

Beitrag zur Kenntnis des Planktons des Zürich-Obersees und des Zürichsees

Von

H. JÄRNEFELT, Helsinki, und E. A. THOMAS, Zürich

(Aus dem limnologischen Institut der Universität Helsinki und
dem kantonalen Laboratorium Zürich)

Über das Plankton des Zürichsees oder einzelne seiner Organismen ist im Laufe der Jahre und Jahrzehnte eine grosse Zahl von Arbeiten erschienen. Es wäre zweifellos erwünscht, die Ergebnisse dieser Arbeiten historisch zu verarbeiten, um ein Gesamtbild über die Veränderung des Zürichseep planktons zu erhalten. Erschwerend für eine solche Betrachtung fällt ins Gewicht, dass der gleiche Organismus von verschiedenen Autoren oft unter verschiedenen Namen bestimmt worden ist und einige Plankter in früheren Jahren noch nicht oder nicht genügend beschrieben waren. Immerhin ist auch in den letzten Jahren wieder auf Veränderungen im Planktonbestand des Zürichsees hingewiesen worden, so von HUBER-PESTALOZZI (1941), KUHN (1959 und frühere Arbeiten), MESSIKOMMER (1954) und THOMAS (1941 und 1957). Solche Veränderungen sind hauptsächlich durch die zunehmende Eutrophierung des Sees verursacht worden (cf. MINDER 1943; THOMAS 1956/57).

Um das Plankton des Zürichsees durch eigene Anschauung kennenzulernen, erhob H. JÄRNEFELT, Extraordinarius für Limnologie an der Universität Helsinki, im Mai 1955 während eines Besuches Wasserproben aus dem Zürichsee und dem Zürich-Obersee. Da die Probe aus dem Untersee während der Reise nach Finnland verunglückte, sandte E. A. THOMAS im August 1955 aus beiden Seeteilen neues Material. Aus diesen Wasserproben bestimmte H. JÄRNEFELT die in Tabelle 1 zusammengestellten Organismen. Im folgenden sollen diese in Finnland durchgeführten Bestimmungen mit schweizerischen Bestimmungen verglichen und kurz diskutiert werden (siehe Tab. 1, S. 404).

Anabaena planctonica ist ein noch junger Zürichseep plankter, der zeitweise mit mehreren hundert Fäden pro ml auftrat; ihr erstes Auftreten fällt auf das Jahr 1947 (THOMAS 1957).

Aphanizomenon gracile. Die Gattung ist in schweizerischen Gewässern wohl öfters vorhanden als aus den bisherigen Planktonlisten zu ersehen ist. Meist finden sich in den Proben nur wenige Fäden und diese in wenig typischer Ausbildung, so dass die Bestimmung schwierig ist. Das Auffinden der Alge im Zürichsee und Obersee durch H. JÄRNEFELT spornt deshalb zu vermehrter Beobachtung an.

Oscillatoria planctonica. Eine ähnliche Alge ist von THOMAS (1957) im Jahre 1951 erstmals im Zürichsee gefunden, aber als *Lyngbya limnetica* Lemm. bestimmt worden. Nach der Ansicht von SKUJA (1956, S. 63) ist *O. planctonica* vielleicht identisch mit *O. Redekei*.

Tab. 1 Plankton des Zürichsees und des Obersees pro 100 ml
(F = Fäden, K = Kolonien, sonst Zellen; G = leere Gehäuse)

	Zürichsee 2. August 1955	Obersee 10. Mai 1955	Obersee 2. August 1955
<i>Anabaena planctonica</i> Brunnth. F	2	—	—
<i>Aphanizomenon gracile</i> Lemm. F	14	100	—
<i>Oscillatoria planctonica</i> Wol. F	200	—	—
<i>Oscillatoria rubescens</i> D. C. F	3 670	—	—
<i>Oscillatoria rubescens</i> oder <i>Agardhii</i> Gom. F	—	—	2
<i>Oscillatoria tenuis</i> Ag. F	—	2	20
<i>Carteria</i> sp.	70	—	—
<i>Chlamydomonas</i> sp.	480	—	10
<i>Eudorina elegans</i> Ehrnb.	16	—	—
<i>Gonium sociale</i> (Duj.) Warming	—	—	8
cf. <i>Pandorina morum</i> (Müller) Bory	32	—	96
<i>Gemelliscystis neglecta</i> Teiling	1 120	—	64
<i>Gloeococcus Schroeteri</i> (Chod.) Lemm. K	8	—	16
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs	10	—	—
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> var. <i>setiformis</i> Nyg.	2	—	140
<i>Brachionococcus chlorelloides</i> Naum.	2 440	—	—
<i>Crucigenia quadrata</i> Morren	284	—	—
<i>Dictyosphaerium elegans</i> Bachm.	32	—	—
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood	328	—	—
<i>Elakatothrix gelatinosa</i> Wille	4	—	—
<i>Micractinium pusillum</i> Fresen.	100	—	—
<i>Oocystis Borgei</i> Snow	40	—	10
<i>Oocystis lacustris</i> Chod.	4	—	—
<i>Oocystis parva</i> West et West	8	4	270
<i>Scenedesmus arcuatus</i> Lemm.	46	—	2
<i>Scenedesmus armatus</i> f. <i>bicaudatus</i> Chod.	2	—	—
<i>Scenedesmus falcatus</i> Chod.	6	—	—
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turp.) Bréb.	—	—	2
<i>Schroederia setigera</i> Lemm.	—	—	70
<i>Ulothrix</i> sp. F	12	—	—
<i>Mougeotia</i> sp. F	8 770	—	—
<i>Cosmarium abbreviatum</i> Racib.	2	—	—
<i>Cosmarium phaseolus</i> Bréb.	16	2	6
<i>Staurastrum cingulum</i> var. <i>obesum</i> G. M. Smith	2	—	—
<i>Dimorpha</i> sp.	130	—	—
<i>Trachelomonas crebea</i> Kell.	—	—	2
<i>Euglena</i> cf. <i>proxima</i> Dang.	—	2	—
<i>Chrysooccus minutus</i> (Fritsch) Nygaard	—	—	540
<i>Dinobryon bavarium</i> Imhof G	—	270	4
<i>Dinobryon divergens</i> Imhof	1 020	1 090	1 160
<i>Dinobryon divergens</i> G	680	2 720	3 260
<i>Dinobryon sociale</i> Ehrnb.	28	610	750
<i>Dinobryon sociale</i> G	7 070	16 730	12 580
<i>Kephyrion rubri-claustri</i> Conrad	—	—	140
<i>Mallomonas coronata</i> Boloeh.	4	—	—
<i>Mallomonas tonsurata</i> Teiling	—	—	8
<i>Salpingoeca frequentissima</i> (Zach.) Lemm.	1 360	—	—
<i>Asterionella gracillima</i> (Hantzsch) Heib.	5 190	480	12 540
<i>Cyclotella comta</i> (Ehrnb.) Kütz.	4	—	140
<i>Cyclotella stelligera</i> Cl. et Grun.	—	30	—

	Zürichsee 2. August 1955	Obersee 10. Mai 1955	Obersee 2. August 1955
<i>Cyclotella</i> sp.	1 430	—	—
<i>Diatomeae ceterae</i>	80	140	12
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	840	190	3 120
<i>Nitzschia acicularis</i> W. Sm.	6	—	—
<i>Synedra acus</i> Kütz.	270	—	270
<i>Synedra acus</i> var. <i>angustissima</i> Grun.	140	—	26
<i>Synedra</i> cf. <i>nana</i> W. Sm.	200	—	340
<i>Tabellaria fenestrata</i> fa. <i>asterionelloides</i> Grun.	152	—	32
<i>Botryococcus Braunii</i> Kütz. K	2	—	—
<i>Chroomonas</i> sp.	410	—	—
<i>Cryptomonas</i> sp.	880	—	270
<i>Ceratium hirundinella</i> fa. <i>brachycerooides</i> (Schröder)	20	—	—
<i>Ceratium hirundinella</i> fa. <i>furcooides</i> (Schröder)	50	2	2
<i>Ceratium hirundinella</i> fa. <i>gracile</i> (Bachm.)	8	—	—
<i>Ceratium hirundinella</i> fa. <i>robustum</i> (Amberg, Bachm.)	320	2	6
<i>Ceratium hirundinella</i> fa. <i>silesiacum</i> Schröder	24	—	—
<i>Peridinea</i> sp.	26	2	42
<i>Peridinium cinctum</i> (O. F. M.) Ehrnb.	342	—	40
<i>Peridinium inconspicuum</i> Lemm.	6	2	82
<i>Peridinium pusillum</i> (Penard) Lemm.	8	—	4
<i>Peridinium quadridens</i> Stein	6	—	—
<i>Peridinium Willei</i> Huif.-Kaas	—	—	52
<i>Diffflugia limnetica</i> Lev.	2	—	—
<i>Heliozoa</i> sp.	340	—	—
<i>Ciliata</i>	1 780	—	140
<i>Epistylis plicatilis</i> Ehrnb.	64	—	—
<i>Laboea</i> sp.	—	—	46
<i>Tintinnidium fluviatile</i> Stein	—	—	6
<i>Tintinnopsis lacustris</i> (Entz)	8	—	—
<i>Vorticella</i> sp.	4	—	—
<i>Gastropus styliifer</i> Imhof	2	—	—
<i>Kellicottia longispina</i> (Kellicot)	2	—	—
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse)	22	—	—
<i>Ploeosoma hudsoni</i> (Imhof)	—	—	2
<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin	4	—	6
<i>Trichocerca pusilla</i> (Jennings)	2	—	—

Oscillatoria tenuis und *O. Agardhii* wurden nur im Obersee gefunden.

Eudorina elegans kommt im Zürichseep plankton neben *Pandorina morum* vor. Ob es sich dabei nur um eine einzige Art handelt, scheint noch nicht endgültig abgeklärt.

Gemellcystis neglecta wird von KUHN (1959) für synonym mit *Gloeococcus Schroeteri* gehalten; diese Auffassung steht im Gegensatz zu SKUJA (1948), vgl. auch FRITSCH (1948). *Sphaerocystis Schroeteri* Chod. ist synonym mit *Gloeococcus Schroeteri* (Chod.) Lemm.

Arkistrodesmus, hauptsächlich bekannt als Bewohner von Kleingewässern, scheint sich auch in grossen Seen unseres Gebietes halten zu können, wenn genügend Nährstoffe vorhanden sind; so fand THOMAS im Oberflächenwasser

des Baldeggersees am 25. Juni 1958 35 Zellen von *A. spirotænia* pro ml. In Plankton-Test-Loten vermehrte sich die Alge in diesem See nach Zugabe von Phosphat ausserordentlich auf 16 870 Zellen pro ml.

Brachionococcus chlorelloides wurde von JÄRNEFELT in ansehnlicher Menge gefunden; da diese Art noch nicht erschöpfend beschrieben ist, wagte man sie in Zürich bisher nicht zu identifizieren.

Crucigenia quadrata ist in kleinen Individuenzahlen nicht selten zu beobachten, ebenso die übrigen Grünalgen-Gattungen, die teils von MESSIKOMMER (1954), teils von THOMAS (1957) aufgeführt wurden.

Mougeotia sp., in einer feinen planktischen Form auftretend, wirkt sich für die Netzfischerei belästigend aus, indem sich die Algenfäden an den Netzen festheften und die vorher durchsichtigen Schleier zu einer grünen Wand werden lassen. Auch im Walensee hat sich die planktische *Mougeotia* im vergangenen Sommer und Herbst in dieser Weise unliebsam bemerkbar gemacht.

Closterium gracile Bréb. und *Closterium acutum* Bréb. var. *variabile* Krieger sind in letzter Zeit neben den in Tabelle 1 genannten Desmidiaceen verschiedentlich aufgetreten. Besonders letzteres wird von THOMAS (1957) als nicht seltener Gelegenheitsplankter angesprochen, der sogar als Eutrophierungs-Indikator gelten kann.

Dimorpha im Untersee und die Gattungen *Chrysococcus* und *Kephyrion* im Obersee dürften von JÄRNEFELT erstmals für den Zürichsee nachgewiesen worden sein. Bei der Gattung *Dinobryon* ist beizufügen, dass auch *D. sertularia* zu den auffälligsten Formen des Zürichsees gehört; HUBER-PESTALOZZI (1941) fand für *D. bavaricum* die neue fa. *laeve* H.-P.

Salpingoeca frequentissima tritt im Zürichseeplankton zeitweise viel häufiger auf als in Tabelle 1 zum Ausdruck kommt, besonders auf *Asterionella* und *Tabellaria*.

Asterionella gracillima ist vor allem in den früheren Planktonlisten des Zürichsees aufgeführt, während heute offenbar die gleiche Alge von den Zürcher Limnologen eher als *A. formosa* Hass. bezeichnet wird. Es sei in dieser Frage auf die Ausführungen von HUBER-PESTALOZZI (1942, S. 447) hingewiesen, bei denen der Autor zur Auffassung kommt: «Wir sehen aber aus diesen Angaben, dass die Erörterungen über die Abgrenzung der beiden Arten von *Asterionella* noch nicht abgeschlossen sind.» Es scheint, dass erst die Kultivierung beider Formen und der systematisch exakte Vergleich zu einer endgültigen Lösung des Problems führen wird.

Synedra nana kann im Zürichsee in einzelnen Jahren während Wochen in grossen Mengen auftreten.

Rhizosolenia eriensis H. L. Smith wurde im Zürich-Obersee erstmals am 7. Oktober 1952 von THOMAS (1957) in der Seemitte bei Altendorf in 10 Meter Tiefe gefunden (nur ein Exemplar pro ml!), ferner am 4. März 1955 im oligotrophen Walensee bei Murg in 12 Exemplaren pro ml, das heisst neben 60 kleinen *Centricae*- und 36 *Asterionella*-Zellen pro ml in ansehnlicher Zahl. Das häufigste Auftreten dieser Alge fällt für den gesamten Zürichsee auf das Jahr 1956, indem das Oberflächenwasser am 18. September folgende Mengen pro ml

enthielt: bei der Quaibrücke 16, bei Riesbach 20, bei Wollishofen 28, bei Thalwil 32, bei Wädenswil 32, bei Stäfa 68, wobei sich alle Angaben auf die Seemitte beziehen. Deutlich grössere Mengen enthielt das Oberseewasser, nämlich bei Altendorf 284 Individuen pro ml, bei Bollingen 228 und im Linthkanal 92 (Hauptzufluss des Zürichsees). Dies liess vermuten, dass mindestens die Impfstellen der im Zürichsee gefundenen *Rhizosolenia* aus dem Walensee stammen könnten. Eine Wasserprobe aus dem Walensee, die uns der dortige Fischereiaufseher sandte, enthielt am 10. Oktober 1956 pro ml: *Rhizosolenia eriensis* 52 Zellen, *Tabellaria fenestrata* 58 Zellen, *Asterionella formosa* 44 Zellen, *Fragilaria crotonensis* 36 Kolonien, *Synedra-acus*-Varietäten selten, *Schroederia setigera* 34 Zellen. Das dem Zürichsee zufließende Walenseewasser bewirkte somit eine gründliche Impfung mit *Rhizosolenia*, die sich im Obersee reichlich vermehrte und sich auch im Plankton des Untersees einige Zeit hielt. Gegen Ende Oktober verschwand die Alge wieder aus dem Zürichsee. Im Sommer 1955 fehlte sie dem Zürichsee, ebenso in den letzten Jahren.

Botryococcus Braunii war im Zürichsee nie in Massen zu beobachten, ist aber öfters in geringen Mengen vorhanden.

Cryptomonas und verwandte Flagellaten sind im Frühjahr zeitweise häufig.

Ceratium und *Peridinium* wurden von JÄRNEFELT eingehender differenziert, als dies in früheren Planktonlisten geschah.

Heliozoa, in Tabelle 1 nur im Untersee gefunden, sind im allgemeinen im Obersee eher häufiger.

Ciliata: Die grosse Zahl der gefundenen Ciliaten zeigt, wie bedeutungsvoll diese Organismen im Zürichseep plankton sein können; ihre Identifizierung ist für den Zürichsee noch lückenhaft. Zeitweise häufig ist *Nassula aurea* Ehrenberg, für die ein gieriges Verschlingen von *Oscillatoria rubescens* nachgewiesen worden ist (THOMAS 1941).

Vaginicola (Cothurnia) crystallina überraschte am 22. Februar 1950 durch ihr häufiges Vorkommen auf planktischen Kieselalgen im Obersee und Untersee.

Epistylis plicatilis: Hier sei auf die mit ausgezeichneten Abbildungen versehene Arbeit von NIPKOW (1956) verwiesen, der *E. rotans* Švec im Plankton des Zürichsees fand.

Polyarthra vulgaris: Unter den Rotatorien des Zürichsees ist die Gattung *Polyarthra* in den letzten Jahren besonders genau untersucht worden durch NIPKOW (1952), der ausser *P. vulgaris* folgende Arten fand: *P. major* Burckhardt, *P. remata* Skorikov, *P. proloba* Wulfert und die neue *P. dissimulans* Nipkow; die Kenntnis der Zürichsee-Rotatorien wird dadurch wertvoll bereichert.

Zusammenfassung: Wir verglichen Untersuchungen am Plankton des Zürichsees, die von H. JÄRNEFELT im Jahre 1955 in Helsinki durchgeführt wurden, mit in Zürich erfolgten Planktonbestimmungen der letzten Jahre. Die Bestimmungen von H. JÄRNEFELT erweitern dabei die Kenntnis betreffend das Zürichseep plankton in verschiedener Weise. Eine zusätzliche Zahl von Planktonorganismen des Zürichsees (zum Beispiel Ciliaten und andere Protozoen sowie

Flagellaten) warten noch auf eine exakte Bestimmung. Es ist vorgesehen, in absehbarer Zeit eine Zusammenstellung der gesamten Planktonfunde aus dem Zürichsee und Obersee auszuarbeiten.

Zitierte Literatur

- FRITSCH, F. E. (1948): The structure and reproduction of the Algae, Vol. I, Cambridge.
- HUBER-PESTALOZZI, G. (1941): Neue Planktonorganismen im Zürichsee. Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. Zürich, 86, S. 1—7, 1 Abb.
- (1942): Das Phytoplankton des Süßwassers, 2. Teil, 2. Hälfte: *Diatomeen*. Die Binnengewässer, Stuttgart.
- KUHN, H. (1959): Das Netzplankton des Zürichsees im Wechsel der Jahreszeiten. Mikrokosmos, 48, H. 5, S. 129—133.
- MESSIKOMMER, E. (1954): Die Algenflora des Zürichsees bei Zürich. Schweiz. Z. f. Hydrologie, 16, S. 27—63.
- MINDER, L. (1943): Der Zürichsee im Lichte der Seetypenlehre. Neujahrsblatt der Naturf. Ges. Zürich, 83 S.
- NIPKOW, F. (1952): Die Gattung *Polyarthra* Ehrenberg im Plankton des Zürichsees und einiger anderer Schweizer Seen. Schweiz. Z. f. Hydrologie, 14, S. 135—181.
- (1956): *Epistylis rotans* Švec im Plankton des Zürichsees; ein Beitrag zur Biologie dieses Planktoninfusoriums. Schweiz. Z. f. Hydrologie, 18, S. 161—170.
- SKUJA, H. (1948): Taxonomie des Phytoplanktons einiger Seen in Uppland, Schweden. Symbolae Botanicae Upsalienses, 9, 3, 399 S.
- (1956): Taxonomische und biologische Studien über das Phytoplankton schwedischer Binnengewässer. Nova acta regiae societatis scientiarum Upsaliensis, ser. 4, 16, 3, 404 S.
- THOMAS, E. A. (1941): Beitrag zur Kenntnis des Planktons dreier Zürcher Seen. Z. f. Hydrologie, 9, S. 34—49.
- (1956/57): Der Zürichsee, sein Wasser und sein Boden. Jahrbuch vom Zürichsee, 17, S. 173—208.
- (1957): Neue Planktonalgen des Zürichsees. Neue Zürcher Zeitung, 5. 1. 1957, Nr. 29.