interferenzfarbe, welche in diesem Falle tiefblau sein wird.

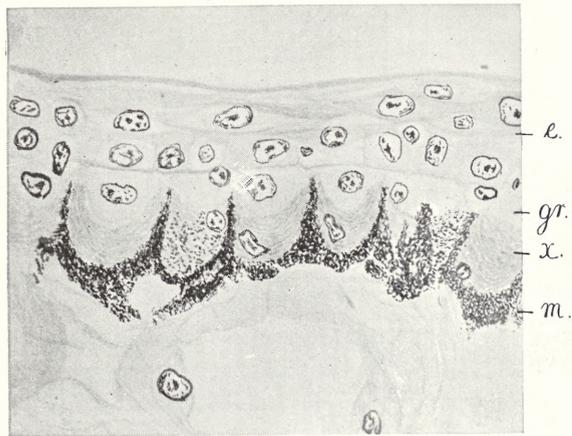
An einem graubraunen Frosche, in dessen Xantholeukophoren das gelbe Lipochrom zu kugeligem Tröpfchen geballt ist und keinen Anteil an der Entstehung der Hautfarbe nimmt, wurde nach Zuckereinjektion nur die tiefblaue Interferenzfarbe sichtbar, die jedoch durch die zahlreichen Ausläufer der Melanophoren verdunkelt wurde.

Als man die Zuckereinjektion an einem grasgrünen Exemplare vornahm, war sein gelbes Lipochrom oberhalb der Guaninkörnchen ausgebreitet. Da nach der Injektion in den Guaninkörnchenschichten die tiefblaue Interferenzfarbe entstand, konnte durch Zusammenwirken von diesem Tiefblau und dem Gelb des Lipochroms keine andere als eine blaugrüne Färbung hervortreten, was auch in Wirklichkeit immer der Fall war.

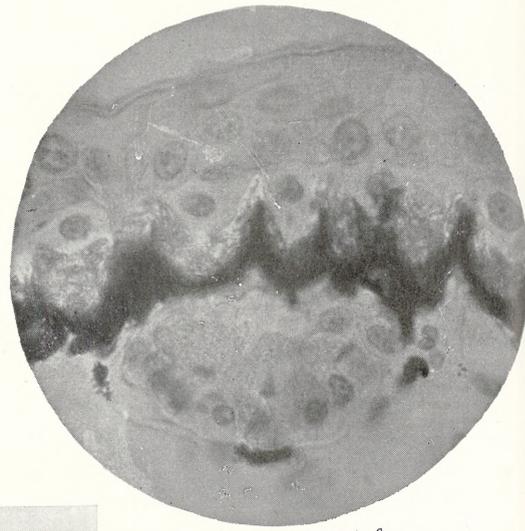
Aus dem Zoologischen Institut der Jagellonischen Universität in Krakau.

Literaturverzeichnis.

1. Babák: Zur chromatischen Hautfunktion der Amphibien. Arch. f. ges. Phys. 1910, Bd. 131.
2. Ballowitz: Über die Bewegungserscheinungen der Pigmentzellen. Biol. Zentralbl. Bd. 13, 1893.
3. Biedermann: Über den Farbenwechsel der Frösche. Arch. f. ges. Phys. Bd. 51, 1892.
4. Ecker-Wiedersheim-Gaup: Anatomie des Frosches. Braunschweig 1904.
5. Haller: Über das blaue Hochzeitskleid des Grasfrosches. Zool. Anz. VIII, 1885.
6. Hargitt: Behavior and color changes of Tree-Frogs. Jour. of anim. behavior, 1912.
7. Hooker D.: The reactions of the melanophores of *Rana fusca* in the absence of nervous control. Zeitschr. f. allg. Phys. I. Heft, 14. Bd., 1912.
8. Kohn u. Lieben: Über die scheinbaren Gestaltveränderungen der Pigmentzellen. Arch. f. Anat. u. Physiol., Anat. Abt., Bd. 4.
9. Laurens: The reactions of Amphibians to monochromatic lights of equal intensity. Bull. Mus. Comp. Zool., 1911.
10. Leydig: Über das Blau in der Farbe der Tiere. Zool. Anz. VIII, 1885.



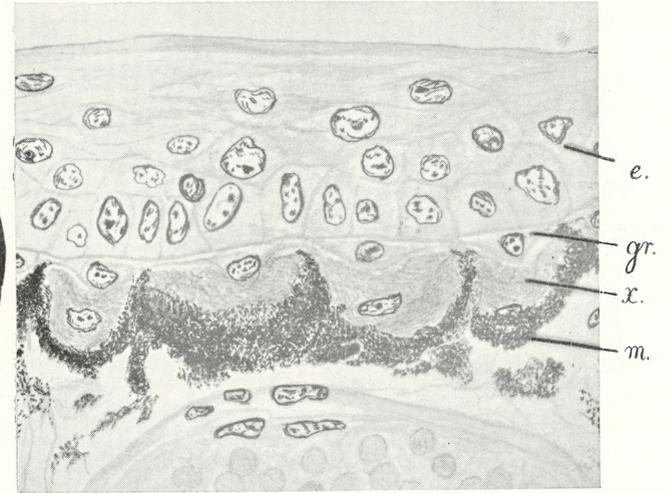
1a.



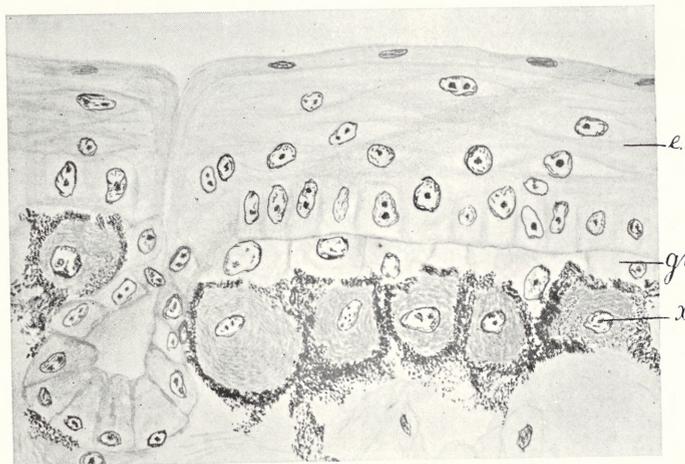
1b.



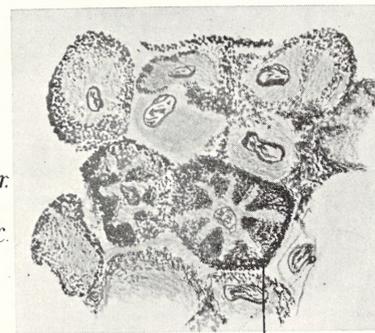
2.



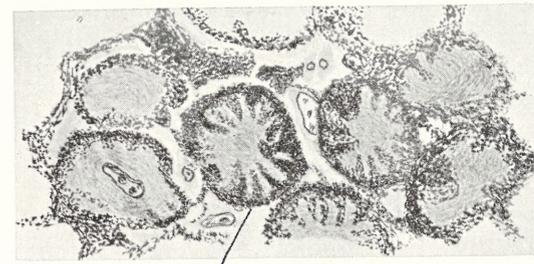
3.



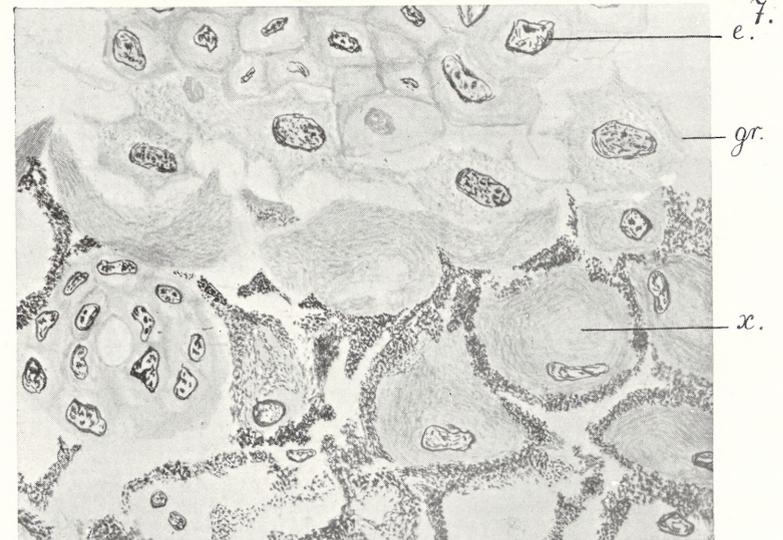
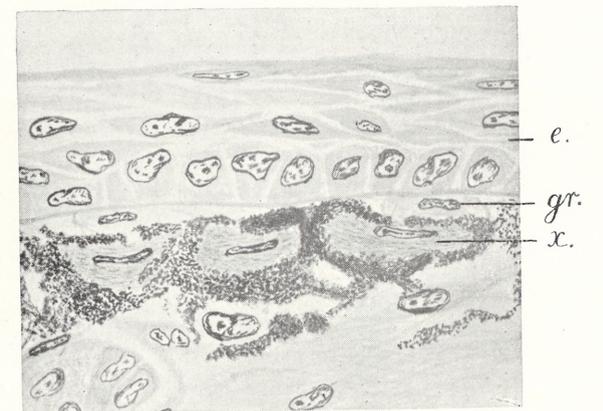
5.



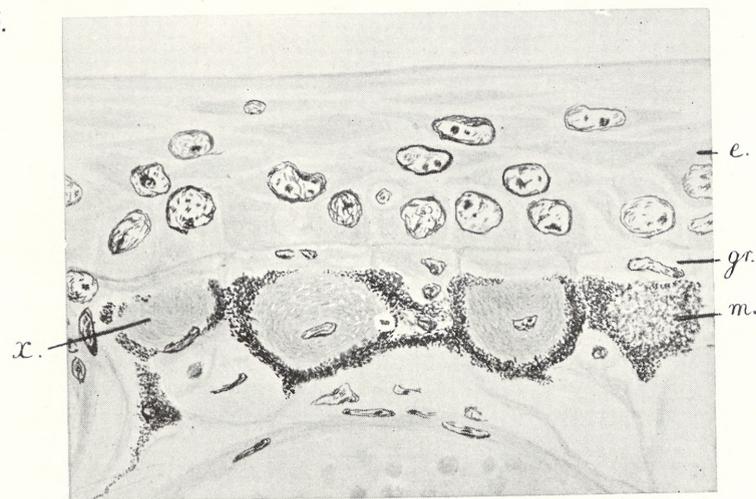
9. m.



6. m.



8.



4.

Proëtus Zarecznyi n. sp.

Taf. XX, Fig. 12.

Der Gattung *Proëtus* gehört allem Anschein nach ein kleines, halbkreisförmiges, 6 mm breites und ungefähr 3 mm langes Pygidium aus hellen Kalksteinen aus dem Steinbruche Nr. 5 am Dorfwege im Raclawka-Tal (Stufe mit *Productus giganteus*, Zone mit *Productus sublaevis*). Obwohl der rechte Teil der Seitenlappen und der hintere rechte Teil der Spindel nicht erhalten ist, zeigt der erhaltene Rest dennoch alle Charakterzüge des Pygidiums dieser Gattung.

Die aus 11 gut begrenzten Segmenten zusammengesetzte Achse verschmälert sich nach hinten allmählich und endigt stumpf vor dem Randsaume. Es befinden sich auf derselben nahe den Seitenrändern zwei Reihen von sg. Hilfseindrücken. Auf jedem der viel breiteren Seitenlappen sind 9 Rippen zu sehen, von denen die zwei ersten wie auch die letzten durch eine schmale Furche getrennt sind, während die Furchen zwischen den Lappen 2 und 3, 3 und 4, 4 und 5 breit sind und je ein winziges, unmerklich hervorragendes Nebenrippchen enthalten. Die Rippen verschwinden allmählich auf dem glatten, etwas umgebogenen Randsaum.

Dieses kleine und verhältnismäßig breiteste Pygidium ist leicht von allen in meiner Arbeit beschriebenen zu unterscheiden, und zwar nicht nur wegen seiner Breite, sondern auch wegen der geringen Zahl seiner Segmente. Wegen seiner halbkreisförmigen Form und kurzen stumpfen Spindel ähnelt es dem Schwanzschilde des englischen Kulmtrilobiten *Proëtus Coddensis* Woodward¹⁾, es scheint aber eine größere Zahl von Spindelsegmenten zu besitzen (unsere Form 11, die englische 6—7), seine Achse ist weniger breit und nach hinten weniger verschmälert. Vielleicht gehört auch zu der Gattung *Proëtus* das dem unsrigen durch seinen Umriß ähnliche, von Holzapfel²⁾ auf Taf. VIII, Fig. 32 aus Erdbach-Breitscheid abgebildete und als *Phillipsia* bestimmte Pygidium. Da aber Holzapfel keine Beschreibung gibt, so können wir nichts Näheres über die Verwandtschaft mit unserer Form schließen.

¹⁾ H. Woodward. On a Collection of Trilobites from the Coddon Hill Beds. Geol. Mag. 1902. S. 481, Taf. XX, Fig. 5—11.

²⁾ E. Holzapfel. Die Cephalopoden-führenden Kalke des unteren Karbon von Erdbach-Breitscheid. Paläont. Abhandl. v. D. am. u. Kayser. Bd. V. Jena 1889.

Phillipsia Derbiensis Martin sp. 1809.

Taf. XX, Fig. 1—11.

Phillipsia Derbiensis, H. Woodward., Mon. Br. Carbonif. Trilobites, S. 12, Taf. I, Fig. 1—9.

Sie ist die am häufigsten vorkommende Art unserer Kohlenkalk-Trilobiten. Eine größere Anzahl von Pygidien verschiedener Größe, mehrere Glabellen, etliche Kopfschilder und ein Rumpf im Zusammenhange mit dem Schwanzschilde sind bisher in dem oben erwähnten Steinbruche Nr. 5 im Raclawkatal gefunden worden.

Alle diese Trilobitenreste stimmen mehr oder weniger mit der Beschreibung dieser Art überein, welche uns Woodward¹⁾ in seiner Monographie gibt. Zwar sind zwischen den einzelnen von mir auf Taf. XX, Fig. 1—11 abgebildeten Stücken sowohl der einzelnen Kopf- wie auch der Schwanzschilder einige Unterschiede zu sehen, jedoch scheinen sie mir nicht groß genug zu sein, daß man sie verschiedenen Arten zuteilen könnte. Nach den Glabellen könnte man höchstens zwei Varietäten unterscheiden, aber auch dagegen spricht der Umstand, daß man zwischen den unsrigen zu dieser Art gehörenden Pygidien meiner Ansicht nach alle Übergänge findet.

Es lassen sich folgende Unterschiede zwischen der englischen von Woodward beschriebenen Form und den unsrigen aufstellen: Vor allem befinden sich bei kleinen (Fig. 4 und 5) und auch bei mittelgroßen Formen (Fig. 3) auf der Glabella jederseits vier Seitenfurchen (wie bei der belgischen von L. de Koninck²⁾ beschriebenen Form), von denen die zwei vordersten Paare viel kleiner sind, mehr wagerechten Verlauf besitzen (das vorderste Paar manchmal wie in Fig. 3 und 4 nach vorne gerichtet) und den Rand der Glabella nicht erreichen. Bei diesen Kopfschildern scheint die Glabella im Profil ein wenig schwächer aufgebläht zu sein. Bei den großen Exemplaren wie in Fig. 1 und 2 sind im ganzen jederseits nur zwei (bei dem in Fig. 1 vielleicht 3) Seitenfurchen zu sehen, die ihrer Lage nach den zwei hintersten Paaren in Fig. 3,

¹⁾ H. Woodward. A Monograph of the British Carboniferous Trilobites. Palaeontol. Soc. 1883—84, S. 12, Taf. 1, Fig. 1—9.

²⁾ L. de Koninck. Description des animaux fossiles... 1842—44. S. 601, Taf. LIII, Fig. 2.

4 und 5 entsprechen. Es drängt sich also der Schluß auf, daß bei größeren (also ausgewachsenen) Formen diese zwei vordersten Seitenfurchen-Paare verschwinden (vielleicht sind sie durch die größere Stärke des Panzers verwischt). Bei den von Woodward beschriebenen Exemplaren dieser Art sollen jederseits nur drei Seitenfurchen vorhanden sein. Dem oben Gesagten zufolge wäre es möglich, nach den Glabellen zwei Kopftypen zu unterscheiden: A) der eine kleinere mit vorne etwas weniger aufgeblähter, also im Profil niedrigerer Glabella, mit vier Seitenfurchen jederseits und einem kleinen Höcker auf dem Nackenringe (wie Fig. 3—5), B) der andere, zu dem die größten Kopfschilder mit etwas stärker aufgeblähter Glabella, zwei (eventuell drei) Seitenfurchen-Paaren gehören, bei denen auf dem Nackenringe kein Höcker zu sehen ist (wie Fig. 1—2).

Der Rumpf (Fig. 9) besteht bei unserer Form wie bei der englischen aus neun mit Gleitflächen versehenen Gliedern.

Bei allen in Fig. 6—11 abgebildeten Pygidien von verschiedener Größe ist die Spindel (wie bei der belgischen Form) aus 12 Segmenten zusammengesetzt; nach Woodward „scheint sie aus 13 verschmolzenen Segmenten zusammengesetzt zu sein“, was bei unseren bisher aufgefundenen Exemplaren niemals zu finden ist. Auch hier könnte man einige Typen unterscheiden: a) Form mit halbkegelförmiger Achse wie Fig. 10 und 11, mit zwei Reihen von Hilfseindrücken auf derselben. Diese Pygidien zeigen auf den Seitenlappen acht Rippen, von denen die zweite in ihrer ganzen Länge, die dritte nur zum Teil oder gar nicht geteilt ist; b) Form wie Fig. 6 und 9 mit mehr halbkuppelförmiger Spindel, mit sonstigen Zügen wie bei a; c) Form wie Fig 7 mit halbkegelförmiger Spindel, welche vier Reihen von Hilfseindrücken zeigt (die zwei inneren Reihen bestehen aus kleineren Hilfseindrücken, die an den vorderen Rändern eines jeden Segments liegen). An den Seitenlappen dieser Form sind jederseits neun Rippen zu sehen (die übrigen Formen zeigen nur acht Rippen), von welchen die zweite, dritte und vierte der ganzen Länge nach durch eine schwache Furche geteilt ist; d) Form wie Fig 8 mit halbkuppelförmiger Spindel (noch stärker ausgeprägt als bei Form b); die Achse dieses Pygidiums zeigt aber keine Hilfseindrücke, auf den Seitenlappen ist nur die zweite und dritte Rippe in ihrer ganzen Länge geteilt und der Randsaum zeigt nur geringe Breitenunterschiede. (In den übrigen

Formen scheint dieser Randsaum hinter der Spindel viel stärker zu sein als auf den Seiten des Schwanzschildes).

Konstant scheint also bei den Schwanzschildern unserer Formen der *Phillipsia Derbiensis* zu sein: 1) die Zahl der Spindelsegmente (12), 2) die Neigung zur Teilung der ersten (1—3) Rippen. Mehr veränderlich (in gewissen Grenzen) scheinen zu sein: 1) die Zahl der Rippen auf den Seitenlappen (8—9), 2) die Gestalt des Schwanzschildes (fast halbkreisförmig, halb elliptisch oder parabolisch), 3) die Gestalt der Spindel (halbkegelförmig oder halbkuppelförmig), 4) die Hilfseindrücke auf der Spindel (bei der Mehrzahl zwei Reihen, ausnahmsweise vier Reihen oder keine) und endlich 5) die Ausbildungsweise des Randsaumes (bei der Mehrzahl viel breiter im hinteren Teile, ausnahmsweise fast gleich breit).

Welche von den oben beschriebenen Pygidien wir den zwei Kopfschildertypen zuteilen sollen, bleibt bis zu glücklicheren Funden fraglich. Die Übergänge zwischen den einzelnen Pygidien weisen jedoch darauf hin, daß wir es hier mit einer, aber sehr variablen Art zu tun haben.

Die Ausbildungsweise der Seitenfurchen auf der Glabella bei der Form A (Fig. 3—5) zeigt eine auffallende Ähnlichkeit mit der Ausbildung derselben bei der Reed'schen¹⁾ *Phillipsia cracoensis*, im übrigen aber bestehen zwischen diesen beiden Formen große Unterschiede.

Maße:

	Fig. 1	Fig. 2	Fig. 3	Fig. 4	Fig. 5
	mm	mm	mm	mm	mm
Breite des Kopfschildes . . .	—	10	—	8	—
„ der Glabella vorne . . .	—	5·5	4·75	4	3·25
„ „ „ in der Mitte . . .	—	4·5	3·6	3·25	3
„ „ „ am Grunde . . .	—	5	3·5	3	3·1
Länge des Kopfschildes . . .	6·75	8	6·5	6	5·5
„ der Glabella ohne Nackenring	—	6·75	5·75	5	4·5
Länge des Nackenringes . . .	—	1·25	0·75	1	1

¹⁾ C. Reed. A New Carboniferous Trilobite. Geol. Mag. 1899. S. 241. Taf. 10.

	Fig. 6	Fig. 7	Fig. 8	Fig. 9	Fig. 10	Fig. 11
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Rumpfbreite (bei dem dritten Gliede)	—	—	—	8.5	—	—
Rumpfbreite (bei dem letzten Gliede)	—	—	—	8.1	—	—
Rumpflänge	—	—	—	7	—	—
Breite des Pygidiums	9.25	9.5	9.25	8	5.2	3.25
„ der Spindel (am Grunde)	4	4	4	3.4	2	1
Länge des Pygidiums	8	8	7.75	6	4	2.5
„ der Spindel	6.5	6.5	6.5	5	3.5	2

Phillipsia gemmulifera Phillips sp. 1836.

Taf. XX, Fig. 16.

Phillipsia gemmulifera, H. Woodw., Mon. Brit. Carbonif. Trilobites. S. 17, Taf. III, Fig. 1—8.

Es stand mir zur Verfügung vor drei Jahren¹⁾ ein kleines, 6.25 mm langes und 8.75 mm breites Pygidium dieser Art aus dem Steinbruche Nr. 5. Jetzt besitze ich mehrere Schwanzschilder von verschiedener Größe (das größte ist 12 mm lang und ungefähr 17 mm breit); ein mittelgroßes (8 mm langes und 9 mm breites) stellt Fig. 16 dar.

Aus dem Vergleich der Ausmaße und der betreffenden Bilder ist leicht ersichtlich, daß wir jetzt ein längeres, schlankeres Pygidium als das der a. a. O. beschriebenen Form vor uns haben. Die Spindel ist auch schlanker und verschmälert sich nach hinten weniger. Sie besteht ebenfalls aus 16 Segmenten mit 6 longitudinalen Reihen von kleinen Höckern. Auf beiden Seiteulappen des Schwanzschildes befinden sich je 14 Rippen (bei dem vor drei Jahren beschriebenen wurden nur 13 Seitenrippen festgestellt) und von den Höckerchen ist das mittlere stärker entwickelt, wodurch eine longitudinale, beinahe in der Mitte der Rippen verlaufende Reihe von größeren Höckern entsteht. Hinter der Spindel und vor dem Randsaume befindet sich ein kleines, etwas erhabenes, nicht beripptes Feldchen (welches bei dem im ersten Teile meiner Arbeit

¹⁾ J. Jarosz, Fauna des Kohlenkalks in der Umgebung von Krakau. I. Teil. Trilobiten. Krakau 1909. S. 371, Taf. XI, Fig. 2.

abgebildeten Exemplare berippt ist). Der Randsaum erscheint bei der jetzt beschriebenen Form deutlicher und flacher.

Phillipsia Colei M'Coy 1884.

Taf. XX, Taf. 13—15.

Phillipsia Colei, H. Woodward, Mon. Brit. Carbonif. Trilobites, S. 16, Taf. II, Fig. 1—10.

Dieser Art sollen — meiner Ansicht nach — ein abgetrenntes Kopfmittelschild und drei verschieden große Pygidien aus dem Steinbruche Nr. 5 zugezählt werden. Bei dem in Fig. 13 auf Taf. XX abgebildeten Kopfmittelschilde ist zwar der rechte Teil der festen Wangen und der hintere rechte Teil der Glabella teilweise beschädigt, der übrige Teil ist aber soweit gut erhalten, daß er alle charakteristischen Züge dieser Art zeigt. Die zwei in Fig. 14 und 15 auf Taf. XX abgebildeten Pygidien sind recht gut erhalten.

Unsere Trilobitenreste entsprechen im großen und ganzen der Beschreibung dieser Art, welche uns Woodward in seiner Monographie auf Seite 16 gibt. Die ziemlich schlanke Glabella unserer Form würde am besten der Woodward'schen Fig. 2 auf Taf. II entsprechen. Die zwei von uns abgebildeten Schwanzschilder sind den von Woodward auf Taf. II abgebildeten ähnlich, bei dem kleineren aber sehen wir auf der Spindel die bei unseren Trilobiten gewöhnlichen Hilfseindrücke, während jede Spur davon bei unserem größten wie auch bei den englischen Exemplaren fehlt.

Besonders charakteristisch für die Glabella dieser Art erscheint vor allem die Granulierung und die birnförmige Gestalt des mittleren Teils der Glabella, während die drei Seitenlappen wie die festen Wangen frei von diesen feinen Höckerchen erscheinen. Die hintersten Querfurchen haben schwach S-förmigen, die zwei vorderen Paare flach-bogenförmigen Verlauf, die vordersten sind dabei am kürzesten und mehr horizontal gerichtet. Auf dem ziemlich breiten und auch fein granulierten Nackenringe befindet sich in der Mitte ein deutlich größeres Höckerchen (wie bei Woodward auf Taf. II, Fig. 3 und 4). Die Glabella erscheint bei unserer Form am Grunde weniger stark verengt, die Palpebralfügel der festen Wangen dagegen scheinen bei unserem Trilobiten etwas stärker und an den Seiten des Nackenringes weniger lang ausgezogen zu sein.

Die Pygidien sind breit halbelliptisch, nicht aber halbkreisförmig wie bei den englischen Exemplaren. Die Achse besteht bei unserer *Phillipsia Colei* aus 15 Segmenten und ist fein granuliert, stimmt also in dieser Hinsicht gut mit der Abbildung Woodward's auf Taf. II, Fig. 5, nicht aber mit seiner Beschreibung und der schematischen Abbildung überein, nach der die Zahl der Spindel-segmente nur 12 betragen soll. Bei der englischen Form sind die Seitenrippen „nur schwach angedeutet“; dasselbe kommt bei unseren Exemplaren dieser Art, vor allem bei größeren wie die in Fig. 14 auf Taf. XX abgebildeten vor, und ihre Zahl kann auf 10 geschätzt werden. Die zweite von diesen Rippen ist jederseits durch eine schwache longitudinale Furche geteilt (wie in der schematischen Abbildung Woodward's), auf der dritten und vierten sehen wir nur den Anfang einer solchen Teilung in ihrem an den flachen, etwas umgebogenen Randsaum angrenzenden Teil; diese Teilungsfurche scheint wie bei der englischen Form anfangs schief zu verlaufen. Besonders charakteristisch für das Pygidium dieser Art scheint, — was übrigens auch aus den Abbildungen Woodward's ersichtlich ist — die Flachheit des Pygidiums (vor allem der Seitenlappen) zu sein, welche im Vergleiche mit den Schwanzschildern vieler von unseren anderen Formen sehr deutlich hervortritt.

Die Art nähert sich nach Woodward „am meisten der *Phillipsia truncatula* Phill. und *Phillipsia Eichwaldi* Fischer durch ihren eigenartigen breiten Randsaum vor der Glabella“. Ich sehe die Ähnlichkeit in dieser Beziehung nur mit *Phillipsia truncatula*; *Phillipsia Eichwaldi* besitzt, nach den englischen Abbildungen wie auch nach unseren Exemplaren dieser Art zu schließen, einen schmalen Randsaum vor der Glabella. Von *Phillipsia Eichwaldi* unterscheidet sich unsere oben beschriebene Form außerdem vor allem durch den granulierten birnförmigen mittleren Teil und die nicht granulierten Seitenlappen der Glabella, welche, wie schon M' Coy bei der Beschreibung dieser Art hervorhebt, etwas zusammengedrückt ist. Was das kurze, breite und flache Pygidium anbelangt, so weicht es — wie Woodward betont — von der gewöhnlichen Gestalt der karbonischen Trilobiten ab.

Zwischen unseren beiden in Fig. 14 u. 15 abgebildeten Exemplaren bestehen kleine Unterschiede, die ich nicht übersehe, die aber meiner Ansicht nach doch nicht genügen, um die beiden Pygidien voneinander spezifisch zu trennen. Diese Unterschiede sind: das

Vorhandensein der Hilfseindrücke bei der kleineren Form (wie schon oben erwähnt) und der etwas schmalere Randsaum.

Maße:

(des Kopf-Mittelschildes, Taf. XX, Fig. 13).

	mm
Breite der Glabella vorne	2·75
„ „ „ in der Mitte	2·50
„ „ „ am Grunde (vor dem Nackenringe)	3
Länge des Kopfschildes	6·25
„ der Glabella ohne Randsaum und Nackenring	4·75
„ des Nackenringes	1

(der Schwanzschilder, Taf. XX, Fig. 14 u. 15).

	Fig. 14. mm	Fig. 15. mm
Breite des Pygidiums	9	7·5
„ der Spindel	3·5	2·5
Länge des Pygidiums	7	5·5
„ der Spindel	6	4·75

Phillipsia Eichwaldi Fischer sp. 1825.

Taf. XX, Fig. 17.

Phillipsia Eichwaldi, H. Woodw, Mon. Brit. Carbonif. Trilobites. S. 22. Taf. IV, Fig. 2, 4—11, 13, 14.

Im ersten Teile meiner Arbeit über die Kohlenkalk-Trilobiten der Umgebung von Krakau¹⁾ habe ich unter diesem Namen ein schlecht erhaltenes Pygidium beschrieben. Dieses Pygidium kommt dem von Woodward als *Phillipsia Eichwaldi* gezeichneten nahe, obwohl es mit seiner Beschreibung nicht ganz übereinstimmt. Es besitzt nämlich sowohl auf der Spindel wie beiderseits auf den Seitenlappen um ein Segment weniger als die Woodward'sche Form und außerdem Hilfseindrücke auf der Spindel.

Jetzt liegen mir zwei fast gleich große, abgetrennte Mittelschilder des Kopfes (aus demselben Steinbruche Nr. 5) vor, welche auch dieser Art zu gehören scheinen. Eines von diesen Kopfmittelschildern stellt Fig. 17 auf Taf. XX dar.

¹⁾ J. Jarosz, a. a. O., S. 372. Taf. XI, Fig. 5.

Die Glabella unserer Art erscheint schlanker und im vorderen Teile weniger erweitert als bei der Woodward'schen Form und steht in dieser Hinsicht der Parkinson'schen¹⁾ *Phillipsia Eichwaldi* v. *hassiaca* nahe. Sie besitzt in der Mitte ihrer Länge die charakteristische Verengung und verbreitert sich nach vorn und noch ein wenig (0·5 mm) mehr nach hinten. Sie reicht nicht bis an den Vorderrand des Kopfschildes heran, sondern ist hier von einem schmalen, bei der Glabella etwas vertieften Teile der festen Wangen (dem Randsaume) begrenzt. Vorn ist sie abgerundet und trägt jederseits vier Furchen und dem entsprechend vier Seitenlappen. Der unterste dieser Lappen hat eine fast dreieckige Gestalt, ist stärker aufgebläht und scheint stärker granuliert zu sein. Die beiden oberen fast geraden und parallelen Querfurchen-Paare sind viel kürzer (vor allem die vordersten) als die beiden hinteren Paare und stehen mehr wagerecht (also fast parallel zum vordersten Stücke der Nackenfurche), hingegen sind die zwei hinteren Paare flachbogig und mehr nach hinten gerichtet. Die hintersten Querfurchen reichen nicht bis zur Nackenfurche und alle reichen nicht über die halbe Länge der Glabella, was mir sehr charakteristisch für diese Art zu sein scheint. Die Granulation der Glabella ist fein und an den vorderen Seitenlappen scheint sie zu fehlen oder wenigstens ganz fein zu sein. Eine solche Granulation sieht man auch auf den großen, dem hinteren Rande der Glabella genäherten Palpebralfügeln. Der Nackenring ist breit, wie die ganze Glabella deutlich abgegrenzt und im Steinkerne parallel gestreift. Ob er irgend welche Granulation besaß, ist wegen der Beschädigung der Matrix nicht sicher zu entscheiden.

Wie aus obiger Beschreibung ersichtlich ist, stimmt die Glabella im großen und ganzen gut mit den von M'Coy, wie auch später von Woodward und Parkinson veröffentlichten Darstellungen überein. Es wäre nur zu bemerken, daß Woodward und Parkinson für diese Art nur drei Seitenfurchen-Paare angeben, während die unsrige und die von M'Coy²⁾ beschriebene jederseits eine vierte vordere schwache Seitenfurchen besitzt; indessen ist diese Furche auch auf einer von Woodward³⁾ gegebenen

¹⁾ H. Parkinson. Über eine neue Kulmfauna von Königsberg, S. 336, Taf. XV, Fig. 16.

²⁾ H. Parkinson, a. a. O., S. 337.

³⁾ H. Woodward, Monograph..... Taf. IV, Fig. 14a.

Abbildung dieser Art zu sehen. Von den Poren am Rande der Glabella, die nach Parkinson „möglicherweise“ als Geruchsorgane zu deuten sind, fehlt bei unserer Form jede Spur.

Was die Verwandtschaftsbeziehungen anbelangt, so scheint unsere Form, nach der Glabella zu schließen, der Parkinson'schen *Phillipsia Eichwaldi* var. *hassiaca* nahe zu stehen, obwohl die Pygidien ganz bedeutende Unterschiede aufweisen. Auch zeigt unser Kopfmittelschild dieser Art einige Ähnlichkeit mit demjenigen der *Phillipsia truncatula*, *Phillipsia Colei* und *Phillipsia scabra*. Bei *Phillipsia truncatula* reichen jedoch die Seitenfurchen viel höher an der Glabella, die vorderen sind stärker, die Palpebralfügel sind kleiner und mehr nach vorne gerückt, der Randsaum vor der Glabella viel breiter und die Ausbreitungen der festen Wangen an den Seiten des Nackenringes scheinen bei dieser Form stärker zu sein. Die Glabella der *Phillipsia Colei* ist leicht zu unterscheiden durch den sich stark abschneidenden birnförmigen, mittleren, granulierten Teil, die nicht granulierten Seitenlappen und eine andere Entwicklung der festen Wangen; bei *Phillipsia scabra* endlich ist die Glabella vorne breiter, die Palpebralfügel sehr gering und auch mehr nach vorne gerückt. Die zwei letztgenannten Formen haben dabei wie *Phillipsia v. hassiaca* nur drei Paar Seitenfurchen auf der Glabella.

Maße:

	mm
Länge des Kopfschildes	6·5
„ der Glabella ohne Nackenring	5
„ des Nackenringes	1
Breite der Glabella am Grunde vor dem Nackenringe	3·5
„ „ „ mit den Palpebralfügeln	4·5
„ „ „ in der Mitte	2·5
„ „ „ vor dem vorderen Ende	3

Phillipsia Wójcikii n. sp.

Taf. XX, Fig. 18.

Mit diesem Namen bezeichne ich ein ziemlich großes, 8·5 mm langes Kopfmittelschild einer *Phillipsia* aus dem Steinbruche Nr. 5. Die Länge der Glabella ohne Nackenring beträgt 6·5 mm, der Randsaum vor der Glabella 0·5 mm, die Breite der Glabella am

Grunde vor dem Nackenringe 5 mm, in der Mitte 4 mm, am Ende 3·5 mm. Wir haben hier also mit einer ziemlich schlanken, nach vorne sich etwas ungleichförmig verschmälernden Glabella zu tun. Im hinteren Teile, wo die hintersten Seitenloben liegen, ist sie nämlich etwas erweitert und verschmälert sich dann gleichmäßig nach vorn. Von den drei Paar bogenförmigen und schräg nach hinten gerichteten Seitenfurchen (die hintersten sind am stärksten nach hinten gerichtet) sind die zwei vorderen Paare einander mehr genähert, und die vordersten Seitenfurchen sind am schwächsten entwickelt. Die hintersten, durch die vor der Nackenfurche verschwindenden Seitenfurchen abgegrenzten Seitenloben sind dreieckig, mit bogenförmigen Schenkeln und stärker aufgebläht. Auf der Mittellinie der Glabella in der hinteren Hälfte derselben erhebt sich ein recht starker Höcker; weil er aber etwas unsymmetrisch gelegen und die Glabella eben an dieser Stelle etwas abgeschält ist, kann er nicht sicher als ein wesentliches Merkmal der Art betrachtet werden. Die Gesichtsnaht verläuft in einer stark wellenförmigen Linie. An den Seiten der vorderen Hälfte der Glabella ist sie am weitesten von derselben entfernt und dabei unsymmetrisch, und zwar an der linken Seite um 0·75 mm mehr. Die mehr in der hinteren Hälfte des Kopfschildes gelegenen Palpebralfügel sind ziemlich lang, aber niedrig, und auch an den Seiten des Nackenringes scheinen die festen Wangen nur kurze Hörner zu bilden. Die nicht gespaltene, in ihrem Verlaufe wellenförmige Nackenfurche vertieft sich etwas stärker hinter den Seitenloben und trennt einen breiten, mit einem kleinen Höcker in der Mitte verzierten Nackenring ab, der sonst glatt erscheint.

Man könnte hier an eine der *Philipsia aequalis* H. v. Meyer nahe verwandte Form denken, wenn sie eine für diese Art nach Scupin¹⁾ charakteristisch gespaltene Nackenfurche besäße. Das ist aber nicht der Fall. Noch mehr nähert sie sich solchen Formen mit stärkeren Seitenfurchen, wie die von Leyh²⁾ aus Hof an der Saale als *Phillipsia cf. aequalis* beschriebene. Ob aber die letztgenannte die gespaltene Nackenfurche besitzt, ist weder aus der Be-

¹⁾ H. Scupin. Die Trilobiten des niederschlesischen Unterkarbon. Zeitschr. d. D. g. G. 1900, Seite 4.

²⁾ E. Leyh. Beiträge zur Kenntnis des Paläozoicum der Umgegend von Hof a. S. Zeitschr. d. D. g. G. 1897, S. 526, Taf. 17, Fig. 3.

schreibung noch aus der Abbildung von Leyh zu ersehen. Eine gewisse Ähnlichkeit zeigt unser Mittelschild mit demjenigen der *Phillipsia Poleni* Woodw.¹⁾, vor allem mit der Form, welche Woodward²⁾ als *Phillipsia Poleni* (?) zeichnet. Die typische *Phillipsia Poleni* zeigt aber keine Seitenfurchen auf der Glabella (ähnlich wie die von E. Kayser beschriebene auch — wie es scheint — verwandte *Phillipsia longicornis*³⁾ und die festen Wangen scheinen bei der englischen Form etwas anders gestaltet zu sein. Von den Unterschieden zwischen der oben beschriebenen Form und unserer *Phillipsia cracoviensis* wird bei der Beschreibung der letztgenannten Form die Rede sein. Die Gestalt, vor allem aber die starken Seitenfurchen der Glabella nähern unsere Form auch etwas einigen als *Dechenella* beschriebenen Arten, die Glabella scheint aber bei der letztgenannten Gattung verhältnismäßig kürzer, die Seitenloben vielleicht noch deutlicher zu sein. Deswegen teile ich unsere Form der Gattung *Phillipsia* zu.

Zu der Gattung *Phillipsia* scheint auch die Form zu gehören, welche ich im ersten Teile meiner Trilobiten-Arbeit als *Dechenella*(?) *ractavicensis* n. sp. beschrieben habe⁴⁾. Nach Vergleich mit der oben als *Phillipsia Wójcikii* n. sp. bezeichneten Form und mit den bereits in der Literatur beschriebenen *Dechenellen* und *Phillipsia aequalis* H. v. Meyer bin ich jetzt geneigt, die als *Dechenella*(?) *ractavicensis* m. beschriebene Form als eine Varietät (*ractavicensis* m.) von *Phillipsia aequalis* H. v. Meyer zu betrachten und bemerke, daß ich auf die Verwandtschaft derselben mit *Phillipsia aequalis* H. v. Meyer bereits im ersten Teile meiner Trilobiten-Arbeit hingewiesen habe.

Wenn wir nach Scupin den Artnamen *Phillipsia aequalis* ausschließlich für die Form mit gespaltener Nackenfurche behalten, kann die oben beschriebene *Phillipsia* als eine besondere, noch nicht beschriebene Art gelten.

¹⁾ H. Woodward, Note on a Collection of Carboniferous Trilobites from the Banks of the Hodder, G. Mag. 1894, Taf. XIV, Fig. 8 u 10.

²⁾ H. Woodward, On a Collection of Trilobites from the Coddon Hill Beds, G. Mag. 1902, Taf. XX, Fig. 1, 2.

³⁾ E. Kayser, Beiträge zur Kenntnis von Oberdevon und Kulm... S. 71, Taf. III, Fig. 9, 10.

⁴⁾ J. Jarosz, a. a. O., S. 381—383, Taf. XI, Fig. 1.

Phillipsia cracoviensis n. sp.

Taf. XX, Fig. 19.

Die Art stammt aus dem Steinbruche Nr. 5 und ist als Kopf-Mittelschild erhalten; es fehlt nur der rechte Palpebralfügel. Die Länge des ganzen Mittelschildes beträgt 4 mm, des Nackenringes 0·5 mm, und dieselbe Länge hat der Randsaum vor der Glabella. Am Grunde (vor dem Nackenringe) ist die Glabella 2 mm, in der Mitte 1·75 mm breit, verschmälert sich noch weiter nach vorn und läuft in eine gerundete Spitze aus. Die Glabella ist also schlank, fast doppelt so lang als breit und verschmälert sich nach vorn gleichmäßig, aber stark. Von den drei Seitenfurchen verschwindet die hinterste, bogenförmige vor der Nackenfurche und trennt einen dreieckigen etwas hervorragenden Lobus ab. Die mittleren zwei Seitenfurchen sind auch bogenförmig und schräg nach hinten gerichtet, nur die kürzesten vordersten verlaufen fast gerade und mehr horizontal. Die zwei hintersten Paare sind einander mehr genähert. Die Gesichtsnaht verläuft in stark wellenförmiger Linie und die kurzen, aber ziemlich starken Palpebralfügel befinden sich größtenteils in der hinteren Hälfte der Glabella. Die ziemlich tiefe, bogenförmige, in der Mitte nach vorn konvexe, nicht gespaltene Nackenfurche trennt einen mit zentralem Höcker verzierten Nackenring ab, der sonst wie die ganze Glabella glatt erscheint.

Die oben beschriebene Form erinnert vor allem an die Glabella unserer *Phillipsia Wójcikii*, ist aber viel kleiner, schlanker und ihre Glabella verschmälert sich nach vorne gleichmäßiger (sie scheint also noch näher mit *Phillipsia longicornis* Kayser verwandt zu sein als die letztgenannte Form). Alle Seitenfurchen der *Phillipsia Wójcikii* sind bogenförmig und deutlicher, die hintersten Seitenloben deutlich hervorragend wie bei *Dechenella*-Arten. Der Randsaum vor der Glabella der *Phillipsia cracoviensis* scheint verhältnismäßig breiter zu sein. Seine Breite beträgt nämlich wie bei der viel größeren *Phillipsia Wójcikii* 0·5 mm. Auch die Entwicklung der festen Wangen auf den Seiten der Glabella erscheint etwas abweichend. Wenn wir noch den großen (vielleicht aber nicht charakteristischen) Höcker in der Mitte der Glabella berücksichtigen, werden die Unterschiede noch deutlicher hervortreten. Das Kopfmittelschild ähnelt gewissermaßen dem von *Phillipsia gemmulifera*, welche sich in demselben Steinbruche oft als Pygidienreste findet.

Die Glabella der letztgenannten Art scheint sich aber (nach den Woodward'schen Zeichnungen zu schließen) im vorderen Teile nicht zu verschmälern und weiter nach vorne zu reichen, wo sie nur einen sehr schmalen Randsaum zurückläßt. Vielleicht wird man aber noch von dieser Art bei uns Exemplare mit vorne verschmälerteter Glabella und etwas breiterem Randsaume vor der Glabella finden (bis heute habe ich kein Kopfschild). Von der *Phillipsia aequalis* typ. unterscheidet sich unsere Form vor allem durch die nicht gespaltene Nackenfurche, was — wie oben angedeutet — für die letztgenannte Art für charakteristisch gehalten wird.

Da ich in der mir bekannten Literatur kein identisches Kopf-Mittelschild finde, muß ich es als ein einem nicht beschriebenen Trilobiten angehöriges betrachten und schlage für denselben (nach der Form der Glabella) den Gattungsnamen *Phillipsia* und den Artnamen *cracoviensis* vor.

Phillipsia sp.

Taf. XX, Fig. 20.

Dem oben als *Phillipsia cracoviensis* beschriebenen Kopfmittelschild entspricht der Größe nach ein auch kleines, aus demselben Steinbruche Nr. 5 stammendes Pygidium (2 Stück). Da aber diese beiden Trilobitenreste bisher nicht zusammen gefunden wurden und keiner bekannten Art zugeteilt werden können, ist es schwer zu entscheiden, ob sie einem und demselben Trilobiten angehören. In dem auf Taf. XX, Fig. 20 abgebildeten Pygidium ist nur das erste Segment zum Teil beschädigt. Es ist ein 6 mm breites und 4.75 mm langes, halb elliptisches Schwanzschild. Die Spindel, deren Breite am Grunde ein Drittel der ganzen Pygidium-Breite beträgt, verschmälert sich allmählich, aber ziemlich schnell nach hinten und endigt hier stumpf am inneren Rande des 0.75 mm breiten Randsaumes. Sie ist aus 16 deutlich abgegrenzten Segmenten zusammengesetzt, deren hinterer Rand in der Mitte nach hinten ein wenig konvex erscheint. An der Stelle, wo diese Einbiegung endet, befindet sich auf jedem Segmente jederseits ein kleiner, nach vorne gerichteter Einschnitt, was im ganzen den zwei Reihen der bei unseren Trilobiten so häufigen Hilfseindrücke etwas ähnelt. Auf jedem der zwei Seitenlappen sind 11 deutliche Rippen zu sehen, welche scharf vor dem glatten, stark umgebogenen, im hin-

teren Teile des Pygidiums etwas breiteren Randsaume enden. Die zweite Rippe ist in ihrer ganzen Länge, die dritte, vierte und fünfte teilweise durch eine longitudinale, am inneren Rande des Randsaumes beginnende Furche in zwei Hälften geteilt. Auf den übrigen Rippen sind diese Furchen nicht mehr zu sehen. Das ganze Pygidium ist sonst glatt, nicht mit Körnchen bedeckt. Eine etwas ähnliche Teilung der Rippen sehen wir bei der *Phillipsia Eichwaldi* Fischer v. *hassiaca*¹⁾ Parkinson's, im übrigen aber existieren zwischen diesen zwei Pygidien Unterschiede, die genug groß sind, um sie zwei getrennt stehenden Arten zuzuweisen. Der *Phillipsia Eichwaldi* typ. kann unser Pygidium trotz der gleichen Zahl der Pygidium-Segmente auch nicht zugeteilt werden. Auch die englischen Kulm-Trilobiten *Phillipsia minor* und *Phillipsia Cliffordi* zeigen wegen der Bifurkation der Rippen auf den Seitenlappen eine gewisse Ähnlichkeit mit unserer Form. Andere Unterschiede aber gestatten nicht, unsere *Phillipsia* sp. mit einer von diesen Arten zu identifizieren.

Phillipsia acanthiceps H. Woodw. v. *paczóltovicensis* n. var.

Taf. XX, Fig. 21.

Dieses bisher in einem Exemplare im Steinbruche Nr. 5 gefundene Schwanzschild scheint im Verhältnis zu unseren anderen Pygidien zu einem mittelgroßen Trilobiten zu gehören. Nur die Spindel im hinteren Teile und fast der ganze linke Randsaum ist im Steinkerne erhalten, im übrigen ist es ein schönes, alle charakteristischen Merkmale zeigendes, halb elliptisches, im Vergleich zu anderen ziemlich schlankes, im hinteren Teile leicht zugespitztes Schwanzschild. Die aus 16 Segmenten zusammengesetzte, fein gekörnelte Spindel ist am Grunde jedem der Seitenlappen an Breite gleich, verschmälert sich nach hinten langsam und endet hier am inneren Rande des Randsaumes stumpf. Der hintere Rand einiger der ersten Segmente ist in der Mittellinie etwas nach hinten gebogen, und an den Seiten dieser Einbiegungen sehen wir auf jeder Seite eine Reihe von Hilfseindrücken, man findet also im ganzen zwei Reihen. Auf den Seitenlappen sind jederseits 11 glatte Rippen zu sehen, von welchen die 2. bis 9. durch eine flache Furche in zwei ungleiche Teile gespalten ist. Die ersten Rippen verlaufen

¹⁾ Parkinson, a. a. O., Taf. XV, Fig. 15.

mehr transversal, während die letzten mehr nach unten gerichtet sind. Sie erreichen nicht den Rand des Schwanzschildes, sondern enden in einer fast geraden Linie vor dem Randsaume, der, wie die Seitenlappen glatt und an den Seiten des Pygidiums am breitesten ist; im Steinkerne erscheint der Randsaum gestreift.

Was die Ausbildungsweise der Rippen auf den Seitenlappen anbelangt, so kommt dieses Pygidium dem von mir vor drei Jahren als *Griffithides aff. globiceps*¹⁾ beschriebenen nahe, sonst sind aber die Unterschiede (vor allem im Umriß und in der Wölbung des ganzen Schwanzschildes) groß genug, um sie getrennt zu halten. Nur die Gestalt der Rippen scheint mit den bei *Griffithides Frechi* Scupin²⁾ zu stimmen.

Mit dem Woodward'schen *Griffithides acanthiceps*³⁾ hat unsere Form gemeinsam: 1) den Umriß des Pygidiums, 2) die Gestalt der Rippen an den Seitenlappen, 3) größere Flachheit des ganzen Pygidiums im Vergleich zu dem ähnlichen *Griffithides globiceps*, wie sich dies aus den Abbildungen Woodward's auf Taf. VI, VII u. IX zu ergeben scheint. Unsere Form hat aber eine größere Zahl von Spindelsegmenten als *Griffithides acanthiceps* Woodw. (unsere 16, die englische 13); ihre Achse scheint verhältnismäßig breiter zu sein, ist fein gekörnelt und besitzt zwei Reihen von Hilfs-eindrücken. Von den zuletzt erwähnten Verzierungen ist auf den Abbildungen der englischen Art nichts zu sehen. Deswegen halte ich unseren Trilobiten für eine (vielleicht lokale) Varietät der Art *Griffithides acanthiceps* H. Woodw. und bezeichne sie nach dem Fundort (Paczółtowiec) als var. *paczółtovicensis*.

Maße:

	mm
Breite des Pygidiums	9·5
„ der Spindel am Grunde	3·5
Länge des Pygidiums	7·75
„ der Spindel	7

1) J. Jarosz, a. a. O. S. 375, Taf. XI, Fig. 4.

2) H. Scupin, a. a. O. S. 12, Taf. I, Fig. 8.

3) H. Woodward. Monograph... S. 32. Taf. VI. Fig. 2, 10, 11. Taf. VII, Fig. 2, 3, Taf. IX. Fig. 1.

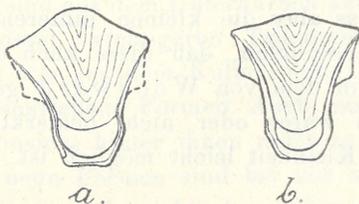
Griffithides aff. *globiceps* Phillips sp. 1836.

Taf. XX, Fig. 22.

☞ *Griffithides globiceps*, De Koninck, Anim. foss. d. terr. carbonif. d. Belgique, 1842—44, S. 599 (jedoch nicht die Zeichnung auf Taf. III, Fig. 1).

Griffithides globiceps, H. Woodward, Mon. Br. Carbonif. Trilobites, S. 29, Taf. IV, Fig. 1, 3, 4, 5, 6.

Fig. 4 auf Taf. XI meiner oben zitierten Trilobiten-Arbeit stellt ein halb elliptisches Pygidium dar, welches ich der Art *Griffithides*



a) Englisches Hypostom von *Griffithides globiceps* nach H. Woodward, mit eingezeichneten, vermutlich auch bei dieser Form vorhandenen hinteren Flügeln (unterbrochene Linie).

b) Hypostom von *Griffithides* aff. *globiceps* aus dem Kohlenkalk der Umgebung von Krakau, von unten gesehen.

globiceps zugeteilt, jedoch wegen einiger Unterschiede als eine besondere Form (es ist vielleicht eine lokale Varietät) getrennt habe. Unsere Form zeigt nämlich 15 Spindelsegmente und je 10 Rippen auf den Seitenlappen, die englische dagegen 9 Pygidiumsegmente.

Jetzt besitze ich drei identische Schwanzschilder und ein Hypostom (Taf. XX, Fig. 22), welches ich, Woodward folgend, dieser Art zuteile. Alle Funde stammen aus dem Steinbruche Nr. 5.

Das Hypostom unseres Trilobiten entspricht im allgemeinen der Beschreibung des Hypostoms, welche wir bei Woodward¹⁾ finden, unterscheidet sich aber, wie aus nebenstehenden Figuren ersichtlich ist, in folgenden Zügen. Unser Hypostom hat etwas leichter gebogenen oberen Rand, es ist schlanker und außer den zwei auch der Woodward'schen Form eigenen Flügeln besitzt es dahinter beiderseits je ein kleineres Flügeln. Diese Flügeln entspringen vom Rande des eigentlichen Hypostoms, werden also in der

¹⁾ H. Woodward, Monograph... S. 30.

Ansicht von unten von dem Randsaume des Hypostoms teilweise verdeckt.

Beiden Hypostomen ist gemeinsam: der Umriß, die Entwicklungsweise des Randsaumes, die durch Verengung abgetrennte, charakteristische Aufblähung im unteren Teile und eine sehr charakteristische Skulptur der Oberfläche, welche aus feinen, in der Mittellinie unter schieferm Winkel zusammenstoßenden Strichen besteht.

Vielleicht entsprechen die Unterschiede, welche ich zwischen unserem Hypostom und demjenigen des englischen *Griffithides globiceps* hervorgehoben habe, den Unterschieden in den Pygidien der beiden Formen? Was aber die kleinen hinteren Flügelchen anbelangt, ist es wahrscheinlicher, daß diese auch der englischen Art zukommen, jedoch in dem von Woodward gezeichneten Exemplare nicht erhalten waren oder nicht bemerkt wurden, was bei ihrer Zartheit und Kleinheit leicht möglich ist.

Maße (der Beschädigung wegen nicht ganz genau):

	mm
Länge des Hypostoms (mit dem Randsaume)	3·5
„ des Hypostoms ohne Randsaum	3·
Breite des Hypostoms am Grunde (oberer Teil)	4·
„ des Hypostoms in der Verengung, ohne Randsaum . . .	1·5
„ „ „ „ „ mit Randsaum . . .	2·5

Schlußbemerkungen.

Nach den bisherigen Funden setzt sich die Trilobitenfauna des Kohlenkalks in der Umgebung von Krakau aus 16 Formen, darunter 15 Arten, zusammen, welche vier Gattungen angehören. Es sind dies:

1. *Proëtus Zarecznyi* n. sp.
2. *Phillipsia Derbiensis* Martin.
3. „ *gemmulifera* Phillips.
4. „ *Colei* M'Coy.
5. *Phillipsia Eichwaldi* Fischer.
6. „ *Wójcikii* n. sp.
7. „ *cracoviensis* n. sp.
8. „ *sp.*
9. „ *aequalis* H. v. Meyer v. *ractavicensis* n. var.

10. *Griffithides seminiferus* Phillips.
11. " *aff. globiceps* Phillips.
12. " *obsoletus* Phillips.
13. " *acanthiceps* H. Woodw. v. *paczöttovicensis* n. var.
14. *Brachymetopus Maccoyi* Portlock.
15. " *aff. Maccoyi* Portlock.
16. " *Szajnochai* n. sp.

Von den oben aufgezählten 16 Formen habe ich 5 als neue Arten, 2 bzw. 4 als neue Varietäten beschrieben, die übrigen sieben und, wenn man die als Varietäten vorkommenden Arten mitzählt, sogar zehn Arten sind aus dem Unterkarbon anderer Länder bekannt.

Fast alle anderen wichtigeren Trilobiten-Faunen sowohl aus dem Kohlenkalk wie aus dem Kulm zeigen einige aus anderen Gegenden nicht beschriebene Formen. Auch unsere Trilobiten-Fauna steht in dieser Hinsicht hinter ihnen nicht zurück. Fünf, bzw. (mit den Varietäten) neun Formen sind bei uns neu und auch die sieben (bzw. zehn) von anderen Ländern bekannten Formen zeigen im Vergleich mit diesen, wie oben bei den Beschreibungen angedeutet wurde, fast immer einige Unterschiede. Es wäre hier vor allem an die bei unseren Trilobiten so oft vorkommenden Hilfseindrücke zu denken, welche (nach den Beschreibungen und Abbildungen zu schließen) in anderen Trilobiten-Faunen sehr selten oder gar nicht vorkommen. Phylogenetisch merkwürdig scheinen mir solche Formen zu sein wie unsere *Phillipsia aequalis* var. *raclavicensis* und *Phillipsia Wójcickii*. Wegen der längeren und vorn stumpf endigenden Glabella habe ich sie der Gattung *Phillipsia* zugeteilt, es muß aber bemerkt werden, daß die stärkere Ausbildung der Seitenfurchen auf ihre nahe Verwandtschaft mit der Gattung *Dechenella* hinweist.

Was die auch von anderen Gegenden bekannten Formen anbelangt, so erscheint mir der Umstand recht beachtenswert, daß sich unter unseren Arten nur eine einzige in Niederschlesien¹⁾ vorkommende Form findet, und zwar die sowohl aus dem Kohlenkalk wie aus dem Kulm bekannte *Phillipsia gemmulifera* Phillips; zwei andere niederschlesische Arten sind bei uns durch zwar nahe verwandte, jedoch abweichende Formen vertreten. *Phillipsia aequalis* var. *raclavicensis* steht der *Phillipsia aff. aequalis* Scupin nahe, *Griffithides aff. glo-*

¹⁾ H. Scupin, a. a. O., S. 16.

biceps ist wie der niederschlesische *Griffithides Damesi* Scupin mit *Griffithides globiceps* Phillips nahe verwandt. Die am häufigsten bei uns vorkommende *Phillipsia Derbiensis* Martin fehlt in Schlesien gänzlich und wird erst aus dem Kohlenkalk von Ratingen angeführt. Ebenso fehlt bisher die am häufigsten in Niederschlesien vorkommende *Phillipsia silesiaca* Scupin und die mit ihr nahe verwandte *Phillipsia truncatula* Phillips. Soweit ich es auf Grund der mir bekannten Literatur feststellen kann, hat unsere Trilobitenfauna mit derjenigen des russischen marinen Karbons nur wenig Formen gemein.

In dem deutschen Kulm finden wir vier unsere Formen. Es sind: eine aus der Gruppe der *Phillipsia aequalis*, ferner *Phillipsia gemmulifera*, *Phillipsia Eichwaldi* und *Griffithides seminiferus*. Mit der Trilobitenfauna des englischen Kulms dagegen scheint die unsrige nur sehr wenig Berührungspunkte zu haben.

Wenn wir aber unsere Trilobiten mit denen aus dem englischen und belgischen Kohlenkalk vergleichen, finden wir nahe Beziehungen beider Faunen. Sieben unsere Arten (und drei den englischen Arten nahe verwandte Varietäten) finden wir in England, und die Mehrzahl der Arten scheint im Kohlenkalk von Belgien aufgefunden worden zu sein.

Was die stratigraphische Verteilung unserer Trilobiten anbelangt, so muß ich bemerken, daß ich zwei Arten: *Griffithides obsoletus* und *Griffithides seminiferus* in der Stufe mit *Productus giganteus* (Zone mit *Productus sublaevis*¹⁾) nicht gefunden habe, obwohl ungefähr 100 Trilobiten-Exemplare aus dieser Stufe gesammelt wurden. *Griffithides seminiferus* scheint auch in Belgien und Frankreich²⁾ nur auf niedere Kohlenkalkzonen verteilt zu sein. *Griffithides obsoletus* ist bei uns aus allen wichtigen Aufschlüssen der Stufe mit *Spirifer tornacensis* bekannt.

¹⁾ Aus meinen bisherigen Studien über die Stratigraphie des Kohlenkalks in der Umgebung von Krakau (J. Jarosz: Stratygrafia wapienia węglowego w okręgu krakowskim, S. 79) geht hervor, daß bei uns ähnlich wie in Schlesien und Belgien (F. Frech: Das marine Karbon in Ungarn, 1906, S. 132 u. Lethaea, I. Teil, S. 309 u. 310) in der Oberstufe des Unterkarbons eine vor allem durch *Productus sublaevis* gekennzeichnete Zone unterschieden werden kann. Gerade diese Zone ist bei uns durch das reichliche Auftreten der Trilobiten gekennzeichnet.

²⁾ A. Julien. Le terrain carbonifère marin de la France Centrale. Paris, 1896, S. 273.

Aus dem oben Gesagten scheint hervorzugehen, daß auch die Trilobitenfauna bei uns für die Unterscheidung der beiden Stufen verwendet werden kann: Die Stufe mit *Spirifer tornacensis*, in welcher sich *Griffithides obsoletus* und *Griff. seminiferus* finden, und die Stufe mit *Productus giganteus* (Zone mit *Productus sublaevis*) mit der am häufigsten vorkommenden *Phillipsia Derbiensis* und mit den auch häufigen Arten *Phillipsia gemmulifera* und *Phillipsia aff. globiceps*, von welchen die letztgenannte auch in Belgien und Frankreich¹⁾ auf höhere Zonen des Kohlenkalks beschränkt zu sein scheint. *Phillipsia gemmulifera* gehört in Schlesien²⁾ zu den bezeichnenden Fossilien für die Zone mit *Productus sublaevis*.

Aus dem Geologischen Institut der Jagellonischen Universität in Krakau.

Erklärung der Tafel XX.

(Vergrößerung aller Zeichnungen 5-fach).

Fig. 1. *Phillipsia Derbiensis* Martin. Großes Kopfschild (mit etwas im hinteren Teile beschädigter rechter beweglicher Wange) aus den hellen Kalken des Steinbruchs (Nr. 5) am Dorfwege im Raclawka-Tal (Stufe mit *Productus giganteus*, Horizont mit *Productus sublaevis*). Seitliche Ansicht. Meine Sammlung. Natürliche Länge 6·75 mm.

Fig. 2. *Phillipsia Derbiensis* Martin. Großes Kopfschild (mit teilweise beschädigtem Nackenringe und rechter beweglicher Wange). Obere Ansicht. Ort wie Fig. 1. Sammlung von Dr. Wójcik. Natürliche Breite 10 mm, n. L. 8 mm.

Fig. 3. *Phillipsia Derbiensis* Martin. Mittelschild eines mittelgroßen Kopfes, (mit teilweise beschädigter rechter fester Wange). Obere Ansicht. Ort und Sammlung wie Fig. 1. N. L. 6·5 mm.

Fig. 4. *Phillipsia Derbiensis* Martin. Kleineres Kopfschild (mit teilweise beschädigter beweglicher und fester Wange der rechten Seite und teilweise entschalter Glabella). Obere Ansicht. Ort und Sammlung wie Fig. 1. N. Br. 8 mm, n. L. 6 mm.

Fig. 5. *Phillipsia Derbiensis* Martin. Mittelschild des kleinsten Kopfes, von oben gesehen. Ort und Sammlung wie Fig. 1. N. L. 5·5 mm.

Fig. 6. *Phillipsia Derbiensis* Martin. Großes Schwanzschild (Pygidium) mit teilweise beschädigtem erstem Segmente der Achse. Obere Ansicht. Ort und Sammlung wie Fig. 2. N. Br. 9·25 mm, n. L. 8 mm.

Fig. 7. *Phillipsia Derbiensis* Martin. Großes Schwanzschild, von oben gesehen. Ort und Sammlung wie Fig. 1. N. Br. 9·5 mm, n. L. 8 mm.

¹⁾ A. Julien. Le terrain carbonifère marin de la France Centrale. Paris, 1896, S. 273.

²⁾ F. Frech. Lethaea palaeozoica, I Teil, S. 310.

Fig. 8. *Phillipsia Derbiensis* Martin. Großes Schwanzschild, von oben gesehen. Ort und Sammlung wie Fig. 2. N. Br. 9·25 mm, n. L. 7·75 mm.

Fig. 9. *Phillipsia Derbiensis* Martin. Rumpf und Schwanzschild von mittlerer Größe (mit teilweise beschädigten linken Rumpf-Pleuren und teilweise entschalter Spindel und linkem Seitenlappen). Obere Ansicht. Ort und Sammlung wie Fig. 2. N. (größte) Br. 8·5 mm, n. L. 13 mm.

Fig. 10. *Phillipsia Derbiensis* Martin. Kleineres Schwanzschild (mit beschädigtem linkem Randsaume), von oben gesehen. Ort und Sammlung wie Fig. 1. N. Br. 5·2 mm, n. L. 4 mm.

Fig. 11. *Phillipsia Derbiensis* Martin. Kleinstes Schwanzschild, von oben gesehen. Ort und Sammlung wie Fig. 1. N. Br. 3·25 mm, n. L. 2·5 mm.

Fig. 12. *Proetus Zarecznyi* n. sp. Schwanzschild (mit zum größten Teile beschädigtem rechtem Seitenlappen und teilweise beschädigtem rechtem hinterem Teile der Spindel). Obere Ansicht. Ort und Sammlung wie Fig. 1. N. Br. 6 mm, n. L. (ungefähr) 3 mm.

Fig. 13. *Phillipsia Colei* M'Coy. Mittelschild des Kopfes (mit beschädigtem rechtem Teile der festen Wangen und rechtem hinterem Teile der Glabella), von oben gesehen. Ort und Sammlung wie Fig. 1. N. L. 6·25 mm.

Fig. 14. *Phillipsia Colei* M'Coy. Größtes Schwanzschild, von oben gesehen. Ort und Sammlung wie Fig. 2. N. Br. 9 mm, n. L. 7 mm.

Fig. 15. *Phillipsia Colei* M'Coy. Kleineres Schwanzschild, von oben gesehen. Ort und Sammlung wie Fig. 2. N. Br. 7·5 mm, n. L. 5·5 mm.

Fig. 16. *Phillipsia gemmulifera* Phillips. Mittelgroßes Schwanzschild, von oben gesehen. Ort und Sammlung wie Fig. 1. N. Br. 9 mm, n. L. 8 mm.

Fig. 17. *Phillipsia Eichwaldi* Fischer. Mittelschild des Kopfes (mit teilweise beschädigten festen Wangen). Obere Ansicht. Ort und Sammlung wie Fig. 2. N. L. 6·5 mm.

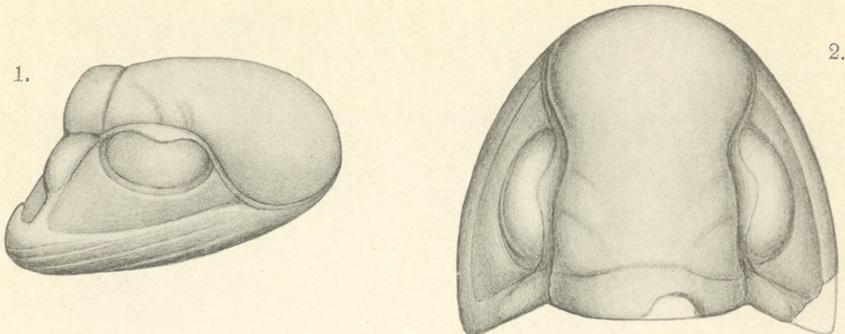
Fig. 18. *Phillipsia Wójcikii* n. sp. Mittelschild des Kopfes (mit beschädigtem rechtem hinterem Teile der festen Wangen), von oben gesehen. Ort und Sammlung wie Fig. 1. N. L. 8·5 mm.

Fig. 19. *Phillipsia cracoviensis* n. sp. Mittelschild des Kopfes (mit beschädigtem rechtem Palpebralfügel). Obere Ansicht. Ort und Sammlung wie Fig. 1. N. L. 4 mm.

Fig. 20. *Phillipsia* sp. Schwanzschild (mit teilweise beschädigtem erstem Segmente der Spindel und des rechten Seitenlappens), von oben gesehen. Ort und Sammlung wie Fig. 2. N. Br. 6 mm, n. L. 4·75 mm.

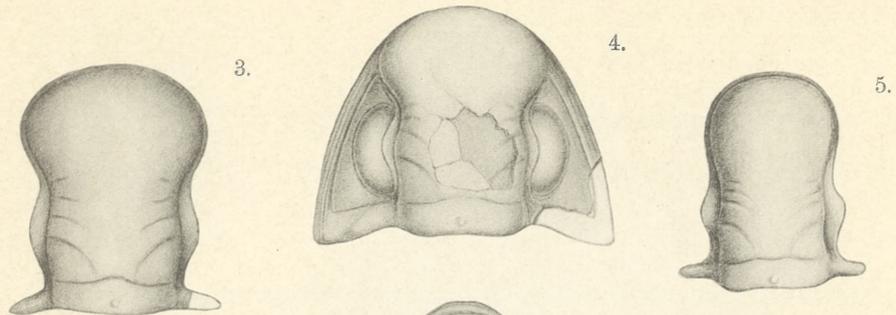
Fig. 21. *Griffithides acanthiceps* H. Woodward var. *paczółtovicensis* n. var. (mit teilweise entschalter Spindel und linkem Teile des Randsaumes). Obere Ansicht. Ort und Sammlung wie Fig. 1. N. Br. 9·5 mm, n. L. 7·75 mm.

Fig. 22. *Griffithides* aff. *globiceps* Phillips. Hypostom (mit etwas beschädigtem linkem vorderem Teile), von unten gesehen. Ort und Sammlung wie Fig. 1. N. (größte) Br. ungefähr 4 mm, n. L. 3·5 mm.



1.

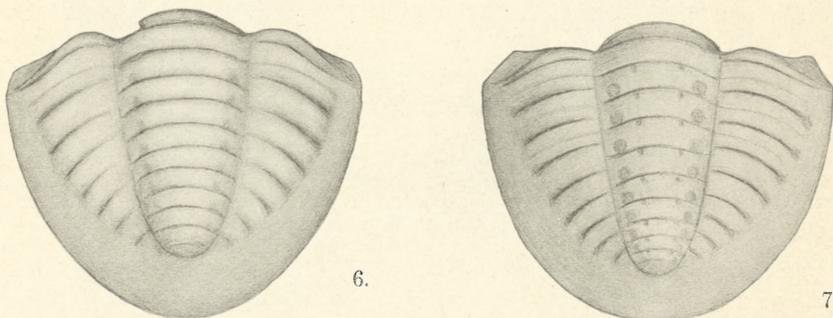
2.



3.

4.

5.

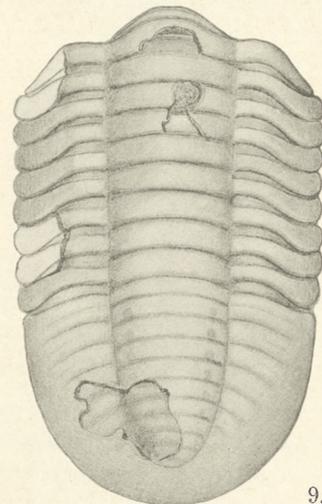


6.

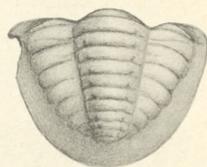
7.



12.



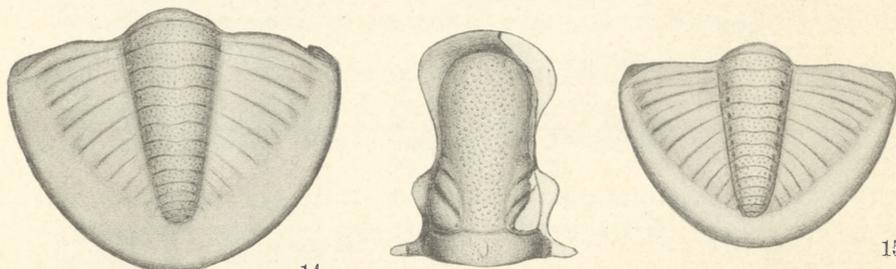
9.



10.



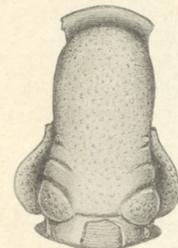
11.



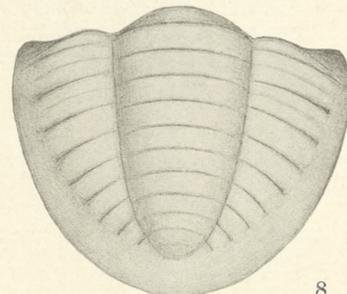
14.

13.

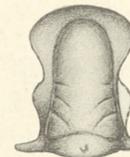
15.



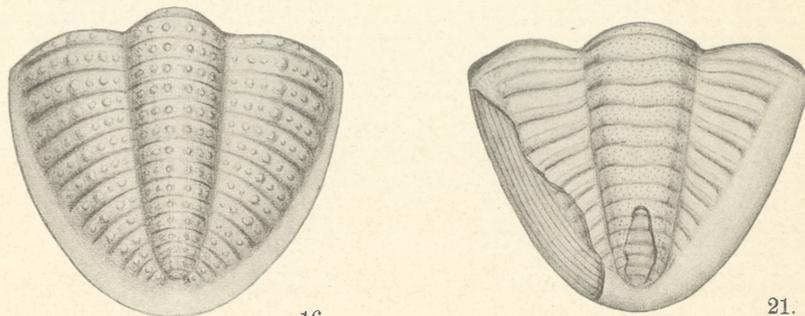
17.



8.

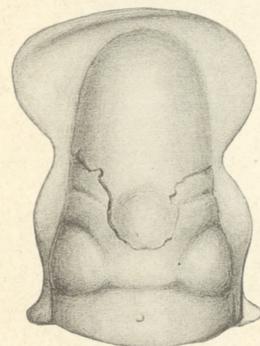


19.

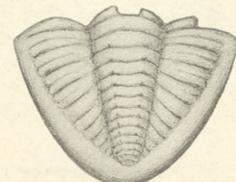


16.

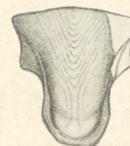
21.



18.



20.



22.

*Wpływ adrenaliny na charakter prądów czynnościowych
w mięśniach. — Der Einfluß des Adrenalins auf den Cha-
rakter der Aktionsströme in den Muskeln.*

Mémoire

de M. **FR. CZUBALSKI**,

présenté, dans la séance du 7 Avril 1913, par M. N. Cybulski m. t.

(Planche XXI).

Die Entdeckung der spezifischen Wirkung der Nebennieren-extrakte durch Cybulski und Szymonowicz sowie Oliver und Schäfer gab den Anstoß zu einer großen Anzahl von wissenschaftlichen Arbeiten über die Rolle der Nebennieren im Organismus. Durch die Untersuchungen von Abelous und Langlois¹⁾, Albanese¹⁾, Wiesel und Schur²⁾, Treretoli³⁾ sowie Radwańska⁴⁾ wurde der enge Zusammenhang zwischen den Nebennieren, beziehungsweise dem Adrenalin und der Muskelarbeit des Organismus nachgewiesen. Die genannten Autoren beschränkten sich jedoch darauf, den Einfluß des Adrenalins festzustellen, ohne indessen das Wesen desselben zu erforschen.

Die Anwendung des Einthoven'schen Galvanometers ermöglichte uns eine nähere Erkenntnis der elektrischen Erscheinungen, welche die Muskelarbeit begleiten, und erweckte den Gedanken, ob sich nicht auf diesem Wege neue Anhaltspunkte zur Aufklärung der Adrenalinwirkung auf die Muskelarbeit finden ließen. Die Un-

1) Prof. Dr. Biedl, Innere Sekretion, 1913, Zweite Auflage, S. 382 und 383.

2) Verh. der Dent. Pathol. Gesell. XI. Tag.

3) Biedl, a. a. O., S. 520.

4) Radwańska, Die Abhängigkeit der Muskel- und Nerventätigkeit von den Nebennieren. (Verh. der math.-naturw. Klasse der Akad. der Wiss. in Krakau, Bd. L, Ser. B).

tersuchung des Einflusses der Nebennieren, bezw. des Adrenalins auf die Aktionsströme der Muskeln mit Hilfe des Einthoven'schen Galvanometers ist das Thema dieser Arbeit.

Die Kurven der Aktionsströme bei verschiedenen Fröschen stellen aus näher unbekanntem Ursachen gewisse individuelle Unterschiede dar. Diese Unterschiede beziehen sich auf die II. Phase. Nach Cybulski¹⁾ unterscheiden wir drei Typen von Kurven, was auch ich in meinen Untersuchungen bemerkt habe. Der erste Typus zeichnet sich dadurch aus, daß die Kurve sich in der II. Phase schnell über die Nulllinie erhebt und dann wieder schnell sinkt (Fig. I). Im zweiten Typus erhebt sich die Kurve sehr allmählich über die Nulllinie und geht auch langsam herunter (Fig. II). Den dritten Typus haben wir dann, wenn die Kurve sich überhaupt nicht über die Nulllinie erhebt; dann fehlt der Strom der II. Phase (Fig. III). Jedoch bei einem und demselben Frosch erhalten wir von allen Muskeln einen und denselben Kurventypus der Aktionsströme. Angesichts dessen war es nötig, das Verhalten der Aktionsströme vor und nach Ausbrennung der Nebennieren bei einem und demselben Frosch zu untersuchen. Der experimentelle Teil wurde folgendermaßen ausgeführt:

Das rechte oder das linke Bein eines gewöhnlichen Grasfrosches (*Rana temporaria*) wurde hoch über dem Knie unterbunden; vom *M. gastrocnemius* dieses Beines wurden dann photographische Aufnahmen der Aktionsströme gemacht. Darauf wurde unter Einhaltung der aseptischen Technik die Bauchhöhle eröffnet und beide Nebennieren mit einem auf elektrischem Wege zur Weißglut erhitzten Platindraht ausgebrannt. Nach Verschuß der Bauchhöhle wurde der Frosch 48—60 Stunden in fließendem Leitungswasser gehalten, dann die Aufnahme der Aktionsströme des *M. gastrocnemius* des anderen Beines gemacht und die erhaltene Kurve mit der ersten Aufnahme, die wir als Norm des gegebenen Frosches ansahen, verglichen. Den Muskel, dessen Aktionsströme untersucht werden sollten, präparierte ich vorsichtig ohne jede Verletzung frei und schnitt ihn an der Sehne ab; dann reizte ich den Nerven, der

¹⁾ Cybulski, Die elektrischen Ströme in tätigen Muskeln, deren Charakter und Quelle. (Verh. der Math.-naturw. Klasse d. Akad. d. Wissensch. in Krakau, Bd. LII, Ser. B).

Medizinische Presse, Warschau (polnisch), S. 563, Nr. 21, 1912 und Nr. 4—5, 1913.

sich während der ganzen Versuchszeit in feuchter Atmosphäre befand, manchmal auch den Muskel selbst mit einer gewöhnlichen Induktionsspirale unter Anwendung von unpolarisierbaren Elektroden. Die obere Elektrode befand sich auf dem Muskel in $\frac{1}{3}$ der Entfernung von der oberen Sehne, die untere an der Grenze zwischen Muskel und Achillessehne. Um eine Verschiebung der Elektroden bei der Kontraktion zu vermeiden, befestigte ich sie mit feuchten Fäden an dem Muskel. Der Ruhestrom wurde kompensiert; die Beschwerung des Muskels betrug 10 g. Die Empfindlichkeit des Einthoven'schen Galvanometers blieb in allen Versuchen unverändert und betrug $13 \cdot 10^{-9}$ Amp. Die Versuchsbedingungen waren bei allen Experimenten die gleichen. Ich machte Versuche mit 50 Fröschen und nahm 160 Photographien auf. Nach Ausbrennung der Nebennieren zeigten die Frösche bereits nach 24 Stunden geringere Beweglichkeit; nach 48—60 Stunden trat die Trägheit der willkürlichen Bewegungen bereits sehr deutlich auf; die Reflexe selbst auf kräftige sensible Reize waren außerordentlich schwach. In diesem Zustande gingen die Frösche zugrunde. Oft traten vor dem Tode Krämpfe auf, in ähnlicher Weise wie bei Strychninvergiftung, sowie Pupillenverengung. Alle diese Erscheinungen waren wirklich die Folge der Nebennierenexstirpation, denn die Eröffnung der Bauchhöhle allein hatte keine derartige Wirkung und die so behandelten Frösche lebten darnach noch wochenlang in normaler Weise. Die Erregbarkeit der motorischen Nerven von nebennierenlosen Fröschen vermindert sich deutlich, wie wir es aus Tabelle I ersehen.

(Sich Tab. I, Seite 186).

Am deutlichsten trat aber die Veränderung der Erregbarkeit der Nerven im Versuch von 3. VII. 1912 nach Ablauf von 48 Stunden nach Nebennierenausbrennung auf, wo die Reizung des Nerven sogar bei ganz eingeschobenen Spulen ohne Resultat blieb, dagegen die direkte Reizung des Muskels bei Entfernung der Spulen von 20 cm die Kontraktion dieses Muskels bewirkte.

Der Nervenmuskelapparat ermüdete rasch. Während zur Erregung der ersten und manchmal auch der zweiten Zuckung eine Rollenentfernung von 30 cm genügte, mußten zur Hervorrufung weiterer Zuckungen die Rollen auf 20 cm oder noch näher eingestellt werden, und nach einigen Zuckungen war der Nervenmuskelapparat schließlich ganz erschöpft.

TABELLE I.

V e r s u c h am	Entfernung der Spulen in cm	
	in der Norm	nach Ablauf von 48 Stunden nach der Nebennieren-ausbrennung
10. VI. und 12. VI. 1912. Erregbarkeitsschwelle des motorischen Nerven . .	38	31
15. VI. und 17. VI. 1912. Erregbarkeitsschwelle des motorischen Nerven . .	45	39
24. VI. und 26. VI. 1912. Erregbarkeitsschwelle des motorischen Nerven . .	42	37
26. VI. und 28. VI. 1912. Erregbarkeitsschwelle des motorischen Nerven . .	41	36
6. VII. und 8. VII. 1912. Erregbarkeitsschwelle des motorischen Nerven . .	48	37

Das Latenzstadium dauerte länger, wie man es aus Tabelle II ersieht; diese Veränderung ist jedoch nicht charakteristisch und tritt nicht ständig auf, da ungefähr in der Hälfte der Fälle das Latenzstadium normal blieb.

TABELLE II.

V e r s u c h am	Das Latenzstadium der Reizung	
	in der Norm	nach Ablauf von 24—48 Stunden nach Ausbrennung der Nebennieren
13. VI. und 14. VI. 1912	0·0029''	0·0037''
14. VI. und 15. VI. 1912	0·0032''	0·0039''
24. VI. und 26. VI. 1912	0·0026''	0·0040''
10. VI. und 12. VI. 1912	0·0034''	0·0048''
Außer diesen Resultaten kamen aber auch Fälle vor, in denen das Latenzstadium der Reizung das nämliche blieb wie in der Norm, z. B. am		
19. VI. und 26. VI. 1912	0·0035''	0·0035''
26. VI. und 28. VI. 1912	0·0035''	0·0035''

Die bedeutendsten Veränderungen treten in den Aktionsströmen selbst auf, wie wir es in Tabelle III sehen. Der Strom der I. Phase ändert sich nicht, dagegen schwindet in allen Versuchen der Strom der II. Phase sowohl bei Nerven- als bei direkter Muskelreizung (Fig. 4, 5, 6, 7).

TABELLE III.

V e r s u c h am	Die Höhe der II. Phase in mm			
	in der Norm		nach Ablauf von 24—48 Stunden nach Ausbren- nung der Nebennieren	
	Reizung des Nerven	Reizung des Muskels	Reizung des Nerven	Reizung des Muskels
13. VI. und 14. VI. 1912	5	4	unterhalb der Nulllinie	
15. VI. und 17. VI. 1912	4	3	"	"
19. VI. und 21. VI. 1912	6	4	"	"
22. VI. und 24. VI. 1912	10	11	"	"
24. VI. und 26. VI. 1912	2	1	"	"
6. VII. und 8. VII. 1912	4	3	"	"
<p>Daß die Operation allein, also ohne Ausbrennung der Nebennieren, das Verschwinden der II. Phase nicht zur Folge hat, davon überzeugen wir uns aus der nach Ablauf von 48 Stunden nach Eröffnung der Bauchhöhle beim Frosch erhaltenen Kurve:</p>				
30. V. 1912.	nicht bestimmt		5	—

Diese Veränderung der Höhe der II. Phase trat schon 18 Stunden nach der Zerstörung der Nebennieren auf, war aber nach 10 Stunden noch nicht vorhanden.

Da die geschilderten Veränderungen im nervös-motorischen Apparat nach der Operation allein ohne Entfernung der Nebennieren nicht auftreten, so können wir sie mit Sicherheit als Folge des Fehlens der Nebennieren im Organismus auffassen. Das Produkt der Nebenniere, das ins Blut ausgeschieden wird, ist das Adrenalin. Daher beschloß ich zu untersuchen, ob die beim Fehlen der Nebenniere im Nerven-Muskelapparat auftretenden Veränderungen nicht durch den Wegfall des Adrenalins bedingt werden.

Die zu diesem Behufe vorgenommenen Versuche beruhten darauf, daß ich zunächst den Fröschen die Nebennieren ausbrannte

und 48 Stunden später Photographien der Aktionsströme vom Muskel des einen vorher unterbundenen Beines aufnahm; dann injizierte ich in die Aorta oder subkutan 1 cem Adrenalin Parke u. Davis (1:10.000 in 0.6% NaCl-Lösung), nahm den Aktionsstrom des anderen Beines auf und verglich nun die vor und nach der Adrenalin-Injektion erhaltenen Kurven miteinander. Der Vollständigkeit halber führe ich gleich hier an, daß die Injektion von 1 cem 0.6% NaCl ohne Adrenalin keine Abweichung im Verlauf der Aktionsströme hervorrief. Ich führte im ganzen fünf solche Versuche aus, und zwar stets mit gleichem Erfolge. Alle für das Fehlen der Nebennieren charakteristischen Veränderungen des Nerven-Muskelapparates schwanden nach Einführung von Adrenalin ins Blut. Dagegen hatte die subkutane Injektion keine derartige Wirkung zur Folge, wahrscheinlich wegen der schlechten Resorptionsbedingungen infolge der außerordentlichen Abschwächung der Herztätigkeit bei nebennierenlosen Fröschen. Das Erscheinen einer sehr starken II. Phase des Aktionsstromes nach der Adrenalininjektion ist besonders interessant (Fig. 8 u. 9).

TABELLE IV.

Versuch am	Erregbarkeitsschwelle (ausgedrückt durch die Entfernung der Rollen in cm)		Die Höhe der II. Phase in mm	
	48 Stunden nach Ausbrennung der Nebennieren	nach Injektion in die Aorta von 1 cem der Adrenalinlösung (1:10.000 in 0.6% NaCl)	48 Stunden nach Ausbrennung der Nebennieren	nach Injektion in die Aorta von 1 cem der Adrenalinlösung (1:10.000 in 0.6% NaCl)
4. VII. 1912	30	42	unterhalb der Nulllinie	4
10. VII. 1912	37	40	dtto	14
18. VII. 1912	30	41	dtto	3

Die Versuchsergebnisse zeigen also, daß die nach Entfernung der Nebennieren auftretenden Störungen im Nerven-Muskelsystem, wie die Abschwächung der Erregbarkeit der motorischen Nerven und der Fortfall der II. Phase der Aktionsströme der Muskeln, eine Folge des Fehlens von Adrenalin im Organismus sind; des-

halb beseitigt auch die Injektion von Adrenalin ins Blut sofort diese Störungen.

In der Frage der Aktionsströme in den Muskeln besteht unter den Physiologen noch heute Uneinigkeit. Die Mehrzahl der Forscher betrachtet die elektrischen Ströme als eine Äußerung des inneren Gewebestoffwechsels. Am meisten überzeugend ist die Ansicht von Cybulski¹⁾, der für die Quelle der elektromotorischen Kraft in den Geweben die Konzentrationsunterschiede der Ionen hält, wie sie infolge ungleicher Durchlässigkeit für die verschiedenen Ionen seitens der die Gewebelemente abgrenzenden Membranen entstehen. Diese Anschauung erklärt uns in ausgezeichnete Weise alle elektrischen Erscheinungen und führt sie, mit Berücksichtigung der Errungenschaften der physikalischen Chemie, auf bekannte physikalisch-chemische Vorgänge zurück. Das Auftreten der die Muskelzuckungen begleitenden Aktionsströme ist nach Cybulski²⁾ folgendermaßen zu verstehen: Nach dem Latenzstadium tritt ganz plötzlich der Strom der I. Phase in der dem Ruhestrom entgegengesetzten Richtung auf. Dieser Strom verdankt seine Entstehung dem Unterschiede der Ionenkonzentration, die infolge des plötzlichen Zerfalls von chemischen Verbindungen entstand; es ist also der Ausdruck von Dissimilationsvorgängen (Katabolismus) in den Geweben. Der Strom der I. Phase dauert kurz (ungefähr 0 004''), dann kommt der Strom der II. Phase, dessen Richtung dem der I. Phase entgegengerichtet ist, also mit der Richtung des Ruhestromes übereinstimmt. Diesen Strom betrachtet Cybulski³⁾ als Ausdruck von Assimilationsvorgängen (Anabolismus) in den Geweben. Das Verschwinden des Stromes der II. Phase beim nebenierenlosen Frosch, während er vor dem Ausbrennen der Nebenniere deutlich zum Ausdruck kam, sowie sein Wiederauftreten nach Adrenalinjektion ins Blut, weist auf tiefgehende, durch Adrenalinmangel im Stoffwechsel, besonders aber in den Assimilationsprozessen in den Muskeln bewirkte Störungen hin. Diese aus einer Reihe von Experimenten von uns gewonnene Auffassung dürfte bis

¹⁾ Cybulski, Die elektrischen Ströme in tätigen Muskeln, deren Charakter und Quelle. (Verh. der Math.-naturw. Klasse der Akad. der Wissensch. in Krakau. Bd. LII, Ser. B).

²⁾ Medizinische Presse, Warschau (polnisch). S. 563, 1912, Nr. 21 und Nr. 4—5, 1913.

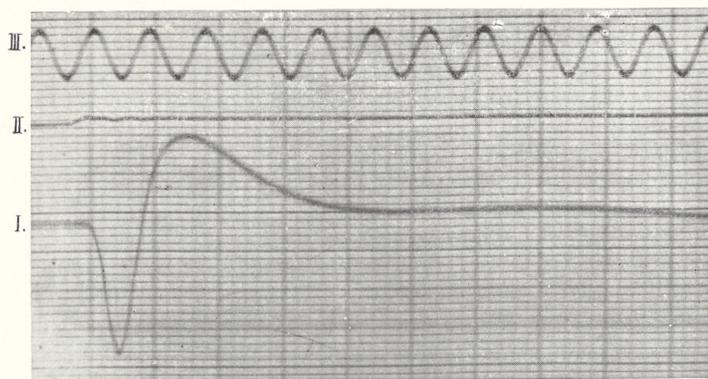
³⁾ Cybulski, a. a. O.

zum gewissen Grade mit den Anschauungen von Biedl¹⁾ übereinstimmen. Dieser Autor spricht die Vermutung aus, daß die Störungen der Muskeltätigkeit nach Exstirpation der Nebennieren, sowie bei der Addison'schen Krankheit von Störungen im Kohlehydratstoffwechsel der Muskeln wegen Mangel an Adrenalin abhängen könnten. Die Einwirkung des Adrenalins auf den Kohlehydratstoffwechsel weisen auch die Arbeiten von Schwartz, Porges und Wilenko²⁾ nach. Im Lichte dieser Anschauung können wir die Störungen, die im Nerven-Muskelapparat nach Entfernung der Nebennieren auftreten, leicht verstehen. Eine besonders charakteristische Veränderung ist die schnelle Erschöpfbarkeit der Muskeln. Diese Erscheinung ist so zu verstehen, daß der Muskel, in dem nach den ersten Zuckungen infolge des Adrenalinmangels die Assimilationsprozesse nicht rasch und vollständig stattfinden, nicht mehr auf einen weiteren Reiz mit einer neuen Zuckung antworten kann. In gleicher Weise könnten wir uns auch die Herabsetzung der Erregbarkeit der motorischen Nerven bei Adrenalinmangel erklären. Der tödliche Einfluß angestrengter Muskelarbeit auf nebennierenlose Organismen kann von giftigen Stoffwechselprodukten abhängen, welche sich infolge der in den Assimilationsprozessen eintretenden Störungen in größerer Menge ansammeln. Die normalen Organismen dagegen ertragen starke Muskelanstrengungen gut dank der Gegenwart von Adrenalin, da zwischen den Dissimilations- und Assimilationsprozessen, welche die Muskelarbeit begleiten, ein Gleichgewichtszustand besteht. Radwańska³⁾ zeigte, daß die Verminderung der Arbeitsfähigkeit der Muskeln des nebennierenlosen Organismus hauptsächlich bei Reizung des Nerven auftritt, wobei das Adrenalin in solchen Muskeln die Gesamtsumme der bei Nervenreizung geleisteten Arbeit außerordentlich erhöht. Bei direkter Muskelreizung dagegen fehlt ein ähnlicher Effekt. Im Hinblick darauf ist es sehr leicht möglich, daß das Adrenalin auf die Assimilations- und Dissimilationsprozesse der arbeitenden Muskeln nicht unmittelbar, sondern durch Vermittlung der Nerven einwirkt. Die Resultate der angeführten Versuche führen zu dem Schluß,

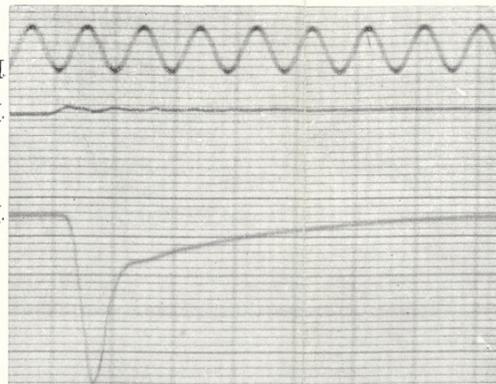
¹⁾ Biedl, a. a. O., S. 400 und 402.

²⁾ Wilenko, Wie wirkt das Adrenalin auf den Kohlenstoffwechsel? Med. Wochenschrift (polnisch), Lemberg, 1913, Nr. 4.

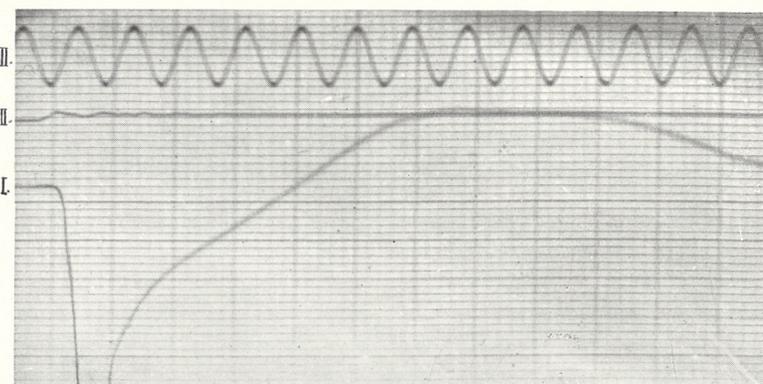
³⁾ A. a. O.



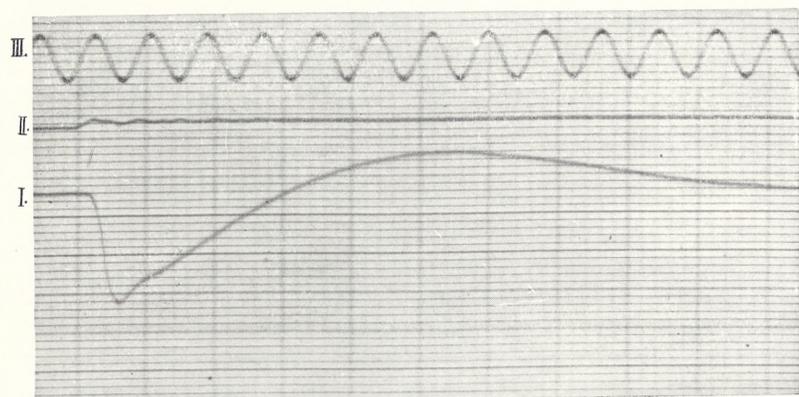
1.



3.



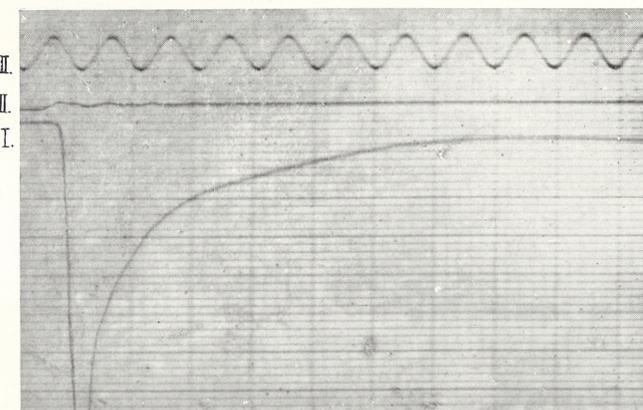
6.



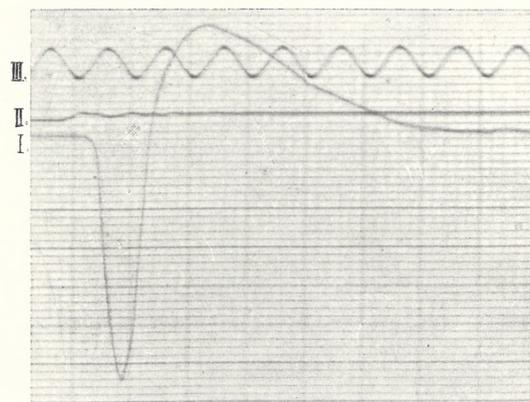
4.



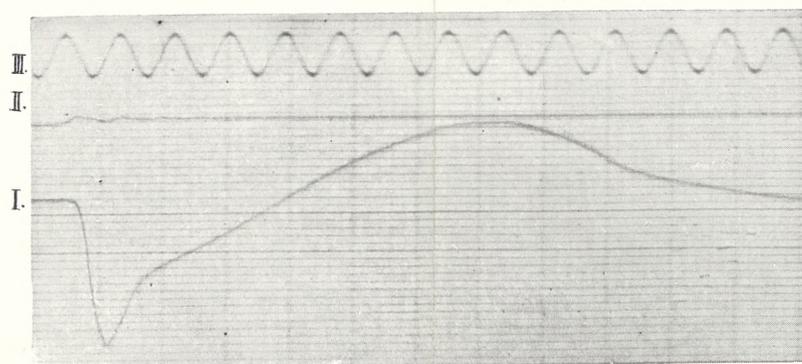
7.



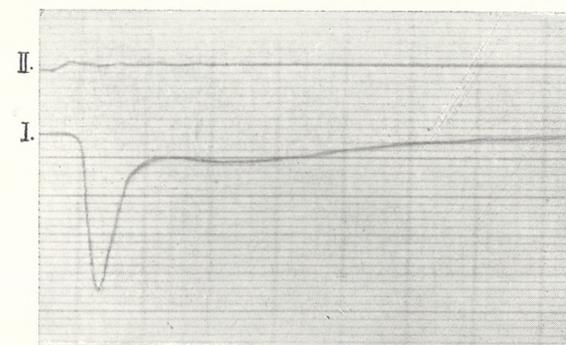
8.



9.



2.



5.

Fr. Czubalski.

daß das Adrenalin wahrscheinlich ein normaler und unumgänglich notwendiger Bestandteil des Blutes ist. Die Rolle des Adrenalins im Organismus besteht unter anderen darin, daß es wahrscheinlich durch die motorischen Nerven auf die quergestreiften Muskeln einwirkt, indem es deren Assimilations- und Dissimilationsprozesse während ihrer Tätigkeit reguliert, wodurch eine ausgiebigere und vollständigere Muskelarbeit ermöglicht wird. Der Mangel von Adrenalin im Organismus bewirkt Veränderungen im Nerven-Muskelapparat, deren hauptsächlichster Ausdruck das Verschwinden der II. Phase der Aktionsströme ist.

Die Arbeit wurde im Physiologischen Institut der Universität Krakau unter Leitung des Prof. Dr. Napoleon Cybalski ausgeführt.

Erklärung der Tafel XXI.

I: Schatten des Galvanometerfadens.

II: Signal.

III: Zeit, in $\frac{1}{100}$ der Sekunde bestimmt.

Fig. 1, 2 und 3: Verschiedene Kurventypen der Aktionsströme von Wadenmuskeln (m. gastrocnem.) der normalen Frösche.

Fig. 4: 13. VI. 1912. Kurve der Aktionsströme vom rechten Wadenmuskel (m. gastrocnem.) des normalen Frosches.

Fig. 5: 14. VI. 1912. Kurve der Aktionsströme vom linken Wadenmuskel (m. gastrocn.) des Frosches vom 13. VI. nach Ablauf von 24 Stunden nach Ausbrennung der Nebennieren.

Fig. 6: 22. VI. 1912. Kurve der Aktionsströme vom linken Wadenmuskel (m. gastrocn.) des normalen Frosches.

Fig. 7: 24. VI. 1912. Kurve der Aktionsströme vom rechten Wadenmuskel (m. gastrocn.) des Frosches vom 22. VI. nach Ablauf von 48 Stunden nach der Nebennierenausbrennung.

Fig. 8: 10. VII. 1912. Kurve der Aktionsströme vom linken Wadenmuskel (m. gastrocn.) des Frosches, dem vor 48 Stunden (8. VII.) die Nebennieren ausgebrannt wurden.

Fig. 9: 10. VII. 1912. Kurve der Aktionsströme vom rechten Wadenmuskel (m. gastrocnem.) des seit 48 Stunden (8. VII.) nebennierenlosen Frosches, nach Einführung von 1 ccm Adrenalinlösung (1:10.000 in 0.6% NaCl) in die Aorta.

Wpływ parcyalnego ciśnienia tlenu na szybkość regeneracji u Eisenia foetida Sav. — Der Einfluß des Sauerstoffpartiärdruckes auf Regenerationsgeschwindigkeit bei Eisenia foetida Sav.

Note préliminaire

de M^{lle} **JANINA ZIELIŃSKA,**

présentée, dans la séance du 5 Mai 1913, par M. E. Godlewski (fils) m. c.

Die Frage nach der Wirkung der Veränderungen des Sauerstoffpartiärdruckes sowohl auf die lebendige Substanz in allgemeinen wie auch speziell auf Wachstums- und Entwicklungserscheinungen ist noch nicht aufgeklärt. Es besteht noch immer Meinungsverschiedenheit darüber, ob sich die lebendige Substanz von der Sauerstoffpartiärdruckänderung (in gewissen Grenzen der Druckänderung)¹⁾ überhaupt beeinflussen läßt, obgleich es andererseits nicht an Experimentenergebnissen fehlt, die entschieden für eine solche Abhängigkeit sprechen. Auch sind die Angaben über die Wirkung, wenn diese konstatiert wurde, nicht eindeutig. Bei erhöhtem Partiärdruck wird meistens eine Verstärkung des Oxydationsprozesses und Wachstumsbeschleunigung angegeben, es wurde aber auch Wachstums- hemmung konstatiert. Direkt auf Regeneration bezieht sich, meines Wissens, nur der Befund von J. Loeb, daß bei Hydroidpolypen bei Sauerstoffmangel ebenso Regeneration wie Wachstum unmöglich ist.

Eigene Experimente.

Ich unternahm die Experimente, um die Wirkung der Veränderungen des Sauerstoffpartiärdruckes auf die Regenerationsgeschwin-

¹⁾ Natürlich abgesehen von sehr niedrigen, tödlich wirkenden Drucken und sehr hohen, eine Atmosphäre überschreitenden Sauerstoffpartiärdrucken, deren schädliche Wirkung nicht geleugnet werden kann.

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

SÉRIE B: SCIENCES NATURELLES.

DERNIERS MÉMOIRES PARUS.

(Les titres des Mémoires sont donnés en abrégé).

S. Minkiewicz. Winterfauna dreier Tatra-Seen	Juill. 1912
A. Prażmowski. Azotobacter-Studien. II: Physiologie und Biologie	Juill. 1912
A. Beck et L. Zbyszewski. Sur les courants d'action dans les glandes sudoripares et salivaires	Juill. 1912
E. v. L. Niezabitowski. Morphologie des Rostrum von Hippolyte prideauxiana	Juill. 1912
E. Kiernik. Materialien zur Paläozoologie der diluvialen Säugetiere Polens. III	Juill. 1912
R. Sterner. Hautdrüsen bei den Cephalaspidea	Juill. 1912
P. Wiśniewski. Keimung der Winterknospen der Wasserpflanzen .	Juill. 1912
H. Żurawska. Keimung der Palmen	Juill. 1912
S. Kopeć. Regenerationsversuche an Fühlern u. s. w. der Schmetterlingsraupen	Oct. 1912
W. Szafer. Eine Dryas-Flora bei Krystynopol in Galizien	Oct. 1912
J. Bańkowski und Z. Szymanowski. Anaphylaktische Studien. IV	Oct. 1912
J. Cytowicz. Einfluß des venösen Blutes verschiedener Drüsen auf den Blutdruck	Oct. 1912
I. Pogonowska. Materialien zur Histologie des Darmtraktes der Knochenfische	Nov. 1912
H. Zapałowicz. Revue critique de la flore de Galicie, XXVI ^e partie	Nov. 1912
J. Dunin-Borkowski und M. Gieszczykiewicz. Über Bindung der hämolytischen Ambozeptoren durch rote Blutkörperchen . .	Nov. 1912
L. Popielski. Die Ungerinnbarkeit des Blutes und Vasodilatin (Pep-ton Witte)	Nov. 1912
N. Cybulski. Ein Modell der Aktionsströme des Muskels	Déc. 1912
E. Kiernik. Ein neuer Titanotheriumfund in Europa	Déc. 1912
H. v. Wielowieyski. Untersuchungen über die Ovaria polytropha .	Janv. 1913
E. v. Lubiez Niezabitowski. Fächerförmige Sinneshaare v. Hippolyte	Janv. 1913
L. Kaufman. Die Degenerationserscheinungen b. Salamandra maculosa	Févr. 1913
M. v. Gedroyć. Zur Kenntnis der europäischen Hirudineenarten .	Févr. 1913
H. Zapałowicz. Revue critique de la flore de Galicie, XXVII ^e partie	Févr. 1913
L. Popielski. Das Komprimieren der Nebennieren u. das Adrenalin	Mars 1913
S. Jeleńska-Macieszyna. In den Vierhügeln entspringende Bahnen	Mars 1913
W. Mierzejewski. Aeschna osiliensis nov. sp.	Mars 1913
B. Namysłowski. Über unbekannte halophile Mikroorganismen . .	Mars 1913

TABLE DES MATIÈRES.

Avril 1913.

	Page
B. NAMYSŁOWSKI. Über unbekannte halophile Mikroorganismen aus dem Innern des Salzbergwerkes Wieliczka (Schluß)	97
A. PRAŻMOWSKI. Die Zellkerne der Bakterien	105
J. BERGGREN. Über den Bau der Haut von <i>Hyla arborea</i> L. während ihres Farbenwechsels	152
J. JAROSZ. Fauna des Kohlenkalks in der Umgebung von Krakau. Trilobiten. II. Teil	160
FR. CZUBALSKI. Der Einfluß des Adrenalins auf den Charakter der Aktionsströme in den Muskeln	183
J. ZIELIŃSKA. Der Einfluß des Sauerstoffpartiärdruckes auf Regenerationsgeschwindigkeit bei <i>Eisenia foetida</i> Sav. . .	192

Le «*Bulletin International*» de l'Académie des Sciences de Cracovie (Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles) paraît en deux séries: la première (A) est consacrée aux travaux sur les Mathématiques, l'Astronomie, la Physique, la Chimie, la Minéralogie, la Géologie etc. La seconde série (B) contient les travaux qui se rapportent aux Sciences Biologiques. Les abonnements sont annuels et partent de janvier. Prix pour un an (dix numéros): Série A ... 8 K; Série B ... 10 K.

Les livraisons du «*Bulletin International*» se vendent aussi séparément.

Adresser les demandes à la Librairie «*Spółka Wydawnicza Polska*» Rynek Gł., Cracovie (Autriche).

Prix 3 K 60 h.
