

Der Sihlsee beim Einsiedeln : Beiträge zum Problem der Besiedlung eines voralpinen Stausees

Autor(en): **Laupper, Karl**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Botanique Suisse**

Band (Jahr): **50 (1940)**

PDF erstellt am: **21.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-34263>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Der Sihlsee bei Einsiedeln.

Beiträge zum Problem der Besiedlung eines voralpinen Stausees.

Von *Karl Laupper*.

(Aus dem Institut für spezielle Botanik der Eidg. Techn. Hochschule in Zürich.)

Eingegangen am 26. Februar 1940.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Vorwort	425
I. Geographie und Geologie des Sihltales	427
II. Werkgeschichte und Werkanlagen	432
III. Hydrographie	434
1. Wasserführung der Sihl	434
2. Staukoten des Sihlsees	434
3. Farbe und Geruch des Wassers	436
4. Durchsichtigkeit des Wassers	437
5. Temperatur	440
6. Chemismus	442
IV. Biologie	446
1. Die telmatoplanktischen Biocoenosen im Sihltal vor der Seefüllung	446
2. Die Entwicklung des Limnoplanktons im Sihlsee	452
3. Die Zusammensetzung des Planktons	457
A. Phytoplankton	457
B. Zooplankton	462
4. Planktonliste des Sihlsees	466
5. Die Planktonvegetation des Sihlsees im Vergleich zu derjenigen anderer Stauseen	469
Zusammenfassung	470
V. Synonymenliste einzelner Zooplankter nach R y l o w	472
VI. Schriftenverzeichnis	472

Vorwort.

Der immer steigende Bedarf an elektrischer Energie hat in den letzten Jahren in der Schweiz neben Aufstauungen schon bestehender Seen (Grimsensee, Lungernsee, Ritomsee) die Neuschaffung vieler grösserer und kleinerer künstlicher Seebecken erfordert. Dem Lac de Montsalvens (Staubeginn 1920), dem Lac de Barberine (1923), dem Wäggitalsee (1924) und andern reiht sich nun als jüngster der Sihlsee (1937) an.

Mit dem Staubeginn bot sich mir die günstige Gelegenheit, die Erst- und Neubesiedlung dieses Seebeckens mit Schwebeorganismen zu

verfolgen, eine Aufgabe, der ich mich neben meiner beruflichen Beschäftigung zuwandte.

Für die heutige hydrobiologische Bearbeitung des Sihlsees sind die Untersuchungsergebnisse Düggelis (1903) über die Biocoenosen in den Tümpeln, Torfstichen und Gräben des frühern Sihltales von besonderem Wert. Diese Studien ermöglichen es, den Entwicklungszusammenhang zwischen den frühern telmatoplanktischen Lebensgemeinschaften dieser kleinen, aber zahlreichen Biotope und dem Limnoplankton des Sihlsees in seinem heutigen Zustande abzuklären.

Es kann also festgestellt werden, welche Formen sich einerseits unter den neuen Bedingungen zu erhalten und zu entwickeln vermögen, und welche Arten andererseits den Milieuveränderungen nicht gewachsen sind und zugrunde gehen. Ferner wird es interessant sein zu beobachten, welche Organismen im Sihlsee neu auftreten. Es ist zu erwarten, dass manche unter ihnen wieder verschwinden werden, sich also nicht dauernd einstellen und nur zufällig vorkommen (allogenetisches Plankton), während andere Formen sich so im Biotop dauernd einbürgern (autogenetisches oder endogenetisches Plankton).

Diese Planktonproduktion wird unter dem Einfluss der neuen und vorerst noch wechselnden Existenzbedingungen so lange in dauernder Entwicklung vor sich gehen, bis für die im Biotop vorhandenen Biocoenosen ein biologisch-chemischer Gleichgewichtszustand herbeigeführt sein wird, worauf sich erst ein ausgeglichener und mehr oder weniger regelmässiger Verlauf der jährlichen Planktonproduktion erwarten lässt.

Es ist mein Bedürfnis, allen denen herzlichst zu danken, die diese Studien durch ihr weitgehendes Entgegenkommen unterstützten.

Ich habe in Herrn Professor Dr. E r n s t G ä u m a n n, dem Vorsteher des Institutes für spezielle Botanik an der Eidgenössischen Technischen Hochschule, jederzeit einen eifrigen Förderer meiner Arbeit gefunden. Er stellte mir in grosszügiger Weise Literatur und die notwendigen Instrumente und Apparate zur Verfügung.

Herr Privatdozent Dr. O t t o J a a g leitete die Arbeit und hat mir in zuvorkommendster Weise bei der Bearbeitung des Stoffes seine tatkräftige Unterstützung angedeihen lassen.

Mein besonderer Dank gilt auch Herrn A l o i s S p ö r r i, Engelpotheke in Einsiedeln, der mir in uneigennütziger Freundlichkeit gestattete, neben meiner Berufstätigkeit über die notwendige Zeit nach Möglichkeit zu verfügen.

Ueber die chemisch-physikalischen Verhältnisse im Sihlsee wurden im Laboratorium des Zürcher Kantonschemikers, Herrn Professor Dr. E. W a s e r, von Herrn R o b e r t B u r k a r d regelmässige Untersuchungen ausgeführt und in der demnächst im Druck erscheinenden Dissertation « Sihl und Sihlsee » eingehend behandelt. Die als Grundlage für meine hydrobiologischen Studien erforderlichen Daten wurden

mir, soweit nicht persönliche Untersuchungen vorlagen, von Herrn Burkard bereitwilligst mitgeteilt.

Allen sei an dieser Stelle für die grosszügige und wertvolle Unterstützung nochmals mein aufrichtiger und herzlicher Dank zum Ausdruck gebracht.

I. Geographie und Geologie des Sihltales.

Das Sihltal, das in der Nähe des berühmten Wallfahrtsortes Einsiedeln, der ehemaligen Klause des heiligen Meinrad, das Gebiet zwischen Studen und Roblosen in süd-nordwestlicher Richtung durchzieht, liegt zwischen $6^{\circ} 21'$ und $6^{\circ} 30'$ geographischer Länge und $47^{\circ} 51'$ und $47^{\circ} 55\frac{1}{2}'$ geographischer Breite.

Der südliche Teil des Hochtales ist bedeutend kleiner und schmaler als der nördliche und wird von diesem durch die beiden gegenüberliegenden Nummulitenkalkriffe von Hummel und Sattel in der Talenge bei Steinbach getrennt. Im Süden erreicht das Talniveau 886 bis 900 m ü. M., während das nördliche Gebiet zwischen 870 und 886 m ü. M. gelegen ist.

Im Norden ist es abgeschlossen durch einen grossen, bogenförmigen Moränenwall mit einer maximalen Höhe von 942 m. Zu beiden Seiten folgen immer höher ansteigende Hügel und Berge mit grünen Matten, Weiden und Waldbeständen, hinter denen sich im Süden die kahlen Felsen und Häupter mächtiger Bergriesen erheben, die Einzugsgebiete der Sihl und der Minster.

Noch sehen wir aus der Zeit vor Staubeginn das düster-melancholische Bild einer braungelben, moorigen, von vielen Torfstichen und zerfallenden Hütten durchsetzten Talsohle vor uns (Tafel 1, Abb. 8). In zahlreichen Serpentinien schlängelte sich die Sihl mit ihren meist schmutzigtrüben Wassern nordwärts an weiten Riedern, kahlen Schuttfuren und wieder üppig wuchernden Gebüschern und Sträuchern vorbei dem Ausgang in den Schlägen bei Egg zu. — Heute stehen diese Gebiete unter Wasser. Aus dem « Tal des Todes » erstand durch künstliche Aufstauung ein See, der sich in lieblicher Anmut, als wäre es nie anders gewesen, in die voralpine Landschaft einfügt (Tafel 2, Abb. 10).

In geologischer Hinsicht ist das Sihltalgebiet schon früher wiederholt weitgehend durchforscht worden. Namentlich die Untersuchungen A. E s c h e r s und F. J. K a u f m a n n s geben über den Aufbau dieser Gegend klaren Aufschluss.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass daran in erster Linie die ältern verfestigten Sedimentgesteine des eocaenen Nummulitenkalkes und des Flysches, der oligocaenen Süsswassermolasse und der miocaenen Meeresmolasse beteiligt sind. Aus diesen Formationen sind nach ihrer Aufschichtung das Sihltal und die Nebentäler immer tiefer aus-

Tabelle 1.
Sondierbohrung Willerzeller Viadukt.
Terrain 879 m ü. M.

Tiefe	Material	Farbe	Beimengungen	Beschaffenheit
0 bis 0,3 m	Rasen	—	—	—
0,3 bis 1,3 m	Ackererde	bräunlich	—	—
1,3 bis 1,8 m	Lehm	bräunlich	Pflanzenspuren	fett
1,8 bis 3,4 m	Seeschlamm	hell- bis dunkelgrau	—	fett, sandfrei
3,4 bis 5,5 m	Seeschlamm	braun	Pflanzenspuren	mager, leicht sandig
5,5 bis 5,8 m	Torf	grau	Holzstücke	sandig
5,8 bis 6,4 m	Seeschlamm	bräunlich	Pflanzen	sandig erdig
6,4 bis 7,6 m	feiner Kies	grau	Einzelne gröbere Geschiebe, Wurzeln	sandig
7,6 bis 9,2 m	Seeschlamm	grau	Pflanzenspuren	sandig, fettfrei
9,2 bis 30,0 m	Seeschlamm	grau	—	sandig, fettfrei

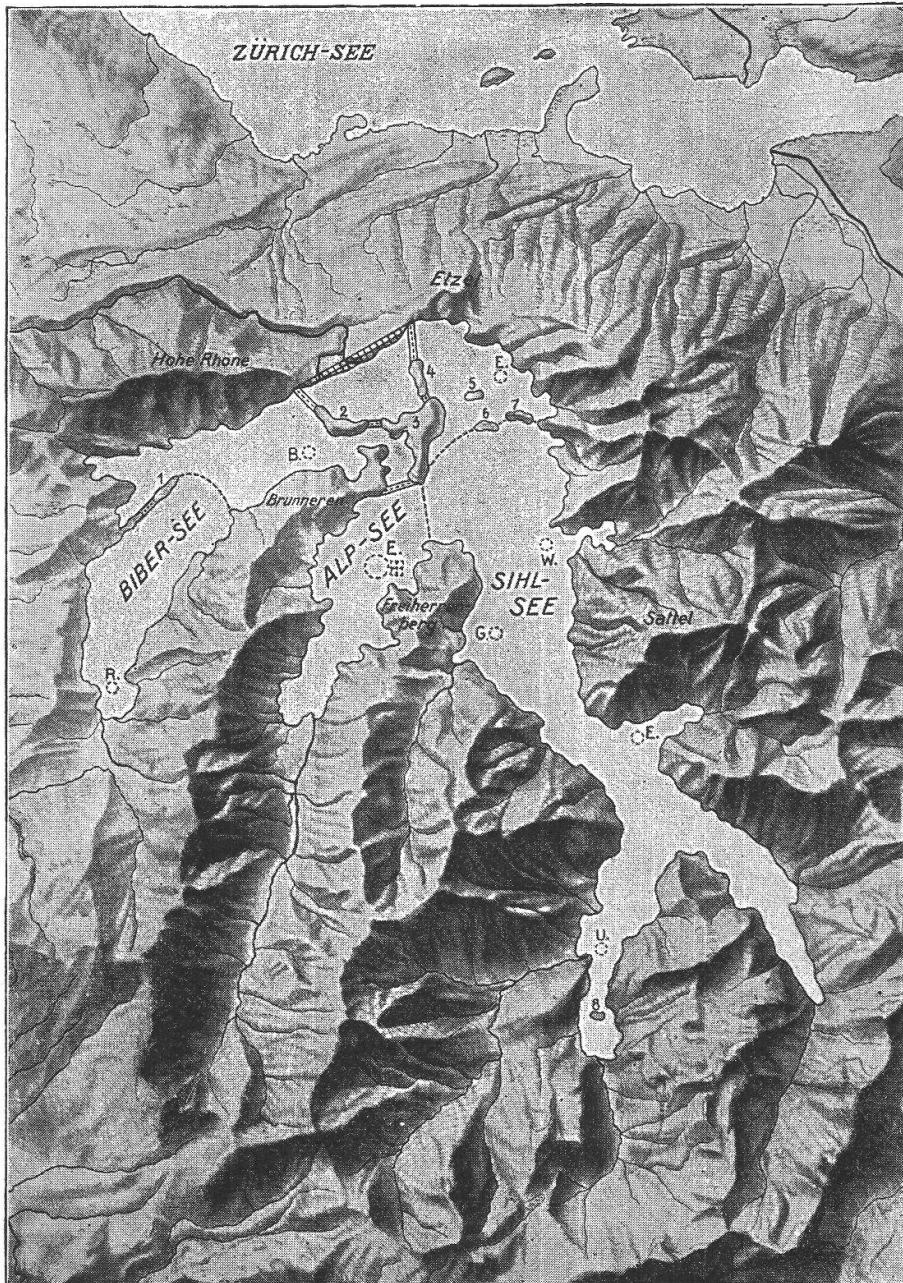


Abbildung 1.
Ehemaliger Sihlsee.

gewaschen worden. In der Zeit der verschiedenen Vergletscherungen wurden dann an den Abhängen der Berge und im Haupttal teils Grundmoränen, teils Seiten- und Stirnmoränen abgelagert und vorgeschoben. Dadurch bildete sich im Norden, am Ausgang des Sihltales zwischen dem Etzel und Hohen Ron, ein bogenförmig zusammenhängender Wall, der sich von den Molassefelsen in den Schlagen bei Egg über Roblosen und Hühnermatte bis gegen Birchli erstreckt. Hinter diesem natürlichen Damm stauten sich in der Nacheiszeit die Wasser der Sihl und ihrer Zuflüsse auf zum See.

Ueber die Annahme eines postglacialen Sihlsees herrschten lange Zeit sich widersprechende Ansichten. Mit um so grösserem Interesse erwarteten daher die Geologen die Ergebnisse von Sondierbohrungen, die im Sihlseegebiet bis in Tiefen von 35 m durchgeführt wurden. Zwei dieser Bohrprofile, die im Talgebiet ungefähr in der Mitte der zwei erstellten Viadukte bei Willerzell und Steinbach aufgenommen wurden, sind uns von der Bauleitung der Etzelwerk AG. in freundlicher Weise zur Verfügung gestellt worden. Wir haben die uns interessierenden Ergebnisse der Bohrung beim Willerzeller Viadukt in Tabelle I zusammengefasst.

Damit hat sich die langjährige Streitfrage nun eindeutig zugunsten derer entschieden, die mit noch nicht allseitig belegten Argumenten die Existenz eines solchen postglacialen Sees vertraten. Seine Grösse und Gestalt wich aber wahrscheinlich wesentlich von der des heutigen Stausees ab und gliederte sich nach Sidler in den Biber-, Alp- und Sihlsee (Abb. 1). Der Druckstock dieser Abbildung, die wir der Schrift « Das ehemalige Gebiet des Stiftes Einsiedeln » von P. W. Sidler O. S. B. entnahmen, wurde uns von der Firma Benziger & Co. in Einsiedeln in freundlicher Weise zur Verfügung gestellt.

Das Verschwinden des Sees lässt sich erklären durch die im Seebecken erfolgten Ablagerungen des dauernd in grossen Mengen eingeschwemmten Schlammmaterials und durch die unaufhaltsame Erosionstätigkeit der Sihl in den Schlagen bei Egg, wo sie den Moränenwall durchbrach und dem aufgestauten Wasser eine schluchtartig vertiefte Ausflusstelle schuf.

Der Seegrund selbst besteht, wie aus Tabelle 1 ersichtlich ist, aus eiszeitlichen und nacheiszeitlichen Ablagerungen des Sihlgletschers, des Sees und seiner Zuflüsse, zur Hauptsache aus Seeschlamm, der von wechselnden Kies-, Sand- und Lehmschichten durchsetzt ist. Stellenweise finden sich auch Beimengungen von Holzstücken und Pflanzenresten.

Diese Unterlage ist teils von einer mehr oder minder mächtigen Torfschicht, teils von Schuttfluren, Riedern, Gebüschbeständen und Futterwiesen in wechselnder Folge überdeckt.

Je nach der Entstehungsweise und botanischen Zusammensetzung der Torflager unterscheidet Düggeli in seiner « Pflanzengeographischen und wirtschaftlichen Monographie des Sihltales bei Einsiedeln » :

1. Schwemmtorfe
2. Flachmoortorfe
 - a) Hypnumtorf
 - b) Caricestorf
3. Hochmoortorfe
 - a) Sphagnumtorf
 - b) Eriophorumtorf.

Die Ausbeutung dieser Torflager zu Streue und Brennmaterial bildete für die hart um ihre Existenz kämpfenden Bewohner einen willkommenen Nebenverdienst. Infolge dieser fortschreitenden Torfgewinnung vermehrten sich neben Pfützen und Tümpeln die Gräben und Torfstiche zusehends und verursachten da und dort Wasseransammlungen von oft mehreren Metern Tiefe und Durchmesser (Tafel 1, Abb. 2). Diese stellten zusammen mit Ausbuchtungen der Sihl die eigentlich kleinen, aber interessanten Biotope eines charakteristischen Heleo- und Telmatoplanktons dar. D ü g g e l i hat, wie wir schon oben erwähnten, diese Wasseransammlungen einer genauen phytoplanktischen Untersuchung unterzogen, während Angaben über die Fauna dieser Gebiete leider fehlen. Durch neue Probenahmen kurz vor der Seefüllung suchten wir diese Lücke nach Möglichkeit auszufüllen. Wir werden bei der allgemeinen Behandlung des Planktons eingehend auf die diesbezüglichen Ergebnisse zu sprechen kommen.

Für den Wissenschaftler und Pflanzenfreund bedeutete die Gegend mit all den dort vorkommenden, seltenen Pflanzen ein besonders geschätztes Exkursionsgebiet, das nun allerdings durch den aufgestauten See der endgültigen Vernichtung preisgegeben werden musste.

Nach D ü g g e l i waren 5 Florenelemente an der Zusammensetzung der Sihlseevegetation beteiligt :

1. ein endemisch-alpines
2. ein glaciales
3. ein nordisches Hochmoor-
4. ein xerothermisches
5. ein silvestres Element.

Von den zahlreichen Vertretern nennen wir hier nur einzelne :

Pinguicula alpina, *Homogyne alpina*;

Scheuchzeria palustris, *Juncus stygius* ;

Lycopodium inundatum, *Eriophorum gracile*, *Drosera rotundifolia*,
anglica und *intermedia*;

Sedum hispanicum;

Hypericum perforatum, *Cirsium palustre*, *Platanthera bifolia*.

Damit halten wir das Bild dieses so seltsamen und wertvollen Vegetationsgebietes in unserer Erinnerung noch einmal fest. Mit seinem Verlust hatten im besondern die Botaniker den Anforderungen einer unaufhaltsam fortschreitenden Technik einen harten Tribut zu leisten. D ü g g e l i bemerkt aber tröstend dazu : « Einerseits bedeutet das Zustandekommen des Stausees für die Wissenschaft einen schmerzlichen Verlust, anderseits aber auch einen hohen Gewinn, indem sich ihr die kaum bald wiederkehrende eintreffende Gelegenheit bietet, die Besiedlung eines grössern Seebeckens mit Organismen verfolgen zu können. Ich meinerseits bin der Ansicht, dass der sich bietende Vorteil ent-

schieden grösser ist als der Verlust, denn in wenigen Jahren würden die seltenen Gewächse dort ihrer Standorte beraubt und sie dem sichern Untergang geweiht. »

Während der Drucklegung der vorliegenden Arbeit erschien noch eine aufschlussreiche Studie, in der W. L ü d i auf Grund ausführlicher Pollendiagramme « die Geschichte der Moore des Sihltales bei Einsiedeln » klarlegte.

II. Werkgeschichte und Werkanlagen.

Das Problem der Schaffung eines künstlich aufgestauten Seebeckens im Sihltal ist bedeutend älter, als man im allgemeinen annehmen geneigt ist.

Schon G o e t h e hat sich anlässlich seiner dritten Schweizerreise Anno 1797 damit beschäftigt. Damals schrieb er bei einem kurzen Aufenthalt in Schindellegi in sein Tagebuch: « Rechts des Fußsteiges ist eine Art von natürlichem Wall, hinter dem die Sihl herfließt. Dem ersten Anblick nach sollte es an einigen Stellen nicht grosse Mühen und Kosten erfordern, den Hügel mit einem Stollen zu durchfahren und soviel Wasser als man wollte zu Wässerung und Werken in die unterhalb liegende Gegend zu leiten, ein Unternehmen, das freylich in einem demokratischen Cantone und bei der Complication der Grundstücke, die es betreffen würde, nicht denkbar ist. »

Ein volles Jahrhundert später, im September 1897, bemühte sich die Maschinenfabrik Oerlikon um die Bewilligung einer Konzession durch die h. Regierung des Kantons Schwyz zur Erstellung einer Kraftwerkanlage. Sie wurde auch drei Jahre später erteilt, lief aber am 1. Oktober 1910 unbenützt ab und erlosch. Mittlerweile wurden noch weitere Projekte aufgestellt.

Die entscheidende Phase in dieser Werkgeschichte begann aber erst, als die Schweizerischen Bundesbahnen sich für das Unternehmen zu interessieren begannen. In vermehrtem Masse wurden Gutachten geologischer, technischer und wirtschaftlicher Natur ausgearbeitet, immer wieder neue Verhandlungen aufgenommen, die aber lange Jahre nicht zu einer Einigung der interessierten Parteien führten. Wir wollen die grossen rechtlichen und finanziellen Schwierigkeiten hier nicht zur Sprache bringen, die der Verwirklichung dieses Werkes im Wege standen; glücklicherweise haben sie sich nicht als unüberbrückbar erwiesen, und so konnten die ersten Bauarbeiten im Jahre 1932 endlich aufgenommen werden.

Am 30. April 1937 wurde mit der Füllung des Sihlsees begonnen, der bei einem nutzbaren Seeinhalt von 91,600,000 m³ die Unterwasser-
setzung von über 11,5 km² Landfläche (Hallwilersee 10,3 km², Sem-
pachersee 14,37 km²) zur Folge hatte. Von diesen 11 ½ Millionen m²

Tafel 1



Abbildung 8.

Das Sihltal bei Einsiedeln vor Beginn der Werkarbeiten.

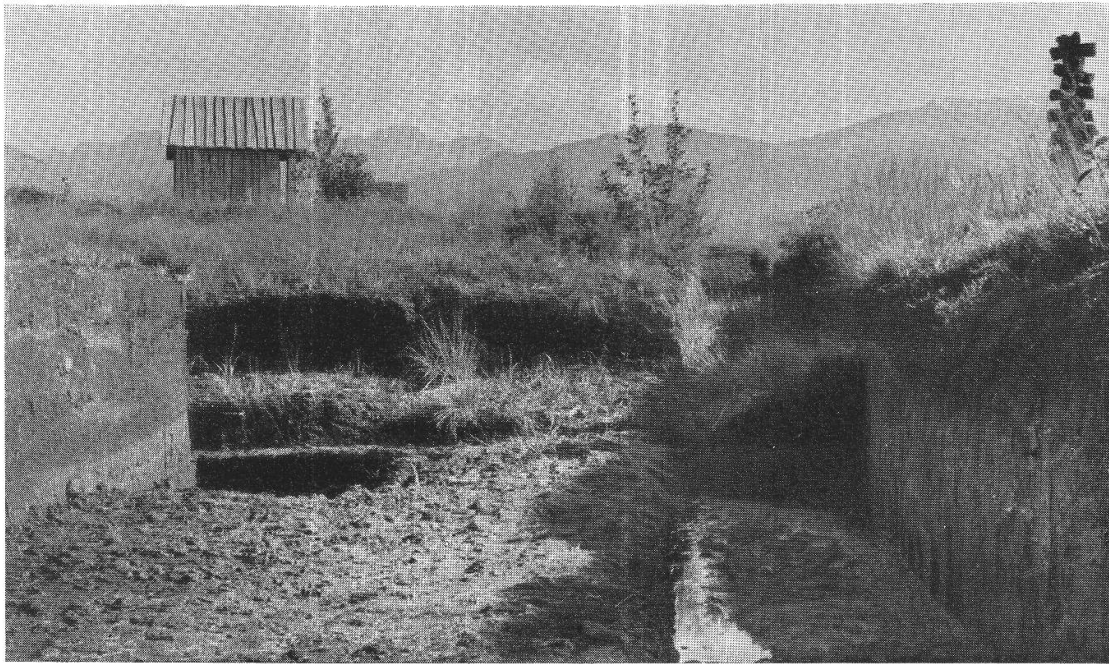


Abbildung 9.

Charakteristischer Torfstichgraben aus dem Talgebiet der Sihl.

Tafel 2



Abbildung 10.
Der Sihlsee. Fliegeraufnahme. Photopress.

heute unter Wasser stehender Bodenfläche waren 14 % unproduktives Land, 45 % Torf- und Streuland und 41 % Pflanz-, Wies- und Weideland.

Gespiesen wird der See in erster Linie durch die Zuflüsse der Sihl und Minster, die das südliche Einzugsgebiet entwässern. Rechtsufrig folgen der Eubach aus dem Eutal, der überschäumend vom Sattelberg herniederstürzende Dimmerbach und der Rickenbach aus dem Rickenal; linksufrig der Steinbach aus dem Steuberggebiet und der Grossbach aus dem Amseltal. Alle diese grössern Zuflüsse sind ausgesprochene Wildbäche, die bei starken Regenfällen und nach heftigen Gewittern durch Ueberschwemmungen und Verschüttungen der angrenzenden Gebiete schon oft bedeutende Schäden verursacht haben. Sie durchlaufen grösstenteils Kalkgebiete und führen bei Hochwasser oft ganz beträchtliche Mengen dieser leicht verwitterbaren Gesteinsmassen mit sich.

Deshalb wurden umfassende Verbauungen und Bachkorrekturen ausgeführt, und damit gleichzeitig auch der immer noch bedeutende Geschiebetransport in den See nach Möglichkeit herabgesetzt. Im untern Sihllauf vor der Einmündung in den See genügte das Gefälle der Sihl zur Fortschaffung des Materials nicht mehr. Aus diesem Grund musste im Ochsenboden ein Kiessammler erstellt werden, der für gröberes Geschiebe eine Ablagerungsfläche von rund 110,000 m² darstellt, was für Jahrzehnte genügen dürfte.

Im ganzen wird die Wassermenge eines Einzugsgebietes von 156,5 km² aufgefangen und aufgestaut durch die in den Schlagen bei Egg erstellte Staumauer, durch die Aufführung eines Erddammes in der Hühnermatte — der hier den Abfluss gegen die Alp hin unterbindet — und im Süden durch den Abschlussdamm zwischen Euthal und Unterberg, der es ohne nennenswerte Einbusse an Seeinhalt ermöglichte, grosse Flächen Land der weitem garten- und landwirtschaftlichen Ausnutzung zu erhalten.

Bei einem mittleren Zufluss von 7,4 m³/sec aus dem gesamten Einzugsgebiet verbleibt der Etzelwerk AG. nach Abzug verschiedener Verlustfaktoren für Krafterzeugung durchschnittlich 5 m³/sec oder 160 Millionen m³ pro Jahr, eine Wassermenge, die durch einen 2925 m langen Druckstollen zum Wasserschloss und von da in einer 2200 m langen Druckleitung zum Maschinenhaus geleitet wird, um dann nach einer Krafterzeugung von rund 160 Mil. kWh in einem Unterwasserkanal von 515 m Länge bei Pfäffikon in den Zürichsee einzumünden.

Neben diesen eigentlichen Stau- und Kraftwerkanlagen hat die Etzelwerk AG. zwei grosse Viadukte über den See erstellen lassen, um für die Bewohner von Willerzell und Euthal eine direkte Verbindung mit Einsiedeln zu erhalten: den Willerzeller Viadukt mit der ansehnlichen Länge von 1115 m, und den Steinbach-Viadukt (412 m). Die Brückenkonstruktionen mussten bei der geringen Tragfähigkeit der

Unterlage (Torf, Kies, Sand und Seeschlamm) so leicht wie möglich ausgeführt werden. Die tragenden Eisenjoche stehen auf pyramidenförmig gerammten Pfahlgruppen von 5 bis 8 Holzpählen mit einem mittleren Pfahldurchmesser von 40 cm und einer maximalen Pfahllänge von 22 m.

Diese technischen Daten haben wir der Schrift « Das Etzelwerk, erbaut 1932—1937 » von Herrn Obering. Krause, Bauleiter, entnommen.

III. Hydrographie.

1. Wasserführung der Sihl.

Neben unsern persönlichen Beobachtungen an Exkursionstagen standen uns die klimatischen Aufzeichnungen der meteorologischen Station des Klosters Einsiedeln zur Verfügung, für deren freundliche Ueberlassung wir Hochw. Herrn Pater C o e l e s t i n M e r k t bestens danken. Da sich aber der Standort der meteorologischen Station nicht im Seegebiet selbst befindet, sondern in Einsiedeln, die Verhältnisse hier aber etwas verschieden sind, konnten diese Aufzeichnungen für das Untersuchungsgebiet kaum als absolut zutreffend gewertet werden, ein Umstand, auf den schon D ü g g e l i in seiner Monographie (1903) eingehend hingewiesen hat.

Zeitweise sind zwar unseres Wissens von der Etzelwerk AG. auch im Talgebiet Niederschlagsmessungen durchgeführt worden. Leider waren deren Ergebnisse für unsere Arbeit noch nicht zu beschaffen.

Um aber im besondern über die Niederschlagsverhältnisse im Einzugsgebiet hinreichend orientiert zu sein, haben wir nach den Angaben im « Hydrographischen Jahrbuch der Schweiz » die Monatsmittel der Abflussmengen der Sihl bei Untersiten in der Periode 1921—1936, also vor Staubeginn, auf dem Kurvenbild in Abb. 2 veranschaulicht.

Während das Minimum des durchschnittlichen Abflusses von zirka 3,5 m³/sec auf die Wintermonate November bis Februar fällt, steigt die Abflussmenge in den folgenden Monaten bedeutend und konstant, und erreicht das Durchschnittsmaximum von ca. 15 m³/sec im Mai und Juni, zum Teil bedingt durch die in dieser Zeit in den Höhen bereits begonnene Schneeschmelze. Dann sinkt sie wieder ständig auf 9, 6, 5 und schliesslich auf ca. 3,5 m³/sec. Diese Zahlen geben ein den Niederschlagsverhältnissen entsprechendes Bild von der Wasserführung der Sihl, das allerdings unter wechselnden klimatischen Einflüssen periodischen Schwankungen ausgesetzt ist.

2. Staukoten des Sihlsees.

In diesem Zusammenhang seien die Niveauveränderungen des Sees kurz erwähnt. Da bestimmte wechselnde Staukoten des Jahres vertraglich festgelegt worden sind, sollte der Seespiegel im allgemeinen in

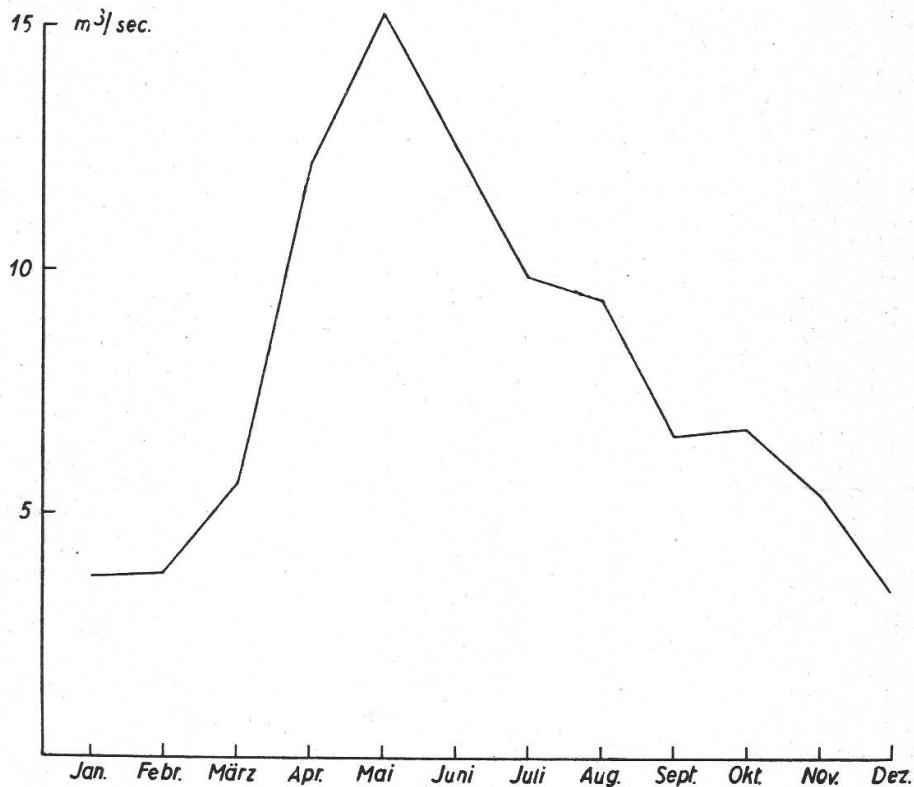


Abbildung 2.

Mittlere Abflussmengen der Sihl bei Untersiten. Monatsmittel der Messungen 1921—1936. (Nach Hydrograph. Jahrbuch d. Schweiz.)

einem mehr oder weniger regelmässigen jährlichen Ablauf steigen und sinken. Abweichungen können wiederum durch klimatische Veränderungen verursacht sein oder aus betriebstechnischen Gründen eintreten.

In Abb. 3 zeigen die Kurven den Verlauf des jeweiligen Seestandes. Die zusammenhängende Kurvenlinie entspricht den Stauhöhen vom Staubeginn an, d. h. vom 30. April 1937 bis zum 15. April 1938, während die durchbrochen gezeichnete Kurvenlinie die darauffolgende Periode 1938/39 zur Darstellung bringt.

Die normale Hochstaukote (892,6 m ü. M.) wurde nach Staubeginn schon Anfang September 1937 überschritten (Staukote 892,8 m ü. M.) und konnte bis Mitte November und im folgenden Jahr von Ende Juni bis Mitte Oktober gehalten werden.

Diese Monate sind für die Entwicklung der Planktonvegetation im Sihlsee, wie wir weiter unten sehen werden, von besonderer Bedeutung (Maximalentwicklung einzelner Phyto- und Zooplankter).

Gleichzeitig veranschaulicht der Kurvenverlauf die Tatsache, dass es sich hier nicht um einen See im gewöhnlichen Sinne handelt mit mehr oder weniger « ruhenden » Wassermassen, sondern um ein Reservoir, dessen Niveau mit der Entleerung und Wiederaufstauung ständig ganz bedeutenden Schwankungen unterliegt.

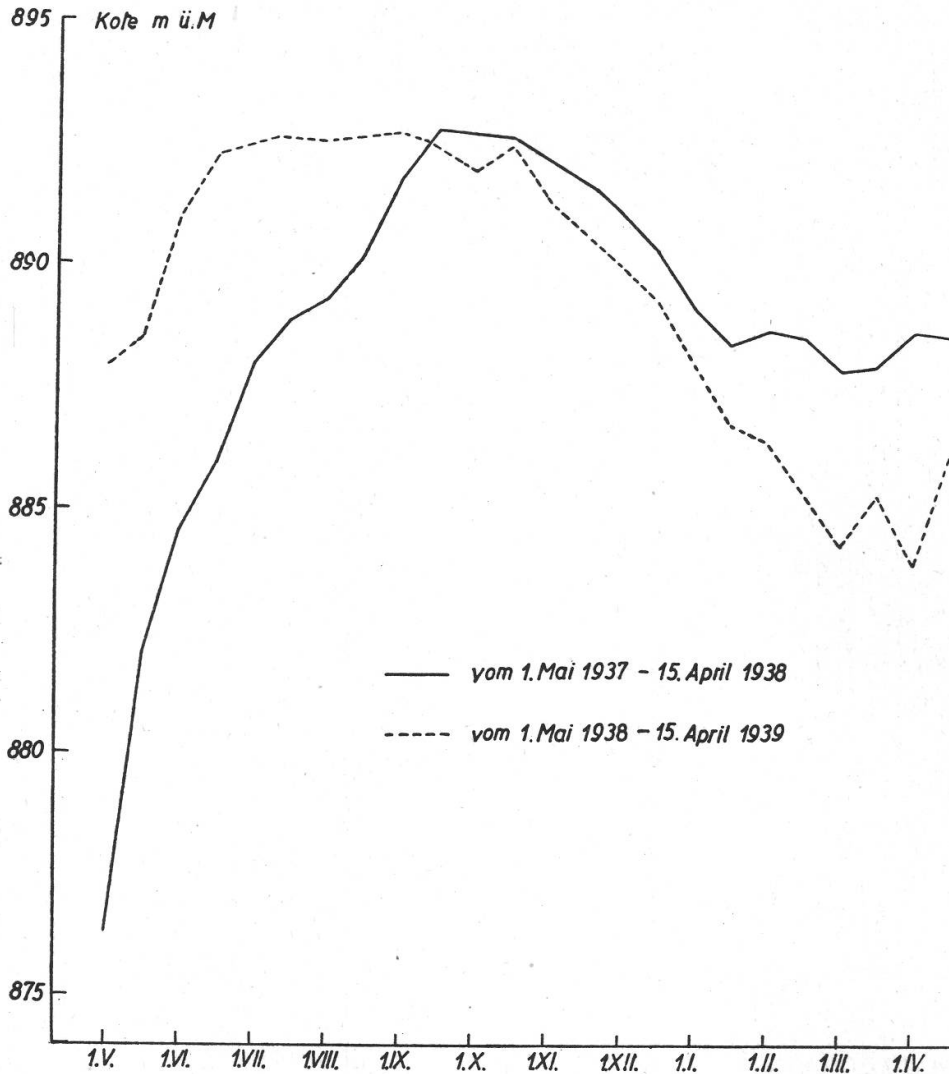


Abbildung 3.

Staukoten des Sihlsees in der Periode vom 30. April 1937—15. April 1938 und 30. April 1938—15. April 1939.
(Nach Angaben der Etzelwerk AG.)

Diese periodischen Entleerungen müssen aber die Planktonproduktion des Sees nicht unwesentlich beeinflussen, wenn man bedenkt, dass gleichzeitig ungeheure Mengen von Schwebeorganismen oder auch Dauerformen aus dem Biotop weggeschwemmt werden.

3. Farbe und Geruch des Wassers.

Die Eigenfarbe des Sihlseewassers war nicht unwesentlich beeinflusst durch die Menge der von den Zuflüssen eingeschwemmten Verunreinigungen und zeigte grösstenteils vom Grünlichgelben ins Gelbgraue übergehende Nuancen. Nach reichlichen Niederschlägen und in der Zeit der Schneeschmelze war der See meist längere Zeit schmutzig trüb.

Wasserfärbungen, die auf maximale Planktonproduktion, also auf biologische Ursachen zurückgeführt werden könnten, wurden im Sihlsee nur zur Zeit der *Dinobryonmaxima* eindeutig beobachtet. Das Wasser hatte dann eine mehr ins Grünliche übergehende Farbtönung. Eigentliche Wasserblüten aber sind im Laufe unserer Untersuchungen nicht in Erscheinung getreten.

Der Geruch des Wassers war meist normal. Zeitweilig, besonders aber in der Zeit der ersten Seefüllung, machte sich jedoch auch an der Oberfläche ein etwas moderig-mooriger Geruch bemerkbar, der dem Wasser aus tieferen Schichten im allgemeinen anhaftete.

Dass Planktonorganismen dem Wasser oft einen fischigen oder fettigen Geruch und Geschmack verleihen, hat Haupt (1927) erneut nachgewiesen und nennt neben einzelnen Cyanophyceen in erster Linie *Uroglena*, *Synura* und *Dinobryon* als Ursache.

Auch wir haben im Laufe unserer Untersuchungen diesen charakteristischen « Fischgeruch » im Sihlsee wiederholt wahrnehmen können, und zwar besonders auffallend an einigen Tagen im Monat August 1937 und auch, allerdings bedeutend weniger ausgeprägt, im Mai des folgenden Jahres. Diese Zeiten fielen, wie wir später sehen werden, tatsächlich mit der Maximalentwicklung von *Dinobryon divergens* zusammen.

Die Zellkolonien des nicht konservierten Materials dieser Fangproben zerfielen an heißen Tagen ausserordentlich rasch in ihre Einzellbecher, eine Erscheinung, die auch von Lemmermann und Bachmann zu wiederholten Malen beobachtet worden ist, und es war in der Folge auch in den Sammelgläsern ein besonders intensiver « Fischgeruch » festzustellen.

Unsere Beobachtungen sprechen also erneut dafür, dass dieser charakteristische Geruch des Wassers tatsächlich mit der Planktonzusammensetzung des Biotops in Zusammenhang steht und dass die Gattung *Dinobryon* in unserm Fall wesentlich daran beteiligt ist. Unseres Erachtens sind es aber nicht die lebenden Individuen, sondern vielmehr die Zersetzungsprodukte der Protoplasten der massenhaft zerfallenden Planktonorganismen, hier also der Kolonien von *Dinobryon divergens*.

4. Durchsichtigkeit des Wassers.

Neben der Farbe spielt als weitere optische Eigenschaft des Sees die Durchsichtigkeit des Wassers oder die Sichttiefe biologisch eine Rolle. Sie wird in erster Linie durch die Menge der suspendierten Schlammteilchen und durch die Massenproduktion der im Biotop lebenden Planktonorganismen beeinflusst.

Die Sichttiefe des Sihlseewassers wurde von uns meist direkt vom Willerzeller Viadukt aus bestimmt, nachdem wir uns an Hand verschiedener Vergleichsmessungen von einem Schiff aus davon überzeugen

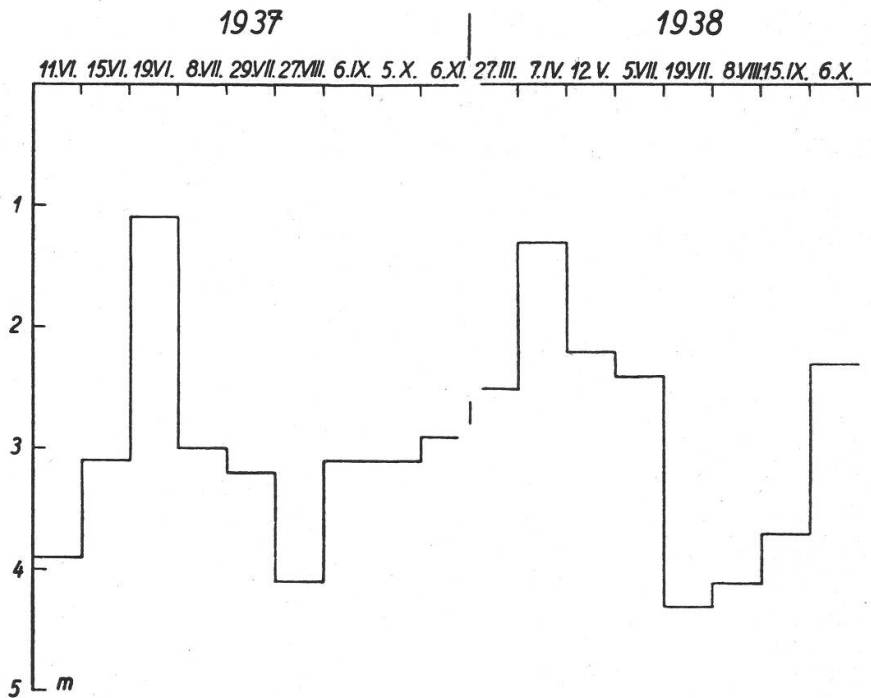


Abbildung 4.
 Transparenz des Sihlsees, von der Mitte des Willerzeller Viaduktes aus gemessen.

konnten, dass die Höhendifferenz zwischen der Wasseroberfläche und unserm Standort die Messungsergebnisse nicht beeinflusste. Wir benützten dazu die für solche Untersuchungen übliche Secchischeibe, die zu verschiedenen Malen so tief versenkt wurde, bis sie eben dem Blick entschwand.

Die auf der graphischen Darstellung in Abb. 4 festgehaltenen Zahlen stellen in Metern die Durchschnittswerte dieser jeweiligen Messungen dar.

Das Maximum der Durchsichtigkeit wurde am 19. Juli 1938 mit 4,3 m (unterer Zürichsee im März 1938 9,1 m) beobachtet. Dazu ist allerdings zu bemerken, dass es uns in der Zeit der Eisbildung nicht möglich war, Sichttiefenmessungen durchzuführen. Trotzdem müsste es doch auffallen, dass gerade in der Zeit reichlicher Planktonproduktion (*Ankistrodesmus lacustris* und *Sphaerocystis Schroeteri*) die grösste Sichttiefe festgestellt wurde. Wir dürfen aber nicht übersehen, dass die Menge der suspendierten, meist anorganischen Schwebestoffe im Sihlsee von ausschlaggebender Bedeutung war. Es ist auf diesen Einfluss schon früher hingewiesen worden, und deshalb sind auch diese Resultate in ihren Beziehungen zur Planktonvegetation mit grösster Vorsicht zu bewerten. So sind z. B. die Transparenzminima von 1,1 m im Juni 1937 und von 0,5 m im April 1939, d. h. kurz vor Abschluss dieser Arbeit, ausschliesslich dem mechanischen Trübungseinfluss zuzuschreiben.

Das Durchsichtigkeitsmittel lag bei 2,9 m und war, wenn wir andere Seen zum Vergleich heranziehen, recht gering (unterer Zürichsee 5,0 m; Bodensee 9,6 m; Genfersee 10,3 m).

Burkard hat die Wasserdurchsichtigkeitsbestimmung zeitweise nach der Snellenschen Methode im Laboratorium ausgeführt. Nach dieser Methode beobachtet man die Trübung in einem hohen, in cm graduierten Zylinder, bei dem über dem Boden ein Abflußstutzen angebracht ist. Man hält nun den mit der Wasserprobe gefüllten Zylinder über die genormte Schriftprobe Din. Nr. 3,5 und lässt solange Wasser ausfließen, bis die Schrift eben deutlich sichtbar wird. Daher lauten die Ergebnisse auf cm.

Vergleichsweise sei hier bemerkt, dass seine Untersuchungen des Oberflächenwassers fast ausschliesslich Werte von > 100 ergaben, deren Bedeutung aber nicht genauer eruiert wurde. Wir beobachteten am 7. April 1938 mit der Secchischeibe eine Sichttiefe von 1,3 cm, während Burkard diese nach der Snellenschen Probe mit 68 bestimmte. Die im April 1939 mit der Secchischeibe erhaltenen Werte betragen

beim Steinbach-Viadukt	0,4 m
beim Willerzeller Viadukt	0,5 m
bei der Staumauer	0,7 m

und nach der Snellenschen Methode

beim Steinbach-Viadukt	13 cm
beim Willerzeller Viadukt	14,2 cm
bei der Staumauer	18 cm.

Nach analogen Vergleichen der Ergebnisse beider Methoden dürften > 100 cm unsern Werten über 2 m entsprechen. Leider konnten die Beziehungen, die zwischen den Ergebnissen dieser beiden Proben bestehen, nicht genauer abgeklärt werden, da ja keine genauern Werte über 100 cm zur Verfügung standen.

Der Vorteil der Snellenschen Methode besteht in der Möglichkeit, Untersuchungen in verschiedenen Tiefenschichten des Wassers auszuführen. So gelang es auch, im See vereinzelt trübere Mittelschichten festzustellen, was mit der Secchischeibe nicht möglich war. Am 13. Oktober 1938 wurden bei der Staumauer von Burkard folgende Schichtenwerte beobachtet :

Oberfläche	> 100
5 m Tiefe	87
10 » »	83
15 » »	100
21 » »	84

Wir halten die Bestimmung der Sichttiefe mit der Secchischeibe für hydrobiologische Untersuchungen in stehenden Gewässern für praktischer und zweckmässiger, nicht zuletzt deshalb, weil sie die im Unter-

suchungsgebiet bestehenden Transparenzverhältnisse direkt feststellen lässt und an Genauigkeit keineswegs hinter der Snellenschen Schriftprobe zurücksteht.

5. Temperatur.

In Abb. 5 haben wir die Ergebnisse der Temperaturmessungen Burkards bei der Staumauer an der Oberfläche, in 10 m und 18 m Tiefe graphisch dargestellt. Nach dem Verlauf der Wassertemperaturen gliedert sich der Sihlsee in die Reihe der temperierten Seen ein.

In den Monaten Dezember bis April war der See zugefroren und zeigte im übrigen die sogenannte verkehrte Temperaturschichtung. Im Jahre 1937 begann die Eisbildung am 12. Dezember. Am 20. Dezember war der See vollständig zugefroren und erst am 3. April 1938 wieder eisfrei. Im folgenden Winter bildete sich am 24. Dezember erstmals eine zusammenhängende Eisschicht, und der See blieb wiederum bis Mitte April 1939 eisbedeckt. Diese Eisschichten, bestehend aus Klareis, Sulzeis und Schnee haben in beiden Jahren beträchtliche Ausmasse erreicht. So betrug das Maximum dieser Eisdecke im Februar 1938 84 cm und im März des folgenden Jahres 81 cm.

Der See selbst befand sich in der Winterstagnationsperiode, in der bei anhaltender Kälte keinerlei durch die Temperatur hervorgerufene Strömungen auftraten. Nach der Eisschmelze erfolgte in der Frühling-inversion die völlige Durchmischung der Wassermassen, und in den einzelnen Tiefenschichten herrschte eine ausgeglichene Temperatur. Tiefenmessungen im Mai ergaben beispielsweise folgende Resultate :

Oberfläche	. . . . .	6,1° C
5 m Tiefe	. . . . .	6,1° C
10 » »	. . . . .	6,0° C
15 » »	. . . . .	6,0° C
18 » »	. . . . .	6,0° C.

In den folgenden Monaten erwärmten sich die obere Schichten; der See machte in dieser Zeit die Sommerstagnationsperiode durch, in der sich die Wassermassen wieder in völliger Ruhe befanden. Die höchste Wassertemperatur an der Oberfläche massen wir im August 1938 mit 23,0° C.

Die Bildung einer Sprungschicht konnte nur in kaum merklichem Masse beobachtet werden. Im Oktober folgte, wie im vorausgegangenen Jahr, die zweite Vollzirkulation, und der See wies im November in allen Tiefen wieder eine ausgeglichene Temperatur von 7,5—7,3° C auf.

In seinem thermischen Verhalten zeigte der Sihlsee eine Eigentümlichkeit, die schon in andern Seen beobachtet worden war. Das Tiefenwasser dicht über dem Grund wies nämlich zeitweise, ähnlich wie z. B. im Wörthersee, Millstättersee, Königssee, in der wärmern Jahreszeit auch im Zugersee, eine Temperaturerhöhung auf, obwohl die Tempera-

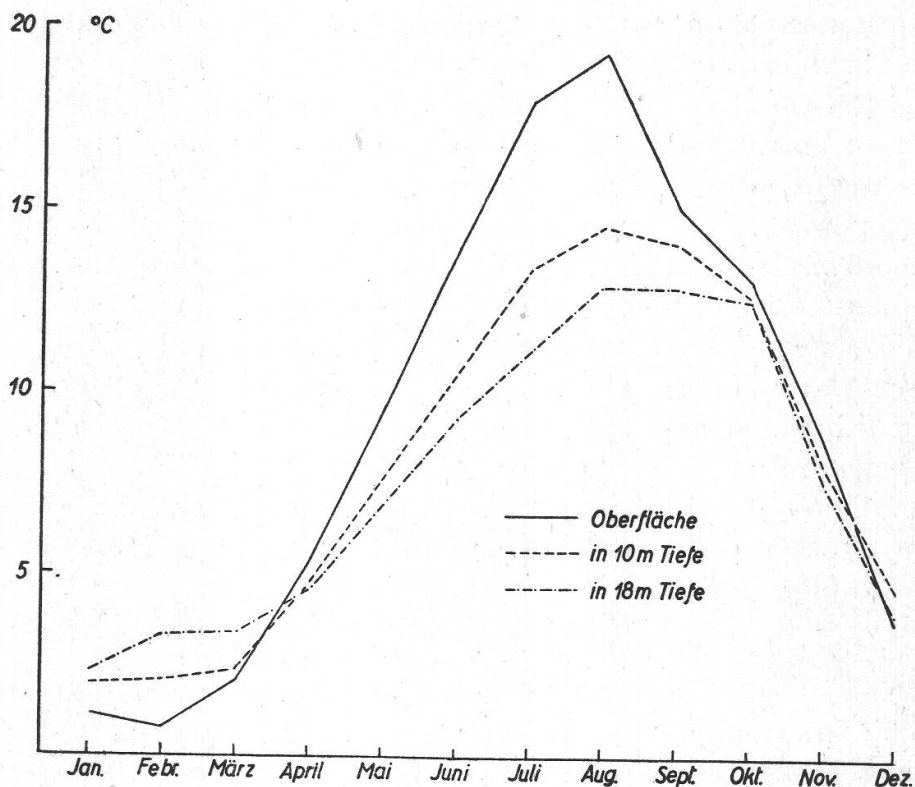


Abbildung 5.
Die Wassertemperatur im Sihlsee bei der Staumauer.
(Nach Messungen von Burkard.)

tur in den übrigen Schichten mit zunehmender Tiefe nach und nach abnahm. So ergaben z. B. die Messungen vom 26. Juni 1938 folgende Werte :

Oberfläche	. . . . .	20,2° C
5 m Tiefe	. . . . .	15,4° C
10 » »	. . . . .	10,6° C
15 » »	. . . . .	10,5° C
18 » »	. . . . .	9,8° C
21 » »	. . . . .	10,1° C

und am 13. Oktober

Oberfläche	. . . . .	14,0° C
5 m Tiefe	. . . . .	12,7° C
10 » »	. . . . .	13,0° C
15 » »	. . . . .	12,8° C
18 » »	. . . . .	13,2° C
21 » »	. . . . .	13,6° C.

Die Temperaturerhöhung betrug hier also zeitweise 0,3—0,4° C.

Neben den genannten Seen gibt es aber auch eine Reihe von Gewässern (Genfersee, Comersee, Walensee, Gardasee), in denen bisher keine Temperaturerhöhung der untersten Wasserschichten wahrgenom-

men worden ist, zum Teil wohl nur deshalb, weil die Messungen nicht bis zum Grunde durchgeführt worden sind.

Die Erscheinung der Temperaturerhöhung am Seegrunde führte S c h n a b l im Kärnter Weissen See auf unterirdische Quellenspeisung zurück. Auch G u y e r fand an der tiefsten Stelle des Greifensees mehrmals Temperaturerhöhungen von 8—10° C, die er mit dem Vorhandensein einer « relativen Therme » zu begründen suchte. Andere Fälle solch hoher Temperaturdifferenzen sind uns aber nicht bekannt. Im allgemeinen schwanken sie zwischen 0,1° und ca. 2,0° C.

Nach H a l b f a s s sind in andern Seen diese Erscheinungen zum Teil auf Einflüsse der Erdwärme, zum Teil auf Einwirkungen der Fäulniswärme zurückzuführen.

Im Sihlsee dürfte diese Temperaturerhöhung wohl in erster Linie mit den exothermen Zersetzungsprozessen des Seegrundes in Verbindung gestanden haben.

6. Chemismus.

Da B u r k a r d im Jahre 1938 in der Sihl und im Sihlsee periodisch chemische und physikalische Untersuchungen durchführte und uns deren Ergebnisse in freundlichster Weise zur Verfügung stellte, beschränkten wir uns im allgemeinen auf das biologische Studium, haben aber gelegentlich auch selbst chemische Untersuchungen ausgeführt. Auf Grund dieser Resultate ist zum Chemismus des Sihlsees im wesentlichen folgendes zu bemerken :

Für die Biologie eines Sees ist die Reaktion des Wassers von besonderer Bedeutung. Wir haben zu Beginn unserer Untersuchungen, also vor der Aufstauung des Sees, an scharf lokalisierten Torfstichen Wasserproben gefasst und ihr pH bestimmt. Dabei erhielten wir Werte von

$$\text{pH} = 4,0; \text{pH} = 4,5; \text{pH} = 4,6; \text{pH} = 4,8,$$

was der für Moortümpel bekannten, sauren Reaktion des Wassers entsprach und uns auch nach Berücksichtigung der im Torf enthaltenen Humussäuren verständlich war. Diese Zahlen deckten sich übrigens weitgehend mit den Untersuchungsergebnissen von S t r o m an norwegischen und von K u s n e t z o f f und S k a d o w s k y an russischen Mooren, die das pH dieser Moortümpel ebenfalls mit durchschnittlich 4,0 bis 4,5 angeben.

Die Wasserstoffionenkonzentration stieg aber an, sobald es sich um Wasseransammlungen handelte, die teils durch kahle Torfstichwände, teils aber auch durch Wiesen- oder Riedboden abgegrenzt waren. In solchen Tümpeln betrug die durchschnittlichen pH-Werte schon

$$\text{pH} = 5,2; \text{pH} = 5,6; \text{pH} = 6,2; \text{pH} = 6,6.$$

Auf Grund unserer ersten Ueberlegungen vermuteten wir, dass unter dem Einfluss dieser zum Teil stark sauer reagierenden Torf-

gebiete, wenigstens zu Beginn der Seefüllung, auch mit einer entsprechend sauren Reaktion des Seewassers zu rechnen sei. Wir hätten erwartet, dass die Humussäuren, die den Torfgrund durchsetzen, erst allmählich durch das Zufließen kalkreichen Wassers neutralisiert würden. Aber schon unsere ersten diesbezüglichen Untersuchungen im Juni 1937, also ungefähr zwei Monate nach Staubeginn, ergaben für das Oberflächenwasser durchschnittlich Werte von pH 7,6 und in den folgenden Monaten Werte zwischen pH 7,4 und 7,7. Es ist anzunehmen, dass, wenn wir schon früher mit diesen Untersuchungen hätten beginnen können, nicht wesentlich geringere Werte erhalten worden wären.

Damit charakterisiert sich der Sihlsee schon zu Beginn als chemisch neutrales oder sogar leicht alkalisches Gewässer.

Nach einer eingehenden Erörterung dieser Frage mit Herrn Professor Dr. H. P a l l m a n n, dem Vorsteher des Agrikulturchemischen Institutes der Eidgenössischen Technischen Hochschule, würde der hohe Kalkgehalt der Zuflüsse (Minster 143 mg CaCO_3 /l, Sihl 142 mg CaCO_3 /l) schon genügen, um das Wasser in kurzer Zeit zu neutralisieren, auch wenn die Humussäuren wirklich aus der Torfunterlage in beträchtlichen Mengen in den See diffundiert wären.

Nun diffundieren aber hochmolekulare Säuren im allgemeinen sehr langsam, und überdies wird in diesem speziellen Fall der Vorgang noch durch die intrazelluläre Lage der Umtauschionen in den einzelnen Bodenkörpern, Wurzelresten und Torfstücken wesentlich verlangsamt.

Infolge dieser als gering zu bezeichnenden Diffusionsbereitschaft der Humussäuren wurden nur die Säuren der unmittelbaren Grenzschicht vom Wasser aufgenommen, und von diesen wiederum in erster Linie die leichter wasserlöslichen Fulvosäuren. Es handelte sich also um eine sehr begrenzte Auswaschung des Seegrundes, die die tieferliegenden Torfschichten vorerst in keiner Weise erfasste. Diesem Umstand ist es wohl vor allem zuzuschreiben, dass die pH-Verhältnisse im Sihlsee sich von Anfang an in der beschriebenen Weise entwickelten.

Die infolge der grossen Ausdehnung des Torfgebietes trotzdem aufgenommenen Säuren blieben im Verhältnis zu den Wassermassen und ihrem hohen Neutralisationseffekt zu unbedeutend, als dass sie sich irgendwie merklich hätten geltend machen können.

Leider wurden die pH-Bestimmungen von B u r k a r d nur kurze Zeit weitergeführt, und so sahen wir uns veranlasst, bei einer letzten Gelegenheit am 21. April 1939 diese Untersuchungen noch einmal zu wiederholen. Wir erhielten dabei eine durchschnittliche Reaktion von pH 7,7 des Oberflächenwassers, konstatierten also gegenüber den frühern Ergebnissen keine weitere Veränderung. Das Wasser der Zuflüsse ergab im Vergleich dazu Werte von pH 7,9 für die Sihl und pH 7,5 für die Minster.

Von biologischer Bedeutung ist sodann der O₂-Gehalt eines Sees. Der im Wasser gelöste Sauerstoff stammt zum grössten Teil aus der atmosphärischen Luft. 1 Liter Wasser an der Oberfläche löst bei 760 mm Barometerstand und

0° C	Temperatur	. . .	9,70	ccm O ₂	=	13,86	mg O ₂
4° C	»	. . .	8,87	»	=	12,67	»
10° C	»	. . .	7,77	»	=	11,10	»
15° C	»	. . .	6,96	»	=	9,94	»
20° C	»	. . .	6,28	»	=	8,97	»
25° C	»	. . .	5,76	»	=	8,23	»

Ein kleiner Teil wird dem Wasser tagsüber ausserdem durch die Sauerstoffproduktion des assimilierenden Phytoplanktons zugeführt.

Der Sauerstoffgehalt des Oberflächenwassers schwankte im Sihlsee zwischen 8,0 und 11,9 mg/l, und erreichte im Jahresdurchschnitt 84 % des Sauerstoffgehaltes der beiden Hauptzuflüsse Sihl und Minster, die während der längsten Zeit des Jahres eine leichte Sauerstoffübersättigung zeigten. Das Jahresmittel der Sauerstoffsättigung dieser beiden Zuflüsse betrug 104 %.

Die Sauerstoffsättigung des Oberflächenwassers bei der Staumauer erreichte nach Burkard folgende Monatswerte :

Januar	88,2 %	Juli	101,2 %
Februar	80,5 %	August	109,8 %
März	77,8 %	September	89,0 %
April	90,2 %	Oktober	78,5 %
Mai	117,2 %	November	76,4 %
Juni	111,2 %	Dezember	85,0 %

Eine Sauerstoffübersättigung konnte nur in der obersten Wasserschicht und auch nur in den 4 Monaten Mai bis August beobachtet werden. Sie war aber, wie den oben angeführten Zahlen zu entnehmen ist, im Verhältnis zu andern Seen nicht sehr bedeutend. Nach Minder ist sie beispielsweise im Zürichsee schon über das Anderthalbfache der Sättigung hinausgegangen.

Im allgemeinen nahm der Sauerstoffgehalt des Sihlseewassers nach der Tiefe beständig ab. In den ersten 3 Monaten des Jahres 1938, also in der Winterstagnationsperiode, verschlechterten sich die Sauerstoffverhältnisse zusehends, und dieser Sauerstoffschwund war vor allem den Einflüssen der sauerstoffzehrenden Fäulnisvorgänge im Seegrund zuzuschreiben. Im März betrug der Sauerstoffgehalt des Wassers in 18 m Tiefe noch 0,15 mg/l. Aber schon im folgenden Monat führte die Temperaturumkehr eine vollständige Durchmischung der Wasserschichten herbei, und gleichzeitig stieg auch der Sauerstoffgehalt in der Tiefe. Schon im April ergaben die Messungen in 18 m Tiefe 6,35 mg/l und im Mai sogar 7,43 mg/l. Aber analog den Vorgängen in den Wintermona-

ten wirkte sich die folgende Sommerstagnation wieder so nachteilig aus, dass schon im Juli und August in den tiefern Schichten wieder ein fast vollständiger Sauerstoffschwund eintrat. Im Oktober folgte, wie im vorausgegangenen Jahr, mit dem Eintritt der Herbstvollzirkulation auch wieder eine allgemeine Verbesserung der Sauerstoffverhältnisse im Tiefenwasser, das im November wieder einen Sauerstoffgehalt von 6—7 mg/l aufzuweisen hatte.

Sauerstoff und freie Kohlensäure fanden sich im Sihlsee fast ausschliesslich im umgekehrten Verhältnis. An der Oberfläche enthielt das Wasser immer die kleinste Menge CO_2 , im Durchschnitt zwischen 0—8 mg freies CO_2 /l, während sie gegen die Tiefe hin zunahm, und in der Zeit der Winterstagnation in 18 m das Maximum von 44 mg/l erreichte. Bei den im Seegrund sich abspielenden Fäulnisvorgängen wurde nicht nur O_2 verbraucht, sondern auch entsprechend der Gärungsintensität freies CO_2 erzeugt. Wie die chemische Schichtung des Sauerstoffs mit der thermischen Schichtung zusammenfiel, gleichzeitig mit ihr auftrat und wieder verschwand, so verhielten sich auch die vertikalen Kohlensäureschichtungen während der Stagnationsperioden ausgeprägt differenziert, glichen sich aber in den Zirkulationsperioden annähernd aus.

Ausserdem wurde in der vom Licht durchfluteten Wasserschicht während des Tages durch den Assimilationsprozess des Phytoplanktons nicht nur O_2 produziert, sondern je nach der quantitativen Entwicklung dieser assimilierenden Biocoenosen auch CO_2 konsumiert. Ebenso wurde von den im Biotop lebenden Gemeinschaften des Zooplanktons CO_2 an das Wasser abgegeben, während O_2 aufgenommen werden musste. Diese Vorgänge spielten allerdings nur bei Massenproduktionen des Planktons und auch dann nur eine untergeordnete Rolle, die in den Ergebnissen der Wasseranalysen nicht deutlich zum Ausdruck kam.

Als weiteres Abbauprodukt bei der Verwesung der fäulnisfähigen Bodensubstanzen konnten besonders im ersten Staujahr in tiefern Wasserschichten geringe Mengen H_2S festgestellt werden. Diese Wasserproben zeigten denn auch einen deutlich wahrnehmbaren Schwefelwasserstoffgeruch, den wir in der Folge aber nie mehr wahrnehmen konnten. Nach Burkard waren im Jahr 1938 die Reaktionen auf H_2S nur ausnahmsweise im Tiefenwasser bei der Staumauer äusserst schwach positiv, in allen andern Seegebieten aber negativ.

Freies NH_3 konnte in der Sommerstagnation nur in den untersten Schichten in Mengen von 0,2—2,2 mg/l nachgewiesen werden, fand sich aber in der Zeit der Eisbildung und in der Periode der Herbstzirkulation in ausgeglichenerem Verhältnis in allen Schichten (0,2—0,5 mg NH_3 /l).

Der Nitratgehalt des Sihlseewassers schwankte im allgemeinen zwischen 0,3 und 3,0 mg/l, während Nitrite, die im Abbauprozess als Uebergangsstadien zwischen Ammoniak und Nitraten anzusehen sind,

nach den Ergebnissen Burkards nie in nachweisbaren Mengen festgestellt werden konnten.

Ebenso überstieg der Chlorgehalt des Wassers nie 0,5 mg/l, was um so mehr auffallen musste, wenn man in Betracht zieht, dass J o n s s o n in den schwedischen Humusgewässern durchschnittlich bis 5,0 mg/l beobachtet hat. Selbst der Genfersee, der doch als reines Gewässer angesehen werden kann, weist einen höhern durchschnittlichen Chlorgehalt, nämlich 1,1 mg/l auf.

Der Kalkgehalt des Sihlsees betrug im Jahresdurchschnitt 132 mg CaCO_3 /l, also nur unbedeutend weniger als der seiner Zuflüsse (142 mg/l), die, wie wir schon oben erwähnten, fast ausschliesslich aus Kalkgebieten kommen.

Leider konnte die biogene Entkalkung von uns nicht näher studiert werden. Da sie aber im allgemeinen mit der Höhe des Kalkgehaltes und der Entwicklung des Planktons in einem See steigt, hätte sie im Mai und Juli eine auffallende Verminderung des Kalkgehaltes in den oberen Schichten bewirken müssen. Die Untersuchungen ergaben aber, dass gerade in diesen Zeiten nur unbedeutende vertikale Differenzen im Kalkgehalt bestanden. So betrug die Härte des Wassers im Mai an der Oberfläche 125 mg CaCO_3 /l und in 18 m Tiefe 128 mg/l, im Juli an der Oberfläche 113 mg/l und in 18 m Tiefe 120 mg/l. Daher dürfte von einer biogenen Entkalkung des Sihlseewassers in den ersten Staujahren noch nicht die Rede sein.

Im Vergleich zu andern Seen konnten die chemischen Verhältnisse des Sihlsees als für die Entwicklung der Planktonvegetation günstig beurteilt werden. Schon in seinem Anfangsstadium entsprach der See, auch wenn sich vereinzelt Gärungs- und Uebergangseinflüsse geltend machten, doch weitgehend dem eutrophen Seentypus Thienemanns, und diesem Umstand ist es wohl in erster Linie zuzuschreiben, dass wir in der Untersuchungsperiode zwar kein arten-, dafür aber individuenreiches Plankton mit beträchtlichen Entwicklungsanstiegen verfolgen konnten.

IV. Biologie.

1. Die telmatoplanktischen Biocoenosen im Sihltal vor der Seefüllung.

Wie wir schon zu Beginn unserer Ausführungen erwähnten, ist die Algenvegetation der Tümpel und Gräben des damaligen Sihltales um die Jahrhundertwende von D ü g g e l i eingehend studiert und in einer Liste zusammengefasst worden. An Hand dieser Ergebnisse kann der Einfluss dieser Biotope auf die Entwicklung des Limnoplanktons nach der Seefüllung festgestellt werden.

In den Bächen, Moorgräben und Torfstichen « führt eine arten- und individuenreiche Gesellschaft ein verborgenes Dasein. Das Plankton dieser kleinen und kleinsten Wasserläufe und Miniaturseen zeichnet

sich durch ein überraschend zahlreiches Vorkommen von Desmidiaceen aus, das vielleicht durch das Gedeihen von Torfmoosrasen — dem Lieblingsaufenthalt dieser Algen — in unmittelbarer Nachbarschaft erklärt werden kann. » (Düggeli.)

Seinen Ausführungen entnehmen wir im folgenden die Bestandaufnahme dieser Mikrophyten :

Leptothrix ochracea,
Coelosphaerium Kützingianum,
Gomphosphaeria aponina,
Microcystis marginata,
Chroococcus minutus,
Synechococcus aeruginosus,
Oscillatoria tenuis, *limosa*, *leptotricha* und *maxima*,
Spirulina sp.,
Rivularia minutula,
Euglena viridis,
Dinobryon sertularia,
Ceratium Hirundinella,
Peridinium cinctum,
Cymbella cistula, *cuspidata* und *Ehrenbergii*,
Navicula crassinervis, *cuspidata*, *cryptocephala*, *affinis*, *tumida*,
elliptica und *rynchocephala*,
Pinnularia viridis, *gibba* und *Stauroptera*,
Stauroneis Phoenicenteron,
Mastogloia Smithii,
Pleurosigma attenuatum und *acuminatum*,
Cymatopleura elliptica,
Surirella ovata, *splendida*, *biseriata* und *norica*,
Nitzschia sigmoidea, *communis*, *palea* und *acicularis*,
Diatoma tenue,
Odontidium mutabile,
Fragilaria capucina und *crotonensis*,
Synedra radians, *Ulna* und *capitata*,
Tabellaria flocculosa und *fenestrata*,
Cyclotella Kützingiana,
Melosira varians,
Hyalotheca dissiliens,
Desmidium Swartzii,
Closterium Dianae, *acerosum*, *Leibleinii*, *Lunula*, *moniliferum*,
Cornu, *striolatum*, *rostratum*, *parvulum*, *Ehrenbergii* und
juncidum,
Penium closterioides, *blandum* und *Digitus*,
Pleurotaenium nodulosum,

Staurastrum furcigerum, senticosum, punctulatum, aculeatum und
hirsutum,
Micrasterias papillifera, oscitans, Crux melitensis, rotata und
truncata,
Euastrum oblongum,
Cosmarium Botrytis, margaritifera, crenatum und *Meneghinii,*
Xanthidium fasciculatum,
Pandorina morum,
Tetraspora gelatinosa,
Pediastrum rotula,
Palmodactylon subramosum,
Gloeodictyon Blyttii,
Botryococcus Braunii,
Scenedesmus obliquus und *bijugatus,*
Chaetophora elegans,
Hormospora mutabilis.

Nachdem wir schon zu Beginn des Monats Juni 1937 einzelne vertikale Phyto- und Zooplanktonfänge im teilweise aufgestauten Sihlsee ausgeführt hatten, unternahmen wir am 25. Juni in Begleitung von Herrn Privatdozent Dr. O t t o J a a g eine weitere Exkursion ins Untersuchungsgebiet.

Der Seestand betrug um diese Zeit 887,7 m ü. M. Zwischen dem Hühnermattdamm und Birchli fanden wir an der eben ins Wasser eintauchenden Grasnarbe einzelne sehr schöne Bestände von *Lemna minor*, die sich in geschlossenen Flächen quadratmeterweise auf dem Wasser ausbreiteten. Aus dem Wasser heraus ragten noch die Blütenstände von *Rumex*, *Polygonum*, *Campanula* und vielen Gräsern.

Weiter südwärts fanden sich in den Gebieten ehemaliger Torfstiche reichlich gestochene Torfstücke, sog. « Turpen », zerstreut oder noch in grösseren Mengen auf Trockenplätzen ausgebreitet und aufgeschichtet. Dem Ufer entlang trieben solche Stücke auf dem Wasser in grosser Zahl herum.

Bei dieser Gelegenheit wurden aus den noch freiliegenden und mit dem See nicht direkt in Verbindung stehenden Tümpeln, Torfstichen und Gräben zahlreiche Planktonproben gefasst.

Am gegenüberliegenden Ufer, in der Nähe des Dorfes Willerzell, war die Grasnarbe bei der Einmündung des Rickenbaches in den See streckenweise abgehoben. Zwischen kleinen Erderhebungen bildeten sich viele kleine Pfützen von höchstens 10 cm Tiefe, die am Rand auf der Erde einen grünen Belag aufwiesen. In der Nähe fanden wir an der untergetauchten Grasnarbe haftende Fadenalgen (*Mougeotia* sp., *Zygnema* sp., *Ulothrix zonata*, *Anabaena constricta*) in zum Teil grössern

zusammenhängenden Watten, und an einer gegen den See sich öffnenden Stelle Schwärme von dunkel erscheinenden Planktontierchen (*Scapholeberis mucronata*). Auch hier wurden überall Proben gefasst.

Es handelte sich dabei darum, festzustellen, ob sich die von D ü g g e l i beobachteten Formen in diesen kleinen Biotopen in der Zwischenzeit zu halten vermochten, und welche neuen Arten mittlerweile aufgetreten waren. Vor allem waren wir aber bemüht, auch die telmatoplanktische Fauna noch nach Möglichkeit zu erfassen, da solche Untersuchungen in diesem Gebiet bisher nicht durchgeführt worden sind.

In dem von uns gesammelten und untersuchten Material fanden sich folgende Formen :

- | | |
|---|--|
| <i>Anabaena constricta</i> Geitler, | <i>Closterium striolatum</i> Ehrbg., |
| <i>Pseudanabaena</i> sp., selten und in
unbestimmbarem Zustande. | » <i>lineatum</i> Ehrbg., |
| <i>Merismopedia punctata</i> Meyen, | <i>Cosmarium Portianum</i> Arch., |
| <i>Plectonema</i> sp., | » <i>speciosum</i> Lund., |
| <i>Ulothrix zonata</i> Kütz., | » <i>subcucumis</i> Schmidle, |
| <i>Cladothrix dichotoma</i> Cohn, | » <i>venustum</i> Arch., |
| <i>Microspora pachyderma</i> Lagerh., | » <i>crenatum</i> Ralfs, |
| <i>Mougeotia</i> sp., | » <i>Meneghinii</i> Bréb., |
| <i>Zygnema</i> sp., | » <i>costatum</i> Nordst., |
| <i>Dinobryon sertularia</i> Ehrbg., | » <i>tetraophthalmum</i> Bréb., |
| <i>Synura uvella</i> Ehrbg., | <i>Ceratoneis arcus</i> var. <i>genuina</i>
Holmboe, |
| <i>Chlamydomonas</i> sp., | <i>Cymbella ventricosa</i> Kütz., |
| <i>Mallomonas acaroides</i> Perty, | <i>Nitzschia</i> sp., |
| <i>Peridinium cinctum</i> Ehrbg., | <i>Navicula cryptocephala</i> var. <i>exilis</i>
Grun., |
| <i>Pandorina morum</i> Bory, | » <i>seminulum</i> Grun., |
| <i>Eudorina elegans</i> Ehrbg., | » <i>radiosa</i> var. <i>genuina</i>
Grun., |
| <i>Sphaerocystis</i> cf. <i>Schroeteri</i> Cho-
dat, | <i>Meridion circulare</i> Ag., |
| <i>Characium Tuba</i> Herm., | <i>Pinnularia viridis</i> Ehrbg., |
| » <i>Braunii</i> Bruegger, | » <i>Hilseana</i> Jan., |
| » <i>Naegeli</i> A. Braun, | » <i>borealis</i> Ehrbg., |
| » <i>limneticum</i> Lemmerm., | <i>Stauroneis phoenicenteron</i> var.
<i>amphilepta</i> (Ehrbg.) Cl., |
| » cf. <i>strictum</i> A. Braun, | <i>Synedra tenera</i> W. Sm., |
| <i>Staurastrum punctulatum</i> Bréb., | » <i>delicatissima</i> H. Sm., |
| » <i>gracile</i> var. <i>tenuis-</i>
<i>sima</i> Boldt., | <i>Tabellaria flocculosa</i> Kütz., |
| <i>Mesotaenium Endlicherianum</i>
Naeg., | » <i>flocculosa</i> var. <i>ventri-</i>
<i>cosa</i> Grun., |
| <i>Roya obtusa</i> West, | » <i>fenestrata</i> Kütz. |
| <i>Closterium moniliferum</i> Ehrbg., | |
| » <i>rostratum</i> Ehrbg. | |

Dazu gesellte sich eine allerdings arten- und individuenärmere Fauna. Wir fanden in diesen Untersuchungen :

Ascomorpha ecaudis Perty,
Synchaeta pectinata Ehrbg.,
Proales petromyzon Ehrbg.,
» *decipiens* Ehrbg.,
Rattulus longiseta Schrank,
» sp.,
Dinocharis intermedia Bgdl.,
Diplax crassipes Lucks,
Mytilinia spinigera Ehrbg.,
Catypna luna O. F. Müller,
Colurella compressa Lucks,
Metopidia acuminata Ehrbg.,
» *oblonga* Ehrbg.,

Noteus quadricornis Ehrbg.,
Keratella cochlearis Gosse,
Anuraeopsis fissa Gosse,
Scapholeberis mucronata
O. F. Müller,
Simocephalus vetulus O. F. Müller,
Ceriodaphnia reticulata var. *Kurzii*
(Stingelin),
Chydorus sphaericus O. F. Müller,
Nauplien,
Cyclops sp.,
Chironomiden-Larven.

In den verschiedenen Tümpeln und Wasseransammlungen haben wir zuweilen eine recht variable Zusammensetzung der Biocoenosen angetroffen, so dass anzunehmen ist, dass sich in den tiefer liegenden Gebieten wohl noch weitere alte und neue Formen hätten finden lassen. Leider standen diese aber damals schon völlig unter Wasser und konnten nicht mehr in unsere Arbeit einbezogen werden. Es ist deshalb nicht ausgeschlossen, dass sich jene Formen, die sich im Laufe der weitem Untersuchungen als neue Arten im Sihlseeplankton einstellten und entwickelten, in jenen Gebieten schon angesiedelt hatten.

Ferner ist festzuhalten, dass wir in unsern Untersuchungen nicht nur charakteristische « Moortümpel » berücksichtigten, sondern beispielsweise auch Pfützen auf erdigem oder lehmartigem Grund und Wasseransammlungen, die sich über Vertiefungen der Grasnarbe gebildet hatten. Bei der oben angeführten Liste handelt es sich also nicht um ausgesprochene « Moorformen », sondern um eine allgemein gehaltene Bestandesaufnahme der Lebewesen, soweit sie uns in den Biotopen des Talgebietes noch zugänglich waren.

In den eigentlichen Torf- und Hochmoorgebieten fanden wir neben Flagellaten (*Chlamydomonas* sp., *Dinobryon sertularia*) oft in grösserer Zahl Desmidiaceen, die schon nach D ü g g e l i in diesen Gebieten eine überraschend reiche Entwicklung aufwiesen. Neben *Staurastrum punctulatum* und *Closterium rostratum*, die wir in zwei Torftümpeln besonders zahlreich fanden, enthielten diese Proben meist in vereinzelt Exemplaren abwechselnd auch *Cosmarium Meneghinii*, *Portianum*, *crenatum*, *subcucumis*, *tetraophthalmum* und *speciosum* neben *Closterium moniliferum*, *Staurastrum gracile* var. *tenuissima* und diversen Kieselalgen.

An kleinen Torfpartikeln haftend fanden wir vereinzelt *Characium Tuba*, *Ch. Braunii* und *Ch. Naegeli*.

Unsere Bestandesaufnahme ergibt also im Vergleich mit der Liste D ü g g e l i s , dass die Algenvegetation dieser Biotope im Laufe der Jahre wohl Veränderungen ausgesetzt war, indem viele Formen verschwanden, während sich dafür andere neu ansiedelten. Die charakteristischen Grundzüge dieser Lebensbezirke erwiesen sich aber als nicht wesentlich verschoben. In beiden Untersuchungen stehen Desmidiaceen und Diatomeen an Arten- und Individuenzahl an erster Stelle. Gerade diese Arten spielen aber, wie wir später sehen werden, im Sihlseeplankton selbst nur eine untergeordnete Rolle. Dagegen konnten nur drei echte Phytoplankter in beiden Untersuchungen nachgewiesen werden, nämlich

Dinobryon sertularia,
Peridinium cinctum und
Pandorina morum,

denen wir auch im Limnoplankton des Sees in wechselnder Entfaltung, manchmal sogar dominierend, wieder begegnen werden.

Die Fauna war in den Torftümpeln ausgesprochen artenarm. Einzig die Rotatorien traten als etwas häufigere Glieder dieser Reihe hervor. Wir fanden in diesen Proben abwechselnd, allerdings meist nur in vereinzelt Exemplaren, folgende Formen: *Catypna luna*, *Proales petromyzon* und *decipiens*, *Dinocharis intermedia*, *Rattulus longiseta* und sp., *Colurella compressa* und *Diplax crassipes*.

Keratella serrulata und *Polyarthra platyptera* var. *minor*, die nach H a r n i s c h sogar als « Leitformen » für durch Sphagnen veränderte Gewässer gelten könnten, haben wir in unsern Torfproben nicht feststellen können. Dagegen fanden wir *Chydorus sphaericus* und *Ceriodaphnia reticulata* var. *Kurzii*, vereinzelt auch Nauplien und *Cyclops* sp.

Uebereinstimmend mit den Angaben H a r n i s c h s fehlten aber in den ausgesprochen sauren Torfgewässern z. B. *Keratella cochlearis*, *Asplanchna priodonta*, *Daphnia longispina* und *Simocephalus vetulus*. Das musste um so mehr auffallen, als wir einzelne dieser Arten, z. B. *Keratella cochlearis* und *Simocephalus vetulus* in Wasseransammlungen über der Grasnarbe vereinzelt, und später sogar in bedeutenden Entwicklungsphasen (*Asplanchna*, *Keratella* und *Daphnia*) auch im Sihlsee selbst fanden. Da aber diese Beobachtungen nicht zahlreich genug waren, um daraus allgemeine Schlüsse auf die Eigenart der Moorbiologie ableiten zu können, begnügten wir uns mit diesem kurzen Hinweis.

2. Die Entwicklung des Limnoplanktons im Sihlsee.

Da es nun die interessanteste und wesentlichste Aufgabe unserer Arbeit war, die zeitliche Entwicklung und Aufeinanderfolge der verschiedenen Organismen im Sihlsee zu studieren, so seien die nachfolgenden Ausführungen speziell unter diesem Gesichtspunkt betrachtet. Wir fassten unsere Proben mit den üblichen Planktonnetzen für Phyto- und Zooplankton, mit denen wir an verschiedensten Stellen horizontale und vertikale Fänge ausführten, in erster Linie aber von der Mitte des Willerzeller Viaduktes aus, ferner beim Steinbach-Viadukt und an der Staumauer. Die erstgenannte Probenahmestelle liegt annähernd im Zentrum des zu untersuchenden Biotops selbst und schien uns aus diesem Grunde als besonders geeignet. Durch vom Seegrund bis zur Wasseroberfläche reichende Tiefenzüge erhielten wir ein Vegetationsbild, das für den See im allgemeinen geltend sein dürfte, zumal auch nach spätern Beobachtungen die Ausbreitung des Planktons innerhalb des Seebeckens im allgemeinen ziemlich gleichmässig zu sein pflegte.

Um über den Verlauf der Planktonentwicklung nun einen allgemeinen Ueberblick zu erhalten, haben wir in Tab. 2 und 3 die Planktonlisten einzelner Fangtage der Jahre 1937/38/39 vergleichsweise zusammengestellt und für diese Betrachtung im besondern folgende Daten berücksichtigt :

1937. 11. Juni
29. September
12. Dezember
1938. 27. März
5. Juli
20. Oktober
7. Dezember
1939. 25. April.

Die in der Tabelle verwendeten Zahlen bedeuten :

5 = dominierend
4 = sehr reichlich
3 = reichlich
2 = vereinzelt
1 = spärlich.

Dabei sei aber ausdrücklich darauf hingewiesen, dass wir in den Tabellen nicht alle Fangtage, sondern nur einzelne Probenahmen berücksichtigten, was aber im Rahmen unserer Problemstellung genügen dürfte. Wir werden in den weitem Ausführungen die Entwicklungsphasen der einzelnen Plankter eingehend behandeln und somit Gelegenheit haben, auch Entwicklungsstadien und -maxima festzuhalten, die in den Tabellen nicht oder nur andeutungsweise zum Ausdruck kommen, da sie in Zeiten fielen, die zwischen den angeführten Stichtagen lagen.

Tabelle 3. Zooplankton.

	1937				1938				1939
	Vorunter- suchung	11. VI.	29. IX.	12. XII.	27. III.	5. VII.	20. X.	7. XII.	25. IV.
<i>Ascomorpha ecaudis</i>	+	2	—	—	—	—	—	—	—
<i>Synchaeta pectinata</i>	+	1	1	—	—	1	1	—	—
<i>Proales petromyzon</i>	+	1	—	—	—	—	—	1	—
<i>Proales decipiens</i>	+	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Rattulus longiseta</i>	+	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Trichocerca cylindrica</i>	—	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Dinocharis intermedia</i>	+	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Diplax crassipes</i>	+	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Mytilinia spinigera</i>	+	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Catypna luna</i>	+	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Metopidia oblonga</i>	+	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Gastropus stylifer</i>	—	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Notolca longispina</i>	—	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Noteus quadricornis</i>	+	1	1	—	—	—	—	—	—
<i>Filinia longiseta</i>	—	—	—	—	—	1	1	1	—
<i>Polyarthra trigla</i>	—	—	2	1	3	2	1	2	1
<i>Asplanchna priodonta</i>	—	—	1	3	1	1	2	1	—
<i>Keratella cochlearis</i>	+	1	5	4	3	2	1	1	1
<i>Keratella quadrata</i> var. <i>curvi-</i> <i>cornis</i>	—	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Anuraeopsis fissa</i>	+	1	5	—	—	1	1	—	—
<i>Chydorus sphaericus</i>	+	5	—	—	—	—	—	—	—
<i>Scapholeberis mucronata</i>	+	2	—	—	—	—	—	—	—
<i>Ceriodaphnia reticulata</i> var. <i>Kurzii</i>	+	1	2	2	—	—	—	—	—
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>	—	—	1	1	—	1	1	1	—
<i>Daphnia longispina</i>	—	—	4	2	—	4	2	1	—
<i>Bosmina longirostris</i>	—	—	—	2	—	1	—	—	—
<i>Nauplius</i>	+	2	1	1	—	1	—	—	—
<i>Cyclops</i> sp.	+	2	1	1	1	1	1	1	1

Wir sehen also, dass sich bereits in der ersten Periode der Seefüllung eine grössere Zahl der im Telmatoplankton der Wasseransammlungen nachgewiesenen Arten auch im freien Wasserraum des Sihlsees feststellen liess.

In erster Linie sind die bereits zu Beginn dominierenden Formen *Dinobryon sertularia* und *Chydorus sphaericus* zu nennen, die sich in kürzester Zeit ganz bedeutend vermehrten, aber auch sehr bald aus dem Biotop verschwanden.

Neben der Massentwicklung von *Dinobryon sertularia* fanden wir im Phytoplankton dieser Zeit noch *Peridinium cinctum*, *Pandorina morum*, *Eudorina elegans* und *Tabellaria flocculosa* vereinzelt.

Was uns in den Fängen vom 11. Juni noch weiter von besonderem Interesse schien, war das geschlossene Auftreten beinahe sämtlicher telmatoplanktischer Rotatorien, die uns in den Voruntersuchungen als eigentliche « Moorformen » begegnet waren. Dazu ist allerdings zu bemerken, dass sie fast ausnahmslos nur in ganz vereinzelt Exemplaren beobachtet wurden. Alle diese Formen sind also aus ihren kleinen Biotopen beim Stau in den See hinausgeschwemmt worden, wo sie sich, wenigstens für kurze Zeit, noch zu halten vermochten. Nach Ende Juni 1937 fanden wir diese Rotatorien im See nie mehr. Ausser *Ascomorpha ecaudis*, die bis Anfang September in wechselnden Mengen vorhanden war, konnte einzig *Noteus quadricornis* in einigen wenigen Exemplaren noch einmal im September desselben Jahres festgestellt werden.

Dagegen vermochten sich *Synchaeta pectinata*, *Keratella cochlearis* und *Anuraeopsis fissa* auch im Sihlsee zu halten, und wir werden sie im weitem Verlauf der Untersuchungen meist immer in wechselnden Mengen wiederfinden.

Als weitere Vertreter der Schwebefauna fanden sich noch vereinzelt *Scapholeberis mucronata*, *Ceriodaphnia reticulata* var. *Kurzii*, Nauplien und *Cyclops* sp.

Simocephalus vetulus fand sich nur in einzelnen Fängen der Zwischenzeit in wenigen Exemplaren.

Wenn wir die Ergebnisse der Untersuchungen vom 11. Juni mit denen vom 29. September vergleichen, so sehen wir, dass in dieser Periode schon verschiedene Phyto- und Zooplankter eingegangen sind, nämlich :

Dinobryon sertularia,

Pandorina morum,

Eudorina elegans,

Tabellaria flocculosa,

Chydorus sphaericus,

Scapholeberis mucronata,

Simocephalus vetulus

und die obenerwähnten Rotatorien.

Gleichzeitig sind aber auch neue Arten aufgetreten, die sich im Sihlsee einzubürgern versuchten. Wir nennen :

Dinobryon divergens,
Gloeocystis cf. *planctonica*,
Peridinium Willei,
Polyarthra trigla,

Asplanchna priodonta,
Ceriodaphnia quadrangula,
Daphnia longispina.

Ueber die von uns gemachten Beobachtungen im Entwicklungszyklus *Dinobryon sertularia-divergens* werden wir später noch eingehend zu sprechen kommen.

Dinobryon divergens fand sich im September reichlich neben *Synura uvella*, die Ende Juni im See zum erstenmal beobachtet wurde, sich aber schon vereinzelt in Tümpeln vorfand, und *Gloeocystis* cf. *planctonica*, die sich Anfang September erstmals zeigte.

Im Zooplankton dominierten die beiden Rotatorien *Keratella cochlearis* und *Anuraeopsis fissa* neben der Ende Juli erstmals beobachteten *Daphnia longispina*, die in der Folge schon im September reichlich im Plankton vorhanden war.

In den Fängen vom 12. Dezember 1937 war das Phytoplankton bedeutend zurückgegangen. Wir fanden um diese Zeit neben aufgeschwemmten Diatomeen nur vereinzelt *Peridinium cinctum*, *Volvox aureus* — als neu auftretende Form — und *Closterium moniliferum*.

Im Zooplankton herrschte noch immer *Keratella cochlearis* vor. *Anuraeopsis fissa* war nicht mehr nachzuweisen, dafür entwickelte sich indessen *Asplanchna priodonta* zusehends. *Polyarthra trigla* fand sich nur spärlich. Die beiden Cladoceren *Daphnia longispina* und *Ceriodaphnia reticulata* waren im Rückgang begriffen und neben der neu auftretenden *Bosmina longirostris* noch vereinzelt zu beobachten.

Von Mitte Dezember 1937 bis Anfang April des folgenden Jahres war der ganze See ununterbrochen eisbedeckt. Wir mussten daher am 27. März die Eisschicht zur Probenahme durchbrechen, fanden aber ein nur sehr spärlich entwickeltes Plankton vor: Dicht unter der Eisschicht etwas häufiger *Amphileptus tracheloides*, im übrigen einzelne Exemplare *Dinobryon divergens* neben den Rotatorien *Keratella cochlearis*, *Polyarthra trigla* und *Asplanchna priodonta*.

In der Folge stieg die Planktonvegetation unbedeutend; es vermochte auch lange Zeit keine der vorhandenen Formen zu dominieren. Am 5. Juli 1938 aber zeigte das Plankton wieder einen lebhaften Entwicklungsanstieg. Neben *Dinobryon divergens* und *Peridinium cinctum* traten neue Phytoplanktonformen auf :

Chrysococcus ornatus
Sphaerocystis Schroeteri
Ankistrodesmus lacustris.

Die beiden letztgenannten Chlorophyceen erreichten noch im selben Monat ein bedeutendes Maximum.

Im Zooplankton dominierte *Daphnia longispina*. Neben einzelnen Exemplaren schon bekannter Rotatorien, zu denen sich als neue Form *Filinia longiseta* gesellte, fand sich vereinzelt noch *Ceriodaphnia quadrangula*.

Auch in der Planktonprobe vom 20. Oktober, die im wesentlichen eine ähnliche Zusammensetzung zeigte, fanden wir wieder eine neue, bedeutende Planktonalge, *Coelastrum microporum*, die wir im Zyklus unserer Untersuchungen als letzte « Neuerscheinung » des Phytoplanktons konstatierten.

Am 7. Dezember 1938 trafen wir noch reichlich *Coelastrum microporum* neben vereinzelt *Chrysococcus ornatus*, *Peridinium cinctum*, *Volvox aureus*, *Oocystis lacustris*, *Closterium moniliferum* und *Tabellaria flocculosa*.

Aber auch das Zooplankton war nicht reichlicher entwickelt. Neben *Daphnia longispina*, *Ceriodaphnia quadrangula* und *Cyclops* sp. waren die Rotatorien *Keratella cochlearis*, *Polyarthra trigla*, *Filinia longiseta* und *Asplanchna priodonta* nur vereinzelt festzustellen.

Von Ende Dezember 1938 bis Mitte April 1939 blieb der See wie im vergangenen Winter wieder vollständig vereist, und auch die Planktonvegetation war kurz nach der Eisschmelze auffallend gering. Neben einzelnen *Cyclops* sp. fanden sich nur *Keratella cochlearis* und *Anuraeopsis fissa*.

Um den Ueberblick über die verschiedenen Entwicklungsphasen des Limnoplanktons zu vervollständigen, werden wir in den folgenden Ausführungen noch kurz auf weitere interessante und eigenartige Beobachtungen bei einzelnen Organismen zu sprechen kommen.

3. Die Zusammensetzung des Planktons.

A. Phytoplankton.

Bacillariaceae. Kieselalgen fanden wir in den Planktonfängen des Sees äusserst selten, und dann handelte es sich meist um einzelne Exemplare von *Tabellaria fenestrata* und *flocculosa*. Nach stürmischem Wetter und reichlichen Niederschlägen wurden aber auch andere Formen vom Seegrund und den Ufern her in den freien Wasserraum hinausgeschwemmt, wo sie in der Folge auch in wechselnden Mengen kürzere oder längere Zeit nachzuweisen waren. Neben den schon genannten *Tabellaria* handelte es sich aber in der Hauptsache um Formen, die uns aus den Voruntersuchungen bekannt sind, wie :

- Navicula radiosa* var. *genuina* Grun.,
- » *lanceolata* var. *genuina* Meister,
- Pinnularia Hilseana* Jan.,
- Cymbella ventricosa* Kütz.,
- Eunotia lunaris* var. *subarcuata* Grun.,

Fragilaria capucina Desm.,
Synedra tenera W. Sm.,
» *delicatissima* W. Sm.,
Asterionella gracillima Heib.

Diese ausgesprochene Diatomeenarmut des Sihlseeplanktons ist aber um so auffallender, wenn man bedenkt, dass sich die Kieselalgen nach den Ergebnissen der Voruntersuchungen in diesen Gebieten reichlich vorgefunden haben, und dass sie in eutrophen, und zum Teil auch in oligotrophen Seen bekanntermassen vorherrschend sind.

Dinoflagellatae. D ü g g e l i fand *Peridinium cinctum* und *Ceratium Hirundinella* hie und da in der Sihl, in Gräben und Moorbächen. Im Sihlseeplankton begegneten wir *Peridinium cinctum* neben *Peridinium Willei* in den Fängen der Monate August und September 1937. Während aber die letztere sehr bald wieder aus dem Biotop verschwand, zeigte sich *Peridinium cinctum* in spätern Probenahmen vereinzelt immer wieder. Dagegen konnten wir im ganzen Untersuchungsgang nur ein einziges Exemplar von *Ceratium Hirundinella* im August 1937 beobachten. Das war um so überraschender, als dieser Dinoflagellat in einer Anzahl grösserer und kleinerer Gewässer selbst als bedeutender und zum Teil perennierender Phytoplankter bekannt ist.

Volvocales. Auch die Vertreter dieser Reihe traten nie in dominierenden Mengen auf. *Pandorina morum* und *Eudorina elegans* fanden sich nur in den ersten Proben bis Ende Juli 1937 vereinzelt bis etwas häufiger, um dann ebenfalls einzugehen. Dagegen begegnete uns *Volvox aureus* erstmals im November 1937 in einem freilich unbedeutenden Entwicklungsanstieg, um sehr bald wieder zu verschwinden. Wir trafen diese Alge noch einmal in Fängen der Monate Juli und August des folgenden Jahres in ähnlicher Entwicklung. Seither war *Volvox aureus* nicht mehr festzustellen.

Chrysomonadineae. *Dinobryon sertularia* stellte, wie wir schon betont haben, nach den ersten Untersuchungsergebnissen den weitaus dominierenden Phytoplankter dar. « Bei der Artunterscheidung der Gattung *Dinobryon* ist es am besten, sich an die Gestaltung der Gehäuse und an die Formation der Koloniebildung zu halten. Die Zellbeschaffenheit ist noch zu wenig bekannt, als dass man wertvolle und konstante Merkmale daraus ziehen könnte. » (B a c h m a n n.)

Der Formenreichtum der *Dinobryon*becher erschwert aber die systematische Einordnung der verschiedenen Arten wesentlich und hat auch zu einer unübersichtlichen und kaum Klarheit schaffenden Varietätennomenklatur geführt. In diesem Zusammenhang haben wir gerade bei *Dinobryon* äusserst interessante Vorgänge verfolgen können, deren Ergebnisse aber durch weitere experimentelle Studien an Kulturen noch bestätigt werden müssten.

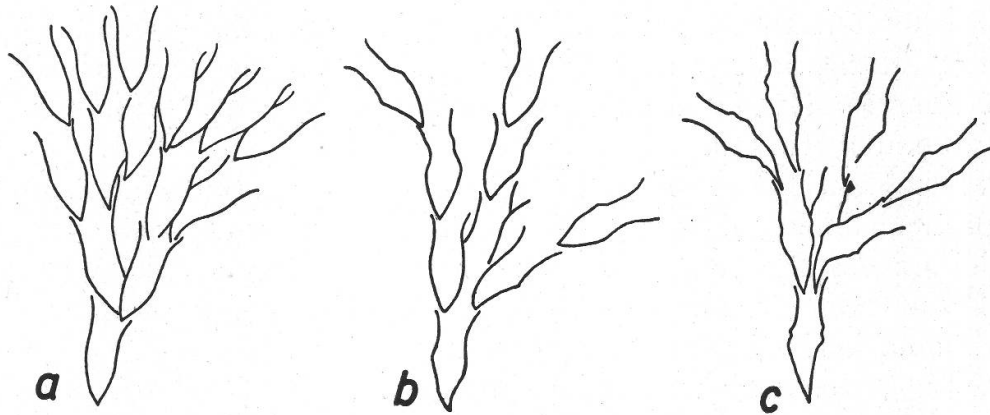


Abbildung 6.

Becherformen und Koloniebildung in der Dinobryon-Reihe. a) *Dinobryon sertularia*, typische Form. b) Übergangsform zu *D. divergens*. c) *Dinobryon divergens*, typische Form.

Die Gehäuse der ersten Fänge zeigten eine ziemlich allgemeine Struktur ohne grosse Variationstendenz und deckten sich mit den für die *sertularia*-Reihe charakteristischen Becherformen, die Bachmann, Lemermann und Pascher skizzierten. Die Kolonien waren anfangs ausnahmslos dichtbuschig, und die Konturlinien der aufeinanderfolgenden Gehäuse bildeten deutlich hervortretende Schlangelinien. (Abb. 6 a.)

Dieses Gesamtbild veränderte sich aber im Laufe der weiteren Untersuchungen merklich. Schon Ende Juni 1937 zeigten die untern Partien einzelner Gehäuse eine mehr zugespitzte und verlängerte Form. Die Kolonien blieben noch unverändert. Etwas später strebten aber die einzelnen Aeste der Kolonien langsam, aber auffallend auseinander und verloren ihren dichtbuschigen Charakter immer mehr. Es handelte sich augenscheinlich um eine Reihe von Formen, die in Umbildung begriffen waren, intermediär zwischen zwei extremen Typen standen, und somit nicht in eine der Hauptartgruppen eingegliedert werden konnten. Diese Übergangsstadien waren Ende Juli neben typischen *Dinobryon-sertularia*-Kolonien reichlicher vorhanden. (Abb. 6 b.)

Anfang August traten auch die ersten typischen *Dinobryon-divergens*-Kolonien auf neben solchen, die in dieser Entwicklungsrichtung noch zurück waren. Aber schon Ende August fanden wir fast ausschliesslich *Dinobryon divergens*, annähernd in derselben Massenentwicklung wie vorher *Dinobryon sertularia*. Anfang September war ein grosser Teil dieser Kolonien in Einzelbecher aufgelöst, und seither nahmen sie mengenmässig ab.

Dinobryon divergens hielt sich aber in der Folge, freilich nur in einzelnen Exemplaren, auch in den Wintermonaten im Plankton, entwickelte sich auch im Mai des folgenden Jahres wieder zum dominierenden Phytoplankter. Aber schon Anfang Juli ging diese Chrysomo-

nade wieder auffallend zurück, zeigte im Oktober noch einen leichten Entwicklungsanstieg. In der folgenden Zeit trat sie nur mehr in geringer Menge auf und konnte nach Mitte November überhaupt nicht mehr gefunden werden.

Nach P a s c h e r sind die Verwandtschaftsverhältnisse in dieser Gruppe noch nicht geklärt. « Es bestehen hier mehrere sich kreuzende Entwicklungsrichtungen, deren Erkenntnis dadurch erschwert wird, dass die meisten Formen typische Saisonvariationen zeigen. Bei vielen Formen sind im Frühjahr die Kolonien dichter, gedrängener, gegen den Sommer aber lockerer und mehr spreizend. »

In unsern Untersuchungen wiesen aber sowohl die Formen von *Dinobryon sertularia* wie auch von *Dinobryon divergens* die typischen Artmerkmale unbestritten auf, während die Uebergangsformen überzeugend dafür zu sprechen schienen, dass es sich nicht um Unterarten, sondern um eigentliche Entwicklungsstadien zwischen den genannten Formen handelte. Andernfalls wäre nicht einzusehen, warum im spätern Verlauf nicht ähnliche Becherstrukturen und Koloniebildungen wieder aufgetreten wären. Wir fanden aber in allen weitem Proben immer die charakteristische und typische *Dinobryon divergens*. (Abb. 6 c.)

Synura uvella. Diese Chrysomonade fanden wir grösstenteils zu Kolonien vereinigt, aber auch als einzelne Individuen erstmals Ende Juni 1937. Sie entwickelte sich in den folgenden Monaten etwas reichlicher und Mitte Oktober zum dominierenden Phytoplankter. Aber schon Ende des Monats war sie wieder auffallend zurückgegangen und in der Probe vom 6. November nicht mehr zu beobachten. In einzelnen Exemplaren tauchte sie im April und Mai des folgenden Jahres noch einmal auf, fehlte aber seither im Plankton überhaupt.

Chrysococcus ornatus zeigte sich erstmals im Juli 1938. Die Form stimmte mit der Diagnose P a s c h e r s weitgehend überein, wies aber doch eine gröbere und reichlichere Ornamentierung auf. Wir sahen uns aber nicht veranlasst, sie deshalb als neue Form zu bezeichnen. Nach einem unbedeutenden Entwicklungsanstieg verschwand sie sehr bald wieder aus dem Biotop. Von besonderem Interesse dürfte aber sein, dass die Alge bis jetzt nur in Altwässern und Teichen Böhmens, nicht aber in Seen unserer Gegend bekannt war.

Protococcales. Anfang September 1937 trat eine kugelige Chlorophyceae auf, deren Zellen einzeln oder zu mehreren in einer gemeinsamen Gallerthülle eingebettet lagen. Diese Grünalge entwickelte sich im Laufe des Monats September auffallend stark und verschwand dann ganz plötzlich. Nach Berücksichtigung der vorhandenen Literatur bestimmten wir sie als *Gloeocystis* sp. Nach L e m m e r m a n n ist aber die Zahl der Arten schwer zu fassen, da viele der hierher gerechneten Formen nur Entwicklungszustände anderer Algen sein dürften. Wir versuchten umsonst, die Frage endgültig abzuklären. Es war wohl ein

weites, aber keineswegs tetraedrisches Gallertlager zu beobachten. Obwohl *Gloeocystis planctonica* bisher nur aus dem Plankton irischer Gewässer bekannt ist, sahen wir uns doch veranlasst, diese Chlorophyceen noch am ehesten als solche anzusehen, da bei *Gloeocystis vesiculosa*, *botryoides* und *rupestris* die Gallertlager grün, schmutziggrün bis olivenbraun gefärbt sind, bei *Gloeocystis ampla* und *major* die Zellen stets eine längliche Form haben. Beides war aber bei dieser Art nicht der Fall. Immerhin dürfte es doch sehr beachtenswert sein, auch in unserer Gegend eine dieser nordischen Art auffallend ähnliche Form zu finden.

Sphaerocystis Schroeteri und *Ankistrodesmus lacustris*. Im Juli 1938 erschien *Sphaerocystis Schroeteri*, der wir schon in unsern Voruntersuchungen begegnet waren, auf einmal gleichzeitig mit *Ankistrodesmus lacustris*. Beide entwickelten sich nebeneinander sehr rasch und erreichten schon Ende Juli ein dominierendes Maximum. Während *Sphaerocystis Schroeteri* schon Mitte September wieder verschwand, hielt sich *Ankistrodesmus lacustris* noch bis Ende Oktober, aber nur wenig zahlreich. Seither fehlten beide.

Coelastrum microporum fanden wir erstmals Ende August 1938. Die Alge war aber nie auffallend häufig, hielt sich indessen bis in den Winter hinein und war als einziger Phytoplankter noch in wenigen Exemplaren in den Februarfängen des folgenden Jahres anzutreffen. In den spätern Fängen im März und April fanden wir sie aber nicht mehr.

Verschiedene seltene Mikrophyten des Sihlseeplanktons. In unsern Untersuchungen sind wir vereinzelt Formen begegnet, die in Gewässern unserer Gegend bisher nicht bekannt waren: *Chrysococcus ornatus* und *Gloeocystis cf. planctonica*. Im Phytoplanktonfang vom 5. Oktober 1937 fanden wir noch eine weitere Chlorophyceen, allerdings nur in einem einzigen Exemplar, die *Coelastrum piliferum* Goetz auffallend ähnlich schien. Da nach P a s c h e r diese Form bisher nur in zwei Exemplaren in der Lüneburger Heide gefunden worden ist, suchten wir angestrengt, aber vergeblich nach weitem Exemplaren in der Absicht, die unsichere Stellung dieser merkwürdigen Art weiter abzuklären. Daher dürfte auch in spätern Arbeiten über das Sihlseeplankton nicht ausser acht gelassen werden, weiter nach dieser Form zu suchen.

Neben diesen ökologischen «Sonderlingen» sind hier noch folgende Formen aufzuführen, die wir im Verlauf unserer Untersuchungen nur in einem oder sehr seltenen Exemplaren beobachten konnten:

<i>Cosmarium phaseolus</i> ,	<i>Salpingoeca frequentissima</i> ,
<i>Closterium moniliferum</i> ,	<i>Botryococcus Braunii</i> ,
<i>Oocystis lacustris</i> ,	<i>Phacus caudata</i> ,
<i>Elakatothrix gelatinosa</i> ,	<i>Characium limneticum</i> ,
<i>Ankistrodesmus setigerus</i> ,	» <i>gracilipes</i> .

In Tiefenzügen reichlicher, aber immer auf lebenden Cladoceren und Copepoden sitzend, fand sich zuweilen *Chlorangium stentorinum*.

Nannoplankton. Da uns zu Beginn der Untersuchung nur gelegentlich eine Zentrifuge zur Gewinnung dieser kleinsten Formen zur Verfügung stand, konnten wir diese Untersuchungen nicht so vollständig durchführen wie die Planktonfänge mit den Netzen. Immerhin dürfte es interessant sein, festgestellt zu haben, dass wir in den ersten Zentrifugenproben zwar reichlich Kolonien und Einzelbecher von *Dinobryon sertularia* und *divergens* fanden, neben vereinzelt andern Vegetationsvertretern, aber kein eigentliches Nannoplankton beobachten konnten.

Weitere Untersuchungen des Jahres 1939 ergaben aber, dass sich auch diese kleinsten Formen im Sihlsee zu entwickeln begannen, von denen wir in wechselndem Verhältnis, nie aber auffallend reichlich, folgende Arten bestimmten :

- Chromulina* cf. *ovalis* Klebs,
- » *mikroplankton* Pascher,
- Ochromonas chromata* Meyer,
- Cryptomonas erosa* Ehrbg.,
- » *erosa* var. *reflexa* Marsson,
- Spironema multiciliatum* Klebs,
- Mallomonas akrokomos* Ruttner,
- Phacus alata* Klebs.

B. Zooplankton.

a) Protozoen.

Diese haben im Sihlsee seit Staubeginn nie eine besonders bedeutende Rolle zu spielen vermocht. Einzig *Amphileptus tracheloides* konnten wir, in Form und Farbe sehr variierend, im Winter unmittelbar unter der Eisschicht etwas reichlicher feststellen. Während die Farben in verschiedenen Tönen von hellgrün in grau und graubraun wechselten, zeigten sich Individuen von meist kugelig bis ovaler, ja auch lanzettlich langgestreckter Form, wobei auch der Rüssel verschieden bis geißelartig verlängert war.

Daneben fand sich zeitweise auch *Colpoda cucullus* etwas häufiger, wie wir in Zentrifugenproben feststellen konnten. *Coleps hirtus* wurde nur in zwei Exemplaren in Tiefenzügen der ersten Untersuchungszeit beobachtet.

Des weitern sind noch zu nennen, allerdings nicht als echt planktische Protozoen: *Vorticella nebulifera* und *V. campanula*, *Epi-stylis* sp. und *Stentor* sp. Diese Formen fanden sich vereinzelt auf Cladoceren und Copepoden sitzend oder an herumtreibenden Torfpartikeln haftend.

b) Rotatorien.

Ascomorpha ecaudis kommt nach R y l o v im Plankton der Seen, hauptsächlich aber in Teichen und kleinen Gewässern vor. Wir begegneten diesem Rädertier übereinstimmend mit obigen Angaben in den Tümpeln und Wasseransammlungen häufig und auch in den ersten Planktonuntersuchungen des Sihlsees immer wieder. Nach einem, allerdings unbedeutenden, Entwicklungsanstieg im Juli 1937 verschwand es aber endgültig aus dem Biotop.

Asplanchna priodonta fand sich im Sihlseeplankton erstmals Ende September 1937 und entwickelte sich Anfang November zum dominierenden Zooplankter, den wir auch Ende des Monats in kaum geringeren Mengen noch antrafen. Mitte Dezember war *Asplanchna priodonta* zwar bedeutend zurückgegangen, aber in den folgenden Monaten auch im völlig zugefrorenen See in vereinzelt Exemplaren immer wieder vorhanden. Im Mai des folgenden Jahres folgte wieder eine Massentwicklung, die aber nur kurze Zeit andauerte. Seither fanden wir *Asplanchna priodonta* bis Ende des Jahres in wechselnden, aber unbedeutenden Mengen; in den Fängen des Jahres 1939 konnte sie aber nicht mehr beobachtet werden.

Filinia longiseta zeigte sich erstmals Anfang Juli 1938 und in der folgenden Zeit bis Ende Februar 1939 mehr oder weniger konstant, aber meist nur in wenigen Exemplaren.

Keratella cochlearis war schon im Telmatoplankton, in Wasseransammlungen über der Grasnarbe, in ganz vereinzelt Individuen vorhanden, und wir konnten sie auch in allen ersten Proben aus dem See vereinzelt wiederfinden. Am 11. Juni 1937 trat neben der genannten Form auch *Keratella quadrata* var. *curvicornis* auf, ohne sich aber mengenmässig auffallend zu entwickeln. Sie verschwand auch Mitte September endgültig aus dem See. Dagegen vermehrte sich *Keratella cochlearis* in diesem Monat auffallend rasch, so dass sie um diese Zeit im Verein mit *Anuraeopsis fissa* im Plankton dominierte. Im November fanden wir *Keratella cochlearis* noch in reichlichen Mengen und allmählich zurückgehend auch in den folgenden Monaten, in denen der See zugefroren war. Schon Mitte März des folgenden Jahres machte sich ein neuer Entwicklungsanstieg bemerkbar, dem im nächsten Monat auch ein Maximum folgte. Im Mai noch reichlich vorhanden, ging das Rädertier aber mengenmässig immer mehr zurück und fehlte im September und Oktober überhaupt. In den Wintermonaten fanden wir *Keratella cochlearis* wieder beständig und etwas häufiger vor, und schon kurz nach der Eisschmelze im April 1939 zeigte sie eine neue Entwicklungstendenz.

Neben diesen beiden Formen beobachteten wir, allerdings nur in zwei Exemplaren, noch *Keratella quadrata* var. *brevispina* im Oktober 1937.

Anuraeopsis fissa fand sich neben *Keratella cochlearis* in ähnlichen Entwicklungsstadien und in den ersten Planktonproben aus dem See sogar etwas häufiger als *K. cochlearis*. Anfang August 1937 zeigte sich ein erster Entwicklungsanstieg. In den weitem Fängen trafen wir sie in wechselnden Mengen an und Ende September mit *Keratella cochlearis* als dominierende Art des Zooplanktons. Anfang November verschwand *Anuraeopsis fissa* aber aus dem See und erschien erst im Juni des folgenden Jahres in einzelnen Exemplaren wieder, vermochte sich aber in der Folge nicht mehr besondere Geltung zu verschaffen und fehlte seit Mitte November 1938.

Polyarthra trigla. Diesem Rädertier begegneten wir erstmals in Fängen des Monats Juli 1937 zunächst vereinzelt, seither aber mehr oder weniger in allen Proben. Aber erst im April des folgenden Jahres wies *Polyarthra trigla* ein dominierendes Stadium auf, das bis Mitte Mai andauerte. Seit dieser Zeit fanden wir sie, wie im vergangenen Jahr, zwar nur in einzelnen Exemplaren, aber ziemlich konstant.

Synchaeta pectinata fanden wir zwar vereinzelt in den Voruntersuchungen, im Sihlseeplankton aber nie in besonderer Entfaltung. Im ersten Untersuchungsjahr trat sie in einzelnen Exemplaren in den Monaten Juni bis Ende September auf, verschwand dann, um in der gleichen Periode des folgenden Jahres in unbedeutender Zahl wieder zu erscheinen.

c) Cladoceren.

Chydorus sphaericus. Schon zu Beginn unserer Untersuchungen stellte diese Cladocere, allerdings nur sehr kurze Zeit, den dominierenden Zooplankter dar. Ende Juni ging er mehr und mehr zurück, um Ende des folgenden Monats endgültig aus dem Biotop zu verschwinden. Obwohl *Chydorus sphaericus* allgemein als Kosmopolit und Ubiquist im weitesten Sinne des Wortes gilt und sehr verschiedenartige Gewässer bewohnt, konnte er nach dieser Hochproduktion zu Beginn der Seefüllung in allen weitem Planktonproben nicht mehr beobachtet werden. Es gelang uns aber nicht, sein Verschwinden mit den herrschenden ökologischen Verhältnissen des Sees in Einklang zu bringen. Auf jeden Fall schien uns aber diese Tatsache besonderer Erwähnung wert.

Scapholeberis mucronata. Diese Cladocere wird von Naumann und Rylow als zum sogenannten transitorischen Neuston gehörend bezeichnet, wobei sie mit ihrem untern (ventralen) Schalenrand an der Wasseroberfläche hängt, sich aber auch zeitweise im freien Wasserraum aufhält.

Im Juni 1937 fanden wir *Scapholeberis mucronata* in Vertikal-fängen vereinzelt, dagegen reichlich in Oberflächenzügen. Anfang Juli zeigte sie die ersten Anzeichen einer Zyklomorphose: Einzelne Individuen wiesen eine nach vorn etwas verlängerte Stirnausbuchtung auf,

während andere deutlich die Bildung eines kleinen Stirnhornes erkennen liessen. Es handelte sich also um die var. *cornuta*. Leider wurde diese Entwicklung durch das endgültige Verschwinden der Art (Ende Juli 1937, also gleichzeitig mit *Chydorus sphaericus*) frühzeitig abgebrochen.

Simocephalus vetulus fand sich schon vereinzelt in den Proben aus den kleinen Biotopen, und wir begegneten ihr auch im Sihlsee in wenigen Exemplaren in Fängen der Monate Juli und August. Seither ist auch *Simocephalus vetulus* in den beiden Untersuchungsjahren nicht mehr beobachtet worden.

Ceriodaphnia reticulata var. *Kurzii* und *quadrangula*. Die erstere trafen wir schon in den Wasseransammlungen vereinzelt an, und sie entwickelte sich im Sihlsee nach dem Niedergang von *Chydorus sphaericus* sehr schnell. Wir fanden sie denn auch in den Fängen von Mitte Juli bis Mitte August in reichster Entwicklung und dominierend. In der Folgezeit ging sie aber auffallend zurück, und wir konnten sie in wechselnden Mengen bis Ende des Jahres immer wieder beobachten. Seither fehlte sie bis zum Abschluss der Untersuchungen.

Im Monat September 1937 konstatierten wir neben ihr in einzelnen Exemplaren auch eine andere Form, *Ceriodaphnia quadrangula*, die aber im Winter wieder verschwand, um im folgenden Jahr in den Monaten Juni bis Dezember noch einmal vereinzelt aufzutreten.

Daphnia longispina trat erstmals Ende Juli 1937 auf. In den folgenden Monaten entwickelte sie sich immer mehr und dominierte Ende September neben *Amuraeopsis fissa*. Gegen Jahresende ging sie wieder zurück und fehlte dann bis Mitte April des folgenden Jahres. Anfang Juli war sie im Zooplankton weit dominierend, im August und September aber wieder wenig zahlreich. Im Oktober folgte noch einmal ein leichter und kurzer Entwicklungsanstieg. Seither fanden wir sie in wechselnden Mengen, aber nie mehr bedeutend bis Ende Februar 1939.

Obwohl die Grösse von *Daphnia longispina* auffallende Unterschiede zeigte, gleichzeitig aber grosse und kleine Formen nebeneinander vorhanden waren, konnten wir doch kaum von einer Lokal- oder Temporalvariation sprechen. Neben der typischen Form fanden wir Individuen mit stark verkürztem Schalenstachel und auch solche mit auffallender Stirneinbuchtung, wie sie für *Daphnia longispina* var. *longispina* s. str. forma *cavifrons* charakteristisch ist.

Neben der var. *typica* zeigte sich zeitweise wohl auch eine weitere Form, die wir als *Daphnia longispina* var. *litoralis* bestimmten. Bei einzelnen männlichen Individuen dieser Art konstatierten wir eine stachelige Unterbrechung des hintern Schalenrandes am Kopf. Anfänglich glaubten wir, dass es sich um Bruchstellen des Schalenrandes handeln könnte, aber bald zeigte sich, dass diese ein- bis dreizählige Hakenbildung (Abb. 7) nur sehr kurze Zeit — in Fängen der Monate August

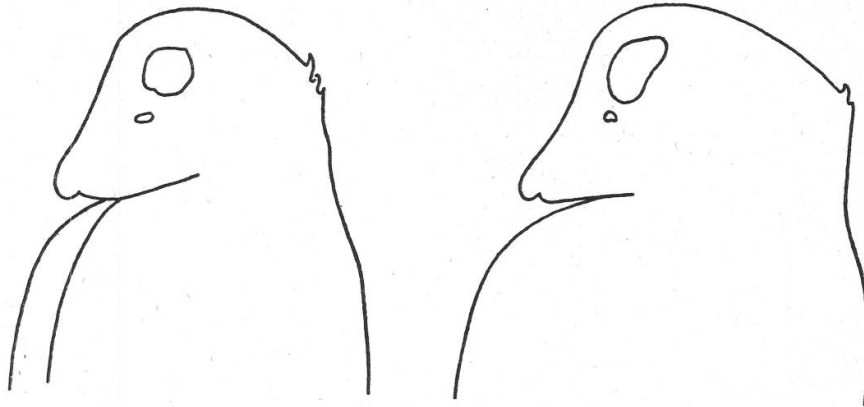


Abbildung 7.
Zwei- und dreizählige Hakenbildung am hintern obern Schalenrand bei *Daphnia longispina*.

und September — auftrat und seither nicht mehr festgestellt werden konnte. Ob hierin die Tendenz zur Bildung einer Lokalrasse zu suchen ist, wird erst im Verlauf weiterer Untersuchungen abgeklärt werden können. Unseres Wissens ist diese Hakenbildung bei *Daphnia* bisher in der Literatur noch nicht vermerkt worden.

Bosmina longirostris fand sich erstmals in Planktonproben, die wir beim Steinbach-Viadukt entnahmen, nur in einzelnen Exemplaren. Bald darauf — Ende August 1937 — tauchte sie aber auch in Fängen aus dem übrigen Seegebiet auf. Sie vermochte sich aber bisher nicht zu entwickeln, und wir fanden sie sehr unregelmässig und auch dann nur vereinzelt.

d) Copepoden.

Nauplius und *Cyclops* sp. sind die einzigen Copepoden-Vertreter, die uns im Laufe unserer Untersuchungen begegnet sind. Wir fanden sie schon in den Proben der Tümpel und Gräben, und auch im Sihlseep plankton immer wieder, aber nie in besonders auffallenden Mengen, und bestimmten dabei folgende Formen :

- Cyclops serrulatus*,
- » *vernalis*,
- » *albidus*.

4. Planktonliste des Sihlsees.

I. Phytoplankton.

Bacillariaceae.

- Asterionella formosa* Hassal,
- Cymbella ventricosa* Kütz.,
- Eunotia lunaris* var. *subarcuata* Grun.,
- Fragilaria capucina* Desm.,
- Navicula radiosa* var. *genuina* Grun.,

Navicula lanceolata var. *genuina* Meister,
Pinnularia Hilseana Jan.,
Synedra tenera W. Sam.,
» *delicatissima* W. Sm.

Flagellatae.

Dinobryon sertularia Ehrbg.,
» *divergens* Imhof,
» *sociale* Ehrbg.,
Synura uvella Ehrbg.,
Chrysococcus ornatus Pascher,
Chromulina cf. *ovalis* Klebs,
» *mikroplankton* Pascher,
Cryptomonas erosa Ehrbg.,
» *erosa* var. *reflexa* Marsson,
Mallomonas akrokomos Ruttner,
Ochromonas chromata Meyer,
Phacus alata Klebs,
» *caudata* Hübner,
Spirocnema multiciliatum Klebs,
Salpingoeca frequentissima Lemmerm.

Dinoflagellatae.

Peridinium cinctum Ehrbg.,
» *Willei* Huitfeld-Kaas,
Ceratium hirundinella Bergh.

Chlorophyceae.

Pandorina morum Bory,
Eudorina elegans Ehrbg.,
Volvox aureus Ehrbg.,
Gloeocystis cf. *planctonica* Lemmerm.,
Sphaerocystis Schroeteri Chodat,
Coelastrum microporum Naeg.,
» cf. *piliferum* Götz,
Ankistrodesmus lacustris Ostefeld,
» *setigerus* G. S. West,
Oocystis lacustris Chodat,
Cosmarium phaseolus Bréb.,
Closterium moniliferum Ehrbg.,
Elakatothrix gelatinosa Wille,
Characium limneticum Lemmerm.,
» *gracilipes* F. D. Lamb.,
Chlorangium stentorinum Stein,
Botryococcus Braunii Kütz.

Protozoa.

II. Zooplankton.

Amphileptus tracheloides Zach.,
Coleps hirtus O. F. Müller,
Colpoda cucullus Ehrbg.,
Vorticella campanula Ehrbg.,
» *nebulifera* Ehrbg.,
Epistylis sp.,
Stentor sp.

Rotatoria.

Asplanchna priodonta Gosse,
Ascomorpha ecaudis Perty,
Synchaeta pectinata Ehrbg.,
Proales petromyzon Ehrbg.,
Polyarthra trigla Ehrbg.,
Rattulus longiseta Schrank,
Trichocerca cylindrica Imh.,
Dinocharis intermedia Bgdl.,
Diplax crassipes Lucks,
Mytilinia spinigera Ehrbg.,
Catypna luna O. F. Müller,
Metopidia oblonga Ehrbg.,
Gastropus stylifer Imh.,
Notolca longispina Kellic.,
Noteus quadricornis Ehrbg.,
Filinia longiseta Ehrbg.,
Keratella cochlearis Gosse,
» *quadrata* var. *curvicornis*,
» » » *brevispina*,
Anuraeopsis fissa Gosse.

Cladocera.

Daphnia longispina typica O. F. Müller,
» » var. *litoralis* Sars.,
Scapholeberis mucronata O. F. Müller,
» » var. *cornuta* Schoedler,
Simocephalus vetulus O. F. Müller,
Ceriodaphnia reticulata var. *Kurzii* Stingelin,
» *quadrangula* O. F. Müller,
Bosmina longirostris O. F. Müller,
Chydorus sphaericus O. F. Müller.

Copepoda.

Nauplius,
Cyclops albidus Jurine,
» *serrulatus* Fischer,
» *vernalis* Fischer.

5. Die Planktonvegetation des Sihlsees im Vergleich zu derjenigen anderer Stauseen.

Nachdem wir nun die Besiedlung des Sihlsees mit Schwebeorganismen eingehend verfolgen konnten, sei in den weiteren Ausführungen noch kurz auf die Entwicklung der Planktonvegetation in einigen andern Stauseen der Schweiz hingewiesen.

Wir entnehmen den Ausführungen von *Huber-Pestalozzi*, dass z. B. die ersten Untersuchungen im Wäggitalsee (900 m ü. M.) im August 1925 ebenfalls ein ansehnliches Zooplankton ergaben. Im Gegensatz zu den Ergebnissen im Sihlsee war dagegen die Schwebeflora dort noch kaum entwickelt und nur in einzelnen Exemplaren vorhanden. Im Oktober desselben Jahres stellte sich *Dinobryon divergens* ein und entwickelte sich plötzlich in solchen Massen, dass eine Vegetationsfärbung in Erscheinung trat. Wir haben demnach sowohl im Wäggitalsee wie im Sihlsee als ersten dominierenden Phytoplankter eine Chrysomonade, hier gleich zu Beginn, aus den reichlich vorhandenen Wasseransammlungen eingeschwemmt, *Dinobryon sertularia*, dort erst später *Dinobryon divergens*. Im zweiten Staujahr folgte in beiden Seen nochmals eine Maximalentwicklung von *Dinobryon divergens*. *Sphaerocystis Schroeteri* und *Ankistrodesmus lacustris*, die nach *Huber-Pestalozzi* als ausgesprochene Bewohner oligotropher Seen zu bezeichnen sind, waren im Wäggitalsee mehr vereinzelt vorhanden, während sie im Sihlsee, allerdings nur sehr kurze Zeit, dominierten. Nach der Eisschmelze fand sich in beiden Seen immer ein nur spärlich entwickeltes Plankton.

Im Lac de Montsalvens (Freiburg, 800 m ü. M.) wurden die ersten Planktonuntersuchungen erst vier Jahre nach Beginn der Seefüllung von *E. André*, Genf, durchgeführt. Neben Kieselalgen herrschten hier ebenfalls Chrysomonaden vor, in der Hauptsache *Dinobryon stipitatum*. *Dinobryon sociale* und *sertularia* waren nur in geringer Zahl vorhanden. Daneben entwickelte sich eine ziemlich artenreiche Schwebefauna, die aber nicht auffallende Entwicklungsmaxima aufzuweisen vermochte, wie wir sie im Sihlsee bei Rotatorien und den Cladoceren *Chydorus sphaericus* und *Daphnia longispina* verfolgen konnten. Uebereinstimmend sind aber in beiden Seen auffallende Schwankungen der Phyto- und Zooplanktonproduktion festgestellt worden.

Im Lac de Barberine (Wallis), der aber infolge seiner Höhenlage (1889 m ü. M.) nicht als geeignetes Vergleichsobjekt gelten kann, fand sich nach *Linder* in den ersten Jahren neben besonders reichlichen Rotatorien überhaupt kein Phytoplankton. « A part cela, pas d'organismes végétaux. Voici, à ce propos, ce que dit le Prof. *H. Bachmann*, Lucerne, qui a bien voulu examiner du point de vue phyto-
plancton des récoltes verticales, horizontales et de surface que nous

avons faites pour lui dans les mêmes conditions que les nôtres : völlig negatives Resultat. Barberine scheint völlig frei zu sein von Phytoplankton, nur ist es dann merkwürdig, dass so viele Rotatorien vorhanden sind; woher beziehen diese ihre Nahrung? »

Nach mündlichen Mitteilungen von O. Jaag fand er bei seinem ersten Besuch am Barberine im Jahre 1923 zwar nicht eigentliche Planktonalgen, wohl aber in sehr grosser Zahl vom Ufer eingeschwemmte Chlorophyceen und Kieselalgen, was die Frage der Ernährung des Zooplanktons weitgehend erklärt. Wenn zur Zeit seines ersten Besuches noch keine Planktonalgen vorhanden waren, so traf er im folgenden Jahr (11 Jahre nach Staubeginn) *Coccomyxa lacustris*, eine eigentliche Schwebbealge, freilich in nur wenigen Exemplaren. Weitere Untersuchungen werden nun ergeben, ob sie sich im Biotop halten kann, und ob sich ihr im Laufe der Jahre weitere echt planktische Formen anschliessen vermögen.

Zusammenfassung.

In den Tümpeln, Torfstichen und Gräben des Sihltales haben wir in Uebereinstimmung mit den Untersuchungsergebnissen Düggelis eine zum Teil arten- und individuenreiche Algenvegetation festgestellt und dabei die dominierende Bedeutung der Desmidiaceen hervorgehoben. Die Schwebefauna dieser Biotope war spärlicher entwickelt; einzig die Rotatorien stellten eine grössere Zahl verschiedener Species, die in diesen Proben neben wenigen Vertretern der Cladoceren und Copepoden immer wieder, aber meist nur in einzelnen Exemplaren beobachtet werden konnten.

Mit der Seefüllung sind diese Formen in den freien Wasserraum hinausgeschwemmt worden, wo wir sie bald teils in ganz bedeutender Massenproduktion wiederfanden, teils aber auch nur in wenigen Exemplaren, die sich in den ersten Wochen im neuen Biotop zu halten vermochten, dann aber endgültig verschwanden. Daneben traten im Laufe unserer Untersuchungen auch neue Formen auf, die aber sehr wohl schon in Wasseransammlungen vorhanden gewesen sein konnten, die uns nicht mehr zugänglich waren. Es bleibt allerdings nicht ausgeschlossen, dass sie durch Wasservögel, besonders Wildenten, die im Herbst 1937 scharenweise sich hier für kürzere Zeit aufhielten, aus andern Seebecken eingeschleppt worden sind.

Der See selbst entwickelte sich in kürzester Zeit zu einem Gewässer mit neutraler oder leicht alkalischer Reaktion, und die den Torfgrund charakterisierenden Humussäuren vermochten sich überhaupt nicht Geltung zu verschaffen. Deshalb mochte es in erster Linie in der Veränderung der Wasserstoffionenkonzentration des Sihlseewassers gegenüber der zum Teil stark sauren Reaktion in den kleinen Biotopen be-

gründet sein, dass diese « Moorformen » im Sihlsee nicht länger lebensfähig blieben.

Im allgemeinen konnten die ökologischen Bedingungen, wie sie in den beiden Untersuchungsjahren gegeben waren, als für die Planktonproduktion günstig beurteilt werden. Der See zeigte einen dem temperierten Typus eigenen Verlauf der Temperaturschichtung, welcher in entsprechender Weise auch der Chemismus im allgemeinen folgte. Es fehlte allerdings eine deutlich ausgeprägte Sprungschicht. Es ist zu erwarten, dass sich der Sihlsee immer mehr zum eutrophen Seentypus *Thienemanns* entwickeln wird.

Im Phytoplankton fanden wir Schizophyceen und Diatomeen, äusserst selten und auch dann nur vereinzelt. Ebenso vermochten sich die Desmidiaceen, obwohl sie sich früher in diesen Gebieten qualitativ und quantitativ reichlich angesiedelt hatten, im neuen Biotop selbst nicht zu entwickeln, so dass auch sie nur als tychoplanktische Formen angesprochen werden können. Dagegen dominierten zeitweise Chrysomonaden und Chlorophyceen in wechselnder Folge. Das war aber keineswegs verwunderlich, denn der See hat sein chemisch-biologisches Gleichgewicht noch nicht erreicht.

In analoger Weise entwickelte sich die Schwebefauna. Hier waren es in erster Linie die Rotatorien, die das Zooplankton neben einzelnen Cladoceren- und Copepodenarten charakterisierten.

Die im Sihlsee in den beiden Untersuchungsjahren beobachteten Maximalentwicklungen von Planktonorganismen verteilten sich auf folgende Arten :

1937. *Dinobryon sertularia* und *Chydorus sphaericus* im Juni,
Ceriodaphnia reticulata var. *Kurzii* im Juli,
Dinobryon divergens im August,
Gloeocystis cf. *planctonica*, *Anuraeopsis fissa* und *Daphnia longispina* im September,
Synura uvella im Oktober,
Asplanchna priodonta und *Keratella cochlearis* im November.
1938. *Keratella cochlearis* im März,
Polyarthra trigla im April,
Dinobryon divergens und *Asplanchna priodonta* im Mai,
Sphaerocystis Schroeteri, *Ankistrodesmus lacustris* und *Daphnia longispina* im Juli,
Asplanchna priodonta im Oktober.

Viele der erwähnten Formen verschwanden aber meist nach einem auffallenden Massensterben wieder aus dem See. Immerhin sei aber vermerkt, dass Untersuchungen von Schlammproben, die im Winter und in der Zeit kurz nach der Schneeschmelze vom Seegrund gefasst wurden, die Anwesenheit verschiedener Dauerformen ergaben, so dass anzu-

nehmen ist, dass sich diese Arten im Laufe der Jahre wieder im Biotop entwickeln werden.

Beim Studium dieser stufenweise vor sich gehenden Erstbesiedlung hat sich gezeigt, dass einige Rotatorien (*Asplanchna priodonta*, *Anuraeopsis fissa*, *Keratella cochlearis* und *Polyarthra trigla*), die Cladocere *Daphnia longispina* und die Copepoden *Cyclops* sp. sich besser als andere Organismen den wechselnden Einflüssen des Wohnraumes zu widersetzen vermochten.

Während in den meisten Seen bisher gerade beim Zooplankton die Ausbildung auffallender und charakteristischer Temporal- und Lokalvariationen bekannt ist, schien im Sihlsee aber dazu die Entwicklungsdauer der in Frage kommenden Formen noch zu kurz gewesen zu sein. Wir haben wohl bei *Scapholeberis mucronata* und *Daphnia longispina* var. *litoralis* die Tendenz zu einer solchen Variabilität nachgewiesen. Von einer ausgesprochenen Zyklomorphose konnte aber wohl kaum die Rede sein.

Es wäre nun eine dankbare und interessante Aufgabe, die Untersuchungen fortzusetzen, um den weiteren Besiedlungsverlauf und die biologische Entwicklung im Sihlsee in ihrer Gesamtheit zu erfassen.

V. Synonymenliste einzelner Zooplankter.

(Nach R y l o v.)

Protozoen:

Amphileptus tracheloides Zach. = *Dileptus tracheloides* auct. 1894.

Rotatorien:

Anuraeopsis fissa Gosse = *Anuraeopsis hypelasma* auct.

Ascomorpha ecaudis Perty = *Sacculus viridis* Gosse

Filinia longiseta Ehrbg. = *Triarthra longiseta* auct.

Keratella cochlearis Gosse = *Anuraea cochlearis* auct.

Keratella quadrata Müller = *Anuraea aculeata* Ehrbg.

Polyarthra trigla Ehrbg. = *Polyarthra platyptera* Ehrbg.

Trichocerca cylindrica Imh. = *Rattulus cylindricus* auct.

VI. Schriftenverzeichnis.

Bachmann, H., 1911: Das Phytoplankton des Süßwassers mit besonderer Berücksichtigung des Vierwaldstättersees.

— 1914: Das Nannoplankton.

— 1923: Charakterisierung der Planktonvegetation des Vierwaldstättersees mittels Netzfängen und Zentrifugenproben.

Brauer, A., 1909: Die Süßwasserfauna Deutschlands. Hefte 10, 11 und 14.

Brehms, V. und Zederbauer, E., 1904: Beiträge zur Planktonuntersuchung alpiner Seen.

Doflein, F., 1916: Lehrbuch der Protozoenkunde.

- D ü g g e l i , M., 1903 : Pflanzengeographische und wirtschaftliche Monographie des Sihltales bei Einsiedeln.
- E y f e r t h , B., 1909 : Einfachste Lebensformen des Tier- und Pflanzenreiches.
- G u y e r , O., 1910 : Beiträge zur Biologie des Greifensees.
- H a l b f a s s , W., 1923 : Grundzüge einer vergleichenden Seenkunde.
- H a r n i s c h , O., 1929 : Die Biologie der Moore.
- H a r t m a n n , M., und P a s c h e r , A., 1936 : Zur Kenntnis saprotropher Algen und Flagellaten. I.
- H e n t s c h e l , E., 1923 : Grundzüge der Hydrobiologie.
- H e u s c h e r , H., 1915 : Das Zooplankton des Zürichsees mit besonderer Berücksichtigung der Variabilität einiger Planktoncladoceren.
- H u b e r , G., 1905 : Monographische Studien im Gebiet der Montigglerseen.
- H u b e r - P e s t a l o z z i , G., 1930 : Das Akineton, ein neuer limnologischer Begriff.
— 1938 : Das Phytoplankton des Süßwassers.
- J a a g , O., 1938 : Die Kryptogamenflora des Rheinfalls und des Hochrheins von Stein bis Eglisau. Mitt. Nat. Ges. Schaffhausen, XVI.
- I r é n e e - M a r i e , 1939 : Flore desmidiale de la région de Montreal.
- K n a u t h e , K., 1907 : Das Süßwasser.
- K o l k w i t z , R., 1906 : Die biologische Selbstreinigung der natürlichen Gewässer und Mykologie und Reinigung von Abwässern.
— 1905 : Die Beurteilung der Talsperrenwässer vom biologischen Standpunkt.
— 1935 : Pflanzenphysiologie.
- K r a u s e , O., 1937 : Das Etzelwerk. Erbaut 1932—1937. Sondernummer Höfnerländchen am Etzel.
- L i n d a u , G., 1914 : Kryptogamenflora für Anfänger. Band IV/1/2.
- L i n d e r , C h . , I.—VII. Contribution à la limnologie du lac de Barberine (Valais). Bulletin de la Murithienne.
- L o h m a n n , H., 1911 : Ueber das Nannoplankton und die Zentrifugierung kleinster Wasserproben zur Gewinnung desselben in lebendem Zustand.
- L o z e r o n , H., 1902 : La répartition verticale du Plancton dans le lac de Zurich.
- L u c k s , R., 1912 : Zur Rotatorienfauna Westpreussens.
- L ü d i , W., 1939 : Die Geschichte der Moore des Sihltales bei Einsiedeln. Verlag Hans Huber, Bern.
- M e i s t e r , F., 1912 : Die Kieselalgen der Schweiz.
- M i n d e r , L., 1924 : Studien über den Sauerstoffgehalt des Zürichsees.
— 1929 : Chemische Untersuchungen am Stausee Wäggital.
- M ü h l b e r g , F., S c h m i d t , C. und G u t z w i l l e r , A., 1904 : Geologische Begutachtung des Stauseeprojektes im obern Sihltal.
- N a u m a n n , E., 1919 : Beiträge zur Kenntnis des Teichnannoplanktons. Sonderabdruck a. d. Biologischen Zentralblatt.
— 1919 : Ueber einige besonders auffallende Hochproduktionen aus Nannoplankton im Süßwasser. Bericht Deutsch. Bot. Ges. XXXVII/1.
- P a s c h e r , A., 1909 : Einige neue Chrysonomen. Bericht. Deutsch. Bot. Ges. XXVII/5.
— 1909 : Chrysonomen aus dem Hirschberger Grossteich.
— 1910 : Neue Chrysonomen aus der Gattung *Chrysococcus*, *Chromulina*, *Uroglenopsis*. Oester. Bot. Zeitschr. Nr. 1.
— 1911 : Marine Flagellaten im Süßwasser. Ueber Nannoplanktonen im Süßwasser. Bericht. Deutsch. Bot. Ges. XXIX/8.
— 1913 ff. : Die Süßwasserflora Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz. Hefte 1 bis 7, 9, 11 und 12.

- Ringholz, O., 1904: Geschichte des fürstlichen Benediktinerstiftes U. L. F. von Einsiedeln.
- Rylov, W., 1935: Das Zooplankton der Binnengewässer.
- Sidler, W., 1902: Das ehemalige Gebiet des Stiftes Einsiedeln.
- Steinmann, P. und Surbeck, G., 1934: Untersuchungen über das Zooplankton des Rotsees bei Luzern.
- Suchlandt, O. und Schmassmann, W., 1935: Limnologische Beobachtungen an acht Hochgebirgsseen der Landschaft Davos.
- Thienemann, A., 1926: Die Binnengewässer Mitteleuropas.
— 1926: Limnologie.
— 1926: Das Leben im Süßwasser.
— 1935: Bedeutung der Limnologie für die Kultur der Gegenwart.
- Waser, E., Husmann und Blöchlinger, 1934: Die Glatt.
— 1938: Untersuchungen an der Limmat.
- West, W., 1904: A monograph of the British Desmidiaceae. Vol. I.—V.
- Zadmard, H., 1939: Zur Kenntnis der kolloidchemischen Eigenschaften des Humus.
- Aufzeichnungen der meteorologischen Station des Klosters Einsiedeln in den Jahren 1933—1938.
- Hydrographisches Jahrbuch der Schweiz. 1936 und 1937.
-