

2. Dass Tiere zweifellos in manchen Fällen nicht nur zweckmäßige, sondern zugleich zweckbewusste Handlungen ausführen.

3. Dass die Sprache, d. h. die logische Benutzung sinnlicher Symbole von abstrahierten Begriffen den Hauptcharakter der menschlichen Intelligenz bildet. Unter Sprache verstehe ich den Komplex jener Hirnthätigkeiten, welche zur Bildung der Worte und zu deren Gebrauch zusammenwirken; ihnen liegen besondere Hirnstrukturen zu Grunde. Die Sprache ist zugleich Produkt und Beförderungsmittel des Verstandes.

Ein Weiterführen des Streites mit Wasmann wäre von meiner Seite zwecklos. Die Divergenz unserer Anschauungen beruht auf total verschiedener Auffassung der Welt und der Menschennatur. Die Hauptfrage, ob der Geist des Menschen nur eine höhere Entfaltung einer bei den Tieren vorhandenen Anlage darstellt, oder im Gegenteil etwas ganz besonderes, neu hinzugekommenes und allen anderen Lebewesen fehlendes, ragt weit über die Intelligenzfrage hinaus; die Antwort, welche auf jene Hauptfrage gegeben wird bestimmt die ganze Richtung der Forschung und beeinflusst dadurch die Resultate derselben.

[107]

Zelleib-, Schalen- und Kern-Verschmelzungen bei den Rhizopoden und deren wahrscheinliche Beziehungen zu phylogenetischen Vorstufen der Metazoenbefruchtung.

Von Ludwig Rhumbler in Göttingen.

(Mit 14 Abbildungen.)

Die Kopulation der Heliozoe *Actinophrys* zeigt nach Schaudinn¹⁾ eine so außerordentlich weitgehende Uebereinstimmung mit den Befruchtungsvorgängen der Metazoen, dass Niemand an der vollständigen Homologie beider Vorgänge zweifeln wird.

Bei den Rhizopoden hingegen, welche ohne Zweifel die Stammformen der Heliozoen enthalten, ist offenbar in vielen Fällen die Aehnlichkeit mit dem Metazoenbefruchtungsprozess noch eine weit geringere. Der Vorgang ist hier mannigfachen Variationen bei den einzelnen Gruppen unterworfen, er hat bei den verschiedenen Formen einen sehr verschiedenen Grad der Ausbildung erreicht. Gerade die Variationen in den Paarungserscheinungen einer systematisch so niedrig stehenden Tiergruppe wie die Rhizopoden, welche voraussichtlich die allerursprünglichsten „Tiere“ — ich sage nicht „Organismen“ — sind, die wir kennen, scheinen mir ein besonderes Interesse beanspruchen zu dürfen.

1) F. Schaudinn, „Ueber die Kopulation von *Actinophrys sol* Ehrbg.“ In: Sitzungsber. k. preuß. Akad. d. Wiss., Berlin 1890, S. 83—89, 6 Textfig.

Sie lassen vielleicht erkennen, auf welche Weise sich die komplizierteren Konjugationsvorgänge und die Befruchtungsvorgänge der Metazoen aus einfacheren Verhältnissen entwickelt haben.

Wer in den Naturvorgängen das Resultat einer freiwaltenden Teleologie erblickt, wird sich auch vorstellen können, dass Zellen, die sich durch lange Reihen ihrer Stammesgeschichte hindurch ungehindert durch alleinige Teilung vermehrten Bakterien, mit einem Mal das Bedürfnis und mit ihm zugleich auch das Vermögen erlangt hätten, sich gegenseitig aufzusuchen, ihre Zelleiber zusammenfließen zu lassen, ihre Kerne zu teilen und zwar anders als sonst, nämlich unter Reduktion der chromatischen Substanzen und ihre geteilten Kerne zur Vereinigung zu bringen. Wer aber an eine allmähliche Entwicklung der Organismenwelt unter dem Einfluss der natürlichen Zuchtwahl glaubt, wird auch an eine allmähliche Hervorbildung des so sehr verwickelten Befruchtungsvorganges im Laufe der Stammesgeschichte glauben müssen.

Die nachstehende Arbeit soll untersuchen, wie weit sich die bis jetzt bekannten verschiedenartigen Paarungsvorgänge bei den Rhizopoden in eine aufsteigende, d. h. von einfacheren Vorgängen zu komplizierteren führende Reihe bringen lassen und ob die so gewonnene Reihe eine wirklich phylogenetische genannt werden darf.

1. *Blosse Annäherungserscheinungen und Aneinanderlagerungen ohne Verschmelzung der Zelleiber (Cytotropismus).*

Roux¹⁾ hat vor einiger Zeit auf die merkwürdige Thatsache aufmerksam gemacht, dass künstlich auseinandergesprengte Furchungszellen aus den frühesten Entwicklungsstadien des Froscheies (*Rana fusca*) sich durch amöboide Lageveränderungen wieder miteinander vereinigen, wenn sie nahe genug zusammenliegen. Man hat zwar eingeworfen, dass dieser von Roux als „Cytotropismus“ bezeichnete Annäherungsvorgang keine „vitale“ Erscheinung zu sein brauche, sondern dass es sich dabei möglicherweise um passive grob mechanische, nicht an ein lebendes Substrat gebundene Erscheinungen handeln könne; auch die Fettaggen auf einer Fleischbrühe träten ja gelegentlich zusammen, wenn sie nahe genug aneinander zu liegen kämen.

Nach eigenen noch nicht veröffentlichten Untersuchungen an den Furchungszellen von *Rana fusca*, *Triton taeniatus* und *Triton alpestris* muss ich eine derartige Auffassung des Cytotropismus auf das Entschiedenste zurückweisen. Abgestorbene Furchungszellen treten cytotropisch nie zusammen, außerdem ist die Bewegungserscheinung der Furchungszellen, die zum Wiederzusammentritt derselben führt, so charakteristisch, dass man an eine passive zufällige Aneinandernäherung der Furchungszellen nicht glauben kann. Als ich meine Untersuch-

1) W. Roux, „Ueber den Cytotropismus der Furchungszellen des Grasfrosches“. Arch. Entwicklunsmech., Bd. I, 1894, S. 43 ff.

ungen über den Cytotropismus der Furchungszellen begann, glaubte auch ich die Auffassung des Cytotropismus als Lebenserscheinung umstoßen und mechanisch sehr einfache, auch für jede anorganische Masse unter gleichen Bedingungen geltende Verhältnisse als Erklärung der auffälligen Erscheinung heranziehen zu dürfen. Ich wurde sehr bald eines Anderen belehrt, als ich Roux's Versuche wiederholte, und ich bin überzeugt, dass es auch Anderen so gegangen wäre, wenn sie ihre Einwürfe auf eigene Versuche zu gründen versucht hätten.

Es liegt mir im Uebrigen Nichts ferner, als die Erscheinungen des Cytotropismus aus der Reihe physikalischer Vorgänge herausrücken zu wollen; im Gegenteil bin ich überzeugt, dass beim Cytotropismus im Grunde wirklich sehr einfache physikalische Gesetze in Wirksamkeit sind, nämlich die auch für zähe Flüssigkeiten geltenden Oberflächenspannungsgesetze. Diese Gesetze treten aber an einer äußerst kompliziert strukturierten (physikalisch und chemisch komplizierten) Substanz in Wirksamkeit: Ohne diese Kompliziertheit, die sich mit anorganischer Materie nicht leicht erreichen lassen wird und sie auch dem abgestorbenen Organismus nicht mehr zukommt, kein Cytotropismus.

Ich bin zur Ueberzeugung gekommen, wie hier nicht näher ausgeführt werden kann, dass von den sich cytotropisch nähernden Zellen Substanzen an das umgebende Medium abgegeben werden, welche wechselseitigen chemotropischen Einfluss auf die sich einander nähernden Zellen haben (cf. Roux); es handelt sich um eine chemotropische Wechselwirkung zwischen beiden Zellen. Substanzen, welche von der einen Zelle abgegeben werden, bewirken chemische Umsetzungen auf der Oberfläche der anderen Zelle und umgekehrt. Die chemischen Umsetzungen lagern die chemischen Stoffe zu neuen, vorher nicht vorhandenen chemischen Verbindungen zusammen, dadurch muss sich die Molekularattraktion der Oberflächensubstanzen, d. h. die Oberflächenspannung, verändern, sie muss größer oder kleiner werden, je nachdem die Molekularattraktion (Kohäsion) der neu entstandenen Verbindungen größer oder kleiner ist als sie in den vorher vorhandenen Substanzen war. Die Veränderung wird da am stärksten sein, wo die Moleküle der von der einen Zelle abgegebenen chemotropisch wirksamen Substanz am dichtesten an die Oberfläche der anderen Zelle herantreten, d. h. an dem Punkte der betreffenden Zelle, welcher der anderen am nächsten gelegen ist. Bewirkt das Chemotropikum eine Herabminderung der Oberflächenspannung an der betreffenden Stelle, so wird sich diese Stelle unter dem größeren Druck der weniger oder garnicht vom Chemotropikum beeinflussten Oberflächenpartien gegen die andere Zelle vorbeugen, und eventuell, bei ausreichender Wirksamkeit des Chemotropikums, wird die ganze Zelle bis zur Berührung mit der anderen Zelle fortgezogen (positiver Chemotropismus Roux); bewirkt es eine Steigerung, so wird sich die Zelle von der anderen

wegbeugen, sie wird sich von ihr zu entfernen suchen (negativer Cytotropismus Roux). Diese Erklärung, welche den cytotropischen Mechanismus in die Oberfläche verlegt, lässt sämtliche als „Tropismen“¹⁾ bezeichneten Lebenserscheinungen der Zellen auf einen gemeinsamen Grund zurückführen, nämlich auf chemische Umsetzungen bezw. physikalische Lageveränderungen der Moleküle in der Oberflächenschicht der Zellen. Die Sonne kann chemische Veränderungen auf der Zelloberfläche ebenso bewirken, wie irgend eine chemische Substanz beim Chemotropismus. Die chemischen Umsetzungen bei verschiedenen äußeren Einflüssen, bei Lichteinfluss, Elektrizität u. s. w. können in tausenderlei Weise verschieden sein, ohne dass die Reaktionsweise des Organismus auf diese Einflüsse hin selbst in denselben tausenderlei Weisen verschieden sein könnte. Ganz grundverschiedene Einwirkungen werden nackte Zellen vom Orte der Einwirkung wegtreiben, wenn diese Einwirkungen die Oberflächenspannung der Zelle steigern, sie werden das gemeinsame Bewegungsbild der negativen Tropismen hervorrufen; und umgekehrt wird ein positiver Tropismus immer da eintreten, wo in den Einzelfällen vielleicht ganz grundverschiedene Einwirkungen die Oberflächenspannung der nackten Zelle an der Einwirkungsstelle herabmindern. Dass ein Organismus auf einen Einfluss nur dann reagieren kann, wenn dieser Einfluss irgendwelche Umänderungen in dem Organismus hervorbringt, ist klar; sonst könnte man ja überhaupt nicht von Einfluss reden. Die Reaktionsfähigkeit von chemisch komplizierten Substanzen wird um so größer sein, je labiler, je geneigter zu Umsetzungen die zur Komplikation zusammengetretenen Einzelsubstanzen sind. Die lebenden organischen Substanzen enthalten offenbar zahlreiche sehr labil gebaute Stoffe und unterscheiden sich hierdurch von den meisten anorganischen Stoffgemengen; es werden sich daher mit letzteren ähnliche, auf denselben Gesetzen beruhende Erscheinungen der Annäherung und Abstoßung nicht leicht erreichen lassen. Bis jetzt sind sie jedenfalls noch nicht erreicht, denn das Zusammentreten der Fettaggen auf der Fleischbrühe, das O. Hertwig zum Vergleich mit dem Cytotropismus heranzuziehen geneigt ist, beruht auf anderen Ursachen. Sofern man das Zusammentreten der Furchungszellen als die für den Cytotropismus wesentliche Erscheinung ansieht, und außer Auge lässt, dass die zusammentretenden Zellen vor ihrer künstlichen Trennung bereits mit einander im Verbande gewesen sind, kann man den Cytotropismus auch bei Rhizopoden beobachten.

1) Ueber die Mannigfaltigkeit und Bedeutung dieser Tropismen gewinnt man am besten einen Einblick durch die Abhandlungen von Curt Herbst: „Ueber die Bedeutung der Reizphysiologie für die kausale Auffassung von Vorgängen in der tierischen Ontogenese“. In: *Biolog. Centralblatt*, Bd. XIV, Nr. 18—22.

Wenn zwei Individuen der sich äußerst träge bewegenden *Amoeba verrucosa* zufällig einander sehr nahe gekommen sind, etwa so nahe, dass sie nur noch um die Hälfte ihres gewöhnlichen Durchmessers von einander entfernt liegen, dann gewahrt man sehr häufig an den einander zugekehrten Seiten der Amöben, ein langsames Vorfließen von breiten, stark abgeplatteten Pseudopodien, welche die Tiere schließlich bis zur gänzlichen Berührung zusammenführen kann. Der Berührung, die anfänglich nur in einem oder in mehreren Punkten stattfindet, folgt eine Aneinanderlagerung der Tiere mit breiter Fläche¹⁾.

Die Aneinanderlagerung der Tiere, die oft mehrere Stunden oder Tage lang währt, manchmal aber bald wieder aufgegeben wird, führt ebensowenig wie der Cytotropismus der Furchungszellen zu einer vollkommenen Verschmelzung der beiden Amöben. Schon an den lebenden Tieren lässt sich deutlich erkennen, dass jedes Tier sein Ektoplasma, das bei *Amoeba verrucosa* bekanntlich hautartig den Weichkörper umgibt, auch an der Berührungsfläche in der gewöhnlichen Ausbildung beibehalten hat; deutlicher tritt dies noch an konservierten Tieren hervor. Bei letzteren tritt oft sogar wieder eine vollständige spaltförmige Trennung in der Berührungsfläche auf, welche bei lebenden Tieren nicht vorkommt und offenbar einer Schrumpfung der beiden Weichkörper zuzuschreiben ist. Die Tiere waren also nur auf das engste aneinander gelagert, nicht aber zu einem gemeinsamen Ganzen verschmolzen.

Individuen, die längere Zeit in Aneinanderlagerung verharren, können weitere Amöben in ihren Verband aufnehmen; es entstehen so ganze Aggregate bzw. Nester von Amöben (Fig. 1), von denen einzelne von mir beobachtete über fünfzig Einzelamöben enthielten.

Fig. 1.

Fig. 1. Schnitt durch ein cytotropisches Amöbenaggregat von *Amoeba verrucosa* Ehrbg.

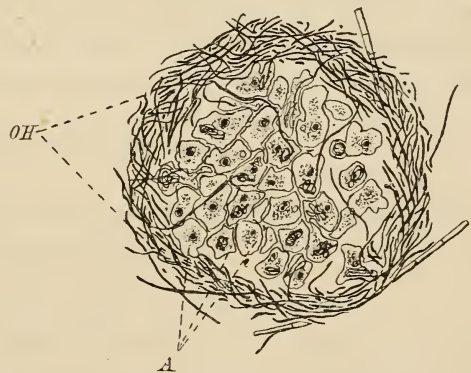
OH = Oscillarien-Hülldecke.

A = zusammengelagerte Amöben.

Conserv.: Zenker'sche Flüssigkeit.

Färbung mit Heidenhain's Eisen-Hämatoxylin-Methode.

(Größe des Aggregats 0,9 mm.



1) Die gegenseitigen Berührungsflächen sind zu Anfang der Aneinanderlagerung meist noch wellenartig hin und her gebogen, so dass die warzenartig vorgeschobenen Pseudopodien der einen Amöbe in die Vertiefungen der anderen eingreifen und umgekehrt; allmählich pflegen sich dann aber Erhebungen und Vertiefungen auf den Berührungsflächen beider Amöben abzueben, so dass die Amöben dann wie durch eine senkrechte Scheidewand getrennt erscheinen.

Ein solches Aggregat habe ich über vierzehn Tage in einer feuchten Kammer gehalten, ohne dass sich während dieser Zeit Amöben aus dem Verbande losgelöst hätten.

Die Außenfläche des Amöbenaggregates war von einem dichten Filz lebender Oscillarien umkleidet, der sich wie eine Hülle um dasselbe herumlegte und es vor Austrocknung zu schützen schien; denn das Aggregat war am oberen Verdunstungsrande des Kulturgefäßes oberhalb des Wasserspiegels entstanden, und der Oscillarienfz sog wie Filtrierpapier der Verdunstung entsprechend neues Wasser nach dem Aggregat hin.

Es lag nahe, an die Synecytien der Myxomyceten zu denken und die Aggregate für Vorbereitungsstadien zur Fortpflanzung (mit Schwärmern etwa) anzusehen; doch konnte ich an den Tieren, auch nachdem sie mit Zenker'scher Flüssigkeit abgetötet und mit Heidenhain's Eisenlack-Hämatoxylinverfahren auf Schnitten gefärbt worden waren, keinerlei Veränderungen an Kern oder Weichkörper wahrnehmen, die auf die beginnende Fortpflanzung hätten schließen lassen.

Wenn auch hiermit durchaus nicht ausgeschlossen ist, dass derartige Veränderungen noch später hätten eintreten können, so zeigt die mitgeteilte Beobachtung und die Untersuchung der Schnitte doch zur Genüge, dass *Amoeba verrucosa* durch eine an den Cytotropismus erinnernde Zusammenführungsbewegung zur Aneinanderlagerung von Einzelindividuen gebracht werden kann, bei welcher die zusammengebrachten Individuen nicht mit ihren Leibmassen verschmelzen, sondern nur mit ihrer äußersten Oberflächenschicht (wie die Furchungszellen) leicht verkleben. Solche Amöbennester erinnern an die im nächsten Abschnitt zu erwähnenden plastogamisch verbundenen *Actinophrys*-Aggregate, bei denen ja auch keine besonderen Vorgänge im Weichkörper der verbundenen Tiere beobachtet werden konnten. Die plastogamischen Aggregate werden aber durch die Verschmelzung der Ektoplasmaschichten inniger zusammengehalten als die besprochenen cytotropischen Aggregate.

(Zweites Stück folgt.)

Ueber das Vorkommen und die Bedeutung der eosinophilen Granulationen.

Vorläufige Mitteilung.

Von Dr N. Bogdanoff.

(Aus dem histologischen Institut der kaiserlichen Universität zu Moskau.)

Im Laufe des letzten Jahres habe ich auf Anregung und unter der Leitung des Herrn Professors O g n e w einige Beobachtungen gemacht, welche, wie es mir scheinen will, über das Wesen und die physiologische Bedeutung der eosinophilen oder α -Granulationen (Ehrlich) einiges Licht verbreiten können.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1898

Band/Volume: [18](#)

Autor(en)/Author(s): Rhumbler Ludwig

Artikel/Article: [Zelleib-, Schalen- und Kern-Verschmelzungen bei den Rhizopoden und deren wahrscheinliche Beziehungen zu phylogenetischen Vorstufen der Metazoenbefruchtung, 21-26](#)