

RADIVOJE Ž. MARINOVIĆ

UNTERSUCHUNGEN MASSENHAFTER ERSCHEINUNG MAKROSKOPISCHER FADENALGEN IM KANAL DES EISENWERKES BEI NIKŠIĆ

Einleitung

Die plötzliche massenhafte Erscheinung von Algen in gewissen Gewässern ist seit langer Zeit bekannt. Solche Erscheinungen sind Ände 19 Jahrhunderts für eine grössere Anzahl Planktonalgen konstatiert worden im Zürichsee, wo sich einige soviel vermehrt haben, dass sie „Wasserblüte“ bildeten. Diese Organismen sind erschienen in grosser Zahl von Individuen in Gewässern, in welchen sie vordem nur einzeln vorzufinden, oder überhaupt nicht zu finden waren. *Volvox globator*, die relativ häufig zu finden ist in Gewässern, wie Fischteiche, alte Flussbette und andere, ist im 1895 Jahre in Masse erschienen im Zürichsee, dessen Gewässer damals noch oligotrophisch waren. In den Gewässern dieses Sees ähnliche Erscheinungen sind an gewissen Kieselalgen und Blaugrünalgen entdeckt worden.

In etlichen Gewässern ist die plötzliche massenhafte Erscheinung makroskopischer Fadenalgen konstatiert worden. In Lake Mendota ist die Fadenalge *Tribonema minus* erschienen in grosser Zahl von Individuen, die vorher in den Gewässern dieses Sees überhaupt nicht zu finden waren. Ähnlicher Zustand ist konstantiert worden in gewissen Seen Dänemarks, in denen sich *Tribonema bombycinum* in Masse entwickelt hat.

Die massenhafte Erscheinung makroskopischer Fadenalgen in den Gewässern des Kanals des Eisenwerkes bei Nikšić ist in der ersten Hälfte 1960 Jahres bemerkt worden. Die Algen durch die grosse Zahl ihrer Individuen verhindern das normale Fliessen des Wassers durch den Kanal, wechseln seine physische und chemische Eigenschaften, können aber sehr grosse Beschädigungen selbst in den Anlagen des Eisenwerkes hervorrufen, wenn sie in diese samt mit dem Wasser anlangen. Solcher Algenstand im Kanal gefährdet ernst den Betrieb des Eisenwerkes selbst, das ein Objekt vom unschätzbaren Werte für die Volksrepublik Montenegro darstellt.

Es folgt daher die unvermeidliche Notwendigkeit die massenhafte Algenfortpflanzung zu verhindern und das Durchfliessen genügender

Menge brauchbaren Kanalwassers zu ermöglichen. Für die Lösung dieser zusammengesetzten Frage ist einerseits die Determination makroskopischer Fadenalgen nötig und andererseits dass man feststellt die Bedingungen, infolge welcher es zu solcher Entwicklung in Masse gekommen ist.

Die Algen gesammelt aus dem Kanal des Eisenwerkes bei Nikšić und die Bedingungen ihrer Entwicklung sind im Botanischen Institut der Universität in Beograd durchgearbeitet worden.

Beschreibung des Kanals

Der Kanal des Eisenwerkes bei Nikšić ist aus Beton erbaut, das Wasser durchfließt ihn relativ schnell, ist gut aerisiert, die Reaktion ist alkalisch und seine pH Werte variieren in engen Grenzen (7,6—7,8). Der Kanalwasserspiegel wechselt sich im Laufe des Jahres nicht viel. Es besteht keine Möglichkeit, dass irgendwelches Quell- und Bachwasser aus der Umgebung in ihn mündet, weil er seiner ganzen Länge nach oberhalb der Geländefläche erbaut ist, stellenweise einige Meter darüber. Das Wasser, obzwar es den Kanal schnell durchfließt, hat dennoch keinen schwellenden Charakter seiner ganzen Länge nach. Die Kanaltränkung geschieht mit dem in einem künstlichen See angestauten Wasser, woraus in den Kanal eine gleichmässige Wassermenge einfließt und zum Sinken seines Wasserspiegels kann es nur durch beträchtliches Abnehmen des Seewassers selbst kommen.

Die Wassermenge des geprüften Kanals ist für eine lange Zeitperiode beständig und ihre Schwankung ist nicht zu fürchten. Im Kanal geschehen in kurzen Zeiträumen keine grossen Veränderungen, die ökologischen Bedingungen in ihm sind nicht unstabil und seine Wasser nach dem Sinn Gajls (A. Thienemann, 1928) sind typisch eustatisch.

Ausgenommen den Anfangsteil, ist die Oberseite des Kanals offen und ohne allen Schutz. In seiner Nähe gibt es keine bewahrte Wälder mit hoch ausgewachsenen Bäumen und insofern sie zu finden sind, sind sie selten und kleinen Wuchses. Die höheren Pflanzen haben hier überhaupt keinen Einfluss auf die Wassernatur und seine Organismen. Unterdessen die höheren Pflanzen können von entscheidender Bedeutung sein für die floristische Zusammensetzung hinsichtlich der Algen in einem Wasserbassin (N. Košanin, 1907).

Im ungeschützten Kanalteil ist das Wasser deswegen unmittelbar mit Sonnenlicht beleuchtet. Es schützen ihn von keiner Seite weder Berge noch Bäume und dazu befindet er sich auf exponierter Stelle, die beträchtlich über den Meeresspiegel steht und in sonnigen Tagen ist die Wasserinsolation in ihm langdauernd. Aber die Hauptmasse makroskopischer Fadenalgen des Kanals ist nicht direkt dem Sonnenlicht ausgesetzt, oberhalb ihrer Masse befinden sich Wasserschichten einige dm dick und zur Algenbesonnung kommt es erst nach dem Durchgang des Lichtes durch das Wasser. Mit solcher Lage sind die Algen geschützt

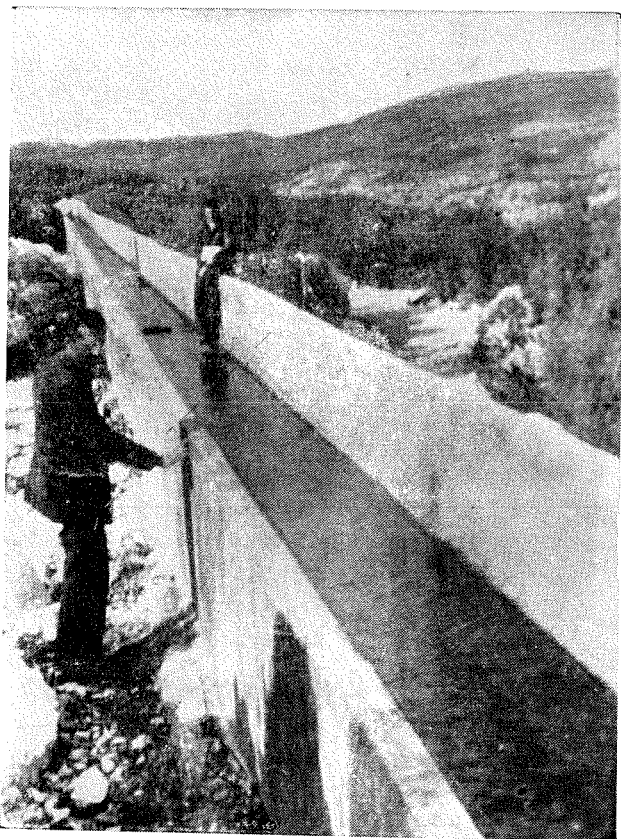


Abb. 1 Unbeschützter Kanalteil des Eisenwerkes bei Nikšić
Sl. 1 Nezaštićeni deo kanala nikšićske železare

(Photo P. Glomazić)

nicht nur je in einem Tag eines Frühfrühling- und Sommermonats. Aus den Kanalwassern sind determiniert worden *Cladophora glomerata*, *C. fracta*, *Ulothrix tenuissima*, *Oedogonium sp*, *Vaucheria sp*, *Spirogyra sp* und *Zygnema sp*. Alldas sind Formen die taksonomisch den *Chryso-phyta*- und *Chlorophytatypen* angehören und makroskopischer Fadenalgen anderer Typen gibt es nicht.

Die Fruktifikationsstadien dieser Algen sind nicht konstatiert worden. Frisches Material besichtigt an Ort und Stelle hat weder Zoosporangien mit Zoosporen noch Gametangien mit Gameten enthalten. Das wurde auch nicht im angesammelten Material, konserviert mit Wasserformalinlösung, bemerkt, welches im Laboratorium des Botanischen Institutes untersucht ist worden. Im Kanalwasser wurde auch nachgeforscht mit dem Planktonnetz dass aufgehalten und nicht durchgelassen hat Formen geringer Grösse, so wie auch mit der Flasche bestimmten Gehaltes, aber die Resultate waren dieselben und es wurden nicht konstatiert Formen die der ungeschlechtlichen und geschlechtlichen Algenfortpflanzung dienen. Der Mangel an Fortpflanzungsorganen bereitet Schwierigkeiten bei der Artendetermination besonders *Vaucheria*, *Spirogyra* und *Zygnema*.

Von den makroskopischen Fadenalgen ist *Cladophora glomerata* am häufigsten zu finden. Sie ist gut entwickelt, ist sehr ästig, die Fäden sind nicht allzu lange, baut dichte Rasenstücke und diese Alge mit ihrem Zahlreich kennzeichnet die phykologische Kanalvegetation. Vertreten ist sie fast in der ganzen Kanallänge, bewächst den grössten Teil seiner Fläche und nimmt in ihm die dominante Stellung ein. Sie zeigt die grösste Erhaltungsfähigkeit und die übrigen Algen führen mit ihr einen schweren Kampf ums Dasein. Auf ihrem Körper ist angesiedelt eine grössere Anzahl epiphyter Mikrophyten, besonders Kieselalgen. Insbesondere ist häufig *Cocconeis pediculus* zu finden und es gibt Äste auf denen dichte Populationen dieser Alge zu treffen sind. Wenn auch mit geringerer Zahl Individuen auf ihr sind angesiedelt auch andere monoraphide Kieselalgen: *Cocconeis placentula* und *Achnanthes minutissima*.

Cladophora fracta im Material angesammelt im Frühling ist klein an Zahl und ist nicht so häufig zu treffen als die vorgängige Art der *Cladophora*. Unterdessen über dem Sommer ist sie bedeutend häufiger zu finden und ihre Fäden sind ästiger. Doch auch in diesem Fall bleibt sie bedeutend hinter der Vorgängigen mit der Einzelwesenzahl und ihrer Ästedichte zurück. *Vaucheria sp* ist wegen der chemischen Wassernatur viel weniger vertreten, obwohl sie mit ihren dichten und zahlreichen Rhizoiden fest an die Unterlage anwachsen kann. *Oedogonium sp* auf den seitlichen Kanalwänden in unmittelbarer Nähe des Wasserspiegels ist häufig und stellenweise baut er dichte Rasenstücke. Unterdessen am Kanalboden, der im Vergleich zu den Kanalseiten bedeutend schwächer beleuchtet ist, findet man sie selten. *Ulothrix tenuissima* ist konstatiert worden nur im Material angesammelt im Frühfrühling.

Die makroskopischen Fadenalgen *Spirogyra* und *Zygnema* sind bedeutend seltener. Durch Besichtigung grosser Menge angesammelten Materials sind einzeln konstatiert worden *Spirogyra*- und *Zygnema*-fäden und gegen den Kanalanschluss gehend fällt die Zahl ihrer Fäden rasch ab.

Ausser *Spirogyra* und *Zygnema*, diese makroskopischen Fadenalgen fangen mit der Entwicklung im sesilen Zustand an und sind mit ihren Basalteilen an die Unterlage befestigt und die bestehenden Unebenheiten auf den inneren Kanalseiten in Form von Ausbauchungen und Höhlungen erleichtern das im grossen Masse. Die Ausbauchungen und Höhlungen auf der Betonunterlage stellen ein unbewegbares Substrat vor und der Wasserstrom kann es nicht von einer auf die andere Stelle versetzen, wie das mit Geröll und Kieselsteinen im Flussbett geschieht. Feste und unbewegbare Unterlagen entsprechen den sesilen Algen und solche Ansiedlungen sind dauerhafter als die auf leicht beweglichen Unterlagen. Im ganzen Kanal ist das Substrat für die Algenbefestigung die Betonunterlage und sie stellt den unveränderlichen Faktor solches künstlich erzeugten Wasserbassins vor. Zur leichteren Befestigung tragen auch Krümmungen bei, denn in den konvexen und konkaven Kanalteilen sind die Algen ausgestellt ungleicher Wirkung des Wasserlaufes.

Die Bedeutung der Betonunterlage versucht sich vor Allem an der Möglichkeit, dass sich makroskopische Fadenalgen *Cladophora*, *Ulothrix*, *Vaucheria* und *Oedogonium* leicht auf ihr befestigen, aber ebenso machen sie das Leben höherer Wasserpflanzen auf solchen Unterlagen unmöglich. Die höheren Wasserpflanzen können sich im Kanal weder entwickeln noch bestehen Bedingungen zu ihrer Erhaltung sogar auch im Fall, dass sie von anderen Stellen übertragen sind und für das bestehen Möglichkeiten.

Die feste Betonunterlage und die grosse Wasserschnelligkeit machen das Bestehen wie höher Wasserpflanzen mit Wurzel, so auch jener, bei denen sich das Wurzelsystem überhaupt entwickelt, unmöglich. Elodeiden, Nymphoiden und Lemnoiden (I. Horvat, 1949) den Kanal entlang sind nirgends konstatiert worden. Die Natur der Unterlage und die Wasserschnelligkeit haben diesen Pflanzen bisher Entwicklung und Bestehen nicht zugelassen. Auf diese Weise sind die Algen von anderen Pflanzen nicht verhindert in ihrer Entwicklung, haben keine Konkurrenten, mit welchen sie um Raum und Nahrung kämpfen müssten und sie verbreiten sich unbehindert und besiedeln immer grössere Flächen der Betonunterlage so wie auch das Kanalwasser selbst. Die Verbreitung im unbesiedelten Raume ist einer der Grundvorteile der Lebewesen. Der Mangel an Konkurrenz höherer Pflanzen neben positiver Einwirkung anderer Faktoren ermöglicht, dass sich die Vegetation makroskopischer Fadenalgen üppig entwickelt.

Die makroskopischen Fadenalgen besiedeln den Kanal fast seiner ganzen Länge nach und ohne ihnen ist nur der Anfangsteil des Kanals, dessen Länge einige Zehne Meter beträgt. Der Kanalteil unbesiedelt mit

makroskopischen Fadenalgen ist von oben bedeckt und völlig geschützt von der Sonnenwirkung. Steinplatten 8—12 cm dick seitlich fest gefügt bedecken den Anfangsteil des Kanals von der oberen Seite. Das Hemmniss für die Ansiedlung makroskopischer Fadenalgen entstand hier durch Lichtmangel, denn sie als autotrophe Organismen, die Photosynthese verrichten, können in Mitten ohne Licht nicht bestehen.

In diesem Kanalteil gibt es nicht makroskopischer Fadenalgen, aber er ist trotzdem nicht gänzlich ohne Pflanzenorganismen. Mikrophyte Formen, welche die schnellen Wasserläufe nicht viel stören und wahrscheinlich minimale Mengen Lichtes nützen, die sonst für die Existenz makroskopischer Fadenalgen unzureichend sind, trifft man an befestigt an die Betonunterlage im Kanalteil, der von oben mit Steinplatten bedeckt ist. Nach der Hebung der Steinplatten mit welchen der Kanal von der oberen Seite geschlossen ist, auf den inneren Betonseiten der Betonunterlage, sieht man schleimige Überzüge offengelber Farbe in denen Mikrophyten konstatiert sind. Von Mikrophyten findet man Blaugrünalgen und Kieselalgen und das in kleiner Zahl Arten und Individuen. Sie sind bedeutend seltener und erst nach Besichtigung grosser Menge dieser Masse sind einzeln konstatiert Mikrophyten, die taxonomisch den Grünalgen angehören. Durch diesen Umstand, dass diese Mikrophyten bei so geschwächtem Licht leben, stellt sich das Problem ihrer Photosynthese und ihrer Existenz auf solchen Stellen überhaupt.

Im Material herabgenommen von der Betonunterlage im bedeckten Kanalteil sind konstatiert *Chroococcus turgidus*, *Gloeocapsa aeruginosa*, *Gloeocapsa* sp., *Ssytonema* sp., *Syndera ulna*, *Navicula papula* und *Scedesmus quadricauda*.

Die phykologische Vegetation im Endteil des Kanals ist am üppigsten, hat an den Betonseiten die maximale Ausdehnung erreicht und makroskopische Fadenalgen haben bewaschen gänzlich den Boden und die Kanalseiten soweit hoch der Wasserspiegel reicht. Der Bewachsungsprozess der Kanalwände, die das Wasser nässt, so wie auch die Ansiedlung der Wassermasse haben den höchsten Grad erreicht. Nur stellenweise übersteigen die fadige Körper der *Vaucheria* sp den Wasserspiegel und besiedeln die Betonunterlage ausserhalb des Wassers. Aber auch in diesem Fall befinden sie sich auf Stellen. wo die Feuchtigkeitsmenge ihrer Erhaltung genügt und zur Zeit windiger Tage besprengen sie leicht die Wassertropfen, die dem wogenden Wasser, dass den Kanal durchfliesst, entspringen.

Die fadigen Algenkörper behaupten nicht beständig die unveränderte Form, von ihnen reissen längere oder kürzere Teile ab, die sich weiter verkleinern. Das Wasser trägt solche Teile und unter ihrem Einfluss wechselt es sich chemisch und physisch desto mehr, je reicher es an ihnen ist. Doch solche Teile sind von geringerer Bedeutung für die chemische als für die physische Veränderung des Wassers und mit solchen Fragmenten ist vor allem die physische Beschaffenheit des Wassers verändert. Wenn sie sich in Masse vorfinden, ist das Wasser trüb und gelblichgrüner Farbe.

Im Endteil des Kanals befinden sich auch mikrophyte Formen, angesiedelt zwischen den makroskopischen Fadenalgen, aber ebenso in gallertartigen Überzügen, welche die Kanalwände bedecken. Vertreten sind Kieselalgen und das wie sessile so auch vagile, indessen jene, die dem Plankton angehören, sind sehr selten und ohne mächtiger Schichten makroskopischer Fadenalgen angesiedelt in diesem Kanalteile solche Formen sind unhaltbar. Gewisse sessile Formen, wie es *Cymbella* ist, befinden sich in gallertartigen Röhren, die verschiedener Länge und ästig sind. In den gallertartigen Überzügen, welche sich an den inneren Kanalseiten befinden, gibt es Mikrophyten, die den blaugrünen und grünen Algen angehören. Die Individuen aller dieser Algenarten sind selten und erst durch Besichtigung des Materials angesammelt auf grosser Fläche der Kanalwände sind sie einzeln konstatiert. Ausser jener, die epiphytisch auf *Cladophora* leben, bei den Mikrophyten, die den Kanal besiedeln, neben kümmerlicher Flora erscheint die Vegetationssarmut.

An den Betonwänden zwischen den makroskopischen Fadenalgen im unteren Kanalteil sind konstatiert *Chroococcus turgidus*, *Gloeocapsa aeruginosa*, *Scytonema* sp, *Fragilaria* sp, *Cocconeis pediculus*, *C. placentula*, *Achnanthes minutissima*, *Synedra ulna*, *S. capitata*, *Navicula pupula*, *N. cryptocephala*, *Cymbella microcephala*, *C. austriaca*, *Cymbella* sp, *Gomphonema constrictum*, *Gloeocystis vesiculosa*, *Hormidium flaccidum*, *Scenedesmus quadricauda*, *S. obliquus*, *Closterium* sp und *Cosmarium* sp.

Für die Erhaltung dichter Ansiedlungen makroskopischer Fadenalgen ist ihre vegetative Fortpflanzung von grosser Bedeutung und die langfristige Erhaltung ihrer üppigen Vegetation ist erfolgt auf diese Art und Weise ihrer Fortpflanzung. Von den Algen, welche an die inneren Kanalwände befestigt sind, ohne Rücksicht auf ihr Alter, reissen Teile ab, die sich nach längerem oder kürzerem Schwimmen stromabwärts auf andere Algen oder irgendeine Unterlage befestigen, wo sie das Wachstum fortsetzen, neue fadige Körper entwickelnd. Der Wasserstrom trägt solche Teile den Kanal entlang und sie befestigen sich in beträchtlicher Entfernung von der Stelle, von der sie abgerissen sind aber auch in unmittelbarer Nähe solcher Stellen und das geschieht oft im unteren Kanalteil.

Doch alle solche Algen bleiben nicht lang befestigt, bei vielen ist die Verbindung mit der Unterlage schwach und früher oder später trennen sie sich von ihr aber danach haben Formen, wie das *Cladophora* ist, eine grössere Anzahl Seitenteile und bilden oft winzige Büschlein. Getrennt von der Unterlage fasst sie der Wasserstrom und trägt sie auf der Wasserfläche den Kanal entlang aber unter dem Wasserspiegel selbst. Der Sauerstoff, den die Algen beim Prozess der Photosynthese im schnellfliessenden Wasser befreien, ist nicht im Stande sie auf die Wasserfläche selbst zu heben. Das ist die Ursache, dass sich die dichte fadenförmige Algenmasse in grösster Menge in der Nähe des Kanalend-

teils aufhält, wo die Schichten dieser Masse manchmal so das Kanalinere ausfüllen, dass sich das Wasser über die Ränder ergießt und dadurch für das Eisenwerk gänzlich verloren ist.

Das Wasser im unteren Kanalteil reicht jetzt bis an seine oberen Ränder und der Wasserspiegel erreicht ihre Höhe. Früher war da nicht solcheine Masse Fadenalgen und der Wasserspiegel war niedriger als der Jetzige. Spuren dieses früheren Zustandes haben sich in Form charakteristischer Ansiedlungen aerophyter Mikrophyten, die sich an den inneren Seiten der Kanalbetonwände befinden, aufbewahrt. Jedoch solche Ansiedlungen sind jetzt selten und mit ihrer Fläche erreichen sie nicht annähernd jene, die sich oberhalb der Grenzlinie befinden, welche das Wasser von der trockenen Betonunterlage im oberen Kanalteil teilt, wo sich die aerophytischen Mikrophyten gut erhalten haben und stellenweise bauen sie auf der Betonunterlage dunkelgrüne Überzüge, die leicht ins freie Auge zu fassen sind.

Von den Kanalwänden gleich über dem Wasserspiegel sind determiniert Mikrophyten *Chroococcus turgidus*, *Chroococcus sp*, *Gloeoecapsa sp*, *Scytonema sp*, *Gloeoecystis vesiculosa*, und *Hormidium flaccidum*.

Die Bewachung des Kanals mit makroskopischen Fadenalgen ist nich auf einmal bei allen Algenarten, die jetzt in ihm bestehen, geschehen. Seine gegenwärtige phykologische Decke, wenn auch entstanden in relativ kurzer Zeit, denn der Kanal ist erbaut im 1954 Jahre und dann auch getränkt mit Wasser und seit damals durchfließt es ihn ununterbrochen, verging durch mehrere Etappen. Die Besiedlung nackter und freier Betonflächen im Kanalinernen fing mit Formen an, die im Stande sind sich zu befestigen und zu erhalten auf solcheinem Substrat, wo der Kampf geführt wird mit der zerstörenden Wirkung des Wassers, das mit seinem schnellen Wasserlauf alles von der Unterlage und oft, wenn auch im geringeren Masse, sie selbst wegträgt, was in Kanalteilen, die nicht mit Algen bewachsen sind und aus der Widerstandskraft der Organismen selbst, welche trachten sich anzusiedeln auch auf solchen Standorten, zu sehen ist. Obzwar sich das Wasser wegen seiner Schnelligkeit zur Ansiedlung vieler Organismen nicht eignet, bestehen doch auch solche, die sich verschiedenerweise ihm widersetzen und auf Standorten mit schnell fließendem Wasser standhalten (S. J a k o v l j e v i ć, 1951).

Mit dem Wasserstrom und den Winden sind die Sporen makroskopischer Fadenalgen, Teile ihres vegetativen Körpers und vielleicht auch Zellen im Zustand der Anabiose in den Kanal gelangt und nach der Entwicklung haben von ihnen standgehalten jene, die sich mit ihren rhizoiden Zellen fest mit der Unterlage verbunden haben. Diese Algen mussten auch andere Eigenschaften besitzen, durch welche sie sich weiter entwickelten und solchein Wasserbassin besiedelten. *Cladophora* ist eine von den makroskopischen Fadenalgen, angesiedelt im Kanal, welche sich seinen ökologischen Bedingungen sehr anpasst. Während sie noch jung ist, befestigt sie sich mit der basalen Zelle auf das Substrat, der Körper ist in dünne Fäden zerteilt, die leicht abreißen und solche

Teile haben ein grosses Regenerationsvermögen. Der *Cladophora* entspricht die Wasserreaktion, ist eine kalziphile Pflanze und verträgt kalkige Wasser. Bei ihr erscheint die Fadenverkürzung ihres Körpers. In stehenden und langsam fliessenden Gewässern kann sie bis 2 m und auch mehr lange Fäden haben, jedoch im Kanal sind längere als 30 cm nicht konstatiert.

Als *Cladophora* den erheblichen Teil der inneren Kanalfläche besiedelt und bewachsen hat, haben sich in ihm die Bedingungen verändert, es wurden dadurch Möglichkeiten zur Ansiedlung auch jener Algen geschaffen, denen nicht ermöglicht war die ersten Ansiedler zu sein. Die neugeschaffenen Lebensbedingungen im Kanal erleichtern die Ansiedlung anderer Algenarten. Der *Cladophora*, die von den determinierten makroskopischen Fadenalgen als erste die inneren Kanalwände besiedeln konnte, haben sich schnell *Oedogonium* und *Ulothrix* angeschlossen und haben sie womöglich gleichzeitig mit der *Cladophora* angesiedelt.

Vaucheria wie auch die vorgängigen makroskopischen Fadenalgen konnte leicht von anderer Stelle in die Kanalwasser übertragen worden sein, wo sie sich nach der Entwicklung mit Hilfe ihrer zahlreichen ästigen Rhizoiden fest mit der Betonunterlage verbunden hat, aber wegen der chemischen Wassernatur hat sie sich nicht viel verbreitet. Sie erreicht nicht annähernd die Verbreitung der *Cladophora* und ist mit ihrem Zahlreich vom bedeutend kleineren Beiang für die phykologische Kanalvegetation. Inwiefern sie die Betonunterlage oberhalb des Wasserspiegels besiedelt, wird sie leicht befeuchtet, weil sie sich in unmittelbarer Nähe des verdunstenden Wassers befindet und es besprengen sie auch Wassertropfen entstammend der wogenden Wassermasse, welche in windigen Tagen den Kanal durchfliesst. Es gibt Tage in denen die Winde der Stärke und der Dauerhaftigkeit nach derartig sind, dass sie das Wasser einige Stunden täglich besprengt.

Spirogyra und *Zygnema* haben sich später angesiedelt und konnten von den determinierten makroskopischen Fadenalgen in solcher Mitte, wie es der Kanal ist, nicht die ersten Ansiedler sein. Ihre Erhaltung in diesen Wassern war nur mittelbar über Formen, als wie das *Cladophora* und andere Algen ähnlicher Beschaffenheit sind, möglich. Doch diese Algen besiedeln den Kanal in geringerem Masse als die Vorgängigen, sind noch selten besonders im Anfangsteil des Kanals, sind erst nach der Besichtigung grösserer Menge angesammelten Materials konstatiert, aber dies weist dennoch dahin, dass schon Möglichkeiten für die Ansiedlung auch solcher makroskopischen Fadenalgen, wie das *Spirogyra* und *Zygnema* sind, die im Wasser schweben oder seine Oberfläche einnehmen, geschaffen sind.

Im Kanal, wie auch in jedem Wasserbassin, sind die Ansiedlungen makroskopischer Fadenalgen in unmittelbarer Verbindung mit der Unterlage oder sie befinden sich im Wasser selbst. Obwohl den Bereich der Unterlage eine grössere Anzahl Individuen als die Wassermasse selbst besiedelt, befindet sich dennoch auch hier eine kleine Zahl ma-

kroskopischer Fadenalgen. Indessen die Vegetation ist üppig entwickelt und es erscheint eine grosse Zahl ihrer Individuen. Die algologische Flora mit Bezug auf die makroskopischen Fadenalgen zeichnet sich nicht durch spezifische Zusammensetzung aus, es bauen sie die Algen, welche sich in gewöhnlichen stehenden und langsam fliessenden Gewässern befinden, und ihre floristische Zusammensetzung ist vorläufig solch eine, dass die Möglichkeit ihrer leichten Erhaltung in anderen Wasserbassins, wie das Flüsse, Bäche und ähnliche sind, nicht ausgeschlossen ist.

Der Bewachungsprozess des Kanals mit makroskopischen Fadenalgen hat grosse Masse angenommen und stellt erstlich in Frage den Betrieb des Eisenwerkes selbst. Die Entfernung der Algen aus dem Kanal so wie auch dass man verhindert ihre künftige Ansiedlung in ihm, ist unumgänglich. Zur Anwendung physischer und chemischer Mittel, einschliessend die Algiciden, für die dauernde Algenentfernung, kann es erst kommen nach der Determination makroskopischer Fadenalgen angesiedelt im Kanal und der Feststellung ökologischer Bedingungen, durch welche es zu ihrer Entwicklung in Masse gekommen ist.

ZUSAMMENFASSUNG

Die massenhafte Erscheinung makroskopischer Fadenalgen im Kanal des Eisenwerkes bei Nikšić ist in der ersten Hälfte 1960 Jahres erforscht. Die Artenzahl der Algen ist nicht gross, durch die floristische Analyse ist eine kleine Zahl Formen konstatiert, aber im grössten Teil des Kanals ist ihre Vegetation entwickelt. Die Algen mit der grossen Zahl Individuen hemmen den normalen Durchfluss des Kanalwassers, wechseln seine physischen und chemischen Eigenschaften und würden sehr grosse Beschädigungen selbst in den Anlagen des Eisenwerkes hervorrufen, wenn sie in diese samt mit dem Wasser geraten.

Der Kanal ist aus Beton erbaut, von seiner oberen Seite, angenommen den Anfangsteil, ist er offen, ohne irgendwelchen Schutz von dieser Seite und auf den Flächeteilen seines Inneren hat er eine grosse Zahl Unebenheiten in Form von Höhlungen und Ausbauchungen. In ihm fliesst das Wasser ununterbrochen in einer bestimmten Richtung, ist relativ grosser Schnelligkeit, die Reaktion ist alkalisch und sonniger Tagen ist es lang durchs Sonnenlicht direkt beleuchtet.

Dennoch ist die Hauptmasse makroskopischer Fadenalgen nicht unmittelbar der Wirkung des Sonnenlichtes ausgesetzt, über ihr befinden sich Wasserschichten einige dm dick und zur Algenbeleuchtung kommt es erst nach dem Durchbruch des Lichtes durchs Wasser. Mit solcher Lage sind die Algen geschützt vom direkten und zu starken Licht.

Eine grössere Anzahl Algen, die den Kanal besiedeln, fängt mit ihrer Entwicklung im sesilen Zustand an, ist kalziphyl, der Körper ist zerteilt in dünne Fäden, von ihnen reissen ab Teile und solche Teile haben ein grosses Regenerationsvermögen. Die Fragmentation des Körpers und

die Regeneration der neuen Pflanze aus solchen Teilen besteht auch bei den makroskopischen Fadenalgen, welche mit ihrer Entwicklung im ungesilen Zustand beginnen und unästiger Form sind.

Der Bewachsungsprozess des Kanals mit Algen in Masse hat grosse Masse angenommen und stellt ernst in Frage den Betrieb des Eisenwerkes selbst. Die Entfernung der Algen aus dem Kanal, so wie auch dass verhindert wird ihre künftige Ansiedlung, ist unumgänglich nötig. Zur Anwendung physischer und chemischer Mittel, einschliessend die Algiciden, für die dauernde Entfernung der Algen kann es erst kommen nach der Determination makroskopischer Fadenalgen angesiedelt im Kanal und der Feststellung ökologischer Bedingungen, durch welche es zu ihrer Entwicklung in Masse gekommen ist.

Tabulare Übersicht von Algenarten des erforschten Kanals mit Bezug auf die Stellen welche sie besiedeln

Das Zeichen plus (+) bedeutet, dass die Alge konstatiert ist, und das Zeichen minus (—) bedeutet, dass sie nicht konstatiert, ist auf angeführten Stellen.

Art der Algen	Kanalwände im Wasser	Wassermasse	Gegenstände im Kanalwasser	Kanalwände ausser dem Wasser
A) Makrophyte Algen				
<i>CHRYSOPHYTA</i>				
<i>Heterokontae</i>				
<i>Vaucheria</i>				
<i>sp</i>	+	—	—	+
<i>CHLOROPHYTA</i>				
<i>Ulothrix</i>				
<i>tenuissima</i> Kütz.	+	—	+	—
<i>Cladophora</i>				
<i>glomerata</i> (L.) Kütz.	+	+	+	—
„ <i>fracta</i> (Dillw.) Kütz.	+	+	+	—
<i>Oedogonium</i>				
<i>sp</i>	+	+	+	—
<i>Spirogyra</i>				
<i>sp</i>	—	+	+	—
<i>Zygnema</i>				
<i>sp</i>	—	+	+	—

Art der Algen	Kanalwände im Wasser	Wasser masse	Gegenstände im Kanalwasser	Kanalwände ausser dem Wasser
B) Mikrophyte Algen				
CYANOPHYTA				
<i>Gloeocapsa</i>				
<i>aeruginosa</i> (Carm.) Kütz.	+	-	-	-
" <i>sp</i>	+	-	-	+
<i>Scytonema</i>				
<i>sp</i>	+	-	-	+
<i>Chroococcus</i>				
<i>turgidus</i> (Kütz.) Näg.	+	-	-	+
" <i>sp</i>	-	-	-	+
CHRYSOPHYTA				
<i>Bacillariophyceae</i>				
<i>Fragilaria</i>				
<i>sp</i>	+	+	+	-
<i>Synedra</i>				
<i>capitata</i> Ehr.	+	+	-	-
" <i>ulna</i> (Nitzsch.) Ehr.	+	+	-	-
<i>Cocconeis</i>				
<i>pediculus</i> Ehr.	-	-	+	-
<i>Cocconeis</i>				
<i>placentula</i> Ehr.	-	-	+	-
<i>Achnanthes</i>				
<i>minutissima</i> Kütz.	+	-	+	-
<i>Navicula</i>				
<i>pupula</i> Kütz.	+	-	+	-
" <i>cryptocephala</i> Kütz.	+	-	+	-
<i>Cymbella</i>				
<i>microcephala</i> Grun.	+	-	+	-
" <i>austriaca</i> Grun.	+	-	-	-
" <i>sp</i>	+	-	-	-
<i>Gomphonema</i>				
<i>constrictum</i> Ehr.	+	-	+	-
CHLOROPHYTA				
<i>Gloeocystis</i>				
<i>vesiculosa</i> Näg.	+	-	+	+
<i>Scenedesmus</i>				
<i>quadricauda</i> (Turpin) Bréb.	+	+	+	-
" <i>obliquus</i> (Turpin) Kütz.	+	+	+	-
<i>Hormidium</i>				
<i>flaccidum</i> A. Br.	+	-	-	+
<i>Closterium</i>				
<i>sp</i>	+	-	+	-
<i>Cosmarium</i>				
<i>sp</i>	+	-	+	-

LITERATUR

- Behning A. (1928): Das Leben der Wolga. — Stuttgart
- Bulah V., Solomencev N., Čekmarev V. (1955): Osnovi hidrologi i selško-hozjaistvenih melioraci. — Lenjingrad.
- Gessner F. (1955): Hydrobotanik Bd I. — Berlin.
- Golubić S. (1959): Vegetacija alga na slapovima reke Krke u Dalmaciji. Rad jugosl. akad. znanosti, umetnosti, knj. 312. — Zagreb.
- Fott B. (1959): Algenkunde. — Jena.
- Horvat I. (1949): Nauka o biljnim zajednicama. — Zagreb.
- Huber—Pestalozzi G. (1938): Das Phytoplankton des Süßwassers T. I. — Stuttgart.
- Jakovljević S. (1951): Kratak kurs Ekologije sa osnovama hidrobiologije. — Beograd.
- Jakovljević S., Stanković S. (1931/32): Particularités limnologiques des eaux karstiques de la region de Beograd. Bull. de l'inst. et du jardin bot. de l'Unuvers. de Beograd, T. II No 1—2. — Beograd.
- Klebs G. (1896): Bedingungen der Fortpflanzungen bei einiger Algen und Pilzen. — Jena.
- Kolkwitz R., Tödtt F. (1941): Einfache Untersuchungen von Boden und Wasser. — Jena.
- Košanin N. (1907): Daićsko Jezero. — Beograd.
- Migula W. (1907): Kryptogamen Flora von Deutschlands, Österreichs und der Schweiz Bd II T. 1. — Berlin.
- Oltmanns F. (1923): Morphologie und Biologie der Algen Bd I—III. — Jena.
- Pascher A.: Die Süßwasser Flora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz H. 6 (1914), H. 7 (1921), H. 9 (1913). — Jena.
- Pevalek I. (1916): O biologiji i geografskom rasprostranjenju alga u Severnoj Hrvatskoj. — Zagreb.
- Naumann E. (1931): Limnologische Terminologie. — Berlin.
- Ruttner F. (1940): Grundriss der Limnologie. — Berlin.
- Stanković S. (1951): Naselja dna jegejskih jezera. Zbornik radova inst. za ekol. i biogeogr., knj. 11 br. 2. — Beograd.
- Stanković S. (1954): Okvir života. — Beograd.
- Thienemann A. (1926): Die Binnengewässer Mitteleuropas Bd I. — Stuttgart.
- Thienemann A. (1923): Die Untersuchung bestimmter Gewässer. Der Bach und Fluss. Handb. d. biolog. Arbeitsmethod. Lief. 115. Berlin.
- Vujević P. (1951): Hidrološke osobine reka u NR Srbiji. Hidrotehničke melioracije u NR Srbiji. — Beograd.

RADIVOJE Ž. MARINOVIC

Rezime

**ISPITIVANJE MASOVNE POJAVE MAKROSKOPSKIH KONČASTIH ALGA
U KANALU NIKŠIĆSKE ŽELEZARE**

Masovna pojava makroskopskih končastih alga u kanalu nikšićske železare ispitivana je u prvoj polovini 1960 godine. Alge velikim brojem jedinki ometaju normalno proticanje vode kanalom, menjaju njena fizička i hemiska svojstva i izazvale bi velika oštećenja u samim postrojenjima železare ako bi u njih dospele zajedno sa vodom.

Kanal je sagrađen od betona, sa gornje strane, sem početnog dela, potpuno je otkriven, bez ikakve je zaštite sa te strane i na površinskim delovima svoje unutrašnjosti ima veliki broj ispupčenja i udubljenja. Voda u njemu kreće se neprekidno jednim određenim pravcem, velike je brzine, alkalne je reakcije i sunčanih dana dugo je osvetljena direktno sunčevom svetlošću.

Najveći deo makroskopskih končastih alga ipak nije izložen neposredno dejstvu sunčeve svetlosti, iznad njih nalaze se vodeni slojevi debeli nekoliko desetmetara i do osvetljavanja alga dolazi tek posle prolaska svetlosti kroz vodu. Takvim položajem alge su zaštićene od neprekidne i suviše jake sunčeve svetlosti.

Makroskopske končaste alge naseljavaju kanal skoro celom njegovom dužinom i bez njih je samo njegov početni deo čija dužina iznosi nekoliko desetina metara. Deo kanala nenaseljen makroskopskim končastim algama odozgo je pokriven debelim kamenim pločama i potpuno je zaštićen od svetlosnih zrakova.

Fikološka vegetacija u završnom delu kanala najbujnija je, na betonskim zidovima kanala dostigla je maksimalno prostranstvo i makroskopske končaste alge potpuno su obrasle dno i bočne strane kanala dokle dopire vodeni nivo. Obrastanje zidova kanala koje kvasi voda kao i naseljavanje same vodene mase dostigli su tu najviši stepen.

Končasta tela alga ne održavaju se trajno neizmenjenog oblika, od njih lako se otkidaju duži ili kraći delovi koji se dalje sitne. Voda takve delove nosi i pod njihovim uticajem ona se fizički i hemijski utoliko više izmeni ukoliko je njima bogatija. Ovakvi delovi od manjeg su značaja za hemisku nego za fizičku proučavanje vode i takvim fragmentima menja se pre svega fizička priroda vode. Kad se nalaze u masi, voda je mutna i žučkastozelene boje.

Za održavanje gustih naselja makroskopskih končastih alga na unutrašnjim površinama kanala ima veliki značaj njihovo vegetativno razmnožavanje i dugotrajno održavanje njihove vegetacije usledilo je ovim načinom njihovog razmnožavanja. Od alga što su utvrđene za unutrašnje zidove kanala, bez obzira na njihovu starost, otkidaju se delovi koji posle dužeg ili kraćeg plivanja nizvodno pričvrste se za druge alge ili kaku drugu podlogu gde produžavaju rastenje razvijajući se u nova končasta tela.

Makroskopske končaste alge u kanalu u neposrednoj su vezi sa njegovom podlogom ili se nalaze u samoj vodi. Iako područje podloge naseljava veći broj vrsta nego samu vodu, ipak se i na betonskoj podlozi kanala nalazi mali broj vrsta makroskopskih končastih alga. Medjutim vegetacija je bujno razvijena i javlja se veliki broj njihovih jedinki. Algološka flora u odnosu na makroskopske končaste alge ne odlikuje se specifičnim sastavom, grade je alge koje se nalaze u običnim stajaćim i sporo tekućim vodama i njihov floristički sastav sad je takav da ne isključuje mogućnost njihovog lakog održavanja u drugim vodenim basenima kao što su reke, potoci i slično.

Proces obrastanja kanala algama u masi uzeo je velike razmere i dovodi ozbiljno u pitanje rad same železare. Otstranjivanje alga iz kanala kao i da se spreči dalje njihovo naseljavanje neophodno je. Primena fizičkih i hemijskih sredstava uključujući algicide za trajno uklanjanje alga nastanjenih u kanalu može doći tek posle determinisanja makroskopskih končastih alga nastanjenih u kanalu i utvrđivanja ekoloških uslova usled kojih je došlo do njihovog razvitka u masi.