Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

(Aus der Biologischen Station Lunz, Nieder-Österreich.)

(Neue oder wenig bekannte Microorganismen aus der Umgebung von Lunz. Nr. IV.)

Über die Tiefenflora an Felsen im Lunzer Untersee.

Von
Lothar Geitler (Wien).

(Hierzu 3 Textfiguren.)

Anläßlich der Veröffentlichung der Untersuchungen W. ZIMMERMANN's über die Tiefenalgen des Bodensees [1]) ist es vielleicht angezeigt diese Befunde mit den Verhältnissen in anderen Seen zu vergleichen. Für den Lunzer Untersee, der dem Typus oligotropher Voralpenseen angehört [2]), liegen gelegentliche Beobachtungen über die Flora der unterseeischen Steilufer während der im Sommer abgehaltenen Kurse sowie eigene Beobachtungen aus dem Sommer 1924 und dem Winter 1927/28 vor. Es handelt sich in allen Fällen nur um Stichproben, die kaum ein vollständiges Bild bieten können, aber immerhin charakteristische Züge erkennen lassen. Über die Tiefenflora der *Fontinalis*-Bestände erschien eine ausführlichere Arbeit [3]). Die Krustenalgen der steinigen Steilufer unterscheiden sich von den Epiphyten auf *Fontinalis* — wie zu erwarten — ganz beträchtlich, so daß die folgenden Mitteilungen als Ergänzung unserer Kenntnisse über die Tiefenbiocönosen dienen können. Andererseits zeigen sich

---

[1]) ZIMMERMANN, W.: Über Algenbestände aus der Tiefenzone des Bodensees. Zeitschr. f. Bot. Bd. 20 1927.

[2]) Näheres bei BREHM-RUTTNER: Die Biocönosen der Lunzer Gewässer. Int. Revue d. ges. Hydrobiol. und Hydrogr. Bd. 16 1926.

[3]) GEITLER, L.: Die Microphytenbiocönose der Fontinalisbestände des Lunzer Untersees und ihre Abhängigkeit vom Licht. Int. Revue d. ges. Hydrobiol. und Hydrogr. Bd. 10 1922. — Vgl. auch PASCHER, A.: Über das regionale Auftreten roter Organismen in Süßwasserseen. Bot. Arch. 1923.

in wesentlichen Punkten (Zurücktreten grüngefärbter Algen, Vorherrschen roter und brauner Formen) Übereinstimmungen, was im Hinblick auf allgemeine ökologische Fragen von Interesse ist.

Die Entnahme der Proben erfolgte an den vier Stellen des Sees, wo in 10—15 m Tiefe anstehender Fels oder Steine ohne Überschichtung durch Sedimente bloßliegen und Steilufer bilden, nämlich am Nordufer des Sees bei der Steinbauernhöhe (Querprofil XII), am Südufer bei den Querprofilen V, VII und XI (vgl. die Bodenfazieskarte in: Götzinger, G., Geomorphologie der Lunzer Seen und ihres Gebietes, Intern. Revue d. ges. Hydrobiol. u. Hydrogr. Suppl. 1 und 2, 1912, Taf. 18). Es gelang jedoch nicht, mit der Greifzange Felsstücke loszubrechen. Heraufgefördert wurden lediglich größere (bis zu 20 cm im Durchmesser) und kleinere Kalksteine, die der Unterlage offenbar nur lose auflagen.

Die aus Opponitzer und Reiflinger Kalk bestehenden Steine sind in der Regel auf der Oberseite stark zernagt und zeigen eine Art von Karrenbildung im kleinen. Offensichtlich entstehen die bis zu 3 cm tiefen grubigen Vertiefungen auf rein chemischem Wege ohne Mitwirkung von Organismen [1]). Die Gruben und die dazwischen stehen gebliebenen „Grate“ sind fast gleichmäßig mit einer dünnen Schicht von Algen bedeckt, die der Oberseite der Steine einen sehr charakteristischen dunkelschokoladenbraunen, bald mehr rotviolettstichigen, bald mehr graustichigen Farbenton verleihen.

Die Algenkrusten sind dort, wo sie eine größere Mächtigkeit (bis zu 1 mm Dicke) erlangen, leicht abkratzbar. Um aber die ungestörte Lagerung der einzelnen Elemente im mikroskopischen Bild zu wahren und um auch ganz dünne Überzüge leicht präparieren zu können, empfiehlt es sich, mit einem Rasiermesser oder einer Rasierklinge dünne Flächenschnitte zu verfertigen. Dieses Verfahren ermöglicht auch die stark von Kalk umgebenen Algen ohne Säurebehandlung zu untersuchen.

Der die Algenmasse durchsetzende Kalk ist größtenteils wohl von ihnen gefällt. Daß einzelne Algen endolithisch leben, läßt sich ohne Untersuchung von Dünnschliffen kaum beweisen. Für die später zu erwähnende *Hyella* ist die endolithische Lebensweise aber wahrscheinlich.

Die Algenmasse besteht zum größten Teil aus Diatomeen und Cyanophyceen. Dazu kommt *Chantransia chalybea* var. *profunda* Zimmermann (l. c.), *Gongrosira de Baryana* und die Phaeophycee *Boda-*

[1]) Vgl. das Bild bei Götzinger l. c. Tafel 8a.

nella Lauterborni ZIMMERMANN (l. c.); letztere scheint allerdings selten zu sein.

Unter den Diatomeen herrschen folgende Formen vor[1]): *Achnanthes Clevei, Caloneis bacillum, Cymbella sinuata, Diploneis elliptica, Epithemia Mülleri, Eunotia gracilis, Navicula minima* var. *atomoides, Navicula tuscula* (formae minores), *Gomphonema abbreviatum* (neu für die Alpen, sehr seltene Art).

Auffällig ist die für viele Tiefendiatomeen so bezeichnende dunkle Rotbraunfärbung der Chromatophoren.

Unter den Cyanophyceen dominiert eine fast rein purpurrote Chroococcee: *Chlorogloea purpurea* n. sp. In der Aufsicht sieht man Nester von mehr oder weniger dicht und scheinbar regellos beisammen liegenden Zellen, die einer festsitzenden *Microcystis* nicht unähnlich sehen. In der Profilansicht (Fig. 1 a) erkennt man aber, daß die Zellen in senkrecht auf das Substrat stehenden Reihen angeordnet sind. Durch schnelle Teilungsfolgen nach den drei Raumrichtungen kann an Stelle jeder Zelle einer Reihe eine Zellgruppe treten, wodurch der Aufbau des Lagers verwischt wird. In der Draufsicht ergibt sich dann ein Oberflächenbild, wie es in Fig. 1 b dargestellt ist. Die Kolonien bestehen meist (besonders auf Steinen aus größerer Tiefe) aus wenigen (50—100) Zahlen; durch seitliches Zusammenfließen benachbarter Lager können aber auch zusammenhängende, weit ausgebreitete Überzüge entstehen.

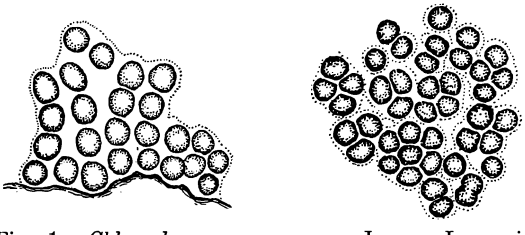

Fig. 1. *Chlorogloea purpurea.* a Junges Lager in Profilansicht; b Teil eines älteren Lagers in der Draufsicht.

Diagnose.

Lager mikroskopisch klein. Zellen kugelig oder vor der Teilung länglich, oft polygonal abgeplattet, in aufrechten, manchmal undeutlichen Reihen angeordnet, meist ohne deutliche Spezialhüllen in zusammenfließender hyaliner Gallerte liegend, 1,5—2,5 μ groß, purpurrot bis schmutzig violett.

Von *Chlorogloea microcystoides* unterscheidet sich die Art nur in unwesentlichen Merkmalen, so durch die geringere Größe.

---

[1]) Die Bestimmung übernahm in freundlicher Weise Herr Dr. F. HUSTEDT (Bremen), wofür ich ihm auch an dieser Stelle herzlichst danke.

Eine weitere häufige und ebenfalls durch ihre purpurrote Färbung auffallende Cyanophycee ist eine *Pleurocapsa*, die sich am besten in die derzeit sehr weit gefaßte *Pleurocapsa minor* einreihen läßt. Von der typischen *Pleurocapsa minor* weicht sie — abgesehen von der Färbung — durch die bedeutendere Größe und durch den lockereren und unregelmäßigen Wuchs ab. Der Thallus besteht aus gewundenen Kriechfäden, ähnlich den von *Hyella* (vgl. Fig. 2), und aus diesen entspringenden aufrechten Elementen. Im Gegensatz zur typischen *Pleurocapsa minor*, bei welcher die aufrechten Fäden parallel stehen und seitlich verwachsen sind, werden nur sehr kurze, freie und ganz unregelmäßig gestaltete Fäden aus mehr oder weniger kugelig angeschwollenen Zellen gebildet. Einzelne kugelige Zellen werden zu Sporangien und bilden wie bei der typischen Form Endosporen in größerer Zahl. Die Kriechfäden sind 6—10,5 μ breit, die Sporangien messen bis 20 μ im Durchmesser.

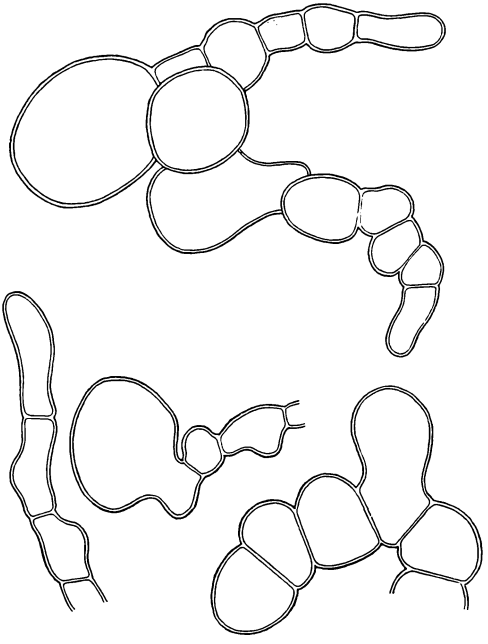

Fig. 2. *Hyella fontana* var. *maxima*. Auf der Gesteinsoberfläche kriechende Fäden (einzelne Zellen in Umbildung zu Sporangien) und (links unten) das Ende eines abwärts wachsenden Fadens.

Neben dieser Form kommt *Pleurocapsa minor* auch in typischer Ausbildung vor und bildet dann olivengrüne, grauviolette oder gelbliche, flache Lager.

Als dritte rote Cyanophycee ist ein kleiner *Chamaesiphon*, der *Chamaesiphon amethystinus* nahesteht, zu erwähnen. Die Zellen sind zylindrisch und rotviolett bis schmutzig violett gefärbt. Die Breite beträgt jedoch nur 3 μ, die Länge bis 10 μ (statt 5 : 12 μ). Die Exosporen werden in der Einzahl gebildet. Quantitativ steht dieser *Chamaesiphon* hinter den beiden erwähnten und noch zu erwähnenden Blaualgen weit zurück [1]).

Häufiger ist ein *Chroococcus*, der rosa oder schmutzig grün bis

grau gefärbt ist und fast ganz mit der von ZIMMERMANN l. c. als *Chroococcus* a bezeichneten Form übereinstimmt. Die Zellen sind nur etwas größer (3—4 μ statt 2—3,5 μ).

In einzelnen Proben sehr häufig, in anderen fast ganz fehlend ist eine durch ihre Größe auffallende Cyanophycee, die als *Hyella fontana* var. *maxima* bezeichnet sei (Fig. 2). Sie bildet unregelmäßig und spärlich verzweigte, scheinbar in das Substrat hineinwachsende, sowie auf der Oberfläche kriechende Fäden. Zu einer deutlichen Ausbildung aufrechter Fäden kommt es nicht. Ob die abwärts wachsenden Fäden wirklich in das feste Gestein eindringen, ist nicht leicht zu entscheiden. Macht man Flächenschnitte auf der Oberfläche der Steine, so erhält man Querschnitte der rhizoidartigen *Hyella*-Fäden auch noch in tieferen Lagen, die kaum mehr aus Sinterkalk bestehen können. Ganz beweisend wäre freilich nur die Untersuchung von Dünnschliffen.

Diagnose.

Abwärts wachsende und (wahrscheinlich?) in das Gestein eindringende Fäden aus langgestreckten, unregelmäßig gestalteten Zellen bestehend, 7—10 μ breit; Endzellen 2—3 mal so lang als breit. Oberflächliche Kriechfäden aus angeschwollenen, bis 20 μ breiten Zellen bestehend, unregelmäßig verzweigt; Verzweigungen meist nahe einer Querwand entspringend. Vereinzelt kugelige oder unregelmäßig-hackige Sporangien, die bis 30 μ breit werden, in den oberflächlichen Fäden. Membranen fest und farblos. Zellen leuchtend spangrün gefärbt, oft mit vielen großen Epiplasten.

Außer diesen Cyanophyceen treten zerstreut noch andere auf, so zwei rötliche Oscillatorien, ein dunkelgraugrün gefärbter *Hydrocoleus* und mehrere kleine Chroococcaceen (*Microcystis?*). Dazu kommen von 8 m aufwärts, wo die Tiefenbiocönose in die litorale *Schizothrix*- und *Rivulariaceen*-Vegetation überzugehen beginnt *Schizothrix*-Arten (unter anderem in wenig typischer Ausbildung *Schizothrix fasciculata*) eine *Calothrix* und eine *Homoeothrix*.

Chantransia chalybea var. *profunda* stimmt im Aussehen ganz mit der Schilderung ZIMMERMANN's aus dem Bodensee überein. Der Thallus besteht vorwiegend aus Kriechfäden und nur zum kleinen Teil aus starren, wenigzelligen aufrechten Zweigen. Die Färbung ist meist das in der Farbentafel ZIMMERMANN's gut wiedergegebene

[1]) In der *Fontinalis*-Zone wächst ebenfalls ein roter *Chamaesiphon*, der aber mit *Chamaesiphon incrustans* identisch ist. Diese Art fand ZIMMERMANN auch in der Tiefe des Bodensees.

stumpfe Graugrün; gelegentlich kommen auch rotbraune Töne vor. Monosporen wurden nicht gesehen.

Auch *Gongrosira de Bargana* findet sich in der gleichen Ausbildung wie im Bodensee. *Sporangium*-artige große Zellen sind häufig; Schwärmerbildung läßt sich jedoch ebensowenig wie an anderen Standorten beobachten.

Sowohl *Chantransia* wie *Gongrosira* sind zusammen mit den charakteristischen Diatomeen und Blaualgen fast in jeder Probe aufzufinden. Nur ein einziges Mal, nämlich im Sommer 1924 und an einer einzigen Stelle (Steinbauernhöhe, Profil XII in 10 m Tiefe) wurde die von Zimmermann als *Bodanella Lauterborni* beschriebene Phaeophycee in wenigen Exemplaren gefunden. Von einer Publikation wurde damals infolge des geringen Materials abgesehen, um so mehr als die Alge als Kümmerform von *Lithoderma* aufgefaßt werden konnte. Zimmermann trifft jedoch wohl das — zumindest praktisch — Richtige, wenn er sie als eigene Gattung betrachtet.

Die Exemplare des Lunzer Sees unterscheiden sich von den Bodenseepflanzen anscheinend durch die größere Neigung Pseudoparenchyme zu bilden. Freie Fäden sind sehr selten. Die meisten Thalli bilden schon auf wenigzelligen Stadien durch seitliches Verwachsen der Fäden dichte, einschichtige Sohlen. Sporangien konnten — vielleicht nur infolge des spärlichen Materials — nicht beobachtet werden.

Überaus charakteristisch ist das Beisammenwachsen aller dieser Algenformen. Man findet sie nicht nebeneinander, sondern einander durchwachsend und vielfach miteinander verschlungen. So entstehen ausgesprochene Zellmosaike, die durch die verschiedene Färbung der einzelnen Komponenten sich oft sehr farbenprächtig ausnehmen. Dies ist der Fall, wenn beispielsweise die gelbgrüne *Gongrosira*, die purpurrote *Pleurocapsa* und die blaugrüne *Hyella* ihre Fäden durcheinanderschlingen. Wo etwas Raum freibleibt, sind Nester der braunen Diatomeen eingestreut. Selbstverständlich ist das Mosaik nicht flächenhaft, sondern auch in der dritten Raumrichtung entwickelt, so daß man bei verschieden hoher Einstellung der Mikrometerschraube wechselnde Bilder bekommen kann.

Überblickt man diese Befunde, so ist vor allem das Zurücktreten grün gefärbter Algen bemerkenswert. Dies ist nur eine Bestätigung von an anderen Standorten schon früher gemachten Beobachtungen. Die Erscheinung hängt — wie bekannt — mit der veränderten Lichtqualität (Absorption der langwelligen Strahlen

durch das Wasser) und wohl auch mit der verminderten Lichtintensität in der Wassertiefe zusammen. Dem entspricht die relative Häufigkeit roter und brauner Algen.

Eine vertikale Gliederung der Algenbestände in der Weise, daß einzelne Typen in größerer, andere in geringerer Tiefe vorherrschen würden, ist in dem Gebiet zwischen 10 und 15 m nicht nachweisbar. Unterhalb 15 m trifft man auf Schlick, welcher der Krustenvegetation naturgemäß ein Ende bereitet. Oberhalb 10 m geht die Tiefenbiocönose vielleicht allmählich, vielleicht aber auch plötzlich (Temperaturwechsel in der Sprungschicht!) in die litorale Krustenvegetation über [1]). Bei 8 m ist — wie erwähnt — das typische Bild der Tiefenassoziation bereits merklich getrübt.

Innerhalb des Bereiches der typischen, hier behandelten Tiefenbiocönose zwischen 10 und 15 m macht sich die wechselnde Tiefe aber in einer quantitativen Verschiebung der gesamten Algenmenge bemerkbar. Steine aus 15 m Tiefe erscheinen schon bei makroskopischem Ansehen bedeutend spärlicher besiedelt als Steine aus 10 m. Es nimmt mit der Tiefe die Dicke der Algenkrusten deutlich ab und ebenso stellt sich ein schütterer Wuchs ein. Zusammenfließen benachbarter Lager (beispielsweise von *Chlorogloea*) kommt kaum mehr vor und auch die Mosaikbildungen infolge gegenseitiger Durchdringung sind weniger ausgeprägt als in geringerer Tiefe.

Es ist nun nicht uninteressant Vergleiche mit ähnlichen Biotopen anzustellen.

Verglichen mit der *Fontinalis*-Zone ergeben sich eine Reihe von Übereinstimmungen und von Unterschieden. Übereinstimmend ist der allgemeine Eindruck, der durch das Vorherrschen roter und brauner Algen entsteht. Dies ist erklärlich, wenn man bedenkt, daß an beiden Örtlichkeiten die wichtigen Faktoren Licht und Temperatur annähernd gleich wirken. Daß in beiden Fällen aber nicht die gleichen Formen auftreten, ist durch das verschiedene Substrat (und durch „Zufälle") bedingt. So findet eine typische Krustensteinalge wie *Pleurocapsa* oder *Hyella* auf *Fontinalis*-Blättern keine Entwicklungsmöglichkeit und fehlt daher hier. Andererseits fehlen die im Blätterwald der *Fontinalis*-Bestände sich tummelnden roten und blauen Cryptomonaden wieder an den Steinen. Warum

---

[1]) Untersuchungen über dieses Thema stehen noch aus. Es ist ja selbstverständlich, daß für das Zustandekommen der Tiefenbiocönose nicht die Lichtverhältnisse allein als wichtiger Faktor in Betracht kommen, sondern daß bei der Auslese auch andere Faktoren, vor allem die tiefe Temperatur, wirken.

aber *Chamaesiphon incrustans* nicht auf den Steinen, *Chlorogloea* nicht auf *Fontinalis* vorkommt, ist nicht ohne weiteres einzusehen.

Vergleicht man die Lunzer Steinflora der Tiefe mit der Felsflora des Bodensees, so zeigt sich als Übereinstimmung wieder das gehäufte Auftreten von braunen und roten Algen. Das Zurücktreten der grünen Formen ist im Lunzer See noch auffallender als im Bodensee, da hier nur *Gongrosira*, dort aber noch *Spirogyra* und *Cladophora* vorkommen. Interessant ist, daß zum Teil identische Formen auftreten, so — außer *Gongrosira* — *Chantransia*, *Chroococcus* a und *Bodanella*, letztere allerdings nur in ganz untergeordneter Rolle.

Hildenbrandia, die in der Tiefe des Bodensees lebt, fehlt dagegen im Lunzer Untersee. Dies ist um so auffallender, als sie im Ausrinn des Sees an der Unterseite von Geröllsteinen vorkommt [1]).

Ein wesentlicher Unterschied gegenüber den Verhältnissen im Bodensee liegt darin, daß die Lunzer Biocönose sich nur über ein Bereich von 5 m in der Vertikalen erstreckt und nur bis 15 m hinabreicht, während die Algenzone im Bodensee zwischen 10 und 35 m liegt. Daß das „Lichtklima" im Lunzer See mit seiner großen Sichttiefe (durchschnittlich 12 m mit geringen Schwankungen) weit günstiger als im Bodensee ist und nicht als begrenzender Eaktor in Betracht kommt, ist klar. Wie erwähnt, nimmt aber die Algenmenge nach der Tiefe zu ab — aus zunächst nicht ersichtlichen Gründen.

Von Interesse ist schließlich ein Vergleich mit den Krustenalgen in sommerkalten Bächen, wie sie durch den Lunzer Seebach repräsentiert sind. Die Ähnlichkeit mit den Verhältnissen in der Seetiefe liegt in der niedrigen Temperatur und in der Beschaffenheit des Substrats. Begreiflicherweise sind auch viele Verschiedenheiten vorhanden, auf die hier nicht eingegangen werden kann [2]). Rote Cyanophyceen fehlen — abgesehen von sehr schattigen Stellen im Wald — fast ganz. Dagegen sind Assoziationen von *Gongrosira*, *Chantransia*, *Pleurocapsa* und *Hyella*, die sich im mikroskopischen Bild kaum von der Tiefenassoziation unterscheiden lassen, sehr häufig. Allerdings sind die begleitenden Diatomeen (außer *Cocconeis placentula*) meist andere. Auch zeigt *Chantransia* nicht immer den Wuchs der *profunda*-Formen, sondern bildet häufig lange, verzweigte aufrechte Fäden.

---

[1]) Der Seeausfluß ist verhältnismäßig warm, da er vom Oberflächenwasser des Sees gespeist wird, und erreicht im Sommer nicht selten Temperaturen von 22° C. Daraus — wie an anderen Beispielen (vgl. Zimmermann l. c. p. 31) — kann man sehen, daß *Hildenbrandia* keineswegs an kaltes Wasser gebunden ist.

[2]) Vgl. L. Geitler, Über Vegetationsfärbungen in Bächen. Biologia generalis 1927.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die Tiefenflora der Felswände zwischen 10 und 15 m im Lunzer Untersee durch das Zurücktreten grüner Algen (einzige Form: *Gongrosira de Baryana*) und das

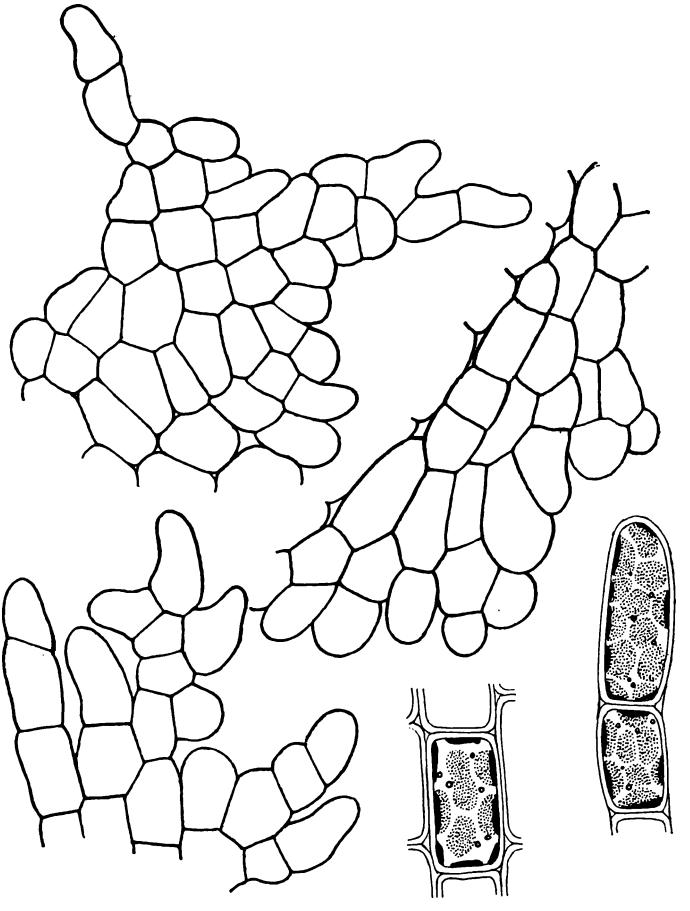

Fig. 3. *Bodanella Lauterborni.* Pseudoparenchyme und (rechts unten, stärker vergrößert) Detailbilder, welche die parietalen Chromatophorenscheiben zeigen.

Vorherrschen brauner (Diatomeen) und roter Algen (*Chloroyloea purpurea* n. sp., *Pleurocapsa, Chamaesiphon*) charakterisiert ist. Es treten zum Teil die gleichen Arten wie an ähnlichen Biotopen des Bodensees auf. Besonders bemerkenswert ist das Vorkommen der Phaeophycee *Bodanella Lauterborni.*

Biologische Station Lunz, im Januar 1928.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Archiv für Protistenkunde

Jahr/Year: 1928

Band/Volume: 62_1928

Autor(en)/Author(s): Geitler Lothar G.

Artikel/Article: Über die Tiefenflora an Felsen im Lunzer Untersee 96-104