

Hydrodictyon reticulatum und seine Beziehung zur Saprobität im Zürichsee und in der Glatt

Von

E. A. THOMAS

(Aus dem kantonalen Laboratorium Zürich; Vorstand: Dr. M. STAUB)

Hydrodictyon reticulatum (L.) LAGERHEIM gehört zu den wenigen Algen, deren Artzugehörigkeit man schon am Fundort von blossem Auge erkennen kann an den eigenartigen Maschenbildungen (vgl. Abb. 1). Nach PASCHER (1915) sind die einzelnen Zellen «lang zylindrisch, bis 1,5 cm lang. Netz freischwimmend, bis 20 cm lang», nach MIGULA (1907) «Netz bis $\frac{1}{2}$ m lang werdend». Die Alge wird für langsam fliessende und stehende Gewässer als nicht selten bezeichnet; nach Angabe von KOLKWITZ (1950, S. 17) kommt sie gelegentlich in Wasserwerkvorbecken in grossen Massen vor, wo man sie entfernen und abführen muss. LINDAU (1930, S. 151) weist darauf hin, dass sie an einem Orte plötzlich auftritt, was bei der unter günstigen Bedingungen grossen Vermehrungskraft der Alge leicht verständlich ist, indem in jeder Elternzelle sich ein gross auswachsendes Tochnetz entwickeln kann; ausserdem erfolgt geschlechtliche Fortpflanzung durch Gameten, von denen in einer Mutterzelle gegen 100 000 entstehen können. In amerikanischen Seen sind nach PRESCOTT (1950, S. 220) oft schwimmende Matten das Ergebnis solcher Massenentwicklungen sowie Störungen im biologischen Gleichgewicht. Belästigend kann das Wassernetz zu Verstopfungen von Filtern und Abzugsgräben führen. Es liebt hartes Wasser.

Interessante Angaben im Hinblick auf die Schädlichkeit grüner Uferalgen für den Fischbestand finden wir bei FORT (1959, S. 441): «Wucherungen fester Fadenalgen (*Cladophora glomerata* und *Rhizoclonium hieroglyphicum*) oder des netzartigen *Hydrodictyon reticulatum* sind unerwünschte Erscheinungen in den Brutteichen, denn die Brut bleibt in dem dichten Fadengewirr leicht hängen. Diese dichten Algenbestände sind für die Fische nahrungsarm, da im Dickicht der Algenfäden keine Kleintiere gedeihen. Auch in Forellenteichen sind zusammenhängende und verfilzte Fadenalgen unerwünscht. Sie versorgen zwar das Wasser mit Sauerstoff, verursachen aber eine Verschiebung der Wasserstoffionen-Konzentration in alkalischer Richtung, so dass das p_H in den Algenbüscheln über 10 steigt. Da für die Forellen bereits ein p_H von 9,2 tödlich ist, verursacht die p_H -Werterhöhung über diese Grenze ein Fischsterben. Als Auswirkung der hohen p_H -Werte wurden bei Karpfen Nekrosen des Epithels und Hautzerstörungen im vorderen Teil der Rückenflossen beobachtet.»

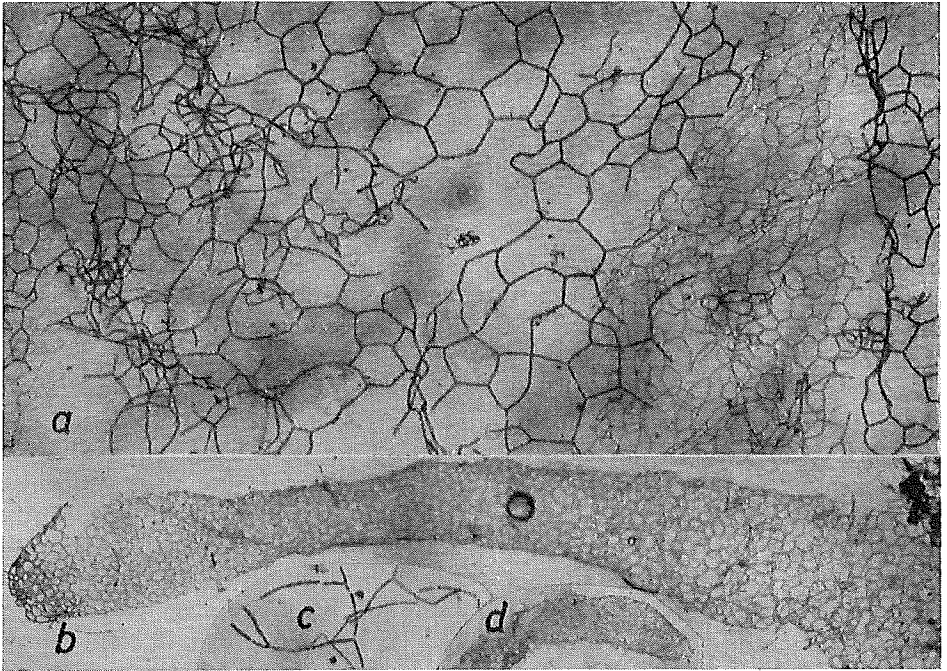


Abb. 1 *Hydrodictyon reticulatum* (L.) LAGERHEIM aus dem Zürichsee.

- a Netze verschiedener Grösse, Ufer bei Pfäffikon SZ, 17. Oktober 1961
- b—d Aus Zürichseeplankton von der Seemitte bei Thalwil, im Laboratorium ausgewachsen
- b 5 cm langer Schlauch mit Luftblase in der Mitte
- c Einzelzellen, im Begriff, sich in junge Netzschläuche zu differenzieren
- d Jüngerer Netzschlauch. Alles zweifache Grösse (Photo M. WEISS)

In der Schweiz scheint die Alge bisher eher selten vorzukommen; so hat zum Beispiel unser ausgezeichnete Kenner der schweizerischen Algenflora, Dr. EDWIN MESSIKOMMER, sie bisher nicht gefunden. Für den Bodensee bei Kreuzlingen erwähnt sie KUHN (1945, S. 40).

Selbst fand ich *Hydrodictyon* erstmals am 12. Oktober 1944 anlässlich von Untersuchungen über die Ursache eines Fischsterbens in einem kleinen Stauweiher des Glattkanals, der der Kunstharzfabrik STÜDLI zur Elektrizitätsgewinnung dient. Diese Stelle liegt im Grenzgebiet der Gemeinden Hochfelden und Bülach, wenig oberhalb von Glattfelden. An den Ufern dieses Weihers, dessen grösster Durchmesser rund 50 m beträgt, schwammen die Netze von *Hydrodictyon* damals sozusagen in Reinkultur; bei vereinzelt späteren Besuchen habe ich sie nicht mehr gesehen, was aber nicht heissen will, dass sie verschwunden ist.

Ein zweites Mal überraschte mich die Alge im Zürichsee. Bei einer Fahrt zur Entnahme von Wasserproben schöpften wir in der Seemitte zwischen Thalwil

und Herrliberg 40 Liter Oberflächenwasser zur Filtration durch ein Phytoplanktonnetz. Im gewonnenen Planktonmaterial befanden sich einige Stücke von abgerissenen grünen Fadenalgen, die sich zu einem kleinen schwimmenden Knäuel zusammenballten und denen ich zunächst keine Beachtung schenkte. Nach drei Wochen wollte ich die Probe, die ich nicht fixiert hatte, weggiesen, wobei ich sie nochmals mit einem Blick durchmusterte. Nun aber war der Inhalt des Fläschchens plötzlich mit zahlreichen grösseren und kleineren Schläuchen von *Hydrodictyon reticulatum* durchsetzt, wobei der grösste Schlauch 5 cm Länge und 1 cm Durchmesser aufwies. Diese Schläuche waren also in der kurzen Zeit des Laboratoriumaufenthaltes herangewachsen (Abb. 1, b bis d). Die planktische Verbreitung von *Hydrodictyon* ist somit auch in einem grossen See leicht möglich.

In der Literatur (SCHROETER, 1932, MESSIKOMMER, 1954) ist diese markante Alge bisher für den Zürichsee nicht aufgeführt. Es lag mir deshalb daran, ihre Standorte auch am Seeufer kennenzulernen. Nach Abschluss einer anderen Untersuchung war es mir am 17. Oktober 1961 möglich, ihr Vorkommen an verschiedenen Stellen des linken Seeufers zu prüfen. Gleich bei der ersten untersuchten Uferstelle fand ich die Alge dominierend in etwa 50 cm Tiefe, durchwuchert von Fäden von *Cladophora* und *Oedogonium*; es handelt sich hier um die Bucht von Pfäffikon SZ in der Nähe des Schlosses, unmittelbar beim Restaurant Schiff. Bei Besichtigungen und Probenahmen in früheren Jahren hatte ich die Alge an dieser Stelle nicht gefunden. Am 17. Oktober prüfte ich ferner folgende Uferstellen am linken Seeufer: Bucht beim Hafen von Richterswil, Ufergebiet beim Strandbad Wädenswil, Uferzone im Gebiet des Dampfschiffsteges bei Horgen, Oberrieden, Thalwil und Kilchberg-Bendlikon. An keiner dieser Stellen fand ich von Auge wahrnehmbare Netze von *Hydrodictyon*, aber auch wenig andere Grünalgen, ausgenommen stellenweise jungen Aufwuchs von *Cladophora glomerata*. Für den Fundort von Pfäffikon SZ muss beigefügt werden, dass die Bucht durch einen unschönen Abwassereinlauf verschmutzt ist, in dessen näherer Umgebung graue Zotten des Abwasserorganismus *Sphaerotilus natans* wucherten. Ausserhalb der *Sphaerotilus*-Zone entwickelte sich neben *Cladophora* bereits *Hydrodictyon*. – Kurz vor Abschluss dieser Arbeit erfuhr ich von unserem verdienten Nestor der Algologen, Dr. phil. et med., Dr. h. c. G. HUBER-PESTALOZZI, dass er die Alge vor Jahren bei der Bächau, nur gut 2 km von meiner Fundstelle entfernt, beobachtet hatte.

Auf meine weiteren Nachfragen über das Vorkommen von *Hydrodictyon* im Einzugsgebiet des Zürichsees teilten mir Herr und Frau Professor Dr. A. und M. ERNST freundlicherweise mit, dass sie die Alge am 17. September 1959 in grösserer Menge im Ufergebiet ihrer Liegenschaft am Obersee, zwischen Altendorf-Seestadt und Lachen, gefunden haben; im Oktober zieht man die Alge in dieser Bucht gelegentlich beim Fischen mit der Angel an die Seeoberfläche. Dieses Vorkommen ist insofern von besonderem Interesse, als *Hydrodictyon* von BALLY (1907) und SCHROETER (1932) auch für den Obersee nicht erwähnt wird, wohl aber verschiedene Arten von *Chara*, die übrigens seinerzeit Herr Prof. A. ERNST bestimmte. In der Annahme, dass ein Vorhandensein von *Hydro-*

dictyon den genannten Autoren damals aufgefallen wäre, darf man vermuten, dass die Alge erst in neuerer Zeit im Obersee eingewandert ist.

Da *Hydrodictyon* im Saprobiensystem von KOLKWITZ (cf. 1950, S. 29) unter den Oligosaprobien aufgeführt ist – wobei allerdings auch bei den β -Mesosaprobien ein Hinweis nicht fehlt –, sei hier auch auf diese Frage kurz eingetreten. Die Glatt, in der ich *Hydrodictyon* erstmals fand, ist durch die Abwässer der Stadt Zürich seit langem und bis in ihren unteren Teil hin stark verschmutzt, was deutlich aus der Arbeit von WASER, HUSMANN und BLÖCHLIGER (1934) hervorgeht und von unseren seitherigen, noch unpublizierten Untersuchungen bestätigt wird. Leider verfüge ich für den 12. Oktober 1944 für die Fundstelle von *Hydrodictyon* unterhalb von Hochfelden nicht über einen chemischen Untersuchungsbefund des Glattwassers, doch seien in Tabelle 1 vergleichsweise die Angaben für einen Tag mit starker Verschmutzung (14. September 1950) und, je nach Wasserführung, einen Tag mit schwächerer Verschmutzung (20. November 1950) aufgeführt; sodann untersuchten wir eine am 17. Oktober 1961 in der Bucht von Pfäffikon erhobene Wasserprobe, während für die kaum direkt verschmutzte Fundstelle von Altendorf die üblicherweise im Herbst im Oberflächenwasser des Obersees zu erwartenden Zahlen aufgeführt seien.

Tabelle 1 Chemismus des Wassers an drei Fundstellen von *Hydrodictyon reticulatum*

		Glatt, unterhalb von Hochfelden		Obersee, Mitte, Oberfläche	Zürichsee, Bucht von Pfäffikon SZ
		14. Sept. 1950	20. Nov. 1950	11. Okt. 1961	17. Okt. 1961
Temperatur	° C	20,0	7,7	17,2	16,6
p_H -Wert		7,5	7,5	8,4	8,3
Ammoniak	mg/l NH ₃	1,4	0,2	0,02	0,10
Nitrat	mg/l NO ₃ ⁻	11,8	28,2	0,4	<0,5
Nitrit	mg/l NO ₂ ⁻	1,6	0,2	0,015	0,008
Phosphat	mg/l PO ₄ ⁻⁻⁻	1,4	0,25	<0,02	0,025
Chlorid	mg/l Cl ⁻	15,8	13,2	0,2*	1,1
KMnO ₄ -Verbrauch	mg/l	16,3	44,7	4,58*	6,95
Karbonathärte	° F	19,75	24,75	11,0	10,50
Sauerstoffgehalt	mg/l	10,15	9,46	10,54	9,22
O ₂ -Zehrung nach 48 h	mg/l	2,51	1,32	0,77*	1,76
Keimzahl pro ml		56 300	31 250	460	—
Colizahl pro ml		290	640	0	—

* Linthmündung

Wie aus Tabelle 1 hervorgeht, darf das für die Fundstelle am Obersee charakteristische Wasser als kaum verschmutzt bezeichnet werden, während nach dem gesamten chemischen und bakteriologischen Befund das Glattwasser an beiden Untersuchungstagen als sehr deutlich und ziemlich stark verschmutzt anzusprechen ist. Immerhin wird dabei, nach dem Chemismus zu urteilen, die α -mesosaprobe Verschmutzungsstufe noch nicht erreicht (cf. THOMAS, 1944, S. 214). Am Wasser der Bucht von Pfäffikon liessen sich am 17. Oktober 1961

zwar noch Verschmutzungsspuren nachweisen (Ammoniakgehalt, Chloridgehalt, Kaliumpermanganatverbrauch, Sauerstoffzehrung), doch war auch hier das Wasser reiner als in der Glatt.

Hydrodictyon reticulatum gedeiht somit in einem Nährstoff- und Verschmutzungsspektrum, das sich von β -mesosaprob bis oligosaprob erstreckt. Wenn die Alge in der Natur nach unseren Darlegungen ein ziemlich stark verschmutztes Wasser erträgt, so deckt sich diese Beobachtung mit den Erfahrungen, die SCHOENICHEN (1925, S. 308) in Laboratoriumsversuchen machte; es gelang ihm, die Alge in KNOPScher Nährlösung zu halten, sie in fünfprozentige Rohrzuckerlösung überzuführen und schliesslich nach Aufbewahren im Dunkeln zur Gametenproduktion zu veranlassen. Die Alge wurde von Prof. W. VISCHER, Basel, in Reinkultur gehalten.

Ob das Auftreten von *Hydrodictyon* im Zürichsee mit der zunehmenden Verschmutzung in Zusammenhang gebracht werden darf, lässt sich noch nicht endgültig entscheiden. Sicher ist, dass die Überdüngung des Zürichsees in den letzten Jahren stets zugenommen hat und damit auch die Entfaltung vieler Algen, die nicht gerade katharobe Ansprüche stellen. Offenbar ist *Hydrodictyon* bezüglich Belichtung und Wassertemperatur anspruchsloser als die im Zürichsee wuchernden grünen Fadenalgen (vor allem *Cladophora* und *Rhizoclonium*); sie vermag sich deshalb im Spätherbst noch zu entwickeln, wenn die Konkurrenz durch die grünen Fadenalgen bereits gering ist.

Z u s a m m e n f a s s u n g: Für die Alge *Hydrodictyon reticulatum* werden drei Fundstellen in der weiteren Umgebung von Zürich angegeben und ihre Lebensansprüche mit Hinweis auf die Wasserbeschaffenheit der Fundstellen diskutiert. Die Alge gedeiht in oligosaproben bis β -mesosaproben Biotopen.

N a c h t r a g. Während der Drucklegung dieser Arbeit teilte mir Herr Dr. H. KUTTER, Apotheker und Entomologe, der in Männedorf am See wohnt, freundlicherweise mit, dass sich die Alge in seiner Seebucht breitmache: «Sie tritt hier in schauderhaften Mengen auf; das Wasser sieht einer dickflüssigen Jauche gleich.» Im Anschluss an diese Mitteilung, die mir am 1. November zugeing, hatte ich am 7. November Gelegenheit, auf der rechten Seeseite an zahlreichen Uferstellen Beobachtungen über das Vorkommen von *Hydrodictyon* zu machen. *Oscillatoria rubescens* war zu dieser Zeit in fast allen Uferbuchten angereichert vorhanden und trug zweifellos in Männedorf zu dem unansehnlichen Bild bei (Abb. 2). In der Bucht von Kempraten sah ich erstmals eine kleine (etwa 100 cm²), blaugrüne, geschlossene Schwimmschicht von *Aphanizomenon flos-aquae*, dieselbe Alge also, die im Pfäffikersee eine mehrere Zentimeter dicke, sich über weite Seeflächen ausdehnende Schwimmschicht verursacht hatte (cf. E. MESSIKOMMER, 1961).

Hydrodictyon fand ich jedoch am 7. November 1961 nur in einigen Buchten des Seeufers von Männedorf bis Feldmeilen. Dabei konnte ich mich davon überzeugen, dass die Alge stellenweise massenhaft vorhanden war. Teilweise flutete sie freischwimmend im Wasser, teilweise hatte der Wellenschlag sie am Ufer-

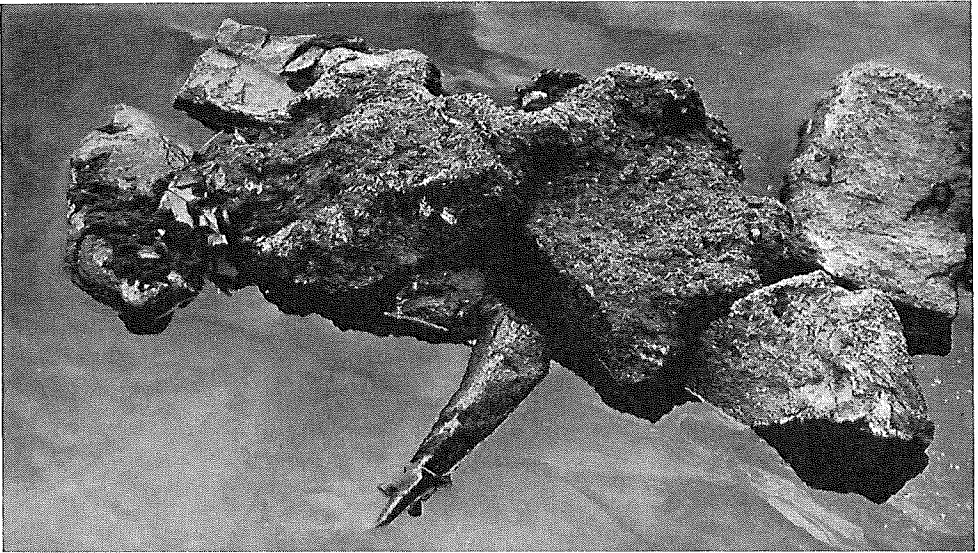


Abb. 2 Durch Wellenschlag aus dem Wasser geschleuderte Haufen von *Hydrodictyon* auf Ufersteinen bei Männedorf. Im Wasser sind flutende Massen der Alge erkennbar, im Vordergrund allerdings verdeckt durch eine schlierenartige Schwimmschicht von *Oscillatoria rubescens*. (Photo M. WEISS.)



Abb. 3 Ans Ufer geworfene grüne Mahden von *Hydrodictyon* bei Männedorf; vorn rechts im Bild noch Kies vom ursprünglichen Strand; 7. November 1961. (Photo M. WEISS.)

saum zu grünen Mahden angehäuft. Für diese Uferstellen, die bisher im Frühjahr unter übermässigen Kieselalgenentwicklungen und im Sommer unter ausgedehnten Fadenalgenwucherungen zu leiden hatten, die aber im Herbst dann noch algenfrei waren, stellt das massenhafte Auftreten von *Hydrodictyon* eine neue Belästigung dar (Abb. 3).

Zitierte Literatur

- BALLY, W. (1907): Der Obere Zürichsee. Diss. Universität Zürich, 65 S.
- FOTT, B. (1959): Algenkunde. 482 S. Gust. Fischer Verlag, Jena.
- KOLKOWITZ, R. (1950): Ökologie der Saprobien. Schriftenreihe des Vereins für Wasser-, Boden- und Lufthygiene, Berlin-Dahlem, Nr. 4, 64 S. Piscator-Verlag, Stuttgart.
- KUHN, H. (1945): Lebenskunde der Gewässer. 1. Auflage, 168 S. Orell Füssli Verlag, Zürich.
- LINDAU, G. (1930): Die Algen. Zweite Abteilung. 2. Auflage, 301 S. Jul. Springer, Berlin.
- MESSIKOMMER, E. (1954): Die Algenflora des Zürichsees bei Zürich. Schweiz. Z. f. Hydrologie, Bd. 16, S. 27—63.
- (1961): Eine neue Plankton-Invasion im Pfäffikersee. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. in Zürich, 106, S. 448/449.
- MIGULA, W. (1907): Kryptogamenflora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Bd. II, 1. Teil. Friedrich v. Zezschwitz, Gera.
- PASCHER, A. (1915): Die Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Chlorophyceae II, Heft 5. Gust. Fischer Verlag, Jena.
- PRESCOTT, G. W. (1951): Algae of the Western Great Lakes Area. Cranbrook Institute of Science, Bull. No. 31, 946 p.
- SCHOENICHEN, W. (1925): Einfachste Lebensformen des Tier- und Pflanzenreiches. Bd. 1. Hugo Bermühler Verlag, Berlin-Lichterfelde.
- SCHROETER, C. (1932): Die Flora des Zürichsees und seiner Ufergelände. Jahrbuch vom Zürichsee, S. 87—129, Buchdruckerei Stäfa AG.
- THOMAS, E. A. (1944): Versuche über die Selbstreinigung fließenden Wassers; Beitrag zur Kenntnis der Saprobienstufen. Mitt. a. Geb. Lebensmittelunt. u. Hygiene, Eidg. Gesundheitsamt, Bern, Bd. 35, S. 199—218.
- WASER, E., HUSMANN, W., und BLÖCHLIGER, G. (1934): Die Glatt. Ber. d. Schweiz. Bot. Ges., Bd. 43, Heft 2, S. 253—388.