

Nachdruck verboten.

Übersetzungsrecht vorbehalten.

Aus dem Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten, Hamburg. Direktor: Prof. Dr. P. MÜHLENS; Protozoologische Abteilung, Vorsteher: Prof. Dr. E. REICHENOW.

Über die Vermehrung von *Blastocystis* in der Kultur¹⁾.

Von

Wilhelm Reyer

(Bot.-Mikrobiol. Institut der T. H. Karlsruhe).

Mit 2 Abbildungen im Text und Tafel 13—15.

Schrifttum und Schrifttumskritik.

Blastocystis ist ein sehr häufiger darmparasitärer Mikroorganismus, der im Menschen und vielen Tieren, auch Kaltblütern und Wirbellosen, aufgefunden wurde. Er ist von rundlicher Gestalt und enthält im Innern eine sehr große, lichtbrechende, meist homogene Vakuole. Trotz eines umfangreichen Schrifttums über diesen Parasiten ist über ihn nur sehr wenig sicher Fundiertes bekannt. BACH und KIEFER (1923) stellten auf Grund ihrer Untersuchungen und einer ausgezeichneten Zusammenstellung der Literatur fest:

„Unsere geschichtliche Übersicht über die sich mit *Blastocystis* befassende Literatur . . . läßt erkennen, daß sich bis in die neueste Zeit hinein die Ansichten über das Wesen der *Blastocystis* einander gegenüberstehen. Auch unsere Untersuchungen haben uns zu keinem klaren Ergebnis geführt. . . Von CUNNINGHAM als Bindeglied zwischen Amöben und Flagellaten aufgefaßt, von v. PROWAZEK, UCKE, BENSEN u. a. als *Trichomonas*-Cyste angesehen, von ALEXEIEFF endlich zum pflanzlichen Organismus erklärt . . ., haben gerade die letzten Jahre drei einander gänzlich entgegengesetzte Anschauungen zeitigt: im gleichen Jahr behauptet CHATTON, daß *Blastocystis* in den Entwicklungskreis eines Flagellaten gehöre, während KUENEN und SWELLENGREBEL zu dem Schlusse kommen, daß man es bei *Blastocystis* überhaupt nicht mit einem selbständigen Organismus zu tun habe, sondern mit einem

¹⁾ Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

Produkt von Nekrobiose gewisser, aber nicht näher bestimmter Zellen (Parasiten- oder Darmepithelzellen). Als allerletzte Neuheit endlich erscheint die Angabe von BARRET, daß es sich auf Grund geglückter Kulturversuche doch um einen pflanzlichen Organismus handele. Danebenher laufen die Hinweise auf die morphologische Ähnlichkeit mit Haplosporidienzellen vom Molch und Fisch, ohne daß sich diese Hinweise zu einer wirklichen Hypothese verdichtet hätten. Keine von allen diesen Hypothesen ist bis jetzt von anderer Seite so weit bestätigt worden, daß man sagen könnte, das Problem der *Blastocystis* sei gelöst.“

Inzwischen hat die *Blastocystis* durch vereinzelte Angaben in der Literatur, die ihn als Ursache von Darmstörungen ansprechen [YAKIMOFF und WASSILEWSKY (1925), CASTEX und GREENWAY (1925), MAZZA (1922), SILBERSTEIN (1929), SANGIORGI (1930, 1933), CICCHITTO (1935, 1937)], auch in medizinischen Kreisen Interesse erregt. Aber auch heute gehen die Ansichten über diesen Parasiten noch genau soweit auseinander wie vor 15 Jahren. Das möge an Hand von vier neueren Arbeiten kurz gezeigt werden. LOPEZ-NEYRA (1935) sieht die Blastocysten als Dauerstadien von Darmflagellaten an, aus denen sie in hypotonischen Medien entstehen sollen, während in hypertotonischen die echten Cysten gebildet werden. Er schließt dies aus Beobachtungen an frisch angesetzten Flagellatenkulturen. Nach REDAELLI und CIFERRI (1936) vermehren sich die Blastocysten nur durch Endosporulation, Knospung und Zweiteilung konnte nicht beobachtet werden; auf Grund vergleichender Untersuchungen wird *Blastocystis* in die Grünalgenfamilie der Protothekaceae eingereiht. Im Gegensatz dazu finden SCHILLING und SANTONI (1936) Zweiteilung durch Durchschnürung und Ektosporenbildung als einzige Vermehrungsformen und keine Endosporulation, sie weisen dem Parasiten eine Mittelstellung zwischen Pilzen, speziell Hefen, und den Protozoen zu. NEWIADOMSKI (1938) endlich glaubt, im Entwicklungszyklus submikroskopische Stadien sowie Formen, die an Körperzellen (in Tumoren im subkutanen Zellgewebe bei Ratten) erinnern, nachgewiesen zu haben.

Auch die Artfrage ist bei *Blastocystis* noch keineswegs geklärt. Sie beruht auf der Einteilung BRUMPTS (1912), der ohne irgendwelche Begründung hierfür für die verschiedenen Wirte verschiedene *Blastocystis*-Arten, darunter die *Blastocystis hominis* des Menschen, aufstellte. Auf Grund von Beobachtungen an *Blastocystis*-Kulturen unterschied LYNCH (1922 a u. b) drei *Blastocystis*-Arten beim Menschen, deren eine er mit BRUMPTS *Bl. hominis* identifizierte, während eine zweite, *Bl. gemmagina*, sich vorwiegend durch multiple Knospung vermehren sollte und die dritte, *Bl. sporogina*, durch Endosporenbildung; doch glaubt LYNCH, daß diese dritte Art vielleicht nur durch Parasiten-

befall veränderte *Bl. hominis* sei. KNOWLES und DAS GUPTA (1924) bestätigen zwar das Vorkommen der von LYNCH beschriebenen Vermehrungsarten, glauben aber nicht, daß eine Artunterscheidung auf dieser Grundlage möglich ist, sondern unterscheiden wie BRUMPT die *Blastocystis*-Arten lediglich nach der Herkunft.

Der heutige Stand des *Blastocystis*-Problems läßt also weitere Beiträge dringend erwünscht erscheinen.

Darüber, daß *Blastocystis* ein selbständiger Organismus ist, dürfte kaum noch ein Zweifel bestehen, und auch die Beobachtungen LOPEZ-NEYRAS vermögen diese gut fundierte Meinung nicht zu erschüttern, lassen sich vielmehr so erklären, daß beim Beimpfen der Kulturen mit in die Röhrchen gelangte Blastocysten in hypotonischen Medien die Flagellaten überwuchert haben. Im Tropeninstitut haben wir ähnliches auch häufig bei frisch angelegten Kulturen der *Entamoeba histolytica* in einzelnen Röhrchen beobachten können. Für die Selbständigkeit der *Blastocystis* spricht neben ihrer charakteristischen Struktur vor allem folgendes:

1. Die leichte Züchtbarkeit der *Blastocystis* in Kulturen.

Ich konnte, wie im einzelnen weiter unten ausgeführt wird, zahlreiche *Blastocystis*-Stämme fast ein Jahr lang in Kultur züchten, ohne daß jemals andere als typische *Blastocystis*-Formen in den Kulturen aufgetreten wären.

2. Die große Verbreitung der *Blastocystis*.

So konnte ich (REYER, 1938) durch Herauszüchten aus dem Stuhl bzw. Darminhalt bei insgesamt 112 Personen, davon 50 Leichen, in 76 Fällen, das sind 68,8 Proz., *Blastocystis*-Infektionen nachweisen. Diese Zahl geht weit über das hinaus, was bisher an Infektionshäufigkeit protozoischer Darmparasiten beim Menschen festgestellt wurde. So fanden GÖNNERT und WESTPHAL (1936), die mit den modernsten Methoden insgesamt 444 Stühle auf protozoische Darmparasiten untersuchten, folgende Infektionszahlen:

Flagellaten:		Amoeben:	
<i>Lambliia intestinalis</i>	13,5 Proz.	<i>Entamoeba histolytica</i>	34,9 Proz.
<i>Trichomonas</i>	2,5 „	<i>Entamoeba coli</i>	19,8 „
<i>Chilomastix mesnili</i>	1,4 „	<i>Jodamoeba bütschlii</i>	17,1 „
<i>Tricercomonas intestinalis</i>	4,3 „	<i>Endolimax nana</i>	26,4 „
		<i>Dientamoeba fragilis</i>	13,5 „

Insgesamt wurden in 69,3 Proz. der untersuchten Fälle Protozoen gefunden; das ist also rund derselbe Prozentsatz, den ich für *Blastocystis*-Infektionen fand. In der Annahme also, daß die Blastocysten Entwicklungsstadien von Darmprotozoen sind, würde dies bedeuten,

daß alle die verschiedenen, phylogenetisch weit getrennten Arten, Flagellaten wie Amoeben, imstande sein müssen, unter völliger Aufgabe ihrer spezifischen Struktur in die für alle gleiche oder wenigstens annähernd gleiche *Blastocystis*-Form überzugehen, eine Annahme, die einer ernsthaften Kritik wohl kaum standhalten dürfte.

Außerdem gelang mir in einem Fall, der lange Zeit unter Beobachtung stand, der völlig einwandfreie, eindeutige Nachweis, daß *Blastocystis* außer Hefepilzen der einzige nichtbakterielle Darmparasit war.

Mit diesen Tatsachen ist weder die Ansicht KUENEN und SWELLEN-GREBELS (1917), daß es sich bei *Blastocystis* um nekrobiotische Produkte irgendwelcher Zellen handelt, die in ähnlicher, wenn auch nicht so scharfer Form (in vielen Fällen veränderte Hefezellen) von SNIJDERS (1921) vertreten wurde, noch die neuerdings von LOPEZ-NEYRA (1935) wieder vertretene Anschauung, daß *Blastocystis* in den Entwicklungskreis anderer Parasiten (Protozoen) gehöre, vereinbar; sie beweisen die selbständige Natur der *Blastocystis*.

Die Angaben NEWIADOMSKIS (1938), daß im Entwicklungsgang der Blastocysten submikroskopische Stadien auftreten, bedürfen noch weiterer Bestätigung, aus Zeitmangel konnten entsprechende Untersuchungen nicht mehr angestellt werden, so daß auf sie nicht näher eingegangen werden kann. Hingegen soll im folgenden die Frage nach der Vermehrung der Blastocysten in der Kultur geklärt werden, dabei wird gleichzeitig auch das Art-Problem der menschlichen Blastocysten angeschnitten.

Material und Methode.

Die Kulturmethode für *Blastocystis*, mit deren Hilfe zehn menschliche Stämme und einer aus der Ratte fast ein Jahr lang in Kultur gehalten werden konnten, ist von mir schon an anderer Stelle (REYER, 1938) genau beschrieben worden, 2proz. Agar wurde mit einer Lösung von Pferdeserum und gepufferter Ringerlösung vom pH 7,5 überschichtet, diese wiederum mit Paraffinöl. Überimpft wurde alle 4 oder 5 Tage. Die Kulturen wurden bei 37° gehalten.

Das gute Wachstum der Kulturen ließ den Versuch wagen, Klone von *Blastocystis* anzulegen. Mit Mikropipetten, die in der Sparflamme des Bunsenbrenners ausgezogen wurden, gelang die Isolierung einzelner Blastocysten auf sterilen Deckglasstückchen, die in enge Kulturröhrchen geworfen wurden. Bei 37° bebrütet, ließen sich nach durchschnittlich 8—10 Tagen in einzelnen Röhrchen Blastocysten nachweisen. Von den etwa 200 Isolierungsversuchen hatten 9 Erfolg.

Die Beobachtungen über die Teilungsvorgänge wurden in Deckglaskulturen angestellt; auf einem Objektträger wurde in einen Tropfen Überschichtungsflüssigkeit sehr wenig Kulturmaterial verrührt und mit einem Deckglas bedeckt, das von Deckglassplitterchen gestützt wurde. Die Kulturen wurden mit Vaseline oder Paraffin

umrandet. Sie wurden bei 37° angesetzt und beobachtet. In ihnen wachsen die Blastocysten sehr unterschiedlich: während sie in einigen noch nach Tagen normal aussahen und sich normal vermehrten, degenerierten sie in anderen sehr schnell, ohne daß irgendwelche Faktoren als Ursachen hierfür angesprochen werden könnten. Diesbezügliche Untersuchungen ergaben, daß weder Sauerstoffspiegel noch die Menge oder eine eventuelle spezifische Empfindlichkeit der Blastocysten die Ursache für das unterschiedliche Wachstum sein kann; am wahrscheinlichsten scheint mir noch zu sein, daß das nicht inaktivierte Pferdeserum (individuelle Verschiedenheit, Alter des Serums und der Serumlösung) von Einfluß auf das Wachstum der Blastocysten in den Deckglaskulturen ist, aber auch die diesbezüglichen Versuche ergaben kein einheitliches Bild. So störend und zeitraubend dieses Verhalten der Blastocysten auch war, so hatte es doch das Gute, daß vor dem Absterben oft eigenartige Wachstumsbewegungen beobachtet werden konnten, auf die weiter unten näher einzugehen sein wird. Beobachtet wurde mit mittleren und starken Trockensystemen unter dem Mikroskop, das in einem heizbaren, auf 37° eingestellten Schrank stand, der lediglich oben eine enge Öffnung für den Mikroskoptubus und seitlich zwei verschließbare für die Hände zur Bedienung des Mikroskops hatte. Auf das Mikroskop aufgeschoben war ein Fotoaufsatz ZEISS Phoku (nach SIEDENTOPF), der auch während der Aufnahme die dauernde Beobachtung des Objekts gestattet, aber verkleinerte Bilder liefert. Es wurden orthochromatische Platten $4,5 \times 6$ benutzt und die betreffenden Stadien dann in Ausschnittsvergrößerung auf die angegebenen Vergrößerungen gebracht, die ungefähr der Größe, die sie während der Aufnahme im Vergrößerungstubus hatten, entspricht. Übertriebene Vergrößerung wurde also vermieden. Zur Kontrolle diente eine Testplatte, auf die die Strichplatte eines Objektmikrometers durch die beiden benutzten Trockensysteme photographiert worden war. Durch Einlegen dieser Platte in den justierten Vergrößerungsapparat konnte mit Hilfe eines Maßstabs die betreffende Vergrößerung auf der Vergrößerungskassette leicht abgelesen werden.

Die Vermehrungsweisen der Blastocysten in der Kultur.

In der Kultur zeigten die Blastocysten verschiedene Vermehrungsarten, und zwar

1. durch Zweiteilung durch einfache Durchschnürung,
2. durch einfache Knospung,
3. durch multiple Knospung,
4. durch Zerfall stark verzweigter *Blastocystis*-Formen in verschieden große Teilstücke.

Andersgeartete Vermehrungsvorgänge, insbesondere Endosporulation oder ähnliches, konnte niemals beobachtet werden. Hierauf wird weiter unten noch näher einzugehen sein.

Die Zweiteilung durch Durchschnürung erfolgt nach meinen Beobachtungen, wenigstens in den Anfangsstadien, sehr schnell. Taf. 13, Fig. 1—7 zeigt einen derartigen Vorgang: die zunächst runde *Blastocystis* wird elliptisch, beginnt sich einzukerben, bis eine Einschnürungsfurche deutlich sichtbar wird, die sich allmählich ver-

engert. So entstehen schließlich zwei meistens angenähert gleich große Tochterindividuen, die zunächst noch einige Zeit nebeneinander liegen bleiben, bis dann die endgültige Trennung erfolgt. Bei der Serie Taf. 13 Fig. 1—7 begann auf einem Stadium, auf dem, wie Taf. 13 Fig. 7 zeigt, nur noch eine sehr schmale Verbindung zwischen den beiden Tochterzellen bestanden haben kann, ein eigenartiger anormaler Wiederverschmelzungsvorgang, der auf Taf. 15 Fig. 27—34 dargestellt ist und weiter unten im Zusammenhang mit ähnlichen Fällen besprochen wird. Als Beweis dafür, daß die bis zu diesem Zeitpunkt verlaufenen Vorgänge als normaler Teilungsmodus anzusprechen sind, wurde die Serie durch eine zweite auf den gleichen Platten mitphotographierte eines anderen Stadiums ergänzt, die einwandfrei die nach der Durchschnürung erfolgende Loslösung der Tochterindividuen zeigt (13, 8—13). Auch Taf. 13 Fig. 14—19 zeigt noch einmal den Vorgang der Zweiteilung durch Durchschnürung, während sich ein anderes Tochterindividuum desselben Stadiums durch einfache Knospung (Taf. 13 Fig. 19—21) vermehrt. Bemerkenswert ist die Tatsache, daß die *Blastocysten* trotz dieser Teilungen beträchtlich heranwachsen. Die in diesem Präparat, dem ich auch die beiden Serien der multiplen Knospung verdanke, befindlichen Stadien lebten mehrere Tage lang und vermehrten sich bis fast zum Schluß normal. Auch das Stadium Taf. 13 Fig. 14 schritt am nächsten Tage in den meisten stark herangewachsenen Tochterindividuen zur multiplen Knospung, wie sie in Taf. 13 Fig. 22—31, 32—44 u. Taf. 14 Fig. 1—5 dargestellt ist.

Taf. 13 Fig. 22 zeigt eine *Blastocystis* mit einer nur noch leicht ansitzenden und einer jungen Knospe, die aber (Taf. 13 Fig. 23) wieder rückgebildet wird. Ohne weitere Formveränderung wächst die *Blastocystis* dann stark heran, dann setzt sehr plötzlich die Abschnürung sehr zahlreicher fast gleich großer Knospen gleichzeitig ein, die durch Einfaltung und Buckelbildung der Oberfläche des Mutterindividuums gebildet werden. Dieses scheint normalerweise nach Abschluß der multiplen Knospung zu degenerieren, wenigstens habe ich dies in fast allen beobachteten Fällen gesehen, nur einmal konnte ich bei einer *Blastocystis* zwei multiple Knospungen hintereinander in etwa eintägigem Abstand beobachten. Taf. 13 Fig. 32—44 zeigt noch einmal den Vorgang der multiplen Knospung bei einer anderen *Blastocystis*, in diesem Fall wird nach Abschluß der Knospung noch eine weitere einzelne Knospe abgeschnürt (Taf. 14 Fig. 1), nachdem schon vorher (Taf. 13 Fig. 40—43) eine Knospenanlage wieder rückgebildet wurde. Einige anschließende, 30—48 Stunden später

aufgenommene Bilder derselben Kolonie zeigen die zerfallene ursprüngliche *Blastocystis*, während die Knospfen herangewachsen sind und sich auch vermehren, ein Zeichen dafür, daß die Degeneration nicht auf ungünstigen Lebensbedingungen beruhen kann.

Der erste, der die Vorgänge der multiplen Knospung bei *Blastocystis* beobachtet hat, dürfte SCHAUDINN (1903) gewesen sein. Seine Beschreibung der multiplen Teilung von *Entamoeba histolytica* paßt einschließlich der Angabe, daß das Muttertier anschließend zugrunde geht, so genau auf die hier beschriebenen Vorgänge, daß es meines Erachtens keinem Zweifel unterliegen kann, daß SCHAUDINN eine Verwechslung der *Entamoeba histolytica* mit *Blastocystis* unterlaufen ist.

SCHAUDINN beschreibt diesen Vorgang folgendermaßen: „... Die peripheren, ektoplasmatischen Teile des Plasmas, die zuerst ganz homogen sind, nehmen an verschiedenen Stellen unter Buckelbildung eine parallel zur Oberfläche verlaufende feinfaserige Struktur an. Es wölben sich allmählich in 2—3 Stunden, oft unter heftigen Strömungserscheinungen, im Innern des Plasmas immer mehr solcher kleiner Buckel hervor, sie erheben sich mehr über die Oberfläche und schnüren sich schließlich als kleine konzentrisch-faserig strukturierte Kugeln von 3—7 μ Durchmesser ab. Bald scheiden diese Kugeln, ohne ihre Struktur zu verändern, auf ihrer Oberfläche eine anfangs farblose, doppelt konturierte Membran ab. In einigen Stunden nimmt sie hellbräunlichgelbe Färbung und starkes Lichtbrechungsvermögen an; man kann nun im Innern der Kugel keinerlei Struktur mehr erkennen. Der Rest der Amöbe geht allmählich zugrunde.“

Gefärbte Serien ergaben, daß der typische Entamöbenkern degeneriert, nachdem er Chromidien an das Plasma abgegeben hat, die sich vor der Sporulation im Ectoplasma ansammeln. Da es sich um eine vorläufige Mitteilung handelt, werden leider keine Abbildungen gebracht.

Ich glaube, daß diese Befunde SCHAUDINNS so zu deuten sind, daß eine Verwechslung mit multipler Knospung von *Blastocystis* vorliegt, die faserigen Strukturen, die SCHAUDINN erwähnt, entstehen durch die schleimige Membran (s. z. B. Taf. 15 Fig. 18—26), die Ausstoßung von Chromidien aus dem Kern — eine damals recht verbreitete Annahme — dürfte durch unrichtige Deutung unklarer, überfärbter HEIDENHAIN-Bilder von *Histolytica*-Amöben zu erklären sein, während die späteren Bilder mit den Chromidien in der Randzone schon an *Blastocystis* denken lassen.

Es muß hierbei daran erinnert werden, daß man damals erst am Beginn der systematischen Erforschung der Darmfauna des Menschen stand, und daß ja *Blastocystis* damals als Darmparasit unbekannt war und anschließend noch oft zu Verwechslungen mit Darmprotozoen geführt hat, ja ein Jahrzehnt lang für die Cyste von *Trichomonas intestinalis* gehalten wurde (PROWAZEK u. a.). Eine Verwechslung der *Entamoeba histolytica* mit *Blastocystis* ist also durchaus

verständlich und auch deshalb wahrscheinlich, weil bei ihr der Vorgang der multiplen Knospung von anderer Seite niemals bestätigt werden konnte.

Diese Aufklärung, welche die sorgfältige Beobachtung SCHAUDINNS gefunden hat, zeigt, wie unberechtigt die scharfe Kritik DOBELLS (1919) ist, wenn er schreibt: "SCHAUDINN'S 'life histories' of the two forms (*Entamoeba coli* und *Entamoeba histolytica*)¹⁾ were almost entirely wrong. Some of his observations and experiments are, indeed, so incredible that it is difficult to believe that they were not sheer inventions" und weiter als Fußnote hierzu: "See, for example, his amazing experiment by which he proved that *E. histolytica* forms minute spores (die bei der multiplen Knospung entstehenden Sporen)¹⁾ capable of surviving, in a condition infective to cats after complete desiccation. This experiment is, to me, still quite inexplicable." Die multiple Knospung erklärt sich durch Verwechslung mit *Blastocystis*, auch das Experiment ist nicht so unerklärlich, wie DOBELL meint, man braucht nur an eine gleichzeitige Infizierung mit Ruhrbazillen zu denken. (Scheinbare Amöbenruhr! Hierzu siehe WESTPHAL (1938), Arch. f. Schiffs- und Tropenhyg. 42, p. 447.)

Diese Beobachtungen SCHAUDINNS an Stuhlpräparaten sind andererseits insofern von Wert, als sie zeigen, daß das von mir in *Blastocystis*-Kulturen beobachtete Vorkommen von multipler Knospung eine nicht nur unter den mehr oder weniger unnatürlichen Kulturbedingungen auftretende Vermehrungsform darstellt.

Die vierte Vermehrungsart der Blastocysten, nämlich durch Zerfall mehr oder weniger stark verzweigter Individuen in verschieden große, unregelmäßig geformte Teilstücke, photographisch in laufender Serie festzuhalten, erforderte viel Zeit und Mühe; trotzdem ist das Ergebnis nicht unbedingt befriedigend. Häufig traten gerade in den betreffenden Präparaten die schon oben erwähnten Entwicklungshemmungen auf, teils verliefen die Vorgänge, wenigstens meiner Meinung nach, anomal weiter, indem das stark verzweigte Stadium allmählich sich wieder abkugelte unter Abschnürung nur einer oder weniger verhältnismäßig kleiner Knospen.

Den normalen Verlauf einer derartigen Teilung scheint mir die Serie Taf. 15 Fig. 1—7 zu zeigen: die drei Ausläufer der *Blastocystis* werden ziemlich gleichzeitig als ungleich große Teilstücke abgeschnürt. In fast allen anderen beobachteten Fällen verlief die Teilung aber insofern abweichend, als die Knospen nicht einfach aus den gebildeten Ausstülpungen entstanden, sondern erst unter teils komplizierten

¹⁾ Vom Verf. eingefügt.

Formveränderungen der *Blastocystis* abgeschnürt wurden. Ein typisches Beispiel dafür ist die Serie Taf. 15 Fig. 8—16. Wieweit diese und die zahlreichen ähnlichen Teilungsbilder noch als normal anzusprechen sind, ist schwer zu entscheiden. Völlig einwandfrei steht aber fest, daß die verzweigten Formen an sich nicht als Degenerationsprodukte angesprochen werden können, denn sie traten in bestimmten Kulturen immer dann sehr zahlreich auf, wenn diese ein besonders günstiges Wachstum zeigten, nicht selten waren in solchen Fällen fast sämtliche Blastocysten mehr oder weniger stark verzweigt.

Charakteristisch für diesen vierten Teilungsmodus scheint mir zu sein, daß im Gegensatz zu den oben beschriebenen Teilungsvorgängen die Knospen nicht als annähernd runde Kugeln abgeschnürt werden, sondern häufig länglich sind mit einer Zuspitzung an der Abschnürungsstelle, wie sie sowohl auf Taf. 15 Fig. 1—7 als auch auf Taf. 15 Fig. 8—16 zu sehen sind. Derartige Stadien zeigen auch die Abbildungen LYNCHS (1922). Taf. 15 Fig. 17 zeigt noch ein weiteres sehr stark verzweigtes Stadium aus einer hier nicht abgebildeten Serie.

Zur Frage der Endosporulation und Kopulation (Autogamie).

Außer diesen beschriebenen und durch photographische Serien als einwandfrei erwiesenen Vermehrungsarten der *Blastocystis* habe ich niemals andersgeartete beobachten können. Insbesondere habe ich niemals Vorgänge wie Endosporulation oder ähnliches gesehen. Wohl aber fielen mir nicht selten Blastocysten auf, die im Plasma saum runde, stark lichtbrechende Kügelchen von meist gleicher Größe und in oft regelmäßiger Anordnung zeigten, so daß auch ich zunächst an Endosporenbildung im Plasma glaubte, zumal diese Kugeln, die sich zumeist in kurz vor dem Zerfall stehenden Blastocysten fanden oder auch bildeten, auch nach dem Zerfall der *Blastocystis* noch im Präparat zu finden waren. Diese Ansicht ließ sich jedoch nicht aufrecht erhalten, einmal zeigte sich, daß diese Pseudosporen auch nur beschränkte Zeit nach dem Zerfall der *Blastocystis* nachzuweisen waren, dann aber konnte ich einige Male beobachten, daß zwei oder mehrere dieser Gebilde sehr plötzlich zu einer größeren Kugel verschmolzen, eine Tatsache, die eindeutig ihren flüssigen Aggregatzustand erwies. Wahrscheinlich handelt es sich hierbei um Fetttropfchen, die als erste Anzeichen beginnender Degeneration in der *Blastocystis* gebildet werden. Abb. 1 zeigt ein derartiges Stadium mit Pseudosporen.

Eine andere Frage, die bei *Blastocystis* noch offen ist, ist die nach geschlechtlichen Vorgängen. So halten z. B. REDAELLI und CIFERRI (1936) Stadien normaler Zweiteilung für Kopulation.

Unter den von mir aufgenommenen Vermehrungsserien von *Blastocystis* befinden sich auch einige, bei denen die normale Entwicklung aus unbekanntem Ursachen in einer Weise gehemmt wurde, daß die hierbei auftretenden Abwandlungen leicht mit Kopulationsvorgängen verwechselt werden können. Zwei besonders typische Fälle seien angeführt. Die Serie Taf. 15 Fig. 18—26 zeigt ein Ausgangsstadium mit einer Ausstülpung, die aber rückgebildet wird; die nun abgekugelte *Blastocystis* treibt erneut einen Fortsatz, der unter dauernden Gestaltsveränderungen zu beträchtlicher Größe heranwächst, dann aber ebenfalls wieder rückgebildet wird, so daß schließlich wieder die völlig runde Form erreicht wird; der Größenunterschied, der zwischen dem Endstadium und dem Stadium Taf. 15 Fig. 19 besteht, dürfte meiner Meinung nach nicht auf Substanzverlust, sondern darauf zurückzuführen sein, daß das letztere — auf dem Bilde nicht sichtbar — abgeplattet ist. Das Endstadium zerfiel ohne jede weitere Veränderung kurze Zeit später.



Abb. 1.

Pseudo-Endosporenbildung bei *Blastocystis*. Vergr. etwa 500 ×. (Skizze nach einem zerbrochenen Negativ.)

Der andere Fall, Taf. 15 Fig. 27—34, zeigt die Fortsetzung der Serie Taf. 13 Fig. 1—7, einer bis dahin normal verlaufenen Zweiteilung durch Durchschnürung. Durch den noch bestehenden sehr engen Verbindungskanal wird das größere Tochterindividuum allmählich in das kleinere hinübergesogen, bis zwei völlig degenerierte „Knospen“ der abgekugelten *Blastocystis* ansitzen, die augenscheinlich ihr Dasein lediglich dem Umstand verdanken, daß die groben Partikelchen durch die enge Öffnung nicht zurückfließen konnten, denn, während die *Blastocystis* glasklar aussieht, sind beide „Knospen“ granuliert. Auch dieses Stadium platzte ohne weitere Veränderung 2 Stunden später, die beiden Knospen zerfielen anschließend allmählich.

Der ziemlich bald nach diesen Verschmelzungsvorgängen eintretende Zerfall derartiger Stadien beweist meines Erachtens eindeutig, daß es sich hierbei nicht um geschlechtliche, normale Vorgänge, sondern nur um durch Degeneration ausgelöste Bewegungen handeln kann. Trotzdem könnte unvollkommene Beobachtung dieser

oder ähnlicher Erscheinungen bei Blastocysten leicht auf Kopulation schließen lassen. Zweck dieser Abbildungen ist es, zu zeigen, daß man in der Deutung solcher Vorgänge bei *Blastocystis* sehr vorsichtig sein muß.

Typunterscheidung bei *Blastocystis* auf Grund der Vermehrungsvorgänge.

Es erhebt sich nunmehr die Frage, ob sich auf Grund der Vermehrungsvorgänge bei den Blastocysten verschiedene Typen herausstellen lassen, wie dies bereits LYNCH (1922) getan hat, der, wie schon oben erwähnt, beim Menschen zwei, eventuell sogar drei Arten unterschied.

Dies ist nun in der Tat möglich, und zwar konnte ich bei der langandauernden Beobachtung der *Blastocystis*-Kulturen in ihnen drei verschiedene Wachstumstypen unterscheiden. Unterstrichen wurde dieses Ergebnis durch die Anlage von im ganzen neun Klonen. Bevor nun zunächst eine kurze vergleichende Übersicht gegeben werden kann, muß noch vorausgeschickt werden, daß es nicht möglich ist, exakte Größenangaben zu machen, da je nach der Güte des Nährbodens (individuelle Verschiedenheit der Sera, Alter der Serumlösungen, Bakterienwachstum u. a.) die Größe der Blastocysten von Passage zu Passage variiert, und zwar sind die Blastocysten um so größer, je weniger ihnen das Nährmedium zusagt; dies dürfte wohl darauf beruhen, daß eine Hemmung bei der Vermehrungsgeschwindigkeit frühzeitiger auftritt als bei der Wachstumsgeschwindigkeit. Nun folge die vergleichende Übersicht:

- Typ I: Kleine Blastocysten, von meist kugeliger Gestalt, die größten selten mehr als drei- bis viermal so groß im Durchmesser wie die kleinsten. Vermehrung durch Zweiteilung oder meist einfache Knospung (Abb. 2 a u. b).
- Typ II: Große Blastocysten von meist kugeliger Gestalt, die größten ziemlich gleichmäßig groß, oft im Durchmesser weit mehr als viermal so groß wie die kleinsten. Vermehrung meist durch multiple Knospung, daneben auch durch Zweiteilung und einfache Knospung (Abb. 2 c).
- Typ III: Meist große Blastocysten von oft stark verzweigtem Bau, die sich zur Hauptsache durch Knospung vermehren, wobei die Knospen häufig an der Abschnürungsstelle zugespitzt sind (Abb. 2 d).

Hierbei entspricht nach der Arteinteilung LYNCHS (1922) Typ I der *Blastocystis hominis*, während die Typen II und III die Charaktere der *Blastocystis gemmagina* zeigen.

Eine Einreihung der Blastocysten in einen dieser Typen auf Grund nur eines Kulturröhrchens ist nur in den seltensten Fällen möglich, z. B. wenn es sich um Typ III handelt, der in einigen Fällen gleich in den ersten Passagen in der typischen verzweigten Form wuchs. Im allgemeinen ergibt sich die Diagnose erst aus der vergleichenden Beobachtung mehrerer Stämme in zahlreichen Passagen.

Die Blastocysten von Typ I wachsen unter günstigen Bedingungen wechselweise in zwei Formen, die in Abb. 2 a u. b dargestellt sind: bald sind fast alle Blastocysten von annähernd gleicher Größe, dann findet eine Vermehrung fast nur durch Durchschnürung statt (Taf. 13 Fig. 1—13), wobei sehr zahlreiche Stadien auftreten, in denen am Abschluß der Durchschnürung die Zellen noch paarweise zusammenliegen, da, wie oben ausgeführt, dieses Endstadium im Verhältnis zu den vorangehenden Stadien verhältnismäßig lange währt; bald sind erheblichere Größenunterschiede vorhanden, dann kann auch in beschränktem Maße Vermehrung durch Abschnürung mehrerer Knospen erfolgen (Abb. 2 a).

Typisch für die Blastocysten von Typ II ist, daß Vermehrungsstadien auch in ausgezeichnet gewachsenen Kulturen verhältnismäßig selten zu finden sind. Die Blastocysten sind meist rund, die sehr zahlreichen großen alle von ziemlich gleicher Größe, teils mit einzelnen sehr kleinen Knospen, die bei den multiplen Knospen sich nicht abgelöst haben oder sich verspätet ablösen. Das wenig zahlreiche Auftreten von Vermehrungsstadien beruht darauf, daß die multiple

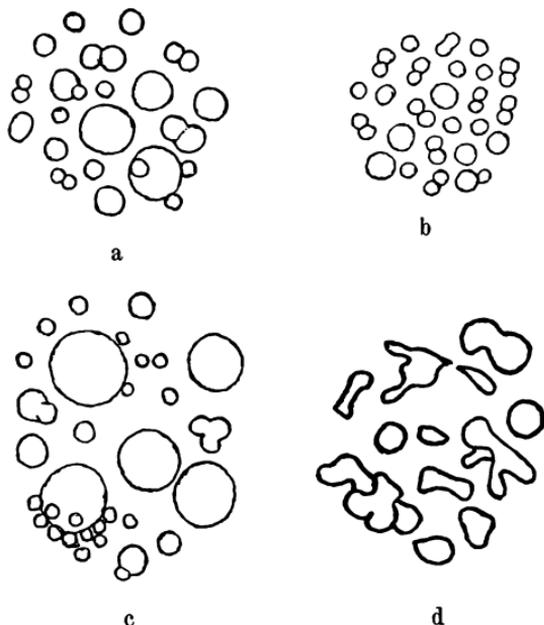


Abb. 2. Wuchsformen der *Blastocystis*-Typen in der Kultur. Vergr. etwa 250 \times . a u. b Typ I, c Typ II, d Typ III.

Knospung ein ziemlich schnell verlaufender Vorgang ist und andererseits sich die abgelösten Knospen während des Heranwachsens nur sehr wenig vermehren. Einen Überblick über den gesamten Entwicklungszyklus von Typ II zeigen Taf. 13 Fig. 14—31 sowie Taf. 13 Fig. 32—44 und Taf. 14: Taf. 13 Fig. 14—21 allmähliches Heranwachsen eines Stadiums unter langsamer Vermehrung durch Durchschnürung und einfache Knospung, Taf. 13 Fig. 22—31 die multiple Knospung; die andere Serie multiple Knospung und das Heranwachsen der Knospen sowie den Zerfall des Mutterindividuums. Gleichzeitig zeigen die letzten Bilder dieser Serie, daß unter dem Einfluß der immer ungünstiger werdenden Verhältnisse in der Deckglaskultur die Blastocysten zu weit beträchtlicherer Größe heranwachsen, als vorher das Ausgangsstadium hatte.

Die *Blastocystis*-Kulturen von Typ III zeigten im allgemeinen das unregelmäßigste Aussehen: während sie in zahlreichen Passagen hintereinander das in Abb. 2 d dargestellte Aussehen hatten, wuchsen sie zu anderen Zeiten — auch die Klone — in Typ II, seltener Typ I sehr ähnlicher Form. Bei Typ III ist offenbar die Wuchsform und die Vermehrung sehr stark abhängig von äußeren Einflüssen, was sich auch bei dem schon oft erwähnten anomalen Verhalten in Deckglaskulturen zeigt, das bei diesem Typ am ausgeprägtesten auftrat, während sich Typ II am konstantesten im Wachstum erwies. Bei den verzweigten Formen kann man, selbstverständlich mit allen Übergängen, zwei Typen unterscheiden, einmal solche mit schmalen, langen Fortsätzen (Abb. 2 d u. Taf. 15 Fig. 2), zum anderen solche, die durch rundlichere knospenartige Ausstülpungen ein mehr oder minder verzweigtes Aussehen haben (Taf. 15 Fig. 17). Charakteristisch für Typ III sind die Formen mit den langen schmalen Auswüchsen, die in den sehr gut gewachsenen Kulturen massenhaft auftreten, während die anderen Formen auch vereinzelt bei den anderen *Blastocystis*-Typen, insbesondere Typ II (Taf. 13 Fig. 14), auftreten.

Von den neun aus menschlichen *Blastocystis*-Stämmen angelegten Klonen waren je vier von Typ I bzw. III und einer von Typ II. In Wachstum und Vermehrungsform unterschieden sie sich in keiner Weise von den Stämmen, aus denen sie isoliert worden waren, so daß auch die Stämme als Reinkulturen der Typen anzusprechen sind. Um dies zu erklären, gibt es zur Hauptsache zwei Möglichkeiten: einmal könnte es sich in allen Fällen um die gleiche *Blastocystis*-Form handeln, die unter dem Einfluß von Umweltfaktoren (Bakterienbegleitflora?) verschiedene Vermehrungs- und Wuchsformen bildet,

andererseits würde es bedeuten, daß sich die einzelnen *Blastocystis*-Typen gegenseitig ausschließen. In der Tat zeigte sich, daß beim gleichzeitigen Beimpfen eines Kulturröhrchens mit Blastocysten von Typ I und II bzw. Typ I und III in beiden Fällen die Blastocysten von Typ I derartig überwucherten, daß schon nach wenigen Passagen nur noch solche vom Typ I nachzuweisen waren. Dagegen blieb eine Kultur vom Typ II typ-konstant, die mit dem Inhalt eines Kulturröhrchens beimpft worden war, in dem Blastocysten vom Typ I gewachsen waren, inzwischen aber abgestorben waren. Dies letztere spricht doch, wenn auch nicht völlig eindeutig, dafür, daß es sich um konstante Typen handelt und nicht um Anpassungsformen an die Umwelt. Auch die Tatsache, daß fast 1 Jahr lang in Kultur gehaltene *Blastocystis*-Stämme niemals ihren Typ änderten, scheint mir die Konstanz der Typen zu bestätigen.

Kurz sei noch auf eine mir unerklärliche Tatsache hingewiesen: drei Klone, und zwar der von Typ II und zwei von Typ III, gingen, nachdem sie längere Zeit in Kultur gut vorangekommen waren, sehr plötzlich dadurch ein, daß sie sich aus dem Röhrchen, in dem sie an sich gut gewachsen waren, nicht mehr überimpfen ließen; in dem betreffenden Röhrchen waren sie unverändert noch wochenlang nachzuweisen, anscheinend sind sie alle ziemlich plötzlich abgestorben, worauf dies beruht, war nicht festzustellen, wenigstens beruht es nicht auf geringfügigen, versehentlich zugesetzten Mengen Gift; entsprechende Versuche mit Sublimat, Alkohol, Formol und Chromsäure zeigten, daß in diesem Fall die Blastocysten sehr schnell nach dem Absterben zerfielen. Stagnationsperioden, in denen sich die Kulturen nur sehr schwer überimpfen ließen, traten, unabhängig von der wechselnden Güte des Nährbodens, auch bei den übrigen Klonen zeitweilig auf, dagegen kaum bei den Stämmen.

Bezüglich ihres Vorkommens bei verschiedenen Wirten wurden die drei *Blastocystis*-Typen geprüft; dabei ergab sich:

1. Mensch: es wurden alle drei Typen gefunden,
2. Affen: es wurden nur Blastocysten der Typen I und II(?) gefunden,
3. Ratten: es wurden nur Blastocysten von Typ I gefunden,
4. Schweine: es wurden ebenfalls nur Blastocysten von Typ I gefunden.

Überhaupt keine Blastocysten fanden sich bei Hunden, Katzen und weißen Mäusen aus der Zucht des Tropeninstituts.

In der Kultur ließen sich die Blastocysten der gleichen Typen aus verschiedenen Wirten morphologisch nicht unterscheiden.

Bemerkungen zur Systematik der *Blastocystis*.

Große Unklarheit herrscht noch auf dem Gebiet der systematischen Stellung und der Arzteilung der *Blastocystis*. Meine bisherigen Untersuchungen haben mich noch nicht zu einem abschließenden Urteil geführt. Jedoch scheinen mir die in der Literatur vorliegenden zahlreichen Angaben über die Stellung der *Blastocystis* im System durchaus unbefriedigend zu sein. Meist wird eine Verwandtschaft mit Saccharomyceten, Schizosaccharomyceten oder Moniliales (*Blastomyces*)¹⁾ angenommen, jedoch scheint mir außer der Knospung nichts dafür zu sprechen; hingegen zeigt schon die Morphologie so große Abweichungen von diesen Gruppen, daß eine Zugehörigkeit der *Blastocystis* zu derartigen Pilzen zum mindesten sehr problematisch ist. Die Angaben bezüglich der Vermehrung der *Blastocystis*, die REDAELLI und CIFERRI (1936) machen, und auf Grund derer sie *Blastocystis* in die Grünalgenfamilie der Protothekaceen einordnen, sind durch die Untersuchungen SCHILLING und SANTONIS (1936) und meine eigenen widerlegt.

Meiner Ansicht nach ist *Blastocystis* zunächst ganz allgemein zu den Fungi imperfecti zu stellen, da sie sich in das bisherige natürliche System der Pilze nicht einordnen läßt, zumal höhere Fruktifikationsorgane fehlen oder wenigstens mit Sicherheit nicht bekannt sind. Weitere, insbesondere morphologische Studien sollen zeigen, an welche Gruppe innerhalb der Pilze *Blastocystis* anzuschließen ist.

Bezüglich der Wirtskonstanz der Blastocysten, die ja eine der Grundlagen der Arzteilung sein muß, habe ich einige Untersuchungen angestellt, über die an anderer Stelle berichtet werden soll.

Zusammenfassung.

1. Spezifische Struktur, Verhalten in Kultur sowie die große Häufigkeit der *Blastocystis* als Darmparasit beim Menschen beweisen eindeutig, daß *Blastocystis* auf jeden Fall ein selbständiges Lebewesen ist.

2. Eine Einreihung in das natürliche System der Pilze ist nicht möglich, zumal Fruktifikationsorgane bisher nicht beobachtet werden konnten; daher ist *Blastocystis* zunächst zu den Fungi imperfecti zu rechnen.

3. Die vegetative Vermehrung erfolgt: 1. durch Zweiteilung durch Durchschnürung, 2. durch einfache Knospung, 3. durch multiple

¹⁾ Gefolgt wurde dem System von CLEMENTS und SHEAR (1931).

Knospung, 4. durch Zerfall verzweigter Formen in Teilstücke. Diese Vermehrungsarten werden in photographischen Serien dargestellt.

4. Endosporulation konnte nicht beobachtet werden, ebensowenig Kopulationsvorgänge; es werden Entwicklungsserien gebracht (Taf. 15 Fig. 18—26, 27—34), die bei unvollkommener Beobachtung leicht irrtümlich als Kopulationsvorgänge hätten gedeutet werden können.

5. Auf Grund des Verhaltens in der Kultur (Größe, Wuchsform, Vermehrung) werden drei Typen bei den menschlichen Blastocysten aufgefunden und zunächst als Typ I, II und III beschrieben.

6. Die bei verschiedenen Säugetieren aufgefundenen Blastocysten stimmen in der Kultur morphologisch mit der menschlichen *Blastocystis* Typ I überein.

7. Bei der von SCHAUDINN für *Entamoeba histolytica* beschriebenen multiplen Knospung liegt eine Verwechslung mit der menschlichen *Blastocystis* Typ II vor.

Literaturverzeichnis.

- ALEXEIEFF, A. (1911): Sur la nature des formations dites kistes de „trichomonas intestinalis“. C. r. Soc. Biol. **71**, 296.
- BACH, F. W. und K. H. KIEFER (1923): Untersuchungen über Blastocystis. Zbl. Bakter. I Orig. **89**, 72.
- BARRET, H. P. (1921): A method for the cultivation of Blastocystis. Ann. trop. Med. **15**, 113.
- BRUMPT, E. (1912): Colite à „Tetramitus Mesnili“ (WENYON, 1910) et colite à „Trichomonas intestinalis“ (LEUCKART, 1879); „Blastocystis hominis“ n. sp. et voisines formes. Bull. Soc. Path. exot. Paris **5**, 725.
- CASTEX, M. R. und D. J. GREENWAY (1925): Le rôle pathogène du Blastocystis hominis. Bull. Soc. Path. exot. Paris **18**, 132.
- CICCHITTO, A. M. (1935): Dissenterie miste da Entamoeba coli-Blastocystis jalinus e da Blastocystis jalinus-Trichomonas intestinalis. Policlinico Sez. prat. 1671 (Ref. aus Zbl. Bakter. I Ref. **121**, 127, 1936).
- (1937): Il Blastocystis jalinus e la Blastocistosi. Ricerche cliniche ed epidemiologiche. Giornale Batter. **18**, 61 (Ref. aus Zbl. Bakt. I Ref. **126**, 200, 1937).
- CLEMENTS, M. R. und C. L. SHEAR (1931): The Genera of Fungi. New York.
- DOBELL, C. (1919): The Amoebae living in man. London.
- GÖNNERT, R. und A. WESTPHAL (1936): Zur Technik der Stuhluntersuchung auf Protozoen. Arch. Schiffs- u. Tropenhyg. **40**, 5.
- KNOWLES, R. und B. M. DAS GUPTA (1924): On the nature of Blastocystis hominis. Indian J. med. Res. **12**, 31.
- KUENEN, W. A. und N. H. SWELLENGREBEL (1917): Korte beschrijving van enkele minder bekende protozoen uit den menschelijken Darm. Geneesk. Tijdschr. Nederl.-Indië **57**, 497.
- LAVIER, G. (1937): Sur certaines formes que présentent en culture les Blastocystis. C. r. Soc. Biol. Paris **125**, 593.

- LOPEZ-NEYRA, C. (1935): Sur la Blastocystisation chez quelques Flagellés parasites intestinaux de l'Homme. XII. Congr. Intern. Zool. Lisb. C. r. III, 1889.
- LYNCH, K. M. (1922 a): "Blastocystis" species in culture (preliminary communication). Amer. J. trop. Med. **2**, 215.
- (1922 b): Cultivation of "Blastocystis" and determination of species. Ibid. **2**, 539.
- MAZZA, S. (1922): Frecuencia del Blastocystis hominis en las deposiciones de diarreicos cronicos y su tratamiento apropiado. La Prèssa med. Argentina (Ref. aus Zbl. Bakter. I Ref. **75**, 546).
- NEWIADOMSKI, M. M. (1937): Blastocystistumoren. Zbl. Bakter. I Orig. **138**, 244.
- REDAELLI, P. und R. CIFERRI (1936): Argomenti a favore di una sistemazione del genere "Blastocystis" nelle Algae. Boll. Ist. sieroter. milan. **15**, 154.
- REYER, W. (1938): Über den Sitz von Blastocystis im Darm. Zbl. Bakter. I Orig. **142**, 323.
- SANGIORGI, G. (1930): Sulla Patogenicità della "Blastocystis hominis". Pathologica (Genova) **22**, 173.
- (1933): Contributo alla conoscenza delle dissenterie miste. (La coliamoeboblastocistosi). Ibid. **25**, 71.
- SCHAUDINN, F. (1903): Untersuchungen über die Fortpflanzung einiger Rhizopoden. Arb. Kaiserl. Gesdh.amt **19**, 597.
- SCHILLING, C. und D. A. SANTONI (1936): Über Blastocystis. Zbl. Bakter. I Orig. **137**, 293.
- SILBERSTEIN, E. (1929): Ein Fall von akuter Enteritis mit auffallender Vermehrung von Blastocystis hominis im Stuhle. Klin. Wschr. **8**, 553.
- SNIJDERS, E. P. (1921): Plasmolysis in amoebic cysts. Trans. 4. Congr. of the Far Eastern Assoc. Trop. Med. **1**, 162.
- SWELLENGREBEL, N. H. (1917): Observations of "Blastocystis hominis". Parasitology **9**, 451.
- WESTPHAL, A. (1938): Die Pathogenese der Amöbenruhr bei Mensch und Tier. II. Die Pathogenese der Amöbenruhr beim Menschen. Arch. Schiffs- u. Tropenhyg. **42**, 441.
- YAKIMOFF, W. L. und W. J. WASSILEWSKY (1925): Au sujet de la blastocystose. Bull. Soc. Path. exot. Paris **18**, 130.

Tafelerklärung.

Tafel 13—15.

(Die angegebenen Uhrzeiten beziehen sich stets auf das betreffende Ausgangsstadium.)

Tafel 13.

Fig. 1—13. Zweiteilung durch Durchschnürung. Vergr. 540×.

1. Ausgangsstadium.	8. Ausgangsstadium.
2. 3 Min. später	9. 4 Min. später
3. 4 " "	10. 7 " "
4. 7 " "	11. 23 " "
5. 13 " "	12. 41 " "
6. 14 " "	13. 75 " "
7. 19 " "	

Fig. 14—21. Zweiteilung durch Durchschnürung und durch einfache Knospung beim gleichen Stadium. Vergr. 270 ×.

14. Ausgangsstadium.	18. 3 Std. 40 Min. später
15. 30 Min. später	19. 4 „ 50 „ „
16. 2 Std. 30 „ „	20. 6 „ 20 „ „
17. 3 „ 15 „ „	21. 6 „ 55 „ „

Fig. 22—31. Multiple Knospung. Vergr. 270 ×.

22. Ausgangsstadium.	27. 7 Std. 20 Min. später
23. 50 Min. später	28. 7 „ 55 „ „
24. 4 Std. 45 „ „	29. 9 „ — „ „
25. 6 „ 5 „ „	30. 10 „ 10 „ „
26. 7 „ — „ „	31. 24 „ später (Ausgangsstadium im Zerfall)

Fig. 32—44. Multiple Knospung. Vergr. 270 ×.

32. Ausgangsstadium.	39. 2 Std. — Min. später
33. 10 Min. später	40. 2 „ 30 „ „
34. 20 „ „	41. 3 „ 5 „ „
35. 35 „ „	42. 5 „ 40 „ „
36. 55 „ „	43. 6 „ 50 „ „
37. 1 Std. 5 „ „	44. 8 „ 20 „ „
38. 1 „ 30 „ „	

Tafel 14.

Fig. 1—5. Fortsetzung der Serie Taf. 13, 32—44.

1. 8 Std. 55 Min. später (Abschnürung einer einzelnen Knospe).
2. 9 „ 55 „ „
3. 30 Std. später (Ausgangsstadium [rechts unten] zerfallen).
4. 48 „ „ (Knospung an einem Tochterstadium [links unten]).
5. 48½ Std. später (Knospung abgeschlossen).

(In der Zwischenzeit zwischen Fig. 2 u. 3 hat eine zweite multiple Knospung, ebenfalls am Ausgangsstadium, stattgefunden.)

Tafel 15.

Fig. 1—7. Zerfall eines verzweigten Stadiums. Vergr. 540 ×.

1. Ausgangsstadium.	5. 1 Std. 25 Min. später
2. 25 Min. später	6. 1 „ 40 „ „
3. 40 „ „	7. 1 „ 55 „ „
4. 1 Std. 10 „ „	

Fig. 8—16. Knospungsvorgang (anomal?). Vergr. 540 ×.

8. Ausgangsstadium.	13. 2 Std. 15 Min. später
9. 20 Min. später	14. 3 „ 15 „ „
10. 45 „ „	15. 4 „ — „ „
11. 1 Std. 15 „ „	16. 4 „ 25 „ „
12. 1 „ 45 „ „	

Fig. 17. Stark verzweigtes Stadium. Vergr. 540 ×.

Fig. 18—26. Degenerationsbewegungen. Vergr. 540 ×.

18. Ausgangsstadium.	23. 2 Std. 50 Min. später
19. 45 Min. später	24. 3 „ 45 „ „
20. 1 Std. 45 „ „	25. 3 „ 55 „ „
21. 1 „ 55 „ „	26. 4 „ 5 „ „
22. 2 „ 20 „ „	

Fig. 27—34. „Autogamie“ (Fortsetzung der Serie Taf. 13, 1—7). Vergr. 540 ×.

27. Ausgangsstadium (21 Min. später als Stadium Taf. 1, 1)	31. 45 Min. später
28. 16 Min. später	32. 50 „ „
29. 29 „ „	33. 55 „ „
30. 35 „ „	34. 60 „ „



1



2



3



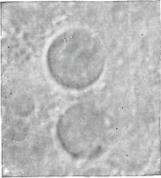
4



5



6



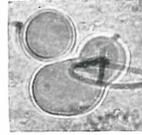
12



13



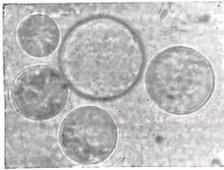
14



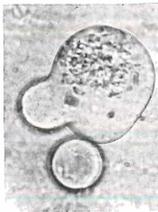
15



16



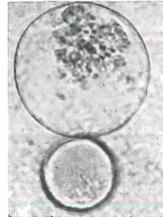
21



22



23



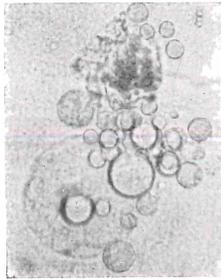
24



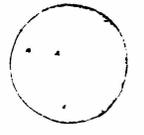
25



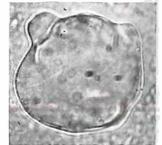
30



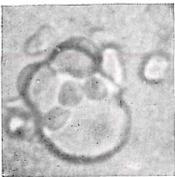
31



32



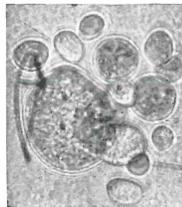
33



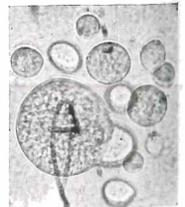
38



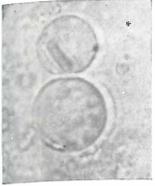
39



40



41



7



8



9



10



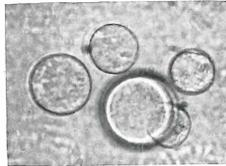
11



17



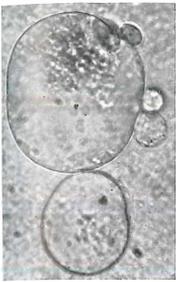
18



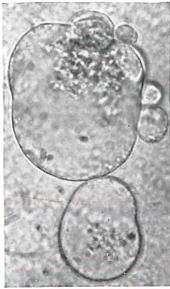
19



20



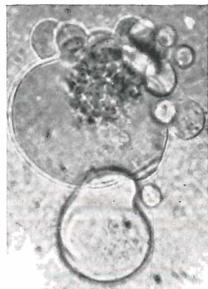
26



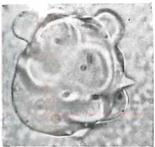
27



28



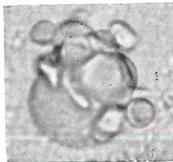
29



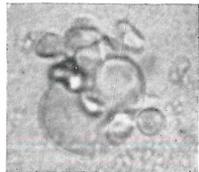
34



35



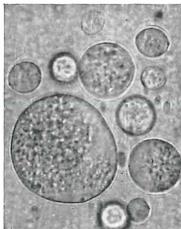
36



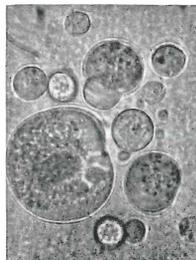
37



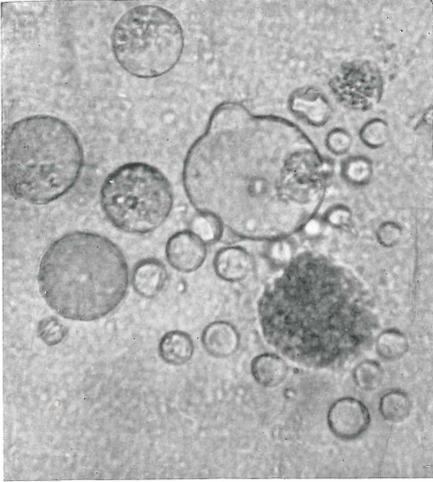
42



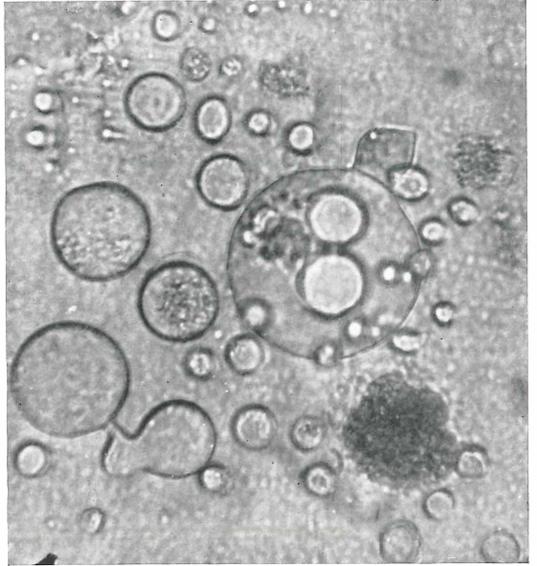
43



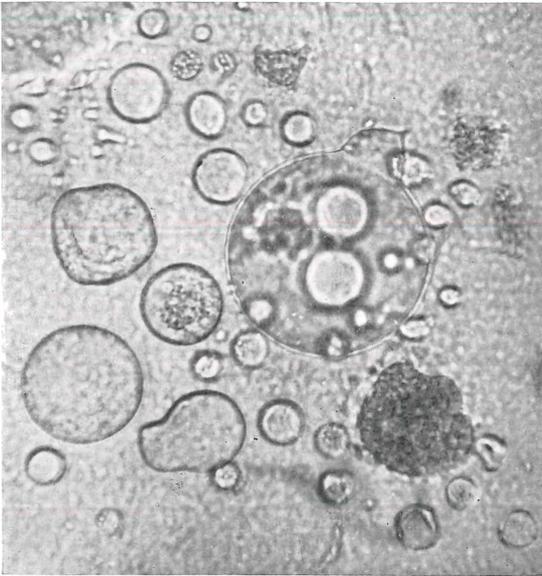
44



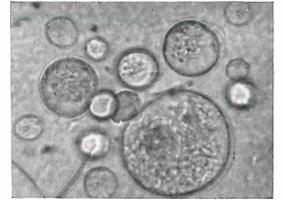
3



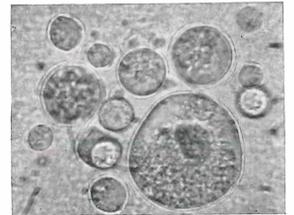
4



5



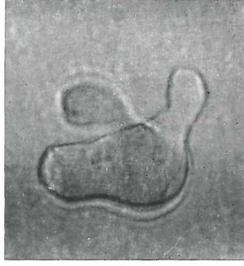
1



2



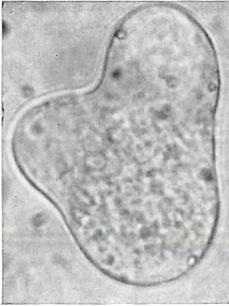
1



2



3



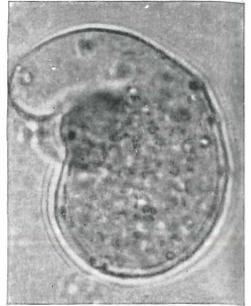
8



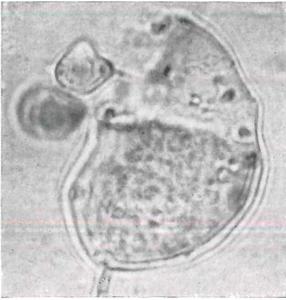
9



10



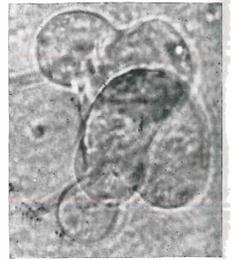
11



15



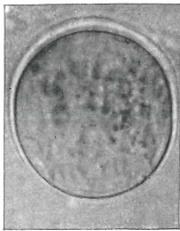
16



17



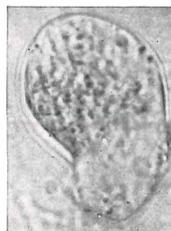
18



19



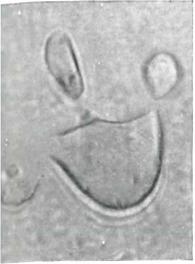
20



21



22



4



5



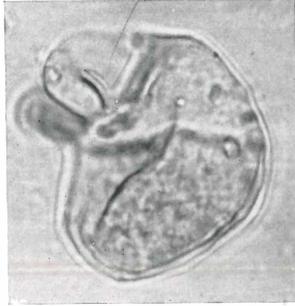
6



7



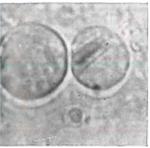
12



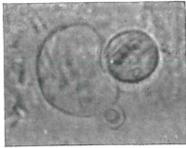
13



14



27



28



29



30



31



32



33



34



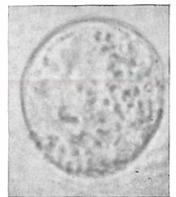
23



24



25



26

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1939

Band/Volume: [92_1939](#)

Autor(en)/Author(s): Reyer W.

Artikel/Article: [Über die Vermehrung von Blastocystis in der Kultur.
226-244](#)