

dem natürlichen Sumpfwasser, ohne Zusatz von anderen Nährstoffen nicht gedeihen, während ich beobachtet habe, dass die Colpoden nebst den in ihrer Gesesellschaft regelmäßig auftretenden Flagellaten in der jenem Wasser beigemischten Schlamm Erde sehr gut gedeihen und sich in zahlloser Menge darin vermehren, so lange als sie hier die zu ihrer Existenz notwendigen Nährstoffe finden.

In dem letzten wässerigen Aufguss von Sumpferde, sowie in den nachfolgenden Kulturen mit Fleischsaft und Blutserum kamen lebende Colpoden nicht mehr zum Vorschein; von Flagellaten fehlte nur in dem Wasseraufguss jede Spur, während sie in den Kulturen mit tierischem Eiweiß in Begleitung der stiellosen Vorticellen alsbald zu Tage traten und myriadenweise sich vermehrten. Ob diese Flagellaten mit jenen obligaten Trabanten der Colpoden identisch sind, sei dahin gestellt; der Form nach sind sie von einander nicht zu unterscheiden.

Cassel, im September 1897.

[106]

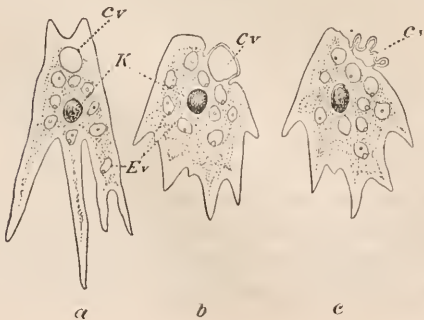
## Amöbenstudien.

### Mitteilung von S. Prowazek.

(Aus dem deutschen zool. Institut in Prag.)

Während eines Aufenthaltes an der zoologischen Station in Triest ds. Js. 1897 hatte ich Gelegenheit eine kleine Amöbe in einem Seewasseraquarium mit sehr konzentrierten Meerwasser zu beobachten, die insbesondere bezüglich der kontraktile Vakuole ein interessantes Verhalten an den Tag legte. Das Plasma dieser Amöbenform, deren Spezies leider nicht bestimmt werden konnte, stellte sich als eine zähflüssige hyaline Substanz dar, an der man aber doch die Sonderung in Ekto- und Entoplasma gut wahrnehmen konnte; der Kern war rundlich, mit deutlichen Konturen versehen, und besaß einen hellen Plasmahof. Im Entoplasma waren mehrere kleine Vakuolen unregelmäßig zerstreut, die im rötlichen Interferenzlicht erschienen und die ein bis zwei kleine Körnchen von brauner Färbung enthielten; bei genauerer Untersuchung konnte man in den Vakuolen (Fig. 1 *Ev*)

Fig. 1.



a. marine Amöbe.

b. Amöbe vor der Entleerung der Vakuole.

c. bei der Entleerung der Vakuole (Faltenbildung).

K. Kern.

*Cv.* kontraktile Vakuole.

*Ev.* Exkretkörnchenvakuolen.

zwei Arten von Körnchen unterscheiden, von denen die größeren meist in der Vakuole, die wir „Exkretkörnchenvakuole“ nennen wollen, peripher lagen, wogegen die meistens etwas central liegenden kleineren lebhaft Brown'sche Molekularbewegungen ausführten, — eine Erscheinung, die auf Diffusionsströmungen zwischen dem Vakuoleninhalt und der Umgebung zurückzuführen ist und auf Grund deren man sich auch die rundliche Gestalt der Körnchen erklären könnte. Viele Vakuolen waren auch leer. — Die Bewegungen dieser Amöbe waren langsam, ihren Pseudopodien kam aber eine besondere Tendenz zur Streckung zu, so dass sie manchmal den Pseudopodien der *Amoeba radiosa* etwas ähnlich waren. Es scheint, dass diese Rhizopodenform eine geringe allgemeine Bewegungsenergie besitzt doch stark auf chemische oder Spannungsreize reagiert, welcher Umstand zuweilen eine Streckung und gleichzeitige Verschmälerung der Pseudopodien zur Folge hat. Manchmal konnte man auch die Wahrnehmung machen, dass die Pseudopodien an ihrer Basis sich fast rechtwinklig umbogen, so dass der eigentliche Plasmakörper wie eine Tischplatte, auf den unregelmäßigen Pseudopodien-Füßen ruhte; etwas Aehnliches konnte auch bei einer *Amoeba radiosa* festgestellt werden und dürfte vielleicht in einer einseitigen stärkeren Strömung seine Erklärung finden.

Mehr peripher ist meist eine Vakuole gelegen, die sich durch ihre besondere Größe auszeichnet und, wie es die weiteren Vorgänge, die sich an ihr abspielen, darlegen, als die kontraktile Vakuole aufzufassen ist.

Bei der Diastole tritt sie nämlich, vom Plasma gleichsam herausgedrängt, in die äußersten Schichten des Ektoplasmas, buchtet sich über die Oberfläche der Amöbe etwas vor, ja wird manchmal förmlich abgeschnürt und hängt oft nur durch einen kurzen Plasmastiel mit dem übrigen Körper zusammen. Zu Anfang der Systole beginnt sie von außen her einzusinken, es erfolgt sodann eine wellenförmige unregelmäßige Eifaltung der äußersten Rindenschichte des Plasmas und gleichzeitig bemerkt man, dass die Körnchen in den darunter liegenden „Exkretkörnchenvakuolen“ etwas in raschere Bewegungen geraten und der Hohlraum dieser Vakuolen sich etwas vergrößert. Bei dieser Amöbe erfolgt also merkwürdigerweise die Entleerung der Vakuole nach innen und nicht nach außen, wie bei der Mehrzahl der Protozoen.

Es ist anzunehmen, dass vor der Kontraktion die Vakuole eine desoxydierte Flüssigkeit enthält, die nun durch die infolge der Spannung verdünnte Rindenschichte wieder aus der Umgebung her oxydiert wird. — Die desoxydierte Flüssigkeit wurde also von dem Ektoplasma herausgedrängt und sammelte sich in der Gestalt eines Tropfens — Vakuole — unter dem Ektoplasma, das bis zu einem gewissen

Grade seiner Elastizität langsam vorgedrängt wurde; dieses gibt wohl zuerst den eigenen intramolekularen Sauerstoff an die Flüssigkeit, die später auch den Sauerstoff der Umgebung aufnimmt, ab. Durch diese Vorgänge gelangen die Teilchen der Rindenschichte auf einen Standpunkt der Zersetzbarkeit, die schließlich aufgelöst wird<sup>1)</sup>, es erfolgt die Kontraktionsphase, indem die organischen Teilchen eine Aenderung in ihrer Spannung erleiden. Es ist aber auch denkbar, dass die Druckkräfte der Flüssigkeit und dann ihre Oxydation eine Reihe von Reizen auf das kontraktile Ektoplasma ausüben, die sich induktiv summieren und die Kontraktion hervorrufen. Diese geht nur soweit, als sie die Oberflächenspann- und Druckkräfte des Vakuolentropfens überwindet. Die Faltenerscheinung, die einerseits in dem Wesen der Kräfte des gleichsam zerplatzenden Tropfens bedingt ist, hat im Folgenden ihre wesentliche Ursache: Das Entoplasma selbst strebt<sup>2)</sup> gleichsam die oxydierte Flüssigkeit aufzunehmen, gegen die es eine Art von Anziehungskraft, wie mehrfach (Schwalb, Zenker) angenommen wurde, besitzt; da aber an den unter der Vakuole gelegenen Stellen wegen der „Exkretkörnchenvakuolen“ die plasmatische Struktur nicht gleichmäßig ist, kann die unter der Kraft der Kontraktion ausweichende Flüssigkeit nicht überall in gleicher Weise hindurchdringen und setzt derart der sich kontrahierenden Vakuolenwand einen verschiedenen Widerstand entgegen, dadurch werden gewisse Stellen dieser in ihrem Vordringen gestört und so erklärt sich auch die Entstehung der Falten (Fig. 1c), in deren Lumen sich noch die Flüssigkeit befindet, die nun die Vakuolenwandung langsam nach physikalischen Adhäsionsgesetzen nach sich zieht und selbst im Inneren des Entoplasmas verschwindet. — Bei einer Beobachtung von mehreren Amöben hätte sich bei gleicher Konfiguration des Entoplasmas vielleicht eine Gesetzmäßigkeit in der Zahl der Falten herausgestellt, gerade so wie auch in passende Pulver gehüllte und -dann zerdrückte oder selbst zerplatzende Flüssigkeitstropfen eine bestimmte Anzahl von Strahlen oder Auszackungen besitzen.

Welches ist die genetische Beziehung einer Exkretionsvakuole zu einer respiratorischen Zwecken dienenden Vakuole?

Man kann mit Haeckel annehmen, dass die kontraktilen Vakuolen aus gewöhnlichen „Blasenräumen“ entstanden sind und ursprünglich sodann den Zweck der Exkretion, womit im gewissen Sinne auch die Respiration bei diesen niedrig organisierten Formen im Zu-

1) Unter diesen Umständen könnte es auch zuerst zur Bildung eines Nebenproduktes kommen, dessen Reiz erst die Kontraktion hervorrufft.

2) Dieser Umstand ist wohl von Wichtigkeit für eine Entleerung der Vakuole nach innen, indem hier das Entoplasma keinen eigentlichen Widerstand der Wasseraufnahme entgegensetzt, wogegen die Festigkeit der Rindenschichte des sich kontrahierenden Ektoplasmas keinen Riss entstehen lässt.

sammenhang steht, verfolgten. Infolge gewisser konstanter äußerer Einflüsse z. B. Wassermangel, Aenderung im Salzgehalt etc. und der sich daran knüpfenden Veränderungen der äußeren Schichte des Plasmas tritt aber, da die Diffusion von Wasser an der ganzen Oberfläche oder bloß an einer Stelle des Rhizopodenkörpers notwendig vermindert wird, eine Art von Funktionswechsel ein; der Flüssigkeitstropfen, als welchen man die Vakuole füglich auffassen kann, büßt seine hohe Oberflächenspannung ein, der zufolge er sonst bei der geringsten eintretenden Verbindung mit der Flüssigkeit der Umgebung die sich dann einstellende Spannungsdifferenz auszugleichen strebte und die Vakuole entleert sich dann nicht mehr nach außen sondern dient jetzt nur mehr der Respiration, wobei ihr auch das starke Hervortreten aus dem umgebenden Plasma zu statten kommt.

Neben der Funktion der Exkretion und Respiration dient bei manchen einzelligen Organismen, die sich nicht nach außen entleerende Vakuole als Vorratsbehälter von Flüssigkeit zum Schutze gegen die Austrocknung, wie dies Greeff für die Erdamöben angibt.

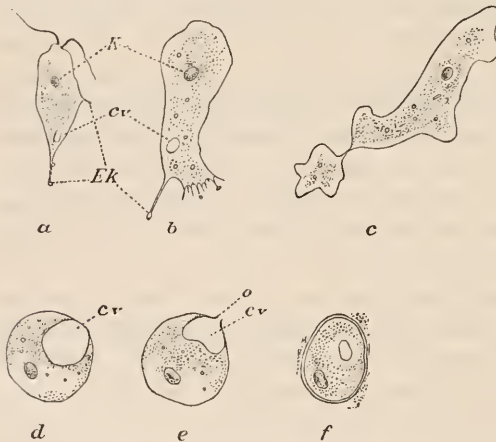
Eine Art von derartigen Funktionswechsel ist bei marinen Formen umso begreiflicher, als bei ihnen sonst auch wegen der Konzentration des Seewassers die Entleerungsfrequenz der kontraktiven Vakuolen eine geringere ist. Rossbach gelang es auch an Süßwasserprotozoen darzulegen, dass ein Zusatz von Kochsalzlösung eine Verminderung der Entleerungsfrequenz zur Folge hat.

Die wenn auch verminderte Exkretion muss aber in den geschilderten Fällen auf eine andere Weise vorgenommen werden; die Möglichkeit ist hier eine mannigfache — entweder werden geformte Exkretkörner ausgeschieden, oder es treten vielleicht besondere kleine „Exkretions-Vakuolen“ auf, wie sie H. Wallengren nach der Behandlung mit Bismarckbraun bei Ciliaten beobachtete, oder es wandern die Exkretstoffe in krystallinischer Form unter die äußersten Schichten des Ektoplasmas, wo sie eine Auflösung erfahren und alsdann irgendwie auf dem Wege der Diffusion austreten, wie dies Schewiakoff für die Exkretkrystalle bei *Paramaecium*, bei dem aber auch eine Vakuolenexkretion stattfindet, angibt, oder es kommen im Plasmakörper besondere symbiotische Pilze vor, die sich in konzentrischer Weise um die Vakuolen und „Glanzkörperchen“ lagern (Gruber) und etwa auf osmotischen Wege die für sie noch brauchbaren Exkretstoffe aufnehmen, wie dies bei der sonderbaren *Pelomyxa palustris*, deren Vakuolen verhältnismäßig klein und zahlreich sind, der Fall sein dürfte.

Zum Schlusse sei noch die Frage erörtert: warum diffundiert bei der sich bis zu einer Grenze stetig steigenden Dünne der Vakuolenwandung nicht die wässrige Salzlösung der Umgebung, die doch schädigend einwirken müsste, in die Vakuole? Aus leicht absehbaren

Gründen müssen wir annehmen, dass die Porenweite im molekularen Aufbau der Scheidewand zwischen den beiden Flüssigkeiten für die Salzmolekeln zu klein ist; da sich aber beim Wachsen der Vakuole auch die Umwandlung dieser ausdehnt und so die Poren, wie etwa Nadelöffnungen in einer allseitig gezogenen Gummiblase sich vergrößern, so dass sie einmal für die Salzmolekeln durchlässig würden, muss die Ursache dafür, dass dieses doch nicht eintritt, entweder besonderer unbekannter physiologischer Natur sein oder man könnte sie sich aus dem Auftreten von besonderen Dissimilationsprodukten die die sich vergrößern den Poren der sich dehnen den Membran stets ausfüllen, erklären.

Im Frühjahr 1897 legte ich eine Reihe von Objektträgerkulturen aus einem Sumpfwasser an und fand nach ungefähr 24 Stunden in Fig. 2.



- a. der Flagellat.  
 b. die entwickelte Amöbe.  
 c. kriechende Amöbe.  
 d. Amöbe vor der Encystierung.  
 e. dieselbe, bei der Entleerung der Vakuole.  
 f. eine Dauerzyste (noch mit einer Vakuole).

K. Kern.

Cv. contractile Vakuole.

o Riss derselben.

Ek Exkretkörnchen.

einer dieser primitiven Kulturen, die in der feuchten Kammer aufbewahrt wurden, eine Anzahl von eigentümlichen Flagellaten, deren Entwicklung weiter zu verfolgen Gelegenheit geboten war. Dieselben besaßen im allgemeinen eine gegen das hintere Ende sich verjüngende eiförmige Körperform, die jedoch nicht ganz formbeständig war und oft sichelartig gekrümmte Gestalten annahm. Am Vorderende konnte man eine Schlundandeutung wahrnehmen, sowie zwei nahe bei einander befindliche fast gleich lange Geißeln. Das Plasma war hyalin, schwach olivengrün gefärbt und wies eine undeutliche Granulation auf; ungefähr in der Mitte befand sich der Kern, gegen das Zellende zu meist eine kontraktile Vakuole (Fig. 2 a). An der äußersten Peripherie kann man oft den Austritt geformter Exkretsubstanz beobachten, die mitunter mittels eine Art von Plasmastielen, die terminal die sog. „Exkretperlen“ tragen ausgeschieden werden. Oft hat es den Anschein, als ob der Organismus durch den Schlag

der einzelnen Geißeln die Ablösung der Exkretperle unterstützen wollte. Manchmal verschmälerte sich auch das Hinterende zu einem starren Pseudopodienstiel, der in Form von Nodositäten an seiner Umrandung die Exkretsubstanz enthielt. — Nach einiger Zeit legten, die Flagellaten eine besondere Tendenz für die Pseudopodienbildung an den Tag und im Verlaufe von ungefähr 24 Stunden konnte man in der Kultur eine beträchtliche Zahl von kleinen Amöben beobachten. Leider wurden die Veränderungen, die sich vielleicht am Kerne abspielten, sowie die eigentliche Verwandlung nicht beobachten. Immerhin wäre die Entwicklung dieser Amöbe als ein Analogon zu der von Schaudinn beschriebenen *Paramoeba eithardi* zu betrachten, auf Grund deren Biologie der Beweis geliefert wurde, dass eine innigere Beziehung zwischen rhizopoden — und flagellatenähnlichen Organismen besteht.

Die jungen Amöben ruhten zumeist nebeneinander in Reihen, ohne dass man, wiewohl besonders darauf das Augenmerk gerichtet wurde, eine Verschmelzung zweier derartiger Formen beobachten konnte; diese Erscheinung würde also in Übereinstimmung mit der Theorie von „individuellen physiologisch Unterschieden zwischen den Zellen“ von Jensen stehen; andererseits könnte man aber doch eine Art von Verschmelzung erwarten, da ja auch eine Pseudopodienverschmelzung bei jungen *Orbitalites* u. a. konstatiert wurde. —

Das Plasma dieser Amöben war hyalin, der Kern grünlich, glänzend und besaß eine Art vom lichten Plasmahof, der angefressenen Individuen weniger oder encystierten Formen gar nicht zukam. Interessant war die Bewegung dieser Amöbe, deren Pseudopodien lappig waren; oft zerfloss der Körper gleichsam und nahm eine Form, als ob er sich teilen wollte, an, so dass zwischen den einzelnen Teilen nur schmale Plasmabrücken erhalten blieben, denen eine gewisse Ähnlichkeit mit den Plasmafäden bei der Plasmolyse der Pflanzen zukam (Fig. 2c); diese scheinbaren „Trennungszustände“ konnte ich später an zwei anderen Amöben beobachten; es dürften aber bei diesen letzteren Erscheinungen 2 gleichartige Reize im Spiele sein. — Hernach flossen die Teile wieder zusammen und das Plasma des Rhizopods unterlag gleichsam einer wirbelartigen Mischung seiner Teile, worauf das Spiel wieder vom neuen begann. Am Hinterende der sich bewegenden Amöbe traten oft kleine Exkretkörperchen an der Spitze von Plasmafortsätzen, die an der Unterlage haften blieben, aus, wie überhaupt dieses Anhaften des hinteren zottenartigen Plasmabesatzes vielleicht seinen Grund in der Ausscheidung apoplasmatischer Strukturen besitzt; einmal beobachtete man auch, wie seitlich ein ziemlich langes, schmales Pseudopodium zur Ausbildung gelangte, das an seiner Spitze ein lichtbrechendes Exkretkorn trug, an der Unterlage etwas haften blieb und dann bei der Amöbenbewegung die Exkretperle zurückließ (Fig. 2b).

Eine Erscheinung des Rheotropismus, sobald frisches Wasser den Kulturen zugeführt wurde, kam bei dieser Form nicht zur Beobachtung, ob zwar es manchmal den Anschein hatte, als ob sie, sobald sie die Strömung von der Unterlage nicht wegriss, die ersten Pseudopodien dem Strom entgegen ausgesendet hätte<sup>1)</sup>. — Bei durchfallendem Licht scheinen sich die kontraktilen Vakuolen häufiger als sonst auszubilden. — Mit dem Alter der Kulturen und der damit verknüpften Aenderung in der Beschaffenheit der Flüssigkeit änderte sich auch etwas der Habitus der Amöbe; später gingen sie das Cystenstadium ein; oft gewann es aber den Anschein, als ob ohne jede Aenderung in gewissen Zeitintervallen die Amöben nur sogenannte „Verdauungscysten“ bilden, die also von den eigentlichen Dauercysten, welche eine derbere Haut und ein anderes Aussehen besitzen, zu unterscheiden wären. Bei Beginn der Cystenbildung wurde die Bewegung der Amöben langsamer, die Pseudopodien „umflossen“ fortwährend den Körper, bildeten über ihm gleichsam kuppenförmige Ausbreitungen, Erscheinungen, die etwa mit den Rotationen der Opalinen, die E. Zeller vor der Encystierung beobachtete, zu vergleichen wären. — Eine Art von „Plasmasekret“ trat in geringen Mengen an gewissen Stellen an der äußeren Rindenschichte aus, wobei oft die lichtbrechenden Körnchen zum Austritt gelangten. Das Spiel der kontraktilen Vakuolen vollzog sich in diesem Zustande langsamer, womit auch ihre Vergrößerung in Einklang zu bringen wäre; inzwischen bildete sich langsam ringsherum um den Zelleib die Anlage einer Art von Cystenhaut aus (Fig. 2 *d, e*), so dass nun die Spannungsverhältnisse des Flüssigkeitstropfens ziemlich bedeutende sein mussten, ehe die eigentliche Entleerung der Vakuole, die unter einem deutlichen Riss, wobei die Ränder leicht nach außen gebogen werden (Fig. 2 *e, o*) erfolgte, sich vollzog. Später wird auch dieser Vorgang eingestellt; einmal konnte man einen T-förmigen Kanal, der wahrscheinlich aus zwei zusammengeflossenen Vakuolen entstand, beobachten. — Die Vakuole löste sich später zumeist in mehrere auf; die Flüssigkeit strömte sodann, wie man aus der allerdings geringen Aenderung des Volumens dieser entnehmen kann, langsam aus einer Vakuole in die andere, als ob das Plasma recht durchmischt werden sollte. Schliesslich sank die Größe der einzelnen Vakuolen bis unter die Grenze der Wahrnehmbarkeit und das Plasma sah kompakt aus. — In den Cysten, die Verdauungscysten ähnlich waren, traten besonders nach längerer Ein-

1) Aehnliches wurde bei *Amoeba radiosa* einige Male beobachtet; kleine Amöben aus einem diatomeenreichen Wasser sandten die ersten Pseudopodien diagonal gegen den Strom oder senkrecht auf diesen; doch scheinen die Erscheinungen des Rheotropismus im Allgemeinen nicht bedeutend zu sein. Zu diesen Versuchen eignet sich einfach das Zuleiten sowie Ableiten des Wasserstromes durch feine Baumwollfäden.

wirkung von durchfallendem Licht größere Vakuolen auf, deren Entleerung nach außen trotz der 2stündigen Beobachtungszeit nicht wahrgenommen werden konnte. Bei encystierten Formen blüßt eben das Plasma teilweise seine Kontraktilität ein, die kontraktile Vakuole sinkt zu der früheren Bildung „dem Blasenraum“ herab und erfüllt höchstens die Aufgabe eines Athmungsorganes, wie dies etwa auch beim encystierten *Actinophrys sol* der Fall ist. [104]

## Ueber die Ei-Ablage von *Scyllium canicula* in dem Aquarium der zoologischen Station zu Rovigno.

Von **Fr. Kopsch**,

Assistent am I. Anatom. Institut zu Berlin.

Die Ergebnisse, zu welchen ich bei meinen experimentellen Untersuchungen über den Keimhautrand der Salmoniden<sup>1)</sup> gelangt bin, führten darauf hin, dieselben Methoden auch bei den Selachiern anzuwenden, an deren Keimscheibe auch am lebenden Ei die einzelnen Bezirke (der embryobildende und der nicht direkt zum Aufbau der Embryonal-Anlage verwendete) schon auf jungen Gastrula-Stadien mit großer Sicherheit bestimmt und experimentellen Eingriffen ausgesetzt werden können.

Da nun zu einer solchen Untersuchung neben einem reichen Material möglichst gleichweit entwickelte und junge Stadien notwendig sind, so liegt es nahe, Haifische in der Gefangenschaft zu halten, um von denselben eine ausreichende Anzahl befruchteter und entwicklungsfähiger Eier zu erhalten.

Die Gelegenheit zu solchen Versuchen bot sich mir in der zoologischen Station zu Rovigno während eines mehrmaligen Aufenthaltes zu verschiedenen Jahreszeiten in den Jahren 1895—97, welcher mir durch das Kuratorium der Gräfin Louise-Bose-Stiftung und das königlich preußische Kultus-Ministerium ermöglicht wurde. Hierfür sei sowohl dem Kuratorium der genannten Stiftung als auch dem königlich preußischen Kultus-Ministerium öffentlich mein Dank ausgesprochen.

Die gesammelten Erfahrungen über die Beschaffung der laichfähigen *Scyllium*, die Zeit und Art der Ei-Ablage, sowie die Entwicklungsdauer bis zum Ausschlüpfen der Jungen will ich im Folgenden mitteilen als Beitrag zur Biologie der Selachier und um aufmerksam zu machen auf die zoologische Station des Berliner Aquariums zu Rovigno, woselbst die Bedingungen zur Ausführung meiner Untersuchungen außerordentlich günstige waren und durch das lebenswürdigste und weitgehendste Entgegenkommen des Herrn Dr. Hermes

1) Fr. Kopsch, Experimentelle Untersuchungen über den Keimhautrand der Salmoniden. Verhandl. der anat. Gesellschaft, 1896, S. 113—127.



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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1897

Band/Volume: [17](#)

Autor(en)/Author(s): Prowazek Stanislaus von

Artikel/Article: [Amöbenstudien. 878-885](#)