

RADIVOJE Ž. MARINOVIC

### **DIE ALGEN IM SAMMELTRICHTER DES FLUSSES BANJA BEI VALJEVO**

Die Algen, angesiedelt in den Sammeltrichtern der Flüsse Serbiens, sind überhaupt nicht studiert worden und die floristische Zusammensetzung solcher Gewässer, in Beziehung zu den Algen, ist gänzlich unbekannt. Es besteht keine Einzelarbeit von den Algen der Flussesammeltrichter Serbiens, die phykologische Zusammensetzung solcher Standorte ist überhaupt nicht bearbeitet, und von ihnen gibt es keine Angaben. Indessen die Algenstudien von solchen Standorten könnten Angaben über Algenarten, die sie ansiedeln, und gleichzeitig über die Type ihrer Vegetation gewähren.

Die Algen sind nach und nach gesammelt im Mai und August 1961 Jahres aus dem Sammeltrichter des Flusses Banja bei Valjevo. Die determinierten Algen sind nicht in rheobionte, rheopphile und rheoxene (N a u m a n n E., 1931) gruppiert, sondern alle sind als Organismen des Sammeltrichters des Flusses behandelt.

Aus dem Sammeltrichter des Flusses Banja wurden die Algen von submersen Felsenunterlagen abgezogen. Es wurden dafür Körper, auf welchen man mit freiem Auge sehen konnte, dass die Algen ansässig geworden, gewählt. Auf ihnen befanden sich Anwuchse, die nach ihrer Farbe von der Unterlage unterschieden waren, relativ leicht dadurch zu bemerken waren und mit der Unterlage fest verwachsen waren. Aus dem Wasser selbst wurden die Algen mit dem Planktonnetz und der Flasche bestimmten Inhalts ( $1/2$  Liter), die als Meyers Flasche bereit gemacht war, eingesammelt. Die makroskopischen Fadenalgen auf submersen Felsenunterlagen haben grössere oder kleinere Rasen gebaut und wurden von der Unterlage auf dieselbe Weise als auch Anwuchse, in welchen sich die Algen Mikrophyten gefunden haben, gelöst.

Das Material mit Algen Mikrophyten wurde mit der Wasserformalinlösung unmittelbar darauf an Ort und Stelle der Ansammlung fixiert, aber dasselbe Material wurde auch unfixiert in das Laboratorium des botanischen Institutes der Universität in Beograd transportiert, wo es gewisse Zeit in Aquarien erhalten wurde. Auf dieselbe Weise wurde auch mit den angesammelten makroskopischen Fadenalgen verfahren.

Die relativ kleine Sammeltrichterlänge des Flusses Banja ermöglicht, dass man aus ihm in kurzer Zeit das Material mit Algen ansammelt. Zu dem trägt bei auch der sehr leichte Zugang längs seinem ganzen Sammeltrichter. Für jede genaue Analyse algologischer Ansiedlungen ist es unumgänglich, dass beim Probennehmen im Zusammenhang mit dem Zugang zum Sammeltrichter nicht grosse Hinderungen zum Vorschein kommen.

Das angesammelte Material ist im Botanischen Institut der Universität in Beograd studiert worden.

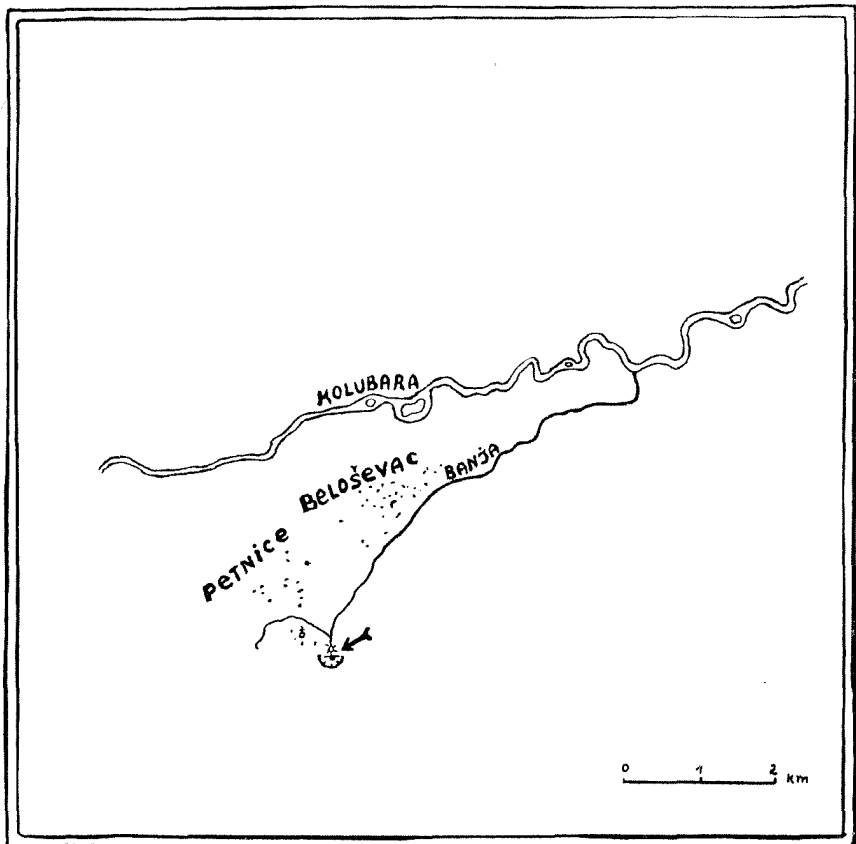


Abb. 1 Geographische Lage des Flusses Banja. Mit einem Pfeilchen ist die Stelle, woher die Algen angesammelt sind, bezeichnet.

#### CHARAKTERISTIKEN DES SAMMELTRICHTERS DES FLUSSES

Die Untersuchungen der Algen sind am Material, eingesammelt aus dem Sammeltrichter des Flusses Banja, der sich von seinem Quell bis zu einer Wassermühle, entfernt vom Quell ungefähr 46 Meter, hinstreckt,

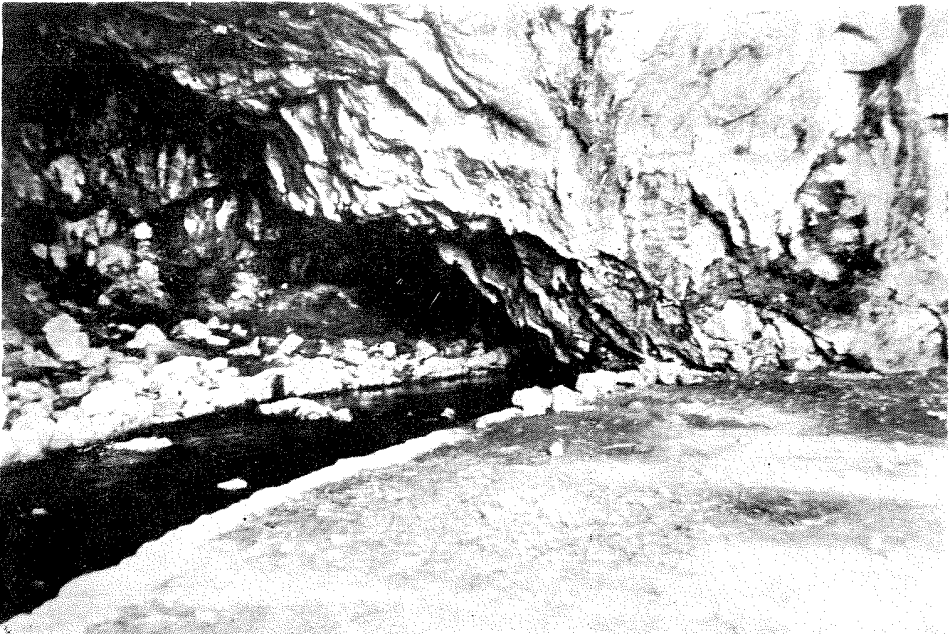


Abb. 2 Sammeltrichter des Flusses Banja der durch die Grotte hindurchfließt. Im Grunde der Grotte ist die Öffnung, aus der der Quell hervorquillt, zu sehen.

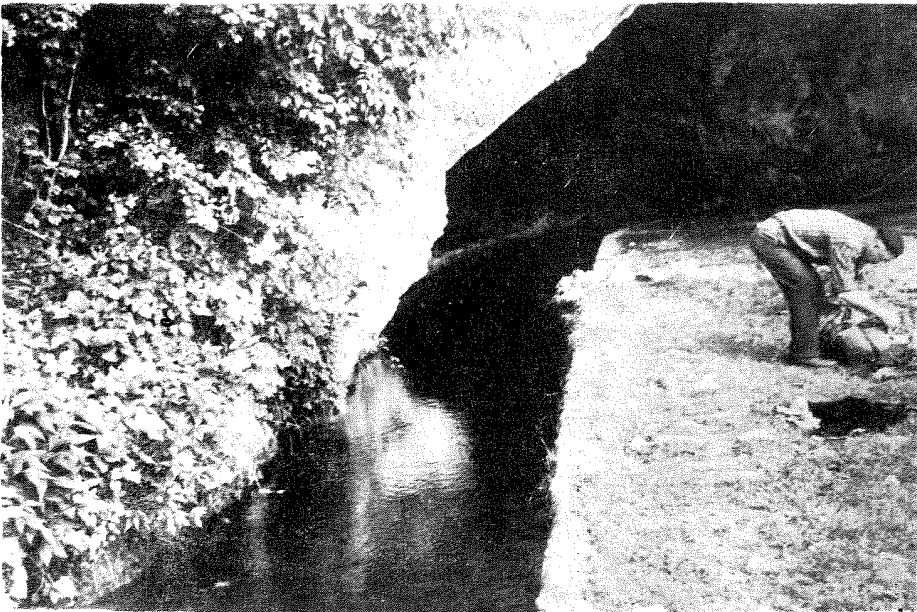


Abb. 3 Eingang in die Grotte. Man sieht den Sammeltrichter des Flusses Banja, der mit einem Teil durch die Grotte hindurchfließt und mit dem anderen Teil ausserhalb der Grotte dahinfließt.



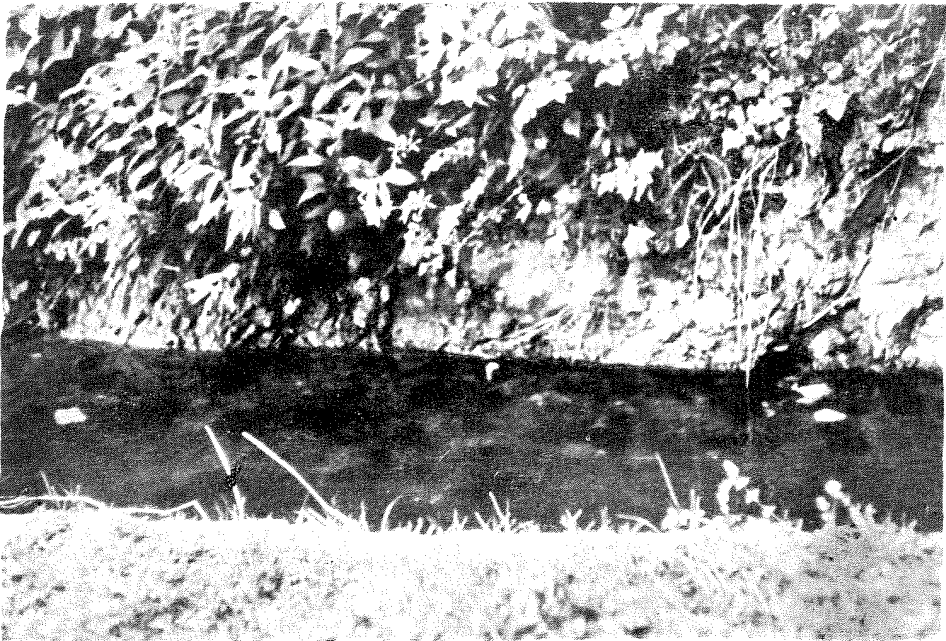


Abb. 4 Sammeltrichter des Flusses Banja, der ausserhalb der Grotte fliesst, in wessen Wassern dichte Populationen *Batrachospermum vagum* vorhanden sind.



Abb. 5 Sammeltrichter des Flusses Banja, der ausserhalb der Grotte fliesst, in wessen Wassern dichte Populationen *Batrachospermum moniliforme* vorhanden sind.



abgehalten. Der Fluss Banja beginnt mit einem starken Quell in der grossen Grotte von Petnica, an der Südwand dieser Grotte befindet sich eine Öffnung 2 Meter breit und etwa 0,5 Meter hoch und aus ihr quillt die Flussquelle hervor. Das Quellwasser fliesst nordwärts, ist von beiden Seiten mit einer Steinmauer gedämmt und der Wassermühle, die sich unweit vom Eingang in die grosse Grotte von Petnica befindet, zugelenkt.

Der Sammeltrichter des Flusses Banja vom Quell bis zur Wassermühle ist durchschnittlich 3 Meter breit, tief 30—63 Zentimeter, fliesst mit einem Teil durch die Grotte hindurch und mit dem anderen Teil ausserhalb der Grotte. Ausser zur Zeit, wenn er gänzlich absetzt, denn der Sammeltrichter des Flusses kommt im Laufe des Jahres als periodischer intermittenter Quell zum Vorschein (Jovanović B., 1949), das Wasserniveau wechselt sich im Laufe des Jahres nicht viel, die Wassermenge ist für einen längeren Zeitabschnitt beständig und ihre Schwankung besteht nicht. Im Sammeltrichter des Flusses kommen in kurzen Zeiträumen grosse Veränderungen nicht vor und seine Wässer sind typisch eustatisch. Beide durchstudierte Sammeltrichterteile des Flusses Banja, d. h. der durch die Grotte hindurchfliessende Teil und der ausserhalb der Grotte fliessende Teil sind voneinander hydrographisch unterschieden, aber sie unterscheiden sich auch nach der Zusammensetzung ihrer phykologischen Ansiedlungen.

Der Eingang in die grosse Grotte von Petnica ist dem Norden zugekehrt, und der grösste Teil des Sammeltrichters, der durch die Grotte hindurchfliesst, ist im Laufe des Jahres nicht mit direktem Sonnenlicht beleuchtet. Indessen das diffuse Licht, mit dem die Grotte beleuchtet ist, vom Eingang in sie und bis zu ihrer Südwand, wo der Quell selbst hervorquillt, ist im bedeutenden Masse geschwächt. Beim Messen des Lichtes wurden die Ablesungen in Luxen getan und am 5 Mai 1961 Jahres um 14h hat die Lichtstärke in den Oberflächenschichten des Wassers beim Eingang selbst in die Grotte 120—230 Lux ausgetragen, während das aus der Südwand der Grotte hervorquellende Wasser, das die Flussquelle selbst vorstellt, bedeutend weniger gehabt hat. In dieser Zeit hat die Beleuchtungsstärke der Oberflächenschichten des Quellwassers 14—16 Lux ausgetragen.

Der ausserhalb der Grotte fliessende Teil des Sammeltrichters des Flusses, der sich zwischen dem Eingang in die Grotte und der Wassermühle befindet, ist tagsüber relativ lange mit direktem Sonnenlicht beleuchtet. Er ist weder mit Bäumen weder was immer für einer Schutzwehr von keiner Seite geschützt. Das Licht in diesem Sammeltrichterteil wurde am 5 Mai 1961 Jahres gemessen und hat 18000—22000 Lux ausgetragen.

Die abgehende Wasserbewegung in diesem Teil des Flussgebietes geschieht in ständig bestimmter Richtung, ist gleichmässig und nicht grosser Schnelle. Die Wasserschnelle wurde mittels eines schwimmenden Körpers in dem zwischen dem Eingang in die Grotte und der Wassermühle fliessenden Sammeltrichterteile gemessen. Der niedrige Wasserstand und die stellenweise bis zum Wasserniveau selbst ragenden Felsen

erschweren in gewissem Masse das Messen, denn bei den mit den Felsen in Berührung kommenden schwimmenden Körpern vermindert sich die Schnelligkeit und kurzdauernd wird der Bewegung selbst Einhalt getan. Die Messungen haben gezeigt, dass die Wasserschnelle 0,145—0,200 m/sec austrägt, während die in einer Sekunde dahinfließende Wassermenge 130 Liter austrägt. Unterdessen stromaufwärtig von der Messtelle des Wassers geht ab ein Arm, mit dem ein Teil des Wassers abfließt, und die wirkliche, aus dem Quell hervorquellende Wassermenge ist von der angegebenen grösser.

Die Wassertemperatur wurde mit gewöhnlichem Quecksilberthermometer gemessen und mit ihm die Temperatur ihrer Oberflächenschichten festgestellt. Zur Temperaturmessung tieferer Schichten wurde zuvor mit der Flasche aus diesen Schichten Wasser genommen und so die Temperatur bestimmt. Im Monat Mai (5) 1961 Jahres hat die Temperatur 14,4° C ausgetragen, die Schichten verschiedener Tiefen zeigen die gleiche Temperatur und in diesem Zeitabschnitt wurde keine Temperaturstratifikation konstatiert. In Beziehung zur Lufttemperatur, sowohl in der Grotte, als auch ausserhalb ihrer, ist die Wassertemperatur niedriger. In der Grotte sind die Unterschiede klein und tragen 3° C aus, während die Unterschiede zwischen Luft- und Wassertemperatur ausserhalb der Grotte grösser sind und 12° C austragen.

Die Bestimmung des pH Wertes des Wassers wurde kolorimetrisch mittels Helliges Neokomparators getan. Vom Quell und nach der Wassermühle zu, wenn auch die Unterschiede in dem pH Wert nicht so gross sind, sie bestehen doch. Beim Quell selbst trägt sie 7 aus und ist etwas niedriger als in den sich in der unmittelbaren Nähe der Wassermühle befindenden Wassern.

Das durch die Grotte hindurchfließende Wasser des Sammeltrichters des Flusses ist durch die Wirkung des Menschen Veränderungen ausgesetzt. Die Ortsbewohner der benachbarten Dörfern ohne Rücksicht auf die Jahreszeit waschen in ihm Wäsche und am liebsten betreiben sie das in unmittelbarer Nähe der Quelle. Aus dem Sammeltrichter schöpfen sie mit Gefässen auch Wasser, das sie zum Bewässern der Gärten so wie auch zu anderen Bedürfnissen verwenden. Durch das Wäschewaschen geraten ins Wasser verschiedenerlei Materien, unter ihrer Wirkung verändert es sich physisch und chemisch und die Veränderungen sind je stärker desto grösser die Menge angelangter Materien ist. Doch das Wasser dieses Sammeltrichterteiles ist mehr physischen als chemischen Veränderungen ausgesetzt, kommt ins Wogen, ist manchmal von unorganischen Partikeln getrübt und gelblich gefärbt.

#### ALGENARTEN IM SAMMELTRICHTER DES FLUSSES

Aus dem Sammeltrichter des Flusses ist eine kleine Zahl Mikrophytenarten determiniert und die Erforschungen dieses Flussgebiets haben gezeigt, dass er arm an Algen ist. Solcher Zustand wurde anfangs Mai und in der zweiten Hälfte August 1961 Jahres konstatiert und die spärliche



algologische Flora hat vom Frühlingsende fast bis Spätsommer angehalten. Trotzdem in Bezug auf das Reichtum an Algenarten in diesen Wassern wäre das Schlüsseziehen sicherer, wenn sie während der ganzen Vegetationsperiode vom Frühfrühling bis zum Spätherbst und womöglich den Winter über nach gesammelt wären und nicht je 4 Tage in einem Frühlings- und 2 Tage in einem Sommermonat. Nach *Thienemann* (1923) der Sommer ist die Zeit, wann die Quellen und Bäche am ärmsten an lebender Welt sind und das Einsammeln und Studieren der Organismen aus solchen Wassern ist am besten im Herbst, den Winter über und vor allem im Frühling, zu betreiben.

Der erforschte Teil des Flussgebietes ist nicht mit höheren Wasserpflanzen angesiedelt und längs dem Sammeltrichter des Flusses nirgend sind sowohl Wasserpflanzen mit entwickeltem Wurzelsystem als auch jene, bei welchen sich dieses Organsystem überhaupt nicht entwickelt, konstatiert worden. In den Wassern mit solcher Natur ist ihre Entwicklung und Erhaltung vereitelt und sie sind der Elodeiden, Lemnoiden und Nimfoiden bar. Im den durch die Grotte hindurchfliessenden Sammeltrichterteil bestehen überhaupt nicht Bedingungen für die Erhaltung solcher Pflanzen. Dadurch besteht überhaupt keine Möglichkeit für die Entwicklung des Anwachses mit Algen, befestigt auf Stämmen und Blättern höherer Wasserpflanzen, die sonst sehr charakteristisch sind für viele Wasser, in welchen sich höhere Wasserpflanzen befinden und auf welchen oft reichlich epiphyte Formen entwickelt sind.

Der Sammeltrichtergrund ist mit Kalkstein- und Silikatfelsen verschiedener Grösse bedeckt, längs dem ganzen durchstudierten Flussgebiet in der Quellumgebung ist das Substrat für die Befestigung sessiler Algen in der Hauptsache dasselbe und es bestehen nicht grössere Unterschiede in Beziehung auf diesen Faktor. Dennoch in diesem Bereich des Flussgebietes sind Kalksteinfelsen häufiger als Silikatfelsen. Der nur teilweise den Sammeltrichtergrund bedeckende Sand befindet sich in der Hauptsache nächst den Ufern und nimmt nur eine kleine Oberfläche seines Bettes ein.

Obwohl die zwischen dem Eingang in die Grotte und der Wassermühle fliessenden Wasser des Sammeltrichterteiles mit dem grösseren Teil direkter Einwirkung des Sonnenlichtes ausgelegt sind, die an submersen Felsenunterlagen angesiedelten Algen sind trotzdem nicht unmittelbar beleuchtet, oberhalb ihrer befinden sich einige Dezimeter dicke Wasserschichten und zur Beleuchtung der Algen kommt es erst nach dem Durchgang des Lichtes durchs Wasser. Mit solcher Lage sind die Algen vom direkten und übermässig starken Licht geschützt, denn die Lichtintensität nimmt beim Durchgang des Lichtes auch durchs Wasser geringer Tiefe ab. Die Lichtintensität auf der Wasseroberfläche selbst hat am 28 August 1961 Jahres um 10h 9000—11000 Lux ausgetragen, während sie nur 20 Zentimeter unterhalb des Wasserniveau 8000—9000 Lux ausgetragen hat. Mit der Wassertiefe ändert sich auch die Lichtnatur. Mit dem Setzen roten Filters auf die Photozelle kommt zum Vorschein eine

grössere Differenz in Luxen zwischen Oberflächenwasserschichten und jenen sich in 20 Zentimeter befindenden Tiefe, als wenn das Messen ohne roten Filter verrichtet war.

Die Algen Mikrophyten bauen hauptsächlich Anwuchse an massiveren Kalksteinfelsen. An silikaten Substraten sind Algen Mikrophyten nicht konstatiert. Die Anwuchse sind dünn, fest verwachsen mit der Unterlage, wurden am leichtesten von ihr mit dem Pinzettengriff abgelöst, sind geringer Oberfläche, gelblicher, blaugrüner oder offen olivenartiger Farbe, kreis- oder bandförmig mit Schmittrand aber auch anderförmig. Die winzigen Kalksteinfelsen und der Sand haben keine Algenansiedlungen und Unterlagen solcher Beschaffenheit im Teil des Flussgebietes der Quellumgebung stellen die Einschränkung für ihr Ansiedeln vor. Dauerhafterem Ansiedeln sessiler Mikrophyten entsprechen mehr massivere und schwerer wegrückbare Kalksteinfelsen und an ihnen sind die Anwuchse der Mikrophyten relativ häufiger. Das Nichtvorhandensein sessiler Algen auf Silikatfelsen, ohne Rücksicht auf ihre Grösse, muss man in ihrer physischen Natur suchen, weil solche Felsen grösstenteils leichtem Brocken und Zerkleinern unterworfen sind.

Die Anwuchse der Mikrophyten sind bedeutend seltener an Felsen, die sich in dem durch die Grotte hindurchfliessendem Wasser befinden, als an jenen Felsen, die sich in dem ausserhalb der Grotte fliessendem Wasser befinden. Von der Oberfläche des Sammeltrichtergrundes, der in der Grotte 72 m<sup>2</sup> austrägt, sind die Algen von ungefähr 10 Kalksteinfelsen angesammelt worden. Mit freiem Auge als auch mittels der Lupe sind nicht Algenansiedlungen vorstellende Überzüge konstatiert worden auf anderen Felsen. Solche Anwuchse haben kleine Oberflächen und sind mit dem grössten Teil gelblicher oder licht olivenartiger Farbe. Indessen im dem zwischen dem Eingang in die Grotte und der Wassermühle fliessenden Sammeltrichterteil sind an grosser Zahl Kalksteinfelsen Algen konstatiert, die Feldlein mit Algen sind dichter, mannigfarbiger und haben grössere Oberflächen als jene an felsigen Unterlagen, die sich in dem durch die Grotte hindurchfliessendem Wasser befinden.

Der durch die Grotte hindurchfliessende Sammeltrichterteil ist schwächer mit Algen angesiedelt als jener ausserhalb der Grotte fließende und zwischen ihnen in Beziehung auf Algen Mikrophyten kommt zum Vorschein sowohl der qualitative als auch der quantitative Unterschied. Von felsigen Unterlagen des ersten Sammeltrichterteiles sind 7 und vom zweiten Sammeltrichterteil 26 Algenarten eingesammelt. Ein ähnlicher Zustand ist in der Zahl ihre Individuen. Die Algenarten, welche die Felsenunterlagen in den Wassern der Grotte ansiedeln, sind mit viel kleinerer Zahl Individuen vertreten, als jene, welche die Felsen in den Wassern ausserhalb der Grotte ansiedeln.

Aus dem von submersen Kalksteinfelsen losgenommenen Material sind blaugrüne Algen (*Cyanophyta*) und silikate Algen (*Bacillariophyceae*) determiniert. Bedeutend seltener sind Arten Mikrophyten, die taxonomisch zu den grünen Algen (*Chlorophyta*) gehören, zu finden. Sie konnten konstatiert werden erst nach Durchsicht des Materials losgenommen von

einer grösseren Anzahl Felsenunterlagen. Die grünen Algen sind mit sehr kleiner Zahl Individuen vertreten. Aus dem Material, angesammelt von submersen Felsenunterlagen sind determiniert folgende Mikrophyten: *Aphanothece castagnei*, *Chroococcus turgidus*, *Gloecapsa aeruginosa*, *Gl. rupestris*, *Gloeothece rupestris*, *Calothrix fusca*, *C. parietina*, *Rivularia haematites*, *Scytonema crispum*, *Sc. ocellatum*, *Sc. rivulare*, *Phormidium favosum*, *Meridion constrictum*, *Diatoma vulgare*, *Synedra capitata*, *Navicula rhynchocephala*, *N. pupula*, *N. cryptocephala*, *Cymbella prostrata*, *C. mycrocephala*, *C. lanceolata*, *Gyrosigma acuminatum*, *Gomphonema constrictum*, *Hormidium subtile*, *Cosmarium sp* und *Closterium sp*.

Unmittelbar aus dem Wasser wurden die Algen eingesammelt mit dem Planktonnetz. Das Wasser ist durch das Netz eine bestimmte Zeit gelaufen und aus der Schnelle ihres Dahinfließens und der Oberfläche der Netzöffnung wurde die durch das Netz durhgelaufene Wassermenge bestimmt. Das Planktonnetz wurde im Wasser gehalten so viel Zeit, dass durch ihn ungefähr 1000 Liter durchlaufen. Mit der Flasche bestimmten Inhalts, die als Meyersflasche zubereitet war, wurden ebenfalls Algen eingesammelt. Die Wassermasse ist bedeutend ärmer an Mikrophyten und aus ihr eine kleinere Zahl Algenarten determiniert als aus dem von submersen Kalksteifelsen losgenommenen Anwuchse.

Zwischen den unmittelbar im Wasser angesiedelten Mikrophyten und jenen an submersen Kalksteifelsen bestehen Verbindung und gegenseitige Einflüsse. Sessile Formen können sich von der Unterlage loslösen und von da ins Wasser geraten. Nur so ist es möglich zu erklären das Vorhandensein der Algen in der Wassermasse eines fließenden Wassers, dessen Länge nur 46 Meter austrägt, und in welchem von seiner Quelle bis zur Wassermühle, und was den Sammeltrichter darstellt, die Wassermasse in der Zeit, kürzer als eine Minute, die Algen übertragen kann. Das Loslösen sessiler Algen von Felsenunterlagen vollbringt die Bewegungskraft der Wassermasse, aber dazu tragen bei auch die unorganischen Partikeln, welche regelmässig im Wasser vorhanden sind. Der Grösse nach gehören sie zum Makroston, im Wasser sind sie enthalten in grösseren Masse zur Zeit, in der die Ortsbewohner im Sammeltrichter Wäsche waschen, so wie auch dann, wenn se aus ihm mit Gefässen Wasser schöpfen.

Aus dem Material, das mit dem Planktonnetz, wie auch mit der Flasche, die als Meyersflasche bereitgemacht war, eingesammelt wurde, sind determiniert folgende Mikrophyten: *Chroococcus turgidus*, *Gloecapsa aeruginosa*, *Gl. rupestris*, *Scytonema crispum*, *Sc. ocellatum*, *Calothrix parietina*, *Diatoma vulgare*, *Meridion constrictum* und *Gomphonema constrictum*.

Obwohl in Beziehung zu der Artenzahl Mikrophyten als auch zu der Individuenzahl zwischen dem durch die Grotte hindurchfließenden Sammeltrichterteil und dem ausserhalb ihrer fließenden Sammeltrichterteil ein Unterschied besteht, das als ein Ganzes genommene durchstudierte Flussgebiet ist dennoch arm an Algen und das sowohl in der Artenzahl als auch in ihrer Individuenzahl. Ihr Anteil an der Zusammensetzung

phykologischer Ansiedlungen ist klein und im Flussgebiet existieren nirgend kompakte, zahlreiche und flächenhaft grosse Ansiedlungen von Algen Mikrophyten. Nebst der Artum der Flora besteht auch ihre schwach entwickelte Vegetation.

Die makrophyten Fadelangen im Sammeltrichter des Flusses sind nur zwischen dem Eingang in die Grotte und der Wassermühle angesiedelt. Die Ausbreitung ihrer Ansiedlungen ist deutlich abgegrenzt und leicht mit freiem Auge inne zu werden. In dem durch die Grotte durchfliessenden Sammeltrichterteile bestehen nirgend Algen Makrophyten, dringen überhaupt nicht in die Grotte ein und reichen nur bis an ihren Eingang. Die Algen Makrophyten gehören taxonomisch zu den roten Algen (*Rhodophyta*) und makroskopische Fadenalgen aus anderen Typen sind in diesem Sammeltrichterteil nicht vorhanden. Für die Gewässer Serbiens, die phykologisch noch ungenügend erforscht sind, dies ist die erste Konstatation roter Algen. Determiniert sind: *Batrachospermum moniliforme* und *B. vagum*.

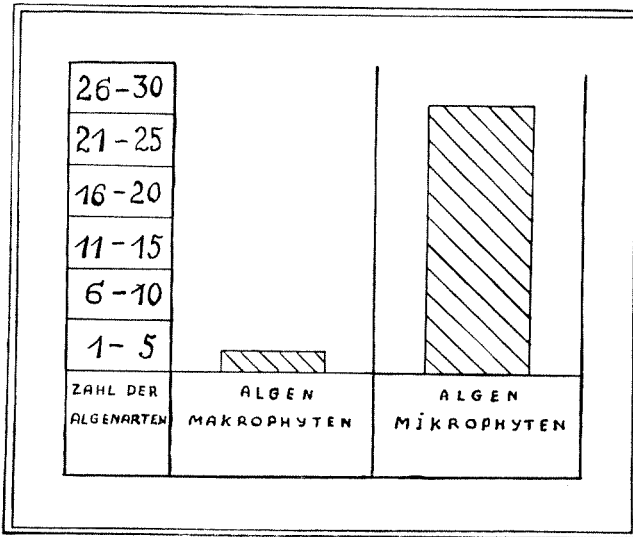
*Batrachospermum moniliforme* ist sehr häufig, violett bis blaugrün ist ihre Farbe, ist sehr weitgestreckt und die Länge seines Körpers trägt bis 12 Zentimeter aus. Die dichten Rasen sind an submerse Felsenunterlagen befestigt, durch Wirkung des Wasserlaufes sind sie der Richtung des Wasserdurchflusses zugerichtet und mit ihrem Zahlreich verleihen sie das Kennzeichen der phykologischen Vegetation. Obwohl die Alge vertreten ist in der ganzen Länge dieses Sammeltrichterteiles, ist sie dennoch relativ häufig, bewächst einen grossen Teil der Grundoberfläche und nimmt eine dominante Lage ein im Wasser des sich unweit des Einganges in Grotte befindenden Sammeltrichters.

*Batrachospermum moniliforme* befindet sich am häufigsten an massiven, schwerer verrückbaren Kalksteinfelsen, deren obere Flächen er bewächst. Die Seitenflächen solcher Unterlagen sind schwächer angesiedelt. Man könnte dennoch nicht sagen, dass die Alge in ihrem Ansiedeln an die chemische Natur solcher Unterlagen gebunden ist, und dass sie dichte Populationen nur an Felsen mit Kalksteinnatur bauen kann. Die Alge, obwohl nur auf einigen Stätten, ist auch auf Unterlagen die nicht die Kalksteinnatur hatten, konstatiert worden. Die Kalksteinfelsen im Flussgebiet um den Quell herum sind relativ häufig, was für die Ansiedlungsmöglichkeit der Algen sehr viel bedeutet. Das Ansiedeln ist erleichtert auch damit, dass die Felsen auf ihrer Oberfläche Unebenheiten in Form von Höhlungen und Ausbauchungen haben, die Höhlungen sind seicht und die Ausbauchungen von kleiner Höhe und sind in grosser Anzahl zu finden. Die Kalksteinfelsen solcher Beschaffenheit haben sich als geeignet für das Ansiedeln dieser Alge erwiesen und ihre dichte Populationen in diesem Falle, nebst den bestehenden Bedingungen, sind auch mit der physischen Unterlagenatur bedingt.

*Batrachospermum vagum* ist bedeutend seltener, ist nicht so oft zu finden und begrenzt an den Sammeltrichter des Flusses, der sich an dem Eingang in die Grotte selbst befindet. Solcher Zustand ist konstatiert worden beide Male beim Einsammeln des Materials, anfangs Mai und in der zweiten Hälfte August 1961 Jahres.

Die Wasser des Sammeltrichters des Flusses zwischen dem Eingang in die Grotte und der Wassermühle, besonders jene in der Nähe der Wassermühle sind tagsüber lange mit direktem Sonnenlicht beleuchtet, sind offen, ohne irgendeinen Schutz, und ihre Insolation ist in sonnigen Tagen langdauernd. Dennoch die Algen Makrophyten angesiedelt in ihnen sind nicht ausgesetzt der unmittelbaren Einwirkung des Sonnenlichtes, die Unterlagen, auf welchen sie dichte Populationen bauen, befinden sich unterhalb des Wasserniveau, oberhalb ihrer sind immer Wasserschichten 2—3 Dezimeter dick und zur Beleuchtung der Algen kommt es erst nach Lichtdurchgang durchs Wasser. Mit solcher Lage sind die Algen geschützt vom direkten und allzusehr starken Licht, denn die Lichtintensität nimmt ab beim Durchgang des Wassers auch geringer Tiefe. Andererseits sind die Algen Makrophyten in tieferen Wasserschichten beleuchtet mit Licht, das sich nach ihrer Strahlennatur unterscheidet von jenem welches auf die Wasseroberfläche selbst fällt.

Die Algen Makrophyten sind sessile Formen, mit ihren basalen Teilen sind sie an die Unterlage befestigt und die in Form von Ausbauchungen und Höhlungen auf submersen Felsenunterlagen sich befindenden



Graphikon 1 Graphische Darstellung des Zahlenverhältnisses der Algen Makrophyten und Algen Mikrophyten im Sammeltrichter des Flusses Banja.

Unebenheiten erleichtern das in grossem Masse. Die Felsensubstraten sind schwer verrückbar, im Wasser des Sammeltrichters des Flusses haben sie bestimmte Stätten und Lagen, und der Wasserstrom kann sie schwer von einer auf die andere Stätte verrücken.

Der Körper der Algen Makrophyten bleibt nicht beständig unveränderten Aussehnes, von ihm reissen ab längere oder kürzere Fäden, die

der Wasserstrom langsam auf den Oberflächenschichten des Sammeltrichters trägt. Die Pigmente Phykozyan und Phykoerythrin, die solche Teile enthalten, lösen sich im Wasser und deswegen erscheinen sie in ihr mit hellblauer bis hellroter Farbe. Die Färbung ist intensiver, wenn sich im Wasser eine grössere Anzahl Fragmente befindet, und ist bemerkbarer im Ufer- als im Talwegteil des Sammeltrichters des Flusses. Trotzdem durch den Wasserlauf entfernen sich die Fragmente relativ rasch aus diesem Teil des Flussegebietes und Phykobilinen (Phykozyan und Phykoerythrin) an der Sonne und Luft zerstören sich und es kommt nicht zur Wasserfärbung in grosserer Masse.

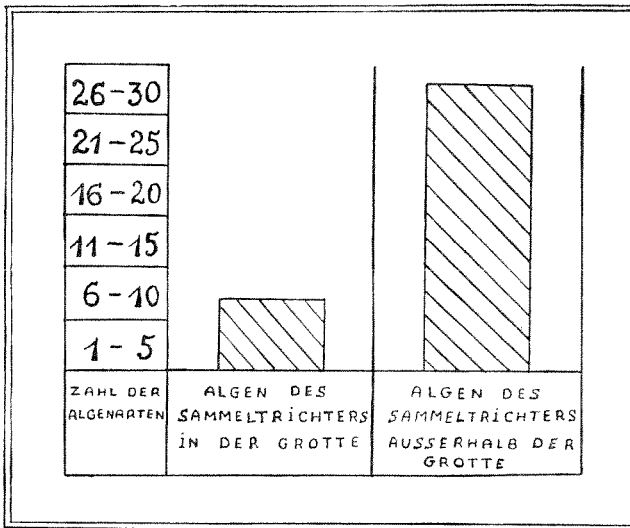
Durch die Vorschung des Sammeltrichters des Flusses Banja ist festgestellt worden, dass sich in ihm deutlich unterscheiden zwei Teile, der eine der durch die grosse Grotte von Petnica hindurchfliesst und der andere fliesst ausserhalb ihrer. Sie sind voneinander unterschieden sowohl hinsichtlich der enthaltenen Algenarten, als auch in ihrer Gesamtzahl. Solcher Unterschied ist bedingt mit verschiedenen Lebensbedingungen in den Sammeltrichterteilen des Flusses. Die Zahl Algenarten ist klein und im Ganzen genommen der Sammeltrichter des Flusses ist mit Formenarmut charakterisiert. Die Algen Mikrophyten sind vorgestellt auch mit kleiner Individuenzahl längs dem ganzen Sammeltrichter des Flusses, von seinem Quell bis zur Wassermühle und neben der Armut floristischer Elemente kommt zum Vorschein ihre schwach entwickelte Vegetation. Die Algen Makrophyten sind in ihrer Ausbreitung mehr eingeschränkt, befinden sich nur im Sammeltrichter des Flusses, der zwischen dem Eingang in die Grotte und der Wassermühle fliesst, sind in floristischer Zusammensetzung arm, aber ihre Vegetation ist gut entwickelt. Sie bauen eine grosse Anzahl Rasen, haben eine grössere Anzahl Kalksteinfelsen in diesem Sammeltrichterteil bewachsen und die oberen Flächen solcher Unterlagen sind gänzlich mit Algen Makrophyten angesiedelt. Die grosse Anzahl ihrer Individuen, mit welchen die submersen Kalksteinfelsen bewachsen sind, haben relativ lange, von Anfang Mai bis Ende August, das Gemark der gesamten Wasservegetation des Sammeltrichters des Flusses Banja verliehen.

## DISKUSSION

In dem Vorabschnitt wurde betont, dass der Sammeltrichter des Flusses arm an Algen ist, es siedelt ihn an eine kleine Artenzahl und in floristischer Hinsicht charakterisiert ihn die Formenarmut. Solcher Zustand wurde am Material, eingesammelt anfangs Mai und in der zweiten Hälfte August 1961 Jahres festgestellt und die spärliche Algenflora hat vom Frühlingsende bis fast zum Sommerende gedauert. Die Ausführung der Schlüsse, die sich auf die floristische Algenzusammensetzung beziehen wäre vollständiger, wenn die Algen der ganzen Vegetationsperiode über gesammelt wären und nicht 4 Tage in einem Frühlings- und 2 Tage in einem Sommermonat. Indessen auch diese Angaben können zur Ausführung der Schlüsse dienen mit Rücksicht, dass die Floraarmut mit Be-

zug auf Algen etwa drei Monate gedauert hat und davon während eines Monats und vielleicht auch mehr in einer Jahreszeit, die sehr günstig für die Organismenentwicklung überhaupt und dem zufolge auch für Algen ist.

Die Algenansiedlungen sind grossenteils im Abhängigkeitsverhältnis zur Bodennatur. Ein grosser Grundteil des Sammeltrichters des Flusses ist bedeckt mit kleinen Felsen, die un stabile und leicht verrückbare Unterlagen darstellen. Sie sind mit Algen nicht angesiedelt. Die Algen siedeln an in der Hauptsache massivere und schwerer verrückbare Kalkstein-

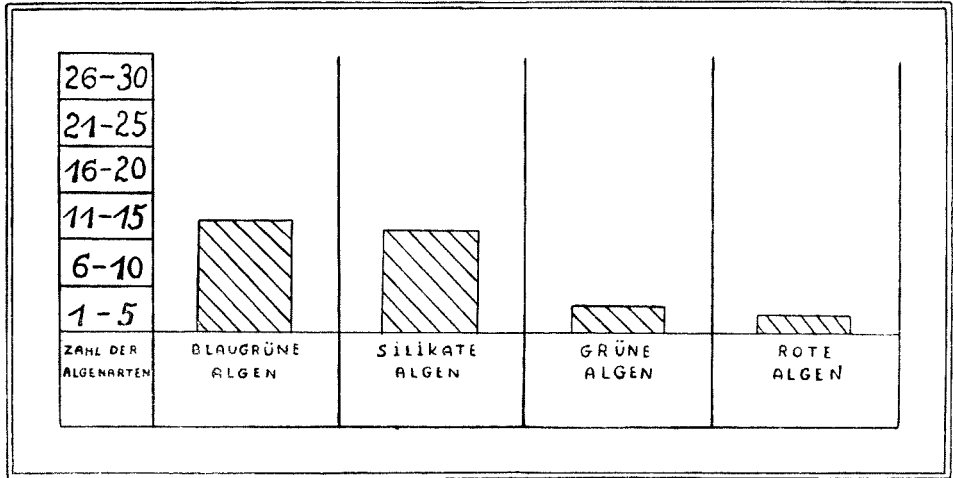


Graphikon 2 Graphische Darstellung des Zahlenverhältnisses der Algen im Sammeltrichter der durch die Grotte hindurchfliesst und Algen im Sammeltrichter der ausserhalb der Grotte fliesst.

felsen, auf welchen sich eine grosse Anzahl Unebenheiten in Form von Ausbauchungen und Höhlungen befindet. Indessen solche Felsen in Beziehung zu den vorerwähnten sind seltener, sind in kleinerer Zahl zu finden und bedecken eine bedeutend kleinere Grundoberfläche des Sammeltrichters des Flusses.

Der Wert pH an der Stelle, wo der Quell selbst hervorquillt ist 7,0, zeigt eine neutrale Reaktion, indessen in den Wassern, in der Nähe der Wassermühle, der Wert pH trägt 7,2 aus und zeigt eine schwache basische Reaktion. In Beziehung auf diesen Faktor die konstatierten Algen zeigen keine grosse Unterschiede und eher könnte man sagen, dass so kleine Unterschiede im pH Wert des Wassers für ihre Ausbreitung nicht von Bedeutung sind, ausser für rote Algen (*Rhodophyta*), die nur in jenem Teil des Sammeltrichters des Flusses, welcher eine schwach basische Reaktion zeigt, vorhanden sind.

Neben den anderen Bedingungen, dies würde die Einschränkung der Ausbreitung der Rhodophyta für die durch die Grotte hindurchfließenden Wasser darstellen und in diesem Sammeltrichterteil sind rote Algen überhaupt nicht konstatiert. Auf jeden Fall, das ist eine zusam-



Graphikon 3 Graphische Darstellung des Zahlenverhältnisses der blaugrünen, silikaten, grünen und roten Algen im Sammeltrichter des Flusses Banja.

mengesetzte Frage und deutet auf das Bedürfnis nach ausführlicherem Durchstudieren in diesem Sinne um zu einer grösseren Anzahl Angaben zu kommen mit welchen man eventuell das hervorgehobene Problem erläutern würde. Solcheine Frage drängt sich auf vor allem deshalb, weil der Sammeltrichter des Flusses ein vorzügliches Objekt für Arbeit in dieser Richtung darstellt.

Für die qualitative und quantitative Zusammensetzung der Algen in diesen Wassern gibt das Licht einen sehr wichtigen Faktor ab. Fast die Hälfte des Sammeltrichters des Flusses fließt durch die Grotte hindurch, ist schwach beleuchtet und ungeeignet für die Erhaltung autotropher Pflanzen überhaupt und dem zufolge auch für Algen. In diesen Wassern sind nur Mikrophyten und zwar blaugrüne Algen (*Cyanophyta*) und silikate Algen (*Bacillariophyceae*).

Indessen, die ausserhalb der Grotte fließenden Wasser sind gut beleuchtet, ihre floristische Zusammensetzung in Beziehung zu den vorerwähnten ist anderartig, reicher an Arten und sind sowohl mit Mikrophyten als auch mit Makrophyten angesiedelt. Von Mikrophyten sind blaugrüne Algen (*Cyanophyta*), silikate Algen (*Bacillariophyceae*) und grüne Algen (*Chlorophyta*) vorhanden. Die Algen Makrophyten sind deutlich räumlich gesondert, ihre Ansiedlungen sind auf einen bestimmten Teil des Sammeltrichters des Flusses eingeschränkt und sind mit roten Algen (*Rho-*



*dophyta*) vorgestellt. Die Vegetation der Algen Makrophyten ist gut entwickelt und erstreckt sich den Sammeltrichter des Flusses entlang vom Eingang in die Grotte bis zur Wassermühle selbst, und gibt im Laufe des Jahres relativ lange das charakteristische Kennzeichen der Wasservegetation dieses Teiles des Sammeltrichters des Flusses.

Die Abänderlichkeit seines Wasserniveau, die Schnelle der Wasserbewegung, die Erosionswirkung des Wassers, die Bereicherung mit organischen Materien als auch andere Faktoren kommen nicht zum Vorschein in so grossem Masse vor, dass sie entscheidend für die Charakteristik der Algenansiedlungen im Sammeltrichter des Flusses würden.

### ZUSAMMENFASSUNG

Die Algen sind durchstudiert aus den Sammeltrichtern des Flusses Banja bei Valjevo.

Im Sammeltrichter des Flusses sondern sich ab deutlich zwei Teile, der eine, der durch grosse Grotte von Petnica hindurchfliesst und der andere, der ausserhalb ihrer fliesst.

In den Wassern des Sammeltrichters sind Algen Mikrophyten und Algen Makrophyten konstatiert. Mikrophyten gehören taxonomisch zu den blaugrünen Algen (*Cyanophyta*), silikaten Algen (*Bacillariophyceae*) und grünen Algen (*Chlorophyta*) und die Makrophyten zu den roten Algen (*Rhodophyta*).

Die Algen siedeln massivere und durchs Wasser schwerer wegrückbare submerse Kalksteinfelsen an. Wenn sich die Algen von den Kalksteinfelsen trennen, geraten sie ins Wasser selbst. Die kleinen und leicht verrückbaren Felsenunterlagen sind nicht mit Algen angesiedelt, solche Unterlagen in Beziehung zu den vorerwähnten sind häufig, sind in grösserer Anzahl zu finden und bedecken eine grössere Grundoberfläche des Sammeltrichters des Flusses.

Die sich von einander hydrologisch unterscheidenden zwei Teile des Sammeltrichters des Flusses sind sehr deutlich abgegrenzt in der Zusammensetzung ihrer Algenansiedlungen. Der Sammeltrichterteil, der durch die Grotte fliesst ist nur mit Algen Mikrophyten und zwar mit blaugrünen Algen (*Cyanophyta*) und silikaten Algen (*Bacillariophyceae*) angesiedelt, der Sammeltrichterteil aber, der ausserhalb der Grotte fliesst, ist mit Algen Mikrophyten und zwar mit blaugrünen Algen (*Cyanophyta*), silikaten Algen (*Bacillariophyceae*) und grünen Algen (*Chlorophyta*) als auch mit Algen Makrophyten und zwar mit roten Algen (*Rhodophyta*) angesiedelt.

Die Algen Mikrophyten erscheinen in kleiner Zahl Arten und Individuen. Die Artenzahl der Makrophyten ist ebenfalls klein, aber ihre Vegetation ist gut entwickelt und sie mit der grossen Anzahl Individuen geben der Vegetation des Sammeltrichters des Flusses Banja das Kennzeichen.

SYSTEMATISCHE ÜBERSICHT DER ALGEN IM SAMMELTRICHTER  
DES FLUSSES

## I CYANOPHYTA

*Aphanothece castagnei* (Bréb.) Rabh.  
*Chroococcus turgidus* (Kütz.) Näg.  
*Gloeocapsa aeruginosa* (Carm.) Kütz.  
*Gl. rupestris* Kütz.  
*Gloeothece rupestris* (Lyng.) Born.  
*Calothrix fusca* (Kütz.) Born et Flah.  
*C. parietina* (Näg.) Thur.  
*Rivularia haematites* (D. C.) Ag.  
*Scytonema crispum* (Ag.) Born.  
*Sc. ocellatum* Lyng.  
*Sc. rivulare* Borzi  
*Phormidium favosum* (Bory) Gom.

## II CHRYSOPHYTA

*Bacillariophyceae*  
*Meridion constrictum* Ag.  
*Diatoma vulgare* Bory  
*Synedra capitata* Ehr.  
*Navicula rhynchocephala* Kütz.  
*N. pupula* Kütz.  
*N. cryptocephala* Kütz.  
*Cymbella prostrata* (Berk.) Cleve  
*C. mycrocephala* Grun.  
*C. lanceolata* (Ehr.) v. Heurck.  
*Gyrosigma acuminatum* (Kütz.) Rabh.  
*Gomphonema constrictum* Ehr.

## III CHLOROPHYTA

*Hormidium subtile* Heering  
*Closterium* sp  
*Cosmarium* sp

## IV RHODOPHYTA

*Batrachospermum moniliforme* Roth.  
*B. vagum* (Roth.) Ag.

## LITERATURVERZEICHNIS

- Behning A. (1928): Das Leben der Wolga. — Stuttgart.
- Cvijić J. (1926): Geomorfologija, knjiga II. — Beograd.
- Cvijić J. (1912): Petnjička pećina. — Glasnik srpskog geografskog društva 1, Beograd.
- Elenkin A. (1938, 1949): Sinezelenie vodorasli, vip. I i II, Moskva.
- Engler's Syllabus der Pflanzenfamilien Bd. I. — Berlin 1954.
- Ercegović A. (1932): Ekološke i sociološke studije o litofitskim cijanoficama sa jugoslovenske obale Jadrana. — Zagreb.
- Fott B. (1959): Algenkunde. — Jena.
- Gessner F. (1955): Hydrobotanik I. — Berlin.
- Golubić S. (1957): Vegetacija alga na slapovima rijeke Krke u Dalmaciji. — Jugoslav. akad. znanost. i umetnosti, knjiga 312 — Zagreb.
- Horvat I. (1949): Nauka o biljnim zajednicama. — Zagreb.
- Jakovljević S. (1951): Kratak kurs ekologije sa osnovama hidrobiologije. — Beograd.
- Jakovljević S. (1934): Végétation macrophytique du lac de Prespa. — Bull. de l'inst. et du jardin bot. de l'Univ. d. Beograd, T. III N. 1—2. — 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'Univ. d. Beograd T. II N. 1—2. — Beograd.
- Jovanović B. (1949): Petnička pećina. — Zbornik radova geografskog instituta SAN 1. — Beograd.
- Jovanović B. (1956): Reljef sliva Kolubare. — Beograd.
- Jurilj A. (1954): Flora i vegetacija Dijatomeja Ohridskog Jezera. — Zagreb.
- Košanin N. (1907): Daićsko Jezero. — Beograd.
- Košanin N. (1910): Vlasina. — Beograd.
- Milosavljević M. (1951): Klimatologija. — Beograd.
- Milosavljević M. 1956): Meteorologija. — Beograd.
- Naumann E. (1931): Limnologische Terminologie. — Berlin.
- Oltmanns F. (1923): Morphologie und Biologie d. Algen. — Jena.
- Pascher's süßwasser — Flora Deutschlands, Österreich und d. Schweiz, Heft 1—7; 9—12.
- Pevalek I. (1924): Geobotanička i algološka istraživanja cretova u Hrvatskoj i Sloveniji. — Zagreb.
- Pevalek I. (1925): Prilog poznavanju alga jezera i poljane kod Dednog Polja u Julskim Alpama. — Zagreb.
- Ruttner F. (1940): Grundriss d. Limnologie. — Berlin.
- Schimper A. (1923): Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage, Bd. I, II<sub>1</sub> und II<sub>2</sub>. — Jena.
- Stanković S. (1951): Naselje dna jegejskih jezera. — Zbornik radova inst. za ekol. i biogeogr., knjiga XI br. 2. — Beograd.
- Stanković S. (1954): Okvir života. — Beograd.
- Thienemann A. (1926): Die Biennengewässer Mitteleuropas Bd. I. — Stuttgart.
- Thienemann A. (1923): Die Untersuchung bestimmter Gewässer: die Quellen. — Handb. d. biolog. Arbeitsmethoden Lief. 115. — Berlin.

## R e z i m e

RADIVOJE Ž. MARINOVIĆ

**ALGE U IZVORIŠTU REKE BANJE KOD VALJEVA**

Alge su prikupljane početkom maja i u drugoj polovini avgusta 1961. godine iz voda izvorišta reke Banje kod Valjeva. Alge su skidane nožem ili drškom pincete sa submerznih stenovitih podloga na kojima se slobodnim okom moglo videti da ih naseljavaju alge. Neposredno iz vode alge su prikupljane planktonskom mrežom i flašom određene zapremine koja je pripremljena kao Majerova flaša.

Kretanje vode u delu rečnog sliva oko izvora vrši se stalno određenim pravcem, ravnomerno je i nije velike brzine. Sem u doba kad potpuno prestane, jer se izvorište reke u toku godine javlja kao povremeno intermitentno vrelo, vodeni nivo tokom godine mnogo se ne menja, količina vode stalna za duži vremenski period i ne postoji njeno kolebanje. U izvorištu reke u kratkim vremenskim razmacima ne dešavaju se velike promene i njegove vode eustatičnog su tipa.

U izvorištu reke jasno se izdvajaju dva dela, jedan što protiče kroz Veliku petničku pećinu a drugi protiče van nje. Voda izvorišta što protiče kroz pećinu osvetljena je veoma slabo a voda izvorišta što teče van pećine sunčanih dana dugo je osvetljena direktnom sunčevom svetlošću.

Determinisane su alge mikrofite i alge makrofite. Mikrofite taksonomski pripadaju modrozelenim algama (*Cyanophyta*), silikatnim algama (*Bacillariophyceae*) i zelenim algama (*Chlorophyta*) a makrofite crvenim algama (*Rhodophyta*). Makrofita iz drugih taksonomskih jedinica nema u izvorištu reke.

Alge uglavnom naseljavaju krupnije i teže pomerljive submerzne krečnjačke stene na kojima se nalazi veći broj neravnina u obliku ispupčenja i udubljenja. Kad se alge odvoje od krečnjačkih stena dospevaju neposredno u vodu. Sitne i vodom lako pomerljive čvrste podloge nenasele su algama, takve podloge u odnosu na prethodne česte su, nalaze se u velikom broju i pokrivaju veliku površinu dna izvorišta reke.

Iako su vode dela izvorišta što protiče van pećine izložene direktnom uticaju sunčeve svetlosti, ipak alge nastanjene na submerznim stenovitim podlogama nisu neposredno osvetljene, iznad njih nalaze se vodeni slojevi debeli nekoliko desimetara i do osvetljavanja alga dolazi tek posle prolaska svetlosti kroz vodu. Takvim položajem alge su zaštićene od direktne i suviše jake svetlosti jer svetlosni intenzitet opada pri prolasku svetlosti i kroz vodu neznatne dubine.

Sa dubinom vode menja se i priroda svetlosti jer alge u dubljim slojevima vode osvetljene su svetlošću koja se po prirodi svojih zrakova razlikuje od one što pada na samu površinu vode.

Dva dela izvorišta reke koji se međusobno razlikuju hidrološki, veoma su jasno razgraničeni prema sastavu svojih naselja alga. Deo izvorišta što protiče kroz pećinu naseljen je samo algama mikrofitama i to modrozelenim algama (*Cyanophyta*) i silikatnim algama (*Bacillariophyceae*), a onaj što protiče van pećine naseljen je algama mikrofitama i to modrozelenim algama (*Cyanophyta*), silikatnim algama (*Bacillariophyceae*) i zelenim algama (*Chlorophyta*) i algama makrofitama i to crvenim algama (*Rhodophyta*).

Alge mikrofite javljaju se u malom broju vrsta i individua i uz siromaštvo flore javlja se njihova oskudna vegetacija. Broj vrsta makrofita takođe je mali, ali je dobro razvijena njihova vegetacija. Velikim brojem svojih jedinki alge makrofite daju karakteristično obeležje vodenoj vegetaciji izvorišta reke Banje.