©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

Erich Kainz,
Bundesinstitut für Gewässerforschung und Fischereiwirtschaft in Scharfling/Mondsee

Untersuchungen im Zusammenhang zwischen starker Pflanzenproduktion und Sauerstoffmangel in Teichen der südlichen Steiermark[1]

Für die Unterstützung der vorliegenden Arbeit und das dafür entgegengebrachte Interesse danke ich in erster Linie Herrn Alex BEYER, Saaz, und weiters Herrn Johann ROTHERMANN, Kirchberg/Raab sehr herzlich. Außerdem gilt mein Dank auch meinem Kollegen Dr. JAGSCH, der die chemische Aufarbeitung der nach Scharfling mitgebrachten Proben übernommen hatte.

1. Einleitung

Manche Karpfenteiche in der südlichen Steiermark sind infolge der klimatisch günstigen Lage und einiger anderer Faktoren, die später noch behandelt werden, für eine Karpfenzucht sehr gut geeignet und ermöglichen bei herkömmlicher Bewirtschaftungsweise, also ohne intensive Pelletverfütterung, sehr hohe Erträge. Mit weiterer möglicher Ertragssteigerung wird aber das Risiko eines eventuell auftretenden Sauerstoffmangels in diesen Teichen immer größer, wodurch eine gesicherte Sauerstoffversorgung der Fische zum Hauptproblem wird. Um die Zusammenhänge zwischen dem Auftreten von Algenblüten und einem eventuellen teilweisen Fischsterben infolge Sauerstoffmangel besser erfassen zu können, wurden in den Jahren 1971, 1972 und 1973 systematische Untersuchungen dazu in zwei Teichwirtschaften im Raum Feldbach (Saaz und Kirchberg/Raab), die sich durch hohe Erträge auszeichnen, durchgeführt.

Die Untersuchung mehrerer Teiche für diesen Zweck war notwendig, um Untersuchungsmaterial in größerer Menge zu sammeln, da nämlich die Verhältnisse in verschiedenen Gewässern oft ganz unterschiedlich sind, wie Qualität des speisenden Wassers, Bonität des Teichbodens, individuelle Eigenschaften einzelner Teiche (mittlere Tiefe, Gefälle des Teichbodens, Bestand an höheren Wasserpflanzen und Zusammensetzung des pflanzlichen Planktons) etc.

[1]) Diese Arbeit wurde gefördert mit Mitteln aus dem Grünen Plan.

2. Lage und Klima der Teichwirtschaften Saaz und Kirchberg/Raab

Beide Teichwirtschaften liegen im oststeirischen Hügelland, welches aus tertiären Ablagerungen gebildet wird. Der A-Horizont (Oberboden) besteht meist aus Lehm, der auch für die große Bodenfruchtbarkeit verantwortlich ist.

Klimatisch gesehen wird dieser Teil Österreichs durch einen bereits beträchtlichen pannonischen Einfluß charakterisiert, der vhm. warme Sommer gewährleistet, was sich auf die Karpfenzucht günstig auswirkt. Zum Ausdruck kommt dies besonders beim Vergleich der Lufttemperaturen eines Ortes in der Oststeiermark, und zwar Fürstenfeld, das ca. 25 km von Saaz und Kirchberg/Raab entfernt ist, mit denen von Stift Zwettl/Waldviertel, das im niederösterreichischen Karpfenteichgebiet liegt. Beide Orte werden deshalb zum Vergleich herangezogen, da von beiden langjährige Vergleichswerte vorliegen.

Mittlere Lufttemperaturen von Fürstenfeld und Stift Zwettl von 1900–1970

	Fürstenfeld	Stift Zwettl
m. ü. A.	276	511
Jahresmittel (°C)	8,9	7,4
Monatsmittel:		
April	9,3	7,0
Mai	14,0	11,5
Juni	17,7	15,6
Juli	19,3	15,9
August	18,3	16,1
September	14,4	11,7
Anzahl der Tage mit einem Tagesmittel über 20°C	25,5 (19–47)	5,7 (1–10)

(Werte entnommen aus: Beiträge zur Hydrographie von Österreich, Heft Nr. 38)

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

Eine vergleichsweise Betrachtung der Lufttemperaturen während der Hauptvegetationszeit (April–September), die mit der eigentlichen Wachstumsperiode des Karpfens im mitteleuropäischen Raum zusammenfällt, zeigt schon, daß im entscheidenden Zeitraum das Monatsmittel in der südlichen Steiermark ständig um mehr als 2°C höher liegt als im Waldviertler Karpfenteichgebiet. (Unterschied zwischen Fürstenfeld und Stift Zwettl 2,1–3,4°C). Außerdem sind in der südlichen Steiermark die Tage mit einem Tagesmittel über 20°C ungleich häufiger, was für die Fütterung und damit den Fischertrag von ausschlaggebender Bedeutung ist.

3. Methodik

Systematische Untersuchungen der Teiche begannen im März 1971, und zwar wurden bis 1974 Messungen durchgeführt und Proben zur weiteren Auswertung entnommen.

pH-Bestimmung:

Erfolgte mit Hilfe eines elektrischen Taschen-pH-Meters der Firma WTW (Modell 54), das vor und nach jedem Aufenthalt an Teichen mittels Pufferlösungen auf eine exakte Anzeige des pH-Wertes überprüft wurde.

Sauerstoff-(O_2) Bestimmung:

Serienmessungen wurden mit einem elektrischen O_2-Meßgerät der Firma WTW (Modell WTW Oxy 54) durchgeführt. Auch dieses Gerät wurde vor jeder Meßserie geeicht.

Bei Durchführung von Einzelmessungen und darüberhinaus dort, wo Extremwerte im unteren Bereich zu erwarten waren, wurde dazu die WINKLER'sche Methode herangezogen, wobei das Fixieren mit $NaOH + KJ$ und $MnCl_2$ jeweils sofort nach der Probenentnahme an Ort und Stelle erfolgte.

Die Messung anderer im Teichwasser enthaltenen Stoffe, wie Ammonium, Nitrat, Phosphat und Eisen bereitete dadurch Schwierigkeiten, daß kein Laboratorium mit einer speziellen Einrichtung für Wasseruntersuchungen in der näheren Umgebung vorhanden war. Es wurde deshalb versucht, mit Hilfe von „Feldmethoden" an Ort und Stelle Messungen durchzuführen, wobei von vornherein gewisse Ungenauigkeiten beim Erfassen der einzelnen Stoffkonzentrationen in Kauf genommen werden mußten. Dazu bot sich die in den letzten Jahren in den USA entwickelte Methode der Direktmessung, mit Hilfe sogenannter ionensensitiver Elektroden an. Damit können in Verbindung mit einem Meßgerät die wichtigsten in natürlichen Wässern vorhandenen Stoffe quantitativ erfaßt werden, sofern sie in genügend hoher Konzentration vorhanden sind. Zwei dieser ionensensitiven Elektroden, und zwar zur Messung von Ammonium und Nitrat, wurden dem Unterfertigten von der Firma AWIGA, Wien, leihweise zur Verfügung gestellt. Diese ionensensitiven Elektroden haben sich in der Abwasseruntersuchung, wo die zu untersuchenden Salze oft in hohen Konzentrationen vorhanden sind, zum Teil gut bewährt. Leider stellte sich bald heraus, daß diese Geräte für Teichwasseruntersuchungen doch zu unempfindlich waren. Die untere Grenze der Empfindlichkeit dieser ionensensitiven Elektroden liegt nämlich ungefähr im Bereich der üblichen Konzentration an Ammonium, Nitrat und Phosphat, wie sie im Teichwasser unter normalen Bedingungen angetroffen werden. Daher sind die damit erzielten Meßergebnisse dementsprechend ungenau und nicht brauchbar.

Besser geeignet für die Wasseruntersuchung an Ort und Stelle hat sich das tragbare Wasserlabor der Firma HACH (USA). Die Durchführung von Messungen damit ist zwar etwas arbeitsaufwendiger und nimmt viel mehr Zeit in Anspruch, es sind damit aber noch relativ geringe Stoffkonzentrationen erfaßbar. Man erhält zwar auch damit keine absolut genauen Meßwerte, durch Vergleich mit Standardkonzentrationen und Aufstellen von Eichkurven kann aber die Fehlergrenze erheblich herabgesetzt werden.

Zusätzlich dazu wurden auch noch Proben in Kühltaschen sofort nach der Entnahme nach Scharfling transportiert und im ho. Bundesinstitut für Gewässerforschung und Fischereiwirtschaft nach limnologischen Vorschriften ausgewertet.

Die Wasserproben für die physikalischen und chemischen Messungen sowie für die Phytoplanktonuntersuchungen wurden mit dem Ruttner-Schöpfer entnommen. Die Fixierung der Phytoplanktonproben erfolgte, wie üblich, mit LUGOL'scher Lösung (JJK + 10% Essigsäure).

4. Untersuchungen in den Jahren 1971–1974

a) Teichwirtschaft Saaz

Die Teichwirtschaft Saaz umfaßt derzeit 4 Teiche und 7 Hälter, die teichwirtschaftliche Nutzfläche betrug 1971 rund 18 ha und wurde 1973 auf ca. 20 ha vergrößert. Gespeist wird die ganze Anlage vom Saazbach, der im Bereich der Teichwirtschaft aufgestaut ist, so daß im Bedarfsfalle sein ganzes Wasser für die Speisung der Teiche herangezogen werden kann.

Der Saazbach weist eine mittlere Jahreswasserführung (MQ) von 93 l auf, die Niedrigstwassermenge beträgt 7–10 l/sec. Da er im Ortsgebiet von Paldau, das 3 km bachaufwärts von Saaz liegt, die dort anfallenden ungeklärten Ortsabwässer auf-

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

nimmt, ist er unterhalb von Paldau stark belastet, so daß sich nur weniger empfindliche Fischarten wie Rotaugen, Aitel, in geringer Zahl auch Aale und Hechte, im Saazbach finden.

Chemische Untersuchungen des Saazbach-Wassers (pH-Wert: 7,7–8,2; SBV 2,85–2,95; N-Verbindungen: 0,45–0,80 mg N/NO_3/l und 0,09–0,11 mg N/NH_4/l; 1,0–14,0 mg P/PO_4/cbm) haben, wie erwartet, infolge der sehr unterschiedlichen Abwasserführung keine Anhaltspunkte über die tatsächliche Nährstoff-Fracht erbracht. Um auch extreme Verhältnisse bezüglich der Nährstoff-Fracht sicher zu erfassen, wäre eine regelmäßige chemische Untersuchung des Saazbaches über einen längeren Zeitraum hinweg notwendig gewesen, was aber aus technischen Gründen nicht möglich war.

Von der Teichwirtschaft Saaz wurden 2 Teiche in die Untersuchung eingeschlossen: Der Waldteich, insofern interessant, als er frei ist von höheren Wasserpflanzen, und der Klementiteich als Gegensatz dazu mit einem starken Bestand an höheren Wasserpflanzen. Außerdem hat Herr BEYER, der Besitzer der Teichwirtschaft Saaz, die O_2- und pH-Schwankungen sowie den Temperaturverlauf im Wasser des Klementiteiches in der kritischen Zeit (Juli–September) durch mehr als 10 Jahre hindurch verfolgt.

A. Waldteich

Wurde erst 1952 angelegt und umfaßt eine Fläche von 2,25 ha bei einer Tiefe von ½–1 m. Diese geringe mittlere Tiefe bewirkt eine starke Erwärmung des Teichwassers, wie aus Abb. 1 zu entnehmen ist.

Der Waldteich findet meist als Laich- und Brutvorstreck- und Streckteich Verwendung.

Pflanzenbewuchs

Überwasserpflanzen: bilden nur an einer Teichseite einen schmalen Gelegegürtel.

Schwimm-, Schwimmblatt- und Unterwasserpflanzen: fehlen völlig.

Fadenalgen: treten nur ganz sporadisch auf.

Bewirtschaftungsmaßnahmen:

Düngung:

200 kg Hydratkalk/ha und Jahr, daneben etwas Kali und Superphosphat.

Fütterung:

Erfolgt erst ab Ende August; anfangs täglich 20 kg fein geschrotete Gerste.

Ertrag:

Bis 1971 sehr gut, meist 400.000–500.000 vorgestreckte Karpfen pro Jahr (= ca. 200.000/ha)

Am Waldteich fällt auf, daß er frei ist von höheren Wasserpflanzen, mit Ausnahme eines schmalen Gelegegürtels. Dafür zeigt er in der Regel die ganze Vegetationsperiode über eine starke Algenentwicklung, was auf eine hohe Primärproduktion (= pflanzliche Produktion) hinweist.

Als geeignete Parameter für die Höhe der Primärproduktion eines Gewässers können die täglich auftretenden Schwankungen im O_2-Gehalt des Teichwassers, mit Einschränkungen auch die des pH-Wertes, angesehen werden. Bei Tag nehmen ja die autotrophen (= zur Assimilation befähigten) untergetauchten Organismen, also die Algen und Unterwasserpflanzen, Kohlensäure (CO_2) aus dem Wasser auf und geben O_2 ans umgebende Wasser ab. Dies bewirkt bei Tag eine starke O_2-Zunahme des Wassers (bei Windstille bis zu einer über 200% liegenden Übersättigung) und durch CO_2-Entzug des Wassers das Ansteigen des pH-Wertes. Je mehr Algen und untergetauchte Pflanzen in einem Gewässer vorhanden sind und je stärker deren Assimilationstätigkeit ist, desto mehr wirken sich die Sauerstoffabgabe ans Wasser und der CO_2-Entzug aus.

Nachts, wenn die Assimilation ruht und die Atmung, die auch bei Tag nicht unterbrochen ist, mehr in den Vordergrund tritt, wird dem Wasser wieder O_2 entzogen und CO_2 ans Wasser abgegeben, was eine pH-Erniedrigung verursacht. Die Assimilation bei Tag und die entgegengesetzten Vorgänge bei Nacht bewirken die täglichen Schwankungen des Sauerstoffgehaltes und pH-Wertes im Teichwasser, wie der Abb. 1 zu entnehmen ist.

Während die von den Pflanzen produzierte Sauerstoffmenge mit Einschränkungen direkt als Maß für die Primärproduktion eines Gewässers herangezogen werden kann, werden die pH-Schwankungen im Teichwasser sowohl durch den als Pufferungssystem wirkenden Kalziumbikarbonatgehalt $Ca(HCO_3)_2$, als auch durch die Zusammensetzung der Algen- und Pflanzengesellschaften stark beeinflußt, so daß pH-Wert-Schwankungen wesentlich weniger geeignet sind als Maß für die Assimilationsleistung und Primärproduktion eines Gewässers.

Der in Abb. 1 dargestellte Verlauf der pH- und O_2-Schwankungen ist typisch für produktive Gewässer in den Sommermonaten; vor allem die O_2- und pH-Maxima am Abend (18 h), der vhm. steile Abfall der pH- und O_2-Kurven am späten Abend, das Sauerstoffminimum gegen 6 h und das Ansteigen beider am Vormittag und am frühen Nachmittag. Der Knick in der pH- und O_2-Kurve um 17 h ist auf eine kurzzeitige Windeinwirkung um diese Zeit zurückzuführen.

Daß so hohe pH-Werte im Waldteich öfters auftreten, ist aus der folgenden Tabelle zu entnehmen:

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

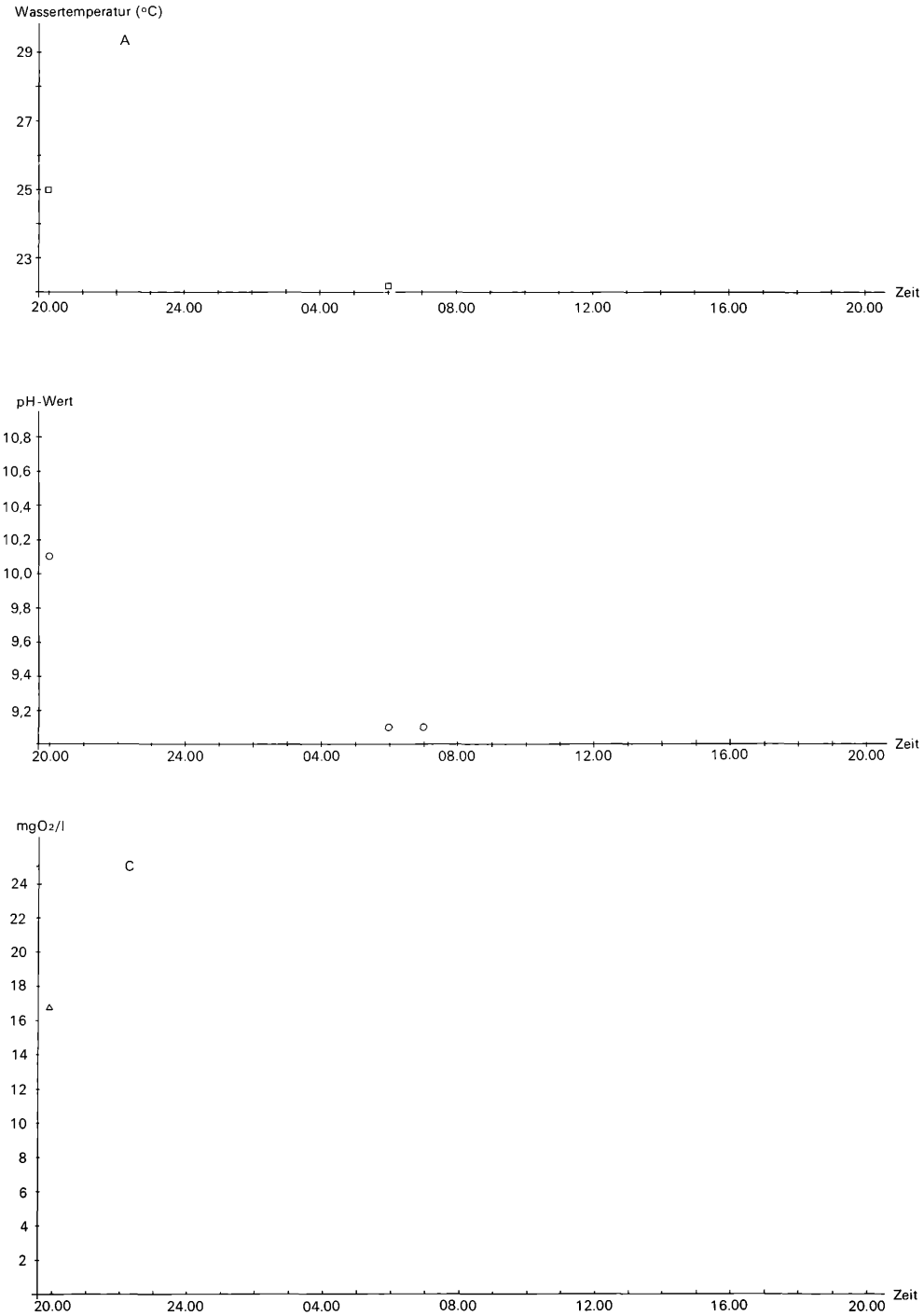

Abbildung 1 Waldteich — Schwankungen der Wassertemperatur (A), des pH-Wertes (B) und des Sauerstoffgehaltes (C) innerhalb von 24 Stunden (1971 08 18/19), gemessen in ½ m Tiefe.

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

Im Sommer 1971 im Waldteich gemessene pH-Werte (Oberfläche)

				pH-Wert
1971	05	22	15.00	9,2
	07	05	16.00	10,9
	08	18	11.00	10,0
		19	17.00	10,7
		20	18.00	10,9
	09	25	17.00	9,0

Trotz dieser hohen pH-Werte traten keine Ausfälle bei Karpfen auf. Der Grund dafür liegt wohl darin, daß die Fische zu dieser Zeit tiefere Wasserschichten aufsuchen, wo auch niedrigere pH-Werte vorliegen.

Eine Voruntersuchung zur Klärung der Ursache der hohen pH-Werte ergab, daß das pflanzliche Plankton zum Großteil aus Cyanophyceen (Blaualgen) bestand, und zwar aus:

Anabaena spiroides
Gloeocapsa sp.
Microcystis sp.

Die genannten Blaualgen bewirkten auch die hohen pH-Werte. Sie sollen nämlich in der Lage sein, das benötigte CO_2 dem Monokarbonat $CaCO_3$ zu entziehen, wodurch es zur Bildung von Kalklauge Ca $(OH)_2$ kommt, die für den hohen pH-Wert verantwortlich zu machen ist: $CaCO_3 — CO_2 = CaO$

$CaO + H_2O = Ca(OH)_2$

B. Klementiteich

Dieser Teich besteht bereits seit dem Mittelalter, wurde aber später zusammen mit vielen anderen Teichen in der Umgebung Feldbach (im Mittelalter rund 300 ha!) aufgelassen und die Teichflächen landwirtschaftlich genutzt. 1911 erfolgte die Wiederbespannung des Klementiteiches und seither dient er in erster Linie der Speisekarpfenproduktion. Seine teichwirtschaftliche Nutzfläche betrug 11,8 ha und wurde 1973 auf etwa 13 ha vergrößert, seine durchschnittliche Tiefe liegt bei 1,20 m, nur beim Mönch erreicht er 2,5 m. Den Teichboden bedeckt eine mehrere dm dicke Schlammschicht.

Pflanzenbewuchs

Das Ufer ist von einem schmalen Gelegegürtel umgeben, der zum Großteil aus Schilfrohr *(Phragmites communis)* besteht, während Rohrkolben *(Typha sp.)* nur kleine Bestände bildet. Andere Gelegepflanzen wie Igelkolben *(Sparganium erectum)*, Kalmus *(Acorus calamus)* und Wasser-Schwertlilien *(Iris pseudacorus)* sind seltener.

Die Schwimm- und Schwimmblattpflanzen sind vertreten durch die Wassernuß *(Trapa natans)*, die stellenweise sehr dichte Bestände bildet (Abb. 2), und verschiedene Wasserlinsenarten. Die nach dem Blatt blasig aufgetriebenen Blattstiele der Wassernuß beinhalten viele, meist rote, Larven der Zuckmücken (Chiromoniden), haben also eine nicht zu unterschätzende produktionsbiologische Bedeutung.

An Unterwasserpflanzen sind vorhanden: verschiedene Laichkräuter wie Krauses Laichkraut *(Potamogeton crispus)*, Spiegelndes L. *(P lucens)* und Kammförmiges L. *(P. pectinatus)*.

Die räumliche Verteilung der Wasserpflanzen wechselt, normalerweise bedecken sie ⅓ bis ½ der Wasserfläche. Um ein Überhandnehmen der höheren Wasserpflanzen zu verhindern, wird alljährlich ihr Bestand mit Hilfe einer Schilfschneidemaschine stark reduziert.

Abb. 2
Klementiteich, Saaz

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

Bewirtschaftungsmaßnahmen

Düngung:

Bis 1971 wurde jährlich mit je 400 kg Hydratkalk, 100 kg Superphosphat und 40 kg Kali/ha gedüngt. Infolge der sehr hohen pflanzlichen Produktion in diesem Teich und der damit verbundenen Gefahr eines in der Folge auftretenden O_2-Mangels wurde die Düngung 1972 stark eingeschränkt und seit 1973 wird weder gekalkt noch gedüngt.

Besatz:

Erfolgt im Frühjahr in der Regel mit 10.000–16.000 Satzkarpfen von 30–40 dkg, die bis zum Herbst 1,8–2,0 kg erreichen sollen. Dazu werden in geringer Zahl Schleien dazugesetzt sowie vorgestreckte Hechte, um eventuell eindringende Karauschen und andere unerwünschte Cypriniden kurzzuhalten.

Fütterung:

Erfolgt täglich meist in den frühen Morgenstunden. Hauptsächlich wird geschrotete Bitterlupine (80–90% des Gesamtfutters) verabreicht, daneben noch Gerste und etwas Mais. Die tägliche Futterration schwankt je nach Wassertemperatur zwischen 1,5 und 2% des Fischgewichtes (ungefähr 550 kg/Tag im Hochsommer).

Ertrag:

Betrug in den letzten Jahren durchschnittlich 2.000 kg/ha; der Maximalertrag lag bei 2.500 kg/ha bei einem Futterquotient von 1,4, was als ausgezeichnet angesehen werden muß.

Der Grund für die konstant hohen Karpfenerträge in diesem Teich liegt in den günstigen klimatischen Verhältnissen, dem nährstoffreichen Speisungswasser aus dem Saazbach und der Teichbeschaffenheit. Der Klementiteich ist — wie bereits erwähnt — sehr flach und erwärmt sich dadurch sehr rasch. Außerdem befindet sich am Teichboden eine sehr dicke Produktionsschicht (Schlammschicht), die auf Grund des geringen Längsgefälles von rund 1‰ und auch Quergefälles des Teichbodens bei Abfischungen nicht zum Mönch hin bzw. zur Teichmitte abrutscht. Bei steilen Ufern und einem stärkeren Teichbodengefälle muß nämlich damit gerechnet werden, daß durch Abrutschungen des Schlammes an den Ufern der weniger produktive Unterboden bloßgelegt wird und beim Ablassen des Teiches eventuell größere Schlammengen verlorengehen als wieder nachgebildet werden und die Produktionsschicht im Teich dadurch verringert wird.

Die hohe Produktivität dieses Teiches äußert sich in einer Massenentwicklung von Algen und sog. Höheren Wasserpflanzen und in der Folge auch von Fischnährtieren, wie Chironomiden und Zooplankon (= tierisches Plankton). Das Zooplankton, das ebenfalls im Frühjahr ein absolutes Maximum aufweist, ist das ganze Jahr über in beträchtlicher Menge vorhanden. Die Chironomiden dagegen, die bevorzugten Karpfennährtiere, treten im Teichboden fast nur im Frühjahr, dann aber dafür in bedeutenden Massen auf. Im Sommer kommt es durch das weitgehende Verschwinden dieser Insektenlarven im Teichboden zu einem starken Rückgang der Bodentierfauna. Gleichzeitig setzt eine verstärkte Entwicklung von minierenden Chironomidenarten, insbesondere in den Wassernußbeständen ein, die ihr Maximum dann erreicht, wenn sich an den vegetativen Organen der Wassernüsse die ersten Zersetzungserscheinungen zeigen. Zu diesem Zeitpunkt ist an den „Schwimmkörpern", den unmittelbar nach den Blättern blasig verdickten Blattstielen, eine Vielzahl von Chironomiden verschiedener Arten anzutreffen. Dieser Nährtierreichtum zeigt sich auch darin, daß sich die Karpfen, um an diese Nährtiere zu gelangen, sehr gerne in den Wassernußbeständen aufhalten. Der besondere Vorteil der Wassernuß ist, daß sie mit fortschreitender Jahreszeit bis zum Herbst hinein von immer mehr minierenden Chironomidenlarven „bevölkert" wird. Dadurch stehen den Fischen auch noch im Hochsommer, wenn die größeren Fischnährtiere im Boden und Wasser nur mehr in geringer Zahl vorhanden sind, durch die in den Pflanzenbeständen minierenden Insektenlarven noch größere und gern genommene, qualitativ hochwertige Nährtiere zur Verfügung, womit auch eine ausreichende Eiweißversorgung der Karpfen im Spätsommer und Herbst gewährleistet ist.

O_2- und pH-Schwankungen in den Jahren 1971–1973

Die täglichen Schwankungen im pH-Wert und O_2-Gehalt wiederholen sich die ganze Vegetationsperiode über. Gefährliche Situationen in Bezug auf den O_2-Gehalt treten im Klementiteich erst ab Ende Juli auf, und zwar dann, wenn es zu größeren Unregelmäßigkeiten in diesem 24-Stunden-Rhythmus kommt. Ab Ende Juli setzt nämlich ein teilweises Absterben der höheren Wasserpflanzen ein. Die dadurch in größerer Menge entstehende O_2-zehrende organische Substanz kann dann zu einer starken Belastung im Teich führen, wenn der bei der Assimilation gebildete O_2-Überschuß nicht mehr ausreicht, die besonders bei Nacht wirksame O_2-Zehrung durch die tote organische Substanz zu kompensieren. Das ist in der Regel dann der Fall,

1. wenn infolge geringer Lichteinstrahlung (bei starker Bewölkung oder länger anhaltendem Regenwetter) der gebildete O_2-Überschuß zu gering ist oder

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

2. wenn der bei Tag gebildete O_2-Überschuß durch am späten Nachmittag oder am Abend einsetzenden starken Wind oder sehr heftigen kurzzeitigen Regenfall infolge teilweisem O_2-Austrag verlorengeht, so daß keine genügenden Reserven für die O_2-Zehrung bei Nacht vorhanden sind.

Den starken O_2-Abfall bei Nacht nach nur kurzzeitiger Herabsetzung der Assimilationsleistung zeigen folgende Beispiele:

a) Am 11. 8. 1971 war es noch sonnig, am 12. 8. war bereits am frühen Morgen der Himmel bedeckt und es fing zu regenen an. Der Regen dauerte an bis 14.00 h, dann hellte es langsam wieder auf und am späten Nachmittag wurde es wieder sonnig. Trotzdem sank infolge der stark herabgesetzen Lichteinstrahlung am Vormittag und frühen Nachmittag der O_2-Gehalt in der folgenden Nacht stark ab, was aus den folgenden Werten zu entnehmen ist:

			Probenstelle 1 (Bootshaus)	Probenstelle 2 (Teichausfluß = Tiefenwasser)
			mg O_2/l	mg O_2/l
08	12	12.00 h	5,2	2,6
	13	02.30 h	2,2	2,4
		04.30 h	2,2	2,0
		08.00 h	2,2	2,0
		11.00 h	7,7	2,0

b) Das gleiche Bild zeigt sich auch in Abb. 3: War den ganzen Tag überwiegend sonniges Wetter und damit eine starke Lichteinstrahlung gewährleistet, so stieg der bei Nacht abgesunkene O_2-Wert bei Tag wieder stark an. Nur wenn es den ganzen Tag über stark bewölkt war oder bei länger anhaltenden Regen (08 08, 08 22, 08 28, 08 29), sank der O_2-Wert im Teichwasser für kurze Zeit auf gefährliche Werte ab.

Bemerkenswert in diesem Zusammenhang ist, daß es im Waldteich, der frei ist von höheren Wasserpflanzen und wo es dadurch nicht zur Ansammlung so großer Massen organischer Substanz kommt, bisher nie zu einem bedrohlichen Absinken des O_2-Gehaltes im Teichwasser gekommen war und nie ein dadurch verursachter Verlust bei Fischen auftrat.

Herr Alex BEYER, der Inhaber der Teichwirtschaft Saaz, hat aufgrund seiner sehr zahlreichen Beobachtungen und Messungen den Teich bereits sehr gut kennengelernt und hat ihn „in der Hand" Durch die teilweise Entfernung der Wasserpflanzen aus dem Teich und eine vhm. schwache Kupferung (rund 1 kg/ha) bei zu starker Algenentwicklung, verbunden mit einem teilweisen Ablassen des stark belasteten Tiefenwassers, konnte er in den letzten Jahren verhindern, daß es zu einem sogenannten „Teichzusammenbruch", verbunden mit einem Fischsterben, gekommen ist. Wichtig dabei ist noch, daß nur im weiteren Umkreis vor dem Mönch mit relativ geringen Mengen gekupfert wird. Auf diese Weise wird der Großteil des Kupfers mit dem abgelassenen Wasser aus dem Teich entfernt, so daß es zu keiner Anreicherung mit dem produktionsbiologisch nachteilig wirkenden Kupfer kommt.

Die wirksamste Maßnahme aber, die Herr BEYER getroffen hat, ist wohl die, daß er jede Düngung und Kalkung eingestellt hat. Die Teiche im Südosten der Steiermark liegen ja zumeist in den Hauptanbaugebieten für Mais, also in einer Gegend, wo stark gedüngt wird. Die Düngemittel, die insbesonders bei kurzzeitigen, heftigen Niederschlägen mit dem Speisungswasser in die Teiche gelangen, sind mit großer Wahrscheinlichkeit in erster Linie für die typischen Überdüngungserscheinungen verantwortlich.

b. Teichwirtschaft Kirchberg/Raab

Diese Teichwirtschaft ist weniger als 10 km von Saaz entfernt. In klimatischer Hinsicht sind kaum nennenswerte Unterschiede zu Saaz vorhanden und auch die anderen Faktoren, wie die natürliche Bonität des Bodens, die Morphologie der Teiche, die Bewirtschaftungsweise usw. sind ähnlich denen der Saazer Teiche. Auch sie zeichnen sich durch hohe Erträge aus.

Gespeist wird die Teichwirtschaft Kirchberg/Raab (Inhaber J. ROTHERMANN) vom Petersdorferbach, dessen Wasser mehrmals untersucht wurde:

pH-Wert	7,30–7,65
SBV	2,35–2,40
N/NO_3 (mg/l)	0,80–0,95
N/NH_4 (mg/l)	0,05–0,09
P/PO_4 (mg/cbm)	1,5–52,0

Auch in diesem Fall wurden keine ausgefallenen Werte registriert, obwohl auf Grund von verstärkter Algenbildung nach ergiebigeren Regenfällen angenommen werden muß, daß mit dem Speisungswasser zumindest zeitweise größere Mengen an Nährsalzen in die Teiche gelangen.

Nachdem es 1971 in einem Teich davon, dem Seerosenteich, zu einem Zusammenbruch gekommen war, wobei der Unterfertigte Gelegenheit hatte, gerade zu dieser Zeit Proben zu entnehmen, wurden dieser Teich und zwei angrenzende bezüglich des Phytoplanktons genauer untersucht. Die wichtigsten Daten (Größe, Düngemaßnahmen, Besatz, Ertrag) zu diesen 3 Teichen sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Als „Teichzusammenbruch" wird von Teichwirten im allgemeinen ein Vorgang bezeichnet,

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

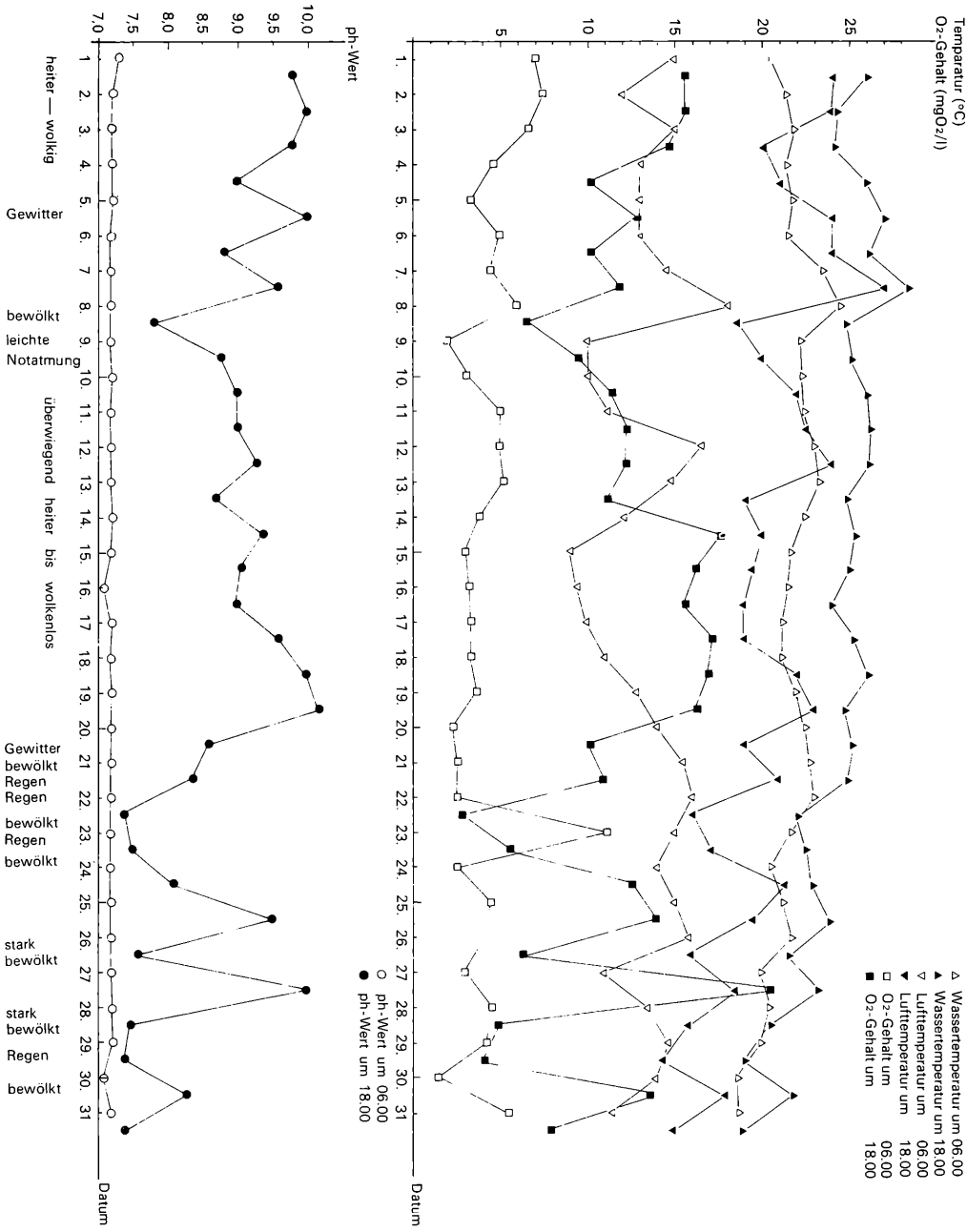

Abbildung 3: Klementiteich, August 1973 — Verlauf der Kurven für die Wassertemperatur, Lufttemperatur, den Sauerstoffgehalt und pH-Wert. Die Messungen fanden jeweils am Morgen (06.00) und am Abend (18.00) in ½ m Tiefe statt. (Die Werte wurden dem Unterfertigten freundlicherweise von Herrn Alex BEYER, Feldbach, zur Verfügung gestellt.)

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

bei dem es zu einem plötzlichen Absterben größerer Algenmassen kommt, und in der Folge zu einer Klärung des Wassers. Verbunden damit ist ein starkes Absinken des O_2-Gehaltes im Teichwasser, u.U. mit einem teilweisen Fischsterben infolge von O_2-Mangel. Die nach der Klärung fast immer auftretende bräunliche Färbung des Teichwassers wird dabei auf absterbende Algen zurückgeführt.

Ob es dabei zu einem Fischsterben kommt oder nicht, hängt auch von der Phytoplanktonzusammensetzung ab. In Teichen mit einer Sichelagenblüte *(Aphanizomenon sp.)* soll es kaum zu Fischsterben kommen, in Teichen mit sog. Kugelalgen *(Microcystis sp., Anabaena sp.)* dagegen nach BANK (mündliche Mitteilung) häufiger. Dies hängt vermutlich in erster Linie damit zusammen, daß manche Blaualgen, die vom Teichwirt zu den Kugelalgen gerechnet werden, wie z.B. *Microcystis-* und *Anabaena-*Arten unter bestimmten Bedingungen toxisch wirkende Stoffwechselprodukte bilden können. Werden beim Absterben größerer Algenmassen diese Stoffe frei, dann wäre es denkbar, daß dadurch auch die Teichfische in Mitleidenschaft gezogen werden. Gestützt wird diese Annahme durch die Beobachtung von Herrn BEYER (mündliche Mitteilung), daß er Ausfälle bei Karpfen beobachtet hat bei einem O_2-Gehalt von rund 1,5 mg/l, während in anderen Fällen der O_2-Gehalt im Teichwasser darunter lag (1,1 1,2 mg/l), ohne daß es ein Fischsterben gab.

Tabelle 1 Vergleichende Daten zu den 3 Teichen, aus denen die Phytoplanktonproben entnommen worden waren.

			Seerosenteich	Badeteich	Edelteich
Größe (in ha)			2,48	6,14	3,35
Tiefe (in m)	durchschn.		1,0	2,0	1,0
	maximal		2,5	5,0	2,5
Bewirtschaftungsmaßnahmen	Kalkung/ha 1970/71/72		800–1.400 kg Hydratkalk pro Jahr	800–1.400 kg Hydratkalk pro Jahr	800–1.400 kg Hydratkalk pro Jahr
	Düngung/ha 1970/71/72		pro Jahr 50 kg Reinphosphat im Mai	pro Jahr 50 kg Reinphosphat im Mai	pro Jahr 50 kg Reinphosphat im Mai
	Besatz in kg/ha und (St./ha)	1970	305 (1.115 K1 à 270 g)	300 (1.000 K1 à 300 g)	318 (3.400 K1 à 270 g)
		1971	169 (1.300 K1 à 160 g)	170 (1.000 K1 à 170 g)	510 (3.230 K1 à 160 g)
		1972	70 (4.000 Kv à 5 g)	250 (1.000 K1 à 250 g)	(20.000 Kv in d. 1. Juliwoche
	Ertrag in kg/ha	1970	1.430 (K2-Speisekarpfen)	1.330 (K2-Speisekarpfen)	1.450 (Satzkarpfen)
		1971	1.460 (K2-Speisekarpfen)	1.430 (K2–SK) + 150 (S1*)	1.250 (Satzkarpfen)
		1972	1.880 (K2-Speisekarpfen)	1.320 (K2–SK)	unbespannt (diente zuvor als Winterung)

* 1-sömmrige Schleien

Auswertung des Biologischen Materials

A. Seerosenteich

In der Nacht vom 18. auf 19. August 1971 kam es im Seerosenteich zu einem „Zusammenbruch", wobei sich das Teichwasser an der Oberfläche von hellgrün (18.) auf braun (19.) verfärbte. Im Lauf des 19. setzte außerdem eine Klärung der obersten Wasserschicht ein, so daß das ursprünglich trübe Teichwasser klar und durchsichtig wurde. Nur

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

ein typischer Geruch (der vermutlich von abgestorbenen Algen herrührte) war noch am Teich zu bemerken. Mit der Klärung war auch eine Aufhellung des Teichwassers an den folgenden Tagen verbunden. Im einzelnen wurden folgende Veränderungen festgestellt:

1971 08 18 16 (Tag vor dem Zusammenbruch)

H_2O-t an der Oberfläche	24°C
pH-Wert an der Oberfläche	9,1
O_2-Gehalt an der Oberfläche	13,0 ml/l (= 18,2 mg/l), was eine starke Übersättigung bedeutet
Teichfarbe	hellgrün (infolge einer Algenblüte)

1971 08 19 08 (Probe I a, Morgen nach dem „Zusammenbruch")

pH-Wert an der H_2O-Oberfläche	7,9
Teichfarbe	bräunlich
auffallender Geruch nach Algen am Teich	

Phytoplanktonzusammensetzung

verwendete Zeichen:	+ + + +	massenhaftes Auftreten
	+ + +	häufiges Auftreten
	+ +	weniger häufiges Auftreten
	+	vereinzeltes Auftreten

Um das Vorkommen einzelner, häufig vorkommender Algen genauer zu erfassen, wurde, wenn möglich, auch die Zahl der Zellkolonien und/oder Zellen/ml festgestellt. Die Zählung erfolgte dabei unter Verwendung von KOLKWITZschen Zählkammern.

Probe I a

1. Dinoflagellata (Panzergeißelalgen)		
Ceratium hirundinella fa. austriacum (ZEDB., BACHM.)	+ + + +	493/ml
2. Cyanophyceae (Blaugrüne Algen)		
Microcystis flos-aquae (WITTR.) KIRCHN.	+ + +	133 Kol./ml
Aphanizomenon flos-aquae (L.) RALFS.	+ + +	4.575 Fäd./ml bzw. 205.875 Zel./ml
Anabaena spiorides KLEB.	+	19 Fäd./ml bzw. 646 Zel./ml
Merismopedia sp.	+	
Dictyosphaerium sp.	+	
3. Diatomeae (Kieselalgen)		
Cyclotella sp.	+	81 Zel./ml
4. Chlorophyceae (Grünalgen)		
Scenedesmus sp.	+	
Pediastrum sp.	+	
Coelastrum sp.	+	

Da *C. hirundinella* zu den größten Phytoplanktern gehört, — in der vorliegenden Probe liegt die durchschnittliche Gesamtlänge bei rund 360 my — bedeuten bereits 200 Zellen/ml eine Massenentwicklung. In der gegenständlichen Probe, die 493 Zellen dieses Dinoflagellaten pro ml enthielt, traten deshalb auch alle anderen Algenarten mengenmäßig stark zurück. C. hirundinella bildete also den Hauptteil des Phytoplanktons, auch wenn andere Algenarten, z. B. manche Cyanophyceen, die aber im Verhältnis zu C. hirundinella sehr klein sind, der Zahl nach wesentlich häufiger waren.

Microcystis (vermutlich *M. flos-aquae)* fand sich in Probe I a meist in Form großer, oft durchbrochener und unregelmäßig gestalteter Kolonien und waren neben *Aphanizomenon* die häufigste Algengattung. Die größeren *Microcystis*kolonien bestanden dabei aus vielen tausend Einzelzellen, so daß eine Angabe der Zellenzahl/ml nicht möglich war.

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

Aphanizomenon flos-aquae, von den Teichwirten Sichelalge genannt, war ebenfalls sehr häufig vertreten und stand mengenmäßig nach *C. hirundinella* und *Microcystis* an 3. Stelle. Auftreten in Kolonien in Form von Bündeln („Reisigbündelalge" auch deshalb genannt), die im Durchschnitt aus 15 Einzelfäden bestanden, und daneben auch in Form von Einzelfäden, die sich wiederum aus rund 15 Einzelzellen zusammensetzten.

Anabaena spiroides, eine weitere auffällige Cyanophyceae, aber schon in wesentlich geringerer Zahl vorkommend, trat in Form kurzer bis langer Fäden auf, wobei die durchschnittliche Zellenzahl/Faden 34 betrug.

Alle anderen Algengattungen waren für die mengenmäßige Zusammensetzung des Phytoplanktons in dieser Probe unwichtig.

1971 08 19 15 (Probe I b)

pH-Wert an der Oberfläche	8,5	
oberflächliche Wasserschicht klar und durchsichtig		
Phytoplanktonzusammensetzung		
1. Dinoflagellata		
C. hirundinella fa. austriacum	+ +	12.400/l
2. Cyanophyceae		
Microcystis flos-aquae	+ + +	43 Kol./ml
Aphanizomenon flos-aquae	+ + +	3.190 Fäd./ml bzw. 143.568 Zellen/ml
Anabaena spioides	+	13 Fäd./ml bzw. 428 Zel./ml
Dictiosphaerium sp.	+	
Gomphosphaeria sp.	+	
3. Diatomeae		
Cyclotella sp.	+	26 Zel./ml
4. Chlorophyceae		
Scenedesmus obliquus	+	
Pediastrum sp.	+	
Coelastrum microsopora	+	
Gloeocystis sp.	+	
Oocystis sp.	+	

Diese Probe war also gekennzeichnet durch eine starke Abnahme der Dinoflagellata, die auch mengenmäßig hinter den Blaualgen zurücktraten. Die beherrschende Algengruppe in der vorliegenden Probe waren die Cyanophyceae, unter denen wiederum *Aphan.flos-aquae* die häufigste und mengenmäßig vorherrschende Art. Vorkommen meist in Form von Einzelfäden, aber auch als Kolonien (Bündel). Fast ebenso häufig war *Microc. flos aquae,* und erst an 3. Stelle folgte in mengenmäßiger Hinsicht *C. hirundinella.* Die übrigen Algenarten, -gattungen und -gruppen waren für die mengenmäßige Zusammensetzung des Phytoplanktons in dieser Probe unbedeutend.

1971 08 20 11 45 (Probe I c)

H_2O-t an der Oberfläche	23,7°C	
H_2O-t über Grund	22,6°C	
O_2-Gehalt über Grund	1,9 ml/l (= 2,64 mg/l)	
Farbe des Teichwassers	bräunlich	
Phytoplanktonzusammensetzung		
Dinoflagellata		
C. hirundinella fa. austriacum	+ + + +	298/ml
Cyanophyceae		
Microcystis flos-aquae	+ + +	157 Kol./ml
Aphanizomenon flos-aquae	+ + +	118 Fäd./ml bzw. 5.310 Zel./ml
Anabaena spiroides	+	19 Fäd./ml bzw. 639 Zel./ml

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

Diatomeae
Cyclotella sp. + 118 Zel./ml
Chlorophyceae +

Diese Probe war also gekennzeichnet durch ein Massenauftreten von *C. hirundinella,* welche die Hauptmenge der Algen bildete. Daneben spielten nur noch die Cyanophyceaen eine größere Rolle, unter denen *Microcystis* die wichtigste Art darstellte. An 2. Stelle unter den Blaualgen ist *Aphaniz. flos-aquae* zu nennen, die fast nur in Form von Einzelfäden auftrat. Alle anderen Algenarten spielten in mengenmäßiger Hinsicht keine Rolle.

Diskussion der Ergebnisse

Zur besseren Übersicht der Ergebnisse aus den 3 Proben ist das zahlenmäßige Auftreten der häufigsten Algenarten in Tabelle 2 zusammengefaßt.

Tabelle 2: Anzahl der Zellen (Z) oder Zellkolonien (K)/ml

	C. hirund.	*Microc.*	*Aphanizom.*	*Anabaena*
Probe I a	493 Z/ml	133 K/ml	205.875 Z/ml	646 Z/ml
Probe I b	12 Z/ml	43 K/ml	143.568 Z/ml	428 Z/ml
Probe I c	298 Z/ml	157 K/ml	5.310 Z/ml	639 Z/ml

Da die Anzahl der Zellen bzw. Zellkolonien/ml bei den einzelnen Algenarten in den 3 aufeinanderfolgenden Proben z. T. stark variiert, sollen die jeweiligen mengenmäßigen Veränderungen für eine Algenart getrennt diskutiert werden:

Ceratium hirundinella

Das starke Schwanken der Zellzahl/ml ist in diesem Falle nur bedingt durch die verschiedene Entnahmezeit der Proben. *C. hirundinella* ist nämlich infolge des Besitzes von 2 Geißeln befähigt, sich im Wasser fortzubewegen und — nach Beobachtung mancher Hydrobiologen — genauso wie das Zooplankton Vertikalwanderungen auszuführen, die abhängig sind von der jeweiligen Intensität der Sonneneinstrahlung. Bei starker Lichteinwirkung auf den Organismus verhält sich so *C. hirundinella* offensichtlich negativ fototaktisch, und umgekehrt, also bei schwacher Lichteinwirkung, wandert dieser Dinoflagellat dem Lichte entgegen. Als Ergebnis dieser „Vertikalwanderung" kommt es zu einer mehr oder weniger ausgeprägten Schichtung dieser Algen im Wasserkörper. Besonders deutlich wird dies in klaren Gewässern, wo das Licht vhm. tief eindringen kann. Im Vierwaldstättersee z. B. bewohnt *C. hirundinella* die obersten 10–15 m, wobei aber die höchsten Oberflächenschichten gemieden werden. Im Wielender See (in Holstein) reicht die *Ceratium*verteilung von 0–15 m, mit einem Maximum der Volksdichte von etwa 1–5 m, und in einem weiteren Holsteinersee, dem Ausgrabensee, war die Hauptmenge in der Schicht von ½–2 m vorhanden.

Inwieweit auch Ernährungseinflüsse, t-Einflüsse und andere Faktoren für die Bildung dieser Vertikalschichtung maßgebend sind, ist ungewiß. Der Lichtintensität kommt auf alle Fälle dabei eine entscheidende Rolle zu.

Im allgemeinen weisen fruchtbare Karpfenteiche eine ungleich höhere Primärproduktion auf als z. B. Seen, der Algenreichtum in Karpfenteichen ist infolgedessen auch größer, was eine wesentlich geringere Sichttiefe bewirkt. Die Folge davon wieder ist, daß sich fast alle planktischen Algen in der obersten Wasserschicht finden. Lediglich die letzten 10–30 cm werden bei starker Sonneneinstrahlung von manchen Algen gemieden. Im vorliegenden Fall, also im Seerosenteich, ist es offensichtlich im Laufe der Vormittagsstunden des 19. August infolge starker Sonneneinstrahlung zu einem Absinken von *C. hirudinella* in tiefere Wasserschichten gekommen. Erst gegen Abend, bei Abnahme der Lichtintensität, setzte eine gegenläufige Bewegung ein und bewirkte wieder ein Aufsteigen in höhere Wasserschichten. Genauere Untersuchungen über diese Vertikalwanderung des Phytoplanktons liegen noch nicht vor, der Unterfertigte hat aber bereits mit einer diesbezüglichen Arbeit begonnen.

Die unterschiedliche Anzahl von *Ceratium*-Zellen/ml in den Proben Ia, Ib und Ic ist also nur als Folge einer dem täglichen Rhytmus angepaßten Vertikalwanderung dieser Algen anzusehen. Eine tatsächliche, auffallende zahlenmäßige Änderung der Zellenzahl/ml Teichwasser hat nicht stattgefunden. *C. hirundinella* war damit zumindest in diesem Falle nicht unmittelbar am „Zusammenbruch" des Seerosenteiches beteiligt.

Microcystis flos-aquae

Auch bei dieser Algenart ist bei Vergleich der 3 Proben keine auffallende Mengenverschiebung festzustellen, die auf ein besonderes Geschehen im Teich am 1. und 2. Tag nach dem Zusammenbruch hinweisen könnte.

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

Aphanizomenon flos-aquae

Diese ebenfalls oft Wasserblüten bildende Algenart ist mit freiem Auge bei entsprechender Massenentwicklung infolge der Eigenart, daß sich oft mehrere Fäden zu Bündeln zusammenlegen, gut sichtbar und wird wegen der meist gebogenen Form von den Teichwirten allgemein Sichelalge genannt. Diese Alge, in den 3 Proben zusammen mit *Microcystis* die häufigste Art, war wie man aus Tabelle 2 erkennen kann, die einzige bedeutende Algenart, bei der es innerhalb von etwas mehr als einem Tag zu einer Abnahme um beinahe 2 Zehnerpotenzen auf nur 2,5% der ursprünglichen Zellanzahl/ml gekommen ist.

Sichelalgen sollen nach BANK auch bei starker Assimilationstätigkeit den pH-Wert des Teichwassers im Gegensatz zu *Anabaena* und *Microcystis* nicht auf Werte über 10.0 hinauftreiben und auch keinen akuten O_2-Mangel im Teichwasser verursachen. Aus diesem Grund wird sie von den Teichwirten sehr geschätzt und gefördert, indem man versucht, mit einer PO_4-Düngung eine reichliche Sichelalgenbildung herbeizuführen. Offenbar spricht diese Alge auf eine PO_4-Düngung gut an. Auch im Falle des Seerosenteiches war 10 Tage vor dem Zusammenbruch mit Superphosphat gedüngt worden, wodurch es zu einer Grünfärbung an der Wasseroberfläche kam, die vermutlich in 1. Linie von einer starken *Aphanizomenon*-Entwicklung herrührte. Nachdem es (aus Nährstoffmangel?) zu einem Algensterben gekommen war, von dem besonders *Aphanizomenon* betroffen wurde, verringerte sich die Zahl der Sichelalgen von 205.875/ml auf 5.310/ml.

Inwieweit Sichelalgen gegen PO_4-Mangel besonders empfindlich sind oder ob andere Faktoren für den auffallenden, mengenmäßigen Rückgang dieser Algenart verantwortlich zu machen sind, kann zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht beantwortet werden. Es kann jedoch mit großer Sicherheit angenommen werden, daß diese Algenart maßgeblich am sog. Zusammenbruch des Seerosenteiches in diesem Fall beteiligt war. Daß mit diesem Zusammenbruch kein Fischsterben verbunden war, bestätigt die Annahme von BANK, wonach es in Teichen mit starker *Aphanizomenon*-Entwicklung selten zu Fischausfällen infolge O_2-Mangel kommt.

Alle anderen Algenarten waren im Verhältnis zu den 3 bereits genannten in so geringer Menge in den Proben vorhanden, daß sie vernachläßigt werden konnten.

Die normalen Veränderungen bezüglich pH-Werte und O_2-Gehalt des Teichwassers sind ebenfalls bedingt durch die tageszeitlichen Schwankungen im Gasstoffwechsel des Gewässers: Wie bereits im 1. Teil dieser Arbeit ausgeführt wurde, steigen der pH-Wert und O_2-Gehalt im Teichwasser bei sonnigem Wetter bei Tag bis rund 18.00 an und fallen dann wieder bis zum Morgen des nächsten Tages, um dann erneut anzusteigen.

Auch die Änderung der Teichfarbe von grün auf braun waren in diesem Falle erklärbar. Infolge der starken *Aphanizomenon*-Entwicklung war es nämlich zu einer Wasserblütenbildung gekommen: Viele Cyanophyeen, u. a. auch *Aphanizomenon,* bilden unter bestimmten Umständen Gasvakuolen und halten sich mit deren Hilfe an der Wasseroberfläche und bilden so in manchen Fällen eine dicke Algenschicht an der Wasseroberfläche — eine Wasserblüte, welche im vorliegenden Fall für die blaugrüne Färbung des Teichwassers verantwortlich war. Nachdem nun ein Großteil der Sichelalgen abgestorben war, kam die braune Vegetationstrübung, die für eine Massenentwicklung von *C. hirundinella* charakteristisch ist, und die in den tieferen Wasserschichten (unter der Algenblüte) bereits vorhanden war, zum Vorschein und bedingte auch noch an den folgenden Tagen die bräunliche Färbung des Teichwassers.

B. Badeteich

Ist der produktivste Teich der Teichwirtschaft Kirchberg/Raab. Allerdings kam es in diesem Teich fast alljährlich zu einem Zusammenbruch, der oft auch mit starken Fischverlusten verbunden war. Auch 1971 war um den 10. August herum eine bedenkliche Wasserblüte vorhanden. Durch eine teilweise Behandlung der Wasserfläche mit Kupfersulfat wurde jedoch ein Teil der Algen vernichtet und vielleicht dadurch ein Zusammenbruch vermieden.

Aus diesem Teich wurden 1971 und 1972 Planktonproben entnommen, die folgendes Ergebnis zeigten:

1971 08 20 11 45 (Probe II a) — 10 Tage nach der Behandlung mit Kupfersulfat

t an der H_2O-Oberfläche	27,0°C
t über Grund	23,7°C
Farbe des Teichwassers	grün

Schwimmblattpflanzen und Unterwasserpflanzen fehlten weitgehend.

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

Phytoplanktonzusammensetzung

C. hirundinella	+	3 Zel./ml
Microcystis sp.	+ + +	35 Kol./ml
Aphanizomenon sp.	+ + +	4.598 Fäd./ml bzw. 411.910 Zel./ml
Volvox sp.	+	2 Ind./ml

Diese Probe ist war gekennzeichnet durch ein stark gehäuftes Auftreten von Cyanophyceen, wobei *Aphanizomenon sp.* an 1. Stelle zu erwähnen ist und dahinter an 2. Stelle *Microcystis sp.*. Alle anderen Algen spielten hinsichtlich ihres mengenmäßigen Anteils keine Rolle.

1972 08 28 (Probe II b)

C. hirundinella fa. austriacum	+ + + +	1.191/ml

Dieser Dinoflagellat war mit mehr als 90% an der Gesamtzusammensetzung des Phytoplanktons beteiligt, während von allen anderen Algenarten keine auch nur in nennenswerter Zahl vorhanden waren.

Diese 2. Probe aus dem Badeteich, zur selben Jahreszeit wie Probe II a ein Jahr zuvor entnommen, zeigt wieder bei Vergleich mit Probe II a, wie verschiedenartig die Phytoplanktonzusammensetzung eines Gewässers in den einzelnen Jahren sein kann. Ob diese unterschiedliche Algenzusammensetzung jeweils als Ausdruck besonderer Ernährungsbedingungen der Algen, eines bestimmten Temperaturverlaufes des Teichwassers, einer unterschiedlichen Zooplantongesellschaft und anderer Faktoren anzusehen ist, oder ob mehrere dieser Faktoren zusammenwirken müssen, damit eine bestimmte Algenart in großer Zahl gebildet wird, kann ebenfalls noch nicht annähernd beantwortet werden.

C. Edelteich

Dieser Teich, in dem es in letzter Zeit nie zu einem durch O_2-Mangel bedingten Fischsterben gekommen war, wurde nur deshalb in die Untersuchung miteinbezogen, um aus eventuell auftretenden Unterschieden bezüglich der Phytoplanktonzusammensetzung zu den beiden anderen Teichen Rückschlüsse ziehen zu können. Auf Grund der wenigen Proben, die dem Unterfertigten aus diesem Teich zur Untersuchung zur Verfügung standen (nur aus 1971 und 1972), war dies aber nicht möglich. Bemerkenswert ist aber, daß sowohl im August 1971 als auch im August 1972 zur Zeit der Probenentnahme nur eine vhm. geringe Algenentwicklung im Teich festgestellt werden konnte, was seinen Ausdruck auch im niedrigen pH-Wert (8,2–7,9) und O_2-Gehalt des Wassers (nur knapp über 8 mg/l) findet. Bestätigt wurde die geringe Algenentwicklung durch die Phytoplanktonuntersuchung, welche folgendes Ergebnis brachte:

Aphanizomenon sp.	+ +	maximal 207 Fäd./ml bzw. 9.275 Zel./ml

Daneben waren zur Zeit der Probennahme im Teich noch vorhanden:

C. hirundinella	+
Anabaena spiroides	+
Pediastrum sp.	+
Coelastrum sp.	+

Infolge ihres vereinzelten Auftretens waren sie aber bedeutungslos.

Dieses Ergebnis in Verbindung mit den gemessenen pH-Werten und dem O_2-Gehalt des Teichwassers deutet darauf hin, daß in diesem Teich zur Zeit der Probennahme nur eine geringe Algenproduktion im Verhältnis zu anderen Teichen vorhanden war. Bemerkenswert war außerdem eine gewisse Freßunlust der Karpfen im Laufe des August. Wie aber das Abfischungsergebnis 1971 zeigte, muß diese Zeit der verminderten Futteraufnahme im ganzen gesehen doch relativ kurz gewesen sein, da die Karpfen einen zufriedenstellenden Abwachs zeigten.

Diese zuletzt genannten Dinge — geringe Algenproduktion, niedrige pH- und O_2-Werte des Teichwassers sowie vorübergehende Appetitlosigkeit der Fische — sind alles Merkmale, die man in einem Teich in der Regel kurz nach einem „Zusammenbruch" feststellen kann. Es hat also den Anschein, daß es im Edelteich einen nicht bemerkten „Zusammenbruch" gegeben hat, mit all dem Folgen für den Teich, nur in sehr abgeschwächter Form, so daß es zu keiner stärkeren Beeinträchtigung der Karpfen gekommen ist. Weiters muß aus den Beobachtungen, die dem

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

Unterfertigten vom Teichbesitzer mitgeteilt wurden, geschlossen werden, daß es im Edelteich des öfteren zu ähnlichen Ereignissen, in der Regel ohne Fischausfälle, kommt.

Tabelle 2: Ergebnis der Wasseruntersuchung aus 3 Teichen der Teichwirtschaft Rothermann vom 1973 07 26

	Badeteich			Seerosenteich			Waldteich		
Datum der Probennahme	08 40			09 20			09 45		
Tiefe (m)	0,0	0,5	1,0	0,0	0,5	1,0	0,0	0,5	1,0
Temp. (°C)	21,5	21,9	21,7	20,5	20,6	20,6	20,9	20,9	20,7
pH-Wert	7,1	7,0	7,1	7,2	7,1	7,0	7,7	7,8	7,7
SBV	2,2	2,3	2,3	2,3	2,35	2,3	1,9	1,95	1,85
O_2(mg/l)	5,6	6,3	6,0	4,5	3,5	3,5	8,2	8,8	7,6
Leitfähigkeit (µS)	210	209	206	209	209	211	—	182	190
P/PO_4(mg/cbm)	0,0	0,5	0,0	6,5	7,0	8,0	12,0	73,0	37,0
N/NO_3(mg/cbm)	Spuren			Spuren			Spuren		
N/NH_4(mg/cbm)	50	60	70	100	90	120	80	90	70
Fe++ (mg/l)	0,38	0,35	0,35	1,30	1,25	1,18	0,68	0,64	0,62
Sonstiges				zw. 20. u. 23. 7. „zusammengebrochen"					

1973 hatte es im Seerosenteich wieder einen Zusammenbruch gegeben. Wenige Tage darauf wurden chemisch-physikalische Messungen durchgeführt, wobei als Vergleichsteiche der Badeteich und der Waldteich, der ebenfalls unmittelbar an den Seerosenteich angrenzt und in manchen Dingen dem Seerosenteich auch ähnlich ist (starkes *Ceratium*-Vorkommen zeitweise), dienten. Das Untersuchungsergebnis ist in Tabelle 2 enthalten. Wie daraus ersichtlich ist, unterschied sich der Seerosenteich in Bezug auf die untersuchten Parameter, mit Ausnahme des niedrigeren O_2-Gehaltes, kaum von den anderen Teichen. Auch der Ammonium (NH_4)-Gehalt war nicht auffallend erhöht. Dabei muß allerdings berücksichtigt werden, daß zwischen dem Zusammenbruch und der Probenentnahme mehrere Tage vergangen waren, während im Juni 1971 die Phytoplanktonproben sofort nach Auftreten der Anzeichen für einen Teichzusammenbruch entnommen worden waren.

Zusammenfassung

In den ertragreichen Karpfenteichen im Südosten Österreichs bilden die Blaualgen zumindest zahlenmäßig die dominierende Algengruppe Aber auch mengenmäßig stehen sie in vielen Teichen an 1. Stelle und bilden häufig Wasserblüten *(Aphanozomenon flos-aquae, Anabaena flos-aquae)*. Sie sind auch in den meisten Fällen für die hohen pH-Werte- und O_2-Schwankungen in den Karpfenteichgewässern, verbunden mit allen daraus resultierenden Folgen, verantwortlich zu machen.

Die bräunliche Färbung, die in manchen Teichen zeitweise, auch nach einem Zusammenbruch, auftritt, rührt in vielen Fällen von einer von *Ceratium hirundinella* verursachten Vegetationstrübung her. In den meisten Fällen, in denen Teiche wegen ihrer bräunlichen Farbe untersucht worden waren, konnte nämlich eine Massenentwicklung dieses Dinoflagellaten festgestellt werden, wobei die Anzahl der Zellen/ml von 200 bis über 1.000 schwankte.

Der von den Teichwirten häufig gebrauchte Terminus „Teichzusammenbruch" bezeichnet im allgemeinen ein Ereignis im Teich, bei dem es zu einem Absterben von Algen und einer Veränderung der Teichwasserfarbe kommt. Begleitet werden diese Erscheinungen von einem vorübergehenden Absinken des O_2-Gehaltes im Teichwasser (als Folge einer verstärkten O_2-Zehrung durch die abgestorbenen Organismen und einer einer verminderten Assimilation im Teich) und einem auffallenden Verhalten der Fische (vorübergehende Einstellung der Nahrungsaufnahme bis zum Ersticken durch O_2-Mangel). Wie am Beispiel des Seerosenteiches dargelegt wurde, kann ein Zusammenbruch u. U. nur mit dem Verschwinden einer einzigen Algenart, die in mengenmäßiger Hinsicht gar nicht dominieren muß, in Zusammenhang gebracht werden.

Ein Teichzusammenbruch kann aber auch stattfinden, ohne daß pflanzliche Organismen in größerer Menge unmittelbar zuvor abgestorben sind, und zwar dann, wenn sich im Teich viel O_2-zehrende organische Masse angesammelt hat und

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

zuwenig O_2 gebildet wird (infolge geringer Lichteinstrahlung), um die O_2-Zehrung bei Nacht zu kompensieren.

Die Folgen eines Zusammenbruches sind für den Fischbestand unterschiedlich je nach Menge und Art der abgestorbenen pflanzlichen Organismen bzw. dem O_2-Gehalt des Teichwassers.

Die meisten Karpfenteiche liegen inmitten von landwirtschaftlichen Nutzflächen (besonders in Maisanbaugebieten), die stark gedüngt werden. Die Tatsache, daß es nach stärkeren Regenfällen in vielen Teichen zu einer Massenentwicklung von Algen, besonders Blaualgen (weisen auf höhere Konzentrationen von N-Salzen hin) kommt, zeigt, daß mit den Niederschlägen bzw. dem Speisungswasser Düngemittel in größerer Menge in die Teiche gelangen und dort zu den Überdüngungserscheinungen führen. Da die Menge der eingebrachten Nährstoffe je nach Größe des Einzugsgebietes der Teiche, der jeweiligen Niederschlagstätigkeit etc. schwankt, ist die Nährstoffzufuhr sehr unterschiedlich und quantitativ nur schwer erfaßbar. Daher ist es auch schwierig bzw. fast unmöglich, in solchen Teichen mit kaum kontrollierbarer Nährstoffzufuhr mit Hilfe von gezielten Düngemaßnahmen das Algenwachstum in ganz bestimmter Weise zu beeinflußen.

Daraus ergibt sich aber, daß andere Maßnahmen ergriffen werden müssen, um eine sichere O_2-Versorgung der Fische in diesen hochproduktiven Teichen zu gewährleisten. Dafür biete sich der Einsatz von Belüftungsanlagen an, die auch in Karpfenteichen schon erfolgreich eingesetzt worden sind. Auch in der Teichwirtschaft Saaz soll noch 1974 ein Teich versuchsweise damit ausgestattet werden.

Anschrift des Verfassers:
Dr. Erich KAINZ
A-5341 Scharfling 18

Direktor Göte Borgström, Gründer der ABU-Werke ist im Alter von 70 Jahren verschieden

In Svängsta geboren, trat Göte Borgström mit sehr jungen Jahren, in die Lehre bei seinem Vater C. A. Borgström, der eine kleine mechanische Werkstatt betrieb, die Uhren und Präzisioninstrumente herstellte.

1921 wurde die AB Urfabrik gegründet, die sich später zu einer weltumspannenden Industrie für Sportfischereigeräte entwickelte. Man stellte im Anfang jedoch nicht Fischereigeräte, sondern Telefonkontrolluhren und Taxameter her. Die, in diesem Gebiet heimische, alte Uhrmachertradition wurde somit in dem kleinen Borgströmschen Unternehmen an der Mörrum bewahrt und weiterentwickelt. Der Sohn Göte setzte nicht nur Taxameter zusammen, sondern fungierte als Reisender und Verkäufer sowie als Monteur beim Einbau derselben in Fahrzeugen. Nach dem Tode des Vaters übernahm der Sohn das Unternehmen und konstruierte den kleinsten und handlichsten Taxameter — den Record-Taxameter.

Während des zweiten Weltkrieges geriet das Unternehmen in eine Krise — bedingt durch den Benzinmangel. Ein neues Herstellungsobjekt mußte gefunden werden, da der Verkauf von Taxametern immer schwerer wurde, und jetzt entschied man sich für Sportfischereigeräte. Die Wahl wurde nie bereut. Göte Borgström mußte hart kämpfen bis er den Widerstand in Verkaufskreisen gebrochen hatte. Seine Svängstaprodukte

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Österreichs Fischerei

Jahr/Year: 1974

Band/Volume: 27

Autor(en)/Author(s): Kainz Erich

Artikel/Article: Untersuchungen im Zusammenhang zwischen starker Pflanzenproduktion und Sauerstoffmangel in Teichen der südlichen Steiermark 141-156