Ueber „vitale“ Granulafärbung in den Knorpelzellen, Muskelfasern und Ganglienzellen.

Von

Prof. Dr. **Julius Arnold** in Heidelberg.

Hierzu Tafel XXV.

Wir sind berechtigt, auf die Fortschritte, welche die mikroskopische Technik in den letzten Jahrzehnten gemacht hat und die Ergebnisse, welche mittelst der modernen Hilfsmittel erzielt wurden, mit Befriedigung hinzuweisen. Andererseits wäre es ein Fehler, sich der Einsicht zu verschliessen, dass bei der Verwerthung der Resultate grosse Vorsicht geboten ist. — Wie die Lehre von der Basophilie, Acidophilie, Amphophilie etc. beweist, war man vielfach geneigt, aus dem tinctoriellen Verhalten der Zellbestandtheile ohne Weiteres auf ihre chemischen Eigenschaften zu schliessen, ohne den physicalischen Factoren, welche dabei möglicher Weise eine Rolle spielen, genügend Rechnung zu tragen. — Die Bilder, welche man bei der Anwendung der verschiedenen Conservierungsmittel erhielt, wurden auf präexistente Structuren bezogen, ohne zu bedenken, dass die Mehrzahl der ersteren eine Fällung bewirkt und somit erst erwiesen werden muss, was Natur, was Kunst ist. — Derartige Erwägungen waren für mich die Veranlassung, wiederholt in der Verwerthung der Färbeercheinungen und der Anwendung der Bezeichnungen — basophil, acidophil etc. — zur Vorsicht zu mahnen, sowie zu verlangen, dass man sich bei der Bearbeitung histologischer Fragen nicht mit der Anwendung einer Methode begnüge und insbesondere der Beobachtung lebender und überlebender, überhaupt nicht fixirter Objecte wieder mehr sich zuwende, selbstverständlich ohne der grossen Vorthelle sich zu begeben, welche die Untersuchung fixirter Präparate bietet.

Vielleicht ist man heute mehr geneigt, die Berechtigung dieser Forderungen¹⁾ zuzugeben. Der von A. Fischer geführte

1) Derartige Ueberlegungen und die daraus sich ergebenden Forderungen, wie selbstverständlich sie namentlich später Manchem

Nachweis, dass Fällungen von Eiweisssubstanzen betreffs ihrer Form und ihres tinctoriellen Verhaltens mit vermeintlichen und wirklichen Structurbestandtheilen der Zelle eine weitgehende Uebereinstimmung darbieten können, verdient auch dann eine eingehende Berücksichtigung, wenn man die Präexistenz von Fäden, Körnern etc. im Zellecytoplasma anerkennt. Die Entscheidung, ob präexistent oder nicht, wird in vielen Fällen nur von der Wahrnehmung des lebenden Objekts zu erhoffen sein.

Um diesen Ansprüchen zu genügen, habe ich verschiedene Wege eingeschlagen. — Ich versuchte an frischen, d. h. nicht conservirten Geweben eine Isolirung der Structurbestandtheile der Zellen durch Jodkali- und Osmiumsäurelösungen. Es gelang mittelst dieser Methode den Nachweis zu führen, dass die eosinophilen und die sog. pseudoeosinophilen Granula, welche zweifellos präexistente Gebilde darstellen, in Fäden eingebettet oder durch Zwischenglieder aneinandergereiht und an dem Aufbau der Zelle in hervorragender Weise betheiligt sind, somit als wichtige Structurbestandtheile der Zellen aufgefasst werden müssen. Dasselbe gilt von den Mikrosomen des Cytoplasmas — den Plasmosomen — anderer Zellen, welche nach denselben Methoden untersucht wurden¹⁾.

Um über die Präexistenz und Bedeutung der Plasmasomen sichere Anhaltspunkte zu gewinnen, liess ich auf lebende und überlebende Leukocyten²⁾ Farbstoffe (Neutralroth und Methylenblau) einwirken und beobachtete die dabei sich abspielenden Vorgänge unmittelbar unter dem Mikroskop. Auf diese Weise liess sich feststellen, dass und wie einzelne und zwar präexistente Bestand-

erscheinen mögen, haben Flemming zu kritischen Gängen verleitet, in denen er selbst vor persönlichen Verdächtigungen nicht zurückschreckt. Bedarf die „Mitomlehre“ solcher Mittel zu ihrer Vertheidigung?

1) J. Arnold, Ueber Structur und Architectur der Zellen (Leukocyten, Bindegewebszellen, Knorpelzellen, Epithelien, Drüsenzellen, Ganglienzellen und Muskelfasern). Archiv f. mikroskopische Anatomie Bd. 52. 1898 und über die feinere Structur der hämoglobinlosen und hämoglobinhaltigen Knochenmarkzellen. Virchow's Arch. Bd. 144. 1896.

2) J. Arnold, Granulafärbung lebender und überlebender Leukocyten. Virchow's Archiv Bd. 157. 1899 und weitere Beobachtungen über „vitale“ Granulafärbung. Anatom. Anzeig. Bd. 16 und Virchow's Archiv Bd. 159. 1900.

theile der Zellen sich färben und dass viele der sog. Granula aus einer Umwandlung von Plasmasomen hervorgehen.

Bei der Einwirkung von Farbstoffen auf die lebende Froschlunge kamen in den Epithelien zahlreiche gefärbte Körner zum Vorschein, welche zum Theil in Fäden eingebettet oder zu Ketten aneinandergereiht und gleichfalls als Structurbestandtheile der Zelle aufzufassen waren. Aehnliche Befunde ergaben sich an anderen Epithelien, an Drüsenzellen, Bindegewebszellen und Mastzellen etc.

Ich betrachte die Frage als eine offene, ob die Färbung der Körner im strengsten Sinne des Wortes eine „vitale“ Erscheinung ist und in wie weit die gefärbten Körner als bereits veränderte angesehen werden müssen. Den Schwerpunkt dieser Versuche erblicke ich vielmehr darin, dass auf diesem Wege die Präexistenz der Körner und ihre morphologische Bedeutung erwiesen werden kann. Da die Körner schon vor der Einwirkung der Farbstoffe sichtbar und die einzelnen Phasen der Färbung und weiteren Umwandlung an ihnen unmittelbar zu verfolgen sind, darf der Einwurf, dass sie Producte einer Fällung oder einer Macerationsquellung durch Reagentien seien, als nicht berechtigt zurückgewiesen werden.

Bei Gelegenheit dieser Versuche habe ich die Wahrnehmung gemacht, dass auch an Knorpelzellen, Muskelfasern und Ganglienzellen unter ähnlichen Bedingungen Granulafärbungen zum Vorschein kommen. Ueber diese Befunde soll in den nachfolgenden Zeilen kurz berichtet werden.

Knorpelzellen.

Zunächst sei bemerkt, dass schon O. Schultze¹⁾, Mitrophanow²⁾ und Meyer³⁾ bei ihren Versuchen mit Methylenblau und Neutralroth blaue bzw. rothe Körner im Knorpel beobachtet haben. Die genannten Autoren hatten die Thiere theils mit

1) O. Schultze, Die vitale Methylenblaureaction der Zellgranula. Anat. Anzeig. Bd. II. 1887.

2) Mitrophanow, Ueber Zellgranulationen. Biolog. Centralbl. Bd. IV. 1889.

3) Meyer, Ueber die Wirkung der Farbstoffe Violett B und Neutralroth. Sitzungsber. des deutschen naturwiss. Vereins f. Böhmen „Lotus“. 1896. No. 2.

diesen Farbstoffen gefüttert, theils Lösungen derselben in die Lymphsäcke injicirt.

Bei meinen Versuchen verfuhr ich so, dass ich Fröschen Farbstoffkörnchen (Methylenblau oder Neutralroth) unter die Brusthaut einführte und nach 24—48 Stunden das knorpelige Episternum oder Hyposternum abtrug und in 0,75 Kochsalzlösung oder ohne Zusatz untersuchte.

An solchen Objekten war das umhüllende Bindegewebe von zahlreichen gefärbten Körnern durchsetzt, welche in den Bindegewebszellen entsprechenden Figuren angeordnet erschienen. Ferner fanden sich zahlreiche gefärbte Körner innerhalb der Kapseln, welche theils pericellulär theils intracellulär lagen, dazwischen einzelne gefärbte und ungefärbte Fäden und zahlreiches nicht tingirtes Körneröl. Ob auch die Kerne gefärbte Körner enthielten, kann ich nicht entscheiden, weil eine Isolirung der Kerne mir nicht gelang. Ich will noch hinzufügen, dass die Zahl und Grösse der gefärbten Körner eine sehr verschiedene war; dasselbe gilt übrigens von den ungefärbten Körnern (Tafel XXV Fig. 1 *a—d*).

Ganz ähnliche Resultate erhielt ich bei der Einführung von Farbstoffen, insbesondere Methylenblau in Substanz in den Rückenlymphsack; nur waren die gefärbten Granula viel spärlicher.

Legt man feine Schnittechen vom Femurkopf des eben getödteten Frosches in dünne Lösungen von Methylenblau (0,03 in physiologischer Kochsalzlösung) oder gesättigte Lösungen von Neutralroth (in 0,75 Kochsalz) so treten nach einigen Minuten gleichfalls gefärbte Körner, pericelluläre und intracelluläre, innerhalb der Knorpelkapseln auf, welche in ihrem ganzen Verhalten mit den oben geschilderten vollkommen übereinstimmen. Manche Kapseln sind gleichfalls diffus zonenweise oder ganz gefärbt; sehr viele derselben zeigen aber ausserdem eine feine Punktirung oder radiäre Strichelung, je nachdem man die Kapseln von der Fläche oder an dem optischen bzw. wirklichen Durchschnitt zu sehen bekommt. Die Färbung der Punkte und Striche ist meistens eine intensivere als die der übrigen Kapselsubstanz (Tafel XXV Fig. 2 *a—c*).

Der Befund von gefärbten Granula an den Knorpelzellen überraschte mich nicht; ich erwartete einen solchen vielmehr mit Bestimmtheit. Vor mehr als 20 Jahren¹⁾ hatte ich bei der In-

1) J. Arnold, Ueber das Verhalten des Indigkarmins in den

fusion von Indigkarmin in das Blut lebender Thiere die Beobachtung gemacht, dass die Knorpelkapseln zahlreiche blaue Körner und Fäden enthalten, welche theils pericellulär, theils intracellulär gelegen sind. Ich betonte schon damals, dass es sich nicht um durch Reagentien erzeugte Farbstofffällungen im Sinne Gerlach's handeln könne, weil man am lebenden und überlebenden Objekt die gefärbten Körner treffe; vielmehr seien diese Bilder auf complicirtere Strukturverhältnisse der Knorpelzellen zu beziehen. Die oben berichteten Thatsachen dürfen wohl als vollgültige Beweise für die Richtigkeit dieser Anschauung geltend gemacht werden. In dieser Ueberzeugung kann mich auch die Thatsache nicht wankend machen, dass die Beobachtungen an den Indigkarminpräparaten erst umgedeutet und dann ohne die übliche ehrenvolle Erwähnung bestätigt wurden. Die moderne Granulalehre hat denselben keine Beachtung geschenkt.

Was die punktirte und radiäre Zeichnung der Knorpelkapseln anbelangt, so zeigt auch sie eine weitgehende Uebereinstimmung mit den Indigkarminbildern. Ich hatte sie damals als kleinste, wahrscheinlich von den Fortsätzen der Zellen durchsetzte Räume, welche gleichzeitig dem Stoffwechsel dienen, angesehen. Die Vorstellung, dass es sich um durch Injection erzeugte „Artefacte“ handle, ist aus verschiedenen Gründen nicht haltbar. Wie ich schon wiederholt, aber ohne Erfolg, hervorgehoben habe, wurde der Farbstoff nicht injicirt, sondern in das Blut des lebenden Thieres infundirt und zwar mittelst eines eigens zu diesem Zweck konstruirten Apparates, durch welchen eine langsame Infusion ohne wesentliche Drucksteigerung ermöglicht wurde. Ueberdies hat man bei diesen Einwürfen ganz übersehen, dass das Froschherz eine bemerkenswerthe Drucksteigerung nicht verträgt. Ich darf deshalb wohl annehmen, dass seitens der betreffenden Autoren derartige Versuche überhaupt nie angestellt wurden. Berücksichtigt man die Uebereinstimmung der Indigkarminbefunde mit der Anordnung der Zellfortsätze und dem peri- und intercellularen Fibrillensysteme, wie sie namentlich durch Hansen's Untersuchungen festgestellt sind, dann wird man einräumen müssen, dass diese Bilder präexistenten Formen

lebenden Geweben. Centralblatt f. d. med. Wissenschaft 1875 und die Abscheidung des indigschwefelsauren Natron im Knorpelgewebe. Virchow's Archiv Bd. 73. 1878; daselbst Literatur.

entsprechen und als pericelluläre peri- und interfibrilläre Safräume gedeutet werden dürfen¹⁾).

Muskelfasern.

Um Mastzellen an der lebenden Zunge darzustellen und zu färben, hatte ich²⁾ bei curarisirten Fröschen ein Stückchen der papillenträgenden Schleimhaut abgetragen und den Substanzverlust mit Farbstoffkörnern bestäubt. Bei dieser Gelegenheit machte ich die Beobachtung, dass die sich noch contrahirenden Muskelfasern blaue Granula enthielten. Dasselbe Resultat erhielt ich bei der Einfuhr körnigen Methylenblaus in den Oberschenkellymphsack an den Muskeln dieser Region, sowie an sämtlichen Muskeln, wenn ich den Rückenlymphsack mit Methylenblau beschickte und nach 24—48 Stunden die Untersuchung der Muskeln vornahm. Differenzen ergaben sich nur in Bezug auf die Zahl der gefärbten Körner im intermusculären Bindegewebe und in den Muskelfasern selbst. Bei Versuchen mit Neutralroth färbten sich die Muskelfasern entweder gar nicht oder mehr diffus.

War es zu einer Granulafärbung im intermusculären Bindegewebe gekommen, so fanden sich neben vereinzeltten Körnern spindelförmige und verästigte aus solchen zusammengesetzte Figuren, dazwischen mehr oder weniger zahlreiche Mastzellen. Nicht selten enthielten die ersteren einzelne oder mehrere grössere Körner, oder sie waren mit solchen ganz erfüllt, so dass sie von den letzteren kaum zu unterscheiden waren.

Die in den Muskelfasern gelegenen Körner zeigten gleich-

1) Es scheint mir diese Gelegenheit nicht geeignet, die viel erörterte Frage der Knorpelsaftbahnen anzuschneiden. Ich muss mich vielmehr mit den obigen Andeutungen begnügen und nur noch hervorheben, dass ausser den Indigkarminbildern das Auftreten der radiären Streifung in den Knorpelkapseln namentlich bei der Verkalkung für die Existenz von Saftbahnen spricht. Zu berücksichtigen sind in dieser Hinsicht ferner die Indigkarminabscheidungen, wie sie im Knochen erfolgen. — Bezüglich der Literatur verweise ich auf Wolters (Archiv f. mikroskop. Anatomie Bd. 37), daselbst ausführliche Literatur; Fusari (Archiv ital. d. biolog. Bd. 25), Hansen (Anatom. Anzeiger 1899) u. A. — Auf die interessanten Arbeiten Moerne's, Studnicka's, Schaffer's, Terrazas' u. A. an dieser Stelle einzugehen, ist leider nicht möglich. Die letztere war mir zu meinem Bedauern nicht zugänglich.

2) l. c. Anat. Anzeig. Bd. XXI. 1899 und Virchow's Archiv Bd. 159. 1900.

falls mannigfachen Wechsel in Bezug auf Grösse, Zahl und Farbenintensität; viele Körner waren ungefärbt. Die meisten derselben lagen zwischen den Fibrillen in den sog. interstitiellen Räumen; manche boten mehr eine Anordnung in Querreihen dar (Tafel XXV Fig. 3 a — c).

In der doppeltbrechenden Substanz konnte ich gefärbte Körner nicht auffinden. Auf dem Querschnitt machte es den Eindruck, als ob diese ausschliesslich zwischen den Fibrillen und Fibrillensystemen gelegen wären (Fig. 3 d). Bemerken will ich noch, dass das Sarcoplasma an solchen Objekten überhaupt sehr reichlich vorhanden war und nicht nur die intercolumnaren Räume zwischen den Fibrillensystemen erfüllte, sondern auch stellenweise zwischen die einzelnen Fibrillen, wie es schien, vorgeordnungen waren.

Schultze¹⁾, Arnstein²⁾, Mitrophanow³⁾ haben bei ihren Versuchen mit Methylenblau blaue Körnchen in den quergestreiften Muskeln beobachtet, desgleichen beschreibt Iwanzoff bei den Holothurienmuskeln neben diffuser Färbung das Vorkommen von blauen Granula; er betont, dass manche der Fasern sich noch contrahirten.

Ich⁴⁾ selbst habe bei den oben erwähnten Indigkarminversuchen neben diffus gefärbten Kernen das Auftreten zahlreicher blauer Körner in den intercolumnaren Räumen wahrgenommen und diese Erscheinungen zu den Stoffwechselvorgängen in Beziehung gebracht. Das oben berichtete Auftreten blauer Granula an den Muskeln der lebenden Froschzunge darf wohl als Beweis dafür angesehen werden, dass diese Bilder nicht einer postmortalen Imbibition oder einer durch Reagentien bewirkten Abscheidung oder sonstigen arteficiellen Einwirkungen ihre Entstehung verdanken; auch von einem Eindringen von Farbstoffkörnchen kann kaum die Rede sein, weil auch bei der Anwendung von Farbstofflösungen dieselben blauen Granula zum Vorschein kommen. Dagegen ist es mir wahrscheinlich, dass die Färbung der

1) O. Schultze, l. c.

2) Arnstein, Die Methylenblaufärbung als histologische Methode. Anat. Anzeig. Bd. II.

3) Mitrophanow, l. c.

4) J. Arnold, Ueber die Abscheidung des indigschwefelsauren Natrons im Muskelgewebe. Virchow's Archiv Bd. 71. 1877.

Kerne bei den Indigkarminversuchen nicht als eine vitale Erscheinung angesehen werden darf, weil bei den Methylenblauexperimenten an der lebenden Froschzunge eine Färbung der Kerne nur dann vorhanden war, wenn die Muskelfasern bereits anderweitige Veränderungen darboten und offenbar die Fähigkeit sich zu contrahiren eingebüsst hatten.

Das Auftreten der Körner darf somit wie an den Knorpelzellen, so auch an den Muskelfasern als der Ausdruck von Stoffwechselvorgängen gedeutet werden; sehr wahrscheinlich sind sie als umgewandelte Sarcosomen anzusehen. Warum nur ein Theil der Körner sich färbt und unter welchen Bedingungen dies geschieht, ob die blauen Granula noch als lebende Substanz angesprochen werden dürfen, darüber auch nur Vermuthungen auszusprechen, wäre voreilig.

Bei der Beurtheilung dieser Verhältnisse verdient die That- sache Berücksichtigung, dass in der Muskulatur des sich lebhaft contrahirenden Froschherzens gefärbte Granula vorkommen. Hat man in den Rückenlymphsack eines Frosches Methylenblau in Substanz eingeführt und nach drei bis vier Tagen das noch lebhaft schlagende Herz möglichst rasch herausgeschnitten, dann finden sich in der Muskulatur zahlreiche blaue Granula neben ungefärbten Körnern. Dieselben liegen zum Theil zwischen den Fasern, zum Theil im Innern dieser zwischen den Fibrillensystemen und, wenn ich nicht irre, auch zwischen den einzelnen Fibrillen (Fig. 4). Auch hier erschien das Sarcoplasma reichlicher vertreten zu sein, als sonst¹⁾.

Ganglienzellen.

In der Mittheilung über feinere Structur der Ganglienzellen²⁾ habe ich die Frage erörtert, ob die Nissl-Körper präexistente Gebilde sind, wie Flemming und von Lénhossek meinen, oder nicht, wie Held annimmt. Ich hob hervor, dass sich dieselben, wie ich nach früheren Untersuchungen erwartet hatte, ohne Zusatz und bei Anfeuchtung mit Serum und physiologischer Kochsalzlösung wahrnehmen lassen. Held verlangte den Nach-

1) Vergleiche J. Arnold, Ueber Structur und Architectur der Muskelfasern. Arch. f. mikrosk. Anat. 1898 Bd. 52.

2) J. Arnold, dieses Archiv Bd. 52. 1898.

weis, dass es sich nicht um vitale bezw. postmortale Säuerung im Innern der Zellen handle, welche eine vor der Beobachtung bereits eingetretene Ausfällung der Nissl-Körper bewirke. Dieser war natürlich nicht zu erbringen. Immerhin schien mir schon die Thatsache für die Beurtheilung der Verhältnisse bedeutungsvoll, dass auch ohne Einwirkung von Reagentien, welche die Eiweisskörper fällen, diese Gebilde zur Anschauung gebracht werden können. — An Jodkalipräparaten liess sich feststellen, dass die Nissl-Körper Körner von verschiedener Grösse und Lichtbrechung enthalten. Ich komme hier auf diesen Gegenstand zurück, weil ich die Beobachtung machte, dass die Nissl-Körper an Objekten, auf welche zuvor andere Reagentien nicht eingewirkt hatten, in Methylenblau-Kochsalzlösung ($\frac{1}{2}$ ‰ in 0,75 Chlornatriumlösung) sich intensiv blau färben¹⁾.

Das Verfahren ist ein sehr einfaches. Man schneidet die Vorderhörner des Rückenmarks (Mensch, Rind, Kalb), nachdem man dasselbe in der Mitte durchtrennt hat, mit der Scheere heraus und legt kleine Stückchen in die Farbstofflösung. Nach einiger Zeit zeigen die Ganglienzellen eine blaue Färbung, während die Nervenfasern nicht oder schwach röthlich tingirt sind.

Bei genauerer Untersuchung überzeugt man sich, dass die Färbung der Substanz der Zellen eine sehr schwache ist; dagegen treten in ihr die intensiv gefärbten Nissl-Körper hervor. Sie erschienen mir zahlreicher und dichter gelagert und dementsprechend die zwischen ihnen gelegenen Gebilde einen kleineren Raum einzunehmen als am fixirten Objekt. Zerzupft man die Objekte, so dass man isolirte Nissl-Körper oder wenigstens Theile derselben zu sehen bekommt, dann kann man sich davon überzeugen, dass dieselben Körner enthalten; die einen waren intensiv gefärbt, die andern schwach oder nicht tingirt. Ausser den Nissl-Körpern erschienen nur noch die Kernkörperchen stark und zwar gleichfalls blau gefärbt; die sonstigen Bestandtheile des Kerns und der Zelle zeigen keine oder eine nur schwache Färbung.

Ich bin weit davon entfernt, aus diesen Befunden weitgehende Schlüsse zu ziehen; immerhin sind sie meines Erachtens bedeutungsvoll genug, um eine Erwähnung zu verdienen.

1) Anmerkung: Nachträglich werde ich darauf aufmerksam, dass Turner über ganz ähnliche Beobachtungen berichtet (Brain 1899).

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XXV.

- Fig. 1. *a—d*. Granulafärbung in den lebenden Knorpelzellen des Episternum (Frosch) nach Einführung von Neutralroth in den Lymphsack.
- Fig. 2. Schnitte durch den Femurkopf (Frosch) frisch eingelegt in Methylenblau-Kochsalzlösung. Während bei *b* die ganze Kapsel gefärbt ist und von blauen Linien in radiärer Richtung durchsetzt wird, zeigt die Kapsel bei *a* nur in der äusseren Zone eine solche Färbung. *c* zeigt eine diffus gefärbte und von blauen Punkten durchsetzte Knorpelkapsel von oben.
- Fig. 3. Lebende Muskelfasern vom Froschschenkel nach Einführung von Methylenblau in den Lymphsack. *a—c* = blaue Granula in den intercolumnaren Räumen. *d* = Querschnitt: blaue Granula zwischen den Muskelfeldern. *e—h* = isolirte interstitielle Körner.
- Fig. 4. Isolirte Muskelfasern aus dem schlagenden Froschherzen.
- Fig. 5 u. 6. Isolirte Ganglienzellen aus dem menschlichen Rückenmark (ohne vorhergehende Conservirung) mit $\frac{1}{2}\%$ Methylenblau-Kochsalzlösung gefärbt.
- Fig. 7. Isolirte Ganglienzelle aus dem Rückenmark vom Kalb; nach derselben Methode behandelt.

Zur Kenntniss der phagocytären Organe bei den parasitischen Nematoden.

Von

Prof. **N. Nassonow.**

Hierzu Tafel XXVI, XXVII und XXVIII.

Die phagocytären Organe der Nematoden wurden bisher bei einigen Ascarisarten, *Lecanocephalus annulatus* und *Sclerostomum (Strongylus) armatum* beschrieben und sind hauptsächlich durch den Namen „büschelförmige“ Körper, oder Organe, bekannt. Ihre phagocytären Eigenschaften sind von mir bei As-