

Deutliche Signale: Der Zürichsee erholt sich

Veränderungen der Unterwasservegetation als Reaktion auf verbesserte Wasserqualität

Sybille Meier & Peter Voser, Männedorf

Zusammenfassung

Im Sommer 1993 untersuchten wir die Unterwasservegetation an verschiedenen Stellen im Zürichsee und im Obersee. Der Vergleich mit Aufzeichnungen um die Jahrhundertwende und aus den späten 70er Jahren lieferte ermunternde Resultate: Der Zürichsee scheint sich zu erholen. Die Wasserpflanzen sind ein Anzeichen dafür, dass sich die Wasserqualität im Zürichsee im letzten Jahrzehnt verbessert hat. Die wichtigsten Veränderungen manifestieren sich folgendermassen:

- Das Seewasser ist im allgemeinen klarer als in den Jahren zuvor.
- Die üppigen Kammlaichkraut-Bestände, die noch vor wenigen Jahren die Unterwasservegetation dominierten, sind an vielen Stellen verschwunden.
- An zahlreichen Stellen finden sich heute ganze Teppiche von Armlaucheralgen, ein bekannter Indikator für sauberes Wasser.
- Im Zürichsee bildet das ehemals seltene Nixkraut an zahlreichen Stellen dichte, zum Teil hektarengrosse Unterwasserrasen.
- Einige Arten der Roten Liste breiten sich wieder aus. Die Anstrengungen des Gewässerschutzes haben Frucht getragen. Weiterhin muss aber alles daran gesetzt werden, die Wasserqualität des Sees zu erhalten oder noch weiter zu verbessern.

Clear signs: The Lake of Zurich is recovering (Changes of the submerged vegetation as a result of improved water quality)

In summer 1993 we studied the submerged vegetation in different places in the Lake of Zurich. The comparison of our data with recordings from around 1900 and from the early seventies showed encouraging results. The Lake of Zurich seems to be recovering. The water-plants seem to react to the improved water quality. The most important changes that we noticed are the following:

- *The water is generally clearer than it was a few years ago.*
 - *The abundant vegetation of Potamogeton pectinatus that used to predominate the submerged vegetation has disappeared in many places.*
 - *Large areas of Characeae (an indicator of clean water) were found in several places.*
 - *Najas marina, only rarely observed before, is now growing in the Lake of Zurich in large areas of up to one hectare.*
 - *Some red-list species are spreading again.*
- The efforts of water-protection have been successful. However, we should do everything to keep or even improve the water quality of the Lake of Zurich.*

1 EINLEITUNG

Die Flora des Zürichsees hat sich verändert

Die Flora, die sich über Jahre und Jahrzehnte entwickelt, ist ein Langzeitspiegel der Verhältnisse im See. Im Sommer 1992 beobachtete einer von uns (P. V.), dass das Seewasser sauberer war als in den Jahren zuvor. Auch stellte er fest, dass das Meer-Nixkraut (*Najas marina* L.), das im Zürichsee bisher als selten galt, an vielen Stellen wuchs. Beim Stäferstein und beim Ramenstein (Männedorf) entdeckte er gar

hektarengrosse *Najas*-Bestände. Umgekehrt traf er das nährstoffliebende Kammlaichkraut (*Potamogeton pectinatus* L.), welches vor einigen Jahren noch in Massen wucherte, nur noch selten an. Ziel dieser Arbeit war es, zu untersuchen, ob diese Beobachtungen auch für weitere Teile des Zürichsees zutreffen.

Im Sommer 1993 wurde die Unterwasservegetation an 5 verschiedenen Stellen im Zürichsee und 4 Stellen im Obersee durch Transsektaufnahmen der Wasserpflanzen untersucht (Abb. 1). Anschliessend wurden die Daten mit Aufzeichnun-

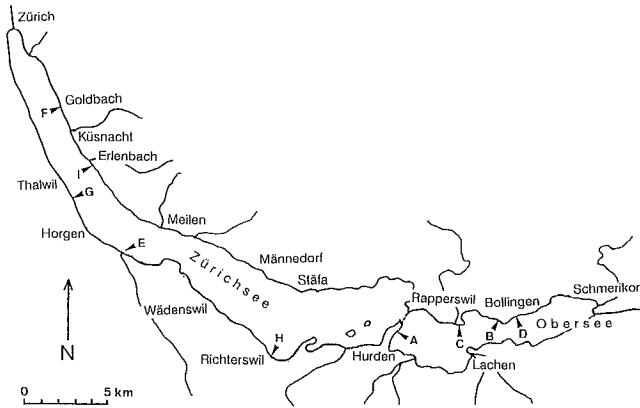


Abb. 1. Der Zürichsee und der Obersee mit Orten der Transsekt-aufnahmen (A–I).

Fig. 1. The Lake of Zurich and the Obersee with places of trans-sect recordings (A–I).

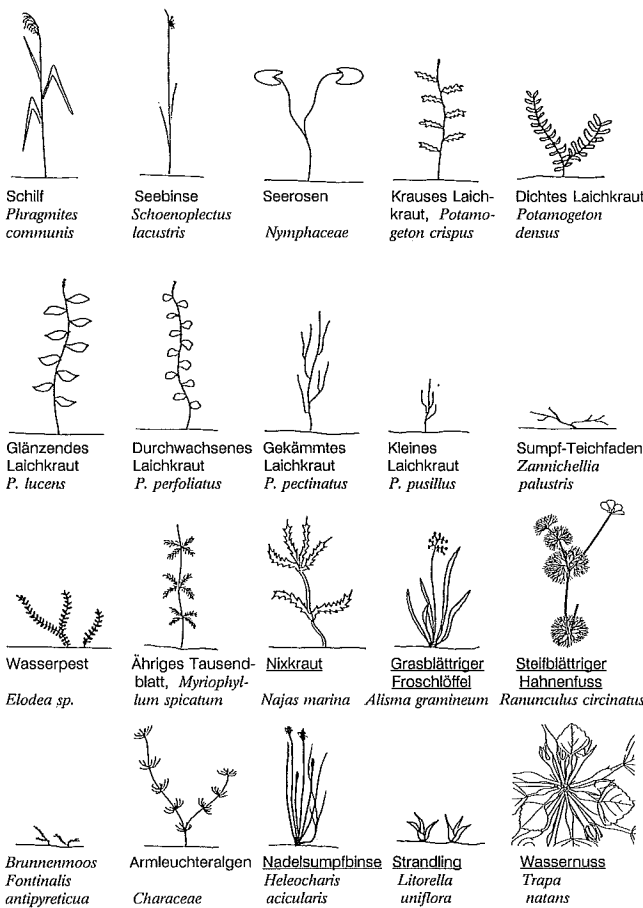


Abb. 2. Leicht schematische Darstellung der besprochenen Pflanzenarten. Unterstrichen sind Arten der Roten Liste.

Fig. 2. Simple drawings of the plant species mentioned. Red list plants are underlined.

gen von HOHL (1896), BALLY (1907), HÖHN-OCHSNER (1944) und LACHAVANNE & PERFETTA (1978) verglichen. Abb. 2 gibt eine Übersicht über die untersuchten Pflanzenarten.

Eingriffe in die Natur des Zürichsees

Ursprünglich war der Zürichsee grösstenteils von einem Schilf- und Seebinsengürtel umsäumt. Unter Wasser bot eine reichhaltige Flora von Laichkräutern und anderen Wasserpflanzen einen vielfältigen Lebensraum für Fische und wirbellose Kleintiere. Die Vegetation im Flachwasser ist aber nicht nur für die Fauna essentiell, sondern auch gleichzeitig die wirksamste Selbstreinigungszone des Sees.

Im letzten Jahrhundert begann der Mensch den Ufergürtel und damit auch die Unterwasserwelt einschneidend umzugestalten. Auf folgende Art und Weise hat er in die Natur des Sees eingegriffen:

- *Veränderungen der Ufermorphologie.* Ufermauern, Bootshäuser und Badeanstalten wurden errichtet, Flachwasserzonen überschüttet und weite Schilfbestände zerstört. Heute sind rund 50% der Ufer des Zürichsees verbaut (SUTER, 1991). Diese Veränderungen sind kaum mehr rückgängig zu machen.
- *Gewässerverschmutzung.* Bis etwa 1950 flossen Abwässer ungeklärt in den See; die Wasserqualität verschlechterte sich zusehends. Bei übermässigem Nährstoffangebot, wobei das Phosphat der wachstumsbegrenzende Faktor war, konnte sich das Plankton stark vermehren. Dies hatte eine Trübung des Wassers, eine Reduktion des Lichteinfalls in die Wassertiefe und dadurch eine Verschlechterung der Lebensbedingungen der submersen Vegetation zur Folge. Hingegen schaffte das verschmutzte eutrophe Wasser günstige Bedingungen für Fadenalgen, die sich am Ufer und auf dem Seeboden stark vermehrten.
- *Seespiegelregulierung.* Seit den 50er Jahren wird das Niveau des Seespiegels durch das Kraftwerk Letten konstant gehalten. Die Wasserstandsschwankungen bewegen sich heute im Normalfall innerhalb von 30–40 cm, gegenüber 1–2 m vor der Seeregulierung (BERTSCHI et al., 1936). Auf diese Weise werden Überschwemmungen im Frühjahr und das Trockenliegen flacher Uferzonen im Winter grösstenteils vermieden (dies bewirkte aber auch das Verschwinden spezifischer Strandrasen in diesen Zonen).
- *Freizeitaktivitäten.* Auch das Begehen der Uferzonen und andere Störungen durch Freizeitaktivitäten – wie zum Beispiel von Schiffen und Motorbooten verursachter Wellenschlag – leisteten ihren Beitrag.

Auswirkungen der Eingriffe auf die Unterwasservegetation

Durch die genannten Eingriffe in die Natur des Sees wurde die Ufer- und Unterwasserflora stark beeinträchtigt. Empfindlichere Pflanzenarten wurden in der Folge stark zurückgedrängt oder verschwanden ganz. Einige wenige profitierten jedoch von diesen Veränderungen und wucherten in üppigen Beständen. Zum Beispiel konnte sich in den 70er Jahren das Kammlaichkraut, im Volksmund auch Seegrass genannt, stark ausbreiten.

Kläranlagen und Gewässerschutz, Aufwärtstrend

Dank dem Bau von Kläranlagen konnte der Eutrophierung entgegengewirkt werden. Mit dem Ausbau derselben auf die drei- und vierstufige Reinigung, die die Phosphatfällung einschliesst, konnte die Wasserqualität weiter verbessert werden. Phosphate aus der Landwirtschaft gelangen jedoch weiterhin über die Zuflüsse in den See.

Wie die nachfolgenden Untersuchungen zeigen, ist gegenwärtig ein deutlicher Aufwärtstrend zu verzeichnen. Die Unterwasserpflanzen nehmen heute wieder zu. Dies ist für die Vielfalt im Lebensraum See entscheidend.

2 METHODIK

2.1 Die Transektaufnahmen

Alle Aufnahmen erfolgten im Zeitraum zwischen dem 8. August und dem 15. September 1993. Die Hauptarbeit erfolgte vom Boot aus. Die Transekten wurden in einem rechten Winkel zur Uferlinie bis in eine Tiefe von 6–7 m auf einer Breite von einigen Metern aufgenommen. Mit einem Lot konnte die jeweilige Seetiefe gemessen werden. Die in der betreffenden Tiefe wachsenden Pflanzen wurden mit verschiedenen Geräten ermittelt:

- Mit dem «Seespiegel» (Guckrohr mit Glasboden) vom Boot aus.
- Im untiefen Wasser (bis ca. 3 m Tiefe, je nach Sichtweite) mit Taucherbrille und Schnorchel.
- In Tiefen von 3–7 m mit einem «Krauthaken», der ausgeworfen und parallel zur Uferlinie dem Seeboden entlanggezogen wurde. Anschliessend wurden die hängengebliebenen Wasserpflanzen bestimmt.

2.2 Wo sollen die Transektaufnahmen gemacht werden?

Aufgrund der Angaben in den Arbeiten von BALLY (1907), HÖHN-OCHSNER (1944) und LACHAVANNE & PERFETTA

(1985) versuchten wir die Stellen ausfindig zu machen, wo die Autoren ihre Aufnahmen gemacht hatten. Dies erwies sich als ziemlich schwierig, da es sämtliche Autoren unterlassen hatten, präzise Angaben über ihre Aufnahmeorte zu machen. Weiter versuchten wir, uns anhand der gezeichneten Profile zu orientieren. Da dieselben jedoch nicht massstabgetreu abgebildet sind und zudem der Uferstreifen in der Zwischenzeit an einigen Stellen umgestaltet wurde, ergaben sich auch hier Probleme. Zum Teil mussten die Stellen für die Aufnahmen nach eigenem Gutdünken ausgewählt werden. Diese Umstände machen einen Vergleich der Profile ziemlich schwierig. Da die Autoren ihre Angaben vermutlich auf einen ganzen Uferstreifen bezogen, sind Tendenzen jedoch trotzdem ersichtlich.

Nebst dem Vergleich mit den alten Aufnahmen soll hier auch eine kleine Grundlage für zukünftige Untersuchungen geliefert werden. Allerdings war dies nur in beschränktem Umfang möglich.

3 RESULTATE UND DISKUSSION

3.1 Resultate der Transektaufnahmen

Von den neun aufgenommenen Profilen (s. Abb. 1) wurden drei ausgewählt und ihre Entwicklung in drei Stufen (1896, 1978 und 1993) zeichnerisch dargestellt. Der Massstab wurde soweit wie möglich den Profilen der früheren Aufnahmejahre angepasst. Diese sind jedoch grösstenteils nicht massstabgetreu gezeichnet. Zusätzlich zu den Profilen sind die wichtigsten Daten schriftlich kurz zusammengefasst. Pflanzenarten, die sehr markant zu- bzw. abgenommen haben, sind unterstrichen.

Profil D, zwischen Wurmsbach und Bollingen am Obersee (Abb. 3): Hier säumt noch heute ein allerdings gelichtetes Schilfröhricht das Ufer. Nach LACHAVANNE & PERFETTA wuchsen 1985 das Spiegelnde Laichkraut (*Potamogeton lucens* L.) und Armleuchteralgen (Characeae) davor. Herbarbogen mit Strandlingen (*Litorella uniflora* L.) belegen zudem das früher häufige Vorkommen des Strandlings in diesem Uferabschnitt (von BALLY, 1907 nicht aufgezeichnet). Schon 1978 fand LACHAVANNE hier nur noch den Teichfaden (*Zannichellia palustris* L.) und das Kammlaichkraut (*Potamogeton pectinatus* L.) in der submersen Zone. Heute ist diese Stelle vermutlich ähnlich wie vor einem Jahrhundert bewachsen.

Profil F, zwischen Gstaad und Goldbach (Küsnacht) (Abb. 4): Dieses Profil zeigt ein anderes Bild. Nur noch ein kleines Röhrichtfragment erinnert an den früheren Bewuchs.

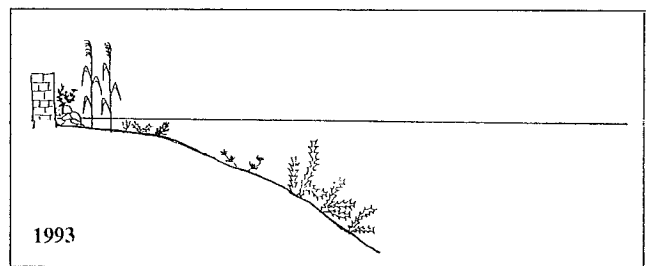
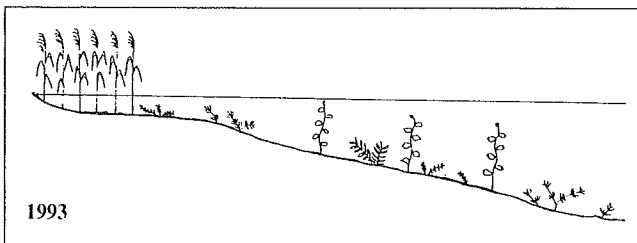
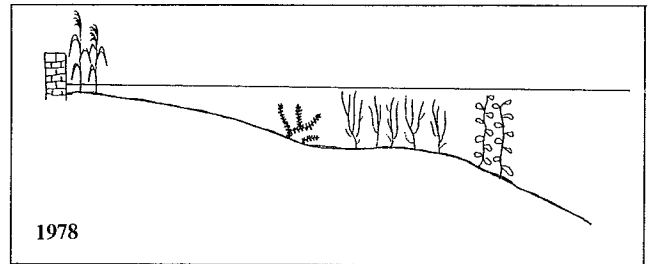
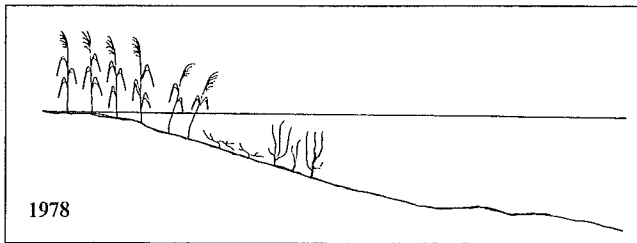
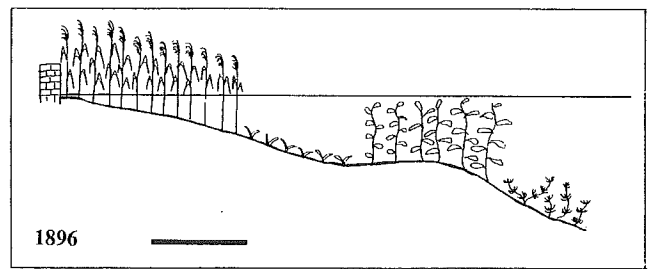
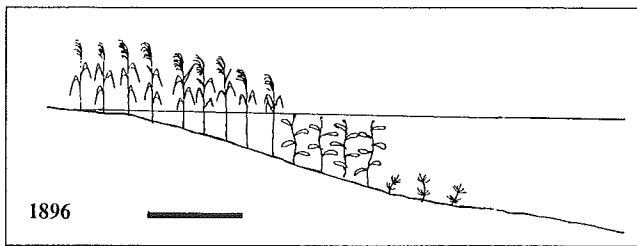


Abb. 3. Transsekt D, zwischen Wurmsbach und Bollingen, in den Jahren 1896, 1978 und 1993. Seeboden: Seekreide/Sand. Zunahme seit 1978: Characeae, *Elodea* sp., *Potamogeton densus*, *P. perfoliatus*. Abnahme: *P. pectinatus*, *Zannichellia palustris*. Bewuchs 1993: locker. Der horizontale Balken im Transsekt für 1896 zeigt 10 m horizontale Distanz; der Seeboden ist bis 6 m Wassertiefe eingezeichnet (dasselbe gilt auch für die Abb. 4 und 5).

Fig. 3. Transsect D, between Wurmsbach and Bollingen, in the years 1896, 1978 and 1993. Lake ground: marl. Increasing since 1978: Characeae, *Elodea* sp., *Potamogeton densus*, *P. perfoliatus*. Decreasing: *P. pectinatus*, *Zannichellia palustris*. Density 1993: light. The horizontal bar is drawn to a water depth of 6 m (same holds for Figs. 4 and 5).

Der Strandling ist längst verschwunden; 1951 sammelte SULGER-BÜHL in Küsnacht noch einige Exemplare. 1978 dominierte das Kammlaichkraut. Heute wachsen hier Armleuchteralgen und das Nixkraut (*Najas marina* L.).

Profil G, zwischen Thalwil und Tischenloo (Abb. 5): Dieses Profil gleicht dem Profil F. Auch in Thalwil wuchsen vor hundert Jahren noch Strandlingrasen. Nach einer Verarmung ist nun die einst vielfältige Vegetation wieder weitgehend regeneriert. Allerdings wurde der Steifblättrige Hahnenfuss (*Ranunculus circinatus* Sibth.) bisher nicht wieder gefunden. Ein Nixkrautstreifen ersetzt die Kammlaichkräuter von 1978.

Abb. 4. Wie in Abb. 3, aber Transsekt F, bei Goldbach. Seegrund: in Ufernähe steinig/kiesig, z.T. mit Fadenalgen, im tieferen Wasser Seekreide/Sand. Zunahme seit 1978: *Najas marina*, Characeae, *Potamogeton densus*, *P. pusillus*. Abnahme: *P. pectinatus*, *P. perfoliatus*, *Elodea* sp. Bewuchs 1993: in Ufernähe dünn, in Tiefe von 4–7 m sehr üppige *Najas*-Rasen.

Fig. 4. As in Fig. 3, but transsect F, near Goldbach. Lake ground: near the shore stony with gravel, partly with algae, in deeper water marl. Increasing since 1978: *Najas marina*, Characeae, *Potamogeton densus*, *P. pusillus*. Decreasing: *P. pectinatus*, *P. perfoliatus*, *Elodea* sp. Density 1993: thin near shore, abundant *Najas* vegetation at 4–7 m depth.

3.2 Übersicht über die wichtigsten Veränderungen der Makrophyten

In Tab. 1 werden die wichtigsten Veränderungen der Makrophyten zwischen 1896/1906 und 1978 sowie zwischen 1978 und 1993 zusammengefasst.

3.3 Phasen der Seeregeneration (s. Abb. 6a–d)

Wie schon unter Methodik erwähnt, war ein Vergleich mit den alten Vegetationsaufnahmen in den einzelnen Fällen ziemlich schwierig. Es lassen sich jedoch allgemeine Tendenzen erkennen. Insbesondere gelangten wir durch die Resultate der Untersuchungen zur Erkenntnis, dass sich die

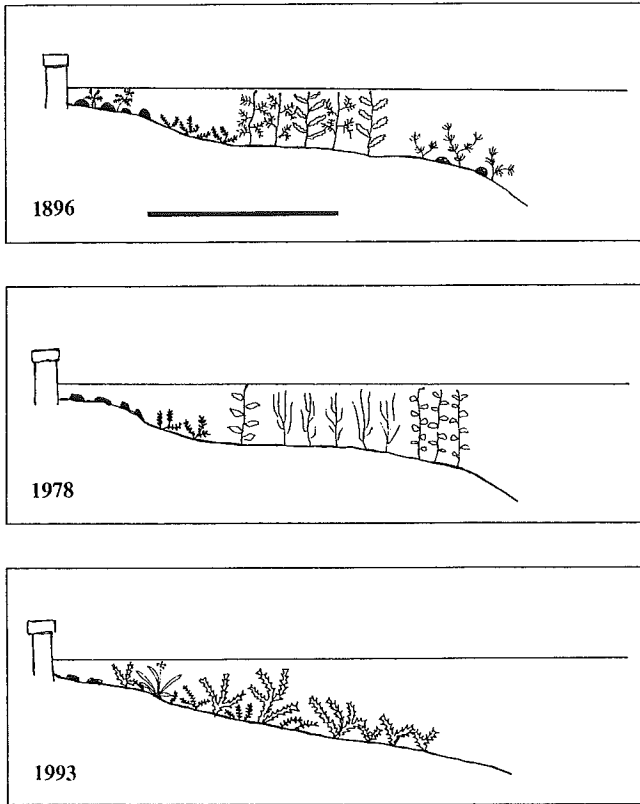


Abb. 5. Wie in Abb. 3, aber Transsekt G, bei Tischenloo (Thalwil). Seegrund: wie Transsekt F. Zunahme seit 1978: *Najas marina*, *Elodea sp.*, *Alisma gramineum*. Abnahme: *P. pectinatus*, *P. perfoliatus*. Bewuchs 1993: in Ufernähe sehr spärlich mit Fadenalgen, unterhalb von 1,5 m Tiefe sehr üppige *Elodea*- und *Najas*-Rasen.

Fig. 5. As in Fig. 3, but transect G, near Tischenloo (Thalwil). Lake ground: as in transect F. Increasing since 1978: *Najas marina*, *Elodea sp.*, *Alisma gramineum*. Decreasing: *P. pectinatus*, *P. perfoliatus*. Density: sparse near shore, below 1.5 depth luxurious growth of *Elodea* and *Najas*.

Tab. 1. Übersicht über die wichtigsten Veränderungen der Makrophyten.

Tab. 1. Survey of the most important changes in the macrophyte flora.

Betroffene Pflanzenarten	WICHTIGSTE VERÄNDERUNGEN			
	1906 bis 1978		1978 bis 1993	
	Art der Veränderung	Betroffene Stellen (Profile)	Art der Veränderung	Betroffene Stellen (Profile)
Schwimblattfluren	verschwunden	B		
<i>Heleocharis acicularis</i>	verschwunden	C	wieder gefunden	B
<i>Ranunculus reptans</i>	verschwunden	C		
<i>Littorella uniflora</i>	verschwunden	C F	wieder gefunden	B H
<i>Ranunculus circinatus</i>	verschwunden	G		
<i>Myriophyllum spicatum</i>	verschwunden	E G		
<i>Phragmites communis</i>	Abnahme	A B C D F		
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	Abnahme	A (verschwunden) C		
Characeae	Abnahme	A D E F G	Zunahme	A B C D F G
<i>Potamogeton pectinatus</i>	Zunahme	B C D E F G	Abnahme	C B F G D
<i>Potamogeton pusillus</i>			Zunahme	A B F
<i>Alisma graminifolium</i>			Zunahme	E G
<i>Najas marina</i>	leichte Zunahme	E	Zunahme	E F G

- A: Hurden
- B: Wurmsbach
- C: Busskirch
- D: zwischen Wurmsbach und Bollingen
- E: Horgen: Aabachdelta
- F: zwischen Gstaad und Goldbach
- G: zwischen Thalwil und Tischenloo
- H: Richterswil (nur 1944 und 1993 untersucht)

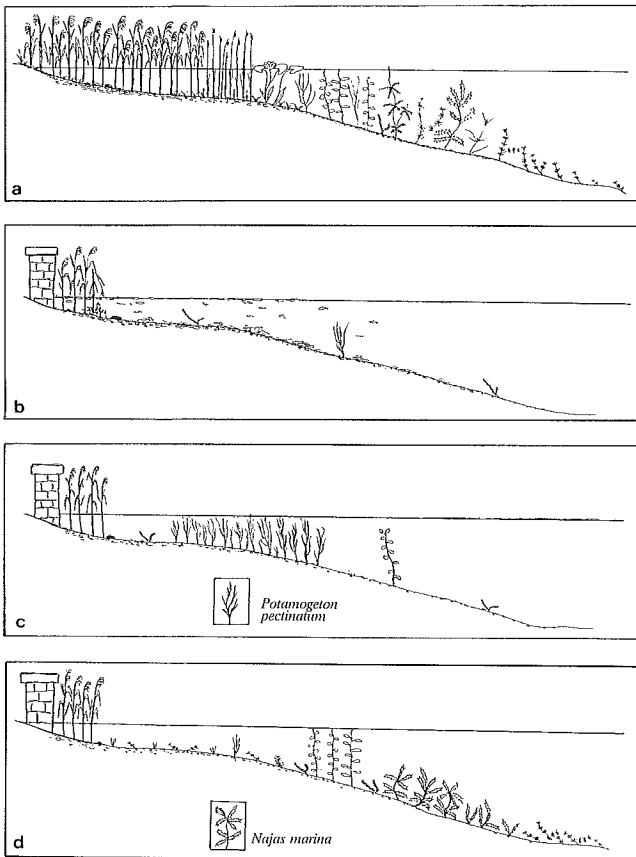


Abb. 6. Phasen der Seeregeneration. a: ursprüngliche Abfolge der Vegetation, aus SCHANZ (1977) verändert. b: Phase der Algenblüte. c: Kammlaichkrautphase. d: Nixkrautphase.

Fig. 6. Phases of lake regeneration. a: Natural vegetation of the lake shore. b: Phase of abundant growth of algae. c: Phase of *Potamogeton pectinatus*. d: Phase of spreading *Najas marina*.

Unterwasservegetation in einem rasch ablaufenden Wandel befindet. Dabei sind verschiedene Phasen der Regeneration erkennbar:

a) *Ursprüngliche Abfolge der Vegetation des Ufergürtels:* Ursprünglich war die Unterwasservegetation artenreich und v. a. in stilleren Buchten lückenlos (Abb. 6a).

b) *Algenphase:* Die Algenphase prägt, gut sicht- und riechbar, überdüngte Flachwasserzonen eines Sees. Beim Abbau durch Schwefelbakterien verschmutzen farbige, übelriechende Algenteppiche die Uferzone. Dieser Zustand wird als Algenblüte bezeichnet (Abb. 6b). In den 60er Jahren bedeckten im Sommer dichte Algenteppiche die Flachwasserzonen des Zürichsees. Heute finden wir sie nur noch lokal,

bei ungünstigen hydrologischen Verhältnissen und starker Erwärmung.¹

c) *Kammlaichkraut-Phase:* Nach Inbetriebnahme der Kläranlagen folgte auf die Algenphase eine Kammlaichkraut-Phase (Abb. 6c). In ihr besiedelt das Kammlaichkraut (*Potamogeton pectinatus* L.), im Volksmund Seegrass genannt, mit seinen fast fadenförmigen, mehrere Meter langen Stengeln und Blättern die Flachwasserzone; es gelangte auf den freiwerdenden Böden rasch zur Dominanz. LANG (1973) beschreibt eine analoge Entwicklung im Bodensee. HÖHN-OCHSNER (1944) bezeichnet das Kammlaichkraut noch als relativ selten im Zürichsee. Regelmässiger Begleiter ist das Durchwachsene Laichkraut (*P. perfoliatus* L.). – An vielen Orten ist nun das Kammlaichkraut aus dem Blickfeld des Schwimmers verschwunden. Man findet es oft nur noch am Seegrund als 20 cm hohes Pflänzchen, zusammen mit dem wohl häufiger gewordenen Kleinen Laichkraut (*P. pusillus* L.) und dem Teichfaden (*Zannichellia palustris* L.).

d) *Nixkrautphase:* Aus den verschiedenen älteren Arbeiten wissen wir, dass das einjährige, stachelige Meer-Nixkraut (*Najas marina* L.) im Zürichsee seit jeher selten war. Nach seinem weitgehenden Verschwinden (LACHAVANNE & PERFETTA, 1985; EGLOFF, 1977) konnte es sich in den letzten Jahren offensichtlich von Reliktstandorten aus rasch wieder ausbreiten (Abb. 6d). Anstelle des Kammlaichkrautes finden wir heute, zumindest auf kiesigem Grund, regelmässig kleine Kissen des Nixkrautes. In Tiefen von 2 bis 6 m sind an vielen Stellen im Zürichsee dichte, ausgedehnte Nixkrautwiesen zu finden. Beim Ramenstein (Männedorf) und beim Stäfnerstein kann diese Nixkrautphase im Optimum beobachtet werden: Auf über 10 ha Fläche bedeckt in 2 bis 5 m Tiefe eine 1 m hohe Nixkrautflur den Seeboden. Beim Absterben im Spätherbst wird es durch Strömungen auch an den Hangfuss der Seehalde gespült und füllt zum Verdruss der Fischer deren Netze. – Zwischen 0,5 und 1,5 m Tiefe ist der Nixkraut-Bewuchs locker. Es wird sich schon bald herausstellen, ob lockere Bestände das Initialstadium der Nixkrautphase sind oder ob die Pflanze für optimales Wachstum eine grössere Wassertiefe benötigt. Ob die Pflanze auch den Obersee zu besiedeln vermag, bleibt abzuwarten; bisher wurde sie dort noch nicht gefunden.

Verstreut (aber regelmässig) begleiten das Durchwachsene Laichkraut, die Wasserpest (*Elodea* sp.) und Armeleuchteralgen das Nixkraut. Armeleuchteralgen haben in letzter Zeit

¹ Im stärker verschmutzten Zugersee bedeckt noch heute im Sommer ein weicher Teppich von Fadenalgen grosse Flächen des Seebodens in 0,5 bis 2 m Tiefe.

stark zugenommen; sie sind ein Indikator für sauberes Wasser.

Die beobachteten Phasen zeigen, wie dynamisch die Lebenswelt der Flachwasserzonen auf Umweltveränderungen reagiert.

Einen spektakulären Fund machten wir im August 1993: An zwei Stellen im See entdeckten wir Bestände von Strandlingen (*Littorella uniflora* L.), die man im Zürichsee seit 30 Jahren für ausgestorben hielt.

3.4 Die Lebensräume im Zürichsee der 90er Jahre

Je nach Bodenbeschaffenheit und Wassertiefe können im Uferbereich des Zürichsees verschiedene Lebensräume für Pflanzen und Mollusken (Schnecken und Muscheln) unterschieden werden. Tab. 2 gibt eine Übersicht über die heutige Situation im Zürichsee.

Tab. 2. Übersicht über die Lebensräume im Zürichsee.

Tab. 2. Survey of the biotopes in the Lake of Zurich.

Tiefe	Felsböden	Kiesböden		Sand/Seekreide
	inkl. Ufermauern, Blöcke, Findlinge	unverfestigte Kiesböden	verfestigte, alte Kiesböden	
0,3–1 m	versch. Fadenalgen als Aufwuchs Sandsteinfels meist spärlich bewachsen, Brunnenmoospolster	versch. Algen als Aufwuchs (vorwiegend im Winter) z.T. unbewachsen	früher grossflächige Strandling-Nadelbinsen-Rasen, Schilfröhricht, Seebinsenröhricht	
0,5–2 m	auf Sandsteinplatten meist spärlicher Bewuchs, Dreikant- oder Wandermuscheln in Spalten	Hafenbecken: oft dichter Wasserpestbestand mit Nixkrautpolstern	spärlicher bis dichter Bewuchs mit Wasserpest, Armleuchteralgen, Kammlaichkraut, Teichfaden, viele Dreikantmuscheln, Malermuscheln, Kleines Laichkraut, Grasblättriger Froschlöffel	spärlicher Bewuchs mit Armleuchteralgen, Kleinem Laichkraut und Wasserpest
			Kammlaichkraut-Gesellschaft, dichte Bestände aus fadenförmigen Laichkräutern (Rückgang)	
1,5–3,5 m	wie oben	wie oben	<u>Kammlaichkraut-Gesellschaft</u> wie oben <u>Breitblättrige Laichkraut-Gesellschaft</u> Spiegelndes L., Durchwachsenes L., im Sommer 1,5–3 m hohe Flutrasen, am Boden mit Armleuchteralgen, Schlamm Schnecken usw. <u>Nixkraut-Gesellschaft</u> Nixkraut in dichtem Bestand mit Durchwachsenem Laichkraut und Wasserpest	meist spärlich bewachsen, Durchwachsenes Laichkraut, Nixkraut, viele Teichmuscheln und Kleinmuscheln

3.5 Zukunftsaussichten für einige Arten der Roten Liste, abgeleitet von den empirischen Beobachtungen

Nixkraut (Najas marina) und Strandling (Littorella uniflora)
 Während das einjährige Nixkraut wohl über Samen rasch auf die neuen Umweltbedingungen reagierte, dürfte dem lange Jahre verschollenen Strandling eine Wiederausbreitung schwer fallen. Dieses mehrjährige, kleine Wegerichgewächs treibt Ausläufer und besiedelte einst grosse Flächen des Litorals, jener Zone also, die im Sommer überflutet war und danach trockenfiel. Dies gab dem Strandling Gelegenheit zum Blühen und Versamen. Gemäss den vielen Tausend Herbarbelegen blühte der Strandling im Mai und ein zweites Mal im Spätsommer günstiger Jahre. Untergetaucht wachsende Exemplare sind stets steril.

Heute ist das Litoral des Zürichsees durch die Seeregulierung und die wenigen belassenen Flachufer sehr klein. Die Herbstabsenkung des Seespiegels kommt für den Strandling zu spät. Zudem werden die meisten Strandsäume stark begangen. Nur ein gezielter Schutz könnte den Strandling wohl wieder zum Blühen bringen und ihm zur Ausbreitung verhelfen. Seine zwei bekannten Areale im Zürichsee sind ganze 10 bzw. 20–30 m² gross!

Tab. 3. Übersicht über die Funde von Pflanzen der Roten Liste.
 Tab. 3. Survey of some red list plant species found in the lake.

Gefährungsgrad in der Roten Liste der Gefässpflanzen	Art	LACHAVANNE & PERFETTA, 1978 EGLOFF, 1977	MEIER, 1993
Stark gefährdet	Strandling	kein Fundort	erst 2 Orte bekannt
	Grasblättriger Froschlöffel	an wenigen Stellen	an mehreren Stellen
gefährdet	Nadelbinse	kein Fundort	nur eine Einzelpflanze gefunden
	Nixkraut	selten, lokal, manchmal üppig	im unteren Seebecken + überall häufig, fehlt im Obersee

Nadelförmige Sumpfbirse (Heleocharis acicularis L.) und Grasblättriger Froschlöffel (Alisma gramineum Lej.)

Bessere Ausbreitungschancen haben wohl die Nadelbinse und der Grasblättrige Froschlöffel. Sie blühen im Wasser und verbreiten sich durch Samen. Sie können auch weit entfernte, weniger stark gefährdete Lebensräume besiedeln.

Wassernuss (Trapa natans L.) und Steifblättriger Hahnenfuss (Ranunculus circinatus Sibth.)

Über eine Reihe weiterer Raritäten wie die Wassernuss oder den Steifblättrigen Hahnenfuss wissen wir sehr wenig. Während *R. circinatus* 1923 noch als ziemlich verbreitet galt, hiess es von *T. natans* schon damals, sie sei in der Nordschweiz erloschen (SCHINZ & KELLER, 1923).

Aus Tab. 3 wird ersichtlich, dass einige gefährdete Pflanzen heute im Zürichsee wieder vertreten sind. Andere sind jedoch nach wie vor sehr selten oder gar verschollen. Allerdings war diese Untersuchung nicht flächendeckend. Weitere verschollene Arten könnten in den folgenden Jahren gefunden werden.

4 DISKUSSION

Die Natur hat sich im Zürichsee seit Inbetriebnahme der Kläranlagen erstaunlich schnell erholt. Einige gefährdete Pflanzen sind heute wieder gut vertreten. Ähnliche Erfolgsmeldungen kennen wir auch vom Bodensee (SCHMIEDER, 1991). Trotz allen Erfolgsmeldungen sind wir aber noch nicht am Ziel. Es muss auch festgehalten werden, dass die natürlichen Gegebenheiten des Zürichsees günstige Voraussetzungen für eine rasche Regeneration bieten. Das Wasser kommt vorwiegend aus dem Berggebiet und seine Verweilzeit im See ist mit durchschnittlich 1,3 Jahren ziemlich kurz (SUTER, 1991). Dies im Gegensatz zu Pfäffiker-, Greifen-, Lützel-, Sempacher-, Hüttner-, Hallwiler- und Zugersee, die auch heute noch stark überdüngt sind.

Die Flachwasserzone, die biologisch aktivste Zone des Sees, ist sehr empfindlich. Im Zürichsee sind die Schilfbestände zu mehr als 90% zerstört (BURNAND, 1980). Das verbleibende Schilf ist durch Welleneinwirkung, Getreibsel und Erholungssuchende immer noch gefährdet.

Wir müssen weiterhin alles daran setzen, die Wasserqualität des Sees zu erhalten oder noch weiter zu verbessern. Nur so kann die wiedergewonnene Chance für die Artenvielfalt im Wasser auch in Zukunft bestehen bleiben. Zusätzlich braucht es weitere Wasserschutzgebiete im Zürichsee. Im Obersee und in der Nähe des Seedammes haben die Kantone

Schwyz und St. Gallen vor Jahren solche Zonen eingerichtet. Sie werden von den Seebenützern durchaus respektiert.

Verschwundene Röhrichte sollten gezielt ersetzt werden. Damit wird für die Bevölkerung sichtbar, dass sich die grossen Investitionen in den Gewässerschutz lohnen.

Welches auch immer die genauen Ursachen sein mögen, in relativ kurzer Zeit hat sich in der Unterwasservegetation einiges verändert. Etliches deutet darauf hin, dass selten gewordene Pflanzen wieder eine Chance erhalten. Bis jetzt verfügen wir leider nur über Kenntnisse von einigen Stellen im Zürichsee. Für genauere Aussagen über die Verhältnisse sind mehr Daten erforderlich.

5 LITERATUR

- BALLY, W. 1907. Der obere Zürichsee. – Dissertation. Nägeli, Stuttgart, 178 pp.
- BERTSCHI, H., BROCKMANN-JEROSCH, A. & KÖLLA, A. 1936. Die Regulierung des Zürichsees. – Jb. Zürichsee 1932, 7–40.
- BURNAND, J. 1980. Die Entwicklung des Röhrichts am Zürcher Ufer des Zürichsees. – Separatum 53. Jb. 1979, Verband zum Schutze des Landschaftsbildes am Zürichsee, pp. 53–69.
- EGLOFF, F.G. 1977. Wasserpflanzen des Kantons Zürich. – Vierteljschr. Natf. Ges. Zürich, 122 (1), 140 pp.
- HOHL, TH. 1896, in SCHRÖTER, C. 1932. Die Flora des Zürichsees und seiner Ufergelände. – Jb. Zürichsee 1932, 87–129.
- HÖHN-OCHSNER, W. 1944. Die stehenden Gewässer und Moore der Herrschaft Wädenswil. 2. Teil. – Neujahrsbl. Leseges. Wädenswil No. 14, 81 pp.
- LACHAVANNE, J.-B. & PERFETTA, J. 1985. Les Macrophytes du Lac de Zurich. In: «Beiträge zur Geobotanischen Landesaufnahme der Schweiz». Geobot. Komm. der Schweiz. Natf. Ges., Heft 61. – Verlag Flueck-Wirth, Teufen. 79 pp.
- LANG, G. 1973. Die Vegetation des westlichen Bodenseegebietes. – Fischer, Jena, 451 pp.
- MEIER, S. 1993. Deutliche Signale: Der Zürichsee erholt sich. – FORNAT-Bericht, 23 pp.
- SCHINZ, H. & KELLER, R. 1923. Flora der Schweiz, 1. Teil: Exkursionsflora. 4. Aufl. – Metzger & Wittig, Leipzig, 792 pp.
- SCHMIEDER, K. 1991. Veränderungen der submersen Makrophytenvegetation des Bodensee-Untersees innerhalb der vergangenen 20 Jahre als Spiegelbild der trophischen Entwicklung. – Verh. Ges. Ökol. Bd. 20/(2), 537–544.
- SUTER, W. 1991. Überwinternde Wasservögel auf Schweizer Seen. – Orn. Beob. 88 (2), 111–140.

Sybille Meier und Dr. Peter Voser, FORNAT, Forschungsstelle für Naturschutz und angewandte Ökologie, Asylstrasse 46, 8708 Männedorf.