

Biologischer Schutz unserer Seen durch Pflanzen

Die klassischen Seentypen unserer Breitengrade — nämlich den *oligotrophen* See mit seiner großen Tiefe im Verhältnis zu seiner Wasseroberfläche, seinem kalten, nährstoffarmen Wasser und seinem steinigen Ufer fast ohne Bewuchs, den *eutrophen* See mit seiner großen Wasseroberfläche im Verhältnis zur geringeren Wassertiefe, seinem Nährstoffreichtum, seiner flachen, verlandenden Uferzone, meist mit üppigem Pflanzenwuchs, den *dystrophen* See mit seinem huminsauren Wasser, im moorigen Gebiet gelegen und von entsprechender Vegetation umgeben — sie hat es in diesen Idealformen damals, als diese Begriffe von Prof. Einar NAUMANN (Schweden) eingeführt wurden, sicher gegeben. Denn ehemals wurden die Seen vorwiegend nur durch ihre natürliche Umgebung geprägt. Doch wirken heute in stets steigendem Maße zivilisatorische Faktoren auf die Seen ein.

Man kultivierte die Randzone der Seen immer intensiver, legte Straßen und Bahndämme in unmittelbarer Ufernähe an, riß damit die Ufer auf oder stampfte sie wie Beton fest und beschüttete sie oft mit Unrat. Die Veränderungen unserer Seen bestehen längst nicht mehr in einer natürlichen Alterung, d. h. einer Verlandung durch Zuwachsen vom Land her. Sie werden vielmehr durch unnatürliche Faktoren bestimmt, die oft schockartig auf die Seen einwirkten. Viele Seen haben kaum mehr die genügende Lebenskraft, diese negativ wirkenden Einflüsse aufzuarbeiten. Anreicherungen von Ballast- und Schadstoffen, Schlamm- und Sauerstoffmangel und Bildung giftiger Gase sind die Folge.

Ihre Krankheitsgeschichte ist hinlänglich bekannt: Die *Ursache* liegt besonders in den einfließenden Abwässern, die oft direkt aus den Wohnsiedlungen, Touristengebieten und Industrien kommen. Überdüngung durch

die Landwirtschaft der Umgebung und Abflüsse von Kläranlagen aus ständig wachsenden Siedlungen tragen ebenso zur Verschlechterung der Wassergüte bei, wie Öle und Phenole von nahegelegenen Straßen und Eisenbahnen.

Es erhebt sich die Frage, wie solchen Einflüssen durch einen biologischen Seenschutz, also durch vorwiegend untechnische Maßnahmen, begegnet werden kann:

Wichtig ist es zunächst, daß ein Vorfilter, also ein breiter Landstreifen am See in naturhaftem Zustand bleibt. Ein gesunder lockerer Boden ist reich an Luft und reich an Mikroben. Beides — im Verein mit einem gesunden Pflanzenbewuchs — kann schon viele Schadstoffe zurückhalten und abbauen. Leider finden wir statt dessen an den Seeufern allzu oft harte Straßen und Bahndämme, Fabrikgelände, Camping- und Parkplätze. Das belastete Wasser fließt, ohne Kontakt zu seinen natürlichen Aufbereitern zu bekommen, in den See.

Der zweite Filter, den die belasteten Wässer passieren sollten, bevor sie sich mit dem Seewasser mischen, ist der in der Uferzone gelegene Pflanzenbüschel. Hier nun erwächst dem Biologen, speziell dem Hydrobotaniker eine wichtige Aufgabe: Nämlich die prinzipielle Klärung der Frage, inwiefern ein Seenschutz durch Pflanzen möglich ist (Wassertiere, niedere Pflanzen, Bakterien und auch der für die Fischerei so wichtige „Aufwuchs“, der an den Wasserpflanzen haftet, sollen an dieser Stelle *nicht* diskutiert werden).

Wir wählten für unsere Aufgabe 10 Pflanzenarten aus, deren Blätter und Halme sich über die Wasseroberfläche erheben:

Flechtbinse (*Scirpus lacustris*)

Segge (*Carex stricta*)

Gelbe Wasser-Schwertlilie (*Iris Pseudacorus*)

Schmalblättriges Schilf („Rohrkolben“) (*Typha angustifolia*)

Wasserschwaden (*Glyceria aquatica*)

Rohr („Schilf“) (*Phragmites communis*)

Kalmus (*Acorus Calamus*)

Ästiger Igelkolben (*Sparganium erectum*)

Wasservergißmeinnicht (*Myosotis palustris*)

Wasserminze (*Mentha aquatica*)

Es sollte zunächst verglichen werden, in welchen Mengenverhältnissen die genannten Pflanzen Nähr- und Spurenstoffe aufnehmen. Zu diesem Zweck wurden die oberirdischen Pflanzenteile getrocknet und der Gehalt an Kalzium, Magnesium, Phosphor, Kalium, Natrium, Eisen und Silizium, sowie der Gehalt an Spurenelementen Kupfer, Kobalt, Zink, Nickel, Molybdän, Mangan und Bor pro kg Trockensubstanz bestimmt.

Obwohl nun alle Pflanzen dem gleichen Standort entstammten und den gleichen Witterungseinflüssen ausgesetzt waren, zeigte sich, daß sie unterschiedlich große Mengen von Nähr- und Spurenelementen aufgenommen hatten:

Es fällt die sehr starke Eisenaufnahme durch das Wasservergißmeinnicht und der hohe Kalziumgehalt der gelben Schwertlilie und der Wasserminze auf. Vor allem ist der sehr hohe Mangan Gehalt vom Wasservergißmeinnicht und von der Flechtbinse bemerkenswert.

Da aber die genannten Pflanzenarten verschieden dicht und hoch über die Wasseroberfläche emporwachsen, so ist es für die Beurteilung der Nährstoffaufnahme am Standort aufschlußreicher, die Flächenleistung der untersuchten Pflanzen zu berechnen und zu vergleichen.

So ergibt sich für das Wasservergißmeinnicht trotz des hohen Eisengehaltes von 10 g pro kg Trockensubstanz nur eine Flächenleistung von etwa 3 g/m², während eine Segge mit nur etwa 4 g Eisen pro kg Trockensubstanz eine Flächenleistung von 10 g/m² erbringt. Betrachtet man die Aufnahme von Mangan pro m², so fällt die hohe Leistung der Flechtbinse mit 4032 mg/m² auf. Das Aufnahmevermögen der Flechtbinse für Natrium, Silicium, Phosphor,

Molybdän, Zink, Kobalt und Kupfer ist, als Flächenleistung gesehen, ebenfalls ungewöhnlich hoch.

Eine weitere Frage war, was mit der gebildeten Pflanzenmasse nach dem Absterben der Halme und Blätter geschieht. Denn fast alle in der Liste aufgeführten Arten sterben über Winter bis zum Wurzelstock ab. Es ist bekannt, daß Schilf und Rohr, wenn sie nicht im Herbst geschnitten werden, ihre gebildete Halmmasse wieder an das Wasser zurückgeben. Diese wirkt dort beim Zerfall sauerstoffzehrend und trägt sogar zur Anreicherung von Zelluloseschlamm bei. Ausnahmen hiervon bilden der Wasserschwaden, dessen absterbende Blatteile völlig austrocknen und wie Papierstücke weggetragen werden, und vor allem die Flechtbinse, mit ihrer besonderen Bau- und Lebensweise.

Da die runden, knotenlosen Halme der Flechtbinse an der Halmbasis und nicht an der Spitze wachsen, stirbt sie von dem älteren Teil, eben der Halmspitze her, bis zur Wasseroberfläche ab. Darunter bleiben die Halme auch in den Wintermonaten grün und lebendig, d. h. sie atmen und assimilieren. Die Halme bestehen, je nach Stärke, bis zu 80% aus Luft. Sie sind so filigranartig unterkammert, daß sie, wann und wo sie auch abbrechen mögen, immer auf dem Wasser schwimmen. Das bedeutet, daß die gebildete Halmmasse irgendwo auf das Land geworfen wird.

Dieser Vorgang ist einer der wenigen, bei denen organisches Material, welches im Wasser gebildet wurde, wieder aus dem Wasser „ausgeschieden“ wird, d. h. dem Lande zum weiteren Abbau überantwortet wird. Durch hohen Arbeitseinsatz erreichen die Fischer im Winter beim Schneiden des Schilfes etwas Ähnliches. Dies ist aber mit viel Mühe verbunden und auch nur an geeigneten Stellen des Sees möglich, wenn dieser tragfähiges Eis gebildet hat.

Der lufthältige Halm der Flechtbinse vermag durch eine Unzahl von mikroskopisch kleinen Öffnungen (Spaltöffnungen) auf seiner Oberhaut auch außerhalb der Assimilati-

onstätigkeit das umgebende Wasser mit Sauerstoff zu versorgen, wie durch Versuche nachgewiesen wurde. Tatsächlich ist der Halm eine senkrechte Drainageröhre, die den Luftraum ins Wasser hinein fortsetzt. Wenn die Binsenhalme im Winter in der Eisdecke einfrieren, so halten sie den Luftaustausch aufrecht. Man muß sich vorstellen, was es für die Gesundheit der Uferzone bedeutet, wenn z. B. je m² 200 Halme von ca. 1 cm Durchmesser bis 1 m tief im Wasser stehen und ständig Sauerstoff aus der Atmosphäre an den See abgeben.

Nicht nur von der Stoffaufnahme her, sondern auch durch das Schicksal der Halmmasse im Winter schien es erfolgversprechend und interessant, weitere Untersuchungen über die Flechtbinse anzustellen.

Was die allgemeine Nährstoffaufnahme der Wasserpflanzen betrifft, so wäre es eine unrichtige Vorstellung, wenn wir die Ergebnisse aus dem oben erwähnten Versuch als die stets gleichbleibenden Aufnahmemengen für jede einzelne Pflanzenart annehmen würden. Ändern wir z. B. das Substrat und versorgen dabei die Versuchspflanze — hier die Flechtbinse — mit der gleichen Nährlösung, so reichern sich die Mineralstoffe auf Torf-, Schlamm-, Sand-, Kies-, Lehmboden und in Hydrokultur in verschiedener Weise an. Außerdem zeigt sich, daß Halm, Wurzelstock und Wurzel derselben Pflanze die Elemente in verschiedenem Maße speichern und daß auch die Wassertiefe, in der die Binse wächst, Einfluß auf den Mineralstoffgehalt der Pflanzenteile hat. Was aber in unserem Zusammenhang am wichtigsten ist: Die Flechtbinse kann aus abwasserbelastetem Wasser mehr Metallionen aufnehmen, als aus reinem Wasser; sie besitzt ein gewisses Speichervermögen für diese. Die Erhöhung des Metallionengehaltes bei Flechtbinsen aus belastetem Wasser betrug gegenüber Flechtbinsen aus reinem Wasser bei Kupfer das 2,5-fache, bei Kobalt das 3fache, bei Mangan das 10fache, bei Chrom das 50fache und bei Vanadium das 20fache.

Von besonderem Interesse ist ferner, daß die Flechtbinse dem Wasser Giftstoffe zu entziehen vermag. Diese Leistung erstreckt sich über das ganze Jahr.

Die Pflanze kann sogar in Konzentrationen von 500—1000 mg/l Phenol¹⁾ im Brunnenwasser wachsen und kann phenolhaltige Lösungen bis zu 600 mg/l restlos abbauen. Die Dauer dieses Abbaues verlängert sich mit der Höhe der Phenolkonzentration: In den Versuchen brauchten die Pflanzen zum Abbau von 10 mg/l Phenol 4 Tage, von 20 mg/l 9 Tage, von 40 mg/l 12 Tage, von 100 mg/l 29 Tage, von 200 mg/l 65 Tage, von 400 mg/l 106 Tage und von 600 mg/l 120 Tage.

„Füttert“ man die Flechtbinse mit weiteren, dem Phenol verwandten Verbindungen (es wurden neben dem Phenol 16 aromatische Kohlenwasserstoffe, die für Fische giftig sind, untersucht), so läßt sich feststellen, daß auch diese allmählich dem Wasser entzogen werden.

Auffallend war es, daß die Pflanzen beim Übersetzen in sehr starke Phenollösungen ihre älteren Halme abstießen und sogleich neue bildeten, die diesen giftigen Einwirkungen angepaßt waren.

Die Metallionen und Phenole verschwinden zwar durch die Flechtbinse aus dem Wasser, sie werden jedoch in der Pflanze nicht in den entsprechenden Mengen wiedergefunden. Untersuchungen zeigten, daß ein Teil der aufgenommenen Stoffe durch den Halm wieder ausgeschieden werden. Der Vorgang der Stoffabgabe der Pflanze an die Atmosphäre über die Blätter ist für Landpflanzen bekannt. Diese Abgabe und das Wegtragen als sogenanntes „Aerosol“ bildet zur Zeit einen wichtigen Forschungsgegenstand bei Kulturpflanzen. Für Wasserpflanzen ist diese Beobachtung neu und bei der Flechtbinse von besonderer Bedeutung.

Der Verbleib des Phenols konnte von uns nur zu einem Teil aufgeklärt werden. Ein geringer Teil wurde in der Pflanze gefunden, von dem wir noch nicht wissen, ob es der

¹⁾ Phenol wird in Konzentrationen über 6 mg/l als Fischgift wirksam und führt bereits in Konzentrationen darunter zu erheblichen Geschmacksverschlechterungen des Fischfleisches. (Anm. d. Red.)

eingebraute ist, ein weiterer Teil wird durch die Spaltöffnungen an die Luft abgegeben. Wir konnten nachweisen, daß z. B. Pflanzen, die in einer Phenollösung von 70 mg/l stehen, Phenol schon nach 90 Minuten gasförmig an die Atmosphäre abgeben.

Die Tatsache, daß durch die Flechtbinse organische Verbindungen aus dem Gewässer entfernt werden, ermutigte zu weiteren Versuchen, die sich mit dem Abbau organischer, schwer aufschließbarer Abwässer, z. B. aus der Zucker-, Hefe-, Stärke- und Fleischindustrie beschäftigten. Schließlich wurde auch noch eine Verminderung von Krankheitskeimen (*Escherichia coli*) beobachtet, wenn derartig belastete Wässer einen Binsenbestand durchfließen.

In gleicher Richtung wirkt auch die Wasserminze²⁾. Sie führte zu einem vollkommenen Verschwinden dieser Krankheitskeime. Es muß deshalb der Schluß gezogen werden, daß z. B. die Wasserminze, die in unseren Bächen zu Hause ist, nicht reines Wasser braucht, sondern reines Wasser schafft! Leider sind jedoch ihre abgestorbenen und abgestoßenen Blätter wiederum eine Belastung im stehenden Gewässer. Die Flechtbinse hingegen schafft gemäß ihres Bauplanes und ihrer biochemischen Leistung beides: Die Vernichtung der Colibakterien und das Entfernen ihrer eigenen, abgestorbenen Halmmasse.

Dr. med. ALTHAUS, Abteilungsleiter am Hygieneinstitut Gelsenkirchen, der die Flechtbinsen-Versuchsanlage in Urach im Januar 1966 mehrere Tage lang untersuchte, kommt zu folgender Aussage:

Besondere Beachtung verdienen aber die Ergebnisse der bakteriologischen Untersuchungen. Das (durch einen Flechtbinsenbestand) biologisch gereinigte Abwasser hat eine Beschaffenheit, wie sie von herkömmlichen Kläranlagen bislang nicht erreicht worden ist. Bekanntlich lassen sich in den Kläranlagenabläufen in der Regel auch Salmonel-

len (Erreger typhusartiger Erkrankungen) nachweisen. Wir konnten trotz intensiven Untersuchungen mit Hilfe von Spezialanreicherungsverfahren solche nicht finden. Auch führten wir Untersuchungen auf Wurmeier durch. Während in den Proben des Einlaufs erwartungsgemäß Madenwürmer, Spulwürmer sowie Trichinen nachgewiesen wurden, war die Probe des Ablaufs frei von Wurmeiern. In bakteriologischer und biologischer Hinsicht übertreffen diese Ergebnisse die heutigen Vorstellungen. Es wird eine Reinigung des Abwassers erreicht, die bislang nicht für möglich gehalten wurde.“

Die Ergebnisse der experimentellen Untersuchungen weisen auf die Eignung der Flechtbinse für die Wasserverbesserung hin. Warum gerade sie im besonderen für den biologischen Seenschutz geeignet ist, soll in folgenden Punkten zusammengefaßt werden:

1. Die große Anpassungsfähigkeit dieser ausdauernden Pflanze an den Standort, seinen Untergrund, an die Wasserqualitäten, an Überflutungen usw.

2. Die Ungefährlichkeit der Pflanze, denn sie kann weder verwildern, noch sind ihre Halme oder Früchte giftig.

3. Die ganzjährige Leistung der Pflanze. Der Wurzelstock schiebt im Folgewachstum, über das ganze Jahr verteilt, Halme an die Gewässeroberfläche. Im Winter bleiben sie unter ihr.

4. Der enge Halmstand, den wir oberhalb der Wasseroberfläche sehen, und der Knospenstand unter Wasser ist so eng, daß die Schwabestoffe eingefangen werden und sich absetzen müssen.

5. Die große Aufnahme von Ballaststoffen und Schadstoffen aus dem Gewässer und die teilweise Abgabe an die Atmosphäre.

6. Die Sauerstoffübertragung durch die Pflanze aus der Atmosphäre in die Gewässer zusätzlich zur Assimilation. Sie findet auch beim Einfrieren der Halme statt.

7. Das Abtöten krankheitserregender Keime.

²⁾ Es gibt übrigens auch Wasserpflanzen, die die Anzahl von Colibakterien erhöhen helfen!

8. Die Übertragung von organischem Material in gebundener Form als Halme auf das Land.

9. Die Verwendbarkeit der Halme. Sie sind ein gesuchtes Flechtmaterial für die sogenannten Worpweder Stühle. Deutsche Importfirmen bemühen sich heute, diese Flechtbinsenhalme in Polen und Rumänien aufzukaufen, weil Holland gar nicht mehr genug zu liefern imstande ist. Auch als Futtermittel und Humuslieferant können sie eine Rolle spielen, wie wir z. B. aus den großen Ebenen am Skutari-See wissen, die durch Binsenhumus in fruchtbare Weinfelder verwandelt wurden.

Bei Durchführung von Pflanzungen zum biologischen Seenschutz ist folgendes zu sagen: Kleine realisierbare Schritte als Beitrag zum biologischen Seenschutz erscheinen wichtiger als große, unrealisierbare. Es darf darum gesagt werden:

1. Alle senkrecht wachsenden, eng stehenden Wasserpflanzen, die aus dem Wasser herausragen, können durch Sedimentation von Schwebstoffen und Aufnahme von Ballaststoffen einen wesentlichen Beitrag zum Gewässerschutz leisten. Die meisten Pflanzen müssen im Herbst geschnitten werden, weil sonst ihre abgestorbenen und abgestoßenen Teile zur Gewässerbelastung, zum Sauerstoffschwund und zur Bildung von Zelluloseschlamm beitragen können. Eine Ausnahme bilden der Wasserschwaden, der jedoch von geringerer Bedeutung ist, und die Flechtbinse, die gemäß ihres Bauplanes, ihrer Bauelemente und ihrer physiologischen Wirkungsweise zum biologischen Seenschutz besonders geeignet erscheint.

2. Die Flechtbinsenpflanzungen in der Uferzone des Sees haben eine physikalische und biochemische Wirkung: Sie filtern und sie eliminieren.

3. Die bestehenden Pflanzenbestände müssen gepflegt werden, weil es viel schwieriger ist, Neupflanzungen im Wasser vorzunehmen.

4. Es wäre nützlich, in der Uferzone künstliche Pflanzbänke zu schaffen, indem aus dem See kiesiger Untergrund aufgebaggert oder vom Land her in den See eingebracht wird. Das sollte besonders an den Einmündungen belasteter Bäche oder Abwässereinleitungen geschehen. Diese Sand- oder Kiesbänke wären leicht zu bepflanzen.

5. Es wäre zu überlegen, ob man nicht Abwasserzuflüssen zu Seen selbst auf diese wirksame Weise bepflanzen sollte. Allerdings ist dabei zu beachten: Einmal sollen die Pflanzen im nährstofffreien Substrat stehen, damit sie sich tatsächlich aus dem durchfließenden Abwasser ernähren. Zum ändern ist es wesentlich, daß das belastete Wasser an dem Wurzelhorizont und an den Halmen vorbeistreicht.

6. Kläranlagen, die am See liegen, sollten eine Flechtbinsenpflanzung als 3. Reinigungsstufe erhalten, um aus dem die Kläranlage verlassenden Abwasser die gelösten organischen und anorganischen Stoffe, pathogene Keime, Phenole und Cyanide weitgehend zu entfernen, wie es z. B. die Stadt Lindau im Anschluß an ihre neue Kläranlage im Versuch durchführt.

Lest und verbreitet

„Österreichs Fischerei“

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichs Fischerei](#)

Jahr/Year: 1967

Band/Volume: [20](#)

Autor(en)/Author(s): Seidel Käthe

Artikel/Article: [Biologischer Schutz unserer Seen durch Pflanzen 3-7](#)