

SCHILFRÜCKGANG AM TRAUNSEE

Der Traunsee ist mit seinen 25,6 km² Fläche der zweitgrößte Alpensee Österreichs. Auf Grund seiner besonderen Struktur (große Tiefe, steil abfallende Felsen) ist eine Besiedlung seiner Ufer mit Schilf nur an Teilen des West- und Nordufers möglich. Gerade dort sind größere Siedlungen entstanden, die sich in den letzten hundert Jahren weiter ausdehnten. Dabei wurden große Schilfflächen bewußt zerstört und dem Straßenbau geopfert. An zahlreichen Stellen wurden Ufermauern errichtet, die für das Schilf tödlich sind. Erst relativ spät erkannte man den Wert des Schilfs für das Ökosystem See, und man war froh, einige Flächen gerettet zu haben.

Eine der größten und schönsten Schilfzonen des Traunsees ist das Hollereck in Altmünster, das in den 50er Jahren von Morton und Wagner vegetationskundlich eingehend untersucht wurde.

Leider ist auch dieses letzte Refugium für das Schilf gefährdet, nachdem bereits der größte Teil verschwunden ist. Der Vergleich von Luftaufnahmen aus den Jahren 1975 und 1987 zeigt das Ausmaß des Schilfchwundes sehr deutlich (Abb. 2, 3). Die Ursachen für diesen Rückgang sind noch ziemlich unklar. Es ist auch nur mit großen Unsicherheiten möglich im Nachhinein festzustellen, warum das Schilf dort starb.

Der Schilfrückgang am Traunsee ist kein Einzelfall, aber bis jetzt der einzige in Österreich. So stellte OSTENDORP (1990) 35 Publikationen aus ganz Europa vor, die sich mit dem Schilfsterben befassen. Dabei werden viele mögliche Ursachen diskutiert, und nur relativ selten kommt eine Ursache allein für den Schilfrückgang in Frage. In den meisten Fällen wirken mehrere Faktoren zusammen und lösen erst in ihrer Gesamtheit das Schilfsterben aus.

Der am häufigsten genannte negative

Einfluß auf das Schilf ist die Eutrophierung der Gewässer. Sie wird meist als das Grundübel bezeichnet, das direkt oder indirekt das Schilfwachstum beeinflusst. Nach dieser Theorie setzt durch die gute Nährstoffversorgung ein erhöhtes Wachstum ein, das sich sowohl auf die Dichte des Bestandes (Halme/m²) als auch auf die Länge der Halme auswirken kann.

Dies geht allerdings auf Kosten der Halmfestigkeit (BORNKAMM & RAGHI-ATRI 1986; BLUME et al. 1979).

Damit wird ein direkter Zusammenhang zwischen Eutrophierung und Schilfsterben hergestellt. Die geschwächten Halme können dem Wellendruck nicht standhalten und knicken. An der Knickstelle dringt Wasser in die Markröhre und der Halm verfault. In der Folge kann das Schilf mit der Bildung eines Ersatztriebes den Schaden reduzieren, der neue Halm wird aber nicht mehr die Widerstandskraft des ersten Austriebes erreichen. Die nun einsetzende Kettenreaktion führt zum Rückgang des Schilfrohrs (KLÖTZLI 1971).

All diesen Argumenten muß entgegen gehalten werden, daß sich am Trophiegrad des Traunsees nichts geändert hat. Der Traunsee gilt nach wie vor als reines Gewässer, das in Bezug auf seinen Phosphorgehalt zwischen oligotroph und mesotroph eingestuft werden kann. Außerdem sind es weniger die Nährstoffe, die dem Schilf schaden, denn sonst gäbe es in polytrophen Teichen keine Makrophyten mehr. Es ist vielmehr die Veränderung eines Zustandes in einem mehr oder weniger kurzen Zeitraum, was zu Streßsituationen im Schilf führen kann.

Wenn wir an der Eutrophierungshypothese festhalten, müssen wir davon ausgehen, daß sich die Nährstoffsituation ab 1975 verändert hat. In diese Zeit fallen

KURT SCHWARZ

die limnologischen Untersuchungen, welche die öö. Landesregierung in Auftrag gegeben hat. Die Tabelle 1 zeigt aus dieser Arbeit einige Parameter, die für das Pflanzenwachstum besonders wichtig sind. Es wurden nur die Oberflächenwerte herangezogen, weil sie den Verhältnissen im Litoral am nächsten kommen.

Beim Vergleich der Werte von 1974 bis 1977 mit jenen von 1991 (Tab. 2) fällt auf, daß die Werte für Gesamtphosphor deutlich gesunken sind, während beim Stickstoff ein Anstieg erkennbar ist. Da in unseren Seen Phosphor für das Pflanzenwachstum den limitierenden Faktor darstellt, ist er mitbestimmend an der Höhe der Primärproduktion. Im Pelagial - dort wurden die Proben genommen - drückt sie sich als Zunahme des pflanzlichen Planktons aus, das Phosphat begierig aufnimmt. Die in den Tabellen angeführten Werte für Gesamtphosphor zeigen einerseits gelösten Phosphor mit allen im Wasser schwebenden Partikeln (r), also auch Algen, sowie die Werte des Filtrats (f). Wir können aus der Differenz schließen, daß relativ viele Algen mitgemessen wurden.

Die Proben von 1991 wurden in der Flachwasserzone bzw. direkt im Schilf genommen. Dort haben die fähigen Algen ihre Chance und vermehren sich massiv. Die Gesamtphosphorwerte sind niedriger als 1977, und auch der partikuläre Phosphor ist sehr gering (Tab. 2). Nach VOLLENWEIDER (1971) weisen Gesamtphosphorwerte im Bereich von 5 bis 10 µg/l auf oligo- bis mesotrophe Gewässer hin. Beim Gesamtstickstoff

Tabelle 1: Nährstoffsituation am Traunsee zwischen 1974 u.1977. Auszugsweise aus Traunseebericht Nr.6

Datum	Tiefe m	Temp. °C	O ₂ mg/l	O ₂ Sättg. %	pH	SBV mval/l	Ges.P µg/l r	N/NH ₄ µg/l f	N/NO ₃ µg/l	Cl mg/l	LF µS	
20.11.74	2	7,5	11,1	102	8,10	2,20	11,0	7,0	-	600	100,5	528,7
22.07.75	2	13,5	10,3	103	8,20	2,20	12,5	10,5	75	325	45,1	306,7
18.08.75	2	16,6	9,7	108	8,25	2,25	9,5	4,5	70	425	42,6	333,7
21.10.75	2	11,9	9,3	94	8,05	2,30	11,0	7,5	-	345	71,0	397,5
31.05.76	0	9,8	11,6	112	8,55	2,05	15,0	1,0	20	340	78,0	460,1
	2	9,6	11,6	110	8,60	2,05	13,0	3,0	20	350	78,0	460,1
23.06.76	2	14,2	-	-	8,30	2,50	-	3,0	25	290	69,2	399,9
24.08.76	2	15,2	10,5	114	8,60	2,25	10,0	1,0	-	350	71,0	409,7
22.09.76	0	12,7	10,2	104	8,20	2,25	10,0	2,0	90	400	74,6	408,8
23.11.76	2	8,8	10,2	96	7,90	2,30	11,0	8,0	25	480	111,8	527,0
26.01.77	2	4,3	10,4	84	8,10	2,35	14,0	9,0	10	520	128,5	595,4
22.03.77	2	5,6	12,3	103	8,45	2,30	14,0	2,0	15	480	94,8	507,0
20.04.77	0	6,0	12,3	104	8,50	2,40	12,0	1,0	40	480	88,4	478,6
25.05.77	2	11,3	13,1	126	8,60	2,20	17,0	2,0	35	370	71,0	420,9
21.06.77	2	15,5	11,1	118	8,40	2,10	21,0	0,0	15	350	65,7	374,2
21.07.77	2	16,3	9,7	104	8,5	2,10	13,0	7,0	20	380	60,7	368,2

Tabelle 2: Nährstoffsituation am Traunsee, Oberfläche im Uferbereich 1991

Datum	Probenstelle	LF µS	pH	SBV mval/l	N/NH ₄ µg/l	N/NO ₃ µg/l	Ges.P µg/l		O g/l	KMnO ₄ mg/l
							r	f		
09.04.91	vor d.Schilf	517	8,30	2,44	14	740	7,0	2,0	0,62	10,4
	"-	514	8,29	2,45	15	680	14,0	2,0	0,56	10,1
	"-	512	8,17	2,50	6	650	10,0	2,0	0,55	10,7
	"-	516	8,33	2,44	10	730	8,0	2,0	0,78	8,8
	"-	516	8,24	2,44	14	620	8,0	2,0	0,68	8,8
	im Schilf	516	8,24	2,45	10	760	6,0	2,0	0,87	8,8
	"-	516	8,29	2,43	7	670	5,0	1,0	0,86	8,5
	"-	512	8,15	2,94	9	640	8,0	2,0	0,55	10,1
	"-	505	8,12	2,74	25	570	9,0	2,0	0,79	13,3
	12.06.91	vor d.Schilf	413	8,28	2,54	4	630	7,0	1,0	0,62
"-		412	8,35	2,49	1	600	6,0	1,0	0,63	10,1
"-		413	8,35	2,49	1	660	6,0	2,0	0,64	10,1
"-		412	8,35	2,48	5	640	7,0	1,0	0,67	9,2
"-		413	8,30	2,50	3	610	6,0	1,0	0,67	9,8
"-		413	8,28	2,49	4	550	7,0	2,0	0,72	9,2
im Schilf		411	8,23	2,47	5	500	8,0	2,0	0,64	11,1
"-		413	8,23	2,48	8	570	10,0	1,0	0,74	11,1
"-		413	8,18	2,50	7	570	8,0	2,0	0,74	11,7
23.07.91		vor d.Schilf	531	8,35	2,20	6	256	8,0	4,0	0,90
	"-	356	8,30	2,20	7	486	6,0	4,0	1,00	9,0
	im Schilf	357	8,25	2,20	17	400	14,0	12,0	1,10	9,8
	"-	357	8,25	2,30	16	230	8,0	5,0	1,10	9,8
	"-	357	8,20	2,30	12	314	11,0	5,0	1,10	12,6



Abb. 1: Vervielfältigt mit Genehmigung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen (Landesaufnahme) in Wien, Zl. L 70 185/92.

liegen die Werte bei 200 bis 400 $\mu\text{g/l}$. Neueste Untersuchungen von 1991 ergaben Phosphorwerte um 8 $\mu\text{g/l}$ und Stickstoffwerte um 543 $\mu\text{g/l}$ (= $\text{N/NH}_4 + \text{N/NO}_3$) als Durchschnitt von 23 Proben.

Die Eutrophierung eines Gewässers kann allerdings noch weitere, indirekte Auswirkungen auf das Schilf haben. Einerseits entwickeln sich in den flachen Randzonen der Gewässer große Mengen an fädigen Algen. Hier sind vor allem *Cladophora* und *Spirogyra* zu nennen, die bei guter Nährstoffversorgung in den Sommermonaten dichte Algenwatten bilden. Diese verfilzen zu einem dichten und zähen schwimmenden Teppich, der mit seinem großen Widerstand und seiner starken Haftung die Halme zwingt, alle Wasserbewegungen bei Wellengang

mitzumachen. Die daraus entstehende Belastung liegt bei größeren Wellen weit über der Druckfestigkeit der Halme (BINZ-REIST 1989).

Andererseits wurde mehrfach beobachtet, daß an der Wasseroberfläche treibende Algenwatten durch noch unbekannte toxische Stoffe das Pflanzenwachstum hemmen. Dabei denkt man weniger an das Phänomen der Allelopatie, also an toxische Stoffe, die von den Pflanzen selbst ausgeschieden werden, als an Giftstoffe, die beim anaeroben Abbau im Innern der Algenwatten durch Mikroorganismen entstehen. Zu dieser Hypothese gibt es auch Versuche (SCHRÖDER 1987; IPSEN 1992), die einen Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Algenwatten und dem Schilfsterben eindrucksvoll belegen.

Zusätzlich können durch vermehrte Sedimentation organischer Stoffe im Boden anaerobe Zustände entstehen, die das Schilfsterben noch beschleunigen.

Sogar die vermehrte Ablagerung von Seekreide wird für den Schilfrückgang verantwortlich gemacht, da sich der Boden zu sehr verfestigt und der Stoffaustausch dadurch erschwert wird.

Wie schon eingangs erwähnt, waren auch am Traunsee mehrere Faktoren am Schilfrückgang beteiligt. Einen Faktor können wir auf keinen Fall ausschließen: Die Bildung von *Cladophora*-Watten in und vor der Schilfzone und deren schädliche Auswirkungen auf das Schilf durch rein mechanische Belastung.

Insofern sind natürlich entsprechende Mengen an Nährstoffen erforderlich, um das Wachstum solcher Algenmassen zu

ermöglichen. Denn gerade in den flachen Uferzonen und ruhigen Buchten des Traunsees kommt es häufig zu solchen Massenentwicklungen von Algen (SLANINA & KOHL 1980). Es ist aber sehr unwahrscheinlich, daß diese Algen der Auslöser für das Schilfsterben waren, da es auch vor 1975 *Cladophora*-Watten gab.

Auf der Suche nach dem Auslöser des Schilfrückgangs am Traunsee kann also die Eutrophierung ausgeschlossen werden. Auch zivilisationsbedingte Schäden durch Landgewinnung und Uferverbau treffen im Hollereck nicht zu. Wenn wir ferner auch direkte Schädigungen des Schilfs durch Bade- und Bootsbetrieb ausschließen können (lt. Aussagen der Anrainer), muß nach einem Ereignis gesucht werden, das eine Veränderung der Wachstumsbedingungen des Schilfs bewirken konnte.

Die Vegetation in einem natürlichen Gewässer hat sich seit Jahrtausenden an die ökologischen Bedingungen am Standort angepaßt. Die Pflanzen konnten sich nur in einem Milieu behaupten, das ihren Ansprüchen gerecht wurde. Auch ihre Ausbreitung wurde durch die äußeren Bedingungen und die Toleranz der Pflanzen gegenüber Streßsituationen limitiert. Darunter sind auch Wasserspiegelschwankungen zu verstehen, die es immer gegeben hat.

Seit der Inbetriebnahme des Traunkraftwerkes im Jahr 1969 wird der Seespiegel reguliert, und die starken Schwankungen werden innerhalb des Regelbereichs auf 20 cm Schwankungsbreite reduziert. Eine Änderung gegenüber dem unregulierten Seespiegel ergibt sich auch in einer generellen Anhebung um durchschnittlich 20 cm. In der Folge konnten die Anrainer am Hollereck beobachten, daß das Uferschilf in den nassen Sumpfwiesen stark zunahm,



Abb. 2: Foto: Schwarz

während das Wasserschilf sich zu lichten begann.

Diese Veränderung im Schilf erfolgte aber sehr langsam und unauffällig. Die seeseitige Schilffront lockerte auf und bestand nur mehr aus Ersatztrieben, deren Bruchfestigkeit allmählich abnahm. Wenn sich noch zusätzlich *Cladophora*- und *Spirogyra*-Fäden am Schilf anhefteten, war die Grenze der mechanischen Belastbarkeit des Schilfs überschritten.

Bei den Untersuchungen des Uferschilfs im Jahre 1991 konnte in den Monaten

Juni und Juli ein sehr starker Befall mit Blattläusen festgestellt werden, der für das Schilf zwar nicht lebensbedrohend war, aber doch einen Streßfaktor darstellte. Die befallenen Blätter welkten und ringelten sich nach unten ein. Von den Einstichstellen aus erfolgte anschließend eine Pilzinfektion, bei der ganze Blätter oder auch nur Teile davon gelb bzw. braun wurden und vertrockneten.

Wie stark der Befall in den vorangegangenen 10 bis 15 Jahren war, kann heute nicht mehr gesagt werden. Man kann



Abb. 3: Vervielfältigt mit Genehmigung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen (Landesaufnahme) in Wien, Zl. L 70 185/92.

aber davon ausgehen, daß sich mehrere solcher Streßfaktoren am Schilfrückgang beteiligten.

Fraßschäden durch Wasservögel dürften wahrscheinlich vernachlässigbar sein, da nach Auskunft von Ornithologen aus Gmunden und nach eigenen Beobachtungen im verbliebenen Schilfgürtel nur zwei bis drei Paare Blesshühner im Hollereck brüten.

Ein Vergleich der drei Abbildungen zeigt den möglichen Verlauf des Schilfschwundes.

1965: Schilf im noch unregulierten See (Abb. 1). Abgesehen von einer schmalen Schneise für das Fischerboot quer durch das Röhricht erkennt man die unregelmäßigen schilffreien Zonen

durch die helle Färbung der Seekreide. Die Schneise für das Fischerboot kann man auch auf noch älteren Aufnahmen (1953) erkennen.

1975: Durch die Bildung einer Art Lagune wurde die mehr oder weniger zusammenhängende Schilfzone geteilt. Dabei entstand zuerst eine vom Uferschilf vollkommen isolierte Insel (Abb. 2), die allmählich kleiner wurde und verschwand. Das bedeutet, daß das Schilf dieser Insel allseitig von den Rändern her nach innen abnahm.

Spätestens seit 1987 (Abb. 3) gibt es im Bereich Hollereck nur mehr einen Schilfgürtel von durchschnittlich 15 m Breite. Die Dichte des verbliebenen Schilfs ist eher gering (20 bis 25 Hal-

me/m²), aber sein Zustand kann als gut bezeichnet werden. Der starke Blattlausbefall in den Sommermonaten scheint dem Schilf nicht sehr zu schaden.

Der Anstieg des Seespiegels um etwa 20 cm war nur die Voraussetzung, daß andere Ursachen wirksam wurden. Leider kann die Seeregulierung nur als Indiz, nicht aber als Beweis für den Schilfschwund gewertet werden. Dazu wären noch weiterführende Versuche notwendig, welche die ungünstige Auswirkung einer Seespiegelanhebung in Verbindung mit mechanischer Belastung durch Algen belegen.

Literatur

- BINZ-REIST H.R. (1989): Mechanische Belastbarkeit natürlicher Schilfbestände durch Wellen, Wind und Treibzeug. - Veröffentl. d. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich, **101**: 536 S.
- BINZ-REIST H.R. (1990): Der Schilfrückgang - ein Ingenieurproblem? - Jahresb. Verb. z. Schutze d. Landschaftsbildes Zürichsee **53**: 35-52.
- BLUME H.-P., BORNKAMM R. & Th. KEMPF (1979): Chemisch-ökologische Untersuchungen über die Eutrophierung Berliner Gewässer unter besonderer Berücksichtigung der Borate. - Schriftenr. Ver. Wasser-, Boden- u. Lufthygiene, G. Fischer Verl. Stuttgart.
- BORNKAMM R. & RAGHI-ATRI F. (1986): Über die Wirkung unterschiedlicher Gaben von Stickstoff und Phosphor auf die Entwicklung von *Phragmites australis* (CAV.) TRIN. ex STEUDEL. - Arch. Hydrobiol. **105**, 4: 423-441.
- IPSEN J. (1992): Mikrobielle Metaboliten als Ursache für Störungen der Wasseraufnahme bei *Phragmites* (im Druck).
- KLÖTZLI F. 1971: Biogenous influence in aquatic macrophytes especially *Phragmites communis*. - Hydrobiologia **12**: 107 - 111.
- OSTENDORP W. (1990): Ist die Seeneutrophierung am Schilfrückgang schuld? In SUKOPP H. & KRAUSS (Hrsg.): Ökologie, Gefährdung und Schutz von Röhrichtpflanzen. - Landschaftsentwicklung und Umweltforschung, Berlin **71**: 18-48.
- SCHRÖDER R. (1987): Das Schilfsterben am Bodensee-Untersee, Beobachtungen, Untersuchungen und Gegenmaßnahmen. - Arch. Hydrobiol./Suppl. **76** (1/2): 53-99.
- SLANINA K. & W. KOHL (1980): Gewässergüteuntersuchungen im Bereich der Altmünstererbucht des Traunsees im Juli/September 1977, Belastungsursachen und Prognosen für 1979. - In: Limnologische Untersuchungen Traunsee-Traun, Amt der öö. Landesregierung, Bericht Nr. **2**.
- TAUTERMANN G. (1982): Untersuchungen des Traunsees durch das Bundesinstitut für Gewässerforschung und Fischereiwirtschaft in Scharfling aus der Zeit vor der „Limnologischen Untersuchung Traunsee-Traun“ der öö. Landesregierung. - In: Limnologische Untersuchungen Traunsee-Traun, Amt der öö. Landesregierung, Bericht Nr. **6**.

Anschrift des Verfassers:
Dr. Kurt SCHWARZ,
Bundesanstalt für Fischereiwirtschaft,
Scharfling 18,
A-5310 Mondsee, Austria