

# Zustandsänderungen im Protoplasma der Amöben während der Ortsveränderung und während der Pulsation der Exkretionsblase.

Beobachtungen an *Amoeba proteus* und *laureata*<sup>1)</sup>.

Von

Prof. J. v. Gelei.

Mit Tafel 9.

---

## Erfahrungen an *Amoeba proteus*.

Da meine Studie: Amöboide Bewegung infolge Membranenkontraktion (1934) an kleinen Tieren ausgeführt wurde, ergreife ich seither jede Gelegenheit, die Bewegung auch größerer Formen näher zu analysieren. Mein hier zuerst in Betracht gezogenes Untersuchungsobjekt halte ich für *A. proteus*, infolge seiner Größe, der Längsfalten am Körper und Pseudopodien der Limaxform, sowie infolge seiner Exkretkristallchen. Der Kern ist platt, scheibenförmig, in der Mitte oder beiderseitig etwas eingedrückt, im Querschnitt oft hämatidenähnlich. Kernkörnelung liegt peripher. Das Tier ernährte sich bei mir mit größeren Ciliaten.

Der Kern wird im strömenden Entoplasma immer vorgerückt; er bewegt sich aber merkwürdigerweise nie so schnell als das Entoplasma selbst bzw. seine holoädrischen Kristalle oder die großen Nahrungspartikelchen, die neben ihm vorrücken. Seine Oberfläche scheint sehr viskös zu sein und hat eine größere Reibung mit dem gelatinierten Ectoplasma als andere Gebilde. Infolge dieser Viskosität rollt gewöhnlich der Kern an der Innenfläche des Ectoplasmas.

Auch das Exkretionsplasma hat eine ähnliche Eigenschaft wie der Kern. Auch dieses wird in der Limaxform durch die Ströme des Entoplasmas mitgeschleppt, in vielen Tieren höchstens bis zum Kern, nur selten umgeht es denselben, sondern bleibt in seiner nächsten Nähe hinten oder selten seitlich von ihm stecken.

*A. proteus* hat also eine ausgesprochene Längsorganisation, indem der Bewegungsabschnitt des Körpers (die Bildungsstelle der Pseudopodien), Kern, Pulsationsvakuole und Quaste (als Reserve für das Entoplasma) in der angeführten Reihenfolge hintereinander folgen. GEITLER (1937) hat kürzlich über Amöbenpolarität berichtet.

<sup>1)</sup> Vortrag gehalten am Kongreß der Ungarischen Physiologischen Gesellschaft zu Tihany am 22. Mai 1936.

Die Bewegung des Tieres erfolgt auch hier infolge Kontraktion der Pellicula bzw. des Ectoplasmas wie bei meinen früheren Untersuchungsobjekten (1934). Hierfür sprechen folgende Erfahrungen.

Ein Pseudopodium bricht — indem wir immer auch das aktuelle Vorderende einer Limaxform als solches auffassen — hervor und wird weitergebildet, oder eine Limaxform entsteht und wird aufrechterhalten, indem an der betreffenden Stelle oder im allgemeinen vorne flüssiges Entoplasma hervorquillt und hervorströmt. An der Spitze dieses vorfließenden Plasmas ist eine mehr oder minder breite hyaline Plasmakappe immer festzustellen. Bei diesem Tier tritt aber das Entoplasma im Pseudopodium nie frei hervor, sondern dasselbe ist mit einem dicken pelliculären Häutchen bedeckt. Ich habe jede Möglichkeit, welche ein Immersionssystem darbietet, ausgenützt, um mich über diese wichtige Tatsache gründlich zu überzeugen und es zeigte sich dabei unter jeder Bedingung eine Membran am Pseudopodium. Ich habe schon 1934 darauf hingewiesen, daß bei diesem Tier auch mit der Silbermethode eine dickere Membran am Pseudopodium nachzuweisen ist als sonst. Der Umstand, daß die Frontalmembran dicker ist als die Seitenmembran, weist nicht darauf hin, daß sie auch fester ist. Im Gegenteil, sie ist weicher, da ihre Dicke vom erhöhten Wassergehalt her stammt.

Die Entoplasmaströme zeigen im Pseudopodium keine Fontänenbewegung. Im Gegenteil, man beobachtet infolge der Größe des Objektes und der Breite der Pseudopodien sehr leicht, daß das Entoplasma immer nur vorwärts fließt und seitlich keine Ströme zurückkehren. Statt dessen wird das an der Spitze angelangte Plasma seitlich immer gelatiniert und rückt am Körper des Pseudopodiums als eine doppelte Schicht: nach außen Pellicula, nach innen Ectoplasma rückwärts.

Dieser Rückzug wird unter dem Mikroskop aus drei Tatsachen ersichtlich. — 1. Vor allem werden die Exkretkristalle mitsamt dem gewesenen Entoplasma im gelatinierten Ectoplasma festgehalten, von denen einzelne besondere Formen ihrer Lage nach leicht verfolgt werden können. Und diese gleiten nun sichtlich rückwärts. 2. Auch die pulsierende Vakuole klebt eine gute Weile vor der Pulsation innen an das Ectoplasma (später direkt an die Pellicula) an und es kann leicht festgestellt werden, wie sie nach hinten in den Abschnitt der Quaste hineingelangt. 3. Die besten Wegweiser sind bezüglich des Rückzuges des Ectoplasmas die Pseudopodien selbst. Jedes Pseudopodium zieht nämlich während seiner Rückbildung zugleich nach rückwärts und

gelangt indessen unvermeidlich in die Schwanzquaste als ein Glied derselben zurück.

Meine Beobachtungen zeigen überhaupt bezüglich der Genese der Quaste bei *A. proteus* die merkwürdige Tatsache, daß sie hier eigentlich nichts weiter ist, als eine Sammlung, ein Museum der zuletzt gewesenen Pseudopodien. In der Quaste sehen wir deswegen eigentlich viele kleine Pseudopodien, da das Vergehen eines Pseudopodiums viel langsamer erfolgt, als die Bildung selbst. Dabei können und werden auch eigene ectoplasmatische Fädchen für die Quaste gebildet.

Was geschieht nun mit dem Ectoplasma und der Pellicula, währenddessen diese beide am Körper nach rückwärts gleiten? Wäre hier eine ähnliche Kontraktion vorhanden, wie bei der Muskelarbeit, dann müßten wir unvermeidlich eine lokale Verdickung sowohl der Pellicula als des Ectoplasmas beobachten. Dies tritt aber nie ein, man sieht vielmehr, daß beide mit annähernd gleichbleibendem Querschnittmaß am Körper zurückgleiten. Die Pellicula ist außerdem seitlich, wie gesagt, immer dünner, als an der Spitze des Scheinfußes. Im Vergleich zum Muskel können wir hier höchstens über einen Tonuszustand des Ectoplasmas sprechen.

Man könnte daran denken, daß das ganze ectoplasmatische System sich unterwegs durch Wasserabgabe verdichtet und allein daher sich verkürzt; ein solcher Prozeß sollte aber unvermeidlich zur Verdichtung bzw. infolgedessen zur Anhäufung der eingeklebten Kristalle führen und besonders hinten in der Quaste sollten auffallend viele Kristalle vorhanden sein. Da aber beides nicht zutrifft, sondern im Gegenteil im Ectoplasma und in der Quaste die Kriställchen spärlicher stehen als im Entoplasma, müssen wir als bewiesen betrachten, daß das Ectoplasma während seines Rückzuges Material einwärts an das Entoplasma abgibt und dabei die großen, in das Entoplasma einspringenden Kristalle leicht abgerieben werden.

Eine beträchtliche Menge des Ectoplasmas gleitet doch in die Quastengegend und wird von dort aus anhydriert und verwandelt sich wieder aus dieser Lagerstelle in Entoplasma. Sehr deutlich kann man feststellen, daß diese Solbildung eine gewisse Zeit beansprucht und zwar daraus, daß hinten immer größere Protoplasmastücke bewegt werden, dabei der Strom hinten immer langsam angeht und nach vorn Mikron für Mikron an Schnelligkeit zunimmt.

Noch eine interessante Erscheinung ist hier in Betracht zu ziehen, nämlich die Rückbildung der Pseudopodien.

Das flüssige Entoplasma jedes Pseudopodiums steht in direkter Berührung mit dem flüssigen Entoplasma des aktuellen Körpers. Wächst ein Pseudopodium nicht mehr weiter, bildet sich aber ein neues an anderer Stelle, so fließt das Entoplasma vom alten Scheinfuß unglaublich schnell in den Körper zurück, oft unvermittelt in das neue Pseudopodium hinein. Dabei wird das im Verschwinden begriffene Organell selbstverständlich dünner, kürzer und an seiner Oberfläche runzelig, höckerig. Am Spitzenteil magert die dicke Pellicula ab und scheint im allgemeinen überall dünner zu sein am Rückbildungsfuß als sonst. Die Entleerung geht danach auch hier mittels Verflüssigung des Ectoplasmas des Scheinfußes und Hinausfließens des Inhaltes weiter, das aber viel langsamer geschieht, als das anfängliche Entleeren. Das Ectoplasma eines verschwindenden Scheinfußes wird also nicht in die Umgebung als Ectoplasma aufgenommen, sondern es verschwindet in situ, indem es zu Entoplasma eingeschmolzen wird.

Es fragt sich nun wieder, was hinter dieser Verkürzung des Scheinfußes liegt, eine aktive Kontraktion des Ectoplasmas oder bloß ein passives Ausfließen des Entoplasmas.

Ich würde von einer aktiven Kontraktion des verschwindenden Pseudopodiums bloß in dem Falle sprechen, wenn die Pellicula oder im allgemeinen die Oberfläche des Scheinfußes während der Entleerung ausgespannt bliebe und dabei eventuell auch hier am Ectoplasma des Scheinfußes Kontraktionsscheiben oder Knoten erscheinen würden. Die runzelige Gestalt weist jedoch darauf hin, daß die äußere Schicht passiv zusammengefallen ist und daß diese stark unebene Gestalt auch weiterhin dadurch erhalten wird, daß selbst das nachher gebildete Entoplasma immer schneller in den Körper hineingeleitet wird als ein Ersatz dafür aus dem Ectoplasma gebildet werden kann. — Ein überflüssig gewordener Scheinfuß wird also aus Gründen entleert, die meist außerhalb ihres Gebietes fallen.

Hier ist im allgemeinen folgendes zu berücksichtigen. 1. Der Körperumfang einer Amöbe wird während der Pseudopodienbildung nicht verändert. Die kleinen Veränderungen, die infolge Pulsation der Vakuole auftreten, können hier ruhig vernachlässigt werden, da die Pulsationsblase relativ zum größeren Körperumfang klein ist und sich so selten entleert, daß dazwischen immer mehrere Pseudopodien neugebildet bzw. resorbiert werden. 2. Es existiert parallel mit Nr. 1 in der Amöbe ein Druck, demzufolge ein Pseudopodium eben hervorbricht und auch die Pulsationsblase entleert wird. 3. In-

folge des Druckes fließt das flüssige Entoplasma in die Richtung des Druckminimums, das immer an der Spitze des Pseudopodiums infolge Außenreize durch Verflüssigung bzw. Aufweichung der Pellicula entsteht oder weiter aufrechterhalten wird. Ein Scheinfuß, der momentan außer Dienst gestellt worden ist, verliert sein Druckminimum, da die Spitze nicht weiterfließt, ihre hyaline Plasmakappe verschwindet und darüber wird auch die weiche, dicke Pellicula verdichtet. 5. Das Wichtigste für unsere Betrachtung ist der Umstand, daß die Viskosität des Entoplasmas im Körper von hinten nach vorn im Verein mit der fortdauernden Verflüssigung Schritt für Schritt abnimmt und sich daher im Scheinfuß immer der höchstverflüssigte Plasmaanteil befindet. 6. Da unter der Wirkung des Körperdruckes zuerst das am wenigsten visköse, d. h. am meisten hydrierte Plasma mobilisiert wird, so ist es nun verständlich, daß zuerst immer aus einem gewesenen Scheinfuß das Entoplasma zurückfließt. Verständlich wird weiterhin auch der merkwürdige Fall, daß, wenn ein Scheinfuß irgendwo seitlich am Körper hervorbricht, das Entoplasma vom vorderen Körperabschnitt (bzw. aus dem nach vorne hin gebildeten Scheinfuß) auf einmal nicht mehr nach vorn, sondern direkt umgekehrt nach rückwärts fließt. Hier und da traten kleine Scheinfüße auch am Hinterende auf, währenddessen das Tier in ungestörtem Tempo nach vorn hin marschiert. Als solche sind auch die Papilla pulsatoria und defecatoria zu bezeichnen. Auch in diese Scheinfüße fließt oder läuft nach rückwärts hin das Entoplasma ein, als ein Zeichen dafür, daß in der Richtungsbestimmung der Protoplasmaströme allein die Lage und Stelle des Druckminimums, und nicht das Vorderende als solches maßgebend ist.

Die Beständigkeit des Körperdruckes, der die wichtigste Rolle in der Pseudopodienbildung spielt, kann nur in seinem Bruchteil auf das Diffusionswasser zurückgeführt werden. In die *Amoeba proteus* diffundiert, wie wir bald sehen werden, äußerst wenig Wasser ein. Ihre Pellicula ist sehr wasserdicht, was daraus ersichtlich ist, daß die Blase äußerst selten pulsiert. Der Körperdruck entsteht also und wird auch hier wie bei den von mir vorher untersuchten anderen Amöben hauptsächlich aus der ständigen Verkürzung (Pseudokontraktion) der Pellicula und des Ectoplasmas (siehe Näheres GELEI, 1934) aufrechterhalten.

Zwischen der Menge des Ecto- und Entoplasmas besteht auf gewissen Lebensstrecken ein Gleichgewicht, also auf eine gegebene (meist kleinere) Menge von Ectoplasma fällt eine adäquat gegebene (meist größere) Menge von Entoplasma, woraus der im

allgemeinen gleichbleibende summarische Umfang der Pseudopodien eines Tierexemplars resultiert. Im Querschnitt des Tieres finden wir aber dieses Gleichgewicht nicht überall erhalten, da sich vorne meist nur Entoplasma und hinten in der Quastengegend fast ausschließlich Ectoplasma befindet. Je mehr Entoplasma sich an einer Stelle befindet, um so beweglicher ist der betreffende Abschnitt; um so kürzer ist aber zugleich seine Lebensdauer.

Das Gleichgewicht des Ecto-Entoplasmas wird sowohl im Lebenszyklus eines Pseudopodiums als in dem eines Exemplars und auch innerhalb der verschiedenen Spezies gestört bzw. sukzessive verändert. 1. Der junge, erst gesprungene Scheinfuß besteht fast nur aus Entoplasma; mit dem starken Wachstum geht parallel die Vermehrung des Ectoplasmas; im verschwindenden Pseudopodium vermindert sich schnell die relative Menge des Entoplasmas, um schließlich, wenn es in das Lager (die Quaste) kommt, oft schon lange vorher, beinahe ausschließlich aus Ectoplasma zu bestehen. 2. Auch im Lebenszyklus eines und desselben Tieres sehen wir das einmal gewesene Gleichgewicht gestört, indem im Radiosazustand die Menge des Ectoplasmas stark zunimmt und zugleich auch die Beweglichkeit des verbliebenen Entoplasmas vermindert wird. Die Tiere können schließlich einen sog. Quastenzustand annehmen, wo eine große Menge von kurzen kaum beweglichen, aus Ectoplasma gebildeten Pseudopodien auftritt, indem das Tier sich verkürzt. Parallel mit diesen Zuständen geht die Veränderung der Zahl der Scheinfüße, indem bei reichem Entoplasma wenige, schnell veränderliche, bei reichem Ectoplasma viele, langsam veränderliche Pseudopodien gebildet werden (es gibt Ausnahmen!). 3. Auch von Art zu Art ist das Ecto-Entoplasmaverhältnis veränderlich, indem *Limaxamoeben* viel Entoplasma, andere (*Thecata*) wieder dauernd viel Ectoplasma enthalten.

Weder im Entstehen des Körperdruckes, noch in der Bildung der Scheinfüße von *A. proteus* spielt das Außenwasser eine Rolle. Das Ausscheidungswasser ist als Index auch hierfür zu wenig. Hier können nur Zustandsänderungen zwischen Ento- und Ectoplasma maßgebend sein. Das Außenmedium spielt dabei bloß als Reizquelle mit.

### Beobachtungen an *Amoeba laureata*.

Bis ich im Wintersemester 1935 mit der Beobachtung von *A. proteus* so weit fortgeschritten war, um zum Beweis des Angeführten Mikrophotogramme herzustellen, war die Zucht ausgestorben. Im Sammelmateriale des vergangenen Jahres ist *A. proteus* nicht mehr vorgekommen, statt ihr fand ich jedoch im März und April

1936 einige Exemplare von *A. laureata*, von welchen die nachstehenden Aufnahmen verfertigt wurden.

Nachdem die von mir untersuchten Exemplare nicht in allen Merkmalen der von PENARD beschriebenen Form entsprechen, will ich das Tier an dieser Stelle kurz besprechen.

Die Größe meiner Exemplare ist bei der Limaxform 400—500  $\mu$ . Das kriechende Tier besitzt einen sohlen- oder tränen-, manchmal einen nahezu wurstförmigen Körper (siehe die Photoaufnahmen), hinten mit einer aus feinen Fäden gebildeten Quaste. Diese Quaste ist entweder abgeschnürt knospenförmig oder sie geht ohne Einschnürung in den hinteren Körperteil über. Die Quaste ist bei ein und demselben Tier nicht immer vorhanden, sie kann auf kurze Zeit verschwinden, wobei dann das stumpf abgerundete Körperende entweder glatt oder mit flachen Papillen bedeckt ist. Am Tiere befinden sich nur selten mehrere Fortsätze, gewöhnlich nur zur Zeit der Nahrungsaufnahme. Mehrere Fortsätze bildet es auch, wenn wir mit der Pipette einen Wasserstrahl darauf drücken, um es vom Substrat wegzuheben. Wenn wir das Tier plötzlich einem starken Lichtstrahl aussetzen, so unterbricht dasselbe seine kriechende Bewegung und bildet ebenfalls mehrere Pseudopodien. Die auf diese Art gebildeten Fortsätze sind für gewöhnlich kurz, am Ende nicht zugespitzt, häufig sogar etwas keulenförmig.

Der Körper ist mit einem dünnen, hyalinen Ectoplasma gleichmäßig bedeckt, welches nur hinten eine etwas dickere Schicht bildet. Pellicula finden wir auch am Vorderende des fließenden Körpers und an der Spitze der Pseudopodien; sie ist aber bei diesen Tieren an den genannten Stellen nie dicker, als auf den Seitenteilen. Wenn das Tier auf eine plötzlich wechselnde Reizwirkung stehen bleibt und sich gleichzeitig zusammenzieht, so wird das Ectoplasma der Seitenwände immer dicker und dicker, zur selben Zeit verschwindet jedoch das hyaline Ectoplasma vom vorderen Körperende und von der Spitze der eventuell vorhandenen Pseudopodien. Diese derart zusammengezogenen Tiere können am hinteren Körperabschnitt kurze, dünne und nur aus hyalinem Plasma bestehende Pseudopodien bilden, welche stark an die glasartigen Pseudopodien der Arcellen und Difflugien erinnern. In diese Scheinfüße kann auch das unter dem hyalinen Ectoplasma angesammelte körnelige Entoplasma hineinfließen, doch kann während dessen der Scheinfuß wieder vollständig hyalin werden. Nachdem wir auch am Vorderende der für gewöhnlich kriechenden Amöbe sehen, daß auf die äußere dünne hyaline Zone nach innen immer eine fein und verschwommen gekörnelte Zone folgt, können wir daraus bezüglich der Morphologie der Pelliculabildung sehen, daß dieselbe aus der Verflüssigung der Körnchen des feingekörnelten, sonst aber hyalinen, Protoplasmas entsteht. Wenn also die hyaline Zone am Vorderende des infolge einer Reizwirkung stehenbleibenden Tieres verschwindet, so haben sich eigentlich diese Körnchen zur Pellicula umgebildet, welche infolge Stillstandes der Plasmaströmung nicht ersetzt werden; an den Seitenwänden des zusammengezogenen und ständig dicker werdenden Tierkörpers vermehrt sich infolge der Kontraktion und in Ermangelung des verminderten Entoplasmas außen das hyaline Protoplasma, sowie nach innen die erwähnte feingekörnelte Zone, durch welche eigentlich das Vorderende des in Bewegung befindlichen Tieres charakterisiert wird. — Aus alldem wird also klar, daß das Gleichgewicht zwischen dem Ento- und Ectoplasma des kriechenden Tieres durch einen ständigen Vorgang: der Strömung des Entoplasmas aufrechterhalten wird; sobald das Tier stehenbleibt und die Entoplasmaströmung aufhört, treten insofern Störungen im Gleichgewicht ein, als das Ectoplasma der Seitenwände des Körpers nach und nach immer dicker wird.

Die Bewegung des Tieres ist auffallend schnell. Die Strömung des Entoplasmas ist derart schnell, daß sie auf unseren Aufnahmen bei halbsekundenlanger Exposition immer verschwommen dargestellt wird. Demgegenüber zieht die ectoplasmatische Schicht immer langsam nach hinten. In das nach hinten gleitende Ectoplasma sind nicht nur die Pulsationsblasen, sondern auch die Kerne, kleine Kristallkörnchen und lichtbrechende Reservekügelchen verklebt, doch gelangen sie sämtlich in einer gewissen Entfernung vor dem hinteren Körperende von neuem ins Entoplasma. Die Pulsationsblase jedoch und bei manchen Tieren die ausgeschiedenen lichtbrechenden Kriställchen sammeln sich in auffallender Menge am Hinterende des Körpers an.

Mitunter kommt auch die angeheftete Pulsationsblase für kurze Zeit wieder in die Entoplasmaströmung, doch klebt sie sich schnell wieder an, um sich eventuell von neuem loszulösen. Diese sich wieder anklebende Blase bleibt selbstverständlich in der langsameren äußeren Zone des Entoplasmastromes und kann auf diese Weise nicht weit weggeschleppt werden. Gleichzeitig wird sie durch ihre erhöhte Klebrigkeit daran verhindert, sich vom Ectoplasma stärker loszulösen.

Die Kerne sind außen auffallend gekörnelt, mit einer homogenen, nicht stark lichtbrechenden Materie angefüllt. Ihre Zahl schwankt um 50 herum.

Die Höchstzahl der Pulsationsvakuolen beträgt 10; ihre Größe ist bei ein und demselben Tier verschieden. Eine angefüllte Blase kann sich in der Frontalgegend des vorderen Körperteiles anheften und — wie ich dies wiederholt beobachten konnte — ohne Entleerung nach hinten in die unmittelbare Nähe der Quaste gleiten. In der hinteren Körperhälfte kann sich langsam eine Papilla pulsatoria ausbilden. Die Pulsation ist häufig; bei einer Pulsation kann sich die innere Hemisphäre der Blasenwand auf die äußere anheften und mitunter eine kleine Restblase einschließen. Nach der Entleerung kann die Papilla pulsatoria in Form eines kleinen Scheinfußes weiter wachsen (s. Taf. 9 Fig. D, 12—14), wobei man beobachten kann, daß das Exkretionsplasma nicht sehr ausgedehnt und schwach gekörnelt ist. Die Körnchen besitzen eine ebenso auffallende Lichtbrechung, wie bei *Amoeba proteus*. Im Exkretionsplasma bildet sich für gewöhnlich nur eine Blase, welche für sich allein weiter wächst. Sie gelangt langsam in den Entoplasmastrom, wo sie nur einen einzigen Weg bis zum Vorderteil des Körpers zu machen hat. Im vorderen Körperteil gelangen mitunter mehrere Exkretionsplasmaflecke nebeneinander und dort kann gleichzeitig gut beobachtet werden, daß die Blasen von verschiedener Größe sind. Die angehäuften Blasen trennen sich früher oder später voneinander. Ihre Verschmelzung konnte ich nicht beobachten; doch müssen wir dies auf Grund unserer bei anderen Arten beobachteten Erfahrungen auch hier für wahrscheinlich halten.

Im Entoplasma sind außer den Zellkernen Kristallkörper, mit den Zellkernen gleich große, aber glänzendere, kleine nährstoffartige Reservekügelchen, sowie mit Nahrung angefüllte Verdauungsvakuolen enthalten. Die Nahrungsvakuolen haben keinen Wasserraum und der Körper des Tieres besitzt überhaupt keine schaumige, sondern eine grobgekörnelt Struktur. Zur Ernährung dient Detritus. Mit Vorliebe werden im Laboratorium verendete Ciliaten, hauptsächlich Chilodonellen eingefangen. Es gelangen auch pflanzliche Überreste und darunter Braunalgen in den Körper. Ich sah sie auch farblose Flagellaten einverleiben. — Das Hinterende des kriechenden Tieres ist häufig von Exkrementanhäufungen umgeben.

Das besprochene Tierchen bewegt sich — wie erwähnt — äußerst schnell, dabei bildet er selten seitliche Pseudopodien, sondern fließt gewöhnlich tränenförmig direkt oder schlängelnd, während es den

rückwärtigen Körperteil gleichmäßig nachschleppt. Seine Bewegung ist gewöhnlich eine ununterbrochene, nur selten explosiv hervorquellend. Letzteres kann nur dann beobachtet werden, wenn das Tier unterwegs plötzlich stehenbleibt und erst nach einer Zeit weiterfließt.

Da Pseudopodien selten auftreten, kann man den einmal gebildeten Scheinfuß ungestört verfolgen, sogar mit einer einfachen Leika-Kamera an Bildern festhalten. In Taf. 9 Fig. A sehen wir dasselbe Tier in 9 nacheinander folgenden Bildern festgehalten. Die Ortsveränderung des Tieres kann hier mit Hilfe des von ihm wegstehenden Doppelstriches (bzw. Kreuzes) verfolgt werden. In Taf. 9 Fig. A, 1 u. 2 treibt das Tier nach oben rechts ein Pseudopodium, welches sogar in 3 nach rechts einen kleinen neuen Zweig gebildet hat. Das nach vorn links stehende Pseudopodium nimmt von 1—2 etwas ab, in 3 dagegen fängt es an neu hervorzuwachsen und wie dies die folgenden 7 Figuren darstellen, wächst es fortwährend nach links vorwärts. Infolgedessen ist auf den Figuren 3—9 a) die ständige Abnahme des rechten verzweigten Scheinfußes und b) gleichzeitig die Verlagerung auf das Körperende zu beobachten. Noch merkwürdiger ist dagegen, daß c) während dieser Verlagerung der Winkel, welcher an der Fig. A 3 einerseits zwischen dem Scheinfuß und dem durch ihn getrennten vorderen und hinteren Körperteil eingeschlossen ist, beinahe unverändert bleibt. d) Weit wichtiger ist jedoch unsere andere Feststellung, daß das Pseudopodium im Verhältnis zu den fixen Punkten der Umgebung (ein solcher ist auf den Fig. 1—9 mit einem kleinen Kreuz oder Pfeil bezeichnet), also im absoluten Sinne trotzdem nicht rückwärts verlagert wird, sondern an seinem Platz bleibt oder selbst etwas vorwärts kommt.

An Taf. 9 Fig. B sehen wir ein schlängelndes Exemplar, welches in Fig. B 2 nach links ein papillenförmiges Pseudopodium getrieben hat. Diese Papille gerät bis Fig. B 9 beinahe an das Hinterende, während es nach der Fig. B 6 etwas von neuem zu wachsen begann. Links, an der rückwärtigen Seite der Papille sehen wir in der Umgebung einen nahezu horizontalen Strich (rechts mit einem schwarzen Körnchen bezeichnet), welcher an der Reihe der Figuren bis Fig. B 8 immer hinter der Papille klar wahrzunehmen ist. Mit Hilfe dieses Striches können wir auch hier zweifellos feststellen, daß die Papille im absoluten Sinne auch hier nicht nach rückwärts von ihrem Platze verschoben wird, sondern im Verhältnis zu ihrer Umgebung immer am Platze bleibt. — In derselben Figurenreihe bildet sich in Nr. 5 rechts eine kleine Warze, welche

an Nr. 6 dadurch klar hervortritt, daß das Vorderende schief nach links weiterfließt. e) Die so entstandenen zwei Papillen geraten bis auf Nr. 9 immer näher zueinander, ein schöner Beweis für die Verkürzung des entsprechenden Körperabschnitts. f) Außerdem entsteht in Nr. 6 eine charakteristische geweihartige Form des Körpers, welche die nächste Figurenreihe hindurch, zwar fortwährend verkleinert, aber in ihrer Gestaltung beibehalten wird.

Schon diese Tatsache, daß nämlich während der Bewegung eine ausgebildete Körperform (Taf. 9 Fig. B 6) sowie die Neigungswinkel der verschiedenen Körperabschnitte immer unverändert bleiben, beweisen, daß der Amöbenkörper an Stellen, wo er gerade nicht fließt, eine gewisse Steifheit besitzt, was wir nur mit dem Gelzustand des Ectoplasmas erklären können.

Noch mehr beweisend sind in dieser Hinsicht die nächsten Fig. C—D.

An Taf. 9 Fig. C sehen wir in Nr. 1 eine zusammengezogene Amöbe, welche vorher im schiefen Bogen nach rechts hinunter floß, in diesem Moment jedoch rechts nach oben ein neues Pseudopodium bildet, in dessen Richtung das Tier in Limaxform nach links ab-schwenkend durch die Figurenreihe Nr. 1—6 weiterfließt. An diesen Figuren ist nicht der Umstand auffallend, daß dieses Pseudopodium in Nr. 6 ebenfalls an das Hinterende gelangt, sondern g) daß es inzwischen und zugleich während seiner Verkürzung seine krumme Form und die Lage zum Körper fortwährend beibehält. Dieser Fall beweist wieder klar, daß nicht nur der Körper der Amöbe (s. f), sondern sogar ein gewesenes Pseudopodium steif wird, sobald es weiterzuwachsen aufhört. Auch in dieser Figurenreihe ist von neuem festzustellen, daß sich der einmal ausgebildete Körperbug nicht mehr verändert (s. f) (s. Nr. 4—6). Der Pfeil und das Kreuz bezeichnet auch in diesen Figuren einen fleckartigen Fixpunkt, welcher wieder klar zeigt, daß das Pseudopodium nicht selbst nach rückwärts gerät, sondern an der Bildungsstelle bleibt und seine Rückwärtsverlagerung bloß eine relative ist.

An Taf. 9 Fig. D sehen wir ein 4. Tier, welches sich in der Nähe einer Arcella bewegt. An den Abbildungen können wir als fixe Stellen zwischen der Arcella und der Amöbe eine Kreuzlinie (s. Nr. 1 bis 7) und oberhalb der Amöbe eine schief nach rechts aufsteigende Bogenlinie beobachten, an welcher die Amöbe zwischen 9 u. 14 durch-marschiert. Die genannten Fixpunkte bezeichnet in Taf. 9 Fig. D Nr. 1, 7, 8 u. 14 je ein Kreuzstrich. Auf dieser Figurenserie können wir verschiedene Erscheinungen beobachten. In Nr. 1 entsteht oben

an der Außenseite des Hakens eine ganz niedrige Warze, welche in Nr. 2 an der Außenseite des winkelförmig gebrochenen Körpers klar zu sehen ist. Diese Warze kommt in der Reihenfolge der Bilder bis Nr. 7 an das Hinterende. Ebenfalls in Nr. 6 bildet sich nach unten eine andere Papille, welche gleichfalls bis Nr. 14 unten an das Hinterende kommt. An Nr. 13 bildet sich vor dieser Warze eine dünne, nach unten blickende Papille, welche eine Papilla pulsatoria ist. — Außer dem Gesagten können auf der Abbildungsserie zweimal gutbegrenzte Körperabschnitte festgestellt werden. So sehen wir in Nr. 3 u. 9 zwei, an dem hakenförmig gebrochenen Tier durch Winkel abgegrenzte, an der Figur mit ← bezeichnete Körperabschnitte, die im Laufe der nächsten Figuren (zwischen Nr. 3 u. 6 und zwischen Nr. 9 u. 14) immer kürzer werden, als klaren Beweis dafür, wie Körperabschnitte im Laufe des Vorwärtskriechens abgekürzt werden (s. e), ohne daß sie ihre Lagerungsverhältnisse oder ihren Neigungswinkel verändern würden. Hier in dieser Fig. D sehen wir im allgemeinen noch charakteristischer, daß die Amöbe ihre einmal angenommene Körperform (Neigungswinkel der einzelnen Körperabschnitte) während des Weiterfließens beibehält.

Aus unseren Beobachtungen an *Amoeba laureata* geht also klar hervor, daß die äußere Körperschicht einer Amöbe nicht fließend, sondern gelatiniert, gewissermaßen starr ist, in einer Weise jedoch, daß die Starrheit nicht die Verkürzung verhindert. Im allgemeinen können wir aber sagen, daß eine Amöbe in einer tütenförmigen, hinten abgeschlossenen Röhre fließt, deren Wand während des Fließens fortwährend verkürzt wird. Aus dieser Verkürzung bzw. dem dabei abgegebenen Material stammt die innere fließende Flüssigkeit und selbst dieses fließende Material wird vorne zum Ersatzbau der Röhre verwendet.

### Die Pulsation bei *A. proteus*.

Zuerst einige Bemerkungen über die Zahl der Blasen und die Frequenz der Pulsation. Es arbeiten bei dieser Amöbenart in den beobachteten Exemplaren je eine oder je zwei Blasen. Das Schicksal derselben ist äußerst leicht zu verfolgen und die Erscheinungen sind sehr genau zu beobachten, da das Exkretionsplasma, wie es schon von METCALF wahrgenommen wurde, mit größeren lichtbrechenden Körnern vollgepfropft ist.

Die Frequenz der Entleerung variiert bei den einzelnen Exemplaren gewöhnlich zwischen 4—8 Min. Selten findet man als Höchstleistung eine 2 Min. 5 Sek.-Frequenz. Auch bei einem und

demselben Exemplar wechselt die Pulsationsfrequenz bei sonst gleichen Außenbedingungen (bei gleicher Temperatur und Konstanz der Salzkonzentration des Mediums), und zwar nach der Zahl der Pseudopodien bzw. Form des Körpers. Wiederholt habe ich samt meinem Hilfspersonal beobachtet, daß ein Exemplar in der Radiosaform (mit zahlreichen Pseudopodien) viel schneller pulsiert als in der eventuell gleich darauffolgenden Limaxform. Ich habe dabei von einer 4 Min.-Frequenz ein Sinken auf 6 Min. beobachtet, bei wiederholter Rückkehr zur Radiosaform eine Erhöhung auf 4,5 Min. Aus diesen Feststellungen ist nun klar, daß die relative Größe der Diffusionsfläche (d. h. relative Zahl der Pseudopodien) von Einfluß auf die Pulsation ist, indem Vergrößerung der Diffusionsflächen bei gleicher Protoplasmanmenge zur Erhöhung der Frequenz führt. (Mit dieser Frage beschäftigte ich mich in einer Studie 1935 ausführlich im Kapitel XV.)

Unser Protoplasmaproblem wird erst bei Betrachtung der Nacheinanderfolge der Exkretionsphasen recht angeschnitten.

Die Entleerung erfolgt immer in angeheftetem Zustand der Blase. Ungefähr 1 Min. lang ist hier das Exkretionsplasma zuerst an das Ectoplasma, bald aber an die Pellicula fixiert. Von dieser Zeit fällt  $\frac{3}{4}$  Min. vor die Entleerung. Nach der Entleerung ist die Ausbreitung des Exkretionsplasmas infolge der Körnelung ebenso leicht feststellbar als im Blasen Zustand. Anfänglich sieht man im leeren Plasma eine kurze Weile noch keine neuen Blasen (selten bleibt eine kleine Residualblase). Die ersten kleinen Bläschen erscheinen in den einzelnen Exemplaren verschiedentlich zwischen 10 bis 45 Sek. nach der jeweiligen Pulsation. Diese treiben das Exkretionsplasma wieder weit auseinander. Inzwischen reißt sich das mit kleinen Blasen erfüllte Plasma von der Pellicula ab und gerät in das strömende Entoplasma wieder zurück.

Die Bläschen wachsen dabei weiter und zwar entweder durch die fortgesetzte Exkretion oder infolge des Zusammenfließens von kleineren Blasen. Das Zusammenfließen erfolgt anfänglich viel schneller und häufiger als später. Oft erscheint sehr früh eine Zentralblase, die die anderen nacheinander gleichwie aufsaugt. Das andere Mal verschmolzen unregelmäßig die Blasen bis auf 3—4, wo man noch nicht vermerken kann, welche eigentlich die künftige Hauptblase ist. Auch das endgültige Zusammenfließen der Blasen in eine große Blase erfolgt nach sehr verschiedener Zeit. In einem und demselben Exemplar variierte z. B. die Zeit des Ineinanderfließens zwischen 1 Min. 20 Sek. und 2 Min. 25 Sek. An anderen Exemplaren konnte ich feststellen, daß erst in der 5. Min. die letzten Nebenblasen ver-

schwanden. Hervorzuheben ist, daß wenn einmal die Hauptblase allein geblieben ist, keine Nebenblasen mehr neugebildet werden. Zu dieser Zeit bildet nämlich das Exkretionsplasma eine so dünne Wand um die Vakuole, daß kein Platz mehr für neue Blasen vorhanden ist. Es ist aber sehr leicht möglich, daß an diesem Grad nicht der Platzmangel fürs Fehlen der Nebenblase verantwortlich ist, sondern ein veränderter physikalischer Zustand des Exkretionsplasmas, der eben die Neubildung kleiner Blasen verhindert. Die große Blase wächst indessen allein weiter, die Exkretion wird also weiter fortgesetzt. Inzwischen scheidet sich die Blase vom strömenden Entoplasma und bleibt unvermeidlich am Ectoplasma, später an der Pellicula hängen. Zugleich stellt sich die Exkretion ein, die Vakuole wächst nicht mehr weiter, so daß am Ende beinahe 1 Min. lang (36 bis 60 Sek.) keine Exkretion mehr erfolgt. Inzwischen entsteht meist eine kleine Warze an der Oberfläche (Papilla pulsatoria), deren Spitze dann rundlich geöffnet wird. Der Porus excretorius ist also kein Riß an der Pellicula, sondern immer eine nahezu gleich große rundliche Öffnung, die mit glänzender Pellicula begrenzt ist.

Auch während der Entleerung vermerkt man interessante Dinge. Die Entleerung dauert an den nichtgepreßten Tieren 3—6 Sek. Liegen aber die Tiere unter dem Deckglas, so kann die Entleerung 30 Sek. (in einem Fall sogar 60 Sek.) ausgezogen und dabei eventuell nicht vollendet werden. Wenn eine Blase bloß bis zur Hälfte entleert wird, dann wächst sie von neuem an, ohne Nebenblasen gebildet zu haben.

Die in der Weise langsam pulsierende Blase bleibt immer rund. Fließt aber der Inhalt schnell aus, so bleibt die Wand während der Entleerung nicht mehr rundlich, sondern es erscheinen an derselben im entleerten Zustand verschiedene Figuren: z. B. Sensenform, Dreistrahler, Doppeldreistrahler, eine gerade Platte oder ein rundlicher Knoten. Alle Fälle, wo die Blase nicht rundlich zusammenfällt, sondern die Form eines ein- oder beiderseitig gepreßten Gummiballes annimmt, deuten klar darauf hin, daß die Blase nicht ausschließlich aus eigener Kraft, sagen wir infolge Kontraktion entleert wird, sondern sie zeigen, daß die Blase bei der Entleerung gepreßt wird. Das beweist aber, daß im Körper der Amöbe ein Druck existiert.

Ich will diese Beobachtung und ihre Verwertung besonders mit Rücksicht darauf hervorheben, daß ich mich in jüngster Zeit (1935) mit der Möglichkeit einer eigenen Kontraktion ausführlich befaßte und dabei infolge Erfahrungen, die an Ciliaten gesammelt worden

sind, stark für die eigene (Pseudo-)Kontraktion der Blase eingetreten bin. Hier sieht man aber, daß auch ein Körperdruck stark bei der Entleerung mitspielt, den ich aber auch l. c. betont habe.

Kinetisch unterscheiden wir zwei Abschnitte in jedem Exkretionszyklus. Der eine ist in einer Wanderung im strömenden Entoplasma, der andere durch Anheften an das Ectoplasma gegeben. Es scheint von vornherein wahrscheinlich, daß das wandernde Exkretionsplasma gleich seiner Umgebung weich, halbflüssig, das angeheftete dagegen, ähnlich seiner Umgebung, gelatiniert ist. Den Zustandswechsel hat TAYLOR (1923) nachgewiesen; ich selbst habe mich mit dieser Erscheinung im Jahre 1935 ausführlich beschäftigt.

Einen Beweis dafür, daß das Exkretionsplasma seinen physiologischen Zustand ändert, können wir vorerst durch mikroskopische Beobachtungen liefern. Wenn wir nämlich sehen, daß ein Exkretionsplasma während seiner Wanderung jedem Hindernis nachgibt, die Alveolen- und Verdauungsblasenwände bei Berührung nicht eindrückt, dagegen zwischen Kern und Ectoplasma selbst zusammengepreßt als dünner Schleifen vorbeieilt, so weist diese leicht und in jedem Moment auftretende Formveränderung darauf hin, daß das wandernde Exkretionsplasma stark verflüssigt ist. Wenn dagegen das angeheftete Exkretionsplasma mit seiner Pulsationsblase keinem Druck ausweicht, Kern, Kristalle sowie alle anderen Einschlüsse des Entoplasmas aus dem Wege geschoben werden, so heißt es, daß der verflüssigte Zustand aufgegeben und statt dessen ein fester Gelzustand hervorgerufen wurde.

Erfahrungen im Falle von zwei Blasen. In einzelnen Exemplaren von *A. proteus* erschienen zwei separate Blasen, die interessante Beiträge zur Frage der Exkretion und Veränderung der Plasmazustände gaben.

1. Die Blasen waren immer verschieden groß (ob durch Zufall, läßt sich nicht entscheiden) und daher konnten wir interessante Erscheinungen herstellen.

2. Die kleinere Blase pulsierte gegen Erwarten immer langsamer, als die größere, im äußersten Fall auch zweimal langsamer. Im allgemeinen können wir also sagen, daß die Lebenstätigkeit dieser kleinen Blase schwächer ist als die der größeren. (Ähnliches fand ich 1935 auch bei *Prodiscophrya Collini*.)

3. In der Mehrzahl der Fälle zirkulieren im Entoplasma und heften sich nachher separat auf die Pellicula die beiden Blasen bzw. Exkretionsplasma. Doch tritt nicht selten eine Verschmelzung

beider Organellen ein, wobei das Verkleben immer während der Zirkulation im Entoplasma erfolgt.

3. a) Auch im verklebten Zustand bewahren die beiden Vakuolen ihre Selbständigkeit, indem schließlich in der Exkretionsplasmamasse auch hier fast immer zwei verschieden große Blasen erscheinen, die separat an verschiedenen benachbarten Öffnungen entleert werden. Auch die Unterschiede in der Frequenz werden hierbei aufrecht erhalten.

An 3 Tieren mit Doppelblasen konnten wir doch insgesamt in 6 Fällen das Verschmelzen beider Blasen feststellen. Einmal sah ich genau, daß die kleinere Blase gleichsam in die größere pulsierte; ihr eigenes Exkretionsplasma blieb nachher doch insofern selbständig, daß darin sofort kleine Blasen entstanden und die kleinere Pulsationsvakuole wieder selbständig da war, bevor sich die ursprüngliche große Blase nach außen entleerte. Die Selbständigkeit der beiden Blasen wird also, und zwar in allen 6 Fällen, wenn sie zufälligerweise verschmolzen waren, doch bewahrt bzw. wieder hergestellt.

4. Die verklebten Blasen bzw. Exkretionsplasmamassen werden schließlich doch immer getrennt! Die Scheidung erfolgt immer in dem an die Pellicula angeklebten Zustand und zwar im Falle, wenn entsprechende Phasenunterschiede in der Entleerung da waren. In diesem Zustand ist nämlich die eine Blase bzw. ihr Plasma klebriger, bleibt also trotz der Entoplasmaströmung noch eine Weile an die Pellicula angeheftet, die andere dagegen ist inzwischen schon flüssiger, weniger klebrig geworden und wird durch den Plasmastrom mitgerissen.

5. Zuerst hat FORTNER (1926) und später auch ich (1934) bei einigen Ciliaten, Suctorien und Amöben festgestellt, daß die Blasen eines und desselben Exemplars nicht mit gleicher Frequenz pulsieren. Als Ursache hierfür fanden wir die verschiedenen Lagerungsverhältnisse der Blasen zu den übrigen Körperteilen. Die sog. „Kernblase“ pulsiert bei *Paramecium* immer langsamer als die „Pharyngealblase“. Ähnliches fand ich auch bei *Arcella discoïdes*. Hier aber, bei *A. proteus* tritt keine unterschiedliche Beziehung zu den verschiedenen Körperteilen zwischen den zwei Blasen auf, daher sind wir gezwungen, hier individuelle Unterschiede zwischen beiden Exkretionsplasmamassen in einem und demselben Tier anzunehmen. Woher dies hier stammt, kann ich nicht angeben; ich will bloß darauf hinweisen, daß bei *Paramecium caudatum* — wie ich bereits hervorgehoben habe — Pulsationsunter-

schiede auch daraus erklärbar sind, daß dort die eine Blase immer frisch nach der letzten Teilung entstanden ist. Es mag auch hier sein, daß zwei Blasen nach einer verhinderten Teilung entstanden sind.

Wir können nach dem oben Gesagten die physiologische Seite der Exkretion folgenderweise charakterisieren. Die Exkretion selbst verläuft im Entoplasma und beansprucht einen weichen, verflüssigten Zustand des tätigen Plasmas. Das weiche Plasma entbehrt die zur Entleerung der Blase nötige Spannung. Schließlich wird das Exkretionsplasma am Ende seiner Zirkulation gelifiziert, worauf dasselbe sich an das Ectoplasma anheftet. In einem Gelzustand ist die Spannung für eine Entleerung gegeben; dieser Zustand ermöglicht zugleich das Haftenbleiben. Er dauert bei den Amöben verhältnismäßig lange; während dieser Zeit wird das Ectoplasma über dem Exkretionsplasma abgeschmolzen, die Pellicula aufgeweicht und diese beiden Vorgänge beanspruchen eine gewisse Zeit. Vielleicht wird außerdem auch die Gelifikation weiter verstärkt, die ebenfalls Zeit benötigt.

### Zusammenfassung.

1. Wir können sowohl im Körper als im Exkretionsplasma der Amöben (*A. proteus*, *laureata*) Zustandsänderungen feststellen.

a) Im Körper gehen diese Veränderungen unaufhörlich nebeneinander vor sich, indem das flüssige Entoplasma vorn seitlich im Pseudopodium fortwährend gelatiniert wird und indem sich dasselbe entlang des Körpers in die Quastengegend zurückzieht und nachher auch von der Quaste aus sukzessiv Gelplasma in Solplasma umgewandelt wird.

b) Die Zustandsveränderungen des Exkretionsplasmas folgen dagegen nacheinander. Die Wand der angefüllten Blase wird gelatiniert, das Exkretionsplasma wird klebriger und infolgedessen heftet sich die Blase eine Weile ( $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{6}$  Zeitspanne des Zyklus) an die Pellicula an. Darauf folgt ein mehr weicher, halb Solzustand, wo das Exkretionsplasma von der Pellicula durch die Entoplasmaströme abgerissen und mitgeschleppt wird ( $\frac{3}{4}$ — $\frac{4}{5}$  Zeitspanne des Zyklus). Solzustand entspricht der Exkretions-, Gelzustand der Entleerungsphase.

2. Das Vorwärtsströmen des Entoplasmas ist eine eindrucksvolle, offensichtliche Erscheinung. Der Rückzug des Ectoplasmas in die Quaste hinein ist aber nicht klar sichtbar, er wird jedoch durch die Rückwärtswanderung 1. der gewesenen Pseudopodien

2. der angeklebten Exkretionsblasen und 3. der angehefteten Exkretionskörner sicher erwiesen.

3. Selbst die Verkürzung des Ectoplasmas ist während dieses Rückzuges nicht sichtbar, sie wird aber durch die Abnahme der Entfernung zwischen zwei Fixpunkten bewiesen; solche sind die Basalabschnitte von je zwei Pseudopodien, dann durch Knickungen begrenzte Körperabschnitte oder je zwei eingeklebten Sekretkristalle.

4. Unsichtbar sind auch die Zustandsänderungen des Exkretionsplasmas; sie werden jedoch durch den Umstand bewiesen, daß die Blase in ihrem angeklebten Zustand, obwohl sie nach rückwärts wandert, durch den entgegengesetzten Strom des Entoplasmas und seiner Einschlüsse nicht deformiert wird, wogegen das abgerissene und im Strömungsplasma mitgeschleppte Exkretionsplasma sowohl mit dem kleinen als mit der einzigen großen Blase, obwohl sie in gleicher Richtung mit dem Strom wandert, durch die kleinsten Hindernisse (Kern, Verdauungsblasen) immer plastisch umgestaltet wird.

5. Es entsteht ein Körperdruck im Amöbenkörper größtenteils aus der Verkürzung des rückwärtsgleitenden Ectoplasmas (im Grunde genommen aus seiner Dehydratation) und zum kleinen Teil aus der Überschwemmung des Körpers mit Diffusionswasser.

6. Die Folge dieses Druckes ist, daß

a) dort, wo demgegenüber ein Druckminimum (d. h. Aufweichen der Pellicula) an der Pellicula entsteht, ein Pseudopodium hervorbricht und

b) wo durch das Exkretionsplasma an der Pellicula ein Druckminimum hervorgerufen wird, dort wird eine Papilla pulsatoria getrieben und weiterhin überhaupt

c) an diesem Druckminimum die Exkretionsblase zum Entleeren gezwungen wird.

7. In der Exkretionsblase entsteht dazu für diesen Zweck separat auch noch ein Eigendruck, und zwar auch hier infolge der Gelifikation des Exkretionsplasmas.

8. Wenn aber Pseudopodien in fortdauerndem Fluß gebildet werden, so könnte man meinen, daß hier doch der Körperdruck immer und immer abgeleitet wird, daß er also eigentlich nicht besteht. Doch wird er bewahrt, indem

a) eine Pellicula überall vorhanden ist und

b) indem die hohe Viskosität des Entoplasmas ein momentanes Ausgleichen des Druckes verhindert. Wir können überhaupt sagen, daß der Grad der Entoplasmaviskosität in gewisser Hinsicht zugleich das Maß des Körperdruckes an der betreffenden Stelle bedeutet.

9. Ein gewesenes Pseudopodium wird entleert, indem sein Druckminimum eingestellt wird und anderswo im Körper ein niederer Druck (ein anderes Druckminimum) entstanden ist. Auch in dem sich in Rückbildung begriffenen Pseudopodium spielt sich ein Ecto-Entoplasmaprozeß ab.

10. Der Ecto-Entoplasmaprozeß ist eine regulierbare Erscheinung. Ist sie rege, dann werden wenige, dafür aber breite Pseudopodien gebildet, die schnell hervorbrechen und schnell zum Schwund kommen können; die Quaste ist dabei klein. Ist sie jedoch langwierig, dann ist wenig Entoplasma vorhanden, die Pseudopodien fallen dünner aus, bestehen lange und es sind trotz des verlangsamten Hervorsprießens auf einmal viele Pseudopodien (Radiosa-zustand) vorhanden; die Quaste ist groß.

11. Die Quaste und ihr Kern ist ein vergängliches Lager der gewesenen Pseudopodien und des gewesenen Ectoplasmas des Körpers. Größtenteils aus ihr strömt das Entoplasma langsam durch Verflüssigung hervor.

12. Der Entoplasmastrom ist hinten eng und langsam, dabei der Grad der Viskosität des Entoplasmas noch groß, nach vorn dagegen immer breiter und breiter, zugleich schneller und schneller, mit fallendem Viskositätsgrad; daraus resultiert die konische (Sohlen-) Form des Limaxzustandes.

---

### Literaturverzeichnis.

- EYFERTH-SCHÖNICHEN (1927): Einfachste Lebensformen.
- FORTNER, H. (1926): Zur Frage der diskontinuierlichen Excretion bei Protisten. Arch. f. Protistenk. Bd. 56.
- GEITLER, L. (1937): Über einen Pilzparasiten auf *Amoeba proteus* und über die polare Organisation des Amöbenkörpers. Biol. Zbl. Bd. 57.
- GELEI, J. v. (1933): Wandernde Excretionsvacuolen bei den Protozoen. Arch. f. Protistenk. Bd. 81.
- (1934a): Die amöboide Bewegung infolge Membranenkontraktionen. Biol. Zbl. Bd. 54.
- (1934b): Amöbenforschung und Silbermethoden. Zool. Anz. Bd. 108.
- (1935): A Végvények kiválasztószerve stb. Das Excretionsorgan der Protozoen usw. Math. Term. Tud. Közl. Math. u. Naturw. Berichte. Vol. 37.
- PENARD, E. (1902): Faune Rhizopodique du Basin du Lemman. Genève.
- RHUMBLER, L. (1898): Physikalische Analyse von Lebenserscheinungen der Zelle. Arch. f. Entwickl. Bd. 7.
- TAYLOR, C. V. (1923): The contractile vacuole in *Euplotes*. Il. exp. zool. Vol. 37.
-

**Tafelerklärung.**

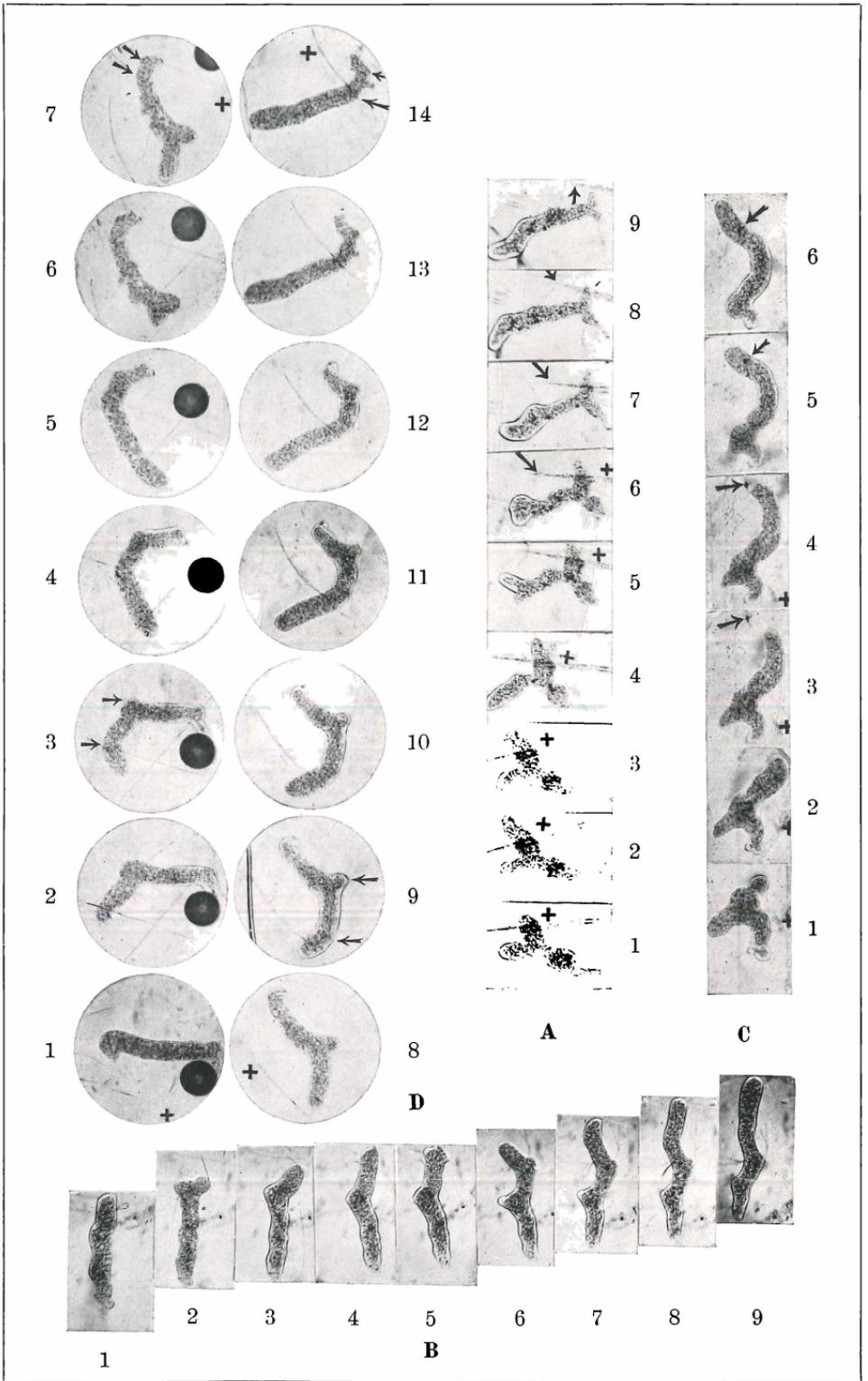
Fig. 1. *Amoeba laureata*. Bewegungszustände eines Amöbenexemplars. Die Kreuze und Pfeile bezeichnen die gleichen Fixpunkte der Umgebung. 40 ×.

Fig. 2. *Amoeba laureata*. Bewegungszustände eines schlängelnden Exemplars mit relativer Lageveränderung der kurzen Pseudopodien. Rechts vom Tier ein schwarzer Fixpunkt. Von Nr. 6—9 können zwei schwarze, an die Pellicula angeheftete Körnchen gut beobachtet werden, die nach rückwärts gleitend sich einander immer mehr und mehr nähern. 40 ×.

Fig. 3. *Amoeba laureata*. Ein krummes Pseudopodium, welches während des Vorwärtsschreitens seinen Neigungswinkel und seine Krümmung beibehält. Fixpunkte der Umgebung mit Pfeil bzw. mit Kreuz bezeichnet. 40 ×.

Fig. 4. *Amoeba laureata*. 14 Bewegungszustände eines Exemplars in der Nähe einer *Arcella*. Fixpunkte der Umgebung mit Kreuz bezeichnet. Mit Pfeilen werden die gleichen Stellen des Körpers bezeichnet. 40 ×. Man verfolgt die Veränderungen der Körperform am besten, wenn man die Abbildungen von der rechten Seite des Blattes betrachtet.

---



v. Gelei.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1936

Band/Volume: [88\\_1936](#)

Autor(en)/Author(s): Gelei József von

Artikel/Article: [Zustandsänderungen im Protoplasma der Amöben während der Ortsveränderung und während der Pulsation der Exkretionsblase. 295-313](#)