Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

(Mit Unterstützung der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft.)

Über eigenartige zweischalige Dauerstadien bei zwei tetrasporalen Chrysophyceen (Chrysocapsalen).

Von

A. Pascher.

(Hierzu 18 Textfiguren.)

Die von mir (1914, p. 143) aufgestellte Algenreihe der Chrysophyceen hat ihre nächsten Verwandten bei den Heterokonten und Diatomeen. Der Zusammenschluß dieser drei Algengruppen zum Algenstamme der *Chrysophyta* (Pascher, 1914, p. 147)[1]) gründet sich unter anderem nicht am wenigsten darauf, daß bei sämtlichen drei Algenreihen in charakteristischer Weise entweder an den vegetativen Zellen oder an den Sporen die Membranen zweiteilig sind. Die Feststellung bisher unbekannter mit den endogen gebildeten Sporen nicht identischer Dauerstadien mit zweiteiligen Membranen bei einer dieser Algenreihen, den Chrysophyceen, hat daher nicht nur morphologisches, sondern auch systematisch-phylogenetisches Interesse.

Derartige zweischalige Dauerstadien von einer für die Chrysophyceen bis jetzt noch unbekannten Form konnten bei zwei Gattungen festgestellt werden. Beide verbringen ihr normales, vegetatives Leben in palmelloider Ausbildung und kommen darin unter den tetrasporalen Chlorophyceen beispielsweise *Tetraspora* oder *Apiocystis* gleich. Diese,

---

[1]) A. Pascher (1914): Über Flagellaten und Algen. Ber. d. deutsch. Bot. Ges. Bd. 32 p. 136—160.

ihr vegetatives Leben in pallmelloiden Zustand verbringenden Chrysophyceen habe ich seinerzeit als *Chrysocapsales* bezeichnet. Die Chrysocapsalen sind unter den Chrysophyceen genau das, was die *Tetrasporales* unter den Chlorophyceen, die *Heterocapsales* unter den Heterokonten, die *Dinocapsales* unter den Dinophyceen und die *Desmocapsales* unter den Desmokonten.

Chalkopyxis.

Die erste dieser gallertigen Chrysophyceen mit solchen eigenartigen, zweischaligen Dauerstadien fand ich in den Kolken am Pirtschenteiche bei Franzensbad.

Die größten Lager maßen ca. $^1/_2$ mm im Durchmesser und bestanden aus einer kugeligen oder traubigen Gallerte, in der fast peripher die Zellen waren. Die Zellen lagen speziell nach den Teilungen zu zweien oder vieren beisammen (Fig. 1). Dadurch sahen diese Lager einer gelbbraunen *Tetraspora* [1]) nicht unähnlich. Lagen die Zellen zu zweien oder vieren beisammen, so war nicht selten ein zarter Gallerthof um sie zu sehen. Sie waren dann auch gegenseitig abgeplattet. Einzeln liegende Zellen waren rund bis ellipsoidisch. Nicht selten waren die Zellen etwas flach. Sie waren nackt und besaßen einen einzigen, wandständigen Chromatophoren, der meist mehr als die Hälfte auskleidete und entweder mehr end- oder mehr seitenständig war. Ein Stigma fehlte. Dem einen Ende der Zelle genähert war immer eine kontraktile Vakuole vorhanden. Ferner waren in der Zelle Leukosin, Fett und Öltropfen und ferner stark glänzende kristalloide Gebilde, die speziell vor den Teilungen manchmal sehr angereichert waren.

Die Kolonien waren oft traubig zusammengesetzt. Die Einzelteile einer solchen traubig zusammengesetzten Kolonie schnürten sich immer mehr ab, bis sich schließlich das ganze Lager in einzelne Teilkolonien auflöste. Das Innere der Kolonien war fast völlig zellenfrei und bestand aus einer sehr zarten, sehr wässerigen Gallerte, die aber trotz ihrer Verdünnung Farbstoffe speicherte. Nur hier und da fanden sich im Inneren des Lagers einzelne, auffallend große Zellen, mit oft mehreren (bis vier) Chromatophoren. Es macht den Eindruck, als ob im Inneren des Lagers die Zellen unter dem Einflusse teilungshemmender Umstände wären. Gleiches beobachtete ich seinerzeit auch an *Celloniella* [2]) (Pascher, 1929,

[1]) Die Alge hat aber nichts mit der Chrysocapsale *Tetrasporopsis* zu tun.

[2]) A. Pascher: Über die Beziehungen zwischen Lagerform und Standortsverhältnissen bei einer Gallertalge (Chrysocapsale). Arch. f. Protistenk. Bd. 68 p. 637—668.

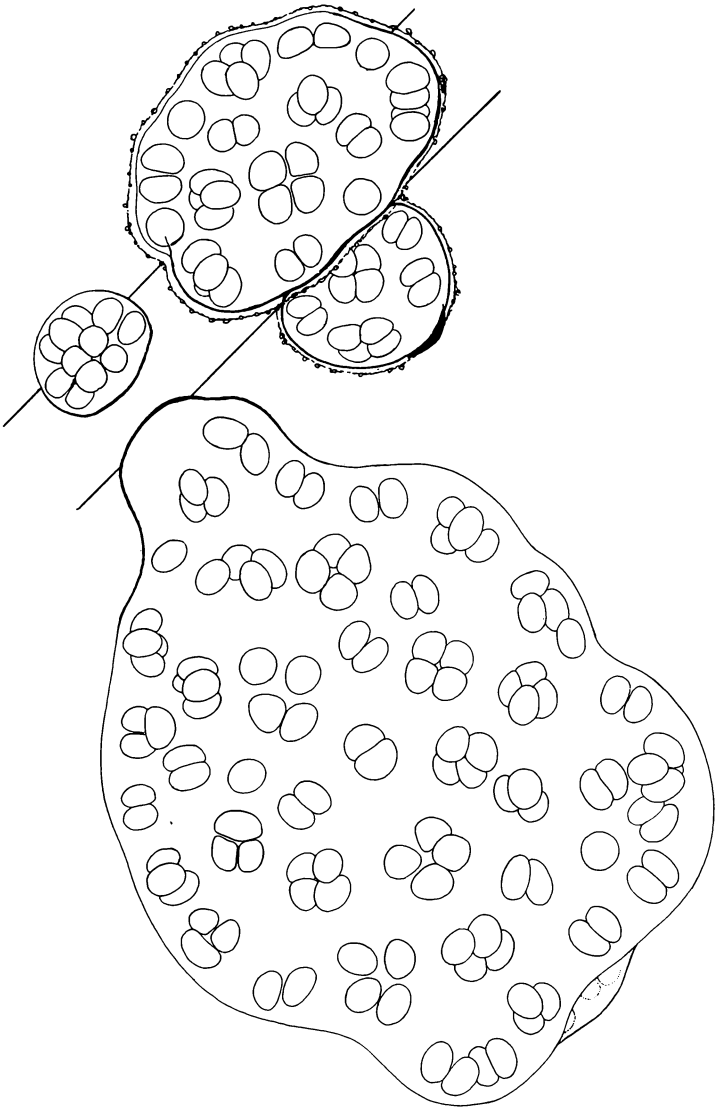

Fig. 1. *Chalkopyxis tetrasporoides.* Ein Stück eines *Rhizoclonium*-Fadens mit vier Lagern. Das untere, größte Lager ohne Schalenstücke. Zellen in Viererodder Zweiergruppen vorübergehend vereinigt und darin wie durch die Form des Lagers an die Grünalge *Tetraspora* erinnernd. Lager bereits im Beginn der Lappung, der dann Zerteilung in mehrere kleine Lager folgt, die sich später völlig ablösen und frei werden. — Das kleinste Lager links aus vier Gruppen von Zellen bestehend, von denen zwei Vierergruppen, die anderen aber Zweiergruppen sind. Diese vier Gruppen von Zellen sind annähernd tetraedrisch angeordnet und gehen auf eine einzige Zelle zurück (wahrscheinlich einen Schwärmer), die sich hier festsetzte, Gallerte ausgebildet hat, rasch zwei aufeinanderfolgende Teilungen vollzog. So entstanden vier Zellen, die annähernd tetraedrisch zueinander liegen. — Das kleinere Lager rechts ist sicherlich aus einer festsitzenden, derb inkrustierten, zweischaligen Cyste entstanden, deren oberer deckelartiger Membranteil dem jungen Lager noch aufsitzt. — Das größere Lager rechts oben läßt deutlich die periphere Anordnung der Zweier- und Viererzellgruppen erkennen. Auch dieses Lager ist wahrscheinlich aus einem Schwärmer hervorgegangen.

S. 640/41). Die Kolonien waren, wenn sie größer waren, bereits abgelöst, kleinere Kolonien saßen häufig fest.

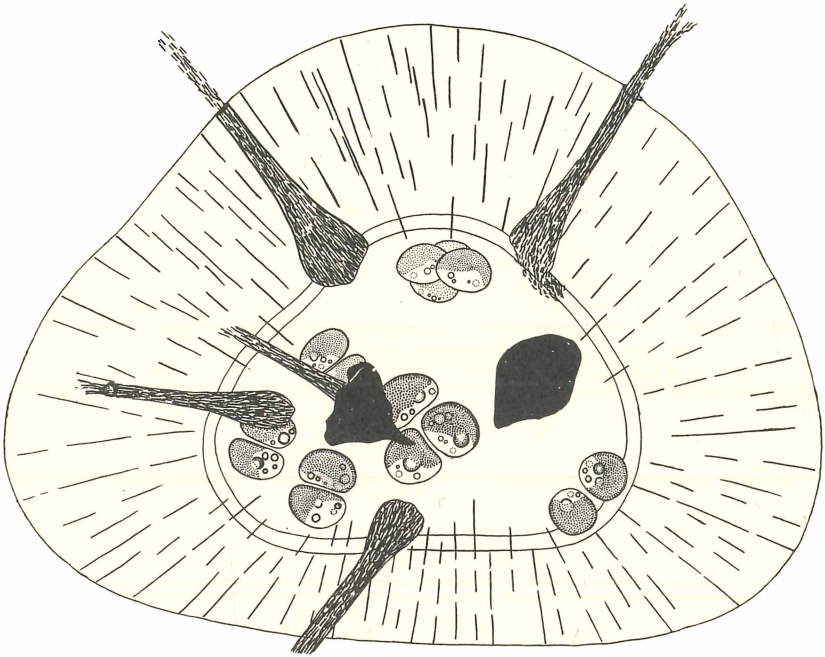

Fig. 2. *Chalkopyxis tetrasporoides.* Kleineres Lager, das die drei verschiedenen Gallertsysteme sehr deutlich erkennen läßt. In der halbkugeligen, zentralen Gallerte einige wenige Zellgruppen und die zwei Schalen der bei der Keimung der zweischaligen Cystenwand, aus der das kleine Lager bei der Keimung der Cyste herausgetreten ist. Um diese zentrale Gallerte eine derbhäutige Gallerte und über dieser die mächtige, radiär strukturierte Hüllgallerte. Diese Hüllgallerte setzt sich aus radiären Cylindern zusammen, zwischen denen eine Bakterie lebt. Die dunklen radiären Massen, die sich gegen die Zwischengallerte keulig verbreitern: eine andere Bakterie, die durch Ausweitung der Zwischenräume zwischen den einzelnen Gallertcylindern, vielleicht auch durch partielle Auflösung derselben, die Räume für mächtige Kolonien bildet, die die Hüllgallerte radiär durchsetzen, die mittlere, hautförmige Gallerte aber nicht durchdringen, sich aber hier mehr anreichern und verbreiten. Die Teilung der Bakterie vollzieht sich vorherrschend im Bereiche der Hüllgallerte und zwar quer zur Längsrichtung der Bakterienkolonie, so daß die einzelnen Bakterien mehr oder weniger reihenförmig hintereinander stehen. Die durch die reichliche Teilung entstehenden Bakterienmassen werden über die Hüllgallerte hinausgeschoben, bleiben hier noch eine Zeitlang *Zoogloea*-artig beisammen, um sich dann zu verteilen. Gelegentlich dringen Bakterien auch zwischen die Hüllgallerte in die hautförmige Zwischengallerte ein, ohne aber auch dann die Zwischengallerte zu durchsetzen. Die Hüllgallerte wird dadurch, daß sich unter Umständen die Bakterien zwischen sie und die hautförmige Zwischengallerte einschieben, manchmal völlig abgehoben und schließlich auch völlig zerstört.

An solchen kleineren Kolonien war sehr häufig zu sehen, daß ihre Gallerte aus verschiedenen Systemen zusammengesetzt war (Fig. 2, 3, 5). Solche zunächst breitaufsitzende, halbkugelige bis brotlaibartige junge Lager hatten nicht selten drei Gallertsysteme entwickelt. Zu innerst war eine zartere, fast flüssige Gallerte, in der

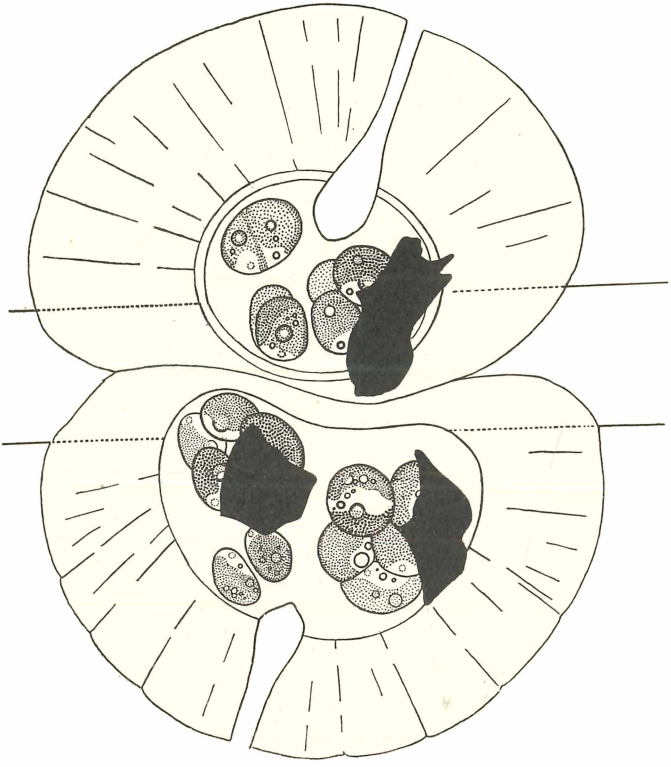

Fig. 3. *Chalkopyxis tetrasporoides.* Zwei kleinere, sich gegenseitig abplattende Lager. Beide Lager mit dem dreifachen Gallertsystem: Zentralgallerte, in der in einem Lager noch beide Schalen der gesprengten Cystenhülle zu sehen sind, während beim anderen Lager nur eine dieser beiden Schalen vorhanden ist. In dieser zentralen Gallerte noch sehr wenige Zellen vorhanden. Die hautförmige Zwischengallerte deutlich entwickelt. Hüllgallerte deutlich radiär strukturiert und außerdem die nach innen erweiterten Röhren zeigend, in denen die auf dieser Figur nicht dargestellten Bakterien leben.

peripher hohlkugelig angeordnet, meist in Vierergruppen stehend, die Zellen lagen (Fig. 2, 3, 5). Um diese innere Gallerte herum lag oft, aber nicht immer, eine sehr feste, nicht sehr dicke hautartige Gallerte, die keine weitere Struktur aufwies (Fig. 2, 5). Da manch-

mal über dieser Gallerte noch eine dritte Gallertschicht entwickelt war, möchte ich sie als Zwischengallerte bezeichnen. Diese Zwischengallerte war oft sehr dünn (Fig. 5) und wenn die beiden anderen Gallertsysteme vorhanden waren, immer sehr scharf gegen diese abgegrenzt. Zu äußerst lag nun das dritte Gallertsystem in der Form eines mächtigen Gallertmantels (Fig. 2. 3, 5). Dieser Gallertmantel zeigte deutlich radiäre Streifung und setzte sich aus radiär stehenden Komponenten zusammen, die wahrscheinlich ursprünglich cylindrisch, sich gegenseitig abplatteten und miteinander zu

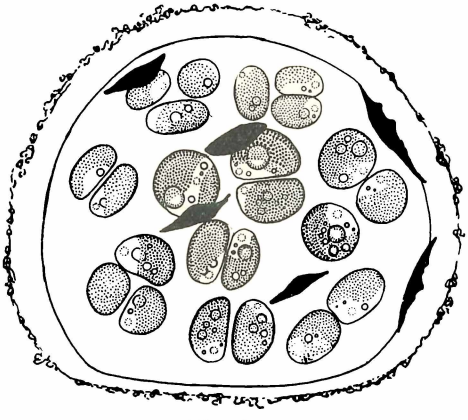

Fig 4a.

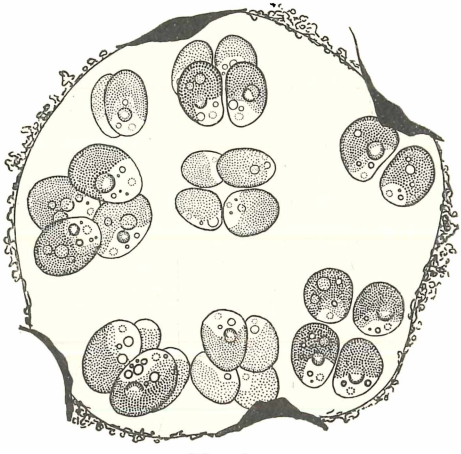

Fig. 4b.

Fig. 4. *Chalkopyxis tetrasporoides.* Zwei kleinere Lager, zum Teil einfachem Gallertsystem, das in den bis jetzt beschriebenen Lager der Zentralgallerte entspricht. Lager rechts mit den Schalenstücken der Cysten, auf welche das Lager zurückgeht. Das gleiche auch beim Lager links der Fall, doch sind hier auch noch im Lager drinnen Schalen vorhanden, welche darauf zurückgehen, daß kurz nach der Teilung der Cyste sich im jungen Lager einige Zellen von neuem encystiert hatten.

diesem mächtigen Gallertmantel verbacken waren (siehe Fig. 2, 3). Die radiäre Streifung wurde noch dadurch deutlicher, daß zwischen diese radiären Gallertcylinder Bakterien eindrangen, sich hier zu Ketten teilten und dadurch die einzelnen Gallertcylinder etwas voneinander ablockerten. Da diese Bakterien ein ganz anderes Lichtbrechungsvermögen hatten als die Gallertsubstanz, so trat die radiäre Streifung des peripheren Gallertmantels noch mehr zutage. Nicht selten wuchs in diesem Gallertmantel auch eine Zoogloea-artige Bakterie, die sich darin röhrenförmige Räume schuf (Fig. 2, 4), welche sich gegen die Zwischengallerte verbreiterten,

manchmal auch zwischen Hüllgallerte und Zwischengallerte eindrang und hier sich verbreitete. Hierzu siehe das in der Figurenerklärung Angegebene; übrigens soll darüber später ausführlich berichtet werden.

Diese drei Gallertsysteme: Zentral-, Zwischen- und Hüllgallerte waren nicht immer entwickelt. Häufig fehlte die radiär strukturierte Hüllgallerte und dann grenzte die hautartige Zwischengallerte die Kolonie nach außen ab. Oft war wieder die hautartige, nie sehr dicke, doch sehr feste Zwischengallerte nur sehr gering entwickelt oder sie schien ganz zu fehlen (Fig. 3, 4 a). Sehr häufig schienen die Lager nur einerlei Gallerte zu haben, welche der Zentralgallerte entsprach (Fig. 4 b, 1 z. Teil). Oft waren solche Lager noch sehr jung und entwickelten ihre Gallerten erst später. Dem widerspricht aber die Tatsache, daß gerade an jungen Lagern alle drei Gallertschichten häufig gut entwickelt waren (Fig. 2, 3, 5). Bei größeren Lagern, besonders bei solchen, die bereits in Auflösung begriffen waren, war meistens nur einerlei Gallerte vorhanden. Es konnte auch geschehen, daß die radiär gestreifte, meist mächtig entwickelte Hüllgallerte von der Zentral- oder Zwischengallerte abgehoben wurde und verloren ging. Manchmal waren an der Hüllgallerte alle Übergänge zum völligen Abbau und zur völligen Zerstörung durch Bakterien zu beobachten. Es handelte sich dabei aber weder um die in Reihen zwischen den Gallertcylindern vorkommenden, noch um die Zoogloea-artige, in weiten Röhren lebenden Bakterienkolonien, von denen oben die Rede war. Allerdings wurde die Abhebung der Hüllgallerte von der Zwischengallerte sehr häufig durch den Umstand eingeleitet oder bewirkt, daß sich die in Röhren lebende, Zoogloea-artige Bakterie schließlich auch zwischen die Hüll- und die Zwischengallerte einschob (Fig. 2). Es handelt sich aber hierbei vielleicht nur um mechanische Auflockerungen durch diese Bakterien und ihre Gallerte, kaum aber um Gärungs- oder Abbauvorgänge durch diese Bakterien, denn niemals konnten Gasbläschen gesehen werden, wie sie ja sonst in abgebauten Gallerten manchmal zu sehen sind.

Über die Entwicklung der Gallerte resp. der Gallertsysteme konnte ich nichts Eindeutiges erfahren.

Es war nun auffallend, daß in diesen Gallertkolonien nicht selten entweder peripher auf diese Gallerte aufgelagert oder, falls eine Hüllgallerte vorhanden war, oft unter dieser Hüllgallerte derbe, braune, eiseninkrustierte flachere oder gewölbtere, oft fast halb-

kugelige Schalen vorhanden waren (Fig. 1, 2, 3, 4): oft in der Zweizahl, oft mehr und dann sehr häufig ebenfalls in einem Vielfachen von Zwei. In manchen Fällen waren solche eiseninkrustierte, derbe Schalen auch innerhalb der Kolonie zwischen den Zellen zu sehen (Fig. 3 a) und nicht selten lagen zwei solcher Schalen einer Zweier- oder Viererzellgruppe an.

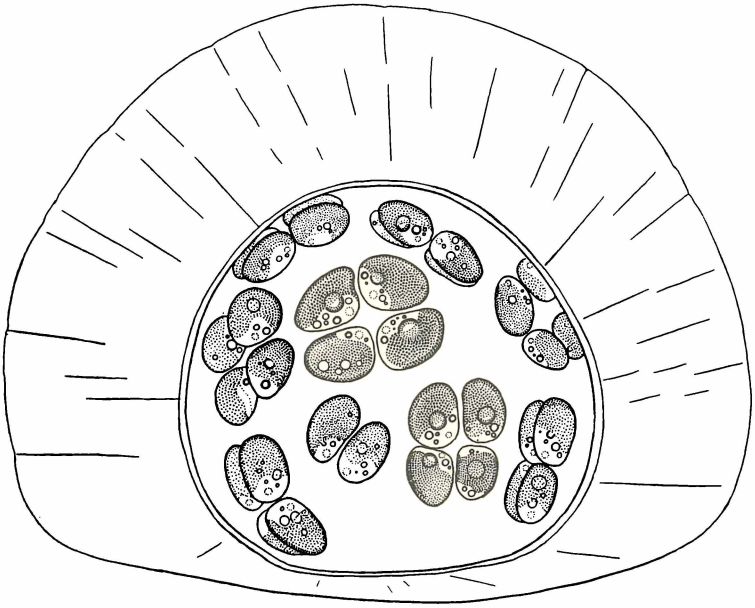

Fig. 5. *Chalkopyxis tetrasporoides.* Kleines Lager, das wahrscheinlich auf einen Schwärmer zurückgeht, der sich festsetzte und mit Gallerte umgab. Die drei Gallertsysteme deutlich entwickelt. In der Zentralgallerte die Zellen, zumeist in Vierergruppen. Zwischengallerte dünn und hautartig. Hüllgallerte deutlich radiär gestreift, ohne Bakterienkolonien. Gesprengte Schalen nicht vorhanden, da diese Kolonie nicht durch die Keimung einer zweischaligen, derb inkrustierten Hülle entstanden ist.

Manche Lager waren völlig frei von solchen Schalenstücken (Fig. 5, 1 z. Teil). Das war natürlich immer der Fall bei großen Lagern, die sich bereits losgelöst und die ihnen aufsitzenden Schalen verloren hatten.

Es fanden sich nun auch sehr kleine, 8—16 oder mehrzellige, festsitzende Lager, die zwischen zwei größeren oder kleineren, oft sehr schön gewölbten, tief eiseninkrustierten, gleichen oder ungleichen Schalen lagen (Fig. 7, 8). Diese Schalen saßen ihnen zunächst auf und wurden durch die Größenzunahme der jungen Kolonien deutlich voneinander getrennt.

Schalenlose Lager aber werden natürlich gebildet werden, wenn sich bei traubigen Lagern, die bereits in Zerteilung begriffen sind, einzelne Teile loslösen und zu neuen Lagern auswachsen. Es kann auch geschehen, daß an jungen Lagern zunächst die beiden Schalen zwar festsitzen aber ganz seitlich aufliegen, so daß die Kolonie nicht zwischen beiden Schalen liegt (Fig. 7 links). Dann werden die beiden Schalen bei weiterer Größenzunahme des Lagers recht bald abgestreift und sind dann schalenlos. Alle diese bisher besprochenen schalenlosen Lagerformen sind frei. Aber es gibt auch (s. Fig. 1 unten) ganz junge, festsitzende Lager ohne solche Schalen. Diese Lager können nicht in Zusammenhang mit schalentragenden Stadien ge-

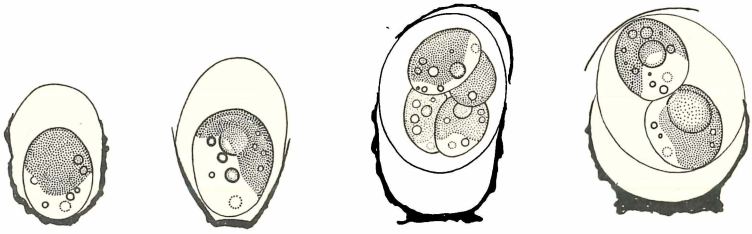

Fig. 6a. Fig. 6b. Fig. 6c. Fig. 6d.

Fig. 6. *Chalkopyxis tetrasporoides.* Festsitzende, zweischalige, derb eiseninkrustierte Cysten die mit breiter, eiseninkrustierter Basis festsitzen. Bei a und b im Inneren der ungeteilte viel kleinere Protoplast mit einer kontraktilen Vakuole und scheitelständigem Chromatophoren. Die Wand der Cyste besteht deutlich aus zwei Teilen. Der untere Teil ist stark verkrustet und tief schwarzbraun, der obere Teil hier dünn. c und d Auskeimende Cysten. Durch die bei der Keimung gebildete Gallerte werden die beiden Teile der Cystenschale gesprengt. Dem heranwachsenden Lager sitzt der deckelartige, obere Teil oft noch lange auf.

bildet worden sein. Sie müssen auf nackte, hüllenlose, bewegliche Stadien zurückgehen, die die Besiedelung des Substrates besorgen. Ich komme auf sie noch später zurück (S. 88).

Jedenfalls müssen bei unserer Alge derb inkrustierte Dauerstadien vorhanden sein, deren Wand aus zwei Stücken zusammengesetzt ist, die bei der Keimung dieser Stadien zu jungen Lagern voneinander getrennt werden. Solche Stadien waren bisher bei den Chrysophyceen unbekannt. Es gelang, die ganze Sache zu klären. Es treten tatsächlich bei unserer Alge und auch bei der zweiten, hier behandelten Chrysocapsale solche Dauerstadien mit sehr derber, eiseninkrustierter Hülle auf, die aus zwei gleichen oder ungleichen Teilen zusammengesetzt ist. Solche Dauerstadien sitzen sehr häufig mit ihrer verbreiterten Basis fest auf Algen und Detritus auf (Fig. 6). Meistens sind sie kugelig bis ellipsoidisch, oft verkehrt

eiförmig. In manchen Fällen läßt die derbe, eiseninkrustierte Hülle ihre Zusammensetzung aus zwei Stücken nicht direkt erkennen. Häufig aber ist der eine größere Teil der Wand sehr derb und stark eiseninkrustiert, während der obere, oft kleinere Teil sehr zart und nur wenig verfärbt ist (Fig. 6 a, b, d; 8 b links). Oft greift auch der Rand des unteren Teiles deutlich über den Rand des oberen Teiles über (Fig. 6 a, b; 8 b links). In allen solchen Fällen ist die Zusammensetzung der Hülle aus zwei Stücken sehr leicht zu erkennen, besonders dann, wenn es sich um junge Cysten handelt.

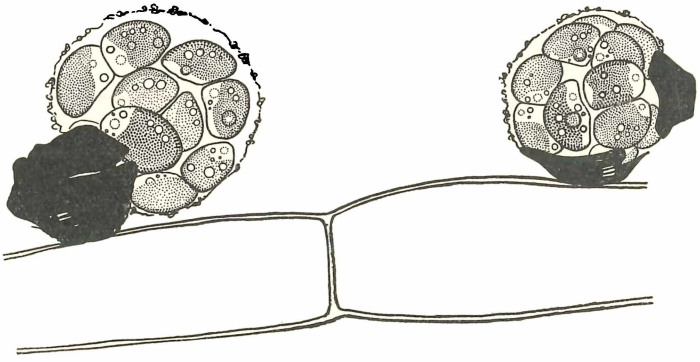

Fig. 7. *Chalkopyxis tetrasporoides.* Zwei festsitzende zweischalige, derb eiseninkrustierte Cysten, die gerade zu jungen Lagern auskeimen. Periphere Lagerung der Zellen deutlich zu erkennen. Bei der Figur rechts ist der Deckel der Hülle an der Gallerte des jungen Lagers kleben geblieben. Links ist die junge Kolonie mehr seitlich aus der Cyste ausgetreten, der Deckel der Cyste blieb mit dem unteren Teil der Cystenwand in Verbindung. Solche junge, seitlich austretende Kolonien lösen sich meist sehr rasch ab und haben dann keine anklebenden Schalen; sie gleichen dadurch sehr jenen jungen Lagern, die aus Schwärmern hervorgegangen sind.

Mit zunehmendem Alter aber wird auch der obere deckelartige Teil meist derber und mehr inkrustiert. Schließlich ist er nicht mehr vom unteren zu unterscheiden.

Die zweischalige Wand solcher Cysten besteht aus mehreren Schichten, die nicht scharf voneinander getrennt sind. Die äußeren, eine oder zwei, sind meist mächtig mit Eisen inkrustiert. Die innere ist meist heller. Während die äußeren Schichten der Schalen sehr früh ihre Quellbarkeit verlieren, scheint die innere Schicht ihre Quellbarkeit länger zu erhalten. In solchen Fällen dehnt sich diese Schicht bei der Keimung der Cyste und Trennung der beiden Schalen aus. Sie schlägt sich dann nicht selten zurück und die Schalen erscheinen dann konkav und nicht konvex dem Inhalt der Cysten aufzuliegen (Fig. 3 a, b).

Im Innern dieser Dauerstadien befindet sich der Protoplast; die viel größere, derbe Hülle steht von ihm meistens weit ab. Der Protoplast ist so orientiert (Fig. 6 a, b; 8 b links), daß sein mit einer kontraktilen Vakuole versehenes Vorderende dem Boden der Hülle aufsitzt und das mit dem Chromatophoren ausgekleidete Hinterende dem Deckel der Hülle zugewendet ist.

Diese Dauerstadien keimen nun dadurch, daß vom Protoplasten allem Anscheine nach Gallerte abgeschieden wird, welche die beiden Teile der Hülle voneinander sprengt. Meist aber nicht immer erfolgt dabei Teilung des Protoplasten (Fig. 6 c, d), die bald wiederholt wird. Dabei kommt es zur Volumsvermehrung der Gallerte.

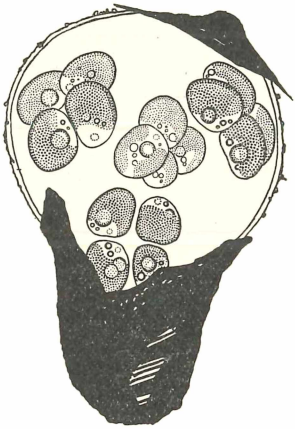

Fig. 8 a.

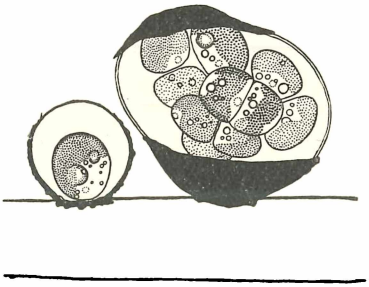

Fig. 8 b.

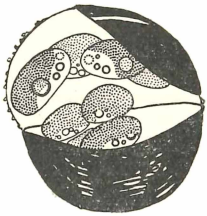

Fig. 8 c.

Fig. 8. *Chalkopyxis tetrasporoides.* a Eine freie, nicht festsitzende, innerhalb eines Lagers gebildete zweischalige und derb inkrustierte Cyste in Keimung. Vierte Zellteilung durchgeführt, so daß vier tetraedrisch gelagerte Vierergruppen von Zellen vorhanden sind. Die beiden noch anhaftenden Schalen sehr ungleich. b Auf einem *Rhizoclonium*-Faden sitzt links eine noch ungekeimte, fast kugelige, derb inkrustierte Cyste. Der untere Teil ihrer Wand ist sehr groß und derb, der obere dagegen sehr zart, doch ebenfalls braun gefärbt. Rechts davon eine eben gekeimte, festsitzende, zweischalige Cyste, deren oberer Teil durch die bei der Keimung gebildete Gallerte bereits deckelartig abgehoben wird. Dritte resp. vierte Teilung der Zellen durchgeführt. c Eine, wahrscheinlich im Inneren eines Lagers freigebildete, nicht festsitzende, ungleichschalige Cyste. — Bei den Keimungsstadien a und b ist an den jungen Lagern bereits die Bildung der hautartigen Zwischenschicht zu sehen, über die bei manchen Lagern noch die radiär strukturierte mächtige Hüllgallerte abgeschieden wird.

Die beiden Teile der Hülle werden dadurch weiter voneinander abgerückt und aus diesen jungen, zwei- oder vierzelligen Stadien entwickelt sich durch rasche Teilungsfolge schließlich ein größeres, zunächst festsitzendes Lager mit peripheren, meist in Zweier- oder Viererzellgruppen stehenden Zellen (Fig. 7, 8 b rechts).

Nicht alle diese Cysten sitzen fest. Es finden sich auch freie Cysten (Fig. 8, 9), deren Bau und Keimung genau ebenso ist. Während junge, ursprünglich festsitzende Kolonien, die aus fest sitzenden Dauerstadien hervorgingen, sobald sie losgelöst sind, meist nur ein Schalenstück auf sich sitzen haben, haben solche aus freien Dauerstadien gebildete Kolonien meist zwei Schalen.

Fig. 9 a. Fig. 9 b.

Fig. 9. *Chalkopyxis tetrasporoides.* Zwei freie, nicht festsitzende, wahrscheinlich innerhalb von Gallertlagern gebildete und dann isolierte, zweischalige, derb inkrustierte Cysten bei der Keimung. Bei a die beiden Teile der Hülle fast gleichgroß, bei b sehr verschieden. Im kleinen Lager von a wird gerade die vierte Teilung, von b die dritte Teilung durchgeführt.

Manchmal aber haben die Lager mehr als zwei Schalenstücke aufsitzen. Das kann auf verschiedene Weise verursacht sein. Zunächst können und das wurde direkt beobachtet, dicht nebeneinander befindliche Lager, die gegenseitig angepreßt sind, sich in ihrem Wachstum schließlich so verhalten, als ob es nur ein Lager wäre. Ihre Gallerten wachsen ineinander und verfließen. Auf andere Bildungsweisen wird unten eingegangen werden (S. 86, 87).

Bemerkenswert ist, daß solche zweischalige, sehr derb eiseninkrustierte Dauerstadien aber auch innerhalb der Lager gebildet werden können. Um einzelne Zellen, aber auch um eben geteilte Zweier- oder Vierergruppen von Zellen differenziert sich innerhalb des Lagers eine stark glänzende Gallertschicht, die sich sehr bald gelblich verfärbt und in kürzester Zeit, oft innerhalb weniger Stunden tief braun eiseninkrustiert wird. Es liegen dann innerhalb eines solchen Lagers einige derb inkrustierte Dauerstadien. Die anderen Zellen des Lagers gehen in besonders extremen Fällen zugrunde, worauf diese derb inkrustierten Dauerstadien durch Verflüssigung der Gallerte frei werden. Es kann aber das Lager trotz der gleichzeitigen Bildung einiger solcher Dauerstadien weiterwachsen und die Zellen in reichlichem Maße vermehren. Die fast braunschwarzen, meist kugelig bis brotlaibartigen Dauer-

stadien liegen dann schließlich ziemlich unregelmäßig innerhalb der Lager. Es scheinen also für die Bildung solcher Dauerstadien Faktoren maßgebend zu sein, die unter Umständen nur in ganz kleinen, engumschriebenen Bereichen eines Lagers in Wirkung treten.

Solche, innerhalb eines weiterwachsenden Lagers befindliche Dauerstadien können nun lange Zeit unverändert bleiben. Sie können aber auch nach einiger Zeit innerhalb des weiterwachsenden Lagers auskeimen. Die einzige oder die mehreren innerhalb der Dauerstadien befindlichen Zellen bilden Gallerte, welche die starre Hülle in ihre zwei oft ungleichen Teile zerreißt. Dadurch, daß die Zellen sich sehr bald teilen, kommen innerhalb des Mutterlagers Tochterlager zustande, denen die beiden Schalenstücke aufsitzen. So kommt es, daß nicht selten einem größeren Lager unserer Alge sowohl zwei oder mehrere Schalen aufsitzen können, wie auch solche Schalen in ihm selber vorhanden sind. Diese innerhalb des Lagers befindlichen Schalen lassen noch längere Zeit durch ihre paarweise Auflagerung auf die Tochterkolonien die Zugehörigkeit zu bestimmten Zelkomplexen erkennen. Bei zunehmendem Wachstum der Tochterlager aber werden diese Schalenstücke unregelmäßig verschoben und eine gegenseitige Zuordnung wird mit der Zeit unmöglich.

Die kleinen, innerhalb des Mutterlagers aus Dauerstadien gebildeten Tochterlager sind noch eine Zeitlang als solche zu erkennen. Bei weiterem Wachstum aber geht ihre Individualität sichtlich verloren. Sie werden ganz peripher zwischen die Zellen des weiterwachsenden Mutterlagers eingeschoben, sind aber auch hier noch eine Zeitlang zu erkennen. Schließlich werden sie dem Zellkomplex des Mutterlagers so völlig eingeordnet, daß nichts mehr an ihre frühere Selbständigkeit erinnert, als die innerhalb des gemeinsamen Lagers befindlichen Schalenstücke [1]).

Eine Anreicherung der Schalenstücke kann aber noch auf andere Weise vor sich gehen. Es kann geschehen, daß solche Dauerstadien durch die Gallerten des oder der in ihr befindlichen Protoplasten gesprengt werden, wobei Teilung eintreten oder diese Teilung unterbleiben kann. Bevor es aber zur Bildung größerer

---

[1]) Für die Entwicklungsmechanik solcher Lager ist die Tatsache, daß ursprünglich selbständige, innerhalb des Mutterlagers gebildete Tochterlager schließlich wieder völlig dem Zellkomplex des Mutterlagers eingefügt werden, von Bedeutung. Die richtenden Kräfte, die die Form des Lagers bestimmen und die auf die quellenden Gallerten des Lagers zurückgehen, sind nicht nur bei Einzelzellen, sondern auch bei Zellkomplexen heterogener Herkunft wirksam.

Kolonien kommt, oft noch, bevor überhaupt die Teilung der Protoplasten eingeleitet wird, kommt es zur neuerlichen Abscheidung einer derben, inkrustierten zweischaligen Hülle. Es wird also gewissermaßen kaum, daß die Keimung eines solchen Dauerstadiums vor sich gegangen ist, die Encystierung wiederholt (Fig. 10 a). War nur eine Zelle vorhanden, so kann es geschehen, daß die zweite Cyste kleiner ist als die erste Cyste und die zweite innerhalb der enganliegenden, nur etwas voneinander getrennten Schalenstücke der ersten zu liegen kommt (Fig. 10 a). Waren aber bei der Keimung des Dauerstadiums bereits Teilungen eingetreten und die zweite Cystenbildung erst dann erfolgt, dann ist die zweite Cyste meistens viel größer als die erste (Fig. 10 b, c, d). Die kleinen Schalenstücke des ersten Dauerstadiums sitzen dann käppchenartig den viel größeren kugeligen oder ellipsoidischen, später gebildeten großen Cysten an. Keimen dann solche knapp nach der Keimung einer kleinen Cyste gebildete große Cysten wieder aus, so sitzen den Kolonien zunächst immer zwei Paare von Schalenstücken, das eine Paar größer, das andere Paar kleiner, auf (Fig. 10 b, c, d).

Dieser Vorgang der gleich nach der Keimung wiederholten Bildung von Dauerstadien kann sowohl bei freien wie auch bei festsitzenden Dauerstadien erfolgen und sowohl festsitzende wie auch freie Dauerstadien können auf diese Weise die kleinen Schalenstücke der ersten Cyste aufsitzen haben.

Der Vorgang, daß solche Dauerstadien bei ihrer Keimung sofort wieder zur Bildung von Dauerstadien schreiten, kann sich auch wiederholen. In solchen Fällen können größere oder kleinere und zwar wieder sowohl festsitzende wie freie Cysten nicht nur von einem Paar zusammengehörender Schalen, sondern von mehreren unter Umständen bis fünf Paaren abgestoßener Schalen umgeben sein (Fig. 10 e). Geschieht diese wiederholte Encystierung derselben Zelle oder desselben Zellkomplexes innerhalb eines neuen Lagers, so sind schließlich in einem solchen Lager sehr viele, tief schwarzbraun inkrustierte, spröde Schalen vorhanden.

Ausdrücklich muß die Tatsache bemerkt werden, daß nicht nur Einzelzellen sondern auch Zweier- und Vierergruppen, ja unter Umständen weitere Teilungsfolgen, bis 16 Zellen, einheitlich encystiert werden können. Sie werden in ihrer Gesamtheit, so wie eine einzige Zelle von einer derb inkrustierten schwarzbraunen, meist abstehenden spröden Hülle umgeben. Diese wird dann bei der Keimung ebenfalls in zwei Schalenstücke auseinandergerissen. Natürlich

Fig. 10e.

Fig. 10a.

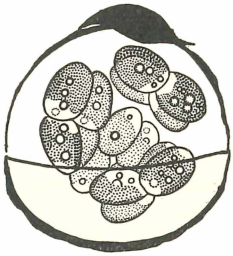

Fig. 10d.

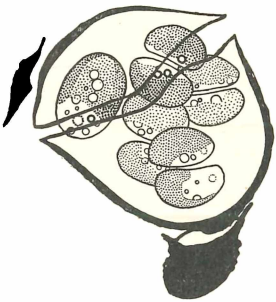

Fig. 10b.

Fig. 10c.

Fig. 10. *Chalkopyxis tetrasporoides.* a Keimungsstadium mit zwei übereinandergelagerten Paaren von Schalen gesprengter Cysten. Eine Zelle hatte sich hier zuerst encystiert und eine zweischalige Cystenwand gebildet (die beiden zu äußerst liegenden Schalen). Hierauf kontrahierte sich der Protoplast um innerhalb der bereits gebildeten Cyste nochmals eine zweischalige Cystenwand auszubilden, die im Gegensatz zur ersten derb inkrustiert wurde. Bei der Keimung und ersten Teilung wurde zunächst die innere (jüngere), dann die äußere (ältere) Cystenwand gesprengt, so daß nun zwei Paare von Schalen vorhanden sind. b und d Keimungsstadien mit zwei Paaren von Schalen. Bei b hatte sich zunächst eine Zelle encystiert, deren beide Teile sehr ungleich waren, dann keimte diese Cyste und dabei wurden ihre beiden ungleichen Schalen voneinander getrennt. Es bildete sich dann eine wenigzellige Kolonie, die aber nicht weiter wuchs, sondern als Ganzes wieder encystiert wurde. Ihre derbwandige, eiseninkrustierte Hülle hatte zwei sehr ungleiche Schalen. Diese zweite Cyste war natürlich viel größer als die erste Cyste. Die Figur gibt gerade die Keimung dieser zweiten Cyste wieder; durch die dabei gebildete Gallerte werden die beiden Schalen der jüngeren Cyste gesprengt, während ihnen die beiden Schalen der erstgebildeten Cyste außen ankleben. — c Ein gleicher Fall wie bei b: eine zunächst einzellige, derbwandige und zweischalige Cyste keimte, worauf das junge, wenigzellige Lager von neuem zu einer großen Cyste encystiert wurde, die nun zwischen die beiden viel kleineren Schalen der zuerst gebildeten Cyste zu liegen kommt. — Der gleiche Fall wie bei c, nur ist die eine Schale der erstgebildeten Cyste verloren gegangen und nur die eine der beiden Schalen der zuerst gebildeten Cyste sitzt der sehr großen und ungleichschaligen, später gebildeten Cyste auf. Die Zellen des jungen Lagers hat sich gerade zum viertenmal geteilt; die Cyste steht gerade vor der Sprengung der beiden Schalen. — e Vier zusammengehörige Paare von Cystenschalen. Den Ausgang bildete eine festsitzende, derbwandige und zweischalige Cyste. Ihr Protoplast hat sich unter Sprengung der vorhergebildeten Cystenwände nicht weniger als viermal hintereinander encystiert, ohne ein größeres Lager zu bilden. Die Schalen wurden leer gefunden und waren durch Gallerte zusammengehalten. Wahrscheinlich war der Inhalt der Cyste schließlich ausgeschwärmt.

sind solche Cysten größer als die, die nur eine einzige Zelle enthalten.

Es wurde oben erwähnt, daß viele der gebildeten Cysten verschiedenen Substraten aufsitzen. Auch junge Kolonien sitzen oft fest. In diesen festsitzenden Cysten sind wie bereits erwähnt, die Protoplasten so angeordnet, daß das Vorderende mit der kontraktilen Vakuole dem Boden der Cystenwand aufsitzt, während das freie Hinterende vom Chromatophoren ausgekleidet wird (Fig. 6 a, b; 8 b links). Sichtlich hat sich bei solchen festsitzenden Cysten ein bewegliches Stadium der Alge mit dem Vorderende am Substrat festgesetzt, Gallerte ausgeschieden und die spröd werdende und eiseninkrustierte Hülle herausmodelliert. Es wurde oben darauf hingewiesen, daß es auch Kolonien gibt, die festsitzen und keine abgesprengten Schalen an sich tragen, also gewiß nicht aus solchen zweischaligen Dauerstadien kommen, sondern auf eine andere Weise entstanden sein müssen (Fig. 1 oben, 5). Leider sind hier meine Beobachtungen nicht vollständig: es müssen hier wie bei allen festsitzenden Chrysocapsalen Schwärmer vorhanden sein, die die Besiedlung des Substrates vornehmen. Dafür spricht auch die monadoide Organisation des Protoplasten mit seiner kontraktilen Vakuole. Die Schwärmer kamen aber bedauerlicherweise nicht zur Beobachtung, aber, um es zu wiederholen, sowohl diese festsitzenden zweischaligen, derb inkrustierten Dauerstadien, wie auch die jungen festsitzenden Lager ohne festsitzende Schalen können nur auf Schwärmer zurückgehen, die sich festsetzen und entweder die zweischaligen derben Cysten bildeten oder ohne Ruhestadien sofort begannen, durch Teilungen neue Lager zu bilden.

Ebensowenig sah ich die für die Chrysophyceen charakteristischen Kieselcysten mit Porus und Stopfen, welche endogen gebildet werden. Auch diese sind hier wahrscheinlich vorhanden.

Die Alge sei wegen ihrer zweischaligen, eiseninkrustierten Dauerstadien und der Ähnlichkeit ihrer Lager mit der Grünalge *Tetraspora* als *Chalkopyxis tetrasporoides* bezeichnet (Diagnose der Gattung und Art s. S. 102).

Chrysotilos.

Der zweite Organismus, der ebenfalls gelegentlich zweischalige, derb inkrustierte Dauerstadien bildet, wurde in den Almtümpeln um Lunz beobachtet. Als Almtümpel werden flache, kaum 20—40 cm tiefe Wasseransammlungen bezeichnet, die nur von Schnee- oder

Regenwasser gespeist werden, dabei entweder beständig sind oder auch im Herbst austrocknen. Soweit sie von Schnee gespeist werden, fließt ihnen Schneewasser solange zu, als die Schneeschmelze währt, also oft bis Mitte Juni. Da dann die Hauptregenzeit einsetzt, so bleiben manche beständig, andere trocknen völlig aus. Nur solche Almtümpel, welche in mooriger Umgebung liegen, haben annähernd konstanten Wasserstand, während er bei den anderen oft innerhalb kürzester Frist sehr stark wechselt. Manche von ihnen liegen am Grunde von Dolinen oder Uvalen des verkarsteten Tertiärplateaus der Umgebung von Lunz. Manche liegen auf wasserundurchlässigem Boden, z. B. die am Grunde von Dolinen, wo sich Verwitterungslehm ansammelt. Andere aber liegen über roter Erde.

Da die Tümpel sehr flach sind, wechselt die Temperatur sehr stark. Sehr hohen Durchwärmungen tagsüber stehen tiefe Abkühlungen in der Nacht gegenüber, die oft wegen der hohen Lage (1200—1700 m) sehr bald im Jahre zur Eisbedeckung führen. Nur einen Teil des Jahres sind die Tümpel schneefrei: im Oktober setzen die Schneefälle ein; einige Tümpel liegen bis tief in den Mai unter Schnee.

Der ständige Wechsel des Milieus wird noch mannigfaltiger dadurch, daß ihr Gehalt an organischer Substanz sowohl qualitativ wie quantitativ sehr schwankt und weitgehend vom Viehauf- und abtrieb abhängt.

So sind die Almtümpel trotz ihrer Gleichartigkeit in mancher Hinsicht doch wieder individuell verschieden.

Die Mikroflora dieser Almtümpel ist sehr eigenartig und sehr reich, aber dabei sehr wechselnd. Über die Polyblepharidinen- und Chlamydomonadinenflora haben seinerzeit Pascher und Jahoda (1928) berichtet.

In diesen Almtümpeln fand sich, speziell in den Almtümpeln auf der Pauschenalm und in einem auf der Herrnalm eine eigenartige, doch spärliche Wasserblüte. Sie bestand aus treibenden, schwarzbraunen, kleinen Flöckchen, kleinen Flitterchen oder auch winzigen Häutchen, die manchmal sehr dicht, manchmal in Auflockerung begriffen waren und nur selten kleine Klümpchen bildeten. Am seltensten waren hellere, blaß gelbbraune Ausbildungen, die ebenfalls häufig in Auflockerung waren.

Diese blasseren, gelbbraunen Flöckchen bestanden aus einer ziemlich zähen Gallerte, in der (Fig. 11) zahlreiche, runde Zellen lagen, die nach der Teilung paarweise oder in Vierergruppen bei-

sammenlagen und dann sich gegenseitig abplatteten. Die Morphologie der Zellen ließ die Alge unzweifelhaft als Chrysophycee erkennen: ein schön hellgelb brauner Chromatophor kleidete einen großen Teil der Zelle aus und war wandständig. Meist war er dem einen Ende der Zelle genähert und ließ das andere Ende der

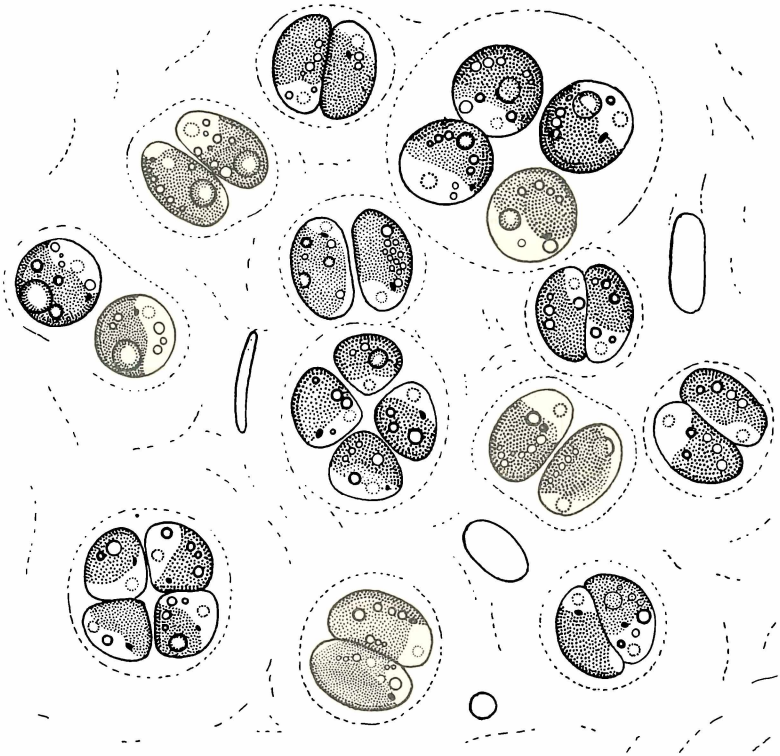

Fig. 11. *Chrysotilos ferrea.* Stück eines treibenden, hellbraunen Flöckchens. In der zarten, nur andeutungsweise geschichteten Gallerte liegen die Zellen zu zweien oder zu vieren, seltener einzeln. Um die Zellgruppen oder Einzelzellen eine etwas deutlichere Gallertschicht. Die einzelnen Zellen mit Chromatophor, Stigma und kontraktiler Vakuole. Bei der einen Vierergruppe die Zellen bereits abgerundet und voneinander entfernt, wenn auch noch von einer Gallerthülle zusammen gehalten.

Zelle frei, in dem sich immer eine kontraktile Vakuole befand. Der Chromatophor trug an seinem Vorderende ein intensiv rotes bis schwarzrotes Stigma. Um die Zelle herum war meist eine deutlich differenzierte Gallertschichte zu bemerken, die manchmal leicht gelblich verfärbt war. Bei der Teilung, die der Länge nach erfolgte und oft rasch wiederholt wurde, so daß Zweier- und Vierer-

gruppen entstanden, wurde diese Gallerthülle gesprengt und die einzelnen Tochterzellen bildeten neue Gallerthüllen aus. Oft aber kam es nicht zur Bildung dieser Spezialhülle, die Zellen lagen dann direkt in der amorphen und manchmal etwas strähnigen Gallerte.

Fig. 12. *Chrysotilos ferrea.* Kleinerer Teil eines tiefbraunen Flöckchens. Die meisten Zellen in Teilung und fast alle dieser Zweiergruppen von einer derb inkrustierten, dunklen Hülle umgeben, die durch die bei der Teilung neu gebildete Gallerte in ihre zwei Schalen getrennt ist. Links eine derbe Hülle, deren beide Schalen fester zusammengehalten wurden. Die derbe Wand ausnahmsweise in drei Teile zersprengt. Daneben eine Hülle, deren beide Schalen zunächst noch sehr klein waren. Diese leicht konkaven Schalenstücke ergänzten sich erst später zu zusammenschließenden Schalen. — In dieser Figur sind die Gallertschichten etwas zu deutlich und zu derb gezeichnet. Wie bei Fig. 11 sind auch hier in der Gallerte bereits Löcher und Spalten entwickelt, welche sich mit der Zeit vergrößern, das Lager maschig machen und zur völligen Auflösung des Lagers in kleinere Teile führen.

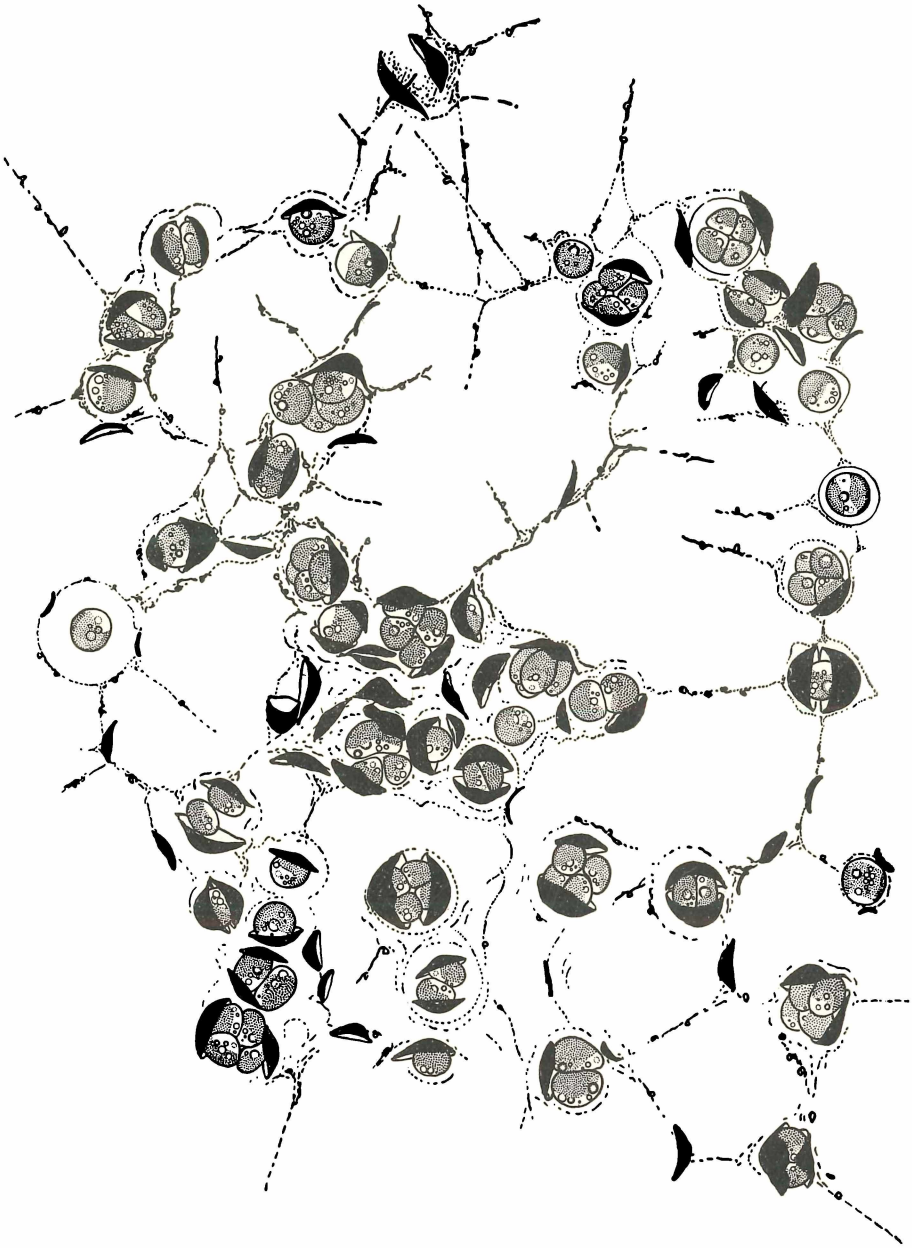

Fig. 13. *Chrysotilos ferrea.* Stück eines schwarzbraunen Flöckchens, bei dem die Lagergallerte bereits völlig maschig und strähnig aufgelöst ist. Das ganze Lager ist in größere oder kleinere Klümpchen zerteilt, die mehrere, oft aber auch nur eine

einzige Zelle enthalten. Diese kleinen Klümpchen durch derbere oder sehr zarte Gallertstränge und Fäden verbunden, die mit der Zeit reißen, wodurch die Klümpchen isoliert werden. Die meisten Zellen in Teilung (Zweier- oder Vierergruppen). Um diese herum die voneinander getrennten, derben, schwarz inkrustierten beiden Schalen der Hülle. Vereinzelte oder paarweise zusammenliegende leere Schalen stellenweise gehäuft oder an den ausgezogenen Gallertsträngen haftend. An manchen einzelnen Zellen oder manchen Zellgruppen nur sehr kleine Schalen, die wie kleine Halbmonde der Gallerthülle aufsitzen. Sehr vereinzelt Zellen ohne inkrustierte Hüllen oder nur mit zarter Gallertschicht. — Die Zeichnung, mehr skizzenhaft, gibt den Eindruck eines solchen, in Auflösung begriffenen Gallertlagers nicht ganz wieder, da Deckglasdruck und Präparation die Maschen und Stränge zerren, dehnen und oft auch völlig unnatürlich lagern.

Die meisten dieser treibenden Flöckchen oder Flitterchen waren aber tief rot- bis schwarzbraun. Ihre Dunkelfärbung kam aber nicht durch besondere intensiv gefärbte Chromatophoren zustande, sondern dadurch (vgl. Fig. 12), daß die Zellen oder auch die Zellgruppen von einer derben, eiseninkrustierten, oft sehr ungleichmäßig dicken Hülle umgeben waren. Da diese Flöckchen sehr reich an Zellen sind und die Hüllen sehr stark verfärbt waren, so war die Färbung der treibenden Flöckchen dann tiefschwarzbraun.

Solche Flöckchen, ob sie nun gelbbraun ohne besonders auffallend eiseninkrustierte Hülle oder schwarzbraun und voll von solchen Hüllen waren, wachsen nur bis höchstens einen halben oder einen mm Größe heran. Dann erfolgt eine auffallende Auflockerung der Gallerte, es treten Löcher in der Gallerte auf, die Gallerte wird zunächst strähnig und feinmaschig. Schließlich wird die Gallerte solcher Flöckchen fädig, es treten weite Maschen auf (Fig. 13), die meist von sehr dünn ausgezogener Gallerte gebildet werden, zwischen denen stellenweise die Gallerte etwas mehr gehäuft ist. Die Gallerte eines solchen Flöckchens löst sich also mit der Zeit in kleine Partien auf, die durch Gallertstränge noch eine Zeitlang miteinander in Verbindung stehen. In diesen kleinen Gallertpartien findet sich eine bis mehrere Einzelzellen oder Zweier- oder Vierergruppen von Zellen dann, wenn die Zellen gerade in Teilung begriffen waren. Gelegentlich sitzt eine oder die andere Zelle respektive Zellgruppe den Gallertsträngen auf. Manchmal kleben an den Gallertsträngen einzelne Schalen gesprengter Cystenhüllen. In den kleinen Anhäufungen der Gallerte liegen Einzelzellen, respektive Zellgruppen und ihre Hüllen, respektive Schalen sehr bunt durcheinander. Es ist dann meistens schwer bis unmöglich, solche Schalen in Beziehung zu bringen zu den dazugehörigen Zellen oder Zellgruppen.

Solche sich maschig auflösende und mit der Zeit ganz zerteilte Lager sind kaum in ihrer richtigen Anordnung zu beobachten. Auf dem Objektträger, unter dem Druck des Deckglases, schlagen sich die Strähne so um, daß die Zellen und Zellgruppen respektive ihre Hüllen nicht von oben, sondern von der Seite gesehen werden. Diese Bilder entsprechen kaum der wirklichen Lage, vermitteln aber dann einen guten Einblick in Teilungsstadien.

Auf diese Weise werden sowohl die blasseren Flöckchen ohne Eisenhüllen wie auch die tief schwarzbraunen mit Eisenhüllen um die Zellen zerteilt. Die fädigen und strähnigen Gallertpartien, welche die einzelnen Zellen oder Zellgruppen noch eine Zeitlang zusammenhalten, reißen mit der Zeit ab. Dadurch entstehen winzige Gallertkrümelchen mit einer oder mehreren Zellen bzw. Zellgruppen, durch deren Teilungstätigkeit wieder neue auf der Oberfläche der Almtümpel treibende Flöckchen entstehen.

Die Protoplasten der Zellen waren, wie bereits erwähnt, sehr häufig mit einer derben, eiseninkrustierten Hülle versehen. Da die Zellen zumeist in lebhafter Teilung waren, so waren es auch nur hier einzelne Zellen, die eine geschlossene, derb inkrustierte Hülle hatten. Die meisten Zellen waren ja in Teilung, dabei wurde einerseits die durch die neugebildete Gallerte, andererseits durch die neugebildeten Tochterzellen die Hülle in ihre beiden Schalen zersprengt, welche nun meist ohne bestimmte Ordnung der Gallerthülle der Zweier- oder Vierergruppen der Zellen anlagen (Fig. 12, 13, 14, 15). Auch bei geschlossenen, nicht in ihre zwei Schalen zersprengten, eiseninkrustierten Zellen war häufig die Zusammensetzung dieser Hülle aus zwei Stücken zu erkennen (Fig. 12, 14 a). Die beiden Schalen waren oft gleich groß, oft aber sehr ungleich (Fig. 14 a, b, c, e); die encystierten Zellen besaßen kugelige oder ellipsoidische, manchmal dort, wo die beiden Schalen zusammenstoßen, scharfkantige Cysten (Fig. 14 a), die dann sehr häufig etwas zusammengedrückt waren. Waren die beiden Schalen gleich, so hatten sie häufig die Form von hohlen Halbkugeln oder zu mindestens von Kalotten. Manchmal war die untere Schale ausgesprochen napf-, die obere ausgesprochen deckelförmig. In den allermeisten Fällen schlossen die beiden Schalen mit ihren Rändern dicht aneinander, manchmal aber waren die beiden Schalen nur gewissermaßen in der Anlage in Form kleiner eiseninkrustierter Scheibchen vorhanden (Fig. 14, 16), die einander annähernd diametral gegenüberlagen. Sie waren dann durch eine farblose Gallerte verbunden, die die Zelle in Form eines

Hofes umgab. Manchmal wurden die Schalen später ergänzt (Fig. 12). Dann waren an den großen Schalen die ersten kleinen Anlagen deutlich in der Form kleiner oft leicht konvexer Partien zu erkennen. Häufig besonders in Perioden weniger gestörter Teilungstätigkeit wurden diese kleinen scheibchenförmigen Anlagen der beiden Schalen nicht ergänzt. Solche Zellen fielen dann sehr auf.

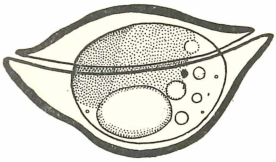

Fig. 14 a.

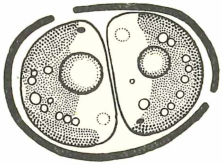

Fig. 14 b.

Fig. 14 c.

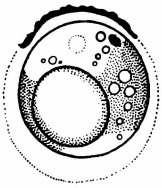

Fig. 14 d.

Fig. 14 e.

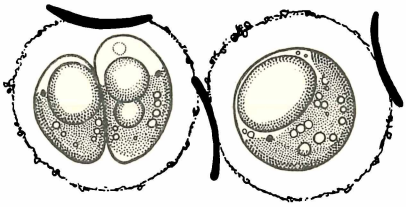

Fig. 14 f.

Fig. 14. *Chrysotilos ferrea.* a Eine breit ellipsoidische, am Rande verbreiterte, derb inkrustierte, sehr ungleichschalige Cyste, bei der der obere Teil den unteren förmlich deckelartig abschließt. Protoplast wie immer viel kleiner als die Cyste. — b Keimende, sehr ungleichschalige aber glattwandige Cyste, deren Protoplast sich bereits geteilt hat. — c Keimende, sehr ungleichschalige und ungemein derbwandige Cyste. Der sich vergrößernde und mit einer zarten Gallerthülle umgebene Protoplast hat den kleinen Deckel der Cyste abgehoben und den unteren Teil der Cystenwand ausgeweitet. — d Keimende Cyste, bei der die quellenden Gallerte den einen Teil der Schale verloren hat, während der andere ihr noch mützchenartig anklebt. — e Cyste, bei der die beiden Schalen der Cystenwand nur angelegt wurden und nun wie kleine, leicht konvexe Tellerchen auf der weichen Gallerthülle liegen. — f Ähnliche Stadien wie bei d und e. Links: bei der Keimung wurde die eine der beiden Schalen abgestreift; rechts: beide Schalen nur in der Anlage entwickelt.

In diesen Cysten lagen die kugeligen bis ellipsoidischen Protoplasten, die im allgemeinen dieselbe Form hatten, wie die in den gelbbraunen, schleimigen Lagern. Meistens besaßen sie auch das Stigma, nur die kontraktile Vakuole war oft nicht zu sehen. Beim Wachstum der Protoplasten, besonders dann, wenn um den Protoplasten herum etwas Gallerte ausgeschieden wurde, wurden durch die quellende Gallerte die beiden Teile der spröden Hülle voneinander getrennt (Fig. 12, 13, 14, 15). Die Hüllen waren meist etwas

rauh, in manchen Fällen waren sie ganz glatt (Fig. 16). In manchen Fällen scheint es überhaupt nur zur Ausbildung einer der beiden Schalen gekommen zu sein (Fig. 14 d).

Da die Zellen eines solchen Flöckchens in lebhafter Teilung begriffen waren, so wurden die beiden Schalen der Hülle der Mutter-

Fig. 15 a.

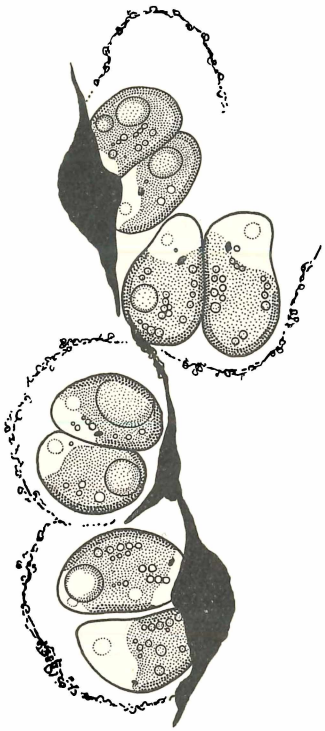

Fig. 15 b.

Fig. 15. *Chrysotilos ferrea.* Aus einem sich maschig auflösenden und schließlich zerfallenden, flockenförmigen, schwarzbraunen Lager wurden einzelne Stränge herausgezeichnet. Den Schleimsträngen sitzen meist Keimungsstadien von Cysten auf. In diesen Keimungsstadien wurden durch die quellende Gallerte die beiden Schalen der Hülle voneinander gesprengt. Die Keimungsstadien mit ihren zwei oder vier Zellen sind zumeist mit einer ihrer beiden Schalen an die Stränge angeklebt.

zellen voneinander getrennt und solche in Teilung begriffene Flöckchen zeigten oft nur getrennte Schalen. Die Teilung der Zellen erfolgte auch in diesen schwarzbraunen Flöckchen der Länge nach. Es wurden Zweier- und Vierergruppen gebildet. In solchen in Teilung begriffenen Flöckchen fanden sich oft ausschließlich, solche Zweier- und Vierergruppen von Zellen. Diese Zweier- oder Vierergruppen von Zellen waren in zarte Gallerte eingehüllt, der die eine oder beide Schalen der Mutterhülle aufsaßen.

Oft hielt eine Teilungswelle in ihrer Intensität an. Die Zweier- oder Vierergruppen von Zellen trennten sich voneinander, um sich unter diesen günstigen Umständen rasch wieder zu teilen. In diesen Fällen wurde eine deutlichere, wenn auch nur weiche Hülle, um die einzelnen Zellen nur selten gebildet. Nie kam es zur Bildung von derb inkrustierten, zweischaligen Hüllen der beschriebenen Form. Die Teilungen erfolgten eben für die Bildung solcher starrer Hüllen zu rasch. Trat aber eine Teilungspause ein, so isolierten sich zunächst die Zellen der einzelnen Zweier- und Vierergruppen, rundeten sich ab, umgaben sich mit einer zunächst gelbbraunen glatten, derben Gallerthülle, die sich oft in kürzester Zeit, oft im Laufe weniger Stunden in die oben beschriebene, zweischalige, derb inkrustierte Hülle umwandelte.

Die treibenden Flocken konnten also zu verschiedenen Zeiten sehr verschiedenes Aussehen haben: relativ wenig starr umhüllte Zellen; die meisten Zellen in lebhafter Teilung zum Teil noch eine oder beide Schalen der Hülle an sich tragend; dann fast das ganze Lager nur aus nackten, lebhaft sich teilenden Zellen bestehend; schließlich alle Zellen voneinander getrennt und mit einer derben, zweischaligen, schwarzbraunen Hülle versehen.

Es ist klar, daß dieser rasche Wechsel im Aussehen der Lager resp. in den Vorgängen der Hüllenbildung auch im Zusammenhang steht mit den rasch wechselnden Verhältnissen eines solchen Almtümpels. Leider war es nicht möglich, genau den Zusammenhang dieser Vorgänge mit den täglichen Veränderungen zu studieren. Ich hatte aber doch den Eindruck, als ob die Bildung der zweischaligen, derb inkrustierten Hüllen und dabei ein Nachlassen der Teilungstätigkeit immer dann besonders einsetzte, wenn die Tümpel des Nachmittags sehr durchwärmt waren. Es schien, als ob die Zellen eines solchen Flöckchens in diesem Stadium den größten Teil der Nacht verblieben, bis von den ersten Morgenstunden bis in den Vormittag hinein, entsprechende Bedingungen vorausgesetzt,

die Teilungen wieder aufgenommen und die Hüllen dabei gesprengt wurden. So schien es, als ob ein solches Flöckchen im Laufe einer Tagesperiode sehr verschieden aussehen könnte.

Treten andauernd ungünstige Faktoren ein, dann hört die Teilungstätigkeit der Zellen auf. Die meisten Zellen umgeben sich mit einer derben, eiseninkrustierten, im Prinzip zweischaligen Hülle und encystieren sich auf diese Weise. Nur sehr selten scheinen

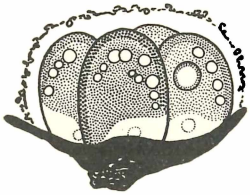

Fig. 16a.

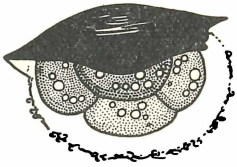

Fig. 16b.

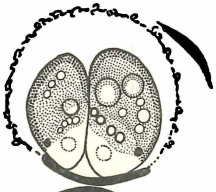

Fig. 16c.

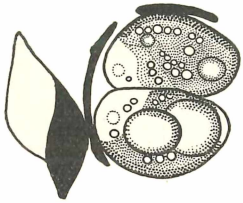

Fig. 16d.

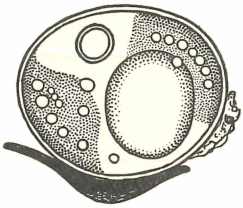

Fig. 16e.

Fig. 16. *Chrysotilos ferrea.* Zwei Keimungsstadien, mit je vier Zellen, an deren Hüllgallerten noch die eine der beiden derben Schalen der Hülle klebt. c Keimende Cyste, an der Gallerthülle des Teilungsstadiums kleben noch beide oder eine der beiden Schalen, die manchmal nicht völlig ausgebildet werden und dann sehr klein bleiben. — d Teilungsstadien. Die Cystenhülle beschränkt sich auf zwei relativ kleine Schalen. An der einen Schale klebt noch die Schale einer anderen Cyste. — e Spore mit derb verkieselter Wand, Porus und Stopfen. An ihr klebt noch die eine Schale der derbwandigen Cyste, deren Protoplast die Cyste endogen gebildet hat. An der Cyste selber klebt rechts noch ein degenerierter Rest des Plasmas, der nicht mehr in die Cyste eintrat.

solche derbe, zweischalige Hüllen um Zweier- oder Viererzellgruppen gebildet zu werden. Die Gallerte solcher nicht mehr in Teilung befindlicher Flöckchen lockert sich ebenfalls auf, wird flüssiger, dabei großenteils auch durch Bakterien abgebaut. Die zweischaligen, derb eiseninkrustierten Cysten, die meistens nur einen, seltener mehrere Protoplasten haben, sinken dann ab.

Die Bildung dieser zweischaligen, eiseninkrustierten Cysten schließt aber nicht die Bildung der typischen Chrysomonadensporen aus. Sie konnten wiederholt gefunden werden, waren ellipsoidisch bis

kugelig, manchmal leicht eiförmig, besaßen eine glatte, verkieselte, stark glänzende Membran, der oft die eine oder beide Schalen der derben, eiseninkrustierten Hülle aufsaß (Fig. 16 e). Sie scheinen also sowohl aus den Protoplasten solcher eiseninkrustierter Cysten wie auch aus nackten Protoplasten des Lagers gebildet zu werden. Ihr Porus war relativ groß und am Rande etwas wulstig verdickt. Der Stopfen war deutlich. Merkwürdigerweise besaßen sie häufig zwei große, wandständige Chromatophoren, von denen jeder ein großes Stigma hatte.

Außer diesen derb inkrustierten zweischaligen Cysten und den typischen Chrysomonadensporen gibt es bei unserer Alge noch eine weitere Form derbwandiger Stadien, die aber vielleicht zum Ausdauern weniger befähigt sind wie die Cysten und Sporen. Es sei auf Fig. 18 a, b verwiesen. Zweier- oder Viererzellgruppen, die durch entsprechende Teilungen zustande kommen, umgeben sich mit einer gelbbraunen derben, manchmal geschichteten Hülle. Aber auch die zwei oder vier durch diese Hülle zusammengehaltenen Zellen umgeben sich mit der Zeit jede für sich mit einer derben, oft geschichteten gallertigen Haut. Sie behalten zwar das Stigma bei, die kontraktilen Vakuolen sind aber nicht zu sehen. Durch Verflüssigung der Gallerten dieses Lagers werden diese Stadien frei. Nach einiger Zeit reißt die äußere zwei oder vier Zellen zusammenhaltende Hülle und die zwei oder vier Zellen werden, umgeben von ihrer derben Membran, ebenfalls frei. Nach einiger Zeit keimen sie aus; ihre Membran verquillt, der Protoplast teilt sich in zwei oder vier Tochterzellen; durch weitere Teilungen kommt es zur Bildung der Gallertflöckchen von der beschriebenen Form.

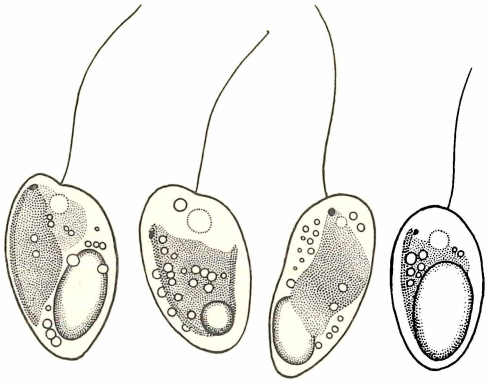

Fig. 17. *Chrysotilos ferrea.* Schwärmer: dorsiventral, vorne schief ausgerandet und hier die Geißel inserierend. a, b Von der Seite gesehen, c etwas schief, d ganz vom Rücken gesehen.

Alle Stadien und Ausbildungen dieser Chrysophycee der Algentümpel können ihre Protoplasten mit oder ohne vorübergehende

Teilung in Schwärmer umwandeln. Die Schwärmer (Fig. 17) sind verkehrt eiförmig bis verkehrt eiförmig ellipsoidisch, basal abgerundet, vorn schief abgeschrägt und etwas schief ausgerundet und besitzen eine deutliche Bauch- und Rückenseite. Der wandständige Chromatophor ist deutlich rückenständig, doch manchmal zum Teil auch auf die Bauchseite vorgezogen. Seinem vorderen Rande sitzt das Stigma auf. In der vorderen Ausrandung ist eine etwa körperlange Geißel eingefügt. In der Nähe der Geißelbasis ist eine kontraktile Vakuole. Die Schwärmer bewegen sich sehr rasch und haben das Teilungsvermögen als Schwärmer nicht verloren: gelegentlich sieht

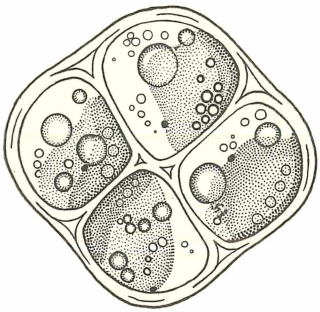

Fig. 18a.

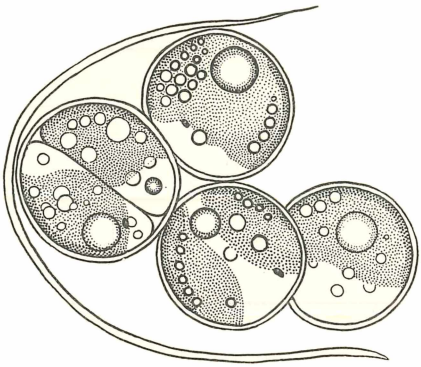

Fig. 18b.

Fig. 18. *Chrysotilos ferrea.* Gruppe von vier sich abplattenden Zellen, die alle zusammen von einer derben, jede für sich von einer ebenfalls derben Spezialschicht der Gallerte umgeben ist. b Durch Aufreißen der gemeinsamen Gallertschicht treten die sich abrundenden vier Zellen aus. Eine Zelle hat sich bereits geteilt. Durch weitere Teilungen und reichliche Gallertbildung entstehen neue, flöckchenartige Lager.

man Schwärmer, die in Längsteilung begriffen sind. Sie sind ausgesprochen phototaktisch, sammeln sich an der Oberfläche des Wassers an, kommen hier zur Ruhe, umgeben sich mit Gallerte, wobei ihr Protoplast kugelig wird und behalten Stigma und kontraktile Vakuolen bei. Durch lebhafte Teilung bilden sie dann kleine treibende Flöckchen, deren Zellen früher oder später derbschalige, zweiteilige Hüllen bilden können. In seltenen Fällen bildet der abgerundete, mit Gallerte umhüllte Schwärmerprotoplast sofort eine derbe, zweischalige Hülle aus. Er kann auch bei ungünstigen Faktoren endogen, wie es für die Chrysomonaden charakteristisch ist, eine Kieselspore mit Porus und Stopfen bilden.

Mit der vorbeschriebenen *Chalkopyxis* hat diese Alge die Bildung der gleichen derb inkrustierten zweischaligen Hüllen um die Protoplasten gemeinsam. Die beiden Algen können aber nicht vereinigt werden, die Form der Lager und die Lebensweise beider Algen ist verschieden. Zudem wissen wir auch nichts über die Form der Schwärmer von *Chalkopyxis*. Daß die flöckchenartige hier beschriebene braune Alge der Algentümpel zu den Chrysophyceen gehört, geht aus der Form der Zellen, ihrem Reservestoff, der Form der Schwärmer wie auch den charakteristischen Sporen mit Porus und Stopfen hervor. Sie lebt unter weitgehender Wahrung des monadoiden Charakters der Protoplasten, die noch kontraktile Vakuolen und Stigma haben, in Gallertlagern und bildet die beweglichen Flagellatenstadien nur mehr gelegentlich aus: sie gehört daher wie *Chalkopyxis* zu den Chrysocapsalen.

Wegen der Flöckchenform der Lager, der Zugehörigkeit zu den Chrysophyceen und der häufigen schwarzbraunen Färbung dieser Flöckchen sei diese Alge *Chrysotilos*[1]) *ferrea* genannt.

Zusammenfassung.

Bei zwei eigenartigen, Gallertlager bildenden Chrysophyceen, von denen die eine *Tetraspora*-artig ist, die andere aber als Wasserblüte kleine treibende, hell- bis schwarzbraune Flöckchen bildet, wurden merkwürdige festsitzende oder freigebildete, stark eisen-inkrustierte Cysten beobachtet. Die Wand dieser Cysten besteht aus zwei gleichen oder ungleichen, gleich oder verschieden stark inkrustierten Schalen, die bei der Keimung der Cysten gesprengt werden. Solche zweischalige Cystenwände können sowohl um einzelne Zellen wie auch um ganze Teilungsfolgen (bis 16 Zellen) gebildet werden. Oft erfolgt wiederholte Encystierung, so daß mehrere Paare von zusammengehörigen Schalen übereinandergelagert sein können.

Bei der Tatsache, daß von den drei zum Stamm der Chrysophyten vereinigten Algenreihen: Chrysophyceen, Heterokonten und Diatomeen die Zweischaligkeit der Zellwand bei den Heterokonten und Diatomeen sehr häufig oder sogar charakteristisch ist, bei den Chrysophyceen aber bis jetzt nur bei den endogen gebildeten Sporen bekannt war, hat die Auffindung noch anderer zweischaliger Stadien bei den Chrysophyceen eine besondere Bedeutung für die Erkenntnis der Verwandtschaftsverhältnisse der Chrysophyceen. Die Zusammen-

[1]) χρῦσος Gold; ἡ τίλος die Flocke.

fassung der drei Algenreihen Chrysophyceen, Heterokonten und Diatomeen zum Stamm der *Chrysophyta* wird durch diesen neuen Befund in ihrer Richtigkeit noch weiter bestätigt.

Diagnosen.

Chalkopyxis nov. gen.

(Chrysophycee, Chrysocapsale, Chrysocapsaceae).

Kleine, zuerst festsitzende, später freie, oft sich traubig zerlappende und schließlich in Teillager sich auflösende, gelbbraune, bis $^1/_2$ mm messende Lager, in denen die Zellen ausgesprochen peripher und häufig in Zweier- oder Vierergruppen liegen. An manchen Lagern eine deutliche Differenzierung der Gallerte in eine wässerige Zentralgallerte, hautförmige Zwischengallerte und eine mächtige, radiäre Streifung zeigende Hüllgallerte vorhanden. Protoplasten der Zelle ellipsoidisch bis leicht ellipsoidisch abgeplattet, mit einem großen, gelbbraunen Chromatophoren, der den größten Teil der Zelle auskleidet und das Vorderende mit der kontraktilen Vakuole frei läßt. Stigma an der bisher bekannten Art nicht vorhanden. Zu diesen Lagern gehören festsitzende oder freiliegende derb eiseninkrustierte kugelige, ellipsoidische bis verkehrt eiförmige Cysten, mit derber, eiseninkrustierter Hülle, die aus zwei schalenförmig aneinanderschließenden gleichen oder ungleichen oft verschieden dicken Hälften besteht. In den festsitzenden Cysten sitzt eine Zelle mit ihrem Vorderende dem Boden der Cyste auf, während das mit dem Chromatophoren bekleidete, dem Scheitel der meist weit abstehenden Hülle zugewendet ist. Solche Cysten können auch im Innern der Lager gebildet werden. Nicht immer werden solche Cysten von einem einzigen Protoplasten, sondern auch um ganze Teilungsfolgen von bis 16 Zellen gebildet.

Bei der Keimung wird um den oder die in der Cyste befindlichen Protoplasten Gallerte gebildet, gleichzeitig teilen sich die Protoplasten sehr reichlich. Dabei werden die beiden Schalen der Cyste voneinander gesprengt und sitzen noch eine Zeitlang den jungen Lagern auf. Es gibt aber auch junge festsitzende Lager ohne solche Eisenschalen, die wahrscheinlich genau so wie die festsitzenden Cysten auf bewegliche Schwärmer zurückgehen. Schwärmer sind aber bis jetzt ebensowenig wie endogen gebildete Kieselsporen mit Porus und Stopfen beobachtet worden.

Einzige bis jetzt bekannte Art:

Chalkopyxis tetrasporoides nov. spec.

mit den Merkmalen der Gattung. Zellen 9—12 μ.

Bis jetzt wiederholt frei oder auf *Utricularia, Rhizoclonium, Microspora* und anderen Algen festsitzend in den Kolken am Pirtschenteich bei Franzensbad in Böhmen.

Chrysotilos nov. gen.

(Chrysophyceae, Chrysocapsales, Chrysocapsaceae).

Kleine, an der Oberfläche des Wassers treibende, gelbbraune bis schwarzbraune Flöckchen, Flitterchen oder Häutchen, die manchesmal kompakt oder auch in allen Übergängen völlig maschig und netzartig sein können. Gallerte der Lager meist sehr undeutlich geschichtet, nur um die Zelle oder Zellgruppen deutlichere Gallert-

höfe. Protoplasten der Zellen nackt oder in einer derbwandigen, eiseninkrustierten, abstehenden, zweischaligen Hülle umgeben. Protoplasten ellipsoidisch bis fast kugelig, manchmal sich gegenseitig abplattend, mit großem wandständigem Chromatophoren, der ein deutliches Stigma hat und eine kontraktile Vakuole. Teilung der Länge nach, oft sehr rasch wiederholt, so daß Zweier- und Vierergruppen zustande kommen, deren Zellen sich mit der Zeit voneinander trennen. Bei der Teilung der mit einer eiseninkrustierten Hülle versehenen Zellen werden die beiden Schalen, die oft sehr ungleich sein können, voneinander gesprengt und liegen dann den vorübergehend gebildeten Zweier- oder Viererzellgruppen kappenartig auf, werden schließlich mit der Zeit völlig abgestoßen und bleiben unregelmäßig verteilt in der Gallerte liegen. Die Tochterzellen können sich bei ungünstigen Umständen wieder encystieren oder aber mehrere Teilungsfolgen mitmachen. Erfolgen die Teilungen sehr rasch aufeinander, so kommt es nicht zur Bildung derber Eisenhüllen. Die Schalen der Cysten sind entweder gleich oder oft sehr ungleich. Manchmal sind die Schalen nur in Form kleiner Scheibchen vorhanden.

Die Lager erreichen keine besondere Größe (höchstens 1 mm). Frühzeitig bereits bekommt die Gallerte Löcher und Spalten, wird schließlich netzig-maschig und nur in kleinen Gallerthöfen, seltener an den Strängen finden sich Einzelzellen oder Zellgruppen. Durch Zerreißen der Stränge und Maschen werden diese kleinen Gallertklümpchen frei und durch ihre Teilungstätigkeit werden neue treibende Lager gebildet. Die Schwärmer sind ausgesprochen dorsiventral, besitzen einen nicht völlig wandständigen, plattenförmigen, mehr der Rückenseite genäherten Chromatophoren mit einem deutlichen Stigma. Am schief abgeschrägten Vorderende inseriert in einer leichten Ausrandung eine überkörperlange Geißel, darunter ist eine kontraktile Vakuole.

Glattwandige, verkieselte, endogen gebildete Sporen mit großem Porus und Stopfen beobachtet. Manchmal sitzt ihnen eine, seltener beide Schalen der Cystenwand auf, welche den Protoplasten, aus welchem sie gebildet wurden, umgeben hat.

Eine einzige bis jetzt bekannte Art:

Chrysotilos ferrea nov. spec.

Mit den Merkmalen der Gattung. Zellen 7—9 μ.

Als sehr zerstreute Wasserblüte auf der Oberfläche der Almtümpel bei der Pauschenalm und Herrnalm, Lunz in Niederösterreich.

Lunz a. S. biol. Station / Prag II. vinična 3a, Oktober 1930.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Archiv für Protistenkunde

Jahr/Year: 1931

Band/Volume: 73_1931

Autor(en)/Author(s): Pascher Adolf

Artikel/Article: Über eigenartige zweischalige Dauerstadien bei zwei tetrasporalen Chrysophyceen (Chrysocapsalen). 73-103