

Herrn Univ.-Prof.Dipl.-Ing.Dr. R. LIEPOLT zum 80. Geburtstag gewidmet.

VERUNREINIGUNG UND VERÄNDERUNGEN IN DER LITORALEN ALGEN-
BIOZÖNOSE DES TRAUNSEES (OBERÖSTERREICH); ERGEBNISSE JAHR-
ZEHNTELANGER BEOBACHTUNGEN

E. KANN

1. Einleitung

Untersuchungen des Algenaufwuchses wurden zum ersten Mal von H. HAMANN, 1952/53 im Auftrag der Oberösterreichischen Kraftwerke AG durchgeführt und das Ergebnis in Form eines Gutachtens dargelegt (Beiträge zur Biologie und Ermittlungen zu den Fischereiverhältnissen des Traunsees 1952-1953), jedoch nie veröffentlicht. Ich konnte in das Gutachten Einsicht nehmen und die Ergebnisse berücksichtigen.

In den Jahren 1954/55 habe ich auf Anregung von Dr. F. MORTON (+), Hallstatt hin und aus gewissen Gründen, die auch mit Intentionen der Oberösterreichischen Kraftwerke AG zusammenhingen, den eulitoralen Algenaufwuchs gründlich untersucht und die Ergebnisse in einer Publikation niedergelegt (KANN, 1959)

Die Gründe für die Untersuchungen waren vielfältig: Die Oberösterreichische Kraftwerke AG hatte damals ein Projekt ausgearbeitet, in dem es sich um eine eventuelle geringfügige Absenkung des Sees handelte (Bau des Kraftwerkes an der Traun), die möglicherweise Veränderungen in der Algenbiozönose hervorrufen würden, daher Feststellung der damaligen Zustände.

Ein weiterer Grund für eine Untersuchung lag darin, daß es interessant schien die Verhältnisse in einem zweiten oligotrophen österreichischen Alpensee kennen zu lernen, nachdem bereits der Lunzer Untersee bearbeitet war (BREHM & RUTTNER, 1926, KANN, 1933), um durch Vergleich Gesetzmäßigkeiten und Verschiedenheiten zu finden und dies umso mehr, als auch schon Untersuchungen aus nord-deutschen Seen vorlagen (KANN, 1940, 1941, 1945)

Eine zweite Untersuchung des Aufwuchses ergab sich etwa 20 Jahre später in den Jahren 1976/77 da sichtbare Veränderungen zu bemerken waren.

Zu Beginn meiner Arbeit am Lunzer Untersee in den Jahren 1930-1932 lag noch relativ wenig Literatur über die Biozönose vor und man wußte noch nicht "ob" sie sich verändern würde, weder in welcher Weise noch in welchem Zeitraum. In den Jahren 1976/77 wußte man dann manches besser. Die früher geplante Absenkung des Sees war unterblieben und diesbezüglich auch Veränderungen. Aber der Einfluß von Verunreinigungen die den See belasteten, wie z. B. häusliche Abwässer der Ortschaften oder lokal bei einzelnen Häusern sowie die verunreinigte Traun, die den See sozusagen durchfließt, hatten Folgen. Die Veränderungen waren so deutlich, daß sie makroskopisch sichtbar in Farbfotografien festgehalten werden konnten (KANN, 1982 a)

Die Untersuchungen erfolgten in diesen Jahren im Rahmen des von der oberösterreichischen Landesregierung unterstützten Projektes "Limnologische Untersuchungen Traunsee-Traun"

Etwa 10 Jahre später, 1985, konnte eine neuerliche Veränderung festgestellt werden. Diese war sehr erfreulich, weil

die Algenflora fast wieder das Bild der Jahre 1954/55 zeigte. Durch den Bau eines Sammelkanals für die häuslichen Abwässer der Ortschaften längs der Seeufer war eine Sanierung des Sees erfolgt, so daß keine Verunreinigung des Sees mehr möglich ist. Die Resultate dieser Sanierung waren verblüffend, so daß es interessant und wertvoll schien den Aufwuchs ein drittes Mal zu untersuchen. Auch die oberösterreichische Landesregierung interessierte sich für das Projekt und die Ergebnisse sollen ihr in einem Bericht mit zahlreichen Papierfotos übergeben werden.

Einige Bemerkungen sind zur Bedeutung dieser drei Untersuchungen des Sees zu machen: Es wurde zum ersten Mal in längeren Zeiträumen Veränderungen der Litoralalgenflora in einem See Europas, ja vielleicht sogar der Welt (in der Literatur ist derartiges nicht bekannt) in drei Stadien beobachtet, genau beschrieben und mit Farbfotografien festgehalten. Dies wurde mit geringen Ausnahmen jeweils an denselben Uferstellen von derselben Person durchgeführt. Demnach liegt eine echte Dokumentation der Verhältnisse vor.

Im Folgenden sollen die Beobachtungen der ersten und zweiten Untersuchung kurz zusammengefaßt werden, da bereits Publikationen vorliegen (KANN, 1959, 1982 a) und die dritte Beobachtung neu dargestellt wird.

An dieser Stelle möchte ich es nicht versäumen, meinen Helfern bei den Untersuchungen zu gedenken. So habe ich Herrn Dr. F. SAUER, Jülich (früher Limnologisches Institut, Plön/Holstein) für die Ausführung der zahlreichen Farbfotografien herzlichst zu danken sowie Herrn Dr. E. HEHENWARTER (Oberösterreichische Kraftwerke AG, Gmunden), der mir ein Motorboot und Helfer bei den Untersuchungen freundlicherweise zur Verfügung gestellt hat.

Ferner möchte ich meinen Dank der oberösterreichischen Landesregierung für finanzielle Unterstützung bei der zweiten und dritten Untersuchung aussprechen.

2. Allgemeine Bemerkungen über den litoralen Algenaufwuchs

Im Vergleich zu Kenntnissen über das Plankton in Seen sind Kenntnisse über den litoralen Algenaufwuchs relativ gering. Es liegen mehr oder weniger umfangreiche Arbeiten aus verschiedenen Ländern vor, aus denen hervorgeht, daß der Charakter der Algenbiozönose vom Charakter des Gewässers abhängig ist und daher recht verschiedenartig sein kann. Dies haben z. B. Untersuchungen in kalkreichen Alpenseen und in kalkreichen norddeutschen Seen deutlich gezeigt, um nur zwei Gruppen von Seen zu nennen, die mir selbst bekannt sind. Noch größere Unterschiede gibt es zu Seen anderer Gegenden.

Der Großteil der alpinen Seen, von denen der Genfersee (FOREL, 1877), der Bodensee (LAUTERBORN, 1922, SCHRÖTER & KIRCHNER, 1896 und 1902, BAUMANN, 1911, W. ZIMMERMANN, 1928, MATTERN, 1970) der Lac d'Annecy (Le ROUX, 1907/08), der Vierwaldstättersee (HURTER, 1928) und der Lunzer Untersee (BREHM & RUTTNER, 1926, KANN, 1933) ziemlich gut untersucht wurden, haben gemeinsam, daß sie einen höheren Kalkgehalt aufweisen und mehr oder weniger oligotroph sind. Was den Algenaufwuchs anbelangt, so stimmen sie in den Massenformen (Leitarten), die im allgemeinen den Charakter der Biozönose prägen, ziemlich gut überein. Bei selteneren Arten sind Verschiedenheiten zu beobachten.

Um die Veränderungen im Traunsee zu erkennen, muß kurz einiges erklärt werden, weitere Details sind in den Publikationen KANN (1959 und 1982 a) nachzulesen.

Der Aufwuchs setzt sich aus Arten mehrerer Algengruppen zusammen. Es sind vorherrschend Blau-Grün- und Kieselalgen (letztere von mir nicht bearbeitet), seltener sind Gold-,

Braun- und Rotalgen. Sie überziehen meist vollständig und krustenartig Steine, Felsen, Steinmauern und Holz. Fadenförmige und zottenartige Arten bedecken mitunter diese Krusten.

Die Leitarten wachsen in der eulitoralischen Zone (Zone zwischen Hoch- und Niedrigwasserlinie) nicht etwa wild durcheinander, sondern sie erscheinen in einer gewissen Zonierung und Verteilung, begleitet von bestimmten selteneren Arten.

In der Betrachtung der eulitoralischen Zone ist auch die Spritzzone auf Felswänden oder Steinmauern miteinzubeziehen.

Die Verteilung der Algen wird durch ihre spezifische Eigenart und durch eine Reihe von ökologischen Faktoren bestimmt. Eine Eigenart mancher Blaualgen ist z. B. darin gelegen, daß sie mit Gallerthüllen umgeben sind, die sie vor Austrocknung schützen. Andere können Austrocknung keinesfalls ertragen und brauchen ständige Wasserbedeckung wie die anderen Algengruppen.

Die ökologischen Faktoren, die auf eine Biozönose einwirken sind sehr vielfältig und seien hier kurz aufgezählt: Wasserchemie, pH, Wasserstand, Wasserbewegung, Licht, Temperatur, Jahreszeitenwechsel, Substrat und Verunreinigung. Alle diese Faktoren wirken ineinander, selten wirkt ein Faktor allein.

Für den Algenbestand ist in erster Linie die **W a s s e r c h e m i e** und der pH maßgebend, wobei z. B. kalkreiche Gewässer gegenüber kalkarmen weitaus größere Quantitäten an Algen aufweisen und einen größeren Artenreichtum besitzen. (Vergleiche z. B. die Algenlisten des Traunsees

(KANN, 1959, 1982 a) und des Zellersees (KANN, 1982 b))

Für die erwähnte Zonierung ist der W a s s e r s t a n d und die W a s s e r b e w e g u n g (Wellen) maßgebend, wobei in der eulitoralischen Zone (Schwankungszone) jene Algen, die stärkere Austrocknung vertragen, im oberen Teil und die gegen Austrocknung empfindlichen im unteren Teil zu finden sind.

Die W a s s e r b e w e g u n g wirkt insofern auf die Verteilung ein als in der Zone stärkster Wellenbewegung nur bestimmte Arten wachsen, die viel Sauerstoff und Nährstoffe brauchen, die durch das bewegte Wasser an die Algen herangeführt werden.

An steilen Felsen oder Felswänden vieler Alpenseen ergibt sich durch starke Wellenbewegung eine Spritzzone, in der nur bestimmte Blaualgen, die stärkste Austrocknung vertragen, auftreten.

Durch L i c h t können Unterschiede im Aufwuchs an sonnigen und schattigen Stellen hervorgerufen werden sowie auf der Ober- und Unterseite der Steine und auf ihren Flanken.

T e m p e r a t u r und J a h r e s z e i t e n w e c h s e l finden ihren Ausdruck in bestimmter Reihenfolge des Auftretens der einzelnen Algengruppen, die im August-September optimal entwickelt sind.

Der Faktor V e r u n r e i n i g u n g meist nur vom Menschen verursacht, ist als künstlich zu bezeichnen. In heutiger Zeit steht er überall im Vordergrund, darf aber niemals als "der" Faktor bezeichnet werden, der den

Charakter der Litoralalgenbiozönose bestimmt. Nein er ist ein Faktor unter vielen, die, wie gesagt, alle ineinanderwirken. Interessante Experimente in künstlichen Fließbrinnen (Zürich) von P. ZIMMERMANN (1961) haben dies deutlich bewiesen. Für Verunreinigungseinflüsse gibt es keine speziellen Indikatoren unter den sessilen Algen, sondern nur Quantitätserhöhungen gewisser Algen, oder Abnahme, oder Verschwinden mancher Algen zeigen Einflüsse an. Da die Verunreinigungsquellen in ihrer chemischen Zusammensetzung sehr verschieden sind, reagieren Algen sehr verschieden, da sie für geringste Mengen eines chemischen Stoffes sehr empfindlich sind. Über das Thema Verunreinigung ist eine Publikation von mir in Druck, die in den *Algological Studies* in Kürze erscheinen wird ("Bemerkungen zur Wassergütebestimmung mittels sessiler Algen")

Bei den drei Untersuchungen des Traunsees steht der Faktor Verunreinigung im Vordergrund.

3. Der Aufwuchs in den Jahren 1954/55

Im Rahmen dieser Arbeit müssen Hinweise auf wesentliche Verhältnisse mit Nennung der Leitarten, in deren Bestände Veränderungen vor sich gegangen sind, genügen. Details sind, wie erwähnt, für die Jahre 1954/55 bei KANN (1959) nachzulesen.

Statt langwieriger Beschreibungen soll ein Schema die Zonierung des Aufwuchses begrifflich machen und gleichzeitig einen groben Überblick über die häufigsten und wichtigsten Leitarten vermitteln.

Siehe Schema, Abbildung 1.

Abb. 1:

Eulitorale Zonation an Felswänden im Traunsee

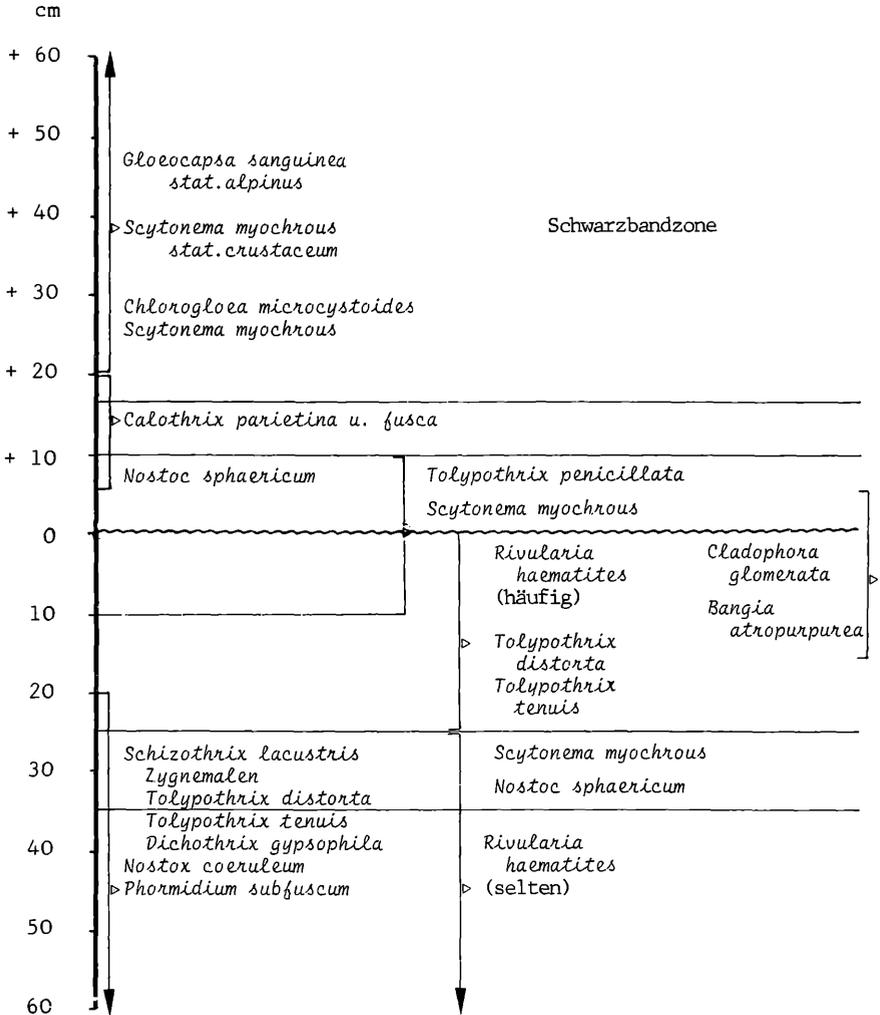


Abb. 2:

Zonierung auf Traunsteinwand im Jahre 1955

(Schwarzbandzone, *Tolypothrix*, *Rivularia*, *Schizothrix*, Zyngemalen)



Abb. 3:

Zonierung auf Traunsteinwand wie in Abb. 2 im Jahre 1977



Dieses Schema gilt nicht nur für die senkrecht abfallenden Steilwände des Traunsteins am Ostufer, sondern auch für größere Felsen der Uferverbauung sowie auch für künstliche Steinmauern. Das Schema gilt ebenso in etwas anderen Dimensionen, d.h. breitere einzelne Algengürtel auf Flachufern des Westufers.

Bei starken Weststürmen können die Wellen auf den Felswänden meterhoch hinaufspülen oder Wasser versprüht werden, so daß in diesem speziellen Biotop deutlich erkennbare dunkle, krustenbildende Blaualgen die sogenannte "Schwarzbandzone" erzeugen.

In der Schwankungszone zwischen + 10 bis 10 cm Pegelstand fallen bräunliche, fadenförmige, festsitzende Formen auf (*Tolypothrix penicillata*) ¹⁾ sowie Formen (*Rivularia haematites*), die zwischen ihren Trichomen biogen Kalk ausfällen, halbkugelige Kolonien von etwa 1 5 mm Durchmesser bilden und dicht gedrängt Krusten erzeugen. Ab etwa 30 cm Pegelstand sind die Steine auf mehr oder weniger steiler Halde hauptsächlich von den lockeren hellblaugrauen Krusten der Blaualge *Schizothrix lacustris* (auch kalkfällend) bedeckt. Daneben verschiedene Begleiter, insbesondere grüne Fadenalgen.

Es soll nun nicht auf alle prägenden ökologischen Faktoren eingegangen werden, sondern nur auf den Faktor "Verunreinigung"

Verunreinigungsquellen im Traunsee sind in der Hauptsache häusliche Abwässer von einzelnen Häusern oder Ortschaften und Abwässer der Sodafabrik (Solvay Werke) in Ebensee,

1) Identisch mit *Tolypothrix distorta* var. *penicillata*
Änderung von GOLUBIC & KANN (1967)

die allerdings in die Tiefe des Sees geleitet werden.

In den Jahren 1954/55 konnte man nur bei einzelnen Häusern (Ostufer) auf der Insel Orth und stellenweise im Bereich von Gmunden Verunreinigungseinflüsse feststellen. Die Wirkung war lokal begrenzt. In diesen Fällen war die Veränderung eindeutig auf Verunreinigung, oder besser gesagt Eutrophierung, zurückzuführen.

Die Veränderungen bestanden darin, daß z. B. im Bereich von etwa 5 cm zu beiden Seiten eines Abwasserrohres in der Schwankungszone die Grünalge *Cladophora glomerata* mit Fadenlängen von etwa 1 2 (-5) cm deutlich zu bemerken war. (Im Gegensatz hiezu tritt z. B. *Cladophora gl.* in den kalkreichen eutrophen Seen Norddeutschlands mit wesentlich längeren Fäden auf, die in Verunreinigungszone Fadenlängen bis etwa 1 m erreichen können.)

Dort wo *Cladophora* auftrat, verschwanden meist *Tolypothrix* und *Rivularia* (siehe Schema!) Ähnliches war auf den Felsen der Uferbefestigungen in Traunkirchen oder sonstwo zu bemerken.

Nach meinen Beobachtungen und denen anderer Autoren (JAAG, 1938, MATTERN, 1970) scheint die Konzentration des belasteten Wassers für das Vorhanden- oder Nichtvorhandensein von *Rivularia* maßgebend zu sein.

Ähnliche Erscheinungen wie im Traunsee konnte ich auch im Attersee feststellen, auf den später noch zurückgekommen wird.

Festzuhalten ist, daß *Cladophora glomerata* die eigentlich eine Fließwasserform des reinen Wassers ist, auch in reinen

Zonen eines Sees in geringen Mengen auftreten kann und daher nicht als Indikator für Verunreinigung angesehen werden darf. Sie besitzt eine große ökologische Valenz und zeigt daher in verunreinigtem Wasser eine üppigere Entfaltung, wie dies auch durch vielfältige Experimente festgestellt werden konnte, z. B. durch BOLAS & LUND (1974). Üppigeres Wachstum war aber auch bei Fadenalgen und Blaualgen zu bemerken.

Eine auffallende Erscheinung ist im Traunsee im Vergleich mit anderen alpinen Seen (Ausnahme der Zürichsee) das Auftreten der Rotalge *Bangia atropurpurea* in der Schwankungszone, die deutlich rote Gürtel bildet, allerdings nicht in jedem Jahr in gleicher Üppigkeit. Die Ursache hiefür ist nicht geklärt, könnte aber möglicherweise mit der Intensität der Sonnenbestrahlung im Frühjahr zusammenhängen, d.h. bei vielen Sonnentagen stärker entwickelt, wie dies Dr. E. HEHENWARTER von der Oberösterreichische Kraftwerke AG beobachten konnte.

Am Rande sei noch eine interessante seltene Erscheinung aus dem Traunsee geschildert. Es handelt sich nicht um Algen, sondern um Vergißmeinnicht (*Myosotis palustris*), die auf einer flachen Uferbank des Westufers bis in Tiefen von etwa 1 1/2 m auf sandigem Untergrund beim sogenannten Hollereck (zwischen Traunkirchen und Altmünster) unter Wasser wachsen und blühen. Bis 1956 war dieses Vorkommen das einzig bekannte, bis SEIDEL (1956) ein zweites Vorkommen im Lago Doberdó des Karstgebirges nächst Triest feststellen konnte (SEIDEL, 1957)

4. Der Aufwuchs in den Jahren 1976/77

In den Jahren 1976/77 konnten bis auf den Faktor Verunreinigung nur geringe Veränderungen im See festgestellt werden. Die früher beabsichtigte Absenkung des Seespiegels konnte durch gewisse Regulierungen durch den Kraftwerksbau an der Traun unterbleiben, und somit war eine Verschiebung der einzelnen Algengürtel (siehe Schema, Abb. 1) unterblieben.

Der Chemismus des Sees hatte sich insoweit verändert, als sich der Chlorid- und Sulfatgehalt des Wassers durch Abwässer der Solvay Werke in Ebensee erhöht hatte (vergl. SOSSAU²⁾)

Eine Eutrophierung des Sees durch erhöhte Zufuhr von häuslichen Abwässern ist auf eine bedeutende Zunahme der Besiedlungsdichte an den Ufern zurückzuführen. Nicht nur durch Rohre und kleine Bäche (Altmünster) gelangten Abwässer in den See, sondern auch durch Sickerwasser im Uferbereich. Die höhere Zahl von Badestegen, erhöhter Bootsverkehr und Rundschiffahrt, damit verbunden verstärkter Tourismus trugen zur Eutrophierung des Sees bei. Schließlich scheint es die verunreinigte Traun zu sein, die eine Wirkung im Bereich der Steilwände des Traunsteins im südlichen Teil des Sees hat, da dort die Masse des Flußwassers sozusagen an die Wände anprallt.

Die Wirkungen der Verunreinigung wurden bereits früher in anderem Zusammenhang von anderen Autoren festgestellt, z.B. HEHENWARTER (1958), FINDENEKG (1967), FLÖGL (1974)

2) Bearbeiter des Traunsees im Rahmen des Projektes
"Limnologische Untersuchungen Traunsee-Traun"
der Oberösterreich. Landesregierung (Bericht ebendort)

Die in den Jahren 1954/55 geschilderten Eutrophierungsercheinungen bei einzelnen Häusern waren bei der zweiten Untersuchung in weitaus höherem Maße zu bemerken.

Welcher Art sind nun die Veränderungen?

Betrachtet man das Schema Abb. 1 so zeigt sich folgendes: Der Algenbestand der Spritzzone blieb unverändert.

In der Schwankungszone jedoch, zwischen den Pegelständen von + 10 und 10 cm ging der Bestand von *Tolypothrix pen.* mehr oder weniger weitgehend zurück und verschwindet oft ganz. Die darunter wachsende *Rivularia haem.* zwischen den Pegelständen 5 und 20 cm geht stellenweise bei unmittelbarem Abwassereinfluß weitgehend zurück. Dafür vermehrt sich überall in dieser Zone *Cladophora gl.* und hier mit Fadenlängen von etwa 10 20 cm sehr stark und bildet mit ihren dicken Zotten einen deutlichen grünen Gürtel, etwas geringer nur dort, wo kein direkter Abwassereinfluß stattfindet, B. an den Steilwänden des Traunsteins.

Im Wasser liegende Rohre von den Solvay Werken bei Ebensee zeigten in den Jahren 1954/55 einen wie auf Felsen vorkommenden zonierten Aufwuchs der bekannten Leitarten, wenn auch in sehr geringen Dimensionen. Bei der zweiten Untersuchung war der Aufwuchs von *Cladophora* überwuchert. Es war dies ein Zeichen, daß nicht nur die Uferbereiche eutrophiert waren, sondern auch das freie Wasser, was in dieser Gegend wahrscheinlich auf die Eutrophierung durch die dort mündende Traun zurückzuführen ist.

Eine weitere sehr wesentliche Erscheinung war die enorme Entwicklung von *Cladophora* in der Bucht von Altmünster, in der die Alge sogar schwimmende Watten bildete. Es war nicht

verwunderlich, denn gerade dort mündeten kleine verunreinigte Bäche aus Altmünster in den See. Die üppige Entwicklung stand im Einklang mit bakteriologischen Befunden, die von der Bundesanstalt für Wassergüte, Wien, erbracht wurden und erhöhte Keimzahlen gegenüber anderen Stellen des Sees feststellten.

Auch eine Vermehrung der fadenförmigen Grünalgen (Zygnemalen) war zu bemerken, die die tiefer liegenden krustenartigen hellblaugrauen Überzüge von *Schizothrix lac.* wie ein Schleier bedeckten.

Sehr auffallend war auch die Vermehrung von *Bangia atropurpurea*, die zwischen *Cladophora* deutlich rote Gürtel bildete und gegenüber früher auch im mittleren Teil des Sees, z. B. an den Ufern bei Traunkirchen, sehr verbreitet war. Vermutlich war dies auch die Folge erhöhter Eutrophierung. Vermehrung oder Verschwinden seltenerer Arten war ebenfalls zu bemerken sowie das Auftreten einiger neuer Arten, die möglicherweise eingeschleppt wurden (Tourismus?), aber nicht eindeutig mit erhöhter Eutrophierung im Zusammenhang stehen müssen.

Bemerkenswert war auch, daß die erwähnten unterseeischen Wiesen von Vergißmeinnicht verschwunden waren.

Im ganzen gesehen waren demnach große Veränderungen im Bestand der Algengürtel vor sich gegangen, die eindeutig mit der Verunreinigung zusammenhängen.

5. Der Algenaufwuchs im Jahre 1985

Als ich vor wenigen Jahren den Traunsee wieder einmal besuchte, fiel mir sofort eine deutliche Veränderung des

Aufwuchses gegenüber 1976/77 auf. Es waren nämlich die grünen Algengürtel auf Steinen und Felswänden verschwunden.

Wie in der Einleitung erwähnt, wurde der See in den letzten Jahren saniert, indem ein Sammelkanal längs der Seeufer gelegt wurde (in Gmunden schon früher), in den die Abwässer von Altmünster und Traunkirchen fließen, wie mir von den Gemeinden bestätigt wurde.

Da irgendwelche Veränderungen der Lebewelt im See nur im Aufwuchs mit freiem Auge zu erkennen sind, wurde das Hauptgewicht bei der Untersuchung auf zahlreiche fotografische Aufnahmen gelegt, die als Dokumentation der Verhältnisse zu gelten haben. Die Wiedergabe muß hier, wie erwähnt, aus Kostengründen leider unterbleiben, es müssen beschreibende Schilderungen genügen. Eine mikroskopische Untersuchung erübrigte sich bei der dritten Bearbeitung des Sees.

Makroskopisch auffallend war vor der Sanierung des Sees fast überall das grüne Algenband und der Schleier von grünen Fadenalgen (Zygnemalen) die die blaugrauen Krusten von *Schizothrix* unterhalb der Schwankungszone überdeckten. Sowohl auf Steinen und Felsen als auch sehr auffallend auf Holzpfosten von Brücken (z.B. bei der Insel Orth) war die *Cladophora* fast verschwunden. Dies fiel auch besonders im Stadtbereich von Gmunden auf oder lokal bei knapp am See gelegenen Häusern sowie an Badestegen und dergl. mehr. Merkwürdigerweise waren makroskopisch noch geringe Bestände auf den Steilwänden des Traunsteins zu finden, und zwar in jenem südlichen Teil des Sees, wo die Wassermassen der noch belasteten Traun an die Wände des Traunsteins sozu-

sagen anprallen. An den Uferbefestigungen (Mauern) in der Bucht von Ebensee war *Cladophora* ebenfalls fast verschwunden.

Die früher stark verunreinigte Bucht von Altmünster war frei von *Cladophora*, schwimmende Watten waren nicht mehr zu sehen

Die in den Jahren 1976/77 stark entwickelte Rotalge *Bangia* war 1985 fast verschwunden, nur wenige Fäden waren hie und da zu finden. Wie bereits erwähnt, könnte dies auf ein sonnenloses Frühjahr, und dies war 1985 der Fall, oder auf den Rückgang der Eutrophierung zurückzuführen sein. Meiner Meinung nach dürfte letzteres zutreffen. Da vergleichende Beobachtungen an dieser interessanten, seltenen Alge fehlen, ist eine eindeutige Erklärung der Verhältnisse nicht möglich. Die früher zurückgegangene *Tolypothrix pen.*, ebenso stellenweise *Rivularia haem.* und manche Begleiter waren 1985 wieder mehr oder weniger üppig entwickelt, ähnlich wie 1954/55.

Auffallend war auch, daß die grünen Fadenalgen an tieferen Stellen so vermindert waren, daß die blaugrauen Krusten der *Schizothrix lac.* in ihrer typischen Färbung wieder deutlich zu erkennen waren. Zu erwähnen ist noch, daß die unterseeischen Wiesen von Vergißmeinnicht am Westufer verschwunden blieben, vermutlich hat ihnen die frühere Eutrophierung des Sees doch geschadet.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Litoralflora ihren normalen Zustand nach Beendigung der Eutrophierung des Sees durch häusliche Abwässer wiedererlangt hat, wie dies auch im Lehrbuch von RUTTNER (1962) geschildert wird.

6. Vergleich mit anderen Seen

Um die Tatsachen, die im Traunsee festgestellt wurden, glaubhafter zu machen, scheint es geboten und interessant, einen Vergleich mit anderen ähnlichen Seen anzustellen.

In den Jahren 1930 bis 1932 wurde der litorale Aufwuchs nach orientierenden Untersuchungen von BREHM & RUTNER (1926) im Lunzer Untersee (Niederösterreich) von mir bearbeitet, KANN (1933). Es wurden sehr ähnliche Verhältnisse wie später im Traunsee 1954/55 beobachtet, wie z. B. dieselbe Zonierung der Algengürtel und derselbe Artenbestand. Da die Besiedlungsdichte am Nordufer des Lunzer Untersees relativ stark zugenommen hatte, wurde auch dieser See eutrophiert und im Aufwuchs traten weitgehende Veränderungen auf. So war es interessant, diesen See nach 45 Jahren, im Zeitraum von 1974 bis 1977, neuerdings zu untersuchen (KANN, 1982 a). Das Ergebnis war dem des Traunsees sehr ähnlich. *Cladophora glomerata* trat in größeren Mengen auf, obwohl sie 1932 fehlte und die Krustenalgen hatten sich wesentlich vermindert, wie z.B. *Tolypothrix penicillata* und *Galothrix parietina* aber *Rivularia haematites* war sogar völlig verschwunden. Die Ursachen für dieses Verschwinden sind nicht eindeutig zu erklären und dürften nicht allein auf die Eutrophierung zurückzuführen sein.

Auch an diesem See wurde 1983 am Nordufer ein Sammelkanal gelegt, so daß keine Abwässer der einzelnen Häuser mehr in den See gelangen. Wenn auch keine Detailuntersuchungen von mir durchgeführt wurden, konnte ich 1985 eine weitgehende Verminderung der *Cladophora* feststellen und wieder ein stärkeres Auftreten der verminderten Algen.

Gleichzeitig mit der zweiten Untersuchung des Traunsees

erfolgte in den Jahren 1975-1976 eine erste Untersuchung des litoralen Algenaufwuchses im sehr ähnlichen Attersee (KANN, 1982 a) Dieser reine, noch als oligotroph zu bezeichnende See zeigt mit wenigen Ausnahmen, fast möchte man sagen in klassischer Weise, eine klare Zonierung des Aufwuchses mit allen dazugehörigen typischen Begleitern. Nur *Bangia* fehlt in diesem See.

Nur lokal begrenzt an Stellen von am Ufer stehenden Häusern, meist Hotels und auch im Bereich der wenigen Ortschaften oder bei Badeanstalten war der Aufwuchs dadurch verändert, als eben auch hier *Cladophora gl.* auftrat, allerdings weniger üppig entwickelt als im Traunsee. *Tolypothrix* und *Rivularia* traten an diesen Stellen ebenfalls zurück.

Vom Bodensee liegen von MATTERN (1970) ähnliche Beobachtungen vor, der den See nach 50 Jahren wieder untersucht hatte. Diese Beispiele mögen genügen, um die Verhältnisse im Traunsee glaubhaft zu machen.

7 Zusammenfassung

In den Jahren 1954/55 wurde die litorale Algenbiozönose das erste Mal untersucht. Es zeigte sich wie in einigen anderen alpinen Seen im Seespiegelschwankungsbereich eine Zonierung der Algenbestände, die sich hauptsächlich aus bestimmten Arten der Cyanophyten (*Tolypothrix penicillata*, *Rivularia haematites*, *Schizothrix lacustris*), der Chlorophyten (*Zygnemalen*, *Cladophora glomerata*) und der Rhodophyte *Bangia atropurpurea* zusammensetzte.

Durch eine zunehmende Besiedlungsdichte längs der Seeufer gelangten später häusliche Abwässer in den See, die ihn stark eutrophierten und die Biozönose veränderten, wie

dies Untersuchungen in den Jahren 1976/77 deutlich zeigten. In der Schwankungszone waren fast überall die Chlorophyten sehr üppig entwickelt, insbesondere *Cladophora glomerata* aber stellenweise auch die Rhodophyte *Bangia atropurpurea*. Die Gürtel bildenden Cyanophyten *Tolypothrix* und *Rivularia* waren hingegen in ihren Beständen vermindert und *Schizothrix* von grünen Fadenalgen überzogen. Nachdem ein Sammelkanal längs der Ufer für die Aufnahme der Abwässer gebaut war, nahm die Eutrophierung in einem solchen hohen Maße ab, daß bei der dritten Untersuchung 1985 Verhältnisse zu beobachten waren, wie sie für 1954/55 charakteristisch waren, vor allem die Abnahme von *Cladophora* und *Bangia*.

So wie im Traunsee wurden ähnliche Erscheinungen auch in anderen Seen festgestellt, wie z. B. im Lunzer Untersee (Niederösterreich), Attersee (Oberösterreich) und Bodensee (BRD)

SUMMARY

Pollution and long-term changes in the biocoenosis of algae in the littoral of Traunsee (Upper Austria).

Littoral algae in Traunsee were first investigated in the years 1954/55. Similar to other alpine lakes, a zonation was found within the littoralzone. This zonation primarily consists of characteristic species of cyanophytes (*Tolypothrix penicillata*, *Rivularia haematites*, *Schizothrix lacustris*), chlorophytes (*Zygnemales*, *Cladophora glomerata*) and rhodophytes (*Bangia atropurpurea*).

Observations in 1976/77 clearly revealed changes of the biocoenosis due to eutrophication brought about by domestic sewage effluents from the increased population along the shore. Within the littoralzone, chlorophytes, especially *Cladophora glomerata*, exhibited luxurious growth, as did the rhodophyte *Bangia atropurpurea* in certain places. The cyanophytes *Tolypothrix* and *Rivularia* on the other hand were greatly in abundance and *Schizothrix* was over-grown by filamentous green algae.

Because of sewage diversion, eutrophication dramatically decreased. The third investigation in 1985 therefore revealed a situation comparable to the years 1954/55 especially with respect to *Cladophora* and *Bangia*.

Literatur

- BAUMANN, E. (1911): Die Vegetation des Untersees (Bodensees).- Arch Hydrobiol Suppl.1
- BOLAS, P , LUND, J.W.G. (1974) Some factors affecting the growth of *Cladophora glomerata* in the Kentish stour.- Water Treatment and Examination 23, 25-51.
- BREHM, V., RUTNER, F (1926) Die Biozöosen der Lunzer Gewässer.- Int Rev ges Hydrob Hydrog Bd. 16 281-391.
- FINDENEKG, I. (1967): Die Verschmutzung österreichischer Alpenseen aus biologisch-chemischer Sicht.- Ber. z. Raumforschung und Raumplanung 11.Jg.,H.4, 3-12; Hsg. ÖGRR, Wien.
- FLÖGL, H. (1974): Die Reinhaltung der Salzkammergutseen.- Öst Wasserw 26.Jg., 5-11.
- FOREL, F.A. (1877) Notés sur les galets sculptés de la grève des Lacs.- Proc.verb.de la soc.Vaud.des Sc. Nat. 7.nov., 1-6.
- GOLUBIĆ, S., KANN, E. (1967): Zur Klärung der taxonomischen Beziehungen zwischen *Tolypothrix distorta* KÜTZING und *T. penicillata* THURET (Cyanophyta).- Schweiz Z Hydrol Vol.29, 145-160.
- HEHENWARTER, E. (1958): Traunsee und Traun. Eine abwasserbiologische Übersicht des Traun-Ager-Alm-Krems-Gebietes.- ÖAR H.4/5, 51-64.
- JAAG, O. (1938): Die Kryptogamenflora des Rheinfalls und des Hochrheins von Stein bis Eglisau.- Mitt Naturf Ges Schaffhausen H.XIV,Nr.1, 1-158.
- KANN, E. (1933) Zur Ökologie des litoralen Algenaufwuchses im Lunzer Untersee.- Int Rev ges Hydrob Hydrog Bd. 28, 172-227.
- (1940) Ökologische Untersuchungen an Litoralalgen ostholsteinischer Seen.- Arch Hydrobiol Bd. 37, 177-269.
- (1941): Krustensteine in Seen.- Arch Hydrobiol Bd.37, 504-532.
- (1945): Zur Ökologie der Litoralalgen in ostholsteinischen Waldseen.- Arch Hydrobiol Bd.41, 14-42.
- (1959): Die eulitorale Algenzone im Traunsee (Oberösterreich) Arch Hydrobiol Bd.55, 129-192.

- KANN, E. (1982a) Qualitative Veränderungen der litoralen Algenbiozönose österreichischer Seen (Lunzer Untersee, Traunsee, Attersee) im Laufe der letzten Jahrzehnte.- Arch Hydrobiol Suppl.62, 440-490 (Monographische Beitr.)
- (1982b): Die litorale Algenvegetation des Zeller Sees (Salzburg, Österr.) Arch Hydrobiol Bd.94, 492-501.
- LAUTERBORN, R. (1922): Die Kalksinterbildungen in den unterseeischen Felswänden des Bodensees und ihre Biologie.- Mitt.Bad.Landesver.Naturkunde u. Naturschutz, Freiburg i.Breisgau N.F.1, 209-215.
- LE ROUX, M. (1907/08): Recherches biologiques sur le lac d'Annecy.- Ann Biol lac 2, 220-287
- MATTERN, H. (1970): Beobachtungen über die Algenflora im Uferbereich des Bodensees (Überlinger See und Gnadensee) Arch Hydrobiol Suppl.37, 1-163.
- RUTTNER, F. (1962): Grundriß der Limnologie (Hydrobiologie des Süßwassers) 3.Auflg.- Vlg. W.de Gruyter & Co., Berlin.
- SCHRÖTER, C., KIRCHNER, O. (1896 u. 1902) Die Vegetation des Bodensees.- Bodenseeforschungen 9.Abschnitt, 1-122.
- SEIDEL, K. (1957): Zweiter Fund von *Myosotis palustris* L. forma *submersiflorens*.- Arch Hydrobiol Bd.53, 3.
- ZIMMERMANN, P (1928): Über Algenbestände aus der Tiefenzone des Bodensees. Zur Ökologie und Soziologie der Tiefseepflanzen.- Z Bot 20, 1-35.
- (1961): Experimentelle Untersuchungen über die ökologische Wirkung der Strömungsgeschwindigkeit auf die Lebensgemeinschaften des fließenden Wassers.- Schweiz Z Hydrol Vol.23, 1-81.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Wasser und Abwasser](#)

Jahr/Year: 1986

Band/Volume: [1986](#)

Autor(en)/Author(s): Kann Edith

Artikel/Article: [Verunreinigung und Veränderungen in der litoralen Algenbiozönose des Traunsees \(Oberösterreich\); Ergebnisse jahrzehntelanger Beobachtungen 237-260](#)