

ÖSTERREICHISCHE BOTANISCHE ZEITSCHRIFT.

Herausgegeben und redigiert von Dr. Richard R. v. Wettstein,
Professor an der k. k. Universität in Wien.

Verlag von Karl Gerolds Sohn in Wien.

LIX. Jahrgang, No. 8.

Wien, August 1909.

Über eine manganspeichernde Meeresdiatomee.

Von Jaroslav Peklo (Prag).

(Mit Tafel VI.)

Während meines Aufenthaltes auf der dalmatinischen Insel Arbe im September 1908 habe ich auch mehrmals die Salinen bei dem Kloster St. Eufemia besucht. In einer stillen Meeresbucht befindet sich hier eine Anzahl kleiner Salinenfelder und kontrastiert bei ihrer primitiven Einrichtung durch die schlechte Szenerie und ihre arme Flora (*Inula crithmoides*, *Obione portulacoides*, *Aster Tripolium*, *Suaeda*, *Salicornia*, verschiedene *Artemisia*- und *Juncus*-Arten usw.) gegen die anliegenden Waldungen Dundo mit ihren herrlichen, fast undurchdringlichen Macchien, welche aus reicher Mediterranflora bestehen, und ihren anmutigen Coniferen-Beständen. Doch fesselte auch ein Salinenfeld meine Aufmerksamkeit, und zwar durch seinen recht auffallenden, bräunlich-schwarzen Boden. Bei näherer Untersuchung ergab sich, daß eine reichliche Vegetation einer eigentümlichen *Cladophora*-Art die Ursache dieser Erscheinung war. Eine Probe davon habe ich in 96%igen Alkohol eingelegt und nach meiner Rückkehr nach Triest in der dortigen k. k. zoologischen Station weiter studiert.

Die *Cladophora* erwies sich als wahrscheinlich zu *Cl. fracta* Kütz. marina gehörig. Sie bestand aus locker verworrenen, watteartige Rasen bildenden Fäden, welche in ihren Hauptzweigen eine mittlere Breite von ca. 220 μ , in den Ästchen eine solche von 28—65 μ erreichten. Die Fäden waren ziemlich reich verzweigt, ihre Glieder durchschnittlich zehnmal so lang wie breit. Es waren keine Fruktifikationsorgane angesetzt. Die *Cladophora* war ganz gesund, sie besaß normale Chloroplasten und eine ungeheure Menge Stärke. Nach entsprechender Fixierung und Färbung ließen sich auch die in größerer Anzahl in jeder Zelle vorhandenen Kerne nachweisen. Die Schichtung der Zellwände trat, wie begreiflich, nicht in solcher Klarheit, wie bei anderen Arten, vor Augen.

Nun waren die *Cladophora*-Rasen dicht von einer *Cocconeis*-Spezies (Fig. 1) besetzt, wie es sonst auch häufig bei unseren einheimischen Süßwasser-Cladophoren vorkommt. Die Größe der Individuen schwankte um etwa $14\ \mu$ Länge zu $11\ \mu$ Breite. Die Schalen waren oval, mit der charakteristischen Skulptur der Oberseite (Fig. 3 und 4). Fast jedes Individuum war von einer Hülle umgeben, welche eine Mächtigkeit von $1.3\ \mu$, $2.6\ \mu$, sehr oft aber eine weit ansehnlichere Dicke erreichte (Fig. 2); waren doch manchmal die Individuen mittels dieser Hüllen auf weite Strecken verklebt. Die Farbe der Hüllen war selten gelb, sondern gewöhnlich braun bis schwarz. Weil die Hüllen oft nicht bloß auf die Gürtelseite der Diatomeen beschränkt waren, sondern stellenweise das ganze Individuum nützenartig von oben bedeckten, weil ferner nur die jüngsten Fadenpartien diatomeenfrei waren und die Diatomeen sehr oft dicht nebeneinander in einer zusammenhängenden Schicht saßen, welche fast schwarz und undurchsichtig erschien, resultierte daraus notwendigerweise die erwähnte bräunlichschwarze Färbung ganzer *Cladophora*-Rasen.

Merkwürdigerweise war die *Cladophora* selbst vollkommen von jener braunen Masse frei.

Es lag die Vermutung nahe, daß hier ein Fall von einer mächtigen Manganhydroxydausscheidung vorlag.

Zur Erhärtung dieser Meinung ging ich in der üblichen Weise vor. Weil mir nicht viel Material zur Verfügung stand und dieses außerdem noch zu anderen Zwecken dienen mußte, wendete ich vorzugsweise diejenigen Reaktionen an, welche das Erkennen von Mangan auch in kleinen Mengen gestatten.

Die Probe wurde gründlich mit destilliertem Wasser ausgewaschen. Je ein Faden mittels eines Gemisches von Natriumkarbonat und salpetersaurem Kali in der Platinöse in einer Bunsenflamme geschmolzen ergab eine tiefgrüne Perle.

Dann wurden einige Milligramm ausgewaschener Fäden verbrannt, ausgeglüht und die Asche in verdünnter Schwefelsäure gelöst. Die Lösung war schwach rosa gefärbt.

Volhard's Reaktion (Treadwell, I., pag. 128): 10 Tropfen Lösung wurden mit destilliertem Wasser verdünnt, mit einer Messerspitze Bleiperoxyd versetzt und nach Zugabe von $\frac{1}{3}$ Vol. konzentrierter Salpetersäure gekocht: die Flüssigkeit erschien sofort tief violett infolge der Bildung von Permangansäure.

Manganhydroxyd hat sich reichlich ausgeschieden nach Zugabe konzentrierter Natronlauge zur ursprünglichen Lösung: weiße Trübung, welche sich in der Form von mächtigem, braunem Niederschlag nach einer Zeit abgesetzt hat.

Mittels Schwefelammoniums habe ich zuletzt grünes Mangansulfid bekommen. Eisen war nur in Spuren vorhanden, Eisensulfid wurde nicht konstatiert.

An die quantitative Bestimmung von *Mn* und *Fe* war, bei dem spärlichen Material, welches mir zur Verfügung stand, selbst-

verständlich nicht zu denken. Übrigens bezeugen andere Reaktionen als die Volhardsche und diejenige mit der Alkalischmelze, welche beide äußerst empfindlich sind und schon Bruchteile eines Milligramms einer Manganverbindung angeben, daß die braune Masse rings um den Körper von *Cocconeis* wahrscheinlich fast ausschließlich aus Manganhydroxyd bestand.

Nun fragt es sich, auf welche Weise unsere Diatomee zu ihrer Manganhülle gekommen ist. Geschah dies durch Vermittlung anderer Lebewesen, z. B. Bakterien, und wenn das nicht zutreffen sollte, darf man nicht die Ursache in einer eigentümlichen, etwa saprophytischen, Lebensweise der Alge suchen?

In betreff der ersteren Möglichkeit muß ich betonen, daß das seichte Seewasser, in welchem sich die *Cladophora*-Rasen befanden, rein, nicht verunreinigt war — wenigstens war sein Zustand gar nicht verdächtig — und der ganze Fall unterschied sich infolgedessen klar von denjenigen, wo verschiedene Algen an Örtlichkeiten angetroffen werden, welche an diversen organischen, sich zersetzenden etc. Stoffen überreich sind. Ähnliche Fälle, z. B. Mangan- und Eisen-Ausscheidungen zwischen den Individuen von *Cocconeis pediculus* an *Cladophora glomerata* im Süßwasser, kamen mir öfters vor; immer war aber da eine so große Menge Bakterien, darunter auch Eisenbakterien, unter den *Cocconeis*-Individuen vorhanden, daß an eine aktive Teilnahme der Diatomeen an der Ausscheidung der erwähnten Hydroxyde schwer zu denken war. Nun schien es mir wichtig zu erfahren, ob nicht auch hier in den Manganscheiden kleine Bakterien stecken. Zu diesem Zwecke, sowie auch behufs zytologischer Untersuchung habe ich die Manganausscheidungen rings um den *Cocconeis*-Leib mit verschiedenen, die Zellenstrukturen nicht verletzenden Mitteln zu lösen versucht. Das gelang vollkommen mit Tanninlösungen, welche dazu noch den Vorteil bieten, daß sie zugleich zur Beizung benützt werden können. (Auch frisch gefälltes $Mn [OH]_3$ wird von Tanninlösungen zwar langsam, aber mit der Zeit vollkommen gelöst.)

Im ganzen habe ich die nachstehenden Färbemethoden angewendet, nämlich für:

1. Stärke in *Cladophora*: starkes Jodjodkalium;
2. Chloroplasten in *Cladophora*: S-Fuchsin (ohne Beizung) 12 Stunden (gute Differenzierung im Wasser);
3. Zellkerne in *Cladophora*: Jodgrün (12 Stunden) oder Lichtgrün (24 Stunden);
4. Chromatophoren in *Cocconeis* (1 Stunde lang mit 2% Tannin gebeizt): S-Fuchsin 24 Stunden;
5. Zellkerne, event. Nukleolen in *Cocconeis* (1 Stunde lang mit 2% Tannin gebeizt): Toluidinblau, Lichtgrün;
6. epiphytische Bakterien auf *Cladophora*: S-Fuchsin (12 bis 24 Stunden) oder Toluidinblau (kurze Zeit färben, event. in Alkohol differenzieren).

Nach der Differenzierung wurden die Präparate in verdünnte Glycerinlösungen übertragen. Infolge der Einwirkung von Tannin wurden zwar viele *Cocconeis*-Individuen abgelöst, doch war erst nach der Entfernung des Mangans die Durchmusterung der Diatomee von der Gürtelbandseite her möglich.

Nun hat es sich gezeigt, daß nur an den ältesten Fadenpartien Bakterien in nennenswerter Menge vorkommen: es waren verschiedene Kokken, auch Fadenbakterien, sonst keine spezifischen Formen. Der weitaus größte Teil des *Cladophora*-Fadens war dagegen nicht einmal so stark infiziert, wie man es bei unseren einheimischen Grünalgen vorfindet. Es ließ sich also schon aus dieser Erscheinung schließen, daß die *Cladophora*-Rasen sich in gutem Zustand befanden. Nach der Entfernung des Manganhydroxydes wurden nun meistens auch keine Bakterien in der nächsten Umgebung der Diatomeen angetroffen. Es sah so aus, als ob die Zellen der *Cocconeis* von einer Gallerte umgeben wären, in welcher früher das Manganhydroxyd sich vorfand. Die „Scheiden“ waren aber jetzt leer (Fig. 9), nur hie und da habe ich vereinzelte Kokken in der „Gallerte“ angetroffen. Rings um die ehemaligen „Scheiden“ dagegen erschienen wohl an den ältesten Zweigen die Bakterien (Fig. 8), doch waren sie in keinen Manganausscheidungen eingebettet, so daß die Manganhüllen sicher ihren Ursprung der Tätigkeit der Algen allein verdankten.

Zwischen den Zellen von *Cladophora* habe ich nur sehr wenige solche angetroffen, welche verschrumpften Inhalt führten und vielleicht schon abgestorben waren. Im Gegenteil wiesen zahlreiche von ihnen enorme Stärkemengen auf. Das Verhältnis der *Cocconeis* zur *Cladophora* war also sehr wahrscheinlich kein saprophytisches, sondern bloß ein epiphytisches. Im Zusammenhang damit dürfen vielleicht auch einige zytologische Merkmale angeführt werden, die ich bei *Cocconeis* konstatiert habe: Die untersuchten Individuen hatten ganz normale Chromatophoren. Jedes Exemplar wies eine Platte auf, welche gewöhnlich auf der oberen Schale auflag (Fig. 5); nur selten habe ich die Chromatophoren in Seitenlage angetroffen (so wahrscheinlich in Fig. 7). Ob sie ausgebuchtet waren, vermag ich nicht anzugeben, weil die Fixierung mit Alkohol keineswegs ideal war und jedenfalls die Chromoplasten schon ein wenig verschrumpft sein konnten; ebensowenig konnte ich feststellen, ob sie überhaupt irgend einen Farbstoff besaßen. Nun ist aber bekannt, daß einige Diatomeen überhaupt keine Chromatophoren oder Leukoplasten ausbilden, z. B. *Nitzschia putrida*, eine saprophytische Diatomee (Karsten, pag. 427). Ferner gelang es schon mehrmals in Rohkulturen, einige Spezies in organischen Nährlösungen zu züchten, und dabei wurde beobachtet, daß die Algen, insbesondere in Lichtkulturen, beträchtlich kleinere Chromatophoren differenzierten, ja daß diese in extremen Fällen zu kaum noch wahrnehmbaren Pünktchen reduziert waren (Karsten, l. c., pag. 414). Die Erscheinung hängt zwar sicher nicht direkt mit der veränderten

Weise der Kohlenstoffversorgung zusammen, was übrigens Karsten, welcher sich am eingehendsten mit der Sache beschäftigt hatte, selbst zugibt; im Gegenteil wurde von Richter (pag. 44) beobachtet, daß die Färbung der Nitzschien in Inulin-, Mannit- und Dulzitzgelatinereinkulturen besonders braun wird, was vielleicht mit den Lefèvreschen Ideen übereinstimmen dürfte. Doch nähern sich die natürlichen Bedingungen der Algen mehr denjenigen von Roh- als Reinkulturen, und wenigstens ist sichergestellt, daß unsere *Cocconeis*, welche durchaus normale Chromatophoren hatte, sich in gar keinen etwa pathogenen Bedingungen vorfand, wie vielleicht die vorher erwähnten Spezies der Rohkulturen. Ich darf also meiner Meinung nach ruhig schließen, daß die Manganausscheidungen nicht infolge eines krankhaften Stoffwechsels entstanden sind.

Das Vorhandensein der Chromatophoren beweist zwar nicht, daß dieselben wirklich im Dienste der CO_2 -Assimilation gestanden sind (daß also die Alge ihren C-Bedarf nicht aus organischen Kohlenstoffverbindungen gedeckt hatte), doch steht gar nichts einer solchen Annahme entgegen, und zweitens habe ich mehrmals konstatiert, daß der Zellkern sich gerade unter dem Chromoplast vorfand (Fig. 6), was lebhaft an die Anhäufung der stärkebildenden Leukoplasten rings um die Kerne in Perioden gesteigerten Stoffwechsels und an andere ähnliche Erscheinungen erinnert. Etwaige Assimilationsprodukte habe ich freilich nicht wahrgenommen; sie konnten, z. B. Öl, in Alkohol gelöst worden sein. Abgestorbene Individuen habe ich nicht in nennenswerter Menge angetroffen; im Gegenteil, die Zahl der die Fäden bedeckenden Individuen bezeugte, daß die Diatomee auf der *Cladophora* üppig gedieh.

In vielen Individuen habe ich auch im Zellinneren einen schwachen Mangansaum (Fig. 9) und hie und da kleine Hydroxydkörnchen angetroffen. Es mußten also die Manganlösungen auch in die Zellen selbst eingedrungen sein.

Fassen wir nun kurz die bekannten Fälle von Fe- und eventuell Mn-Ausscheidungen zusammen, welche unter Beteiligung lebender Wesen entstehen.

In dieser Richtung wurde zwar viel durch Überschätzung der Potenzen der Organismen geirrt, aber doch zeigen die diesbezüglichen neuesten experimentellen Untersuchungen, daß die erwähnte Tätigkeit der Organismen in der Natur außer Zweifel steht. (Die diesbezügliche Literatur ist zusammengestellt z. B. bei Potonié, pag. 161 seq.). Übergehen wir also die natürliche Oxydation von Eisenoxydul etc. (Schwers, pag. 61 seq.), die Erscheinungen, wo infolge der durch die Pflanzen hervorgerufenen Alkaleszenz viele Stoffe aus ihrer Lösung niedergeschlagen werden und wo die Organismen nur passiv z. B. zur Ockerablagerung beitragen; ferner die Schwefelablagerung, welche in Thermen gelegentlich auch ohne Beteiligung der Organismen stattfindet, obwohl niemand die Rolle der Schwefelbakterien in der Natur wird bestreiten wollen; auch die indirekt hieher gehörenden Fälle, welche denjenigen, die von Richter

(l. c., pag. 62) bei einigen Diatomaceen in Reinkulturen konstatiert wurden, ähnlich sind, wo nämlich durch die Assimilationstätigkeit der Algen einige Kalziumverbindungen in der Form von norm. Kalziumkarbonat erschienen.

Die Aitiologie der Eisen- und Manganhydroxydablagerung an den Stielen des Flagellaten *Anthophysa vegetans* ist gänzlich ungeklärt, sowie der Ursprung des Eisenoxydhydrats in den Panzern verschiedener Rhizopoden, *Trachelomonas*, *Monoblepharis* (was übrigens Gaidukow [pag. 252] mit der Einspeicherung von Si bei den Diatomeen vergleicht) und in Gallertstielen der Diatomee *Gomphonema*. Doch ist vielfach das Auftreten von *Anthophysa* nicht ohne jede Regelmäßigkeit; ich habe z. B. oft eine Menge Kolonien im Prager Leitungswasser angetroffen, in welchem in Aquarien die aus der Natur mitgebrachten grünen Algen, Wassermoosen etc. kultiviert wurden. Auffallend war da, wie sich die Flagellaten an verschiedenen Pflanzenteilen, z. B. an abgerissenen grünen Blättern ansiedelten. Die Manganablagerung ging da sehr rasch vor sich, augenscheinlich infolge der Tätigkeit der grünen Pflanzen (Fig. 10).

Gelegentlich werden ähnliche Massen in der Umgebung der in Mineralwässern lebenden Aktinomyzeten gefunden. Molisch (pag. 21) hat eine ganze Gruppe von gewöhnlich Urgestein bewohnenden Krustenflechten, sog. Eisenflechten entdeckt, bezw. näher untersucht, welche regelmäßig von einer rostartigen Eisenoxydverbindung bedeckt zu sein pflegen. Letzterer hat weiter gezeigt, daß die sog. Eisenbakterien auch dann gut gedeihen, wenn man ihnen keine Gelegenheit zur Eisenablagerung gibt. Es müssen ihnen augenscheinlich irgendwelche organische Stoffe zur Verfügung stehen (sie wurden nämlich von Molisch im Wasser, welches mit Heu versetzt war [l. c., pag. 66], kultiviert), wenigstens gedeiht *Leptothrix ochracea* und *Cladothrix dichotoma* nach Adler (pag. 215) vorzüglich im Prager Leitungswasser, welches mit 0.05% Eisenammoniumcitrat versetzt wird. Raumer (pag. 591) zieht aus seinen Studien hinsichtlich *Crenothrix* den Schluß, daß dieser Organismus den Kohlenstoff einesteils von den im Wasser gelösten organischen Stoffen, anderenteils von den an Eisen gebundenen organischen Substanzen, Humussäuren etc. bezieht. (Vielleicht dürfte Ähnliches auch für die erwähnten Pilze und Flechten, wo freilich noch verwickeltere Verhältnisse obwalten, zutreffen.) Als keineswegs jedweder Berechtigung entbehrend erscheint mir daher die Hypothese, daß es sich bei Eisenbakterien um Lebewesen handelt, die aus Eisenverbindungen ihren Kohlenstoff- und eventuell auch Stickstoffbedarf decken — Gaidukow (l. c.) scheint die Idee noch breiter aufzufassen — wobei der Base (Fe) für dieselben wenig Bedeutung zukäme (falls nicht etwa ein fördernder Einfluß im Sinne der neuen Mangan-Theorien hier zu erblicken ist!). Vor der Aufstellung der These, daß sie Pflanzen vorstellen, welche CO₂ aus Luft oder Bikarbonaten verwerten dürften, hat sich selbst Hueppe

(pag. 211) gescheut. Es ist also nicht ausgeschlossen, daß diese Pflanzen meistens nur saprophytisch vegetieren. Doch leben sie auch in reinen, nicht viel durch organische Stoffe verunreinigten Gewässern und die Existenz der die Luftkohlensäure verarbeitenden Prototrophen (*Carboxydomonas*, *Hydrogenomonas*, *Sulfomonas thio-
parus*, *Nitrosomonas*; Jøensen, pag. 22) gewinnt mehr und mehr an Wahrscheinlichkeit¹⁾.

Und dazu ist die Analogie mit höheren Pflanzen ziemlich stark.

Auch mit Moosen (*Fontinalis*), bei welchen Molisch (pag. 33) reichliche Eisenablagerungen konstatiert hatte, hat neuerdings Nathanson (pag. 217) Versuche angestellt, welche zeigten, daß in reinen Bikarbonatlösungen die Assimilation rasch von statten geht. Es wurde nämlich schon vor Jahren durch Raspail, Pringsheim, Hassack und Hanstein die Tatsache festgestellt, daß grüne Pflanzen imstande sind, verschiedene Bikarbonate (Kalzium-, Natriumbikarbonat usw.) unter event. gleichzeitiger Bildung von normalem Karbonat im Assimilationsprozeß zu verwerten. Aus den erwähnten Untersuchungen Nathansons, welche mittels außerordentlich feiner Hämoglobin-Methode mit *Elodea*, *Fontinalis*, *Chara*, *Cladophora* und *Mesocarpus* ausgeführt wurden, geht nun klar hervor, daß eine vollkommene Analogie zwischen dem Assimilationsprozeß der Landpflanzen und demjenigen der Wassergewächse besteht und daß wir vor einer weit verbreiteten Naturerscheinung stehen. Denn es darf kein Zweifel darüber bestehen, daß die Kohlensäure sowohl im See- wie im Süßwasser nicht frei gelöst ist, sondern an Basen teils einfach, teils doppelt gebunden vorkommt.

Nach dieser Auseinandersetzung scheint es mir nicht unwahrscheinlich, daß die reichlichen Mengen von Manganhydroxyd rings um die *Cocconeis*-Individuen dem Manganobikarbonat ihren Ursprung verdanken, nachdem seine Kohlensäure von der Diatomee (freilich unter gleichzeitiger Oxydation im Sinne der älteren Anschauungen) assimiliert worden ist. Zwar wurde die darunter liegende *Clado-*

¹⁾ Einen interessanten Fall enormer Eisenhydroxydanhäufung, welche sehr wahrscheinlich durch die Tätigkeit eines grünen, assimilierenden Süßwasserorganismus stattfand, habe ich Ende Mai d. J. in der Umgebung von Prag konstatiert. In der Nähe von Čelakovice befindet sich ein großer Wiesentümpel, in welchen vorläufig das für die künftige Prager Wasserleitung bestimmte Trinkwasser aus einer an seinem Ufer angelegten Pumpe abgeleitet wird. Das Wasser in der nächsten Umgebung der Pumpe sowie die Oberfläche des Tümpels selbst war in der Zeit meines Besuches von enormen Mengen einer kleinen *Conferva*-Art bedeckt, deren watteartige Rasen durch die Massen des eingespeicherten Eisenhydroxyds schon aus größerer Entfernung auffallend waren. Das Wasser, welches da geschöpft wurde, war zweifellos Grundwasser und sicher stark kohlensäurehaltig (Kreideformation!). Auch ließ sich schwer bei der Unmasse von *Conferva*, welche überdies schön grüne Chloroplasten führte, auf etwaige organisierte Ernährung derselben schließen. Im Herbst vorigen Jahres habe ich nun an derselben Lokalität ebensolche Mengen *Lep-
tothrix*-Rasen, welche an der Oberfläche schwebten, angetroffen.

phora vollkommen manganfrei von mir gefunden. Doch hat Molisch (l. c., pag. 12) bei den untersuchten marinen und Süßwasseralgen Eisen gewöhnlich in unbedeutenden Mengen gefunden und auch nach Gaidukow (l. c., pag. 252) wird bei mehreren Fadenalgen (*Cladophora*, *Oedogonium*) die Eisenspeicherung nur mehr oder weniger unregelmäßig bewerkstelligt. Außerdem treten hier auch spezifische Unterschiede hervor. So speicherte z. B. *Cladophora aegagrophila* ziemlich viel Eisenoxyduloxyd ein, *Cl. Rudolphiana* dagegen gar keines. Ähnlich wies eine epiphytische Diatomee Eisenoxydkörnchen rings um ihre Schalen, sowie ihre Unterlage *Valonia* auf; die den Blattoberflächen von *Fontinalis antipyretica*, welche mit Eisenoxydbrocken bedeckt waren, aufsitzenden Epiphyten: *Cocconeis communis*, *Navicula*-, *Pediastrum*-, *Scenedesmus*- und *Palmella*-Arten erwiesen sich dagegen stets frei von Eisen. Außer meinem Falle ist mir über Manganspeicherung bei den Diatomeen und anderen Algen nichts bekannt, und ich bin also nicht imstande, näheres über diese Eigentümlichkeit mitzuteilen.

Vielleicht liegt hier einer jener von Molisch, Adler und anderen konstatierten Fälle vor, wo Eisen und Mangan miteinander vikariieren können. Es ist sehr wahrscheinlich, daß diese Substitution nicht ohne jeden Einfluß auf das Gedeihen der Pflanzen vor sich geht. Erstaunlich sind die Mengen Manganoxyd, welche in den Scheiden von Eisenbakterien gespeichert werden. So hat Jackson (pag. 19) ermittelt, das *Crenothrix* in den Scheiden 33·9% Manganoxyd gegen 14·4% Eisenoxyd niederzuschlagen vermag. Bisweilen kann hier der Mangangehalt eine Höhe von 66·59% erreichen. Es bevorzugt also sozusagen *Crenothrix*, obwohl ihr sowohl Eisen- wie Manganlösungen zu Gebote stehen, doch die letzteren. „In dem Saloppenwasserwerk ist Mn nur in quantitativ nicht nachweisbaren Spuren vorhanden, während der Eisengehalt zwischen 0·20—0·30 mg pro Liter schwankt. Und doch erzeugt hier die *Crenothrix* den schwarzen Schlammabsatz, der für die manganführenden Scheiden so charakteristisch ist.“.... „Nur der hier höhere Mangangehalt als in anderen Gewässern scheint die rasche und üppige Wucherung der *Crenothrix* in Tolkewitz verursacht zu haben.“ (Schorler, pag. 687.) (Die scheinbaren Widersprüche, welche Schorler anführt, sind nach meiner Meinung leicht erklärlich). Und Bethien, Hempel und Kraft (pag. 215) haben sogleich vergleichende Studien ausgeführt über das Verhalten von *Crenothrix* im Zusammenhang mit dem wechselnden Mangangehalt des Wassers: „Die Brunnen, in welchen Mn nicht nachgewiesen werden konnte, sind von der *Crenothrix* völlig verschont geblieben. Die manganarmen Brunnen haben einigemal geringe Abscheidung von Pilzen (sic!) gezeigt (0·138—0·250 mg Mn pro Liter). Stärkere sind in Mn-reichen Brunnen beobachtet worden, und in den Mn-reichsten (1·150) Brunnen hat sich die stärkste Wucherung von *Crenothrix* entwickelt. — Damit dürfte

unzweifelhaft nachgewiesen sein, daß das Wachstum der Fadenbakterien geradezu durch den Mn-Gehalt des Wassers gefördert, wenn nicht gar bedingt wird.“

Worin eigentlich der fördernde Einfluß des Mangans zu suchen ist, wird vielleicht aus künftigen Arbeiten hervorgehen. Ich brauche hier nur auf die Arbeiten Kanter und Gößls (pag. 131) hinzuweisen, nach welchen Autoren wenigstens unter gewissen Bedingungen die Mn-Verbindungen als Reizmittel auf das Wachstum und die Fruktifikation der Schimmelpilze einwirken — auch bei Phanerogamen soll das Wachstum durch kleine Konzentrationen von Mn-Ionen befördert werden —, auf die Mangan-Laccase Bertrands, auf die günstige Einwirkung der geringen Mengen Mangansulfat auf diastatische Prozesse usw. Vielleicht dürfte etwas Ähnliches auch für meine *Cocconeis*, bei welcher ich auch innerhalb der Zellen Mangan zu konstatieren in der Lage war, und welche in so reichlicher Anzahl die *Cladophora* bedeckte, gelten.

Doch will ich meine in der Luft schwebenden Hypothesen nicht weiter ausspinnen; ich erlaube mir ohnedies nur aus dem Grunde diese zu veröffentlichen, weil bei dem bisherigen Mangel an experimentellen Untersuchungen in ähnlicher Richtung, welche selbstverständlich nur unter Anwendung der Reinkulturen vorgenommen werden können, vielleicht auch den gesammelten Fakten ein gewisser Wert nicht abgesprochen werden kann.

Woher der Mangangehalt des Seewassers in der Umgebung des Städtchens Arbe (Eocän) stammte, ist mir unbekannt. Möglicherweise hat sich dasselbe durch Auslaugen der Dolomite, welche bekanntlich einen größeren Mangangehalt aufzuweisen pflegen, daran bereichert. Das Vorkommen von $\text{Mn}(\text{HCO}_3)_2$ in Gewässern ist sonst gar keine seltene Erscheinung, es zeichnen sich z. B. einige Mineralwässer durch Reichtum an dieser Verbindung aus.

Den Herren Prof. Dr. Cori und Dr. Schiller (Triest), Prof. Dr. Němec und Prof. Hanuš (Prag) spreche ich meinen aufrichtigen Dank für das freundliche Entgegenkommen während meiner Arbeiten aus.

Prag, pflanzenphysiologisches Institut der böhmischen Universität.

Figuren-Erklärung.

Fig. 1. Habitusbild eines *Cladophora*-Stückes mit der aufsitzenden manganspeichernden *Cocconeis*, zweifach vergrößert. Zeiß Obj. A, Ok. 4. (Vom Lithographen ein wenig verkleinert.)

Fig. 2. Einige mittels der Manganhülle zusammengeklebte *Cocconeis*-Individuen. Obj. DD, Ok. 4, Tubuslänge 160.

Fig. 3 und 4. Obere Schalenansicht der *Cocconeis*.

Fig. 5. Chromoplast von oben gesehen.

Fig. 6. Chromoplast und Zellkern von der Seite. Ein wenig schiefer optischer Durchschnitt.

Fig. 7. Zellkern mit Nukleolus. 5, 6, 7 gänzlich von der Manganhülle befreit.

Fig. 8. Eine Diatomee teilweise von Manganhydroxyd befreit; ringsum befinden sich Bakterien.

Fig. 9. Zwei ähnliche Individuen; Bakterien nicht vorhanden.

(Fig. 3—9. Hom. g. Immersion $\frac{1}{12}$, kompens. Ok. 6, Tubuslänge 160.)

Fig. 10. Abgerissenes grünes Blättchen von *Veronica Beccabunga*, welches mit Kolonien von Mangan-Anthophysen besetzt ist. Natürliche Größe.

Verzeichnis der angeführten Literatur.

Treadwell, Lehrbuch der analytischen Chemie, I. Band, 1908.

Karsten G., Über farblose Diatomeen. (Flora, 1901, Ergänzungsband.)

Richter O., Zur Physiologie der Diatomeen. (Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien, mathem.-naturw. Kl., Bd. CXV, Abt. 1, 1906.)

Potonié, Eisenerze veranlaßt durch die Tätigkeit der Organismen. (Naturwissenschaftliche Wochenschrift, 1906, Nr. 11.)

Derselbe, Manganerze, die genetisch den Eisenlimoniten entsprechen. (Ebenda, pag. 411.)

Schwers, Le fer dans les eaux souterraines. (Revue d'Hygiene et de Police sanitaire, 1908.) Referat im Bot. Zentralbl., Bd. 108, 1908, pag. 405.

Gaidukow, Über die Eisenalge *Conserva* und die Eisenorganismen des Süßwassers im allgemeinen. (Berichte der deutschen botan. Gesellschaft, XXIII., 1905.)

Molisch, Die Pflanze in ihren Beziehungen zum Eisen. 1892.

Adler, Über Eisenbakterien in ihrer Beziehung zu den therapeutisch verwendeten natürlichen Eisenwässern. (Zentralbl. f. Bakt., Abt. II, Bd. XI, 1903.)

Raumer, Über das Auftreten von Eisen und Mangan im Wasserleitungswasser. (Zeitschrift für analytische Chemie, 1903.)

Hueppe, Über Assimilation der Kohlensäure durch chlorophyllfreie Organismen. (Résultats scientifiques du Congrès international de Botanique Vienne 1905.)

Jensen, Die Hauptlinien des natürlichen Bakteriensystems. (Zentralblatt für Bakteriologie, II. Abt., Bd. XXII; Separatabdruck 1909.)

Nathanson, Über die Bedingungen der Kohlensäureassimilation in natürlichen Gewässern, insbesondere im Meere. (Berichte über die Verhandlungen der k. sächs. Gesellsch. d. Wissenschaft zu Leipzig, math.-phys. Kl., 1907, II., LIX. Bd.)

Jackson, Hygienische Rundschau, 1904, pag. 19. Cit. nach Rullmann, Die Eisenbakterien, Cladotricheen etc. in Lafars Techn. Mykologie, 1904, III. Bd., 4. Lieferung, pag. 209.

Schorler, Beiträge zur Kenntnis der Eisenbakterien. (Bakt. Centr., II. Abt., 1904, XII, pag. 681—695.)

Bethien, Hempel, Kraft, Beiträge zur Kenntnis des Vorkommens von *Crenothrix polyspora* in Brunnenwässern. (Zeitschrift für Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel, 1904, pag. 215.)

Göbl, Über das Vorkommen des Mangans in der Pflanze und über seinen Einfluß auf Schimmelpilze. (Beihefte zum botanischen Centralblatt, Bd. XVIII, 1904, I. Abt.)