

LIMNOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN AM SKADAR (SKUTARI)—SEE

Von

Fritz G e s s n e r (Langenargen am Bodensee)

Einleitung.

Gegen Abend des 6. September 1924 langten die Exkursionsteilnehmer des VII internationalen Limnologenkongreßes — von Podgorica kommend — am Ufer des Skadar-Sees an. Da die jugoslavische Marine dem Kongreß ein Schiff zur Verfügung gestellt hatte, konnte ein Teil von uns eine mehrstündige Fahrt durch den nördlichen Teil dieses Sees machen. Während dieser Fahrt gab Prof. S. S t a n k o v i ć einige Erleuterungen über diesen —bisher limnologisch fast unbekanntem—See und er wies namentlich darauf hin, daß sich zwischen seiner Morphologie, seinem Planktongehalt und seiner Fischproduktion ein sehr auffallendes Mißverhältnis gezeigt habe.

Diese Ausführungen gaben mir die Anregung, die Fahrt über den Skadar-See dazu zu benützen, größere Mengen von Plankton qualitativ und quantitativ zu entnehmen, sowie Wasserproben zur chemischen Untersuchung zu schöpfen.

Wenn ich mich entschloß, im Folgenden die Ergebnisse meiner Untersuchungen darüber zu veröffentlichen, so geschah dies einerseits darum, weil der Skadar-See ein limnologisch noch unbekanntes Gebiet ist, zweitens und in der Hauptsache aber deshalb, um auf ein wichtiges produktionsbiologisches Problem hinzuweisen, welches eine weitere Erforschung als dringend erwünscht erscheinen läßt.

Der Chemismus

Die Wasserproben wurden um 19 Uhr von der ruhigen Seeoberfläche entnommen und teils mit Chloroform fixiert, teils unfixiert in Glasflaschen aufbewahrt. Die Analysen wurden nach

zwei Wochen im Laboratorium des Instituts in Langenargen durchgeführt.

Nur die Phosphate wurden bereits 12 Stunden nach der Probenentnahme im Grand Hotel in Cetinje untersucht. Wasserentnahme aus der Tiefe war leider nicht möglich, jedoch besitzt Skadar-See — von einigen eng umgrenzten Stellen abgesehen — nur eine Tiefe von 5—6 m.

In folgender Tabelle gebe ich eine Zusammenstellung der Ergebnisse. Für die Überlassung einiger Daten bin ich Herrn Dr. Höll (Hannover) zu herzlichem Dank verpflichtet.

Temperatur	25.2 °C
PH	7.8
Freie CO ₂	8.0 mg/l
Härte	4.32 D. G.
Phosphat	0—2 mg P/m ³
Nitrat (NO ₃)	0 mg N/m ³
Silikat	702 mg Si/m ³
Amoniak (NH ₃)	< 20 mg/m ³
Eisen (Fe)	< 30 mg Fe/m ³
Chlorid (Cl)	4 mg/l
Sulfat (SO ₄)	7.4 mg/l

Was an der chemischen Zusammensetzung des Skadar-See-wassers ganz besonders auffällt, ist seine ungewöhnliche Armut an Phosphat, an Stickstoffverbindungen, an Silikat und an Eisen. Fehler in der Bestimmung können ausgeschaltet werden, da das Phosphat sehr bald nach der Entnahme geprüft wurde, das Nitrat aber sowohl in fixierten wie in unfixierten Proben nach der Strychninsulfat-Methode von Harvey sowie mit dem Diphenylbenzidin (nach Atkins) keine Spur einer Färbung zeigte: Auch das Eisen und die Kieselsäure gaben nur Mengen eines oligotrophen Sees.

Das Plankton.

Zum qualitativen Planktonfang verwendete ich ein kleines Kolkwitz-Netz mit Gazennummer 25. Dieses Material wurde mit Formalin fixiert. Die zur Planktonzählung bestimmten Wasserproben wurden mit einigen Tropfen Jod-Jod-Kaliumlösung versetzt. Für die Bestimmung einiger schwieriger Planktongruppen bin ich Herrn Dr. Hustedt (Diatomeen) und Herrn Dr. Kozminski (Copepoden) zu herzlichem Dank verpflichtet.

In der nun folgenden Organismenliste sind eine große Anzahl von Formen enthalten, die sicher nicht dem Plankton angehören, sondern aus dem Benthos und dem Litoral eingeschleppt sind. Bei der geringen Tiefe und der starken Windexposition ist dies vollkommen verständlich.

Flagellaten:

Dinobryon bavaricum

Peridineen:

Ceratium hirundinella (robuste Form, zwei Antapikalhörner)

Cyanophyceen:

Merismopedia glauca

Microcystis flos aquae

— *viridis*₃

Chroococcus limneticus

Lyngbya contorta (?)

Chlorophyceen:

Lagerheimia genevensis

Pediastrum clathratum f. *duo-*
denarium

Coelastrum microsporum

Gloeococcus Schröteri (?)

Oocystis spec.

Crucigenia quadrata

Scendesmus quadricauda

Ankistrodesmus lacustris

— *falcatus*

Tetraëdron spec.

Gloeocystis ampla

Desmidiaceen:

Staurastrum excavatum

Cosmarium spec.

Closterium setaceum

Staurastrum cuspidatum

Diatomeen:

Achnanthes lanceolata

Amphora ovalis

— — *forma pediculus*

Anomoeoneis exilis

— *zellensis*

Cocconeis placentula

— — *v. klinoraphis*

Cyclotella comta

— *planktonica*

— *ocellata*

— *operculata*

Cymatopleura solea

Cymbella affinis

— *austriaca*

— *delicatula*

— *gracilis*

— *helvetica*

— *lanceolata*

— *microcephala*

— *ventricosa*

Denticula tenuis

Diatoma vulgare v. *Ehrenbergi*

Eunotia pectinalis

<i>Fragilaria construens</i>	<i>Synedra ulna</i>
— <i>capucina</i> v. <i>lanceolata</i>	— — v. <i>biceps</i>
— <i>crotonensis</i>	<i>Tabellaria fenestrata</i>
<i>Frustulia rhomboides</i> v. <i>saxonica</i>	<i>Diatoma hiemale</i> v. <i>mesodon.</i>
<i>Comphonema acuminatum</i>	Ciliaten (nach fixiertem Material unbestimmbar).
— <i>constrictum</i>	Rotatorien :
— <i>intricatum</i>	<i>Asplanchna priodonta</i>
— <i>olivaceum</i>	<i>Synchaeta spec.</i>
— <i>parvulum</i>	<i>Pleosoma hudsoni</i>
<i>Gyrosigma scalproides</i>	<i>Notholca longispina</i>
<i>Hantzschia amphioxys</i>	<i>Anuraea aculeata</i>
<i>Melosira granulata</i>	<i>Rattulus spec.</i>
<i>Navicula bacillum</i>	Cladoceren:
— <i>cryptocephala</i> v. <i>intermedia</i>	<i>Daphnia cucullata</i>
— <i>exigua</i>	<i>Leptodora Kindtii</i>
— <i>gracilis</i>	<i>Bosmina longirostris</i>
— <i>mutica</i> v. <i>ventricosa</i>	<i>Diaphanosoma brachyurum</i>
— <i>radiosa</i>	Copepoden :
— <i>rhynchocephala</i>	<i>Diaptomus vulgaris</i> v. <i>skutari-</i>
— <i>scutelloides</i>	<i>ensis</i>
<i>Nitzschia amphibia</i>	<i>Mesocyclos leuckarti</i>
— <i>angustata</i>	Lammellibranchiaten :
— <i>hungarica</i>	Larven von <i>Dreissena</i>
<i>Stephanodiscus astraea</i>	Hydracariden.
<i>Surirella angusta</i>	
— <i>robusta</i> v. <i>splendida</i>	

Außer diesen in der Liste angeführten Arten fanden sich in den Proben noch reichlich *Spirogyra*, *Zygnema* Fäden und einige Individuen von *Arcella*. Die einzige Besonderheit, die in dieser qualitativen Planktonzusammensetzung erwähnenswert ist, betrifft das Auftreten von *Dreissena*-Larven, die nur noch vom Ochrid-See planktonisch bekannt sind. Es ist diese Übereinstimmung deshalb so unerwartet, weil Ochrid-See und Skadar-See in jeder Beziehung verschieden sind. Auffallen mag ferner die große Zahl der Kieselalgen, doch ist eben zu berücksichtigen, daß die meisten dieser Formen nicht planktonisch sind. Über einige seltene oder neue Diatomeen meines Materials will Herr Dr. Hustedt an anderer Stelle berichten

Die quantitative Planktonuntersuchungen wurden mit dem Utermöhl'schen Mikroskop durchgeführt. Zur Zählung der

häufigsten Formen verwendete ich eine 2 ccm-Kammer, die selteneren Arten mußten mit einer 10 ccm-Kammer ausgezählt werden. Die Resultate der Zählungen sind in folgender Tabelle zusammengestellt: In 1 Liter waren enthalten:

<i>Cyclotella</i> (einzeln)	258000
<i>Cyclotella plankt.</i> (Kolonie)	13000
<i>Navicula</i>	3000
<i>Fragilaria</i> (einzeln)	5000
<i>Oocystis spec.</i>	2000
<i>Lagerheimia</i>	1000
<i>Crucigaenia</i>	1000
<i>Synedra ulna</i>	1000
<i>Chroococcus limneticus</i>	1300
<i>Melosira granulata</i>	100
<i>Ceratium hirundinella</i>	1700
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	100
<i>Staurastrum cuspidatum</i>	100
— <i>gracile</i>	200
<i>Ankistrodesmus lacustris</i>	200
— <i>falcatus</i>	100
<i>Pediastrum clathratum</i>	1800
<i>Merismopedia glauca</i>	500
<i>Microcystis</i>	500
<i>Closterium setaceum</i>	100
<i>Dinobryon bavaricum</i>	100
<i>Coelastrum microsporum</i>	100
<i>Lyngbia contorta</i>	200
Summe in 1 Liter	291100

Vergleicht man diese Zählungen, die freilich nur Stichprobenwert haben, mit denen anderer Seen, so muß das Plankton als arm bezeichnet werden. Quantitativ entspricht es — bei ähnlicher Artenzusammensetzung — etwa der Hälfte der im Bodensee während des Sommers in Epilimnion produzierten Menge.

Der oligotrophe Charakter des Skadar-Sees wird ferner durch das zahlenmäßige Zurücktreten der Cyanophyceen unterstützt, die in eutrophen Seen zu dieser Jahreszeit meist den Hauptanteil des Phytoplanktons bilden.

Schlußfolgerungen

Zwischen Nährstoffgehalt und Planktonmenge können im See folgende Beziehungen bestehen:

1. Wenig Nährstoff (betreffend hauptsächlich P und N), wenig Plankton. (Primäre Nährstoffarmut).
2. Wenig Nährstoff, viel Plankton. (Sekundäre Nährstoffarmut).
3. Viel Nährstoff, wenig Plankton. (Entweder Übergangsstadium zu 2. oder Gegenwart von Hemmungsfaktoren [Giftstoffe u. s. w]).

Von diesen drei Möglichkeiten ist die erste am seltensten zu finden, und sie bedarf wohl in jedem Falle einer besonderen Erklärung. Aus den bisherigen Daten geht hervor, daß der Skadar-See wohl jenen ersten Fall darstellt. Die von Stanković hervorgehobene Planktonarmut findet also in der Nährstoffarmut ihre Erklärung, diese selbst wird nun aber zum limnologischen Problem, das der weiteren Untersuchung wert wäre.

Sind also die produktionsbiologischen Verhältnisse des Skadar-Sees schon an und für sich dadurch interessant, daß sie weder mit der Lage noch der Morphologie dieses Seebeckens übereinstimmen, so werden sie geradezu zum Rätsel, wenn man die Fischproduktion dieses Gewässers heranzieht. In einer statistischen Zusammenstellung über die Fischerei im Skadar-See berechnet im Jahre 1918 Emil Doljan*) den jährlichen Fischertrag des Skadar-Sees auf 600.000 bis 800.000 kg. Den Hauptanteil haben dabei die Cypriniden und zwar in erster Linie *Alburnus scoranza*. In zweiter Linie kommen *Cyprinus carpio*, *Chondrostoma nasus*

*) E. Doljan: Fischerei am Skutari-See. — (Österreichische Fischereizeitung, XIV, 1917, Nr. 20—24).

und *Carassius vulgaris*. Der Ertrag pro Ha beträgt etwa 15 bis 30 kg. jährlich. Der genannte Autor vergleicht nun die Fischproduktion des Skadar-Ses mit jener aus anderen Seen und kommt zu dem Ergebnis, „daß die im Skutarisee (samt Überschwemmungsgebiet rund 40.000 ha) im Jahresdurchschnitt gewonnene Fischmenge gegenüber der Fischernte keines der größten mittel- und südeuropäischen Süßwasserseen zurückbleibt“. (S. 24.). Mit diesen Daten ist, wie ich glaube — zur Genüge jenes von Stanković gekennzeichnete Mißverhältnis zwischen Plankton- und Fischproduktion erwiesen und das Problem für die weitere Erforschung dieses Sees gestellt. Es ist zu erwarten, daß quantitative Untersuchungen über die Bodentierwelt das meiste zu seiner Lösung beitragen werden.
