

A C T A A D R I A T I C A
I N S T I T U T I O C E A N O G R A P H I C I S P L I T
(JUGOSLAVIJA)

Vol. II - No. 2

DIE THIOthermale VEGETATION IM HAFEN VON
SPLIT

Von

Zora Klas

Mit 2 Tafeln und 3 Textabbildungen

Aus dem Ozeanographischen Institute in Split und dem Botanischem
Institute der Universität in Zagreb



S P L I T 1938
O C E A N O G R A F S K I I N S T I T U T
K R A L J E V I N E J U G O S L A V I J E

DIE THIOOTHERMALE VEGETATION IM HAFEN VON SPLIT

Mit 2 Tafeln und 3 Textabbildungen

Von
Zora Klas

(Aus dem Ozeanographischen Institute in Split und dem Botanischen Institute
der Universität in Zagreb)

I. Einleitung.

Am Ostfusse des Berges Marjan bei Split (Dalmatien, Jugoslawien) entspringen mehrere Quellen, welche als »Schwefelquellen von Spalato« im Auslande ziemlich bekannt sind und des Öfteren das Interesse von Geologen, Chemikern und Balneologen auf sich hingelenkt haben. Wie die meisten unserer alten Thermen sollen auch diese Schwefelquellen schon in römischen Zeiten bekannt gewesen sein. Auf Grund mehrerer Indizien vermutet man sogar dass eben ihr Vorhandensein einer der Gründe war welche den römischen Kaiser Diocletianus veranlasst haben in Jahren 301—305 die Stadt aufzubauen und seine letzten Tage dort zu verbringen (vgl. Nenadović, p 359).

Wie Kerner ausführt (Kerner, p. 233—238), liegen die Wurzelgeflechte der Quellen welche aus dem Gesteinszuge des Berges Marjan an verschiedenen Stellen heraustreten, mutmasslich im Hinterlande des Kaštelanski zaliv. Man nimmt an dass die Klüftensysteme des Marjan im teilweisen Zusammenhange mit den Spaltensystemen dieser Gebiete stehen, zugleich aber auch mit jenen Klüftensystemen welche in den kalkigen Einlagerungen der Flyschformation vorhanden sind und sich z. T. unterseeisch öffnen. Nach Kerner sollen »die sich im östlichen Zagorje sammelnden Wässer, da ihnen durch die Flyschvorlagen von Castelli ein Austritt als grossen Küstenquellen versperrt bleibt, hinter die Flyschvorlage hinabsinken und dann z. T. unter dem Flyschboden des Golfes von Castelli bis zum Monte Marjan gelangen... sich auf diesem Wege mit Meergrundwasser mischen... und an den tiefsten Stellen der östlichen Umrandung von Monte Marjan heraustreten« (Kerner, l. c. *ibid.*).

Manche der Austrittstellen der Quellen welche Kerner noch erwähnt, sind heute verschüttet, bzw. überbaut. Immerhin kann man noch die Austrittstellen zweier Quellen unterscheiden welche ich der Kürze halber als Klosterquelle und Badequelle bezeichnen möchte. Die ziemlich schwache Klosterquelle ergoss sich vormals unweit vom Franziskanerkloster in ein ummauertes Becken, zur Zeit wird sie jedoch mittels eines unterirdischen Kanals direkt in das Meer abgeführt. Die Austrittsstelle der Badequelle, welche bedeutend stärker als die Klosterquelle ist, befindet sich im inneren Stadtteil, unter der Fischmarkthalle, und ist heute nicht mehr zugänglich, da sie zur Speisung des Heilbades eingefangen wurde. Sehr bezeichnend ist die wahrscheinlich aus früheren Zeiten stammende Benennung der dorthin führenden Gasse als »Sumporna ulica«, d. h. Schwefelgasse.

Die Mehrzahl der Daten welche ich über die Schwefelquellen von Split sammeln konnte, bezieht sich auf diese Quelle, bzw. Therme. Urkundlich wird sie zum erstem Male im Jahre 1817 erwähnt, als dem Splitter Bürger und Ratsherrn Niccolo Selebam die Konzession zur Ausnützung der Therme erteilt wurde. Die Badeanstalt wurde 1821 errichtet und mehrmals geändert. Da die besondere Heilkraft des Thermalwassers, über welche der Volksmund viel erzählen wusste, nun auch in der Badeanstalt offiziell beobachtet und festgestellt wurde, sah man sich schon aus therapeutischen Gründen zur Analyse des Quellenwassers genötigt. Solche Analysen wurden tatsächlich mehrmals vorgenommen. So liegt z. B. schon aus dem Jahre 1823 eine Analyse des Wassers der Splitter Therme vor, welche von dem novarrischen Chemiker Antonio Bianchetti und dem Arzte Carlo Bignami di Lodi ausgeführt wurde. N. de Cattani wählte die Untersuchung der physikalischen und chemischen Eigenschaften des Splitter Thermalwassers zu seiner Doktorthese, welche im Jahre 1836 in Venedig publiziert wurde. Aus neuerer Zeit und zwar aus dem Jahre 1867 liegt weiters eine Analyse des Quellenwassers von Prof. August Vierthaler vor, welche von der Akademie der Wissenschaften in Wien begutachtet wurde. Diese Analyse wurde im Jahre 1902 von Prof. E. Ludwig, sowie im Jahre 1914 von Prof. Max Daniek bestätigt. Ausserdem führte im Jahre 1909 auch E. Glaser eine Analyse durch, welche zu ähnlichen Resultaten führte.

Nach der Analyse Prof. Vierthalers enthält 1 L Quellenwasser:

Natriumjodid	0,884 g
Magnesiumbromid	0,467 g
Natriumchlorid	16,787 g
Magnesiumchlorid	4,552 g
Kaliumchlorid	1,244 g

Kalziumchlorid	1,634 g
Kalziumbikarbonat	0,195 g
Natriumsulphat	2,159 g
Natriumsulphid	0,195 g
Sand u. Kieselsäure	0,634 g
Natriumnitrat	1,967 g
Organische Substanzen	0,085 g
Lithium, Eisen-u. Aluminiumoxyd	Spuren
Feste Bestandteile insgesamt:	31,504 g
Ausserdem:	
Schwefelwasserstoff, frei	0,0405 g
Schwefelwasserstoff, chem. gebunden	0,0822 g

Balneologen bezeichnen die Therme in Split als eine schwefelige warme (muriatische) Quelle (vergl. Nenadović, p. 360).

Wenn man die Analysen des Splitter Thermalwassers mit Analysen anderer Thermalquellen vergleicht, so fällt einem sofort die verhältnismässig hohe Mineralisation der Splitter Quelle auf. In einer früheren Publikation (Klas, 2, p. 122) sprach ich die Meinung aus dass der hohe Salzgehalt des Splitterthermalwassers wohl durch die unmittelbare Nähe des Meeres beeinflusst sein dürfte. Je länger ich mich jedoch mit den Splitter Schwefelquellen beschäftigte und je eingehender ich ihre Vegetation mit Rücksicht auf deren Biologie und Oekologie studierte, desto dringender empfand ich das Bedürfnis einer möglichst klaren und bestimmten Aufklärung über die geologischen Verhältnisse dieser Quellen und somit auch über ihre Mineralisation. Nach Durchnahme der einschlägigen, vom Herrn Prof. Dr. M. Salopek, Vorstande des geologischen Institutes der Universität Zagreb, mir gütigst zur Verfügung gestellten Literatur — wofür ich ihm auch hier meinen verbindlichen Dank aussprechen möchte — musste ich aber feststellen dass der Sachverhalt nicht so einfach ist und dass die Frage der Mineralisation der Splitter Quellen auch in dieser Fachliteratur ein Problem darstellt, welches bis heute noch keine endgültige Lösung erfahren hat.

Es sind zwei Auffassungen zu unterscheiden: eine vertrat Vierthaler, die andere wurde vom Kerner vorgebracht. Beiden Auffassungen ist der Gedanke gemeinsam, welchen auch ich äusserte, dass nämlich die chemische Zusammensetzung des Splitter Thermalwassers von dem Meerwasser (Meergrundwasser)

beeinflusst ist. Während aber Vierthaler die Ansicht vertrat dass der Schwefelwasserstoff des Quellwassers nicht allein auf Meerwasser zurückzuführen sei und deshalb auf ein hypothetisches Lager von Gips oder Kiesen und ihre Auslaugung schloss, meinte Kerner dass diese Hypothese aus geologischen Gründen nicht zulässig sei und dass man den Chemismus des Quellwassers allein durch Zurückführung auf das Meerwasser erklären vermag.

Jede der erwähnten Thesen beruft sich auf gewisse Argumente. Ohne uns in alle Einzelheiten dieser Argumentationen einzulassen, mögen hier nur jene Momente dargestellt werden welche für die Oekologie der Vegetation dieser Quellen wichtig sein dürften.

Abgesehen von dem Gehalt an Schwefelwasserstoff, auf welchen wir später zurückkommen werden, ist für die Erklärung der Mineralisation der Splitter Quellen zweifellos ihr Gehalt an Chlornatrium und Natriumjodid von besonderer Wichtigkeit. Von ebensolchem Belang dürfte auch ihr Gehalt an Kalziumbikarbonat sein.

Was nun die Vierthaler'sche Auslaugungsthese anbelangt, so wäre bei Rücksichtnahme auf den Chemismus der Gesteinsschichten dieser Gegend allerdings ein bei weitem grösserer Gehalt des Quellwassers an Kalziumbikarbonat zu erwarten als ihn die Analysen feststellten. Der hohe Gehalt des Quellwassers an Chlornatrium in Verbindung mit dem erwähnten auffallend geringen Gehalt an Kalziumbikarbonat scheint tatsächlich gegen die Vierthaler'sche und für die Kerner'sche These zu sprechen. Andererseits aber vermag auch die Kerner'sche These kaum den verhältnismässig recht beträchtlichen Jodgehalt des Quellwassers zu erklären. Kerner selbst versuchte die Unterschiede, welche in Bezug auf den Jodgehalt zwischen dem Splitter Meerwasser und den Quellwässern bestehen, durch die Annahme erklären dass »an den Ufern des Dalmatinischen Flyschmeeres Blasentange oder andere Organismen, welche dem Meerwasser Jod entziehen, gelebt hätten« (Kerner, l. c. *ibid.*) und dass sich der Jodgehalt dieser Organismen in den Gesteinen konserviert hätte. Da aber in den Gesteinen der Umgebung von Split bisher weder Blasentangenreste noch auch Spuren von Jod nachgewiesen wurden, so dürfte diese Hilfshypothese z. Z. kaum haltbar sein. In diesem Zusammenhange scheint auch der Tatsache, welche

ich gelegentlich einer Untersuchung über den Jodgehalt unserer Meersalgen feststellte, eine neue Bedeutung zukommen. Bei Algen der Splitter Umgebung, allerdings rezenten Algen, konnte ich nämlich Jod nur in einem einzigen Falle, bei *Cladostephus verticillatus*, und auch hier nur in sehr geringen Mengen feststellen (Kl a s, 1, p. 63, 65).

Aus alledem ist ersichtlich dass es bis heute noch nicht gelungen ist die Mineralisation der Schwefelquellen von Split auf chemisch-geologischen Wege restlos zu erklären. Allerdings muss zugegeben werden dass die endgültige Lösung dieser Frage auch sehr durch den Umstand erschwert ist dass die chemische Zusammensetzung beider Quellen, der Badequelle und der Klosterquelle, trotz der Nähe ihrer Austrittsstellen doch gewisse Unterschiede aufweist. In Anbetracht dieser Umstände dürfte eine systematisch-ökologische Analyse der Vegetation der Splitter Quellen ein desto grösseres Interesse beanspruchen, da durch solch eine Bearbeitung gewisse Indizien und Tatsachen eruiert werden könnten welche auch einen Rückschluss auf das allgemeiner gefasste Problem erlauben.

Als mich seinerzeit Herr Prof. Dr. V. V o u k auf die Schwefeltherme in Split (Badequelle), deren Abflüsse ins Meer münden, aufmerksam machte, reizte mich die ziemlich selten anzutreffende Kombination der Standortsverhältnisse zu eingehender Untersuchung welche ich später auch auf andere Standorte erstreckte. Die Untersuchungen führte ich einige Saisonen hindurch teils durch Beobachtungen und Studien an Ort und Stelle, teils an von Zeit zu Zeit mir zugeschickten, unfixierten Proben in J. 1936/37 durch. Es gelang mir auf diese Weise in den Abflüssen der Splitter Schwefelquellen eine ziemlich interessante und z. T. auch neue Schwefelflora aufzufinden über welche ich Einiges in systematischer Hinsicht bereits a. O. mitgeteilt habe (Kl a s, 2, 3, 4). Die vorliegende Arbeit soll nicht nur einen zusammenfassenden Bericht über diese Untersuchungen darstellen, sondern in erster Reihe das gesamte vorgefundene Vegetationsbild und seine biologische Charakterisation bringen.

Wenn ich mich auch gelegentlich für die Schwefelvegetation des ganzen Splitter Hafens interessierte, so reichen diese informative Beobachtungen keineswegs zu einer vollkommen erschöpfenden Darstellung der Schwefelflora des Hafens von Split. Wenn eine solche, besonders mit Rücksicht auf die bekannte, zuweilen

auch sehr rasch abklingende Spontanität der Erscheinung der Schwefelbakterien, überhaupt möglich ist, würde sie jahrelange Beobachtungen an Ort und Stelle erheischen (vergl. Molisch, p. 57). Ich beschränke mich daher hier nur auf die Darstellung jener Schwefelflora im Hafen von Split deren Vorkommen nur äusserst geringen temporären Schwankungen unterliegt. Wie wir sehen werden, wird es sich um die Flora jener Standorte handeln welche unter dem unmittelbaren Einflusse der Schwefelquellen stehen. Obwohl auch diese Untersuchungen leider gewisse Einschränkungen erfahren mussten, welche ihren Grund teils in der knapp bemessener Zeit meiner jeweiligen Aufenthalte in Split, teils in den vorhandenen, nicht zureichenden Laboratoriumsmöglichkeiten haben, glaube ich doch mit diesem Berichte unsere Kenntnisse über die Schwefelflora und insbesondere über die Schwefelbakterien, ihre Formen sowie ihre Oekologie, bereichert zu haben. Dies dürfte für uns umso bedeutender sein als gerade die Schwefelbakterien Jugoslaviens bis jetzt ziemlich vernachlässigt waren. Das Einzige was wir überhaupt über ihr Vorkommen in unseren Gegenden wissen, verdanken wir Prof. Dr. V. Vouk, welcher anlässlich seiner Thermalstudien in einigen Thermen auch Schwefelbakterien u. zw. *Beggiatoa*-, *Thiotrix*- und *Lamprocystis*-Arten notierte (Vouk, 1, 2). Diese Arbeiten enthalten auch gewisse Bemerkungen über die Oekologie der Schwefelbakterien. Was hingegen das Vorkommen von Schwefelbakterien an der adriatischen Küste anbelangt, so stellen Molisch's Befunde im Triester Hafen das einzig bisher Bekannte dar (Molisch, 1912). Allerdings arbeitete Molisch eigentlich nicht im Hafen selbst, sondern liess sich bloss Meerwasser, Algen und Meeresschleim aus dem Triester Hafen nach Wien zukommen, liess dies hier faulen und studierte und notierte jene Schwefelbakterien welche nach gewisser Zeit (1—3 Wochen) in solchen Schlammkulturen und Algeninfusen auftraten. Dass diese Methode, welche im allgemeinen für Gewinnung von marinen Schwefelbakterien z. B. für Demonstrationszwecke oder auch für rein systematisches Studium allerdings sehr bequem ist, heutzutage aber eben nur für solche Zwecke Anwendung finden dürfte, glaube ich nicht besonders erläutern zu müssen.

Bevor ich zur weiteren Darstellung übergehe, erachte ich es als meine Pflicht der Direktion des Ozeanographischen Institutes in Split, bzw. Herrn Prof. Dr. V. Vouk wie auch Herrn Dr.

A. Ercegović auch an dieser Stelle meinen verbindlichen Dank für das in jeder Beziehung erwiesene Entgegenkommen auszusprechen.

II. Beschreibung der Standorte und ihrer Vegetation.

Von den Standorten, welche ich in Bezug auf das Vorkommen einer Schwefelflora mehr oder weniger eingehend untersuchte, führe ich an:

- 1) die Badequelle und ihren in den Hafen von Split mündenden Abfluss;
- 2) den ebenfalls in den Hafen von Split mündenden Abfluss der Klosterquelle und seine Umgebung;
- 3) das innere Hafengebiet von Split in Grenzen welche ich angeben werde;
- 4) das Gebiet der unterseeisch sich öffnenden angeblichen Schwefelquellen an der Nordküste Marjans.

Anschliessend an die in der Einleitung dargelegte allgemeine geologisch chemische Befunde und Mutmassungen welche insbesondere in Bezug auf die zuerst erwähnte Quelle geäussert wurden, soll hier noch Einiges zur näheren Charakterisierung der Standorte selbst vermerkt werden.

Die Quelle welche für die Heilanstalt kaptiert wurde, repräsentiert die stärkste der Schwefelquellen Splits. In 24 Stunden liefert sie angeblich gegen 2,000.000 Liter Wasser. Die Temperatur des Quellwassers beträgt in der Badeanstalt cca 23° C. Nach den Berechnungen welche K e r n e r mitteilt, wäre — unter Voraussetzung dass die Quelle nahe der Oberfläche keinen Zufluss von kühlerem Wasser erhält — eine Ursprungstiefe von etwa 300 m anzunehmen. Im Gegenfalle, d. h. bei Annahme dass nahe der Oberfläche doch ein Zufluss kalten Wassers stattfindet, würde sich eine noch grössere Ursprungstiefe ergeben.

Wie z. T. a. a. O. mitgeteilt wurde, wird das Thermalwasser von dem überbauten Austrittsorte der Quelle durch unterirdisch angelegte Rohre zur Heilanstalt hingeleitet und ebenso wird auch das überflüssige, bzw. gebrauchte Quellwasser, deren Temperatur in der Heilanstalt z. T. durch künstliche Vorrichtungen erhöht wird, von der Badeanstalt aus durch einen unterirdischen Kanal in das Mer abgeführt. Dieser Kanal, welcher aber, wie der Augenschein lehrt, mit anderen städtischen Kanälen verbun-

den ist, durchbricht den ausgebauten Hafendamm an der sg. Francuska Obala und ergiesst sich unweit von dem Palais der Srpska Banka direkt in das Meer. An der rechten Seite der Kanalmündung befinden sich unterhalb des Wasserspiegels zwei dem Hafen angebaute Terrassen, bzw. Stufen mit einem Höhenunterschiede von etwa $\frac{1}{2}$ m. Die zweite dieser Stufen ist bereits in den Hafen — bzw. Meeresgrund eingebaut. Das Wasser ist hier zumeist ziemlich bewegt. Während einerseits der Wellenschlag an und für sich in diesem Hafenteil ziemlich heftig ist, verursacht andererseits auch das aus dem Kanal ständig ausfliessende Wasser eine immerwährende stärkere oder schwächere Oszillation. Mitunter kommt es wegen der Funktion der angeschlossenen Stadtkanäle zu einem fast eruptivartigem Ausschleudern von Wassermassen, welche auch allerlei organische Abfälle, Fäkalien etc. mitführen. In solchen Momenten entsteht eine bis zur Undurchsichtigkeit starke Trübung des Standortwassers, welche sich bei Untersuchungen äusserst störend erweist. Naturgemäss sind Untersuchungen bzw. Probeentnehmungen bei stürmischen Wetter, insbesondere bei S W- Wind bzw. Scirocco kaum durchführbar, jedenfalls aber nicht zweckentsprechend.

Was den Austrittsort der Quelle selbst anbelangt, so ist er, wie gesagt, nicht zugänglich. Die Untersuchung einiger Schächte im Hofe der Badeanstalt, welche normal geschlossen und bedeckt sind, zeigte, abgesehen von etwaigen Kleinbakterien, nur Massen von eigentümlichen dendritischen, zumeist auf der Wasseroberfläche schwebenden Bildungen, welche aber vorderhand keine Bestimmung zuliessen.

Während auch noch in der Mündung des Kanals selbst keine makroskopisch sichtbare Vegetation vorzukommen scheint, ist eine solche dagegen an den rechts liegenden Stufen, an welchen sich trotz Wellenschlag im Laufe der Zeit dicke Schlammkrusten gebildet haben, üppigst entwickelt. Bei ruhigem Wasserstande sieht man deutlich, wie in der Flut-Ebbè Region am Hafendamme selbst, so auch an den erwähnten Stufen, einen mehr oder weniger dichten Bewuchs von Grünalgen welche aber auffallende weissliche flockige bis pinselförmig-flutende Ueberzüge aufweisen. Diese Ueberzüge waren auch mit blossem Auge als typische Schwefelbakterienansammlungen erkennbar. Da ich feststellen konnte dass das Vorkommen von *Enteromorphen*, *Cladophoren*, *Ulotrix* — und *Bryopsis* — Arten, welche ich hier

vorfand, nicht nur auf diesen Standort beschränkt ist, sie kommen vielmehr im ganzen Hafengebiet, insbesondere aber entlang des Hafendamms vor (Enteromorphen in der Flut Ebbe Region, Cladophoren und *Bryopsis* auch am Meeresgrunde), befasste ich mich mit ihnen diesmal nur als mit Trägern einer reichen epiphytischen Schwefelbakterienflora. Immerhin fiel mir auf dass an diesem Standort Ulven verhältnismässig selten und nur in kümmerlich entwickelten Exemplaren vorhanden waren. Auch Phaeophyceen und Rhodophyceen kamen äusserst selten vor, und wenn schon, dann in schwachen und unbestimmbaren Keimlingsformen. Im Gegensatz dazu waren Diatomeen und Cyanophyceen sehr reich vertreten. Was die ersten anbelangt, so kamen sie entweder epiphytisch oder im Grundschlamm vor und liessen nur jene ubiquistische Arten erkennen, welche man auch im übrigen Hafengebiet häufig vorfindet (*Navicula*, *Diatoma*, *Melosira*, *Nitzschia*). In Bezug auf die Cyanophyceen fiel mir hingegen auf, dass manche der sonst für Meeresküsten und speziell für die Adriaküste bekannten Gattungen der Hormogonales wie auch der Chroococcales an diesem Standorte nicht anzutreffen waren. Alle vorgefundene Arten waren *Oscillatoriaceen* und von diesen waren besonders reich die Gattungen *Oscillatoria*, *Phormidium* und *Lyngbya* vertreten. Sie kamen freischwimmend oder angeheftet zwischen Chlorophyceen und Schwefelbakterien in grösseren oder kleineren Mengen vor, bildeten aber selten grössere zusammenhängende Lager. Auch die Mikrofauna war an diesem Standort reichlich vorhanden. Ausser den besonders häufigen Vorticellen welche an Enteromorphen-Thalli in jeder Saison reichlich zu finden waren, kamen mir in Proben oft auch Ciliaten, Würmer, Copepoden und Bryozoen in verschiedenen Entwicklungsstadien vor. Von den letzteren dürften die Larven der *Farrella*-Gattung (die Bestimmung verdanke ich Herrn Prof. Dr. J. Hadži, Vorstande des Zoologischen Institutes der Universität in Ljubljana) von besonderem Interesse sein. In Vorticellen und auch Ciliaten konnte ich häufig Schwefeltröpfchen, welche mutmasslich von den verdauten Schwefelbakterien stammten, beobachten.

Was schliesslich die Schwefelbakterienflora dieses Standortes, den eigentlichen Untersuchungsgegenstand, anbelangt, so muss ich hier nochmals ausdrücklich darauf hinweisen dass es mir teils aus Zeitmangel teils aus unzureichender Laboratoriums-

einrichtung nicht möglich war in dieser Untersuchung auch jene einzelligen freibeweglichen Formen von Schwefelbakterien einzuschliessen, deren Vorkommen ich an diesem Standorte zwar als bestimmt notieren vermag, deren genaue Artenbestimmung aber heute nur am Wege von Reinkulturen erreichbar ist. Abgesehen also von diesen freibeweglichen einzelligen Schwefelbakterien, besteht die Schwefelbakterienflora dieses Standortes aus sessilen Arten, welche sehr üppig wie die vorhandenen Grünalgen und scheidebesitzende Spaltalgen so auch grössere und kleinere Schlammartikel besiedelt. Zuweilen fand ich auch Bryozoen (*Farrella*-Larve!) welche einen dichten Schwefelbakterienbewuchs aufwiesen.

Als Hauptbestandteil dieser Schwefelflora sind jedenfalls die *Thiothrix*-Arten zu bezeichnen. Ausser *Thiothrix marina*, welche Molisch aus den angesetzten Proben der Triester Hafenschlammes isolierte, die ich aber hier nicht beobachten konnte, sind in der Schwefelbakterienvegetation dieses Standortes alle bekannten *Thiothrix*-Arten mehr oder weniger reichlich vertreten. Es fanden sich hier *Thiothrix nivea*, *Th. tenuis* wie auch *Th. tenuissima* und es gelang mir sogar hier zwei neue und sehr charakteristische *Thiothrix*-Arten zu entdecken: *Thiothrix Voukii* und *Th. longiarticulata*. Die neuen Arten, über welche ich an anderer Stelle (Klas 2) ausführlich berichtet habe, zeichnen sich vor allem durch ihre beträchtliche Grösse aus.

Während sich die genannten *Thiothrix*-Arten, wenn sie auch anderorts anzutreffen sind, doch am meisten näher der Oberfläche entwickeln—entweder am Hafendamm oder an der ersten angebauten Stufe, fand ich Mitte Oktober 1936 an der zweiten Stufe, bzw. schon am Meeresgrund noch eine durch ihre Grösse auffallende Schwefelbakterienart. Nach eingehendem Studium ihrer morphologischen Merkmale und Besonderheiten sah ich mich zur Aufstellung einer neuen Familie, Gattung und Art genötigt (vgl. Klas 3). Das neue Bakterium: *Thiosiphon adriaticus*¹⁾ ist wie auch die *Thiothrix*-Arten ein sessiles Schwefelbakterium, welches sowohl epiphytisch (an Enteromorphen und Cladophoren) als auch epizoisch (besonderes an *Farrella*!) vorkommt. Mitunter sah ich *Thiosiphon* auch zwischen Schlammartikeln in Keimung begriffen.

¹⁾ In der zitierten Publication ist das Bakterium irrtümlicherweise und auf Grund der Analogie mit *Geosiphon pyriforme* als *adriaticum* benannt worden.

Alle bisher aufgezählten Arten der Schwefelbakterien gehören den *Leuco-Thiobacteria* an. Beim Studium der Vegetationsverhältnisse dieses Standortes konnte ich aber auch einige Vertreter der *Rhodo-Thiobacteria* feststellen und zwar: *Thiocystis violacea* und *Thioplycoccus ruber*. Sie kamen mitunter in solcher Menge an Grünalgen und scheidebesitzenden Cyanophyceen vor, dass man den rötlich-violetten Anflug bereits mit blossem Auge wahrnehmen konnte. Bemerkenswert ist dass ich sie nur im Herbst (September-Oktober) in solchen massenhaften Beständen beobachten konnte. Zu anderen Jahreszeiten (z. B. in Februar) kamen sie nur sporadisch vor. Ähnlichen Saisoneinfluss konnte ich auch bei anderen, früher erwähnten Schwefelbakterien beobachten. Während z. B. im Oktober *Thiothrix Voukii*, *Th. longiarticulata* sowie *Thiosiphon adriaticus* massenhaft zu finden waren, konnte ich diese *Thiothrix*-Arten in Februar nur spärlich beobachten und *Thiosiphon* war zu dieser Zeit überhaupt nicht auffindbar. Dagegen war zu dieser Jahreszeit ein anderes, sehr eigentümliches Schwefelbakterium, welches ich vorläufig unter *Thiothrix annulata* anführe, massenhaft vorhanden, während es im Herbst nur hie und da zwischen anderen *Thiothrix*-Arten zu beobachten war.

Alle erwähnten Schwefelbakterien dieses Standortes zeichneten sich durch grossen Schwefelreichtum ihrer Zellen aus. So erschienen z. B. die Fäden von *Thiothrix longiarticulata* wegen der besonders dichten Lagerung der Schwefeltröpfchen im mikroskopischen Bilde fast vollkommen schwarz und ich war genötigt mich bei der systematischen Bearbeitung einzelner Arten sehr ausgiebig der bekannten Entschwefelungsmethoden zu bedienen. Dabei konnte ich beobachten dass einige Arten, so besonders *Thiothrix Voukii* verhältnismässig rasch ihren Schwefel abgaben, während andere Arten wieder wie z. B. *Thiothrix longiarticulata* oder *Thiosiphon adriaticus* eine bei weitem längere Einwirkung der Reagenzien, bzw. eine längere andauernde Aushungerungszeit bedürfen um schwefelfrei zu werden. Leider erlaubte mir die immer äusserst knapp bemessene Zeit meiner Aufenthalte in Split nicht die Ursachen dieses verschiedenen Verhaltens eigens zu prüfen.

Naturgemäss enthielten die Proben, welche ich diesem Standorte entnahm, und insbesondere die Schlammproben ausser den

Schwefelbakterien auch eine Unmenge anderer Bakterien. Obwohl diese aus bereits erwähnten Gründen z. Z. nicht bearbeitet werden konnten, möchte ich doch auf das reichliche Auftreten von grossen und äusserst lebhaft beweglichen Spirillen hinweisen.

In der Aufzählung der Standorte führten wir nach der Badequelle und ihrem Abflusse den Abfluss der Klosterquelle an. Wie bei der Badequelle, so wollen wir auch hier vorerst einige allgemeine Bemerkungen über die Quelle und ihren Abfluss bringen. Dies scheint mir umso wichtiger als wie die beiden Standorten selbst, so auch ihre Vegetationen z. T. ziemlich verschieden sind. Gewisse Unterschiede weisen bereits die Austrittstellen beider Quellen auf: während die Badequelle den Hornsteinkalk des Marjans durchbricht, kommt die Klosterquelle aus den dem Hornsteinkalke angelehnten Zügen von Breccien und Knollenkalk hervor. Wie in der Einleitung erklärt wurde, wird das Quellwasser z. Z. durch einen unterirdischen Kanal direkt zum Meer hingeleitet. Die Mündung dieses Kanals, welcher aber nicht wie derjenige der Badequelle mit städtischen Kanalisationssystem verbunden ist, befindet sich an der Trumbićeva Obala, in einer kleinen Bucht. Diese Bucht, welche im Gegensatz zu dem vorher besprochenen Standort sehr still und geschützt liegt, dient als kleiner Bootshafen (Fischerei- und Handelsboote). In einer Ecke der Bucht liegt auch ein morsches, dem natürlichen Verfall überlassenes Boot, an welchem ich auch eine reiche Vegetation vorfand.

Auch die Stärke beider Quellen ist verschieden: die Stärke der Klosterquelle ist bedeutend geringer als jene der Badequelle und wird mit nur cca 3 Sekunden-liter berechnet. Ebenso ist auch die Temperatur niedriger und wird mit 20° C angegeben. Nach Kerners Ausführungen soll auch die mutmassliche Ursprungstiefe der Klosterquelle um die Hälfte geringer sein als jene der Badequelle; während jene mit 300 m berechnet wird, soll die Tiefe aus welcher die Klosterquelle empordringt nur 145 m betragen.

Vom biologischen Standpunkte aus dürften jedoch die Unterschiede der chemischen Zusammensetzung beider Quellen bei weitem wichtiger sein. Nach Vierthalers Angaben, welche aber leider noch aus dem Jahre 1867 stammen und später nicht überprüft wurden, soll, trotz der gleichen Summe der fixen Bestandteile sowie des ähnlichen spezifischen Gewichtes die Kloster-

quelle doch bedeutend reicher an Chloriden sein als die Badequelle. Umgekehrt soll der Gehalt an freiem Schwefelwasserstoff in der Klosterquelle um mehr als das Doppelte demjenigen der Badequelle nachstehen.

Was nun die Vegetation dieses Standortes anbelangt, so könnten wir hier eigentlich zwei, bzw. drei physionomisch verschiedene Biotope unterscheiden. Der erste ist in der unmittelbaren Nähe des Quellenkanalausflusses realisiert und weicht nur wenig von demjenigen der Badequelle ab. Das Wasser ist hier wenn auch nicht so stark wie bei dem Badequelleausfluss, so doch bewegt und wie dort, so sind auch hier am Hafendamme in der Flut-Ebbe Region sowie im näheren Bereiche des Quellenausflusses Rasen von Enteromorphen entwickelt welche ebenfalls einen starken weisslichen Bewuchs zeigen. Die mikroskopische Untersuchung der üppigen Schwefelbakterienflora ergab einen Bestand welcher demjenigen des Badequelleabflusses sehr ähnlich bzw. fast identisch war. Mit Ausnahme des *Thiothrix Voukii* waren hier mehr oder weniger reich alle jene Thiothrix-Arten vorhanden welche ich auch dort vorfand. Ausser *Thiothrix Voukii* fehlte von anderen Arten der *Leuco-Thiobacteria* nur *Thiosiphon adriaticus* und was die *Rhodo-Thiobacteria* anbelangt so waren sie etwas spärlicher vertreten. Der Cyanophyceenbestand weichte ebenfalls nur wenig von demjenigen des zuerst besprochenen Standortes ab.

Während aber bei dem Badequellestandort die Schwefelflora ganz allmählich spärlicher wird um sich schliesslich in weiterer Entfernung von der Kanal- und Quellmündung gänzlich zu verlieren, bot sich mir dagegen hier, als ich im Februar 1937 bei allgemeiner Besichtigung des diesseitigen Hafengebietes diesen Standort sozusagen entdeckte, ein wesentlich anderes Bild. In einer beiläufig $\frac{1}{2}$ —1 m betragender Entfernung von der Klosterquellmündung sah ich dass der seichte und sandig-schlammige Meeresgrund mit auffallenden weisslichen Netzen und Schleier überzogen war von welchen sich auf die Oberfläche reichliche Gasblasen emporhoben. Schon das makroskopische Bild dieser Vegetation liess keinen Zweifel zu, es waren dies eben typische *Beggiatoen*-Schleier nach welchen ich sonst vollkommen erfolglos in ganzem Splitter Hafen fahndete. Die mikroskopische Untersuchung ergab dass diese Massenansammlungen tatsächlich fast ausschliesslich aus *Beggiatoa*-Arten bestanden. Von *Thiothrix*-

Arten konnte ich nur hier und da und zwar in den Proben des Grundschlammes welche ziemlich Diatomeen-reich waren, einzelne Vertreter der Arten *Thiothrix longiarticulata* und *T. nivea* beobachten. Dagegen fehlten vollkommen rote Schwefelbakterien wie auch Repräsentanten der neuen Gattung *Thiosiphon*. Auch Cyanophyceen kamen hier äusserst spärlich vor und dasselbe liesse sich auch von der Mikrofauna sagen.

Um nochmals auf die *Beggiatoen* welchen ich ein spezielles Studium widmete deren Resultate a. O. mitgeteilt wurden, zurückzukommen, notierte ich für diesen Standort *Beggiatoa alba*, *B. leptomitiformis*, *B. arachnoidea* sowie *B. mirabilis* in zwei Formen. Verschiedene Gründe welche in der speziellen Arbeit nachzusehen sind, bewogen mich diese Formen als zwei besondere Arten: *B. mirabilis* (Cohn) Klas und *B. gigantea* Klas aufzustellen. (Klas, 4).

Was diesen *Beggiatoen*standort selbst anbelangt, so wäre noch zu betonen dass die Wasserbewegung hier, so viel ich beobachten konnte, äusserst schwach war. Während einerseits der Vorbau des Gusar-Klubgebäudes sowie die in dieser Bucht ständig verankerten Handelsboote den Wellengang des offenen Hafens abhalten, ist anderseits in dieser Entfernung die oszillationenverursachende Wirkung des ohnehin nicht starken Quellenzuflusses schon bedeutend abgeschwächt.

Während also, wie wir gesehen haben, die unmittelbare Umgebung des Quellenabflusses eine *Thiothrix*-Vegetation aufweist, diejenige der oben besprochenen Bucht eine fast reine *Beggiatoen*-Vegetation darstellt, fand ich an dem vorerwähnten morschen Boot wie *Beggiatoen* so auch *Thiothrix*-Arten sehr reichlich vertreten. An den Flanken des Bootes, welche ähnlich wie der Hafendamm, einen üppigen Bewuchs von Enteromorphen aufwiesen, epiphytierten wie *Thiothrix*-Arten, so auch rote Schwefelbakterien; in Tümpeln an seinem Bord fand ich dagegen vorwiegend *Beggiatoen*. Was die genauere Zusammensetzung der pflanzlichen Bewuchse und Überzüge an diesem Boote betrifft, so waren hier eben alle jene Arten vertreten welche wie in dem Abflusse der Klosterquelle selbst, als auch in der »*Beggiatoen*-bucht« vorkamen; *Thiosiphon* und *Thiothrix Voukii* waren auch hier nicht zu finden.

Was das übrige Hafengebiet von Split anbelangt, so beschränkte ich meine Untersuchungen an jenen inneren Teil des

Hafens welcher sich entlang der sg. Riva erstreckt, d. h. in der Linie: Kirche- Trumbičeva Obala- Francuska Obala — bis zum sg. kleinen Molo. Trotzdem ich dieses Gebiet wiederholt wie mit Motorboot und Barken durchquerte, als auch vom Hafendamme aus eingehend besichtigte, konnte ich doch — ausgenommen die bereits besprochenen Standorte welche auch in diesem Gebiete liegen — niemals eine mit blossen Auge sichtbare massenhaft entwickelte Schwefelvegetation auffinden. Nur hie und da sah ich an dem Enteromorphengürtel welcher in der Flut-Ebbe Zone den ausgebauten Hafendamm besiedelt, schwache *Thiothrix*-Büschel (*Thiothrix nivea*). Es fiel mir auf dass sich diese epiphytischen Faden-Schwefelbakterien hier fast ausschliesslich an jenen Enteromorphen vorfanden welche entweder schon abgestorben oder eben im Vergeilen und Absterben begriffen waren. Haffenschlammproben wurden aus schon erwähnten Gründen nicht angesetzt.

In der Aufzählung der Standorte, welche ich auf das eventuelle Vorkommen von Schwefelbakterien untersuchte, führte ich auch das Gebiet der sich unterseeisch öffnenden Quellen an der Nordküste Marjans an. Diese Quellen befinden sich nahe einander beiläufig 3—5 m von der Küste entfernt und durchbrechen den steinig-sandigen Grund in einer Tiefe von beiläufig 1—3 m. Bei Meeresstille, aber auch bei leicht bewegtem Meer sind ihre Austrittsstellen an den an die Meeresoberfläche aufsteigenden Wasserblasen deutlich und leicht erkennbar und auffindbar. Nach der Stärke und Häufigkeit des Blasenanstieges zu urteilen, dürften diese Quellen ziemlich stark sein. Einmal konnte ich in ihrem Bereiche an der Wasseroberfläche auch eine leichte weisslich-gelbliche Trübung beobachten. Wie mir seitens mehrerer Splitter Bürger versichert wurde, sollen diese Quellen ähnlich der Bade- und Klosterquelle sein, d. h. ebenfalls Schwefelwasserstoff enthalten. Eine chemische Untersuchung, bzw. eine Analyse ihres Wassers liegt jedenfalls nicht vor und meinen Bemühungen gelang es nicht auch nur Spuren einer Schwefelvegetation zu entdecken. Ich untersuchte Wasser- und Grundproben wie sogleich nach der Rückkehr ins Laboratorium als auch nach einigen Tagen nach erfolgter Absetzung, konnte aber in keinem Falle irgendwelche Repräsentanten einer Schwefelflora bemerken, was mir die Annahme nahe legt, dass sich in diesem Falle überhaupt nicht um Schwefelquellen handeln dürfte. Allerdings muss ich betonen

dass ich diesen Standort nur zweimal besichtigte (im Spätherbst und im Frühjahr).

Da, wie wir gesehen haben, eine eigentliche Schwefelflora nur in dem Abflüssen der Bade- und Klosterquelle gefunden wurde, so werden wir uns des weiteren hauptsächlich mit diesen Standorten beschäftigen.

An die Beschreibung der Standorte anschliessend bringen wir das systematische Verzeichnis der in den Abflüssen der Bade- und der Klosterquelle vorgefundenen pflanzlichen Organismen. Da aber die Chlorophyceen wie auch die Diatomeen in ganzen Hafen von Split verbreitet sind und an erwähnten Standorten weder den vertretenen Arten noch ihrem Habitus nach irgendwelche Besonderheiten aufweisen, die Rhodo- und Phaeophyceen dagegen hier nur in seltenen und kümmerlich entwickelten Keimlingsformen vorkommen, beschränken wir diese Liste nur auf Schwefelbakterien und Cyanophyceen welche Organismen eigentlich auch der Vegetation dieser Standorte ihr spezifisches Gepräge verleihen.

III. Systematisches Artenverzeichnis¹⁾

THIOBACTERIA

I Leuco-Thiobacteria

1 Beggiatoaceae

Beggiatoa gigantea Klas, Arch. f. Mikrobiologie, Bd. 8, Hft. 3, S. 312 ff., Abb. 4 u. 5 (1937)

Diese Art welche für die Flora Jugoslaviens als neu zu verzeichnen ist, fand ich zum ersten Male in Split Ende Februar 1937. Nicht weit von dem Abflusse der Klosterschwefelquelle bildete die mit anderen Schwefelbakterien, vornehmlich Beggiatoen, vermischte Art auf dem sandig-schlammigen Grunde der stillen Hafenbucht typische weissliche mit blossen Auge sichtbare und ziemlich ausgedehnte Netze und Schleier. Auch in den Pfützen am Borde des morschen und halb versunkenen Bootes kam sie reichlich vor. Die einzelnen, sehr lebhaft beweglichen und beträchtlich langen Fäden welche in frisch

¹⁾ Als Grundlage dieses Verzeichnisses diente mir bei Einordnung der Schwefelbakterien das System vom **Bavendamm** (1924), bei Einordnung der Cyanophyceen jenes vom **Geitler** (1932).

entnommenen Proben bereits nach $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ St. auf die Oberfläche des Substrates hinaufkrochen, zeichneten sich durch grossen Schwefelreichtum aber auch deutliche Querwandbildungen aus. Was die Zellform selbst anbelangt, so erschienen die Fäden in normalen Zustände entweder gar nicht oder nur äusserst schwach eingeschnürt. Bei absterbenden Fäden, bzw. bei Einwirkung von verschiedenen Chemikalien oder Anwendung bestimmter Fixiermittel trat fast regelmässig eine starke Vorwölbung der Seitenwände auf, wodurch die Zellen ein tonnenförmiges Aussehen annahmen.

Aus Gründen welche in der oben zitierten Abhandlung nachzusehen sind, meine ich dass jene *Beggiatoa*-Formen welche Kolkwitz in Kiel und im Solgraben von Artern vorfand und als *Beggiatoa mirabilis* Cohn notierte (Kolkwitz 1, 2), als hierher gehörig zu betrachten sind.

Beggiatoa mirabilis (Cohn) Klas, Arch. f. Mikrobiologie, Bd. 8, Hft. 3, S. 312 ff., Abb. 5 (1937)

Diese für die Flora Jugoslaviens ebenfalls neue Art fand ich in Split am denselben Standort und zur selben Zeit als auch *Beggiatoa gigantea*. Ohne mich in eine abermalige Diskussion alles dessen was seit Cohn's Zeiten unter »*Beggiatoa mirabilis* Cohn« beschrieben und notiert wurde, einzulassen — auch Ellis bemerkte z. B. die Differenzen der Cohn'schen und Warming'schen *Beggiatoa mirabilis* (Ellis, p. 103) — verweise ich wie in Bezug auf die Begründung meiner Auffassung dieser Art, so auch in Bezug auf ihre Beschreibung an die oben zitierte ausführliche Arbeit. Hier möchte ich dagegen auf einen anderen für die Auffassung des Arttypus nicht minder wichtigen Umstand als es die Zelldimensionen sind, hinweisen.

In systematischen Werken pflegt man als Illustration die Engler'sche Zeichnung der *Beggiatoa mirabilis* zu bringen. Diese Zeichnung stellt einen *Beggiatoa*-Faden dar dessen Seitenwände so stark vorgewölbt sind dass wir den Faden unbedingt als deutlich eingeschnürt bezeichnen müssen. Es ist nun ausser Zweifel und ich selbst kann es bestätigen dass *Beggiatoa* und zwar wir *B. gigantea*, so auch *B. mirabilis* und höchstwahrscheinlich auch die übrigen kleineren *Beggiatoa*-Arten, auch in dieser Form erscheinen können. Auf Grund meiner Studien des Splitter Materials meine ich aber dass diese Erscheinungsform keineswegs

als arttypisch und normal aufzufassen ist. Es ist dies vielmehr die Erscheinungsform absterbender oder unter ungünstigen Bedingungen stehender Organismen, eine Form welche auch künstlich, durch Aushungerung bzw. chemisch-physikalische Einwirkung leicht hervorzurufen ist. Während z. B. in frisch entnommenen und sofort untersuchten Proben *Beggiatoa*-Fäden mit tonnenförmig gewölbten Zellen äusserst selten waren, häuften sie sich in denselben Proben, welche ich ohne künstliche Zufuhr von Sauerstoff bzw. Schwefelwasserstoff im Laboratorium stehen liess, schon nach 24 Stunden ausserordentlich an. Auch Fixierungen führen oft zu dieser Erscheinungsform. Wenn also B a v e n d a m m in seiner Artbeschreibung der *B. mirabilis* erwähnt: »meist mit vorgewölbten Seitenwänden« (B a v e n d a m m 1, S. 104), so stimmt dies zwar mit der Engler'schen Zeichnung, aber nicht mit dem Normalhabitus der lebenden *Beggiatoa*-Fäden überein. Allerdings wurde bereits versucht die Vorwölbung der Seitenwände und den daraus folgenden eingeschnürten Habitus der Fäden zum Artenmerkmale zu erheben — so von M a s s a r t (*Beggiatoa torulosa*) und V o u k (*Beggiatoa constricta*, V o u k 1, S. 11). Während die Beschreibung der Massart'schen Art zu unvollständig ist um irgendwelche Rückschlüsse zu erlauben, glaube ich dass die V o u k'sche *B. constricta* mit Rücksicht auf ihre Zellgrösse mit *B. arachnoidea* identisch ist. Dafür dass es sich hier um aufgetriebene, wahrscheinlich absterbende Fäden dieser Art handelte scheint mir auch der Umstand zu sprechen dass diese Fäden in Proben nur selten anzutreffen waren, weshalb sich auch der Autor selbst zu seiner Artbestimmung skeptisch verhält.

Beggiatoa arachnoidea (Agardh) Rabenhorst 1865

Literatur u. Abbildungen: E n g l e r, 1883, S. 5, Fig. 6—9 — V o u k, 2, S. 138 — B a v e n d a m m, 1, S. 104/105 — E l l i s, S. 104/105

An denselben Standort zwischen *B. gigantea* und *B. mirabilis* ziemlich reichlich vorhanden. Breite der Fäden beiläufig $6\ \mu$ Zellgliederung deutlich wahrnehmbar.

Für Jugoslavien bisher nur aus der Schwefeltherme Sv. Jelena bei Samobor bekannt (V o u k, 2, S. 148). Neu für die A d r i a k ü s t e.

Beggiatoa alba (Vaucher) Trevisan 1892

Literatur u. Abbildungen: Winogradsky, S. 23, Taf. I, Fig. Ia, b, c — Vouk, 1, S. 4, 8, 11; 2, S. 129, 138 — Bavendamm, 1, S. 105, Taf. 1, Fig. 2 — Ellis, S. 93 ff., Fig. 6 u. 7

Fund- und Standort wie bei *B. arachnoidea*. Breite der Fäden 3—4 μ , Zellgliederung nur bei Entschweflung sichtbar. Längere Fäden schleifenbildend, kürzere gerade und lebhaft beweglich. Bei Übertragung in Süßwasser, bzw. in destilliertes Wasser, oder auch bei länger andauernder Aushungerung konnte ich häufig an Fäden dieser Art ähnliche Desorganisationserscheinungen bemerken wie sie zuerst von Winogradsky (1888) beobachtet und beschrieben und später von Ellis (1937) unter »Autolysis« zusammengefasst wurden.

Bekanntlich schrieb Zopf (1882) einen pleomorphen Charakter vielen Bakterien zu, unter ihnen auch der Art *Beggiatoa alba*. Obwohl Winogradsky 1888 die Darlegungen und Ausführungen von Zopf insbesondere was die Art *B. alba* betrifft auf Grund seiner mikroskopischen Kulturen entgültig wiederlegt zu haben glaubte, knüpft Ellis (1937) doch wieder an die Zopfschen Ideen des Pleomorphismus an. Da ich über keine diesbezügliche Kulturversuche verfüge, enthalte ich mich wie einer diesbezüglichen contra — so auch einer pro- Äusserung, muss aber bemerken dass ich in den unzähligen zu verschiedenen Zeiten und Saisonen entnommenen Proben *Beggiatoa alba* nur in der üblichen Fadenform beobachten konnte. Ebenso wie ich nie Zeuge einer Umwandlung des Fadens von *B. alba* in Coccen, Bacillen oder Spirillen war, sah ich auch nie solch eine Form wieder zur Fadenform zurückkehren.

Für Jugoslavien ist die Art bisher nur aus Schwefelthermen bekannt (Stubičke Toplice, Varaždinske Toplice, Smrdeće Toplice, Topusko und Sv. Jelena — vgl. dazu Vouk 1 und 2). Da Molisch jedoch aus dem Meerwasser von Triest *Beggiatoa marina* beschrieb (Molisch 1) welche nach Wislouch mit der Cohn'schen *B. alba* var *marina* identisch ist und diese von Bavendamm (Bavendamm (1), S. 105) zur Art *B. alba* eingezogen wurde, glaube ich nicht berechtigt zu sein den Splitter Fundort der *B. alba* als ersten auf der Adriaküste zu proklamieren.

Beggiatoa leptomitiformis (Menegh.) Trevisan 1842

Literatur u. Abbildungen: Bavendamm 1, S. 105/106 — Vouk, 1, S. 4, 6, 8, 11, 12 — Ellis, S. 105

An denselben Standort wie *B. alba*. Breite der Fäden beiläufig 2μ , Querteilung nicht deutlich sichtbar. Fäden kurz und lebhaft ruckweise beweglich. Identisch mit der von Winogradsky aufgestellten Art *B. media* (vgl. Bavendamm, 1, Anmerk. 3, S. 105).

Für Jugoslawien nach Vouk bekannt aus Stubičke Toplice, Krapinske Toplice, Varaždinske Toplice, Smrdeće Toplice und Sutinske Toplice (Vouk 1, 2). Neu für die Adriaküste.

Beggiatoa minima Winogradsky 1888

Literatur u. Abbildungen: Winogradsky, S. 25, Taf. I., Fig. 3 — Vouk, 2, S. 138 — Bavendamm, 1, S. 106, Taf. I., Fig. 3.

Mit *B. alba* und *leptomitiformis*, ziemlich selten. Fäden gewöhnlich kurz, $0,5$ bis 1μ breit, Zellgliederung kaum erkennbar.

Neu für Jugoslawien.¹⁾

Thiothrix Voukii Klas, Arch. f. Protistenkunde, Bd. 88, Hft. 1, S. 121 ff. Abb. 1, Taf. 2, Fig. 1—3 (1936)

Als erster Fundort dieser für die Wissenschaft neuen Art ist die unmittelbare Umgebung des Abflusskanales der Schwefeltherme (Badequelle) im Hafen von Split zu verzeichnen. An diesem Standort wo eine ständige Wasserbewegung stattfindet, fand ich die Art zuerst im Spätherbst 1936 und konnte sie hier einige Saisonen hindurch in mehr oder weniger üppiger Entwicklung beobachten. Sie kam entweder in reinen Beständen oder vermischt mit anderen *Thiothrix*-Arten vor und bildete an Algen oder Schlammteilchen angeheftet typische weisse haar- bis pinselförmige bis 2 cm lange im Meerwasser flutende Büschel. Was die Diagnose der Art anbelangt verweise ich auf die oben zitierte Abhandlung. Im Anschluss an die bei *Beggiatoa gigantea* und *B. mirabilis* besprochene abnormale Vorwölbung der Seitenwände möchte ich hier ebenfalls an ähnliche Erscheinungen, wie ich sie unter ähnlichen Umständen auch an dieser Art beobachten konnte, hinweisen.

¹⁾ Vouk (2, S. 138) führt aus der Schwefeltherme Sv. Jelena bei Samobor *Beggiatoa minima* Warming an. Dieser Organismus dessen Zugehörigkeit zu den Schwefelbakterien zuerst Lautereborn (S. 100) bestritt, ist, nun aus der Liste der Schwefelbakterien gestrichen und führt den Namen *Spirophis minima*.

Da ich in einer Probe welche Herr Dr. A. Ercegović 23 VI 1937 im Hafen von Trogir sammelte und mir zuschickte, wofür ich ihm auch hier danken möchte, ebenfalls reiche Bestände von *Thiothrix Voukii* vorfand, vermute ich dass die Art an der adriatischen Küste ziemlich verbreitet sein dürfte. Weitere Befunde werden zeigen ob *Th. Voukii* als eine spezifisch marine Art, wie zur Zeit auch *Th. annulata*, aufzufassen ist oder als eine Art welche wie auch die übrigen *Thiothrix*-Arten ebenso im Süß- als auch im Salzwasser vorkommen kann.

Thiothrix longiarticulata Klas, Arch. f. Protistenkunde, Bel. 88, Hft. 1, S. 121 ff. Abb. 2, Taf. 2, Fig. 4—6 (1936)

Der erste Fundort dieser ebenfalls für die Wissenschaft neuen Art ist mit dem Fundort der *Th. Voukii* identisch. Später fand ich *Th. longiarticulata* auch im Abfluss der Klosterquelle, sowie an den Flanken des alten Bootes in dieser Hafengebucht. Jedenfalls ist auch diese Art, ähnlich wie *Th. Voukii*, im bewegten Wasser häufiger als an stilleren Standorten. Wie *Th. Voukii* bildet auch *Th. longiarticulata* reine oder mit anderen *Thiothrix*-Arten vermischte Bestände.

Die Diagnose ist in der oben zitierten Abhandlung nachzusehen. Vorläufig ist *Th. longiarticulata* als eine marine Art zu betrachten und wurde ebenfalls, wenn auch spärlicher, in der Probe aus Trogir vorgefunden.

Thiothrix nivea (Rabenhorst) Winogradsky 1888

Literatur u. Abbildungen: Winogradsky, S. 39, Taf. I, Fig. 7, 9 u. 10 — Migula, S. 1040 — Vouk, 2, S. 138 — Bavendamm, 1, S. 107, Taf. 1, Fig. 5 — Ellis, S. 107 ff., Fig. 10 a, b, c

Eine der häufigsten *Thiothrix*-Arten, welche vorzugsweise als Epiphyt an verschiedenen Algen, Chlorophyceen wie auch scheidebesitzenden Cyanophyceen in der Flut-Ebbe Region entlang des Hafendamms anzutreffen ist. Allerdings war sie in den Abflüssen beider Schwefelquellen (der Bade- und der Klosterquelle) bei weitem reichlicher vorhanden. Es ist nicht selten dass an alten Fäden von *Thiothrix nivea* wirtelbildende strahlenförmige Ansammlungen junger *Thiothrix*-Fäden zu beobachten sind. Miyoshi (S. 156) sah sich dadurch zur Aufstellung der Varietät *verticillata* veranlasst. Bavendamm (1, Anmerk. 1, S. 107) meint jedoch dass diese Varietät einzuziehen ist »da das Festsetzen der Stäbchengonidien auf den alten Fäden eine

häufige Erscheinung ist... die weder ein konstantes noch ein morphologisches Merkmal ist« (1. c.). Diesem stimme ich umso mehr bei als meine Untersuchungen ergaben dass solche strahlenförmige Büschel an *Thiothrix nivea* nicht nur von jungen Fäden derselben Art sondern ebenso auch aus jungen Fäden der Arten *Th. tenuis* und *Th. tenuissima* bestehen können.

Für Jugoslavien wurde *Thiothrix nivea* bisher nur aus der Schwefeltherme Sv. Jelena bei Samobor vermerkt (Vouk, 2, S. 138). Neu für die Adriaküste.

***Thiothrix tenuis* Winogradsky 1888**

Literatur u. Abbildungen: Winogradsky, S. 40, Taf. I, Fig. 8 u. 11 — Migula, S. 1040 — Vouk, 1, S. 11 — Bavendamm, 1, S. 107, Taf. 1, Fig. 6

Mit *Th. nivea* an denselben Standorten ziemlich häufig. Bildet öfter als *Th. nivea* kleine Rasen auch an Schlammteilchen.

Für Jugoslavien bisher nur aus der Schwefeltherme Smrdeće Toplice bekannt (Vouk, 1, S. 11). Wenn wir uns der Bavendamm'schen Ansicht, nach welcher die von Molisch aus den Triester Hafenwasserproben isolierte und als *Th. marina* aufgestellte Art mit *Th. tenuis* identisch und daher einzuziehen ist, anschliessen, stellt der Splitter Fundort den zweiten Fundort von *Th. tenuis* an der Adriaküste dar.

***Thiothrix tenuissima* Winogradsky 1888**

Literatur u. Abbildungen: Winogradsky, S. 40 — Migula, S. 1040 — Vouk, 1, S. 6 — Bavendamm, 1, S. 108 — Ellis, S. 108 ff.

An denselben Standorten wie auch *Thiothrix tenuis*. Fäden häufig kürzer als bei *Th. tenuis*, jedoch viel dichtere Rasen bildend.

Ellis führt *Th. tenuis* und *Th. tenuissima* unter *Th. nivea* als »variant forms of *Th. nivea*« bzw. als nicht vollkommen entwickelte Fäden dieser Art an und äussert sich darüber wie folgt: »It appears as though Winogradsky had assigned different specific names to different stages in the development of one organism« (Ellis, 1. c, S. 109). Migula und Bavendamm fassen dagegen diese Organismen als selbstständige Arten auf. Auf Grund meiner Beobachtungen und Messungen kurzer wie auch langer Fäden von *Th. nivea*, *tenuis* und *tenuissima* glaube ich dass dies vollkommen berechtigt ist.

Thiothrix tenuissima ist für Jugoslawien bisher nur aus Krainske Toplice bekannt (Vouk, 1, S. 6). Neu für Adriaküste.

* * *

Ausser diesen beschriebenen Repräsentanten der *Leuco-Thiobacteria* kamen mir noch — insbesondere in Proben welche dem Abflusse der Badequelle entnommen wurden — ziemlich häufig Organismen vor, welche ich vorläufig zu *Thiothrix annulata* stellen möchte. Die auffallend grosse Variabilität ihrer Formen, ihre ganz besondere Zellbildungen sowie einige Beobachtungen über ihre Schwefellagerung und gesamte Biologie würde jedoch, eher man sich zu ihrer definitiven systematischen Einordnung entschliessen könnte, ein spezielles Studium erheischen. Falls dieses Studium, welches ich demnächst unternehmen gedenke, ergeben wird dass die vorläufige Zuordnung zu *Thiothrix annulata* erhalten werden kann, so wird jedenfalls die Diagnose dieser von Molisch aufgestellten und beschriebenen Art nicht unbedeutende Erweiterungen erfahren müssen.

2. Thiosiphonaceae fam. nov.

Thiosiphon adriaticus Klas, Sitzber. d. Akad. d. Wiss. in Wien, Math.-naturw. Kl., Abt. I, Bd. 145, Hft. 7 bis 10, S. 209 ff.; Abb. 1, 2, 3, Taf. I u. II (1936)

Diese für die Wissenschaft neue Art welche mich durch ihre besondere morphologische Merkmale zur Aufstellung einer neuen Gattung und Familie veranlasst hat, fand ich zum ersten Male Mitte Oktober 1936 an der dem Meeresgrunde eingebauten Stufe in nächster Nähe des Abflusses der Badequelle. In der Umgebung der Klosterquelle konnte ich sie dagegen bisher noch nicht beobachten, und auch bei der Badequelle selbst scheint sie im Sommer gar nicht, im Frühjahr und Frühherbst nur äusserst spärlich vorhanden zu sein. Betreff der Diagnose sowie der systematischen Stellung der Gattung und Familie verweise ich an die oben zitierte Abhandlung.

Obwohl die Art ausser in einzelnen Fäden auch in dichten Beständen auf Algen und Kleintieren vorkommt, nahmen diese Bestände doch nie einen strahlenförmigen oder wirtelbildenden Habitus an, wie dies bei *Thiothrix*-Arten überaus häufig vorkommt. Der Habitus der Bestände des *Thiosiphon adriaticus*,

dieser bis jetzt grössten festsitzenden Schwefelbakterie, ist vielmehr als strähnenartig zu bezeichnen.

3. Achromatiaceae

Thiovulum Mülleri (Warming) Lauterborn 1915

Literatur u. Abbildungen: Molisch, 1, S. 55 ff. — Hinze, S. 190 ff., Taf. IX — Lauterborn, S. 100 — Bavendamm, 1, S. 113 ff., Taf. 1, Fig. 14 — Ellis, S. 124 ff. Fig. 18 u. 19

Diese Art welche für Jugoslawien bisher nicht vermerkt wurde, für welche aber Molisch angibt dass er sie gelegentlich in Rohkulturen mit schwarzem Meereschlamm und Meereswasser von Triest untersuchen konnte, beobachtete ich bisher ausschliesslich in einer Schlammprobe welche mir aus der

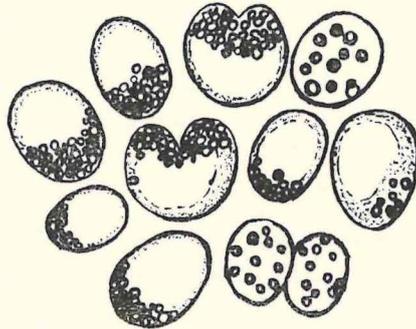


Fig. 1. *Thiovulum Mülleri* (Originalzeichnung).

Umgebung des Abflusses der Klosterquelle (Standort der Beggia-toen) im Frühjahr 1937 zugesandt wurde. Als ich die Probe absetzen liess, bildeten sich bald auf der Wasseroberfläche und vornehmlich an der dem Lichte ausgesetzten Seite des Glasgefässes eigentümliche lose zusammenhängende milchig-weiße Häutchen deren mikroskopische Untersuchung ergab, dass sie aus dichten Ansammlungen des *Thiovulum Mülleri* bestanden. Der Längsdurchmesser der im mikroskopischen Blickfelde äusserst lebhaft beweglichen und herumrollenden typisch eiförmigen Organismen betrug beiläufig 7—10 μ .

Das Innere der Zellen liess in der Regel eine grosse Vakuole erkennen, während das Protoplasma, abgesehen von dem Wandbelag, an einem (breiteren) Ende der Zelle angehäuft lag. Die mehr oder weniger zahlreiche Schwefeltröpfchen konnte ich nur ausnahmsweise und zwar nur bei den sich nicht bewegendenden

Organismen in der ganze Zelle verteilt beobachten, sonst waren sie regelmässig in einem Zellende (im Protoplasma) angehäuft. Bei den in Teilung begriffenen Organismen befanden sich die Schwefeltröpfchen, so viel ich beobachten konnte, ausnahmslos in jenem Teil der Ovale welcher die Anfänge der Einbuchtung aufwies.

Chromatium fallax (Warming) Kolkwitz 1909

Literatur u. Abbildungen: B a v e n d a m m, 1, S. 114, Taf. 1, Fig. 15

Die Art deren eingehendere Untersuchung erwünscht wäre (vgl. B a v e n d a m m 1, S. 114, Anmerk. 2) erschien in derselben Probe in welcher ich auch *Thiovulum Mülleri* feststellte. Die im mikroskopischen Bilde sehr lebhaft bewegliche Organismen (beiläufig 2 μ breit und 3—4 μ lang) enthielten nur wenige Schwefeltröpfchen (2—5). In der Probe hielten sie sich mehr an der Oberfläche des Schlammes selbst und bildeten kein Häutchen, sondern leichte weissgraue Flöckchen. Neu für Jugoslawien.

II. Rhodo - Thiobacteria

1. Thiocapsaceae

Thiocystis violacea Winogradsky 1888

Literatur u. Abbildungen: Winogradsky, S. 65, Taf. II, Fig. 1—7 — Migula, S. 1042 — B a v e n d a m m, 1, S. 119, Taf. 2, Fig. 1 — Ellis, S. 165, Fig. 42.

An beiden Standorten (Abfluss der Badequelle und der Klosterquelle) häufig beobachtet. Die Zellfamilien deren Färbung desto intensiver ist je dichter die Zellen gruppiert sind, sitzen zumeist an Enteromorphen-Thalli oder Lyngbya-Scheiden in Gallertcysten auf. Bei Ausschwärmung einzelne Zellen farblos. Neu für Jugoslawien.

2. Lamprocystaceae

Lamprocystis roseo-persicina (Kützing) Schroetter 1889

Literatur u. Abbildungen: Winogradsky, S. 67, Taf. II, Fig. 9—15 — Migula, S. 1043 ff. — V o u k, 2, S. 138 — B a v e n d a m m, 1, S. 121, Taf. 2, Fig. 3 — Ellis, S. 173, Fig. 49

An denselben Standorten wie auch *Thiocystis violacea*, doch häufiger auf dem Schlamm selbst.

Für Jugoslawien bisher nur aus der Schwefeltherme Sv. Jelena bei Samobor vermerkt (V o u k, 2. 138).

3. Amoebobacteriaceae

Thioplycoccus ruber Winogradsky 1888

Literatur u. Abbildungen: Winogradsky, S. 79 ff., Taf. III, Fig. 18 — Migula, S. 1047 — Bavendamm, 1, S. 125, Taf. 2, Fig. 9 — Ellis, S. 171 ff.

An denselben Standort wie *Lamprocystis*. Einziges Merkmal der Unterscheidung dieser Art von den unbeweglichen Jugendformen des *Lamprocystis roseo-persicina* stellt die Grösse der Zellen dar, welche bei *Thioplycoccus* beiläufig 1μ beträgt. — Neu für Jugoslawien.

CYANOPHYCEAE

Oscillatoriaceae

Spirulina maior Kütz. 1843.

Literatur u. Abbildungen: Gomont, II, S. 271/272, Taf. VII, Fig. 29 — Forti in de Toni, vol. V, S. 210/211 — Vouk, 1, S. 11 — Geitler, S. 930, Fig. 595 — Frémy, S. 131, Taf. 131, Fig. 18 — Vouk, 3, Tab. II u. IV.

Trichome einzeln zwischen anderen Algen am Schlamm bei dem Klosterquelleabflusse sowie am Standorte der Beggiatoen ziemlich selten vorkommend. Nach den Windungsabständen, welche fast regelmässig 5μ betragen, urteilend, könnte es sich eventuell um die sehr ähnliche Art *Sp. Nordstetii* handeln, die Breite der Windungen selbst erreichte aber nur 4μ , was den Dimensionen der *Sp. maior* entspricht.

Nach den Literaturangaben kommt die Art in stehenden Gewässern, im salzhaltigem Wasser und in Thermen vor. Vouk erwähnt sie aus der Schwefeltherme Smrdeće Toplice, wo sie grössere Bestände bilden soll. An der Adriaküste bisher nicht beobachtet.

Oscillatoria nigro-viridis Thwaites 1846-51.

Literatur u. Abbildungen: Gomont, II, S. 237, Taf. VI, Fig. 20 — Forti in de Toni, vol. V, S. 161/162 — Vatava, S. 496 — Geitler, S. 942, Fig. 597 c — Frémy, S. 120, Taf. 30, Fig. 8

An den Stufen bei dem Badequelleabflusse kleine dunkle Lager bildend. Da ich die Trichome im fixiertem Zustande untersuchte kann ich mich nicht mit genügender Sicherheit über das ev. Vorkommen von Schwefeltröpfchen äussern. Marine Art, welche für die Adriaküste wiederholt notiert wurde.

Oscillatoria trichoides Szafer 1910

Literatur u. Abbildungen: Szafer, S. 161, Taf. 6, Fig. 20 — Geitler, S. 950.

Trichome einzeln, blass gelbgrün, 1,5—1,8 μ breit, deutlich septiert, Zellen 2,8—4,6 μ lang, ohne Gasvakuolen.

Wie ersichtlich, weicht diese Form in gewissen Merkmalen von der typischen Art ab, andererseits aber unterscheidet sie sich auch von der sehr ähnlichen Art *O. subtilissima* Kürz. durch ihre deutliche Zellgliederung. Da ich die Form jedoch nur in einer fixierten Probe (aus dem Klosterquelleabflusse) vorfand, konnte ich sie nicht eingehender untersuchen und betrachte die Bestimmung als provisorisch.

Oscillatoria laetevirens (Crouan) Gom. 1892

Literatur u. Abbildungen: Gomont, II, S. 246, Taf. VII, Fig. 11 — Forti in de Toni, vol. V, S. 177 — Geitler, S. 949, Fig. 603 c — Frémy, S. 126 ff., Taf. 31, Fig. 12.

Im Abflusse der Klosterquelle, nicht häufig. Trichome blass gelbgrün.

Nach Literaturangaben kommt die Art an Meeresküsten vor, doch erwähnt Geitler auch einen Warmhausfundort. An der Adriaküste bisher nicht beobachtet.

Oscillatoria Boryana Bory 1827

Literatur u. Abbildungen: Gomont, II, S. 254, Taf. VII, Fig. 22 u. 23 — Forti in de Toni, vol. V, S. 188 — Geitler, S. 954, Fig. 607 b, c

Einzelne gerade oder nur ganz leicht gewundene Trichome zwischen anderen Algen am Schlamm bei dem Klosterquelleabflusse.

Nach den Literaturangaben ist die Art bisher nur aus Thermen bekannt. Neu für Jugoslawien.

Oscillatoria chalybea Mertens 1822

Literatur u. Abbildungen: Gomont, II, S. 252/253, Taf. VII, Fig. 10 — Hauck, S. 508 — Forti in de Toni, vol. V, S. 185 ff. — Vouk, 1, S. 7, 12; 2, S. 138 — Vátova, S. 496 — Geitler, S. 956, Fig. 608 b — Frémy, S. 127 ff., Taf. 31, Fig. 15 — Vouk, 3, Tab. I—IV.

Auf Schlamm und Steinen im Abfluss beider Schwefelquellen, im Frühjahr häufiger.

Die Art kommt nach Literaturangaben in stehenden Gewässern, in verschmutztem und salzhaltigem Wasser sowie in

Thermen vor. Szafer notierte sie für die Abflüsse der Schwefelquellen in Siwa Woda (Galizien) und für Jugoslawien meldete sie Vouk aus einigen Thermen (Varaždinske Toplice, Sutinske Toplice, Sv. Jelena bei Samobor). Eine sehr ähnliche Art: *Oscillatoria subsalsa* Ag. welche Geitler als zu *Oscillatoria chalybea* Mertens »wohl gehörend« auffasst wurde von Hauck sowie Vato va für die adriatische Küste bereits notiert.¹⁾

***Oscillatoria tenuis* Ag. 1813.**

Literatur u. Abbildungen: Gomont, II, S. 240 ff., Taf. VII, Fig. 2 u. 3 — Forti in de Toni, Vol. V, S. 167/168, 194 — Vouk, 1, S. 4 u. 10; 2, S. 130 ff. — Geitler, S. 959 ff., Fig. 611 f, g — Frémy, S. 121 ff., Taf. 30, Fig. 10

Einzelne Trichome zu dünnen Büscheln vereinigt (var. *symplociformis* Hansg.?) blass olivgrün. Im Abflusse der Badequelle nicht selten.

Die Verbreitung der variätetreichen Art ist nicht ganz klar. In dem Forti'schen Verzeichnis der ungenügend beschriebener Arten fand ich auch eine *Oscillatoria tenuis* β *marina* Ag. Geitler erwähnt *O. tenuis* als in stehenden auch verschmutzten Gewässern vorkommend, Frémy führt sie für »les eaux stagnantes au à cours lent, froides ou thermales, plus rarement dans les eaux salées« an. Szafer wie auch Strzeszewski notierten sie für die Schwefelquellen Galiziens und für Jugoslawien meldete sie Vouk aus der Schwefeltherme Smrdeće Toplice und Stubičke Toplice als *O. tenuis* (Ag.) Kirchen. und neben der typischen Art auch als eine Varietät, var. *tenuior*, aus der Therme Topusko. An der Adriaküste ist *O. tenuis* bisher nicht beobachtet worden.

***Oscillatoria geminata* Menegh. 1837.**

Literatur u. Abbildungen: Gomont, II, S. 242, Taf. VII, Fig. 6 — Forti in de Toni, vol. V, S. 172 — Geitler, S. 965, Fig. 611 i.

In kleinen Lagern in Abflüssen beider Schwefelquellen ziemlich häufig beobachtet. Trichome blass gelbgrün.

Geitler führt die Art für Torfsümpfe, Warmhäuser, Thermen und Brackwasser an. Strzeszewski notierte eine

¹⁾ *Oscillatoria subsalsa* Ag. wurde von Vouk für Bakarski zaliv als Epiphyt an *Polysiphonia secunda* vermerkt (Vouk: O istraživanju fitobentosa u Kvarnerskom zavalju. Prirod. istraživanja, sv. 2, S. 22 (1914)).

etwas abweichende Variätet welche er var. *sulphurea* nannte, aus galizischen Schwefelquellen. Für Jugoslavien wurde sie bisher nur von Gutwinski aus Bosnien vermerkt. An der Adriaküste bisher nicht beobachtet.

***Oscillatoria Okenii* Ag. 1827.**

Literatur u. Abbildungen: Gomont, II, S. 252, Taf. VII, Fig. 18 — Forti in de Toni, vol. V, S. 185 — Vouk, 1, S. 4 u. 12; 2, S. 133 — Geitler, S. 969, Fig. 608 a — Frémy, S. 127, Taf. 31, Fig. 13

Im Abfluss der Badequelle nicht selten. Trichome wie der Typus, Lager mehr schmutzig olivgrün als dunkel blaugrün.

Forti ist der Ansicht dass die von De Notarius im Hafen von Nizza im brackischen Wasser gefundene und als neu aufgestellte Art *Oscillatoria anthracina* als hierher gehörig zu betrachten ist. Nach Geitler kommt *O. Okenii* in Thermen, in heissem Salzwasser, auch in kalten Gewässern vor. Frémy meint dass sie »plus rarement eaux salées« bewohnt und erwähnt den Fund Gomonts im Salzwasser von Lorraine.

Für Jugoslavien meldete Vouk *Oscillatoria Okenii* Ag. aus den Thermen Stubičke Toplice, Sutinske Toplice und Daruvar. Die Art wurde an der Adriaküste bisher nicht beobachtet.

***Oscillatoria formosa* Bory 1827.**

Literatur u. Abbildungen: Gomont, II, S. 250, Taf. VII, Fig. 16 — Forti in de Toni, vol. 5, S. 182/183 — Vouk, 2, S. 130 — Geitler, S. 970, Fig. 619 b — Frémy, S. 126, Taf. 31, Fig. 11

Im Abflusse der Klosterquelle sowie am Standorte der Beggiatoen nicht selten, zumeist auf Schlamm und Steinen.

Geitler führt die Art als in stehenden Gewässern, Thermen und Schwefelquellen vorkommend an, Frémy auch für »eaux saumâtres«, was auch Forti's Angaben entspricht. Für Jugoslavien ist sie bisher nur aus Bosnien (Gutwinski, Schmidle) und aus den Abflüssen der freien Quellen der Therme Topusko bekannt (Vouk). An der Adriaküste bisher nicht beobachtet.

***Phormidium fragile* Gom. 1892.**

Literatur u. Abbildungen: Gomont, II, S. 183/184, Taf. IV, Fig. 13—15 — Forti in de Toni, vol. V, S. 220 — Vouk, 2,

S. 131, 133 — Geitler, S. 999/1000, Fig. 636 c, d — Frémy, S. 86, Taf. 22, Fig. 6

In den Abflüssen beider Schwefelquellen, Lager und einzelne Trichome gelbgrün.

Nach Literaturangaben kommt die Art im Meer, im Brack- und Süßwasser sowie in Thermen vor. Für Jugoslawien wurde *Ph. fragile* bisher nur aus den Thermen Daruvar und Topusko notiert (Vouk). An der Adriaküste bisher nicht beobachtet.

Phormidium luridum Gom. 1892

Literatur u. Abbildungen: Gomont, II, S. 185/186, Taf. IV, Fig. 17 u. 18 — Forti in de Toni S. 222 — Geitler, S. 1009/1010, Fig. 645 a

In den Abflüssen beider Schwefelquellen. Lager dünn, hautartig, an der Oberfläche blass purpurn. Zellen fast quadratisch.

Nach Literaturangaben kommt die Art in stehenden Gewässern sowie in Thermen vor, wurde aber bisher für Jugoslawien noch nicht notiert und ist demzufolge als neu zu bezeichnen.

Phormidium ambiguum, Gom. 1892

Literatur u. Abbildungen: Gomont, II, S. 198/199, Taf. V, Fig. 10 — Forti in de Toni, vol. V, S. 240/241 — Vouk, 2, S. 131 — Geitler, S. 1015, Fig. 647 c — Frémy, S. 91, Taf. 24, Fig. 1

In den Abflüssen beider Schwefelquellen sowie am Beggia-toenstandort, Lager schmutzig gelbgrün, Zellen ohne Gasvakuolen, sonst wie der Typus.

Die Art kommt in stehenden und fließenden, auch salzigen Gewässern und in Thermen, seltener auf feuchter Erde vor. Forti erwähnt den Fund Schmidle's in Istrien (ob mariner Standort?), Vouk notierte die Art aus der Therme Topusko.

Phormidium lucidum Kütz. 1843.

Literatur u. Abbildungen: Gomont, II, S. 199/200, Taf. V, Fig. 11 u. 12 — Forti in de Toni, vol. V, S. 243 — Setchell und Gardner, S. 71, Taf. 1, Fig. 4 — Geitler, S. 1025, Fig. 648 f, g, h

Im Abfluss der Klosterquelle, selten. Trichomenden nur wenig verjüngt, nie stachel förmig zugespitzt, in der Regel den Abbildungen Geitlers Fig. 648 f und h entsprechend.

Die Art wird für kaltes Wasser, europäische Thermen sowie warmes Salzwasser in Kalifornien (Oakland) angeführt. Forti erwähnt sie nach Hansgirg für die Schwefelquellen Badens. Neu für Jugoslawien.

Phormidium constrictum Klas, sp. n.

Die Art welche ich in den dem Abflusse der Badequelle entnommenen Proben häufig beobachtete, weicht von den bisher bekannten mikroskopischen *Phormidium*-Arten nicht so sehr durch ihre Dimensionen ab als durch ihren Habitus. Sehr reichlich vorkommend überzieht sie mit ihrem dünnen, aber sehr zähen, schmutzig grünen Lagern kleine und grössere Schlammteilchen und ist zuweilen auch an der Oberfläche der Steinchen des Hafensgrundes zu finden. Im mikroskopischen

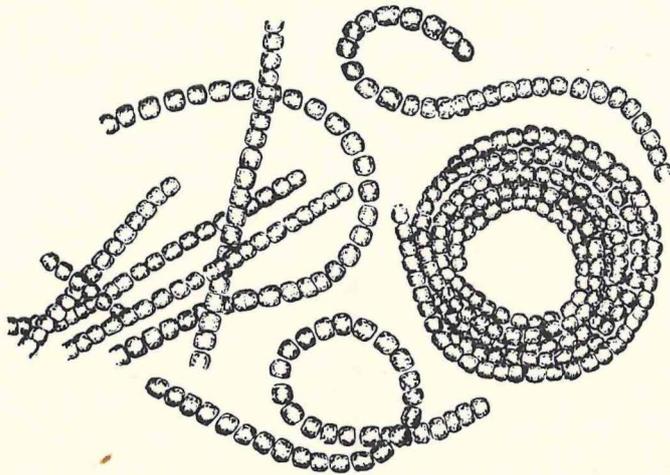


Fig. 2. *Phormidium constrictum* Klas. Originalzeichnung.

Bilde zeigt die Art bisweilen mehr oder weniger parallel gelagerte Fädenbündel, oder auch einzelne, ziemlich lange, gerade oder gekrümmte Fäden mit sehr stark eingeschnürten Zellen. Ausserordentlich häufig fand ich jedoch Gebilde, welche äusserst lebhaft an einige *Anabaena*-, *Nostoc*- oder auch *Mastigocladus*-Lager erinnern (vgl. Taf. III, Abb. 5 u. 6, sowie Textabbild. 2). Es sind dies ring- oder schneckenförmige Gebilde welche durch mehrfache kreisförmige Einrollung der Fäden entstehen, Wenn man auch bei *Phormidium*-Arten manchen Formen begegnet, de-

¹⁾ In Kulturen von *Ph. laminosum* kommen zuweilen auch geringelte Lagerformen vor.

ren Diagnosen das Merkmal »Fäden gekrümmt« enthalten, so sind doch solche ausgesprochen geringelte Lagerformen, bei dieser Gattung in der Natur¹⁾ sozusagen unbekannt. In diagnostischen Werken fand ich nur einen Fall einer wie mir scheint, ähnlichen Lagerform vermerkt und zwar bei einer wie Geitler meint, ungenügend beschriebenen Form von *Phormidium purpurascens* Gom. Es handelt sich um die von Virieux aufgestellte *Ph. purpurascens*, var. *circinnatum* eine Form mit 3, 7—3, 9 μ breiten »engschraubig gedrehten Trichomen« (Geitler, S. 1009).

Abgesehen von der engschraubig oder ringförmig verschlungenen Lagerform steht unsere Splitter Form ihren anderen Merkmalen nach, einigen *Phormidium*-Arten nahe, stimmt aber mit keiner vollkommen überein, wie dies auch aus der beiliegenden Komparationstabelle ersichtlich ist. Eine der nächststehenden Arten ist zweifellos *Phormidium fragile* Gom. Von dieser Art, welche in wohl ausgebildeten Lagern auch an denselben Standorte vorkommt, unterscheidet sich die zu besprechende Form wie durch die Konsistenz der Thalli so auch durch die Ausbildung der Trichomenden. Was dagegen *Phormidium foveolarum* Gom. anbelangt, mit deren sonstigen Merkmalen wie Dimensionen der Zellen u. s. w. die Splitter Form noch mehr als mit *Ph. fragile* übereinstimmen würde, sei hier die Bemerkung Gomont's zitiert:

»Le *Phormidium foveolarum* rapelle absolument par son aspect a l'oeil nu l'*Hassalia Bouteillei*. Comme cette dernière plante, il creuse dans la craie de petites cryptes circulaires dont ses filamantes tapissent l'intérieur. Ce mode tout particulier de développement m'a déterminé à la séparer du *Phormidium fragile* dont il diffère à peine par le diamètre de son trichome, mais dont la station est tout autre. Ajoutons que, chez cette dernière plante, l'extrémité du trichome est fréquemment atténuée et la cellule apicale terminée en point aigue, ce que je n'ai point observé dans le *Phormidium foveolarum*« (Gomont, II, S. 185).

Aus denselben Gründen, welche, wie gezeigt, für Gomont entscheidend waren, d. h. die total andere Lebensweise und der differente und spezifische Standort, glaube auch ich nicht berechtigt zu sein die Splitter Form mit *Ph. foveolarum* zu vereinen. Es sind dies dieselben Gründe welche auch Setchell und Gardner bestimmten eine von ihnen in Glasaquarien mit Salzwasser aus dem Pazifischen Ozean beobachtete Form trotz

Merkmale :	<i>Phormidium fragile</i> Gom.	<i>Phormidium foveolarum</i> Gom.	<i>Phormidium hormoides</i> S.u G.	<i>Phormidium constrictum</i> Klas
Lager :	schleimig, geschichtet, gelblich oder bräunlich blaugrün	dünn ; schwarzgrün	dünn, gelatinös	fest, dünn, schmutzig grün
Scheiden :	zerfliessend, durch Chlorzinkjod sich nicht violett färbend	weich, meist zerfliessend, farblos, durch Chlorzinkjod sich nicht violett färbend	hyalin, sehr gelatinös, zusammenfliessend	dünn, farblos, schwer sichtbar, doch nicht zerfliessend, durch Chlorzinkjod sich nicht violett färbend
Trichome :	± gewunden, verflochten oder fast paralel, an den Querwänden deutliche eingeschnürt, am Ende verjüngt, 1,2-2,3, μ breit, lebhaft blaugrün	gekrümmt, an den Querwänden eingeschnürt, am Ende nicht verjüngt, ca 1,5 μ breit, blass blaugrün	kurz, manchmal gekrümmt, perlschnurförmig, 2,4-3,7 μ breit	bisweilen paralel, meist gekrümmt und sehr oft mehrfach kreisförmig gewunden. An den Querwänden stark perlschnurförmig eingeschnürt, nicht verjüngt, 1,5 μ breit
Zellen :	fast quadratisch, 1,2-3 μ lang, an den Querwänden nicht granuliert	fast quadratisch oder etwas kürzer als breit, 0,8-1,8 μ lang, an den Querwänden nicht granuliert	quadratisch oder subquadratisch, an den Scheidewänden stark eingeschnürt	so lang wie breit oder kürzer als breit, zuweilen biskuitförmig, 1-1,5 μ lang, an den Querwänden nicht granuliert
Endzelle :	spitz-kegelig	abgerundet	grösser, subsphärisch	abgerundet
Kalyptra :	ohne	ohne	ohne	ohne
Standort :	im Meer, Brackwasser, Süsswasser und in Thermen	auf feuchter Erde, feuchten Kalkfelsen (Gruben beziehend), auch in verschmutztem Wasser	in Glasaquarien mit Salzwasser aus dem Pacif. Ozean	im Abfluss einer Schwefelquelle im Hafen von Split

aller ihrer sonstigen Verwandtschaft mit *Ph. foveolarum*, welche sie ausdrücklich vermerken, dennoch nicht mit dieser Art zu vereinen, sondern als besondere Art und zwar *Phormidium hormoides* S. u. G. aufzustellen (vgl. Setchell u. Gardner, S. 69/70).

Was nun diese Art, *Ph. hormoides* S. u. G. anbelangt, so stellen ihre perlschnurförmige Einschnürungen der Zellen, welche die Autoren zur Bemerkung veranlasst: »*Ph. hormoides* has some resemblance to the young filaments of a very delicat species of *Anabaena* on account of the pronounced moniliform trichoms« (Setchell u. Gardner, S. 70) — ein Merkmal dar, durch welches sich auch die Splitter Form auszeichnet. Andererseits sind aber bei *Ph. hormoides* die Zellen grösser und die Trichome kürzer als bei der Splitter Form und auch ihre Verteilung im Lager weicht von derjenigen bei der Splitter Form beobachteten ab. Wenn wir noch bedenken dass gegen die Aufstellung dieser als einer kleineren Variätet von *Ph. hormoides* auch geographische Gründe sprechen, so bleibt wohl nichts anderes übrig als die Splitter Form als eigene Art aufzustellen. Die Diagnose dieser Art welche ich wegen den charakteristischen Zelleinschnürungen *Phormidium constrictum* benennen möchte, würde demgemäss wie folgt lauten:

Lager fest, dünn, schmutzig grün. Fäden bisweilen paralel, meist gebogen und sehr oft mehrfach kreisförmig gewunden. Scheiden schwer sichtbar, farblos, nicht zerflissend, mit Chlorzinkjod sich nicht violett färbend. Trichome an den Querwänden deutlich bis perlschnurförmig eingeschnürt, nicht verjüngt, beiläufig $1,5 \mu$ breit. Zellen so lang wie breit oder kürzer als breit, zuweilen biskuitförmig, $1-1,5 \mu$ lang, an den Querwänden nicht granuliert. Endzelle abgerundet, nicht grösser als übrige Zellen, ohne Kalyptra.

Phormidium constrictum n. sp.

Stratum solidum, tenue, luteo-viride. Filamentum nunquam parallela, plerumque flexuosa, permultum in orbem sinuata. Vaginae vix latentes, colore non differentes, non diffluentes, chlorzincico iodurato non caerulescentes. Trichomata ad genicula eximie margaritae similia constricta, apice non attenuata, circiter $1,5 \mu$

Merkmale :	<i>Phormidium fragile</i> Gom.	<i>Phormidium foveolarum</i> Gom.	<i>Phormidium hormoides</i> S.u G.	<i>Phormidium constrictum</i> Klas
Lager :	schleimig, geschichtet, gelblich oder bräunlich blaugrün	dünn ; schwarzgrün	dünn, gelatinös	fest, dünn, schmutzig grün
Scheiden :	zerfliessend, durch Chlorzinkjod sich nicht violett färbend	weich, meist zerfliessend, farblos, durch Chlorzinkjod sich nicht violett färbend	hyalin, sehr gelatinös, zusammenfliessend	dünn, farblos, schwer sichtbar, doch nicht zerfliessend, durch Chlorzinkjod sich nicht violett färbend
Trichome :	± gewunden, verflochten oder fast paralel, an den Querwänden deutliche eingeschnürt, am Ende verjüngt, 1,2,-2,3, μ breit, lebhaft blaugrün	gekrümmt, an den Querwänden eingeschnürt, am Ende nicht verjüngt, ca 1,5 μ breit, blass blaugrün	kurz, manchmal gekrümmt, perlschnurförmig, 2,4-3,7 μ breit	bisweilen paralel, meist gekrümmt und sehr oft mehrfach kreisförmig gewunden. An den Querwänden stark perlschnurförmig eingeschnürt, nicht verjüngt, 1,5 μ breit
Zellen :	fast quadratisch, 1,2-3 μ lang, an den Querwänden nicht granuliert	fast quadratisch oder etwas kürzer als breit, 0,8-1,8 μ lang, an den Querwänden nicht granuliert	quadratisch oder subquadratisch, an den Scheidewänden stark eingeschnürt	so lang wie breit oder kürzer als breit, zuweilen biskuitförmig, 1-1,5 μ lang, an den Querwänden nicht granuliert
Endzelle :	spitz-kegelig	abgerundet	grösser, subsphärisch	abgerundet
Kalyptra :	ohne	ohne	ohne	ohne
Standort :	im Meer, Brackwasser, Süswasser und in Thermen	auf feuchter Erde, feuchten Kalkfelsen (Gruben beziehend), auch in verschmutztem Wasser	in Glasaquarien mit Salzwasser aus dem Pacif. Ozean	im Abfluss einer Schwefelquelle im Hafen von Split

aller ihrer sonstigen Verwandtschaft mit *Ph. foveolarum*, welche sie ausdrücklich vermerken, dennoch nicht mit dieser Art zu vereinen, sondern als besondere Art und zwar *Phormidium hormoides* S. u. G. aufzustellen (vgl. Setchell u. Gardner, S. 69/70).

Was nun diese Art, *Ph. hormoides* S. u. G. anbelangt, so stellen ihre perlschnurförmige Einschnürungen der Zellen, welche die Autoren zur Bemerkung veranlasst: »*Ph. hormoides* has some resemblance to the young filaments of a very delicat species of *Anabaena* on account of the pronounced moniliform trichoms« (Setchell u. Gardner, S. 70) — ein Merkmal dar, durch welches sich auch die Splitter Form auszeichnet. Andererseits sind aber bei *Ph. hormoides* die Zellen grösser und die Trichome kürzer als bei der Splitter Form und auch ihre Verteilung im Lager weicht von derjenigen bei der Splitter Form beobachteten ab. Wenn wir noch bedenken dass gegen die Aufstellung dieser als einer kleineren Variätet von *Ph. hormoides* auch geographische Gründe sprechen, so bleibt wohl nichts anderes übrig als die Splitter Form als eigene Art aufzustellen. Die Diagnose dieser Art welche ich wegen den charakteristischen Zelleinschnürungen *Phormidium constrictum* benennen möchte, würde demgemäss wie folgt lauten:

Lager fest, dünn, schmutzig grün. Fäden bisweilen paralel, meist gebogen und sehr oft mehrfach kreisförmig gewunden. Scheiden schwer sichtbar, farblos, nicht zerflissend, mit Chlorzinkjod sich nicht violett färbend. Trichome an den Querwänden deutlich bis perlschnurförmig eingeschnürt, nicht verjüngt, beiläufig 1,5 μ breit. Zellen so lang wie breit oder kürzer als breit, zuweilen biskuitförmig, 1—1,5 μ lang, an den Querwänden nicht granuliert. Endzelle abgerundet, nicht grösser als übrige Zellen, ohne Kalyptra.

Phormidium constrictum n. sp.

Stratum solidum, tenue, luteo-viride. Filamentum nunquam parallela, plerumque flexuosa, permultum in orbem sinuata. Vaginae vix latentes, colore non differentes, non diffluentes, chlorzincico iodurato non caerulescentes. Trichomata ad genicula eximie margaritae similia constricta, apice non attenuata, circiter 1,5 μ

crassa. Articuli quadrati vel subquadrati, 1—1,5 μ longi, dissepimenta non granulata. Cellula apicalis rotundata, calyptra nulla.

Hab. ductus aquarum sulphurearum calidarum in portu urbis Split ad oras maris Adriatici.

Lyngbya Agardhii (Crouan) Gom. 1892.

Literatur u. Abbildungen: Gomont, II, S. 44, Taf. II, Fig. 18 u. 19 — Forti in de Toni, vol. V, S. 259 — Geitler, S. 1039 — Frémy, S. 102, Taf. 26, Fig. 2.

In den Abflüssen beider Schwefelquellen, auch am Beggia-toenstandort nicht selten.

Eine marine Art, welche für die Küste Dalmatiens bereits bekannt ist (Hauck, Hansgirg, Vouk).

Lyngbya Martensiana Menegh. 1837.

Literatur u. Abbildungen: Gomont, II, S. 165/166, Taf. III, Fig. 17 — Forti in de Toni, vol. V, S. 279/280 — Vouk, 1, S. 5, 7, 11, 12; 2, S. 139 — Ercegović, S. 161 — Geitler, S. 1064/1065, Fig. 676 — Frémy, S. 107/108, Taf. 29, Fig. 1.

Im Abflusse der Klosterquelle häufiger als im Abflusse der Badequelle. Wie der Typus.

Die Verbreitung der Art ist nicht ganz klar. Geitler führt sie für stehende und fließende Gewässer, für Thermen und »sehr selten im Meer auf Patella und Lithophyllum« an (Geitler, 1 c. S. 1064). Die zitierte Bemerkung bezieht sich höchstwahrscheinlich auf den Hansgirg'schen Fund in Fiume und Dubrovnik. Die Breite der Trichome der Hansgirg'schen Form, welche er als var. *marina* aufgestellt hat, betragen aber nur 1—3 μ (der typischen Art 6—10!) und ich möchte mich deshalb eher der Ansicht Frémy's anschließen: »Le *Lyngbya Martensiana* Menegh. var. *marina* Hansg, ... me paraît difficilement attribuable à cette espèce« (Frémy, 1 c. S. 108).

Aus Jugoslavien ist die Art als typisch oder als var. *elongata* Vouk bisher aus mehreren Thermen bekannt (Vouk: Krapinske Toplice, Varaždinske Toplice, Smrdeće Toplice, Sutinske Toplice sowie Thermalquelle bei Podsused). An der Adriaküste bisher nicht beobachtet.¹⁾

¹⁾ Allerdings soll bemerkt werden dass die noch eingehender Untersuchung bedürftige *L. Martensiana* v. *marina* Hansgirg auch von Ercegović als an ruhigen Stellen der Lithophytenzone der dalmatinischen Adriaküste häufig vorkommend notiert wird (Ercegović, S. 161).

Lyngbya maior Menegh. 1837.

Literatur u. Abbildungen: Gomont, II, S. 164/165, Taf. III, Fig. 15 — Forti in de Toni, vol. V, S. 279 — Geitler, S. 1066, Fig. 679 a

Trichome leicht eingeschnürt. Auf Schlamm am Beggiatoenstandort und in dem Klosterquelleabflusse, nicht häufig.

Nach Geitler kommt die Art in stehenden Gewässern, auf Schlamm und in Thermen vor. Neu für Jugoslawien.

Hydrocoleus lyngbyaceus Kütz. 1849.

Literatur u. Abbildungen: Hauck, S. 509/510, Fig. 226 — Gomont, I, S. 75—77, Taf. XII, Fig. 8—10 — Forti in de Toni,

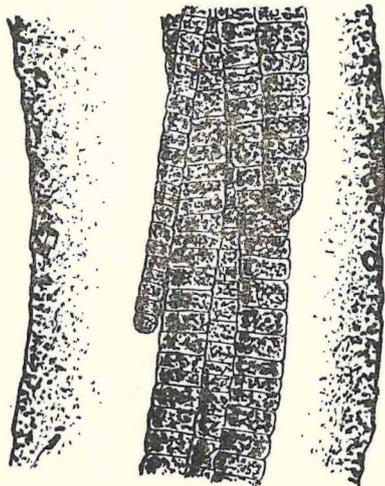


Fig. 3. *Hydrocoleus lyngbyaceus*.

vol. V, S. 317/318 — Geitler, S. 1150, Fig. 757 — Frémy, S. 72/73, Taf. 19, Fig. 1.

In einer fixierten, dem Abflusse der Badequelle entnommenen Probe fand ich einige seltene Bündel einer *Hydrocoleus*-Form, welche ich nur mit Vorbehalt hier anführen möchte. Die breite schleimige und farblose Scheide enthielt nämlich neben wenigen breiten Trichomen, deren Dimensionen annähernd den Dimensionen der Art *Hydrocoleus lyngbyaceus* entsprechen, auch einzelne viel schmalere, nur beiläufig 3—4 μ breite Trichome. Wie die breiten, so wiesen auch die schmalen Trichome keine Kalytra auf. Die Spärlichkeit des vorhandenen Materials erlaubte keine eingehendere Untersuchung. Herr Abbè P. Frémy welchen ich

um die Prüfung einiger diesbezüglichen Präparate ersuchte, war so liebenswürdig mir zu bestätigen dass es sich um *Hydrocoleus lynghyaceus* handelt, was aber die schmalen Trichome anbelangt, konnte auch er ihr Vorhandensein nur als eine eigentümliche Erscheinung registrieren. Immerhin scheint mir nicht ausgeschlossen dass sich der Fall auf eine zufällige Einwanderung irgend einer *Oscillatoria*-Art in die zerfliessende und vielleicht auch verletzte *Hydrocoleus*-Scheide zurückführen könnte.

IV. Biologische Charakteristik der untersuchten Vegetation

Es ist seit langem bekannt, dass Meeresküsten und insbesondere Meereshäfen einen von Schwefelbakterien stark bevorzugten Standort bilden. Als Beispiel dafür erwähne ich den Kieler Hafen, die dänische Küste, die Mittelmeerküsten u. s. w. Dass auch die Küste des adriatischen Meeres in dieser Hinsicht nicht als Ausnahme zu betrachten ist, liessen schon Molisch's Befunde vermuten. Ein massenhaftes Auftreten einer reichhaltigen Schwefelbakterienvegetation an der dalmatinischen Küste des adriatischen Meeres bzw. in einem seiner Häfen würde sich demnach zwanglos den bisherigen Beobachtungen an anderen Küsten anschliessen und wäre zwar von Bedeutung für die Flora Jugoslawiens und wegen eventuellen neuen Arten wohl auch für die Systematik dieser Organismen, würde aber, von diesem Standpunkte aus, ein weiteres und insbesondere ökologisches Interesse kaum hervorrufen.

Das einige Saisonen hindurch fortgesetzte Studium der Splitter Schwefelflora liess jedoch gewisse Momente erkennen welche dieser Vegetation doch einen von den üblichen an Küsten und in Häfen beobachteten Schwefelvegetationen abweichenden Charakter verleihen und deshalb eingehender zu besprechen sind.

Abweichend sind vor allem die Standorte selbst. Wie aus dem vorher gesagten zu entnehmen ist, handelt es sich um drei Standorte welche nicht weit voneinander entfernt sind: dem Abfluss der Badequelle, dem Abfluss der Klosterquelle und der diesem sich unmittelbar anschliessende kleine und ruhige Bucht. Alle drei Standorte liegen zwar im inneren Hafenteil von Split, dass aber der entscheidende Grund für das Auftreten der hiesigen Schwefelflora nicht dieses Moment, sondern das Vorhandensein der Schwefelquellen, bzw. ihrer Abflüsse ist, folgt mit

hinreichender Beweiskraft aus der Tatsache dass die beobachtete und studierte Schwefelvegetation eben nur auf diese Standorte beschränkt ist. Wie früher erwähnt wurde, kommen Schwefelbakterien, diese ureigenste Vertreter jeder Schwefelvegetation, im übrigen inneren Hafenteil von Split — allerdings so viel ich beobachten konnte — nur äusserst spärlich vor und sind als seltene und nur zeitweilig auftretende zumeist nur durch mikroskopische Untersuchung auffindbare Epiphyten an den Chlorophyceengürtel des Hafendamms beschränkt. Eine Massenansammlung von Schwefelbakterien — und zwar weder eine ständige noch eine zeitweilige — wurde dagegen ausserhalb der drei besprochenen Standorte niemals beobachtet.

Die Kombination der Splitter Standortfaktore (Meer + Schwefelquelle) welche man mit gewisser Einschränkung, so viel mir bekannt, nur der Standortfaktorenkombination des ersten Fundortes der *Thiophysa volutans*¹⁾ gleichsetzen könnte, legte die Annahme nahe dass auch die Vegetation dieser Standorte eine Kombinationsvegetation sein wird und einerseits aus Repräsentanten der marinen Vegetation, andererseits aber natürlicherweise auch aus Repräsentanten einer Schwefelquellenvegetation bestehen wird. Diese aus theoretischen Gründen sich ergebende Annahme fand ich schon durch den ersten Augenschein der Vegetation dieser Standorte bekräftigt und bestätigt. Der auffallende Chlorophyceengürtel welcher sich entlang des ganzen Hafendamms in der Flut-Ebbe Region erstreckt, erfährt auch an diesen Standorten (dem Abfluss der Bade- und der Klosterquelle) keine Unterbrechung, bloss weist er hier einen reichlichen und üppigen weissen Bewuchs auf und ruft morphologisch und makroskopisch den Eindruck eines *Enteromorpha-Thiothrix* Vegetationstypus vor. Der dritte Standort dagegen, die ruhige Bucht welche sich an den Abfluss der Klosterquelle anschliesst und etwas entfernter vor der Küste liegt, liess mit seinem den seichten Grund überziehend weissen Schleier unschwer den Typus einer *Beggiatoa*- Vegetation erkennen.

Die einsetzende detaille Untersuchung bewies die Richtigkeit der Annahme von dem Vorhandensein einer kombinierten Ve-

¹⁾ Allerdings handelt sich bei diesem im Golf von Neapel bei Castellamare befindlichen Standort um submarine Schwefelquellen (vgl. Hinze, 2 S. 209).

getation, zeigte aber zugleich dass die Vegetation dieser Standorte nicht nur aus zwei, vielmehr aus drei Komponenten zusammengesetzt ist.

Die erste Komponente stellen jedenfalls *marine Algen* dar. Sie sind durch Chlorophyceen, Diatomeen und einigen Cyanophyceen vertreten und zwar durch Repräsentanten jener Gattung und Arten welche auch im übrigen Hafengebiet von Split vorkommen. Allerdings übt der spezifische Charakter der Standorte — vermutlich vor allem der Schwefelwasserstoffgehalt des Mediums — auf diese Komponente der Vegetation eine selektivierende und ausschliessende Wirkung aus. Wie die Untersuchung zeigte, sind hier bei weitem nicht alle jene Arten von marinen Algen vorhanden welche in übrigen Hafenteilen mehr oder weniger reichlich verbreitet sind. So ist hier besonders das Fehlen von Rhodo- und Phaeophyceen, sowie das eigentlich sehr spärliche Vorkommen von Meeresblaualgen auffallend. Die Anteilnahme der Komponente der marinen Algen an der Ausbildung dieses Vegetationstypus ist zwar beträchtlich, doch lässt sie die üppige Entwicklung von *Enteromorpha*-Arten an Küstengrenzen der beiden ersten Standorte (den Abflüssen der Bade- und Klosterquelle) noch grösser erscheinen, als sie faktisch ist. Am dritten Standorte ist diese Anteilnahme bei weitem geringer.

Die zweite und augenfälligste Vegetationskomponente stellen die *Schwefelbakterien* dar. Obwohl die Schwefelbakterienflora wie aus früheren Kapiteln zu entnehmen ist, eine selten zu beobachtende und ausserordentliche Artenmannigfaltigkeit aufweist, ist es am ersten und zweiten Standort immerhin die *Thiothrix*-Gattung welche der Vegetation ihr charakteristisches Gepräge verleiht. Am dritten Standorte dominiert dagegen die Gattung *Beggiatoa*. Diese Verteilung der Hauptvertreter der Schwefelbakterien ist aus biologisch-ökologischen Gründen und mit Rücksicht auf die Topographie der Standorte durchaus verständlich. Sie ist auch im vollen Einklang mit dem diesbezüglichen Verhalten dieser Schwefelbakteriengattungen an anderen Standorten (vgl. dazu insbesondere die Beobachtungen von Bavendamm, Kolkwitz, Lauterborn, Strzeszewski, Szafer und Vouk). Was die einzelnen Arten dieser Organismen anbelangt, so sind ausser den neuen und hier entdeckten Arten sowohl Organismen vertreten, welche aus Schwefelquellen bekannt sind als

auch solche welche bisher nur aus Meer-, bzw. Brackwässern verzeichnet wurden. Allerdings glaube ich gerade mit Rücksicht auf die Prinzipien der Physiologie der Schwefelbakterien, dass hier die Unterscheidung und Auseinanderhaltung mariner Arten und Süßwasserarten kaum haltbar ist (vgl. dazu **B a v e n d a m m** und **v a n N i e l**).

Die dritte Komponente welche zwar nicht so augenfällig wie die Komponente der Schwefelbakterien oder die Komponente der marinen Algen ist, aber doch für die Auffassung und Beurteilung dieser Biotope von besonderer Wichtigkeit ist, stellen einige Arten der Cyanophyceen dar, welche wir als **t h e r m a l e**, bzw. **t h e r m o p h i l e** Arten ansprechen müssen. Nachfolgend bringe ich die Liste der hier vorgefunden Arten der Blaualgen nebst der nach **G e i t l e r**, **G o m o n t** und **F r é m y** zusammengestellter Verzeichnung ihrer bisher in der Literatur vermerkten Standorte.

Cyanophyceen :	Standorte :
<i>Spirulina maior</i>	stehende Gewässer, salzhaltiges Wasser, Thermen
<i>Oscillatoria nigro-viridis</i>	Meeresküsten
<i>Oscillatoria trichoides</i>	Schwefelquellen , Faulschlamm
<i>Oscillatoria laetevirens</i>	Meeresküsten, Warmhäuser
<i>Oscillatoria Boryana</i>	Thermen
<i>Oscillatoria chalybea</i>	stehende Gewässer, salzhaltiges Wasser, Thermen
<i>Oscillatoria tenuis</i>	stehende Gewässer, Thermen , selten Salzwasser
<i>Oscillatoria geminata</i>	Thermen , Brackwasser
<i>Oscillatoria Okenii</i>	Thermen , heisses Salzwasser, kalte Gewässer
<i>Oscillatoria formosa</i>	stehende Gewässer, Thermen , Schwefelquellen
<i>Phormidium fragile</i>	Meer, Brackwasser, Süßwasser, Thermen
<i>Phormidium luridum</i>	stehende, Gewässer, Thermen
<i>Phormidium ambiguum</i>	stehende, fliessende, salzige Gewässer, Thermen
<i>Phormidium lucidum</i>	Thermen , warmes Brackwasser, kaltes Wasser
<i>Phormidium constrictum</i>	Abfluss der Schwefelquelle im Hafen von Split
<i>Lyngbya Agardhii</i>	Meeresküsten
<i>Lyngbya Martensiana</i>	stehende u. fliessende Gewässer, Thermen , selten Meer
<i>Lyngbya maior</i>	stehende Gewässer, Thermen
<i>Hydrocoleus lyngbyaceus</i>	an Meerespflanzen in salzigen Gewässern

Wie aus der Tabelle ersichtlich ist, sind von insgesamt 19 Arten der Blaualgen welche ich an den Splitter Standorten vorfand — mit Ausnahme der neuen Art *Phormidium constrictum*, für welche erst zukünftige Forschungen zeigen werden zu welcher biologischen Gruppe sie zuzuzählen ist — nur 4 Arten welche in der Literatur als *marine* Arten angeführt werden. Es sind dies: *Oscillatoria nigro-viridis*, *O. laetevirens* ((allerdings auch in Warmhäusern gefunden), *Lyngbya Agardhii* und *Hydrocoleus lyngbyaceus*. 2 Arten: *Oscillatoria Okenii* und *Phormidium lucidum* werden für Thermen und heisses bzw. warmes Salzwasser notiert, 5 Arten: *Spirulina maior*, *Oscillatoria chalybea*, *O. geminata*, *Phormidium fragile*, und *Ph. ambiguum* werden als in Thermen und Brackwässern vorkommend vermerkt, und für 2 andere häufige Thermalalgen: *Oscillatoria tenuis* und *Lyngbya Martensiana* wird ausdrücklich bemerkt dass sie in Meere sehr selten vorkommen. 5 weitere Arten: *Oscillatoria trichoides*, *O. Boryana*, *O. formosa*, *Phormidium luridum* und *Lyngbya maior* sind endlich bisher ausschliesslich als Thermen bzw. Schwefelquellen bewohnende Arten bekannt. Allerdings finden wir bei einigen Arten auch den Standort: stehende Gewässer vermerkt. Als solchen können wir aber nicht einmal den dritten, geschweige den ersten und zweiten Splitter Standort, wo die Wasserbevegung sogar sehr intensiv ist, auffassen.

Sehr bezeichnend ist es, dass von den 19 angeführten Cyanophyceen- Arten bisher nur 4 bzw. 5 Arten für die Adriaküste notiert wurden. In den Vouk'schen Komparationstabellen der Thermen besiedelten Algen (Vouk, 3) welche auf Grund eines reichlichen Vergleichsmaterials ausgearbeitet wurden, finden wir dagegen in den Tabellen I—VII von 19 Arten unserer Splitter Standorte 12 Arten notiert und zwar wie folgt verteilt:

Tab. I., Temp. 17—31° C	6 Arten
Tab. II., Temp. 30—35° C	8 Arten
Tab. III., Temp. 35—40° C	7 Arten
Tab. IV., Temp. 40—45° C	8 Arten
Tab. V., Temp. 45—50° C	6 Arten
Tab. VI., Temp. 50—60° C	4 Arten
Tab. VII., Temp. 60—75° C	1 Art

Wenn wir auch von denjenigen Arten welche zugleich aus Meer, bzw. Brackwasser und aus Thermen bekannt sind, vorläufig absehen, so bleibt immerhin das Auftreten der oben erwähnten xenomارين und thermophilen Arten zu erklären. Allerdings wird diese Erklärung durch den Umstand dass keine der Quellen in Split, so wie ich sie vorgefunden habe, im biologischen Sinne als Therme anzusprechen ist, nicht gerade erleichtert. Nach Vouk (Vouk 3, S. 215) sind nämlich im biologischen Sinne als Thermen nur warme Quellen deren konstante Temperatur über 30° C zu liegen kommt, aufzufassen. Diesen Anforderungen entspricht aber keine der Splitter Quellen. Was die erste Quelle, die Badequelle, anbelangt, so wird sie mit ihrer 20—23° C betragender Temperatur im balneologischen Sinne zwar als Therme bezeichnet, der zweiten Quelle jedoch, deren Temperatur noch niedriger ist (kaum 19° C) und deren Abflüsse den zweiten und dritten Standort bilden, gebührt die Bezeichnung »Therme« nicht einmal in diesem balneologischen Sinne. Was aber den Abfluss der Badequelle selbst betrifft, so ist dieser, ganz abgesehen von dem Umstande dass in der Heilanstalt das Quellwasser je nach Bedarf künstlich erwärmt wird und schon deshalb von einer Temperaturkonstanz ihrer Abflüsse keine Rede sein könnte, noch mit Abflüssen städtischer Kanäle verbunden, was naturgemäss weder der Temperaturhöhe noch ihrer Konstanz dienlich ist. Auch münden alle Abflüsse ins Meer und erfahren auch dadurch nicht unwesentliche Veränderungen ihrer Eigenschaften.

Alle diese Momente und zwar wie den jetzigen Zustand und Lage der untersuchten Standorte als auch die vorgefundenen Organismenarten in Erwägung ziehend glaube ich dass die Vegetation der Splitter Standorte nur durch Zuhilfenahme einer Hypothese erklärbar ist.

Wie im ersten Kapitel erwähnt wurde, gehören die Splitter Schwefelquellen zu jenen unserer alten Thermen welche schon in römischen Zeiten bekannt gewesen waren. Mutmasslich lagen ihre Austrittsstellen, welche heute überbaut, bzw. kaptiert sind, damals ebenso wie auch ihre Abflüsse frei, was naturgemäss die Möglichkeit der Entwicklung einer reichhaltigen Vegetation bot. Obwohl die heutige Küste nicht der alten Küste entspricht, sondern vielmehr erst durch späteren Ufer- und Hafenausbau entstanden ist, kann man doch annehmen dass die Quellen auch

damals nicht unmittelbar und ohne vorher eine gewisse Strecke Festlandes zu durchqueren ins Meer mündeten. Man kann daher als sicher voraussetzen dass sich die Vegetation der freien und offenen Quellenaustritte auch in diese dem Lichte frei ausgesetzten Abflüsse ausbreitete, ähnlich wie wir es auch heute bei so manchen Abflüssen von Thermen beobachten können. Während aber sonst am Festlande bei gewisser Entfernung von dem Austrittsorte des Quellewassers die typische Thermalflora infolge allmählicher Temperaturverringerung des Mediums aufzuhören pflegt um einer gewöhnlichen Süßwasservegetation den Platz zu räumen, dürfte hier wohl die Kürze der Abflusstrecken das Auftreten solch einer Vegetation verhindert haben. Ins Meer mündend werden die Abflüsse der Schwefelquellen ähnliche kleine Oasen einer thermalen Vegetation gebildet haben wie ich sie beispielweise bei dem in die Savinja mündeten Abfluss der Therme Laško (Slovenien) beobachten konnte. Die Geschichte aller erfolgten Überbaue und Kaptagen der Spliterquellen entzieht sich unserem Wissen und wir können daher heute nur vermuten dass wie die Quellenaustritte selbst so auch ihre Abflüsse immer mehr und mehr verdeckt wurden bis endlich der jetzige topographische Zustand entstanden ist. Zur Bekräftigung und Illustration dieser Ansicht weise ich auf Kerner hin welcher bezüglich der Klosterquelle ein ummauertes Becken in welches sich diese Quelle ergossen haben soll, erwähnt, welches aber heute nicht mehr existiert. Natürlicherweise konnte sich die thermale Vegetation in überdeckten Schächten oder geschlossenen Kanälen nicht weiter erhalten sondern wanderte aus diesen dem Lichte entzogenen Stellen jenen dem Lichte noch zugänglichen Stellen zu bis endlich nur jene Oasen welche noch heute bestehen, übrig blieben. Die jetzige Vegetation der Spliter Standorte welche aus Elementen besteht die insbesondere in Bezug auf Cyanophyceen als entschieden marinoxen zu betrachten sind, ist demnach nur durch die Annahme dass sie die Reste jener ehemaligen Thermalvegetation darstellt, welche sich infolge günstiger Tiefe- und Lichtfaktoren erhalten konnte, erklärbar. Diese Reste welche vornehmlich aus *Oscillatoria*-Arten bestehen, lassen den Schluss zu dass die gesamte Cyanophyceen-Vegetation der Quellen dem *Oscillatoria*-Typus (vgl. Vouk, 3, S. 215) angehört haben mag. Da aber diese heute noch erhaltene Arten der Cyanophyceen sonst nur bei höheren Temperaturen vorzukommen

pflügen — ab 30° C — dürften sie zugleich auf eine ehemalige höhere Temperatur beider Quellen hinweisen. Was aber die Schwefelbakterien anbelangt so ist es aus Untersuchungen zahlreicher Schwefelthermen hinreichend bekannt das sie auch bei höheren Temperaturen vorkommen. (vgl. Famin, Molisch, Vouk).

Allerdings ist die Vegetation der Splitter Standorte in erster Reihe eine Schwefelvegetation und sollte nach Baas-Becking als *Sulphuretum* bezeichnet werden (vgl. Baven dam m, 2, S. 46). Nach den ursprünglichen Standorten aber ist sie jedenfalls als eine *thio-thermale Vegetation* aufzufassen und unterscheidet sich als solche prinzipiell von den öfters in verschiedenen Häfen beobachteten marinen zeitweiligen oder ständigen Schwefelvegetationen.

Wie diese Deutung der Vegetation der Splitter Schwefelquellenabflüsse als einer relikten thio-thermalen Vegetation mit den im ersten Kapitel kurz dargelegten geologischen Theorien und Hypothesen über die Mineralisation dieser Quellen zu vereinen ist, stellt eine Frage für sich dar, deren Erörterung schon ausserhalb des Rahmens dieser Untersuchungen fällt. Es scheint aber als ob durch dieses am biologischen Wege erhaltenes Resultat eher die Vierthaler'sche als die Kerner'sche These gestützt werden könnte.

V. Zusammenfassung

Im nordwestlichen Teile des Hafens von Split, am Ostfusse des Berges Marjan wurde die Vegetation zweier Schwefelquellenabflüsse untersucht. Die Temperatur der Quellen beträgt ungefähr 19—22° C und was die chemische Konstitution des Quellenwassers anbelangt, zeichnet es sich durch verhältnismässig hohen Schwefelwasserstoff- und Chloridgehalt aus. Die in Jahren 1936/37 durchgeführte Untersuchungen ergaben folgende Resultate:

1) Die Vegetation beider Abflüsse ist hauptsächlich aus Schwefelbakterien, marinen Grünalgen (*Enteromorpha*) und Cyanophyceen zusammengesetzt.

2) Die Schwefelbakterien bilden zwei Formationstypen: die epiphytische *Thiothrix*-Formation und die am Meeresgrunde freilagernde *Beggiatoa*-Formation.

3) Als Charakterarten der *Thiothrix*-Formation sind die neuen Arten *Thiothrix Voukii*, *Th. longiarticulata* und *Thiosiphon adriaticus* zu bezeichnen, als Charakterarten der *Beggiatoa*-Formation dagegen *Beggiatoa gigantea* und *B. mirabilis*. Von den übrigen Schwefelbakterien wurden für Jugoslawien zum ersten Male *Beggiatoa minima*, *Thiovulum Mülleri*, *Chromatium fallax*, *Thiocystis violacea* und *Thiopolycoccus ruber* konstatiert, während *Beggiatoa arachnoidea*, *B. leptomitiformis*, *Thiothrix nivea* und *Lamprocystis roseo-persicina* als neu für die Adriaküste zu verzeichnen sind.

4) Von den Cyanophyceen sind hauptsächlich thermophile Arten vertreten: *Spirulina maior*, *Oscillatoria Boryana*, *O. chalybea*, *O. tenuis*, *O. geminata*, *O. formosa*, *Phormidium fragile*, *Ph. luridum*, *Ph. ambiguum*, *Ph. lucidum*, *Lyngbya Martensiana* und *Lyngbya maior*. Während keine der hier angeführten Arten bisher für die Adriaküste notiert wurde, sind *O. Boryana*, *Ph. luridum*, *Ph. lucidum* und *Lyngbya maior* auch für Jugoslawien neu. Als für die Wissenschaft neue Art wurde *Phormidium constrictum* aufgestellt.

5) Die gesamte Vegetation der Splitter Schwefelquellenabflüsse ist als thiothermal zu bezeichnen. In Bezug auf die vorhandenen Cyanophyceen ist sie als *Oscillatoria*-Typus (Vouk) und in Bezug auf ihren jetzigen Charakter als Reliktenvegetation aufzufassen.

Literatur

- 1) B a v e n d a m m, W.: 1. Die farblosen und roten Schwefelbakterien. — Pflanzenforschung. Hft. 2, Jena (1924)
» 2. Physiologie der schwefelspeicherenden und — freien Purpurbakterien. — Ergebnisse der Biologie, Bd. XIII, S. 1—54 (1936)
- 2) E l l i s, D.: Sulphur bacteria. — London (1932)
- 3) E n g l e r, A.: Über die Pilzvegetation des weissen oder todtten Grundes in der Kieler Bucht. — IV. Ber. d. Comm. zur wiss. Unters. d. deutsch. Meere, VII bis XI Jahrg., S. 187—194 (1884)
- 4) E r c e g o v i ć, A.: Ekološke i sociološke studije o litofitskim cijanoficejama sa jugoslavenske obale Jadrana. — Rad Jugoslavenske akad., knj. 244, Zagreb (1932)

- 5) Famin, M.: Action de la température sur le végétaux, IV part: Les végétaux vivant dans les eaux naturellement a temperatures élevées, S. 148 ff. (1933)
- 6) Forti, A.: Sylloge Myxophycearum. In De Toni: Sylloge Algarum, Vol. V, Patavia VII (1907)
- 7) Frémy, P.: Les Cyanophycées des Côtes d'Europe. — Mem. de la Soc. Nat. d. Scien. Nat. et Mathem. de Cherbourg, T. XLI, Saint-Lô (1934)
- 8) Geitler, L.: Cyanophyceae. — Rabenhorst's Kryptogamenflora, Bd. XIV, Leipzig (1932)
- 9) Gicklhorn, J.: Über neue farblose Schwefelbakterien. — Centralbl. f. Bakt. etc; II Abt., Bd. 50, Hft. 20/25, S. 415 bis 427 (1920)
- 10) Gomont, M.: Monographie des Oscilariées. — Paris (1893)
- 11) Hauck, F.: Die Meeresalgen Deutschlands und Oesterreiches. — Rabenhorst's Kryptogamenflora, Bd. II, Leipzig (1885)
- 12) Hinze, G.: 1. *Thiophysa volutans*, ein neues Schwefelbakterien. — Ber. d. deutsch. Bot. Gesell., Bd. 21, S. 309—316, Berlin (1903)
 - » 2. Beiträge zur Kenntnis der farblosen Schwefelbakterien. — Ber. d. deutsch. Bot. Gesell., Bd. 31, S. 189—202, Berlin (1913)
- 13) Keil, F.: Beiträge zur Physiologie der farblosen Schwefelbakterien: — Dissert. Halle a. S. (1912)
- 14) Kerner, S. v.: Quellengeologie von Mitteldalmatien. Die Quellen an der Küste von Spalato. — Jahrb. d. K. K. geol. R.-A., Bd. LXVII, S. 233—238, Wien (1917)
- 15) Klas, Z.: 1. Quelques remarques sur la présence du iode ches les algues adriatiques. — Acta Botanica inst. botan. univ. Zagrebensis, Vol. VII, S. 59—72, Zagreb (1932)
 - » 2. Zwei neue Schwefelbakterien (*Thiothrix Voukii* n. sp. et *Th. longiarticulata*). — Arch. f. Protistenkunde, Bd. 88, Hft. 1, S. 121 bis 126, Jena (1936)
 - » 3. *Thiosiphon*, eine neue Gattung der Schwefelbakterien. — Sitzber. d. Akad. d. Wiss. in Wien, math.-naturw. Kl. I, Bd. 145, Hft. 7—10, S. 209—215, Wien (1936)
 - » 4. Über den Formenkreis von *Beggiatoa mirabilis*. — Arch. f. Mikrobiologie, Bd. 8, Hft. 3, S. 312—320, Berlin (1937)

- 16) Kolbe, R. W.: Grundlinien einer allgemeinen Oekologie der Diatomeen. — *Ergeb. d. Biologie*, Bd. VIII, Berlin (1932)
- 17) Kolkwitz, R.: 1. Über die Schwefelbakterie *Thioploca ingrica* Wislouch. — *Ber. d. deutsch. Bot. Gesell.*, Bd. 30, S. 662—666, Berlin (1912)
» 2. *Pflanzenphysiologie*, III. Aufl., Jena (1935)
- 18) Lauterborn, R.: Zur Kenntnis einiger sapropelischer Schizomyceten. — *Allg. Bot. Zeitschrift*. Jahrg. XIX, Nr. 7/8, S. 97 bis 100, Karlsruhe (1913)
- 19) Molisch, H.: 1. Neue farblose Schwefelbakterien. — *Centralbl. f. Bakt. etc.*, II. Abt., Bd. 33, S. 55—62, Jena (1912)
» 2. *Pflanzenbiologie in Japan*. (1926)
- 20) Naumann, E.: Grundzüge der regionalen Limnologie. — *Die Binnengewässer*, Bd. XI, Stuttgart (1932)
- 21) Nenadović, L.: Banje, morska i klimatska mesta u Jugoslaviji, Beograd (1936)
- 22) Niel, C. B. van: On the morphology and physiology of the purple and green sulphur bacteria. — *Arch. f. Mikrobiologie*, Bd. 3, Hft. 1, S. 1—112, Berlin (1931)
- 23) Setchell, W. A. and, Gardner, N. L.: The marine algae of the Pacific coast of North America. Part. I. Myxophyceae. — *Univ. of California Publ. in Botany*, vol. 8, No. 1, Berkeley (1919)
- 24) Schiffner, V.: Studien über Algen des adriatischen Meeres; *Wiss. Meeresuntersuchungen*. N. F. Bd. XI, Abt. Helgoland, Hft. 2 (1915)
- 25) Strzeszewski, B.: Beitrag zur Kenntnis des Schwefelflora in der Umgebung von Krakau. — *Bull. intern. de l'Acad. d. scien. de Cracovie*. Ser. B. S. 309—335, (1913)
- 26) Szafer, W.: Zur Kenntnis der Schwefelflora in der Umgebung von Lemberg. — *Bull. intern. de l'Academie d. scien. de Cracovie*, Ser. B. S. 161—168 (1910)
- 27) Vierthaler, A.: Chemische Analyse der Schwefelquellen in Spalato. — *Sitzber. d. K. Akad. d. Wiss., Math. — nat. Kl. Wien* (1876)
- 28) Vouk, V.: 1. Biološka istraživanja termalnih voda Hrvatskog Zagorja. Prvi izvještaj. — *Prirod. istraživanja Hrvatske i Slavonije*, sv. 8, S. 1—17, Zagreb (1916)

- 28) Vouk, V.: 2. Biološka istraživanja termalnih voda Hrvatske i Slavonije. Drugi izvještaj. — Prirod. istraživanja Hrvatske i Slavonije, sv. 14, S. 127 do 142, Zagreb (1919)
 » 3. Komparativno-biološke studije o termama. — Rad Jug. Akad. znan. i umjet., mat.-prirod. razr. knj. 256/80, Zagreb (1919)
- 29) Watowa, A.: Compendio della flora e fauna del Mare Adriatico presso Rovigno. Myxophyceae. — Comitato talassografico ital. Mem. 143 (1928)
- 30) Winogradsky, S.: Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Bakterien, Hft. I: Zur Morphologie und Physiologie der Schwefelbakterien. Leipzig (1888)

Tafelerklärung¹⁾

Taf. I.

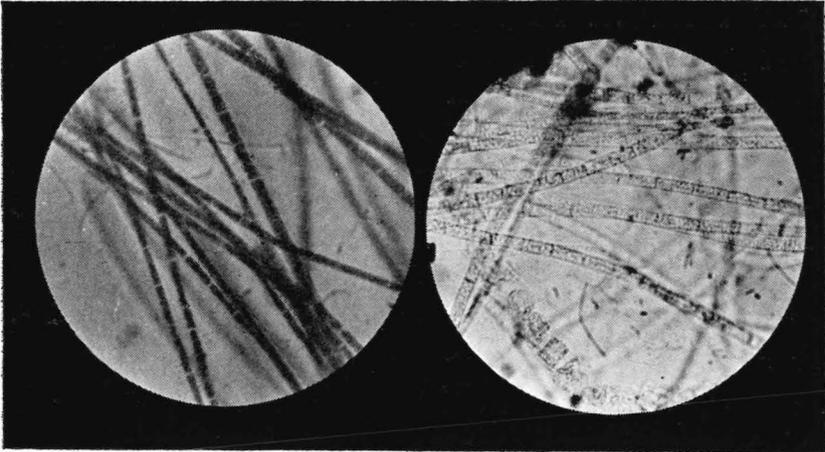
- Fig. 1 *Thiothrix longiarticulata* Klas. Lebende, dicht mit Schwefeltröpfchen gefüllte Fäden (Vergr. cca 250.)
 Fig. 2 Entschwefelte Fäden von *Thiothrix longiarticulata* (Vergr. cca 250.)
 Fig. 3 *Thiothrix Voukii* Klas, lebende Fäden (Vergr. cca 250.)
 Fig. 4 Entschwefelte Fäden von *Thiothrix Voukii* (Vergr. cca 250.)
 Fig. 5 *Thiosiphon adriaticus* Klas, Habitusbild (Vergr. cca 20.)
 Fig. 6 Apikales Ende eines *Thiosiphon* — Schlauches in Gonidienbildung (Vergr. cca 150.)

Taf. II.

- Fig. 7 *Beggiatoa mirabilis* (Cohn) Klas Vergr. cca 300.)
 Fig. 8 *Beggiatoa gigantea* Klas (Vergr. cca 300.)
 Fig. 9 (Typischer Bewuchs) epiphytische Flora an Cyanophyceenfäden vornehmlich aus farblosen Schwefelbakterien und Diatomeen bestehend
 Fig. 10 Bewuchs an Cyanophyceenfäden und Enteromorpha, aus roten Schwefelbakterien und Diatomeen bestehend.
 Fig. 11 *Phormidium constrictum* Klas, sp. n. (Vergr. cca 500.)
 Fig. 12 Dasselbe, verschiedene Windungen der Fäden zeigend (Verg. cca 500)

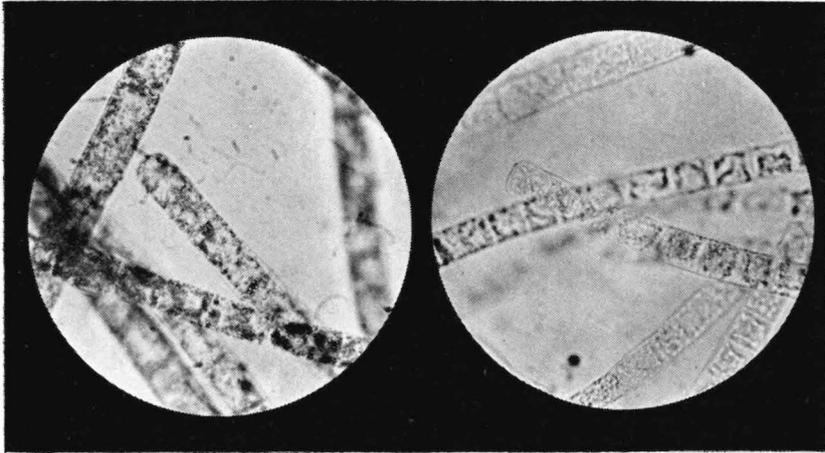
¹⁾ Für die Ausführung der Mikro-aufnahmen danke ich Herrn T. Gamulin (Split) und Herrn cand. phil. B. Vrtar (Zagreb).

1



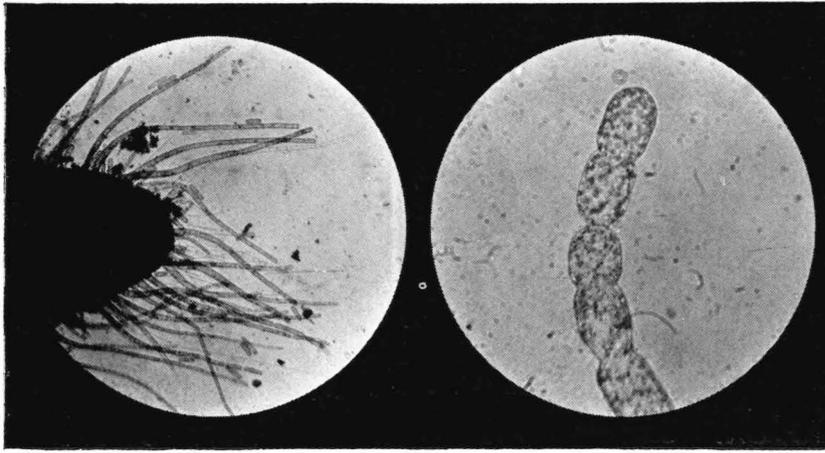
2

3



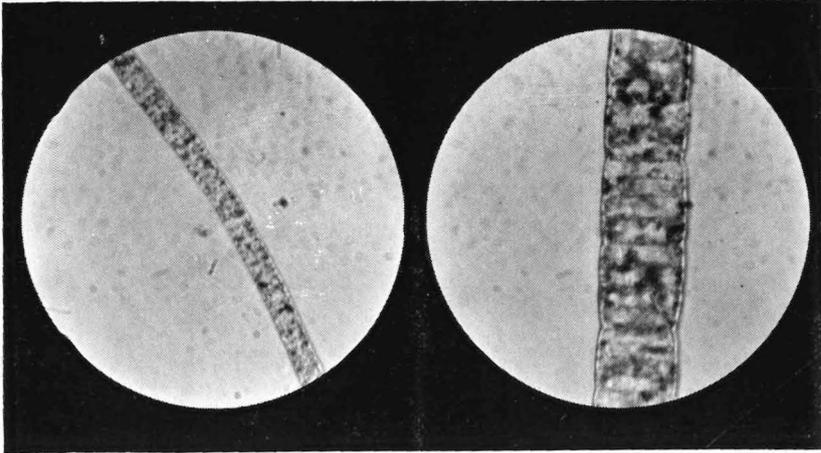
4

5



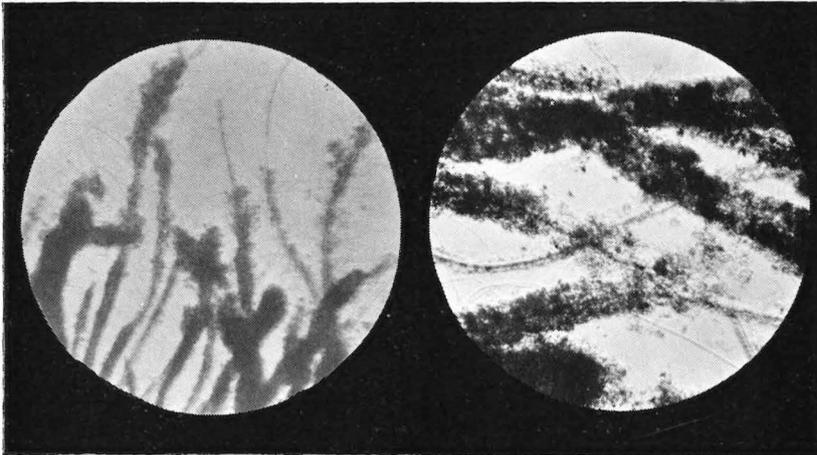
6

7



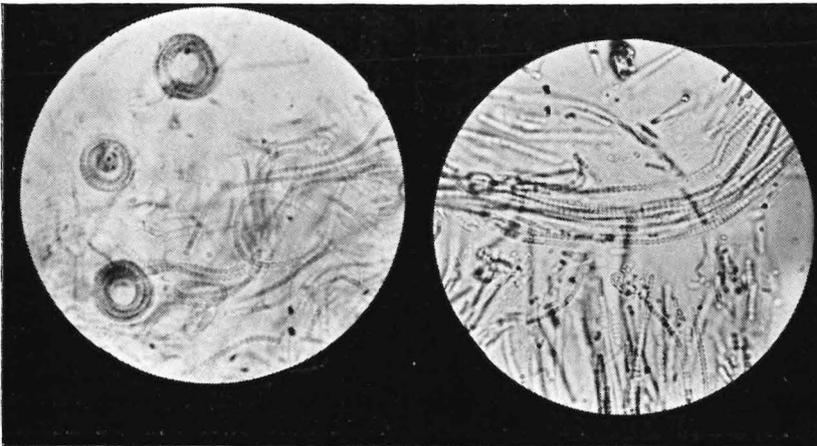
8

9



10

11



12

