downloaded from www.biologiezentrum.at

22. Simić, V.: Das Oberperm von Westserbien. Mémoires serv. géol. royaume Jougoslavie, 1933.
Simić, V.: Beitrag zur Kenntnis der oberkarbonischen und permischen Faunen von Westserbien. Bull. serv. géol. Jougoslavie, 1934.
24. Simić, V.: Einige Versteinerungen aus dem Oberperm von Westserbien. Bull. serv. géol. Jougoslavie, 1935.
Simić, V.: Les couches fossilifères du Paléozoique superier dans le Montenegro oriental. Bull. serv. géol. Jougoslavie, 1938.
26. Živković, M.: Le Trias moyen de la montagne Zlatar. Anm. géol. Péninsule Balk., X., 1931.
Živković, M. und Milojević: Calcaires du Carnien de Mihailovići près de Plevlje (Serbie du sud). Bull. serv. géol. Jougoslavie, 1933.

Ueber die Morphologie und Entwicklung von *Chlamydomonas cingulata* Pascher im Vergleich mit anderen durch ihr Pyrenoid auffallenden Arten.

Mit 29 Abbildungen.

Von Wladimir H. Vlk.

Die Gattung *Chlamydomonas* ist schon wiederholt Gegenstand umfassender und ins einzelne gehender Untersuchungen gewesen. Unsere Kenntnis über die einzelnen Arten und ihre gegenseitige Verwandtschaft vermehrt sich mit jedem Jahre. Schon mehrfach wurde der Versuch unternommen, durch Zusammenstellung und Vergleich der gesamten Arbeiten über dieses Thema unsere Kenntnis zu einem gewissen Abschluß zu bringen. (Wille 1903, Pascher 1927.) Aber schon nach wenigen Jahren erscheint eine Neubearbeitung des Stoffes notwendig. (Siehe die Zusätze Pascher 1928 und 1932.) Je mehr Beobachtungen vorliegen, je mehr Einzelheiten die Untersuchungen zu Tage fördern, je genauer wir unterscheiden lernen — desto deutlicher zeigt sich eine verwirrende Fülle und Mannigfaltigkeit der Formen. Noch lange nicht sind alle Arten genau untersucht und beschrieben und auch bei den meisten schon beschriebenen Arten wird es notwendig sein, weitere Unterteilungen zu machen, da sie mehrere ähnliche Kreise umfassen, die noch weiter zu unterscheiden sind. Bei einigen Arten scheint eine Veränderlichkeit, ein Schwanken innerhalb gewisser Grenzen hinzuzukommen.

Bei Gattungen, welche eine derartige Fülle der Bildungen aufweisen, ist es immer schwierig, die Uebersichtlichkeit und Ordnung in die Vielfalt hineinzubringen, welche wir von kleineren Gattungen gewohnt sind. Es wird eine schärfere und feinere Trennung der einander ähnlichen Arten notwendig und anderseits ein deutlicheres Herausarbeiten der Formelemente, welche uns ein Zusammenschließen in größere Formenkreise ermöglichen.

Die vorliegende Untersuchung soll hiezu ein kleiner Beitrag sein.

Es interessierte da zunächst die Frage, wie groß der Einfluß der Außenbedingungen, der Umwelt, auf Gestalt und Formbildung bei

der Gattung *Chlamydomonas* ist. Dabei erschien gerade *Chlamydomonas cingulata*, welchen ich aus Algenproben (vom Sandberg bei Teplitz), die mir Herr Pochmann in liebenswürdiger Weise überließ, in Kultur nhemen konnte, als günstiges Untersuchungsobjekt; sind ja gerade von ihm mehrere ineinander übergehende Varietäten beschrieben worden.

Bald stellte sich aber heraus, daß bei dieser Art noch eine andere Veränderlichkeit von besonderer Bedeutung ist, die Verschiedenheit der Jugendformen und das langsame Abändern der Gestalt beim Heranwachsen; so daß zunächst einmal der ganze Entwicklungsgang einer Zelle von einer Teilung über die Stadien des Ausschwärmens der Tochterzellen, des Heranwachsens usw. bis zur nächsten Teilung in den Einzelheiten bekannt sein müßte, ehe etwas über die Außeneinflüsse gesagt werden kann. Gerade bei der Gattung *Chlamydomonas* ist darüber nur weniges bekannt.

System und Cytologie von *Chlamydomonas cingulata.*

Die durch das ringförmige Pyrenoid auffallende Art wurde schon öfter beobachtet und unter verschiedenen Namen beschrieben. Als erster erwähnt sie Ehrenberg (1838) als *Microglena monadina.* Aus seinen nur sehr mangelhaften Angaben ist nicht viel Sicheres zu entnehmen. Erst Stein bringt eine nähere Beschreibung und vergleichbare Abbildungen. (1878, *Chlamydomonas monadina.)*

Weitere Beobachtungen stammen von Troitzkaja (1922. *Chlamydomonas sphaerica* Troitzkaja) und vor allem von Pascher (1927, *Chlamydomonas cingulata* Pascher) und Korschikoff (1938, *Chlamydomonas Monadina* Stein). Von verschiedenen Autoren (Wille, Korschikoff) wird in den Begriff *Chlamydomonas monadina* Stein auch noch *Chlamydomonas Braunii* Goroschankin einbezogen.

Pascher grenzt die Arten klar ab. *Chlam. Braunii* Gorosch. ist charakterisiert durch ein bandförmiges, hufeisenartig gebogenes Pyrenoid, welches basal im Chromatophoren eingebettet ist. Das Pyrenoid von Chlamydomonas cingulata ist meist ringförmig, oft aber an einer Seite offen, bis hufeisenförmig und stets durch seine äquatoriale Lage gekennzeichnet. Der Chromatophor ist topfförmig, am Grunde kaum verdickt und gegen das Vorderende hin weit vorgezogen, nur einen schmalen Saum freilassend. Stigma in der Mitte der Zelle. Die Art ändert stark ab, sowohl die Lage des Stigmas, als auch die Form der Pyrenide zeigt Abweichungen. Korschikoff beschreibt einige Varietäten, die zum Teil auch von Pascher bestätigt werden:

Var. *globulifera* Korsch. Einige bis 4 Pyrenoide, von verschiedener Größe, unregelmäßig geformt, an verschiedenen Stellen der Zelle über und unter der Mitte.

download unter www.biologiezentrum.at

Diese Ausbildung ist als Extremfall einer Formenreihe aufzufassen, die durch allmähliche Auflösung des Pyrenoidringes in einzelne Teile gebildet wird. (Pascher 1927.)

Var. *Seligeriensis* Korsch. Zellen elliptisch, mit rundem, etwas zusammengedrücktem Pyrenoid an dem dicken Boden des Chromatophoren. Stigma im hinteren Teile der Zelle.

Var. *Charkowiensis* Korsch. Wie vorige, aber Stigma kürzer und in der vorderen Hälfte der Zelle.

Diesen Abweichungen schließt sich nach meinen Beobachtungen noch eine weitere an:

nov. var. *perforata:* Abb. 8, 11.

Zellform kugelig bis breit elliptisch, Stigma im vorderen Teil der Zelle, meist nahe dem Vorderende. Chromatophor mantelförmig bis annähernd topfförmig, am basalen Ende durch eine kreisförmige Oeffnung durchbrochen. Das in den ausgewachsenen Zellen ringförmige Pyrenoid liegt etwas unterhalb der Zellmitte und ist in eine wulstartige Verdickung des Chromatophoren eingebettet. Die var. vermittelt besonders in den noch zu beschreibenden Jugendformen zwischen der typischen *Chlam. cingulata* und den var. *Seligeriensis* und var. *Charkowiensis* Korsch.

Vorkommen in Tümpeln und kleinen Teichen, besonders im Frühjahr bis in den Frühsommer, in der Umgebung von Teplitz (Sudetengau).

In den nicht näher erwähnten übrigen Merkmalen stimmt die Form mit der Beschreibung Paschers überein, so daß die Zugehörigkeit zu *Chlam. cingulata* sicher ist.

Bezüglich des Zellbaues sei noch auf zweierlei hingewiesen, was bisher wenig berücksichtigt wurde:

Die Stärkebildung:

Die Stärke kommt sowohl als Stromastärke im ganzen Chromatophoren verteilt, als auch als Pyrenoidstärke in Form von kleinen Körnchen dem Pyrenoidenring aufgelagert vor, und zwar, wie schon Pascher erwähnt, meist an dessen Außenseite. Die Abscheidung beginnt anscheinend an der Außenseite und breitet sich dann langsam gegen die Innenseite hin aus. Abb. 10.

Zellsaftvakuolen:

In den ausgewachsenen Zellen finden sich häufig, jedoch durchaus nicht immer, Zellsaftvakuolen, welche in bestimmter Weise in der Zelle orientiert sind. Eine kleinere, von wechselnder Form, liegt in der kugelförmigen Höhlung des Chromatophoren unterhalb des Pyrenoides. Die andere, größere, liegt ebenfalls zentral oberhalb des Kernes nahe dem Vorderende der Zelle. Sie durchbricht an zwei Stellen sogar die Plasmaschicht an der Spitze der Zelle und reicht so bis an die Membran heran. Nur eine bandförmige Plasmabrücke reicht in der Richtung der Geißelebene über den Pol der Zelle hin. In dieser Plasmabrücke liegen die zwei kontraktilen Vakuolen. Abb. 9.

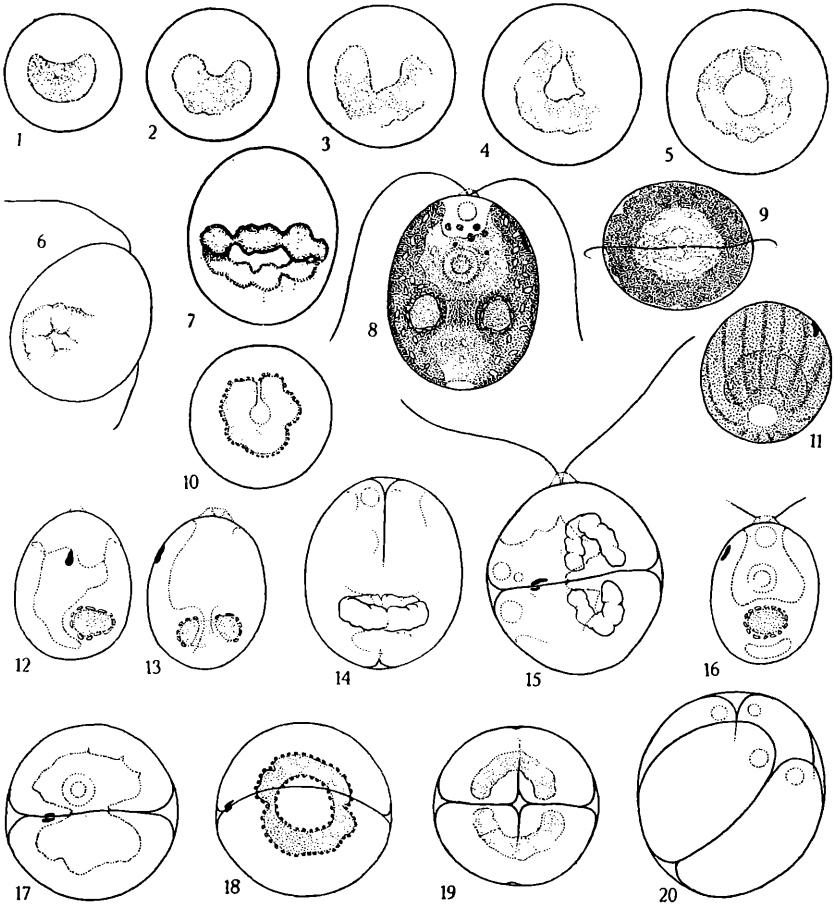

Abb. 1—20. *Chlamydomonas cingulata* Pascher var. *perforata*.

1—5. Stufen der Entwicklung des Pyrenoides. Das anfangs halbmondförmige Pyrenoid wächst seitlich aus und bildet schließlich einen geschlossenen Ring.
6 u. 7. Zerteilung des Pyrenoids in mehrere Glieder.
8. Ansicht einer ausgewachsenen Zelle.
9. Scheitelansicht, die vordere Zellsaftvakuole wird teilweise durch die Plasmabrücke verdeckt, welche die zwei kontraktilen Vakuolen enthält.
10. Ein ringförmiges Pyrenoid zu Beginn der Stärkebildung, nur die Außenseite ist mit Stärkekörnchen bedeckt. Ansicht von der Zellbasis.
11. Die kreisförmige Lücke des Chromatophoren an der Basis der Zelle. Ansicht schräg von unten.
12, 13 und 16. Jugendstadien in Median- und Seitenansicht.
14. Beginn der Längsteilung. Die Furchung hat noch nicht die Tiefe erreicht, in welcher das Pyrenoid liegt, dieses ist noch ungeteilt.
15. Die erste Teilung ist vollendet, die Protoplasten haben sich um 90 Grad gedreht.
17. Durchteilung des Chromatophoren. Scheitelansicht.
18. Beginn der Durchschnürung des Pyrenoidenringes.
19. Sobald die erste Teilung vollendet ist, beginnt der zweite Teilungsschritt mit einer am Scheitel beginnenden Furchung. Scheitelansicht.
20. Zweite Drehung der Teilprotoplasten während der zweiten Teilung.

download unter www.biologiezentrum.at

Die Zellteilung.

Sind die Zellen zu einer bestimmten Größe herangewachsen, so schreiten sie zur Teilung. Sie bleiben dabei voll bewegungsfähig und schwärmen wie vorher in der Oberflächenschicht des Wassers umher. Dieser Fall ist anscheinend bei den Chlamydomonaden verbreiteter, als man bisher annahm. Das gleiche macht z. B. auch *Chlamydomonas mirabilis* Korsch., bei dem das Schicksal des Geißelapparates während der Teilung näher verfolgt werden konnte.

Bei der Teilung*) der Zelle von Chlamydomonas cingulata schnürt sich die Plasma zunächst in der Form einer Ringfurche von außen her ein. Diese Einschnürung beginnt am Vorderende und schreitet nach hinten zu fort und gewinnt dabei allmählich an Tiefe. Wie eine sich langsam schließende Irisblende geht sie immer tiefer in den Zell-Leib und teilt dabei den Chromatophoren und das Pyrenoid und schließlich den ganzen Protoplasten in zwei Hälften. An diesen ersten Teilungsstadien werden keinerlei Membranstoffe ausgeschieden. Wird der Verlauf der Teilung in diesen Anfängen gestört (durch zu hohe Temperatur, Mangel an Sauerstoff, zu starke Belichtung u. a.), so fließen die schon voneinander abgesonderten Hälften ohne Hindernis wieder in einen Protoplasten zusammen. Erst wenn die Teilung völlig beendet ist, scheidet sich um die Tochterprotoplasten eine Membran ab.

Die Teilung verläuft in der Längsrichtung, in der Ebene der Geißeln und des Stigmas. Während der Teilung, in der Regel zu Beginn der ersten Einschnürung, dreht sich der Protoplast so, daß die Teilungsebene quer zu liegen kommt. Abb. 14, 15. Nur wenig später, meist noch bevor die erste Teilung beendet ist, beginnt rechtwinkelig dazu eine zweite Einschnürung der beiden Teilprotoplasten. Abb. 19. Die Teilungen folgen oft so rasch hintereinander, daß der Eindruck entstehen könnte, es würden in einem Teilungsschritt vier Tochterzellen gebildet. Während dieser zweiten Teilung erfolgt wieder eine Drehung; die beiden noch nicht völlig durchgeteilten Hälften verschieben sich gegeneinander, bis sie einen rechten Winkel zueinander bilden. Abb. 20.

Die Drehungen und Verschiebungen gehen ruckweise vor sich und sind leicht zu verfolgen. Sie sind eine Folge davon, daß die sich teilenden und umgestaltenden Protoplasten nicht mehr recht in die Form der ± starren Zellmembran der Mutterzelle hineinpassen. Sie sind ein direkter Ausdruck der Lebendigkeit des Plasmas, das nicht einfach die gegebenen Formen erfüllt, sondern sich trotz des äußeren Widerstandes neue Formen schafft.

---

*) Diese Vorgänge der Teilung stellen eine Abwandlung des Teilungsschemas dar, welches Reichenow für die Gattung *Chlamydomonas* beschrieben hat. Reichenow 1909.

Die Bestandteile der Zelle, wie Chromatophor und Pyrenoid, werden bei der Teilung ± passiv durchgeschnürt. Abb. 17, 18. Am Pyrenoid ist das besonders deutlich daraus zu ersehen, daß der Ring in den beiden aufeinanderfolgenden Teilungen zuerst in zwei und dann in vier Stücke zerlegt wird. Abb. 19. In den Tochterzellen, die anfangs noch zu vieren von der Mutterzellmembran zusammengehalten werden, sind die Pyrenoide deutlich als die Teilstücke eines in sich geschlossenen Ringes zu erkennen.

Jugendstadien.

Die Zellen weisen in diesen Jugendstadien so auffallende Unterschiede gegenüber den erwachsenen Zellen auf, daß man, ohne den Zusammenhang zu kennen, geneigt wäre, das Vorhandensein zweier verschiedener Arten anzunehmen. Abgesehen von der geringeren Größe sind sie durch die seitliche Lage von Pyrenoid und Chromatophoren zweiseitig symmetrisch. Der Chromatophor ist dazu gegen das Vorderende zu gelappt und zerteilt und läßt anfangs einen großen Teil der Zelle frei, in der Art, daß er an der Seite, an welcher das Pyrenoid liegt, weiter nach vorne reicht, als an der gegenüberliegenden. Diese zunächst sehr auffallende Ungleichheit wird aber bald ausgeglichen. Die Ränder des Chromatophoren wachsen immer mehr nach vorne, bis sie das Vorderende fast erreichen und die einzelnen Lappen schließen sich so eng zusammen, daß bald nur mehr ein geschlossener Chromatophoren-Mantel zu erkennen ist.

Das Pyrenoid liegt in den jungen Zellen unterhalb der Mitte, manchmal sogar ganz am Hinterende der Zelle in einer einseitigen Verdickung des Chromatophoren. (Abb. 12, 13, 16.) Zugleich mit der Größenzunahme der Zelle und des Chromatophoren beginnt auch das Pyrenoid zu wachsen. Je mehr sich der Chromatophor zu einer Hohlkugel schließt, desto mehr wächst auch das anfangs plump halbmondförmige Pyrenoid in die Länge, bis es sich schließlich, der Form des Chromatophors folgend, zu einem Ring zusammenschließt. Die Abbildungen 1—5 geben die Zellform und die Pyrenoidgestalt einer Reihe von Zellen verschiedenen Alters wieder, aus welcher die Entwicklung des Pyrenoids zu ersehen ist. Abb. 5 zeigt, wie sich die beiden Enden des Pyrenoides am Schlusse aneinanderlegen. Ob an dieser Stelle dann eine echte Verschmelzung der beiden Enden erfolgt, konnte lange nicht eindeutig entschieden werden, da in dieser Wachstumsphase meist schon eine ansehnliche Stärkehülle um das Pyrenoid entwickelt ist, welche die Beobachtung erschwert. Erst durch Spezialfärbungen der Pyrenoidsubstanz[1]) konnte nachgewiesen werden, daß die Pyrenoide in vielen Fällen zu einem völlig in sich geschlossenen Ring zusammenfließen.

---

[1]) Mit Jodwasser-Eosin nach Palla und Glaubersalz-Essigsäure-Fuchsin.

downloaded from www.biologiezentrum.at

Manchmal wird das Pyrenoid während des Heranwachsens aus irgendwelchen Gründen aus seiner Lage verschoben, die fortwachsenden Enden treffen nicht aufeinander, sondern wachsen aneinander vorbei, und es entstehen schraubenförmig gedrehte Pyrenoide mit 1 bis 1½ Schraubenwindungen.

Stadien des Alterns.

Die Bildung eines geschlossenen Pyrenoidringes tritt erst in Zellen ein, welche schon eine ansehnliche Größe erreicht haben, welche also nicht mehr weit von der Teilung entfernt sind. Wird die Teilung aus irgendwelchen Gründen hinausgeschoben, so geht das Größenwachstum oft ungehindert weiter. In solchen Zellen, die durch ihre besondere Größe auffallen, gliedert sich das Pyrenoid in mehrere Teile, die miteinander durch schmälere Brücken zusammenhängen. Abb. 6, 7. In manchen Fällen können auch diese Verbindungsstücke verschwinden und das Pyrenoid dadurch in mehrere Stücke zerfallen. Solche Bildungen werden schon von Pascher (1927, S. 75) beschrieben und abgebildet. Man könnte versucht sein, diese Durchtrennung des Pyrenoides in mehrere Stücke für eine Einleitung zur Zellteilung zu halten. Mit der Teilung haben aber diese Vorgänge aller Wahrscheinlichkeit nach nichts zu tun. Sie treten besonders in Zellen auf, deren Größe über dem Durchschnitt liegt, die also aus dem normalen Maß herausfallen. Außerdem sind die Einschnürungen ohne jede Regelmäßigkeit, und wenn es zur völligen Durchschnürung kommt, so sind auch die Teilstücke verschieden groß. Es hat vielmehr den Anschein, daß es sich hier um Vorgänge mehr physikalischer Natur handelt. Es ist schon verschiedentlich darauf hingewiesen worden, daß die Pyrenoide möglicherweise keine lebenden Bestandteile der Zelle sind, sondern Eiweißmassen, welche nach Art der flüssigen Kristalle wachsen und sich teilen können. (Geitler, 1926.) Diese Annahme würde ohne weiteres verständlich machen, warum in den vergrößerten Zellen, in welchen ja auch die Pyrenoide über das normale Maß hinausgewachsen sind, diese Pyrenoide sich so oft in kleinere Teile auflösen. Es scheint bei diesem Prozeß auch die Substanz der Pyrenoide gewissen Veränderungen unterworfen zu sein, was sich in merklichen Unterschieden der Färbbarkeit (mit Glaubersalz-Essigsäure-Fuchsin) äußert. Die Pyrenoide junger Zellen färben sich im allgemeinen schneller und stärker als die Pyrenoide ausgewachsener Zellen. Aber selbst unter den Pyrenoiden gleich großer Zellen und der gleichen Kultur, die also annähernd das gleiche Alter haben, treten einige durch ihre größere Färbbarkeit hervor, während andere wieder durch ihre besonders blasse Färbung auffallen. Welcher Art diese Verschiedenheiten sind und wodurch sie hervorgerufen werden, konnte nicht näher verfolgt werden.

Teilung und Neubildung der Pyrenoide.

Eng zusammenhängend mit der Frage der Veränderlichkeit der Pyrenoidsubstanz ist die Frage, ob die Pyrenoide sich bei der Teilung ganz auflösen und dann von neuem bilden können. Geitler gibt von zwei *Chlamydomonas*-Arten an, daß sich ihre Pyrenoide bei jeder Teilung auflösen und in den Tochterzellen von neuem gebildet werden, und er verallgemeinert diese Feststellung für die ganze Gattung *Chlamydomonas* (Geitler 1926 und 193?).

Bei *Chlamydomonas cingulata* wird das ursprüngliche Pyrenoid zu annähernd gleich großen Teilen auf vier Tochterzellen aufgeteilt und diese Teilstücke wachsen gleich weiter. In keinem Falle wurde beobachtet, daß sie sich auflösen und an ihrer Stelle neue Pyrenoide gebildet werden.

Es scheint eher möglich, daß in seltenen Fällen das ringförmige Pyrenoid schon vor der Teilung aufgelöst wird und während der Teilung dann neue kleine Pyrenoide gebildet werden. Ich fand in dem reichlichen Material, das mir in meinen Kulturen zur Verfügung stand, zweimal Zellen, die kurz vor der Teilung zu stehen schienen, in welchen ich kein Pyrenoid entdecken konnte. Die Beobachtungen sind aber nicht beweiskräftig genug, da in den größeren Zellen die Pyrenoide leicht durch verschiedene Trübungen und Ablagerungen von Reservestoffen verdeckt werden können. Leider war es nicht möglich, diese Stadien zu färben. In gefärbten Präparaten ist mir nie derartiges begegnet. Es kann sich dabei nur um Ausnahmen vom normalen Teilungsschema handeln.

Vergleich mit anderen Arten.

Das Wenige, was wir über die Vermehrung der Pyrenoide bei den einzelnen *Chlamydomonas*-Arten und verwandten Gattungen sicher wissen, bedarf noch dringend der Ergänzung. Vor allem müssen die Beobachtungen auf andere Arten ausgedehnt werden, bevor etwas Allgemeines über das Verhalten der Pyrenoide bei der ganzen Gattung gesagt werden kann.

Eine Veränderung der Pyrenoide beim Heranwachsen, welche mit dem vorliegenden Fall verglichen werden könnte, ist von Pascher bei einer *Carteria* angegeben worden. Es wird eine neue Art, *Carteria globulosa* Pascher beschrieben, welche in den jungen Zellen ein rundliches, schwach abgeplattetes Pyrenoid besitzt. (Pascher 1932.) Während die Zelle zur normalen Größe heranwächst, vergrößert sich das Pyrenoid an seiner Peripherie mehr und mehr und formt sich so zu einem großen, napfförmigen Gebilde aus. Abb. 21. Die Vorgänge bei der Teilung konnten nicht näher beobachtet werden.

download unter www.biologiezentrum.at

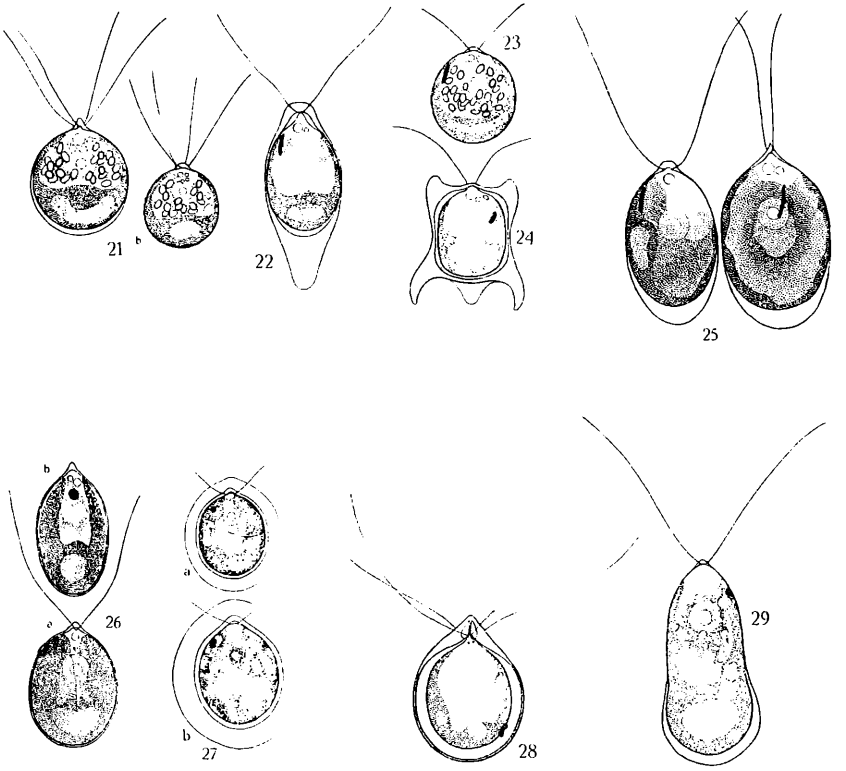

Abb. 21. *Carteria globulosa.* Das Pyrenoid der Jugendform kommt der Kugelgestalt nahe (b), es wächst schließlich zu einem napf- bis schüsselförmigen Pyrenoid aus (a) (nach Pascher).

Abb. 22. *Chlamydomonas formosissima.* Das Pyrenoid peripher nur schwach verbreitert (nach Pascher).

Abb. 23. *Chlamydomonas scutula.* Das Pyrenoid ist breit schüsselförmig (nach Pascher).

Abb. 24. *Diplostauron quadricaudatum,* ebenfalls mit einem stark seitlich verbreiterten Pyrenoid (nach Pascher).

Abb. 25. *Chlamydomonas trulla.* Die Unregelmäßigkeit im Aufbau des Chromatophoren spiegelt sich auch in der Form des Pyrenoids wieder (nach Pascher).

Abb. 26. *Chlamydomonas fissa.* Zellen und Pyrenoid sind zweiseitig symmetrisch aufgebaut (nach Pascher).

Abb. 27. *Chlamydomonas sagene.* Der Chromatophor ist in eine Anzahl Scheibchen mit je einem Pyrenoid zerlegt (nach Pascher).

Abb. 28. *Chlamydomonas pyramidata.* In dem tief ausgehöhlten, topfförmigen Chromatophoren haben sich mehrere Verdickungszentren mit je einem Pyrenoid gebildet (nach Pascher).

Abb. 29. *Chlamydomonas opulenta.* Der Chromatophor ist an der Basis stark verdickt. Das basale Pyrenoid ist auffallend vergrößert, die seitlichen sind um so kleiner, je mehr sie gegen das Vorderende der Zelle zu gelegen sind (nach Pascher).

Wechselbeziehungen zwischen Chromatophorenform und Pyrenoidgestalt.

Die außergewöhnliche Form des Pyrenoids von *Chlamydomonas cingulata* und seine Abhängigkeit von der Form des Chromatophoren verleitet dazu, aus der Gesamtheit der Chlamydomonas-Arten und verwandten Gattungen die bezüglich der Pyrenoidgestaltung auffallendsten Typen hervorzuheben und miteinander zu vergleichen, wobei ich mich auf die von Pascher (1932) neu beschriebenen Arten beziehe*).

Die *Chlamydomonas*- und *Carteria*-Arten mit einem runden Pyrenoid im basal verdickten Teile des Chromatophoren nehmen bei einer derartigen Zusammenstellung eine Mittelstellung ein. Dieses Grundschema zeigt bei den einzelnen Arten bei näherem Zusehen Abweichungen, die bei anderen Arten schließlich zu auffallenden Pyrenoid- und Chromatophorenformen führen.

Eine solche Reihe beginnt mit der zentrifugalen Ausbreitung des Pyrenoides. Von Formen wie *Chlamydomonas formosissima* Pascher, wo das nur angedeutet ist, führen diese Ausbildungen zu rad- bis schüsselförmigen Pyrenoiden, wie sie *Chlamydomonas scutula* Pascher oder *Diplostauron quadricaudatum* Pascher zeigen. Abb. 22, 23, 24. Je größer das Pyrenoid wird, desto mehr weicht es von der kugeligen Ausgangsform ab, indem es sich der topfförmigen Aushöhlung des Chromatophoren angleicht. Bei der oben schon erwähnten *Carteria globulosa* Pascher ist diese Veränderung an ein und derselben Zelle während des Wachstums zu verfolgen. Abb. 21.

Geht die Verbreiterung des Pyrenoides nur in zwei Richtungen des Raumes, also in einer Ebene, so entstehen elliptische bis halbmondförmige Pyrenoide wie bei *Chlamydomonas fissa* Pascher. Abb. 26. Auch bei diesem ergibt sich die Form des Pyrenoides aus der Symmetrie des Chromatophoren und der ganzen Zelle.

Schließlich ist noch der Fall möglich, daß einseitige oder völlig unregelmäßige Vergrößerungen oder Auswüchse am Pyrenoid auftreten. Es ist auffallend, daß solche unregelmäßig gestaltete Pyrenoide am allerhäufigsten bei Arten zu finden sind, welche auch unregelmäßige Chromatophoren besitzen. Als Beispiel sei *Chlamydomonas trulla* Pascher angeführt. Abb. 25.

Eine ganz andere Formenreihe wird durch *Carteria pyramidata* Pascher eingeleitet. Abb. 28. Der topfförmige Chromatophor verdickt sich nicht basal, sondern auch an mehreren Stellen der seitlich emporreichenden Wandteile; es entstehen mehrere Zentren in ihm und dementsprechend auch mehrere Pyrenoide. Bleiben die einzelnen Zentren gleich groß, so führt das bei weiterer Durchtei-

*) Herr Prof. Pascher stellte mir die Originalvorlagen zu Arbeit (1932) zur Verfügung.

download unter www.biologiezentrum.at

lung des Chromatophoren zu einer Vielheit einander gleichwertiger Chromatophoren-Scheibchen mit je einem Pyrenoid: *Chlamydomonas sagene* Pascher. Abb. 27.

Besonders aufschlußreich sind aber die Formen dieser Reihe, bei welchen die Chromatophorenverdickungen und die darin liegenden Pyrenoide in Form und Größe verschieden entwickelt sind. Bei *Chlamydomonas opulenta* Pascher, Abb. 29, ist das basale Pyrenoid stark vergrößert und die seitenständigen sind umso kleiner, je weiter vorne, d. i. vom Hinterende entfernt, sie liegen. Mit dieser Größenverschiedenheit sind auch Unterschiede in der Gestalt vorhanden; und zwar werden die Pyrenoide umso kugeliger, je weiter sie nach vorne zu gelegen sind. Die vordersten sind fast rein kugelig, die mehr gegen die Mitte gelegenen ellipsoidisch, während das basale Pyrenoid quer verbreitert ist, nach hinten zu halbkugelig nach vorne abgeflacht. Dabei scheint hier eine Beziehung zwischen der Form des basalen Pyrenoides und der Form des Chromatophoren, beziehungsweise der Zelle zu bestehen. Entsprechend der Abrundung des Chloroplasten ist auch das Pyrenoid abgerundet. Entsprechend der Abflachung des Basalteiles des Chloroplasten gegen den Zellsaftraum ist auch die Vorderfläche des Pyrenoides abgeflacht. Die größeren Pyrenoide im Chromatophoren-Mantel sind ellipsoidisch, während die vorne gelegenen kleinsten Pyrenoide wohl gerade wegen ihrer Kleinheit kugelig sind.

Die Grundgestalt des Pyrenoides scheint die Kugel zu sein. Solange die Pyrenoide nur den in ihnen selbst liegenden Formkräften unterworfen sind, behalten sie diese Gestalt bei. Dies ist nur bei Pyrenoiden bis zu einer gewissen Größe der Fall. Wachsen sie über dieses Größenmaß hinaus, so wird ihre Form auch von den Gestaltungskräften des Mediums mitbestimmt, in das sie eingebettet sind, also von Chromatophor und Protoplast. Die Kugelgestalt wird von jedem Flüssigkeitstropfen erreicht, der frei in einem dünneren Medium schwebt. Die Kräfte, die ihn bilden, sind rein physikalischer Natur. Die verschiedenen Gestalten der Zellen und der Chromatophoren bei den verschiedenen Arten gehen auf die Wirkungen des Lebendigen zurück, deren Natur uns bis jetzt noch unbekannt blieb. Die Gestalt der Pyrenoide steht zwischen beiden. Bald wird sie mehr von der einen, bald mehr von der anderen Seite her beeinflußt.

Botanisches Institut der Deutschen Karls-Universität.

Prag, Juli 1940.

Schrifttumverzeichnis.

Czurda V. 1919. Morphologie und Physiologie des Algenstärkekornes. Beihefte z. Bot. Centralbl. I. Abt. Bd. 45: 97—270.

Geitler L. 1926. Zur Morphologie und Entwicklungsgeschichte der Pyrenoide. Arch. f. Protistenkunde. Bd. 56: 128—144.

Geitler L. 1934. Grundriß der Cytologie.
Korschikoff A. 1938. Bestimmungsbuch der Süßwasserflora *(Volvocales)* in USSR. (Russisch.) Kiew.
Pascher A. 1927. Süßwasserflora. Heft 4. *Volvocales.*
Pascher A. 1932. Zur Kenntnis der einzelligen Volvocalen. Arch. f. Protist. *76*, 293—308.
Pascher A. und Jahoda 1928. Neue Polyblepharidinen und Chlamydomonadinen aus den Almtümpeln um Lunz. Arch. f. Prot. Bd. 61: 239—281.
Reichenow Ed. 1909. Untersuchungen an *Haematococcus pluviatilis* und einigen anderen Flagellaten. Sitzungsber. Ges. Natur-Freunde. 2. Jahrg.
Troitzkaja O. B. 1922. De Carteriis nonnulis minus cognitis notulae. Notul. syst. ex Inst. Cryptog. Hort. Bot. Petropol. Bd. 1: 114.

Einige Beobachtungen über die Verbreitungsweise der Brutknospen bei *Poa, Lilium* und *Polygonum.*

Mit 7 Abbildungen.

Von A. Pascher.

Eine Reihe einheimischer wie fremder Pflanzen zeigt eine ausgiebige Vermehrung durch die Bildung blattachselständiger, kleiner Ableger, die Brutknöllchen genannt werden, wenn die Reservestoffe in die verdickte Achse oder in die Wurzelanlage, Brutzwiebelchen dann, wenn die Reservestoffe in die verdickten, schuppenförmigen Blätter eingelagert werden. Fast immer handelt es sich um Achselknospen, die auf der Stufe von Kurztrieben stecken bleiben, nach Einspeicherung der Reservestoffe und Ausbildung einer Trennungsschichte abfallen und sich dann einwurzeln. Gelegentlich erfolgt das Austreiben der Brutkörperchen noch an der Mutterpflanze. Für diesen Vorgang hat sich die Bezeichnung Viviparie eingebürgert, eine schlechte und vieldeutige Bezeichnung, da sie auch für das Auskeimen von Früchten und Samen an der Mutterpflanze verwendet wurde. (Siehe Artikel „Frucht und Samen" im Handbuch der Naturwissenschaften, bearbeitet von Pascher und Pohl.) Pflanzen mit Brutknöllchen sind z. B. der feigwurzelige Hahnenfuß, der Knöllchenknöterich *(Polygonum viviparum)*; mit Brutzwiebelchen: die Zahnwurz *(Dentaria bulbifera)*, die Feuer- und die Tigerlilie *(Lilium bulbiferum* und *L. tigrinum)*, Gelbsternarten *(Gagea)*, Arten des Schaumkrautes *(Cardamine)*, unsere Laucharten u. a. m.

Ueber die Verbreitungsbiologie dieser ungeschlechtlich entstandenen Brutkörper ist nicht viel bekannt. Die meisten sind infolge ihrer gestauchten und verdickten Gestalt Roller. Sie lösen sich sehr leicht ab, werden wegen ihrer Form leicht ins Rollen gebracht und dabei natürlich auch von Wind und Wasser fortbewegt. Vielleicht haben einige die Möglichkeit des Schwimmens im Wasser.

Damit sind aber noch nicht alle Möglichkeiten erschöpft. Bei einem trop. Aronstabgewächs, *Remusatia*, das manchmal in Warm-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Lotos - Zeitschrift fuer Naturwissenschaften

Jahr/Year: 1939-1940

Band/Volume: 87

Autor(en)/Author(s): Vlk Wladimir

Artikel/Article: Über die Morphologie und Entwicklung von Chlamydomonas cingulata Pascher im Vergleich miteinander durch ihr Pyrenoid auffallenden Arten 58-69