

# Eine erstbeobachtete Alge am Ufer des Zürichsees: *Monostroma bullosum* (ROTH) THURET

Von

FERDINAND SCHANZ

Herrn Prof. Dr. E. A. THOMAS zum 65. Geburtstag gewidmet

## Einleitung

Am 11. März 1977 – nach einer längeren Schönwetterperiode – beobachtete Prof. Dr. E. A. THOMAS an einer flachen Uferstelle des Zürichsees (vor der Hydrobiologisch-limnologischen Station in Kilchberg), wie kleine grüne Blättchen frei im Wasser flotierten. Er vermutete, dass es sich um eine *Monostroma*-Art handle, und empfahl mir, eine genaue Untersuchung durchzuführen. In der darauffolgenden Woche sammelten wir mehrere Thalli, die auf einer Uferlänge von 50 Metern in grosser Zahl vorhanden waren (bis in etwa 1 Meter Tiefe). Der Seeboden besteht hier hauptsächlich aus feinem Sand, und der Wellenschlag vorbeifahrender Schiffe vermochte die *Monostroma*-Thalli nur leicht hin und her zu bewegen. Da es im Zürichsee seit Wochen keine Stürme mehr gegeben hatte, war die mechanische Zerstörung oder ein Abtreiben der Blättchen unterblieben; das hatte wahrscheinlich die Anhäufung von Individuen an dieser Stelle begünstigt.

Herrn Prof. Dr. H. AMBÜHL (EAWAG, Dübendorf) danke ich für die Mithilfe bei der Beschaffung der Literatur zu dieser Arbeit.

## Charakterisierung der gefundenen Art

### a) Makroskopisches Aussehen des Thallus (Fig. 1a)

Es handelte sich um kleine Blättchen von mehreren Zentimetern Länge, die beim Anfassen leicht zerfielen. Oft bildeten sich an der Unterseite Blasen, die sackartige Ausstülpungen verursachten. Leider fanden wir keine Individuen, die noch fest mit dem Substrat verbunden waren.

### b) Querschnitt (Fig. 1b, Fig. 2.2)

Die Dicke der von uns ausgemessenen Thalli betrug im Durchschnitt 30  $\mu\text{m}$ . Es ist allerdings zu berücksichtigen, dass die *Monostroma*-Blättchen hauptsächlich aus

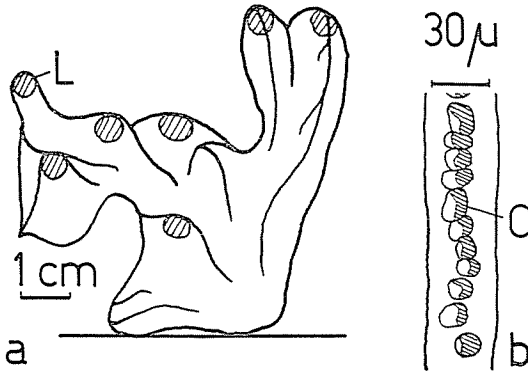


Fig. 1. *Monostroma bullosum* aus dem Zürichsee (11. März 1977).

- a) Ganze Pflanze: Übersicht. L = Luftblase.  
 b) Querschnitt durch den monostromatischen Thallus. C = Chromatophor.

einer gallertartigen Grundsubstanz bestanden; deshalb dürfte der Durchmesser – je nach Quellungsgrad – beträchtlich schwanken. Die Zellen, die mehr oder weniger in der Mitte der Gallertschicht lagen, waren nur locker aneinandergereiht; vereinzelt beobachteten wir Zellgruppen, die durch mehrere Teilungsschritte entstanden waren. Die Zellhöhe war im Durchschnitt  $10,9 \mu\text{m}$  ( $s = 1,6 \mu\text{m}$ ). Meist beobachteten wir nur ein Pyrenoid je Zelle, das einer Zellaussenwand genähert war (Fig. 2.2). Es wurde von einem napfförmigen, etwa  $1/2$  bis  $2/3$  der Zelle auskleidenden Chromatophor umgeben.

#### c) Aufsicht (Fig. 2.1; 2.3; 2.4)

Deutlich zeigte sich, dass die einzelnen Zellen oder Zellgruppen mehr oder weniger gegeneinander verschoben waren (Fig. 2.3). An den Thallusrändern beobachteten wir mit dem Phasenkontrast-Mikroskop die Gallertschicht (Fig. 2.4), an der sich bei grösseren Blättchen Kieselalgen festhafteten (Fig. 2.1). Die Mehrzahl der Zellen wies stark abgerundete Ecken auf. Die Zelllänge ( $= x$ ) war durchschnittlich  $13,4 \mu\text{m}$  ( $s = 1,3 \mu\text{m}$ ), die Zellbreite ( $= y$ )  $10,8 \mu\text{m}$  ( $s = 1,4 \mu\text{m}$ ). Im Bereich der Zelllänge von  $11 \mu\text{m} \leq x \leq 16 \mu\text{m}$  gilt folgende Gleichung:  $y = 0,575x + 3,06$  ( $r = 0,549$ ;  $r_{48; 0,05} = 0,279$ ). Diese Analyse zeigt, dass die Zellform bei allen gemessenen Zellgrössen etwa gleich ist.

#### Vergleich der gefundenen Art mit Literaturangaben

Eine erste Durchsicht der Literatur ergab, dass die gefundene Alge zur Gattung *Monostroma* gehört. Leider war es uns nicht möglich, die Art mit Sicherheit zu bestimmen, da dafür der Generationszyklus bekannt sein muss (BLIDING, 1968; BOURRELLY, 1972). Es war zudem schwierig zu entscheiden, inwieweit morphologische Merkmale für die Unterscheidung der Arten bedeutsam sind. HEERING (1914) und GAMS (1969) verwendeten die Thallusdicke, um *Monostroma bullosum* von den übrigen *Monostroma*-Arten zu trennen, was mir wegen der Quellfähigkeit der Gallerte

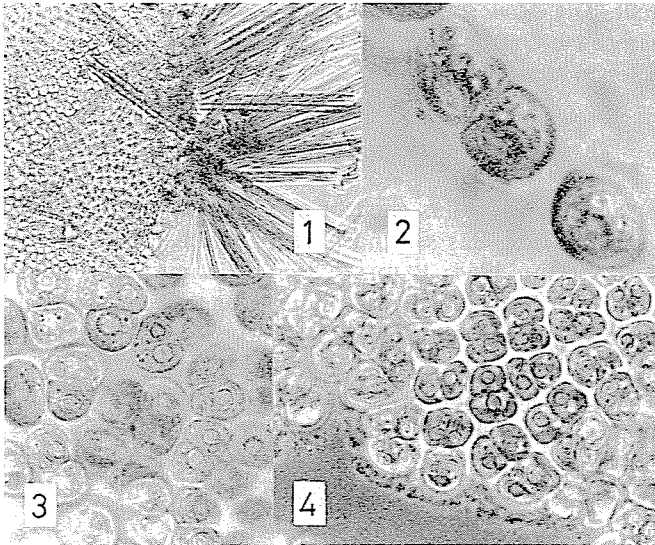


Fig. 2. Mikroskopische Aufnahmen von *Monostroma bullosum*.

1. Sicht auf die Thallusoberfläche (am Rand Kieselalgen). Vergr. 130 $\times$ . Phasenkontrast.
2. Querschnitt. Vergr. 1400 $\times$ .
3. Sicht auf die Thallusoberfläche (rundliche Zellform; zentral gelegene Pyrenoide). Vergr. 650 $\times$ . Phasenkontrast.
4. Sicht auf die Thallusoberfläche (unten: gallertige Randzone). Vergr. 500 $\times$ .

sehr unzuweckmässig erscheint. Alle von mir verwendeten Bestimmungsbücher (HEERING, 1914; BLIDING, 1968; GAMS, 1969; STARMACH, 1972) machen Angaben über die Zellform; vergleicht man jedoch die beigegeführten Abbildungen, sind kaum Unterschiede zu bemerken.

Auf Grund folgender morphologischer Merkmale durfte mit grosser Wahrscheinlichkeit angenommen werden, dass es sich bei der gefundenen Alge um *Monostroma bullosum* (ROTH) THURET handelte:

- Thallusgrösse von wenigen Zentimetern (BLIDING, 1968).
- Zellgrösse: Breite, Länge, Höhe um etwa 12  $\mu\text{m}$  (BLIDING, 1968).
- Zellen mit 1 Pyrenoid, das zentral an der äusseren Wand liegt (BLIDING, 1968).
- Zellen locker, unregelmässig in die Interzellulärschicht eingelagert (STARMACH, 1972).
- Ökologie: Vorkommen im Süsswasser (GAMS, 1969).

#### Systematische Stellung von *Monostroma bullosum*

Der Aufbau des Thallus weist *Monostroma bullosum* eindeutig zu den Ulothricales. Da die Art einen heteromorphen Generationswechsel zeigt (KORNMAN, 1964), wurde sie von GAYRAL (1965) und STARMACH (1972) in die Familie der Monostro-

mataceae gestellt. Die *Monostroma*-Arten mit isomorphem Generationswechsel erhielten oft einen neuen Gattungsnamen (GAYRAL, 1965; BLIDING, 1968; BOURRELLY, 1972) und wurden zu den Ulvaceae gerechnet (DUBE, 1967).

### Entwicklung von *Monostroma bullosum*

Der monostromatische Thallus entsteht aus einer Zellscheibe, die sich zu einem hohlen Säckchen aufwölbt, das sich nach dem Erreichen einer bestimmten Grösse oben öffnet (KORNMAN, 1964; BLIDING, 1968). Da mehrmals beobachtet werden konnte, dass die Thalli Gameten entlassen, dürfte angenommen werden, dass es sich um den haploiden Gametophyten handelt, was JONSSON (1968) für *Monostroma grevillei* zytologisch bestätigte. Der Gametophyt soll monözisch sein (BLIDING, 1968); manchmal bildet dieser jedoch ungeschlechtliche, viergeisselige Zoosporen (= akzessorische Schwärmer), aus denen sich diözische Thalli entwickeln (KORNMAN, 1964). Die Zygoten wachsen beträchtlich, bleiben aber einzellig und entlassen nach einer gewissen Zeit viergeisselige, haploide Zoosporen (DUBE, 1967; BLIDING, 1968; JONSSON, 1968).

### Zur Ökologie von *Monostroma bullosum*

Die in der Literatur erwähnten *Monostroma-bullosum*-Funde wurden im Frühjahr in Flüssen gemacht (KORNMAN, 1964; TAFT, 1964; BLIDING, 1968; BACKHAUS, 1973). Prof. Dr. THOMAS stellte die Art im Rhein bei Hemishofen am 20. April 1973 fest. *Monostroma bullosum* bevorzugt Stellen mit geringer Fließgeschwindigkeit und kommt oft in reicher Zahl inmitten von Uferpflanzen vor. Die Art scheint noch nie in stehenden Gewässern gefunden worden zu sein.

Leider liegen bis heute keine experimentellen Untersuchungen über die Nährstoffansprüche von *Monostroma bullosum* vor. Auf Grund seiner Untersuchungen schliesst BACKHAUS (1973), dass *Monostroma bullosum* der oligosaprogenen Zone angehört und hauptsächlich in Kalksteingebieten vorkommt. Vergleicht man jedoch die von ihm angegebenen Grenzen der Standortfaktoren mit den Werten, die im Zürichsee beim

Tabelle 1. Standortfaktoren beim Vorkommen von *Monostroma bullosum*

A. Grenzen nach BACKHAUS (1973).

B. Untersuchung der Wasserversorgung der Stadt Zürich vom 23. Februar 1977: Stelle Zollikon (Oberfläche).

Standortfaktor	A	B
Leitfähigkeit (in $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	500 - 690	234
pH-Wert	7,7 - 7,8	7,8
$\text{NO}_3^-$ -N (in mg/l)	2,22 - 2,41	0,71
Alkalinität (in $^\circ\text{F}$ )	26,5 - 28,5	12,8
Sauerstoff (in % Sätt.)	90 - 100	80
$\text{PO}_4^{3-}$ -P (in mg/l)	0,2 - 2,7	0,076
$\text{Cl}^-$ (in mg/l)	10,5 - 18,5	2,8
$\text{NH}_3$ -N (in mg/l)	0,2 - 1,0	<0,016

Vorkommen der Alge gemessen wurden (Tabelle 1), liegen diese beträchtlich niedriger. Es darf deshalb angenommen werden, dass die Art mit wesentlich weniger Nährstoffen auskommen kann, als ihr in den von BACKHAUS untersuchten Fliessgewässern zur Verfügung standen.

### Zusammenfassung

Im März 1977 stellten wir zum ersten Mal an einer flachen Uferstelle des Zürichsees kleine Blättchen von *Monostroma bullosum* (ROTH) THURET fest (Fig. 1 a). Diese seltene Algenart wurde bis jetzt nur in Fliessgewässern beobachtet. Eine eingehende Untersuchung der Thalli ergab, dass die Zellgrösse, die Lage des Pyrenoids sowie Form und Grösse des Chromatophors (Fig. 1 b, 2) der Artbeschreibung von BLIDING (1968) entsprachen. Lediglich die Thallusdicke wich wesentlich davon ab, was auf den Quellungsgrad der Gallerte zurückgeführt wurde. Über die ökologischen Ansprüche von *Monostroma bullosum* konnte kein abschliessendes Bild gewonnen werden. Wir vermuten, dass die Alge saubere, kalkhaltige Gewässer bevorzugt und sich im Frühjahr entwickelt.

Das plötzliche Erscheinen von *Monostroma* im Zürichsee zeigt eine Parallelität mit dem Auftreten von *Hydrodictyon reticulatum* (L.) LAGERHEIM in den Jahren 1961/62; diese ebenfalls makroskopisch leicht erkennbare Grünalge ist seither im Zürichsee wieder verschwunden (THOMAS, 1961).

### Summary

In March 1977 we for the first time observed *Monostroma bullosum* (ROTH) THURET in the shallow waters of Lake Zürich. Our observation was probably the first on the whole of this alga in a lake. In the past it has been found solely in running waters. Its cell dimensions, the position of the pyrenoid and the shape and dimension of the chromatophore (Figs. 1 b, 2) correspond to the species description by BLIDING (1968). However, the diameter of the thallus of our individuals was much greater. We believe that this is due to the more swollen gelatine (Fig. 1 b). We have not yet been able to define the ecological demands of *Monostroma bullosum*, but it seems reasonable to assume that the alga prefers a clean calcareous water and that it develops in the spring.

### Literaturverzeichnis

- BACKHAUS, D. (1973): Fliesswasseralgen und ihre Verwendbarkeit als Bioindikatoren. Verh. Ges. Ökologie, Saarbrücken, 149–168.
- BLIDING, C. (1968): A critical survey of European taxa in Ulvales. II. *Ulva*, *Ulvaria*, *Monostroma*, *Kornmannia*. Bot. Notiser 121, 535–629.
- BOURRELLY, P. (1972): Les algues d'eau douce. Initiation à la systématique. Tome I: Les algues vertes. Paris. 572 p.
- DUBE, M. A. (1967): On the life history of *Monostroma fuscum* (POSTELS et RUPRECHT) WITTRÖCK. J. Phycol. 3, 2, 64–73.
- GAMS, H. (1969): Mikroskopische Süswasser- und Luftalgen. Stuttgart. 63 S.
- GAYRAL, P. (1965): *Monostroma* THURET, *Ulvaria* RUPR. emend. GAYRAL, *Ulvopsis* GAYRAL. (Chlorophycées, Ulotrichales): structure, reproduction, cycles, position systématique. Rev. Gén. Bot. 72, 627–638.

- HEERING, W. (1914): Chlorophyceae III. Ulothrichales, Microsporales, Oedogoniales. In: A. PASCHER: Die Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Heft 6. Jena. 250 S.
- JONSSON, S. (1968): The ontogenic and chromosome cycle of *Monostroma grevillei* WITTR. de Roscoff. C. R. Hebd. Seances Acad. Sci. Ser. D. Sci. Natur. Paris 267, 402–405.
- KORNMANN, P. (1964): Über *Monostroma bullosum* (ROTH) THURET und *Monostroma oxyspermum* (KÜTZ.) DOTY. Helg. wiss. Meeresunters. 11, 13–21.
- STARMACH, K. (1972): Chlorophyta III. Zielenice nitkowate: Ulothrichales, Ulvales, Prasiolales, Sphaeopleales, Cladophorales, Chaetophorales, Trentepohliales, Siphonales, Dichotomosiphonales (in Polish; with keys for the identification of filamentous green algae). Warszawa-Kraków. 750 p.
- TAFT, C. E. (1964): The occurrence of *Monostroma* and *Enteromorpha* in Ohio. Ohio J. Sci. 64, 4, 272–274.
- THOMAS, E. A. (1961): *Hydrodictyon reticulatum* und seine Beziehung zur Saprobität im Zürichsee und in der Glatt. Vjschr. Natf. Ges. Zürich 106, 450–456.

Adresse des Verfassers: Dr. F. SCHANZ, Universität Zürich, Limnologische Station, Seestrasse 187, CH-8802 Kilchberg.