

Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Luzern
Band: 33 (1993)

Artikel: Wasser- und Ufervegetation
Autor: Arnold, Philipp / Demierre, Alain / Juge, Raphaëlle
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-523610>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 07.10.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Wasser- und Ufervegetation

Philipp Arnold, Alain Demierre, Raphaëlle Juge, Jean-Bernard Lachavanne
und Jean Perfetta



Wasserpflanzen in Uferzonen haben eine wichtige Funktion für das Ökosystem von Seen. Obwohl untergetauchte Pflanzen von Auge kaum sichtbar sind, entspricht ihre Nettoprimärproduktion (Zunahme des Trockengewichts pro Flächeneinheit)

in nährstoffreichen Seen derjenigen unserer Kulturpflanzen. Die totale durch untergetauchte Arten gebildete pflanzliche Oberfläche kann jene der effektiven Bestandsfläche um bis das 20fache übertreffen. Viele Prozesse laufen an diesen Grenz-



Abb. 1: Der Hecht laicht im Frühling in dichten Pflanzenbeständen der Uferzone ab. Die Eier und frischgeschlüpften Larven haften an Wasserpflanzen und finden so optimale Brut- und Schlüpfbedingungen. Später benötigt die junge Hechtbrut dicht bewachsene Pflanzenbestände zum Schutz vor räuberischen Fischarten und Vögeln. Der ausgewachsene Hecht findet darin ideale Jagdverhältnisse.



Abb. 2: Ansicht eines Röhrichtes am Oberkircher Ufer, vorwiegend bestehend aus Schilf. Im Winterhalbjahr bilden die braunen abgestorbenen Halme einen braungefärbten Gürtel vorgelagert der Uferlinie. Im Mai/Juni lassen neue Sprosse den Bestand ergrünen.

flächen zwischen der festen Phase des Pflanzengewebes und der Wasserphase ab. Dies sind Adsorption und Ausfällung von Stoffen aus dem Wasser, Aufnahme von Pflanzennährstoffen sowie Austausch von gelöstem Kohlenstoff (Bicarbonat) mit Sauerstoff durch die Prozesse der Photosynthese. Insgesamt findet dadurch ein Fluss verschiedener Nähr- und Schadstoffe aus dem Wasser via Wasserpflanzen in das Flachwassersediment statt. In der Freiwasserzone übernehmen die freischwebenden Algen (Phytoplankton) diese Funktionen.

Die Uferzonen bilden für verschiedene Tierarten Laichplatz, Brutplatz, Rückzugs- und Schutzgebiet sowie Nahrungsgrundlage. Zu diesen vielfältigen Funktionen gehört eine intakte Ufervegetation. Fehlt sie, verschwinden vor allem jene Tierarten, die entweder speziell in einem ihrer Ent-

wicklungsschritte (Ablaichen, Brüten) oder wegen ihrer allgemeinen Lebensraumansprüche auf naturbelassene Ufer angewiesen sind. Beispielsweise benötigen verschiedene Fischarten (Hecht, Egli, Schleie) für das Ablaichen eine reiche Unterwasservegetation (Abb. 1). Für verschiedene Vogelarten (Teich- und Sumpfrohrsänger, Rohrammer, Drosselrohrsänger, Zwergreihher, Haubentaucher und Blässhuhn) bilden natürliche Seeufer mit zusammenhängenden, ausgedehnten Röhrichten den eigentlichen Lebensraum.

Der Makrophytenbestand am Sempachersee wurde vom «Laboratoire d'écologie et de biologie aquatiques» der Universität Genf 1987 detailliert erhoben. Dabei wurden die Arten und ihre Ausbreitung unterhalb der Uferlinie des Hochwasserstandes untersucht. Die landeinwärts an-

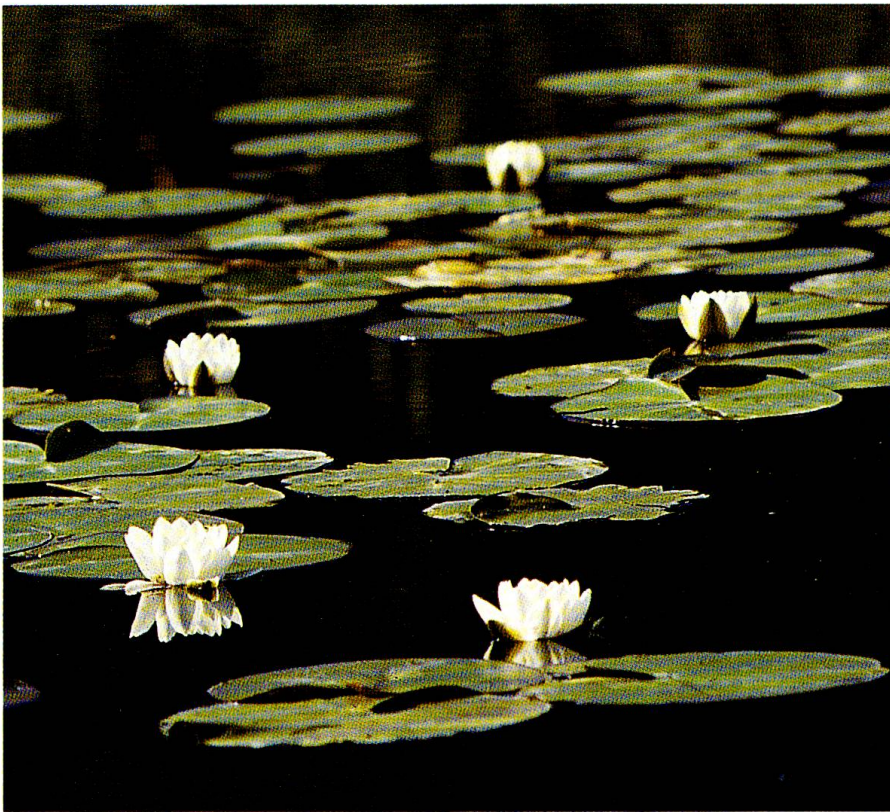


Abb. 3: Die Weisse Seerose (Bild) bildet mit der Gelben Teichrose oft grossflächige Schwimmblattpflanzen an windgeschützten, zurückversetzten Uferpartien. Durch die Zunahme des Bootsverkehrs und der Erholungsnutzung in diesen attraktiven Buchten geht ihr Bestand zurück.



grenzende Vegetation der Sumpfpflanzengesellschaften und Feuchtwiesen ist nur berücksichtigt, sofern sie in den Grenzbe- reich Wasser–Land vorstossen. Die er- wählten Gesellschaften sind nur noch an wenigen Abschnitten des Sempachersees erhalten geblieben und vielfach durch Landschilf dominiert.

Die vorliegende Zusammenstellung beruht mehrheitlich auf den Untersuchungen von Jean-Bernard Lachavanne und seinen Mitarbeitern.

■ Das Ufer als Lebensraum für Wasserpflanzen

Mit «Makrophyten» als Sammelbegriff für Wasser- und Sumpfpflanzen werden sämt- liche von Auge sichtbaren pflanzlichen Indi- viduen im Uferbereich bezeichnet. Als Be- grenzung des Standortes wird landseitig die

Linie des Hochwasserstandes gewählt. See- seitig wird ihre Ausdehnung durch die Ab- sorption des Sonnenlichtes in der oberen Wasserschicht und durch die Druckverhält- nisse limitiert. Taxonomisch umfassen die Makrophyten folgende Abteilungen:

- Armleuchteralgen (*Charophyta*)
- Moose (*Bryophyta*)
- Farne und Schachtelhalme (*Pterido- phyta*)
- Samenpflanzen (*Spermatophyta*)

Für das ebenfalls im Uferbereich vor- kommende, von Auge kaum sichtbare Phytoplankton wird im Gegensatz dazu der Sammelbegriff «Mikrophyten» ver- wendet.

Vegetationszonen im Wasser

Bei einem Seeufer mit ausgeprägter Flachwasserzone kann man natürlicher- weise eine bestimmte Abfolge von Pflan- zengesellschaften erkennen:



Abb. 4: Ein typischer Vertreter der Laichkrautzone ist das sehr verbreitete «durchwachsene Laichkraut» oder «Eglikraut». Diese Art kommt mit den gegenwärtigen Bedingungen am Sempachersee gut zurecht und breitet sich aus.

– Aus dem Wasser ragende Pflanzen bilden das «Röhricht» (Abb. 2). Es besteht hauptsächlich aus Schilfpflanzen (*Phragmites australis*) teilweise mit Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*), beide aus der Familie der echten Gräser (*Gramineae*). Daneben können Rohrkolbengewächse (*Typhaceae*) sowie Binsen (*Schoenoplectus*) und Seggen (*Carex*) aus der Familie der Sauergräser (*Cyperaceae*) zum Röhricht gehören. Typisch für diese teilweise auch als «Sumpfpflanzen» bezeichneten Arten ist die Toleranz gegenüber einem variablen Wasserstand.

– Pflanzen mit Organen auf der Wasseroberfläche bilden «Schwimblattfluren» mit Seerosen- (*Nymphaeaceae*) (Abb. 3) und Knöterichgewächsen (*Polygonaceae*).

– Die untergetauchten Pflanzen, deren Vegetationsorgane die Wasseroberfläche

teilweise erreichen, bilden die «Laichkrautzone», die von Arten aus der Familie der Laichkrautgewächse (*Potamogetonaceae*) dominiert werden (Abb. 4).

– Völlig untergetauchte Arten, die ausschliesslich unter Wasser assimilieren, gehören zu der Familie der «Armleuchteralgen» (*Characeae*) (Abb. 5). Sie besitzen kein Gewebe für den Sauerstofftransport und halten daher den in der Tiefe zunehmenden Druck aus.

Eine vielfältige Ufervegetation kann in einer heterogen ausgebildeten Uferlinie begründet sein. Dies wird mit dem Wert der Uferentwicklung erfasst, welcher das Verhältnis der Seeuferlänge zum Umfang eines flächengleichen Kreises darstellt. Für die Uferlinie des Sempachersees mit der eher regelmässig ovalen Ausformung beträgt dieser Wert rund 1,5, für jene des



Abb. 5: Die Armleuchteralga besiedelt die tiefste Zone des Flachwasserbereichs. Am Sempachersee ist diese eher in nährstoffarmen Gewässern verbreitete Art zwischen 1978 und 1987 verschwunden.

vielfältig ausgeformten Vierwaldstättersees dagegen 3,4 und für jene des Zugersees 2,0.

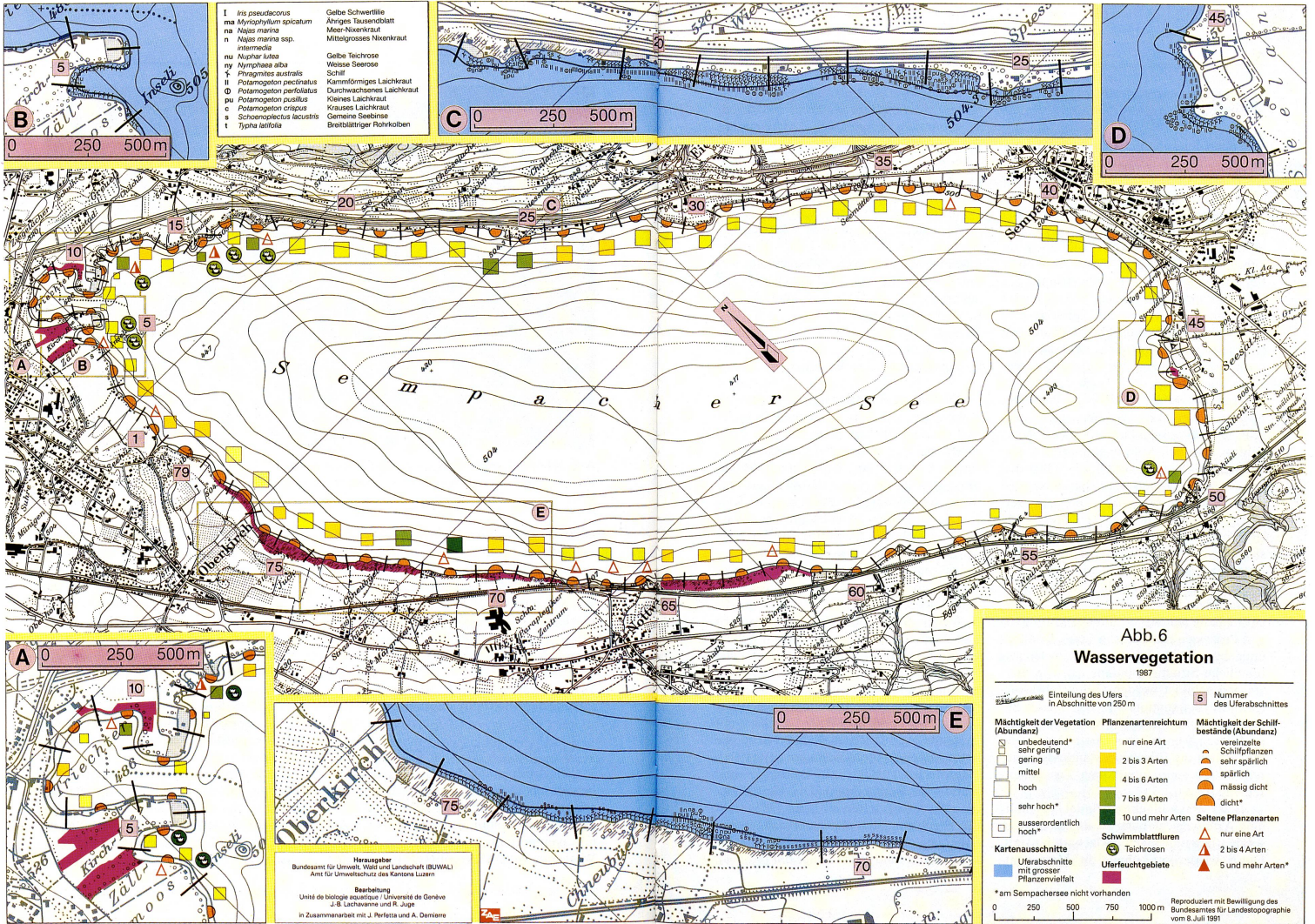
Die Ausdehnung des Lebensraumes von Wasserpflanzen wird direkt durch die Fläche der Flachwasserzonen im Uferbereich des ganzen Sees bestimmt. Indirekt bestimmen auch der morphologische Zustand der Ufer und die Qualität des Wassers die Ausdehnung und Zusammensetzung der Makrophytenbestände.

Licht als limitierender Faktor

Die Ausdehnung der mit Makrophyten bewachsenen Fläche unter dem Wasserspiegel wird durch die Einstrahlungsverhältnisse bestimmt. Während in Seen mit nährstoffarmem, klarem Wasser ein Wachstum von Makrophyten bis in eine

Tiefe von rund 20 Metern möglich ist, nimmt die bewachsene Tiefe in zunehmend nährstoffreichen Seen ab. Mit der Erhöhung der Konzentration an Partikeln im Seewasser nimmt einerseits die Lichteinstrahlung durch Streuung ab. Andererseits wird durch die Zunahme an gelösten organischen Stoffen die Lichtabsorption erhöht. Schliesslich wird durch extreme Erhöhung der Biomassenproduktion bis zu Algenblüten die Lichtversorgung der tieferen Wasserschichten durch Eigenbeschattung der aufschwimmenden Algen stark vermindert.

Am Sempachersee lag die Grenze des Makrophytenwachstums Ende der achtziger Jahre in etwa 5 Metern Tiefe. Ursprünglich dürfte sich diese Grenze etwa in einer Tiefe von 10 bis 15 Metern befunden haben.



- I Iris pseudacorus
- ma Myriophyllum spicatum
- na Najas marina
- n Najas marina ssp. intermedia
- nu Najas flexilis
- ny Najas flexilis
- y Phragmites australis
- ll Potamogeton pectinatus
- o Potamogeton perfoliatus
- pu Potamogeton zosterifolius
- c Potamogeton crispus
- s Schoenoplectus lacustris
- t Typha latifolia

- Gelbe Schwertlilie
- Ähriges Tausendblatt
- Moer-Nixenkraut
- Mittligrosses Nixenkraut
- Gelbe Teichrose
- Weisse Teichrose
- Schilf
- Kammförmiges Laichkraut
- Durchwachsendes Laichkraut
- Kleines Laichkraut
- Krauses Laichkraut
- Gemeine Seebirse
- Breitblättriger Rohrkolben

Abb.6
Wasservegetation
1987

- | | | |
|--|--|---|
| Einteilung des Ufers
in Abschnitte von 250 m | | 5 Nummer
des Uferabschnittes |
| Mächtigkeit der Vegetation
(Abundanz) | Pflanzenartenreichtum | Mächtigkeit der Schilf-
bestände (Abundanz) |
| unbedeutend*
sehr gering
gering
mittel
hoch
sehr hoch*
ausserordentlich
hoch* | nur eine Art
2 bis 3 Arten
4 bis 6 Arten
7 bis 9 Arten
10 und mehr Arten | vereinzelte
Schilfpflanzen
sehr spärlich
spärlich
mässig dicht
dicht* |
| Kartenausschnitte | Schwimblattfluren | Seltene Pflanzenarten |
| Uferabschnitte
mit grosser
Pflanzenvielfalt | Teichrosen
Uferfeuchtgebiete | nur eine Art
2 bis 4 Arten
5 und mehr Arten* |
| * am Sempersee nicht vorhanden | | Reproduziert mit Bewilligung des
Bundesamtes für Landestopographie
vom 8. Juli 1991 |

Herausgeber
Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL)
Amt für Umweltschutz des Kantons Luzern

Bearbeitung
Unité de biologie animale, Université de Genève
J.-B. Lachavanne und R. Juge
In Zusammenarbeit mit J. Perleux und A. Demierre

Auswirkungen der Nährstoffanreicherung auf die Wasserpflanzen

Neben den genannten direkten Wirkungen via Lichteinschränkung hat ein durch Nährstoffe angereicherter Wasserkörper noch weitere negative Auswirkungen auf die Wasservegetation. Der erhöhte Nährstoffeintrag in den See fördert die Primärproduktion im Freiwasser wie auch im Uferbereich. Dies geht einher mit einer Verschiebung des Artenspektrums der Wasserpflanzen. In unbelasteten Gewässern konkurrenzieren sich verschiedene Arten um die beschränkt vorhandenen Nährstoffe; bei allmählicher Nährstoffanreicherung findet eine Verschiebung zu wenigen Spezialisten statt. Diese sind einerseits an die nährstoffreiche Situation im Wasser angepasst und zeigen sich andererseits gegenüber schädlichen Umweltbedingungen resistent. Mit zunehmender Überdüngung des Sees und erhöhtem Nährstoffumsatz sind beispielsweise durch vergrösserte Kohlenstofffixierung höhere pH-Werte und eine deutlich erhöhte Sauerstoffübersättigung in den oberen Wasserschichten messbar. Auf der anderen Seite treten im Sediment, gerade auch im Uferbereich, durch den erhöhten Anfall an abzubauender Biomasse verstärkte Sauerstoffdefizite auf, was zu intensiven reduktiven Prozessen mit Faulung führt. Dadurch entsteht eine für Pflanzenwurzeln lebensfeindliche Situation, indem toxische Substanzen gebildet werden (Schwefelwasserstoff, Nitrit, Ammoniak). Von diesen zunehmend extremen Umweltbedingungen profitieren wenige, angepasste Arten, die schliesslich die Pflanzenbestände dominieren und zu einer monotonen Zusammensetzung führen.

Beim Phytoplankton findet ebenfalls eine Artenverschiebung zu allgemein grösseren, fadenförmigen Algenarten statt. Diese wiederum können in Massenent-

wicklungen durch Aufschwimmen (Algenblüten) Wasserpflanzen direkt schädigen. So verstärken beispielsweise Algenmatten die physikalische Einwirkung des Wellenschlages auf Schilfpflanzen, oder sie stören die Funktion der für den Gasaustausch notwendigen Organe (Spaltöffnungen, sauerstofftransportierendes Gewebe) von Schwimmblatt- und anderen Pflanzen. Oft zeichnen sich Arten mit hoher Konkurrenzkraft auch durch die Fähigkeit aus, sich durch Sekretion von allelopathisch – auf andere Arten schädlich – wirkenden Stoffen Vorteile zu verschaffen.

■ Kartierung der Vegetation

Die Mehrzahl der Uferabschnitte mit ausgedehnten Flachwasserzonen befindet sich am südöstlichen Ende des Sees. Entsprechend dem Grossrelief der Landschaft sind in Längsrichtung des Sees mit den relativ steil abfallenden Hügelzügen nur wenig ausgedehnte Flachufer ausgebildet.

Die Ausdehnung von Flachwasserzonen im Vergleich zur Gesamtfläche des Sees sowie die Anteile der verschiedenen Vegetationszonen an der Gesamtfläche der bewachsenen Flachwasserzone sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Mittels Auswertung von Flugaufnahmen und durch Erhebungen an Ort mit Tauchgängen wurden im Sommer 1987 rund 400 Pflanzenbestände kartiert und deren Artenzusammensetzung festgestellt. Eine standardisierte Auswertung mit vorgegebener Klassierung ermöglicht einen Vergleich mit Bestandesaufnahmen an anderen Seen wie beispielsweise Vierwaldstättersee (1984), Hallwilersee (1987) sowie Baldegger- und Rotsee (in Bearbeitung). Die Karte über die «Wasservegetation im Jahre 1987» stellt die Ergebnisse der pflanzensoziologischen Erhebung, bezogen auf einzelne Uferabschnitte von rund 250 m Länge dar (Abb. 6).

Flachwasserzonen und Vegetationszonen			
	Fläche	prozentuale Anteile	
Seefläche insgesamt	14,40 km ²	100,0 %	–
Flachwasserzone 0 bis 20 m Tiefe	1,51 km ²	11,0 %	–
Flachwasserzone 0 bis 5 m Tiefe	0,45 km ²	3,0 %	–
Bewachsene Fläche 1987	0,208 km ²	1,5 %	100 %
Röhricht (Schilf und Seebirse)	0,096 km ²	–	46 %
Untergetauchte Vegetation	0,110 km ²	–	53 %
Schwimblattpflanzen	0,002 km ²	–	1 %



Tab. 1: Anteil der Flachwasserzonen an der Gesamtfläche des Sees, Anteil der verschiedenen Vegetationszonen auf Grund der Erhebung 1987.

In den eingefügten Kartenausschnitten sind ausgedehnte Bestände von Wasserpflanzen und Röhrichte in besonders wertvollen Seeuferzonen mit erhöhten Detaillierungsgrad dargestellt.

Berücksichtigte Kriterien:

Die «Mächtigkeit der Vegetation (Abundanz)» beschreibt die Ausdehnung der Bestandesflächen unter Berücksichtigung der Bestandesdichten. Je dichter der Bewuchs und je ausgedehnter die Bestände einen Uferabschnitt bedecken, um so grösser ist der Abundanz-Wert.

Am Sempachersee fehlen vegetationslose Abschnitte weitgehend, wie dies natürlicherweise an Seen mit steil abfallenden Felsufern der Fall ist. Ebenso fehlen Abschnitte mit sehr hoher bis ausserordentlich hoher Mächtigkeit der Bestände. Mittlere Abundanz-Werte sind recht gleichmässig über den See verteilt. Dies ist einerseits auf das Fehlen von ausgedehnten Flachwasserzonen an den Ufern zurückzuführen. Andererseits ist die Bewuchsdichte von Röhrichte, mit der oft dominierenden Hauptart Schilf (*Phragmites australis*) am Sempachersee nicht sehr hoch.

Der «Pflanzenartenreichtum» pro Uferabschnitt ist mit durchschnittlich 2 bis 6 Arten nicht hoch. Dies widerspiegelt die etwas eintönige Zusammensetzung der Wasservegetation.

Die «Mächtigkeit der Schilfbestände» beschreibt die Ausbreitung und Dichte der aus dem Wasser ragenden Vegetation mit den beiden Hauptarten Schilf und Seebirse (*Schoenoplectus lacustris*). Schilfbestände fehlen nur an wenigen Uferabschnitten vollständig. Der Deckungsgrad der aus dem Wasser ragenden Pflanzengemeinschaft von durchschnittlich rund 95 % ist hoch und zeugt von einem zufriedenstellenden Zustand bestehender Schilf- und Binsenbestände. Dichte Bestände, wie sie von anderen Seen bekannt sind, werden am Sempachersee nicht beobachtet.

Das Vorkommen von «Schwimblattfluren» mit See- und Teichrosen (*Nymphaea alba*, *Nuphar lutea*) ist auf kleine Bestände in den Uferabschnitten Zellmoos-Sursee, Seematten-Schenkon sowie Seehüsli-Neuenkirch beschränkt. Im Bestand kommen sehr oft beide Arten vor. Ihr Vorkommen geht stark zurück, und beide Arten sind am Sempachersee geschützt.

Die in der Karte aufgeführte Angabe der «seltenen Pflanzenarten» ist auf den See selber bezogen. Die Flachwasserzonen des Sempachersees sind keine Standorte von in der Schweiz «gefährdeten» oder «vom Aussterben bedrohten» Arten.

Gegenwärtig bestehen etwa 2,8 km Ufer aus «Feuchtgebieten». Dies macht 14 % des Seeumfanges aus. Sie bilden heute meist nur noch kleine, isolierte Biotope.

■ Die Ufervegetation

Die aktuelle Vegetation der Ufer besitzt eine eher triviale Artenzusammensetzung (Tab. 2). 1987 waren rund 18 Arten festzustellen, die alle der Abteilung der Samenpflanzen (*Spermatophyta*) zuzuordnen sind. Der Vierwaldstättersee zum Beispiel wies bei der Erhebung 1982/83 insgesamt 69 Taxa aus, der Zugersee 1989 etwa 31 und der noch am ehesten mit dem Sempachersee vergleichbare Hallwilersee 1987 etwa 27.

Die dominant vorkommenden Wasserpflanzen gehören zu den Laichkräutern (*Potamogeton pectinatus* und *P. perfoliatus*). Es sind anspruchslose Arten, die insbeson-



Abb. 7: Sowohl der breitblättrige (Bild) wie auch der schmalblättrige Rohrkolben sind am Sempachersee nicht häufig. Beide Arten bevorzugen eher nährstoffreiche Standorte.

dere auch an nährstoffreiche Verhältnisse durch hohe Konkurrenzkraft angepasst sind. Aus der Literatur ist bekannt, dass mit zunehmender Eutrophierung Laichkrautgewächse (insbesondere *P. pectinatus*) grossflächig Bestände dominieren. In der Untersuchung von Peter Perret wird noch für die Jahre 1968/69 ausdrücklich auf das Fehlen eines Laichkraut-Gürtels aufmerksam gemacht.

Ein weiterer Hinweis auf die monotone Artenzusammensetzung ist auch das weitgehende Fehlen von bedrohten oder gesamtschweizerisch seltenen Pflanzenarten. Lediglich das Mittelgrosse Nixenkraut (*Najas marina* ssp. *intermedia*), eine an Schweizer Seen als selten geltende Art, tritt relativ häufig auf. Die Gelbe Teichrose (*Nuphar lutea*) und die Weisse Seerose (*Nymphaea alba*), beides Schwimmblattpflanzen, gehören zu den als attraktiv geltenden Arten. Sie bilden heute nur noch Restbestände, obwohl an den ruhig gelegenen Buchten und teilweise auch in den grossflächigen Flachwasserzonen, dem Röhricht vorgelagert, die Möglichkeit zur Ausbildung von ausgeprägten Beständen bestehen würde. Andere relativ anspruchslose Arten wie die Kanadische Wasserpest (*Elodea canadensis*), der Schmalblättrige und der Breitblättrige Rohrkolben (*Typha angustifolia* und *T. latifolia*) sowie der Wasserknöterich (*Polygonum amphibium*) treten nur vereinzelt auf.

Entwicklung der Artenzusammensetzung

Bereits Ende des letzten Jahrhunderts hat Jakob Heuscher in seinem Bericht über die fischereilichen Verhältnisse des Sempachersees von einer «Flora der untergetauchten Wasserpflanzen» mit einer «Armut an Arten, wie ich sie noch in keinem anderen Wasserbecken der Ebene ange-

Artenzusammensetzung der Wasservegetation				
Art		Vorkommen		
		1922 ¹	1987 ²	1978 ³ -87
Aus dem Wasser ragende Pflanzenarten:				
<i>Carex elata</i>	Steife Segge		+ (p)	
<i>Iris pseudacorus</i>	Gelbe Schwertlilie		+ (p)	
<i>Phalaris arundinacea</i>	Rohrglanzgras	+	+ (p)	
<i>Phragmites australis</i>	Schilf	+	+ (hd)	+
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	Gemeine Seebirse		+ (h)	+/-
<i>Typha angustifolia</i>	Schmalblättriger Rohrkolben		+ (e)	
<i>Typha latifolia</i>	Breitblättriger Rohrkolben		+ (p)	
Schwimblatt-Arten und Arten mit teilweise aus dem Wasser ragenden Organen:				
<i>Nuphar lutea</i>	Gelbe Teichrose	+	+ (p)	-
<i>Nymphaea alba</i>	Weisse Seerose	+	+ (p)	--
<i>Polygonum amphibium</i>	Wasserknöterich	+	+ (e)	-
Untergetauchte Arten:				
<i>Elodea canadensis</i>	Kanadische Wasserpest		+ (p)	-
<i>Myriophyllum spicatum</i>	Ähriges Tausendblatt	+	+ (p)	--
<i>Najas marina</i> ssp. <i>intermedia</i>	Mittelgrosses Nixenkraut		+ (e)	--
<i>Najas marina</i>	Meer-Nixenkraut	+	+ (e)	--
<i>Potamogeton crispus</i>	Krauses Laichkraut		+ (e)	-
<i>Potamogeton pectinatus</i>	Kammförmiges Laichkraut		+ (hd)	+
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	Durchwachsendes Laichkraut	+	+ (hd)	+
<i>Potamogeton pusillus</i>	Kleines Laichkraut		+ (h)	-
<i>Chara</i> sp.	Armleuchteralge		○	○
<i>Zannichellia palustris</i>	Teichfaden		○	○
<i>Ceratophyllum demersum</i>	Rauhes Hornblatt	+	○	



Tab. 2: Übersicht über die am Sempachersee vorkommenden Arten von Wasserpflanzen incl. in der Literatur genannte Arten.

¹ Die in der Veröffentlichung von Bachmann (1922, siehe S. 278/279) erwähnten Arten: +

² Effektiv vorkommende Arten am Sempachersee im Jahre 1987 (Lachavanne 1992):

+ vorkommend, (h) häufig, (d) Bestände dominierend, (p) punktuell, (e) wenige Einzelbestände, ○ nicht vorkommend.

³ Tendenz Bestandesdichte und -fläche der Pflanzenarten in der Periode 1978 bis 1987 (Stand 1978 an Hand von Flugaufnahmen): + zunehmend, +/- gleich, - abnehmend, -- stark abnehmend, ○ verschwunden zwischen 1978 bis 1987.

troffen habe» gesprochen. Hans Bachmann korrigierte diese Aussage und zählt in seinem Bericht von 1922 insgesamt 9 Arten auf (Tab. 2; siehe S. 278/279).

Über die jüngere Entwicklung der Zusammensetzung der Arten und ihrer Ausbreitung am Sempachersee lassen sich nur

sehr allgemeine Aussagen machen. Vergleichbare Erhebungen aus früheren Jahren fehlen. Die Aussagen von Lachavanne über die Entwicklung in der Periode 1978 bis 1987 stützen sich auf Flugbilder von 1978. Die entscheidenden Jahre von 1950 bis 1975 mit Beginn der Eutrophierung und der aus-

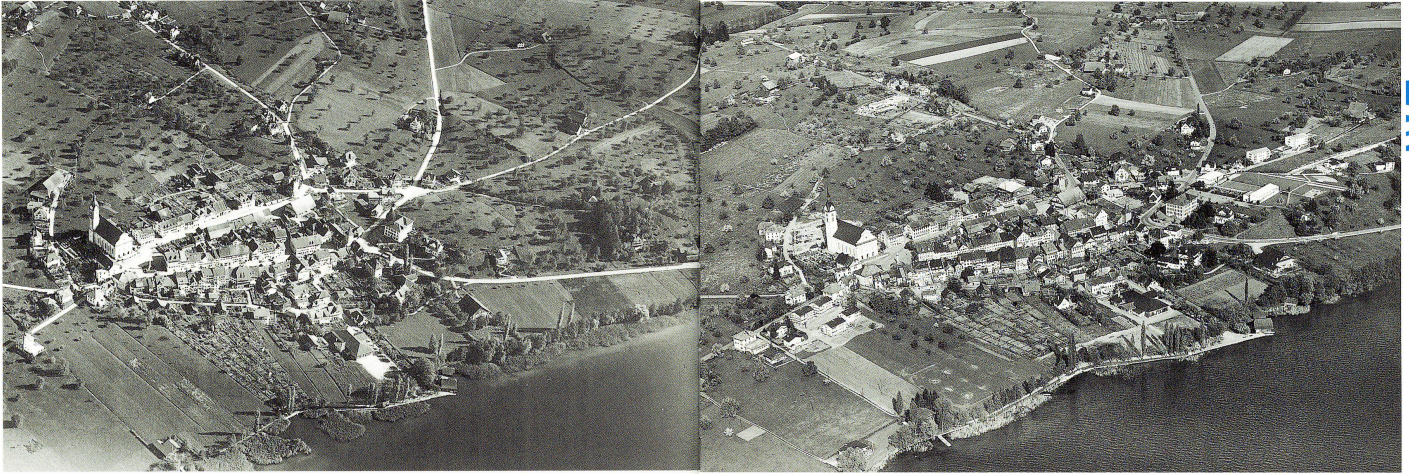


Abb. 8: Die beiden Schrägansichten des Städtchens Sempach mit dem Seeufer im Vordergrund dokumentieren den drastischen Schilfrückgang am Sempachersee. Im obigen Bild aus dem Jahre 1948 ist der ausgedehnte und mehrheitlich geschlossene Schilfgürtel noch deutlich zu erkennen.

Im rechten Bild aus dem Jahre 1964 ist die Röhrichfläche auf einzelne Restbestände zurückgegangen. Die dem Röhrich unmittelbar vorgelagerte Unterwasservegetation ist an den dunklen Flächen schwach erkennbar.

giebigen Bautätigkeit an den Ufern sind nicht berücksichtigt. Aus Berichten und Aussagen von Anwohnern des Sees lässt sich aber erahnen, welche Ausbreitung vor allem Röhrichte und Schwimmblattfluren noch vor wenigen Jahrzehnten aufwiesen.

Die Schwimmblattfluren gehen gesamtschweizerisch wegen der intensiven Nutzung der Seen und deren Ufer zurück. Am Sempachersee spielen die massiven Eutrophierungserscheinungen und der landseitige Erholungsdruck die Hauptrolle beim Rückgang der Schwimmblattfluren wie auch der Röhrichte. Die Ausdehnung der Schwimmblattpflanzen nahm flächenmässig von 1978 bis 1987 um rund 50 % auf etwa 1600 m² ab.

In der gleichen Zeitspanne verschwanden

den auch anspruchsvollere, untergetauchte Arten. So wurde beispielsweise die Armleuchteralge (*Chara* sp.) – ein Zeiger für oligotrophe (nährstoffarme) bis mesotrophe (schwach mit Nährstoffen angereicherte) Gewässer – 1987 nicht mehr gefunden, nachdem sie bereits 1978 nur noch kleinflächig beobachtet worden war. Sie hat ihre Hauptverbreitung in der tieferen Zone des Flachwassers. Ihr Wachstum wird durch die verminderte Lichteinstrahlung in die Tiefe limitiert und durch die Eutrophierung beeinträchtigt. In oberflächennahen Zonen ist sie nicht konkurrenzfähig.

In dieser kurzen Zeitspanne verschwand auch der Teichfaden (*Zannichellia*

palustris). Er ist, wie auch das von Bachmann erwähnte Rauhe Hornblatt (*Ceratophyllum demersum*), in nährstoffreichen, ruhigen und seichten Gewässern anzutreffen. Das Verschwinden dieser beiden Arten im Sempachersee ist vermutlich auf den hohen Konkurrenzdruck durch die Laichkrautgewächse und auf den Rückgang von seichten, ruhigen und schilffreien Zonen zurückzuführen.

Der Schilfbestand

Rund die Hälfte der 1987 kartierten Flachwasservegetation am Sempachersee wird durch Röhrich eingenommen. Schilf selber bildet natürlicherweise ausge-

dehnte, geschlossene Bestände (Monokulturen). Seine oberirdischen Pflanzenteile sterben über den Winter ab. Die Nährstoffe werden in den unterirdischen Teilen der Pflanze, in den Rhizomen, während der Vegetationsruhe gespeichert. Dieses dichte, bis zu einem Meter dicke Rhizomgeflecht stabilisiert das Flachwassersediment und bildet damit einen idealen Uferschutz. Aus den Rhizomen spriessen jeweils im Frühjahr die neuen Halme und bilden so den aus dem Wasser ragenden, zur Assimilation fähigen Teil der Pflanze. Diese «vegetative», im stehenden Wasser über Rhizomsprossung ablaufende Vermehrung der Schilfpflanze bestimmt letztlich auch deren Ausbreitungsmöglichkeit



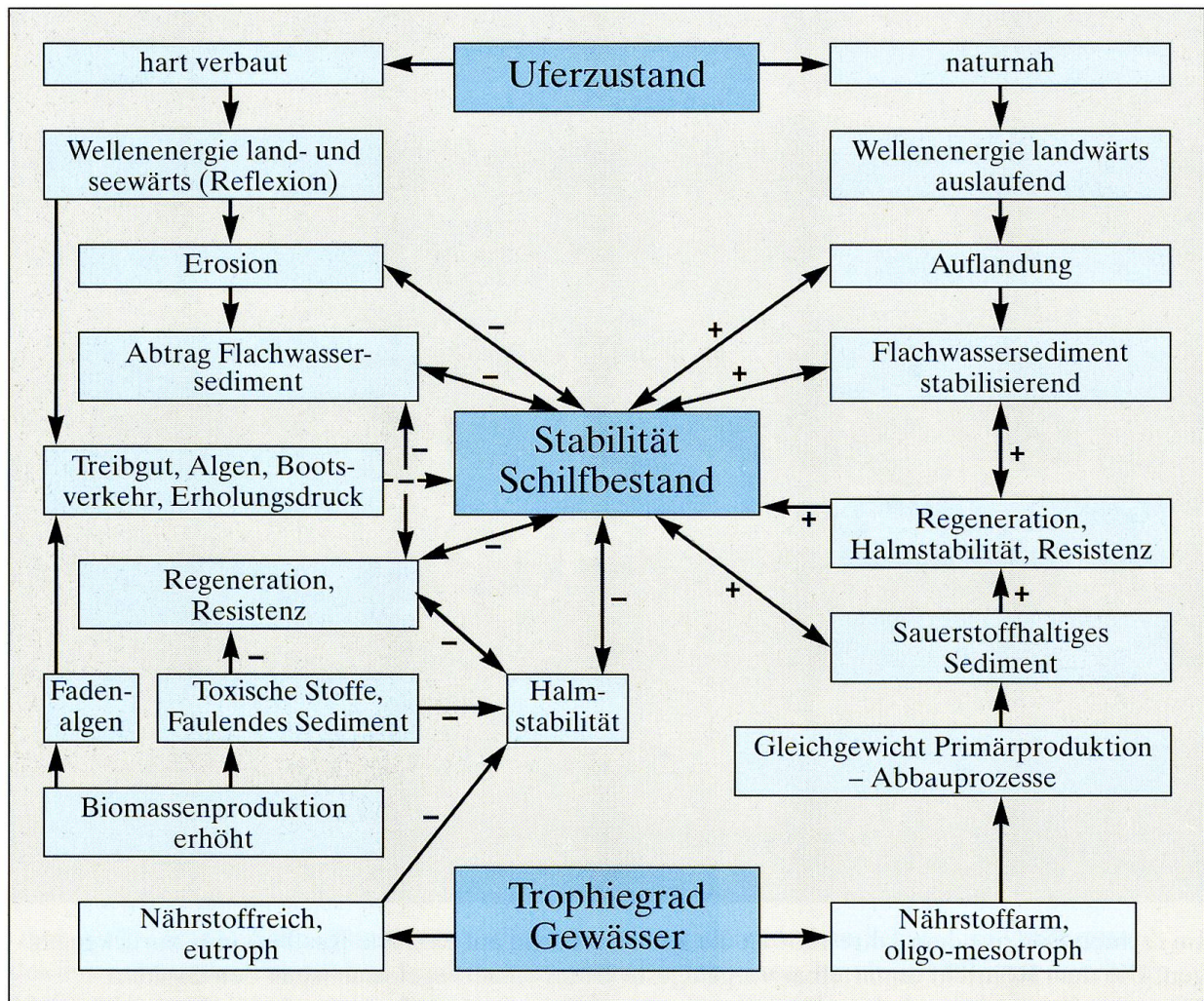


Abb. 9: Darstellung der Ursachen und Wirkungsmechanismen des Schilfrückganges im Vergleich zu den Funktionen eines gesunden Schilfbestandes.

→⁻ negative Einwirkung
→⁺ positive Einwirkung

↔⁻ gegenseitig negative Beeinflussung
↔⁺ gegenseitig positive Beeinflussung

und -geschwindigkeit. Uferzonen werden hauptsächlich durch angeschwemmte Rhizome neu von Schilf besiedelt. Wegen den hohen Ansprüchen an den Wasserstand und wegen der Beschattung findet nur in seltenen Fällen eine «generative» Vermehrung mit Samenkeimung an der wechselfeuchten Zone der Land-Wasser-Linie statt. Neben den mehr als fingerdicken Rhizomen besteht ein feines Wurzelwerk von teilweise über das Sediment ragenden Adventivwurzeln, die zur Nährstoffaufnahme dienen.

Abgesehen vom Lebensraum für viele Fisch- und Vogelarten, bietet das Schilf direkt Nahrungsgrundlage für Blässhühner und Schwäne. Wenn diese beiden Arten im Übermass vorkommen, können bereits geschwächte Schilfbestände durch Vogelfrass an den frischen Sprossen im Frühjahr weiter geschädigt werden. Ende des letzten Jahrhunderts war die Wasserfläche des Sempachersees nach Heuscher mit einem «Kranz von Schilf und Binsen ..., nur selten durch kleine Lücken unterbrochen», umrahmt (Abb. 8). Perret hat in seinen



Abb. 10: Blütenstand des Schilfs.

1968/69 durchgeführten Untersuchungen auf die Schwächung und den Rückgang des Schilfgürtels, vor allem auf der rechten Seeseite zwischen Eich und Sempach, hingewiesen. Er erklärte dies mit der Einleitung von häuslichem Abwasser und der Beeinträchtigung durch Ferien- und Weekend-Häuser.

Heute fehlen Schilfpflanzen zwar nur an zwei der von Lachavanne 1987 untersuchten Seeuferabschnitte, am südwestlichen Ende des Sees. Der durchgehende Schilfgürtel wurde in kleine, teilweise isolierte Einzelbestände zerstückelt. Der Rückgang des Schilfbestandes, über den ganzen See gesehen, hat sich verlangsamt. Trotzdem blieb beispielsweise an der Mündung der Grossen Aa von Sempach bis Langenrain 1987 lediglich noch an 48 % der 1979 mit Schilf bewachsenen Seeuferlänge ein Schilfgürtel erhalten. Teilweise gehen Ausdehnung und Dichte der Schilf-

bestände immer noch massiv zurück; an anderen Standorten erholen sie sich aber wieder.

Die heute allgemein angenommenen Ursachen des Schilfrückganges mit den Wirkungsmechanismen sind in der Abbildung 9 vergleichend zur normalen Funktion eines gesunden Schilfbestandes dargestellt. Von Bedeutung sind komplexe und positiv rückgekoppelte Prozesse, die beim Zusammenbruch eines Bestandes ablaufen. So kann beispielsweise die Eutrophierung eines Gewässers über die physiologisch schwächere Ausbildung des Schilfhalmes in einer ersten Phase zu einer verringerten Dichte des Bestandes führen. Als Folge davon wird das Gleichgewicht zwischen Anlandung und Erosion zugunsten der Erosion von Flachwassersedimenten verschoben, und die Brandung kann sich bei zunehmend schwächerem und lückenhaftem Schilfbestand ungehindert bis an



Abb. 11: Die gemeine Seebinse, hier am Ufer zwischen Nottwil und Oberkirch, ist dem Schilfgürtel seawärts vorgelagert. Die Seebinse wächst im Gegensatz zur Schilfpflanze bis in eine Tiefe von zirka 3 Metern. Rechts befinden sich einzelne Schilfhalm, erkennbar am höheren Wuchs.

die Land-Wasser-Linie auswirken. Die Erholung eines Bestandes auch nach einem natürlicherweise schilfzerstörenden Ereignis (Hagel, Sturm) ist nicht mehr gewährleistet. Weitere solch positiv rückgekoppelten Prozesse sind letztlich durch den harten Verbau der Uferlinie und den erhöhten Erholungsdruck verursacht.

Eine wichtige Rolle spielt auch die Beschattung durch den Baumbestand am

Ufer. Grossflächige Entwässerungen und Aufschüttungen der an den See grenzenden Parzellen ermöglichen heute einen Baumbestand direkt an der Land-Wasser-Linie mit Schattenwurf in die mit Schilf bewachsene Flachwasserzone. Als Folge davon verschwindet das Schilf wegen Lichtmangels insbesondere an den ohnehin schmalen, streifenförmigen Beständen im Bereich der Längsufer.