

- (5) DEELDER, C. L.: (1976) „The Problem of the supernumary Zones in Otoliths of the European Eel (*Ang. anguilla*); a Suggestion to cope with it' *Aquaculture*, 9, S. 373 - 379
- (6) HACKER, R. und MEISRIEMLER, P. (1978) „Vorläufiger Bericht über Wachstumsuntersuchungen am Aal (*Ang. anguilla*) des Neusiedler Sees“ *Österreichs Fischerei*, 31, S. 29 - 35.
- (7) EINSELE, W.: „Über das Wachstum des Aales in österreichischen Gewässern“ *Österreichs Fischerei*, 14, S. 136 - 138.

R. Müller

Aus dem Seenforschungslaboratorium der EAWAG/ETH in Kastanienbaum, Schweiz

# Ein Versuch zur biologischen Entkrautung von Gewässern

## 1. Einleitung

Von allen Verfahren zur Gewässerentkrautung stellt die biologische Methode mit Hilfe von Graskarpfen die wohl interessanteste dar. In der Literatur (BOHL, 1971, BARTHELMES, 1977) werden dafür folgende Gründe angeführt: minimale Schädigung der Umwelt, geringer Aufwand an Arbeitszeit, mäßige Investitionskosten, zusätzlicher Fischertrag. Der Nachteil liegt darin, daß nicht in jedem Fall ein anhaltender Erfolg garantiert werden kann. Es drängen sich daher besondere Abklärungen auf darüber, für welche Gewässertypen Mitteleuropas und unter welchen Bedingungen Graskarpfen als biologische Entkrauter geeignet sind. Im Zusammenhang mit diesem Problemkreis sollte der vorliegende Versuch Aufschluß darüber bringen, ob und bei welcher Bestandesdichte sich Graskarpfen zur wirksamen Bekämpfung der Wasserpflanzen in seichten Kleingewässern des schweizerischen Mittellandes einsetzen lassen, ohne die geschützten Pflanzen wie Seerosen und Rohrkolben zu gefährden.

## 2. Das Versuchsgewässer

Als Gewässer für den Besatzversuch wurde der Mittlere Oermisweiher zwischen Zürich und Winterthur ausgewählt. Er entstand durch das Torfstechen während des Zweiten Weltkrieges und ist dementsprechend seicht. Seine mittlere Tiefe beträgt ca. 1,2 m, die maximale Tiefe ca. 2,5 m und die Oberfläche ca. 0,21 ha. Der Grund ist mit einer etwa 1 m dicken Schlammschicht bedeckt. Der Weiher verkrautet jeden Sommer stark. Bei den Pflanzen handelt es sich fast ausschließlich um Tausendblatt (*Myriophyllum sp.*), das zeitweise von Fadenalgen überwuchert wird.

Im Frühjahr 1976 wurden in diesem Weiher mittels Drahtgeflecht drei Versuchsareale eingezäunt, zwei von je 136 m<sup>2</sup> (A 1 und A 2) und ein drittes (Kontrolle) von 50 m<sup>2</sup> Oberfläche. Die Versuchsareale mit einer mittleren Tiefe von 1 m wiesen zu Beginn des Versuches einen ungefähr gleich starken Bewuchs auf. Die Entwicklung des Pflanzenbewuchses im Verlaufe des Versuches wurde mit Hilfe von fotografischen Aufnahmen erfaßt, da es wegen der beschränkten Größe der Versuchsareale nicht vertretbar erschien, in regelmäßigen Abständen quantitative Proben des Bewuchses in den Arealen selbst zu erheben. Die Wassertemperatur in den Versuchsarealen wurde während der Vegetationsperiode wöchentlich ein- bis dreimal in 20 cm Tiefe gemessen.

### 3. Versuchsablauf und Ergebnisse

Am 10. 4. 1976 wurden die Drahtgehege mit insgesamt 90 zweisömmerigen Graskarpfen (*Ctenopharyngodon idella*) besetzt. Die eingesetzten Fische waren zuvor einzeln gemessen, gewogen und mit Kiemendeckelmarken individuell markiert worden. Areal A1 erhielt 60 Fische und A2 deren 30, während das Kontrollareal leer blieb. Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die verwendeten Versuchsfische.

**Tabelle 1:** Versuchsfische und Abfischungsergebnisse; Mittelwerte  $\pm$  Standardabweichungen. Zahlen in Klammern: Individuenzahl.

	Areal 1	Areal 2
Anzahl der eingesetzten Fische	60	30
Durchschnittslänge (mm)	259,5 $\pm$ 20,4	255,5 $\pm$ 16,9
Durchschnittsgewicht (g)	183,8 $\pm$ 45,2	171,8 $\pm$ 33,1
Anzahl der wiedergefangenen Fische	35	20
Durchschnittslänge (mm)	318,5 $\pm$ 29,1 (23)	333,4 $\pm$ 23,4 (16)
Durchschnittsgewicht (g)	359,6 $\pm$ 92,6 (24)	387,5 $\pm$ 73,5 (16)
Mittlerer individ. Längenzuwachs (mm)	59,26 $\pm$ 20,06 (23)	76,25 $\pm$ 18,27 (16)
Mittlerer individ. Gewichtszuwachs (g)	171,7 $\pm$ 67,1 (24)	212,8 $\pm$ 59,8 (16)
Registrierte Abgänge	19	6
Sonstige Verluste	6	4
Verlorene Marken	11	4
Besatzdichte Einsatz:		
Fische/ha	4400	2200
kg/ha	805	376
Besatzdichte Abfischen:		
Fische/ha	2600	1500
kg/ha	935	581
Ertrag kg/ha	130	205

Bald nach dem Einsatz schon konnten die Fische, besonders an sonnigen Tagen, in Rudeln nahe der Wasseroberfläche festgestellt werden. Mit steigender Wassertemperatur konnte man immer mehr Graskarpfen beim Fressen beobachten, wobei sie offensichtlich Fadenalgen (erst *Spirogyra* von April bis Mitte Juni, später *Cladophora*, *Zygnema* und *Mougeotia*) dem stark wuchernden Tausendblatt (*Myriophyllum spicatum*, *M. verticillatum*) vorzogen. Erst mit dem Verschwinden der Fadenalgen, etwa Mitte August, begannen sie in stärkerem Maße, Tausendblatt zu verzehren. Die zeitliche Entwicklung des Pflanzenbewuchses ist in den Abb. 1 und 2 dargestellt. Der Temperaturverlauf in den Versuchsarealen ist in Abb. 3 wiedergegeben, wobei die Tagesmaxima mit Hilfe eines eigens dafür entwickelten Temperaturmodells nachsimuliert wurden.

Abb. 1: Zeitliche Entwicklung des Fadenalgenbestandes in den Versuchsarealen. Ordinate: Flächenbedeckung in Prozent; geschätzte Werte.

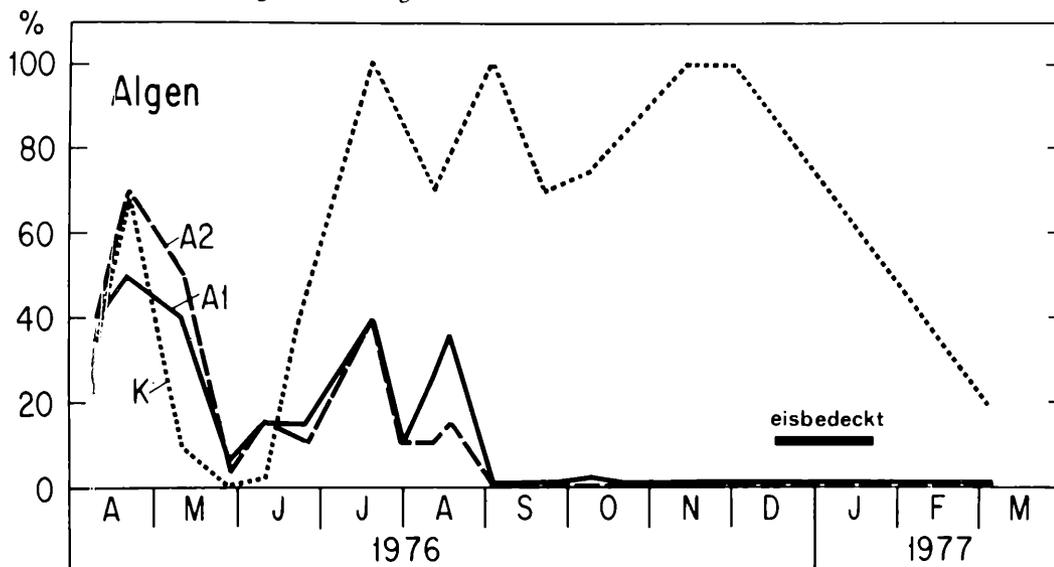
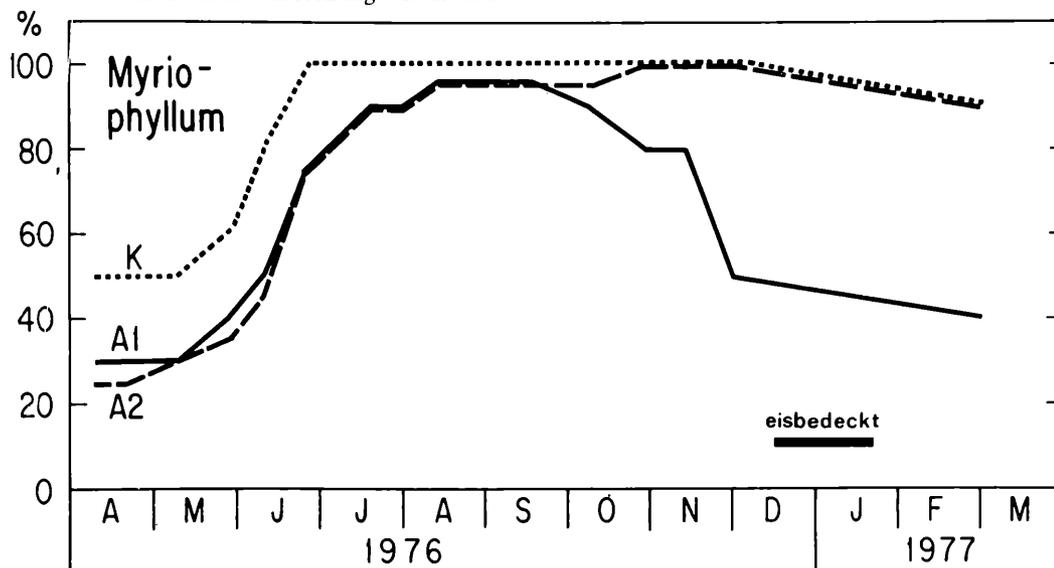


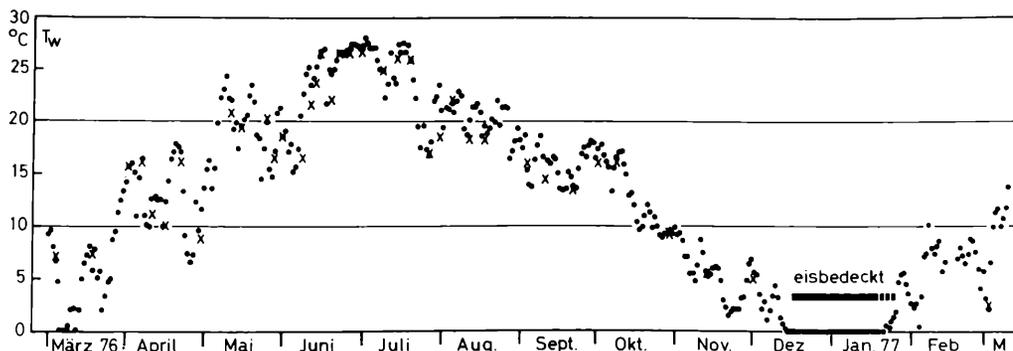
Abb. 2: Zeitliche Entwicklung des Bestandes an Tausendblatt (*Myriophyllum sp.*) in den Versuchsarealen. Darstellung wie in Abb. 1.



In diesem Zusammenhang erscheint es bemerkenswert, daß sich der Krautbewuchs außerhalb der Drahtgehege weit weniger stark ausbildete als innerhalb. Die vielen Wasservögel – 1 Paar Schwäne, zahlreiche Blässhühner und Stockenten – dürften für dieses Phänomen verantwortlich sein, konnten sie doch regelmäßig beim Abweiden der submersen Makrophytenbestände beobachtet werden.

**Abb. 3:** Temperaturverlauf in den Versuchsarealen, Oberfläche.

Punkte: nachberechnete Tagesmaxima;  
Kreuze: gemessene Werte.



Chemisch-physikalische Untersuchungen des Wassers im Juni 1976 ergaben enorme tägliche Schwankungen des Sauerstoffgehalts. Das mittelharte, bräunlich gefärbte Wasser von schwacher Trübung enthielt 12,3 mg O<sub>2</sub>/l (160% Sättigung) am späten Nachmittag und örtlich nur 2,5 mg O<sub>2</sub>/l (31% Sättigung) am frühen Morgen.

Am 2. 3. 1977, elf Monate nach Versuchsbeginn, wurden die Areale mit Elektrofängergät und Spiegelgarn abgefischt. Von den in A1 eingesetzten Fischen konnten noch deren 35 (58,3%), in A2 deren 20 (66,7%) gefangen werden. Tabelle 1 gibt eine Zusammenfassung der Abfischungsergebnisse und der Wachstumsleistungen der Versuchsfische. Das Abfischungsergebnis kann als befriedigend beurteilt werden.

Bezieht man den Abfischungserfolg auf die höchstmöglich vorhandene Anzahl Fische – nach Abzug der bekannten Verluste –, so erhält man sogar 85,4% (A1) bzw. 83,3% (A2). Diese Werte schließen die unbemerkten Verluste ein und dürfen als sehr gutes Wiederfangresultat angesehen werden. Es wird sich auch in Zukunft empfehlen, bei der elektrischen Abfischung von Weihern diese mit Spiegelgarnen in Korridore zu unterteilen, die einzeln abgefischt werden können, wobei ein großer Teil der Fische vom elektrischen Strom in die Netze gescheucht wird, wo sie leicht behändigt werden können.

#### 4. Diskussion

Nach den in den Abb. 1 und 2 dargestellten Ergebnissen fraßen die Graskarpfen – wenn auch zögernd – zuerst die Fadenalgen, die an der Wasseroberfläche aufrahten. Ein solches Verhalten konnte denn auch wiederholt direkt beobachtet werden. Diese Bevorzugung der Fadenalgen *Spirogyra* und *Mougeotia* steht zwar im Widerspruch zu Berichten von PROWSE (1971), wonach Graskarpfen in Malakka diese beiden Algenarten verschmähten. Nach PENZES und TÖLG (1966) allerdings fressen Graskarpfen *Spirogyra* mit großem Appetit. Aufgrund unserer Erfahrungen dürften doch die eingesetzten Fische für das Verschwinden der Fadenalgen verantwortlich sein, da die Fadenalgen im Kontrollareal bis zum Zufrieren des Gewässers einen dichten Teppich bildeten. Die Ergebnisse zeigen aber auch, daß die Graskarpfen, trotz hoher Besatzdichte, die ihnen zugeordnete Aufgabe der Pflanzenvernichtung vorerst nur ungenügend erfüllten. Man darf dabei aber eines nicht außer acht lassen: Normalerweise bleiben Graskarpfen mehrere Jahre oder sogar ihr ganzes Leben lang im Einsatzgewässer, besonders dann, wenn es sich um ein größeres, schwierig befischbares Gewässer handelt. Sollen die eingangs aufgestellten Bedingungen erfüllt werden, so darf kein Überbesatz auftreten. Bei den anfangs eingesetzten Fischen ist im ersten Einsatzjahr

erfahrungsgemäß mit Verlusten von ca. 20 bis 30% zu rechnen, in den darauffolgenden Jahren jedoch wesentlich weniger (Größenordnung 10%), da sich die überlebenden Fische an die Lebensbedingungen weitgehend angepaßt haben. Parallel zur Abnahme der Populationsgröße nimmt aber die Größe der einzelnen Fische zu. Zweijährige Graskarpfen können unter günstigen Verhältnissen ihr Körpergewicht innerhalb eines Jahres verdreifachen, im nächsten Jahr mindestens verdoppeln, und auch später erfährt ihr Gewicht jährlich einen Zuwachs von 1 bis 2 Kilogramm (ANTALFI und TÖLG, 1971). Dies kann zu einer stetigen Zunahme der Fischbiomasse pro Flächeneinheit führen, wie dies im vorliegenden Fall sogar im ersten Einsatzjahr erfolgte, trotz der eingetretenen Verluste (Tabelle 1). Nimmt man nun an, daß der Pflanzenverbrauch proportional zur Größe resp. zum Gewichtszuwachs der Fische verlaufe, so ist leicht einzusehen, warum eine wirksame Bekämpfung der Unterwasserpflanzen unter hiesigen Verhältnissen erst ein bis zwei Jahre nach dem Einsatz von zwei-sömmerigen Graskarpfen erwartet werden kann. So zeigte sich auch im vorliegenden Versuch erst nach knapp einem Jahr ein Unterschied im Makrophytenbestand zwischen den beiden verschieden stark besetzten Arealen A1 und A2 einerseits und zwischen den mit Fischen besetzten Arealen und dem Kontrollareal andererseits (Abb. 1 und 2). Leider konnte der Versuch aus organisatorischen Gründen nicht über ein zweites Jahr weitergeführt werden. Die Frage, ob sich Graskarpfen zur Bekämpfung der wuchernden Wasserpflanzen im beschriebenen Gewässer eignen, darf zwar bejaht werden. Das Problem der optimalen Besatzzahl läßt sich jedoch nicht abschließend klären.

Auch vom fischereilichen Standpunkt aus kann der Versuchsweiher für den Besatz mit Graskarpfen als geeignet bezeichnet werden. Zwar traten Verluste von 33 resp. 42% auf, die aber auf Verletzungen durch den Transport und auch durch das Ausmessen und Markieren der empfindlichen Fische zurückzuführen sein dürften. Die meisten der registrierten Abgänge erfolgten denn auch während der ersten vier Wochen nach dem Einsatz. Nach der Eisschmelze wurde im Februar 1977 nur ein einziger toter Graskarpfen aufgefunden. Die Fische hatten also gut überwintert. Zudem erreichte der durchschnittliche individuelle Jahreszuwachs im Areal A1  $92,7 \pm 34,4\%$ , in A2  $126,3 \pm 43,9\%$  (Mittel  $\pm$  Standardabweichung). Es läßt sich nicht eindeutig feststellen, ob dieser statistisch gesicherte Unterschied im Wachstum ein Ausdruck unterschiedlicher Besatzdichten ist, war doch in beiden Versuchsarealen gleiches Futter im Überschuß vorhanden. Im weiteren entspricht der Temperaturgang in diesem seichten Gewässer durchaus den Anforderungen für ein gutes Wachstum und damit einem großen Pflanzenverbrauch von Graskarpfen. Nach ANTALFI und TÖLG (1971) ist der Appetit dieser Fische erst bei Temperaturen von 20°C und darüber von Bedeutung. Im Mittleren Oermisweiher erreichte oder überschritt die Wassertemperatur diesen kritischen Wert in mindestens vier Monaten des Jahres 1976, nämlich von Mai bis August. Daß trotzdem und trotz sehr hoher Besatzdichten keine vollständige Vernichtung des Pflanzenbestandes erfolgte, mag darin liegen, daß sowohl Fadenalgen als auch Tausendblatt – die üblicherweise beide bevorzugt verzehrt werden – als Folge der Photosynthese starke Kalkinkrustationen aufwiesen und deshalb von den Fischen nur zögernd gefressen wurden.

Zum Abschluß soll versucht werden, die Menge der gefressenen Pflanzen annäherungsweise zu berechnen. Das Durchschnittsgewicht der wiedergefangenen Fische betrug 366,8 g, der mittlere Zuwachs rund 187 g. Bei einem geschätzten Futterverwertungskoeffizienten von 70 : 1 (ANTALFI und TÖLG, 1971, STOTT und ORR, 1970) und einem mittleren Fischbestand von 45 (A1) bzw. 24 (A2) Stück erhält man für A1 einen jährlichen Krautverbrauch von 590 kg ( $4,3 \text{ kg/m}^2$ ) und für A2 einen solchen von 314 kg ( $2,3 \text{ kg/m}^2$ ). Bei einem mittleren Bestand von ca. 10 kg Kraut pro  $\text{m}^2$  ist dies zwar noch nicht besonders viel; die Situation dürfte sich infolge der größeren Fischmenge pro Flächeneinheit im zweiten Jahr aber bereits wesentlich verbessert haben. Man darf daher mit großer Wahrscheinlichkeit

schließen, daß die eingesetzten Graskarpfen ihrer Aufgabe als Beseitiger der unerwünschten wuchernden Wasserpflanzen im Versuchsgewässer in den nachfolgenden Jahren gerecht geworden wären. Es bleibt allerdings zu prüfen, ob in anderen Gewässern des gleichen Typus der gewünschte Effekt nicht auch mit geringeren Besatzdichten erzielt werden könnte, wie dies in anderen Ländern der Fall zu sein scheint (BOHL, 1971, BARTHELMES, 1977).

Ich bin Herrn Dr. W. Geiger, Frl. C. Kuhn sowie den Herren H. J. Meng, B. Polli und Dr. Ch. Ruhlé für ihre tatkräftige Mithilfe und Unterstützung zu großem Dank verpflichtet. Die Abbildungen zeichnete Frl. Bolliger.

#### LITERATUR:

- ANTALFI A. und TÖLG I.: Graskarpfen. Donau-Verlag, Günzburg (1971).  
BARTHELMES D.: Maßnahmen gegen das Massenwachstum von aquatischen Pflanzen und Phytoplankton. Z. Binnenfischerei DDR 24 (11): 343–350 (1977).  
BOHL M.: Wasserpflanzenbekämpfung in intensiv bewirtschafteten Teichen. Münch. Beitr. Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie 23: 120–136 (1972).  
PENZES B. und TÖLG I.: Aquaristische Untersuchung des Pflanzenverbrauches des Graskarpfen (*Ctenopharyngodon idella* Cuv. et Val.). Z. Fischerei N. F. 14 (1/2): 131–137 (1966).  
PROWSE G. A.: Experimental criteria for studying grass carp feeding in relation to weed control. Progr. Fish-Cult. 33 (3): 128–131 (1971).  
STOTT B. und ORR L. B.: Estimating the amount of aquatic weed consumed by grass carp. Progr. Fish-Cult. 32 (1): 51–54 (1970).

Erich Kainz und Norbert Kramberger

Aus dem Bundesinstitut für Gewässerforschung und Fischereiwirtschaft in Scharfling/Mondsee

# Der Einfluß des Säurebindungsvermögens auf die Größe der pH-Schwankungen im Teichwasser

## Problemstellung

Langanhaltende, hohe pH-Werte wirken sich auf alle Fischarten ungünstig aus. Bei gleichzeitigem Vorhandensein einer hohen Ammoniumkonzentration (durch den Abbau größerer Mengen organischer Substanz) besteht zusätzlich noch die Gefahr einer Ammoniakvergiftung der Fische, da sich mit steigendem pH das Verhältnis Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) : Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) zugunsten des  $\text{NH}_3$  verschiebt, und  $\text{NH}_3$  nach SCHÄPERCLAUS bereits in einer Konzentration von nur 1 mg/l auf Fische tödlich wirkt (1). Eine höhere Konzentration im Wasser behindert nämlich die Stickstoffausscheidung der Fische, die größtenteils in Form einer  $\text{NH}_3$ -Ausscheidung besteht und führt in der Folge zu Kiemenschädigungen, wie der Kiemennekrose bei Karpfen (2).

Den Fragen, unter welchen Umständen es zu gefährlichen pH-Wert-Anstiegen kommt und wie dem am besten entgegengewirkt werden kann, kommt demnach große teichwirtschaftliche Bedeutung zu.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichs Fischerei](#)

Jahr/Year: 1978

Band/Volume: [31](#)

Autor(en)/Author(s): Müller R.

Artikel/Article: [Ein Versuch zur biologischen Entkrautung von Gewässern  
151-156](#)