

M. Bobek und F. Schiemer

Der Einsatz eines neuen Echolotes in der Fisch-Ökologie

1. Einleitung

Während der letzten zehn Jahre ist in zunehmendem Ausmaß die Bedeutung der Fischfauna für den Zustand der Gewässer festgestellt worden. Vor allem kleinwüchsige Arten wie Lauben, Güster, Rotaugen und Barsche, die oft massenhaft in Gewässern vorkommen, beeinflussen durch ihre Freßaktivität die Zusammensetzung des Zooplanktons (siehe Books & Dodson, 1965) und damit indirekt Art und Menge des Phytoplanktons eines Gewässers. Letztlich wird dadurch auch die Intensität des Nährstoffkreislaufes und der Trophiezustand (vergl. Stenson et al., 1978) mitbestimmt. Seit die Bedeutung der Fischfauna als wesentliches Regulativ der Lebensgemeinschaften in Gewässern erkannt worden war, werden in zunehmendem Ausmaß fischökologische Untersuchungen bei der limnologischen Betrachtung miteinbezogen.

Ein wichtiger Gesichtspunkt bei der Feststellung der funktionellen Rolle von Fischen ist eine Analyse der Bestandsdichte sowie der räumlichen und zeitlichen Verteilung der verschiedenen Größenkategorien zumindest der häufigsten Arten. Mit herkömmlichen Methoden, z. B. Kiemennetz – oder Zugnetzfängen in Seen, ist es sehr schwierig, ausreichende Informationen zu erbringen, zumal das Verteilungsmuster einer starken tageszeitlichen und saisonalen Dynamik unterliegt.

Hydroakustische Methoden sind seit Beginn der sechziger Jahre in der praktischen Fischerei im Einsatz, um Fischvorkommen zu orten. In der letzten Dekade wurden weiterentwickelte Geräte auch für wissenschaftliche Fragestellungen verwendet, die es nicht nur erlauben die Position der Fische im Wasserkörper zu bestimmen, sondern auch durch eine exakte Analyse der reflektierten Signale Aussagen über Fischgröße und Bestandsdichte ermöglichen.

Im Rahmen eines Forschungsprogrammes über die »Ökophysiologie der Cyprinidenfauna österreichischer Gewässer« des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung war es möglich, ein modernes und hochwertiges Echolot anzukaufen. Dieses Gerät wurde vor allem im Rahmen fischökologischer Untersuchungen am Wallersee eingesetzt. In der Folge wird über erste Erfahrungen beim Einsatz dieser modernen Technologie berichtet. Die technischen Grundlagen werden beschrieben und erste wissenschaftliche Ergebnisse als Beispiel präsentiert.

2. Grundlagen der Hydroakustik

Ein im Wasser befindlicher Sender sendet Signale bekannter Energie und Frequenz aus (heute in der Fischerei übliche Frequenzen bewegen sich zwischen 30 und 500 kHz). Die Signalausbreitung erfolgt in Form von Sinus-Schwingungen bestimmter Wellenlänge. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit ist von der Temperatur und der Dichte des Mediums abhängig. Für Süßwasser gilt ein Durchschnittswert von 1500 m/sec.

Mit zunehmender Entfernung zum Sender wird das Signal charakteristisch gedämpft (siehe Abb. 1a). Dies bedeutet, daß von einem Fisch in größerer Entfernung vom Sender

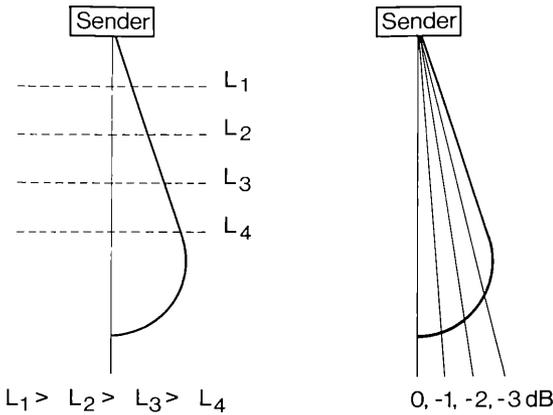


Abb. 1a: Abnahme des Energieniveaus mit zunehmender Entfernung zum Sender (schematisch): In größerer Entfernung zum Sender ist das Energieniveau kleiner als in Sendernähe.
L₁, L₂, Energieniveaus

Abb. 1b: Abnahme des Energieniveaus mit zunehmender Entfernung von der Schallkegelachse (schematisch): Dieses Energiegefälle bestimmt den Öffnungswinkel des Schallkegels: er wird durch die Schallkegelachse und eine Gerade definiert, auf der das Energieniveau um 3 dB kleiner ist als auf der Schallkegelachse (dB = dezi Bell)

ein schwächeres Signal reflektiert und empfangen wird als von einem gleich großen Fisch in Sendernähe. Dieses Phänomen kann durch die laufzeitabhängige Nachverstärkung des empfangenen Signals (»time varied gain«, TVG) kompensiert werden. Gleich einem Lichtkegel wird der Durchmesser des Schallkegels mit zunehmender Entfernung vom Sender größer. Dies bedeutet eine zusätzliche Abnahme der Signalstärke mit zunehmender Entfernung von der Schallkegelachse (siehe Abb. 1b). Eine Kompensation dieses Phänomens setzt aber die Kenntnis der Entfernung eines Objektes von der Schallkegelachse voraus. Durch die Energieverteilung im Schallkegel wird auch dessen Öffnungswinkel definiert. Dieser ergibt sich aus dem Winkel zwischen der Schallkegelachse und einer Geraden durch jene Punkte, deren Energieniveau um 3 dB kleiner ist als jenes der Kegelachse in der entsprechenden Entfernung zum Sender (dB = dezi Bell; 1 Bell ist ein logarithmisches Verhältnismaß zweier Größen).

3. Praktische Anwendung

Die einfachste Form der Verwendung des Ultraschalls ist jene für die Distanzmessung mit Hilfe von Echoloten. Trifft ein ausgesendetes Signal auf ein Hindernis, sei es der Seeboden oder ein Fisch, wird ein Teil des ausgesendeten Signals in Richtung Empfänger reflektiert. Aus der Zeitdifferenz zwischen Signal-Aussendung und Empfang kann bei bekannter Ausbreitungsgeschwindigkeit die Entfernung berechnet werden. Heute übliche Sonar-Systeme führen diese Berechnung selbsttätig durch und geben die Entfernung in digitaler Form oder als graphische Darstellung an.

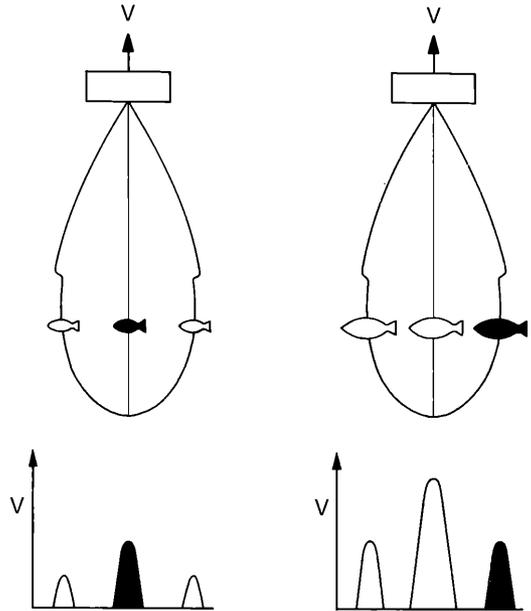
Wesentlich höhere Anforderungen an Gerät und Signalauswertung sind notwendig, will man die Größe eines empfangenen Signales der Objektgröße direkt zuordnen. Abb. 2 zeigt schematisch die Größe von Signalen, empfangen von unterschiedlich großen Fischen beim Passieren des Schallkegels in der gleichen Wassertiefe. Der kleine Fisch reflektiert, da er sich auf der Schallkegelachse befindet, die gleiche Energiemenge wie der doppelt so große Fisch am Schallkegelrand:

Gleich große Objekte mit identer hydroakustischer Reflexionscharakteristik reflektieren in Abhängigkeit von ihrer Entfernung zum Sender und zur Schallkegelachse unterschiedlich große Energie.

Herkömmliche Systeme vermögen den Abstand eines Objektes von der Schallkegelachse nicht zu messen. Ohne diese Messung und Kompensation des horizontalen Energiegefälles ist jedoch die direkte Zuordnung Objektgröße/Signalgröße unmöglich.

Die Echolote der Firma Bio-Sonics lösen derzeit als einzige dieses Problem annähernd zufriedenstellend.

Abb. 2: Schematische Darstellung der Signalgröße (V), reflektiert von unterschiedlich großen Fischen beim Passieren des Schallkegels: Der kleine Fisch reflektiert auf der Schallkegelachse die gleiche Energiemenge wie der große Fisch am Rande des Schallkegels (verändert nach Ehrenberg, 1984)



Bei der Konzeption dieser Geräte wurde unter der Verwendung anspruchsvollster Technologie ein völlig neuer Weg beschritten und die »Dual-Beam-Technik« (Zwei-Winkel-Technik) entwickelt. Unmittelbar neben dem üblichen Sende/Empfänger wurde zusätzlich ein Empfänger mit unterschiedlicher Winkelcharakteristik achsparallel angeordnet (siehe Abb. 3). Dadurch werden zeitgleich für das selbe Objekt zwei unterschiedliche Signale empfangen. Durch die Kombination beider Meßergebnisse für das selbe Objekt kann dessen Größe direkt berechnet werden.

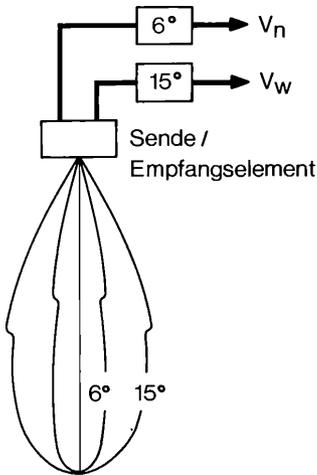


Abb. 3: Der »Dual-Beam« Sende/Empfänger: Unmittelbar neben dem üblichen einfachen Sende/Empfänger wurde ein zweites Empfangselement mit unterschiedlicher Winkelcharakteristik angeordnet:

Element 1: Sende/Empfänger, 6°

Element 2: Empfänger 15°

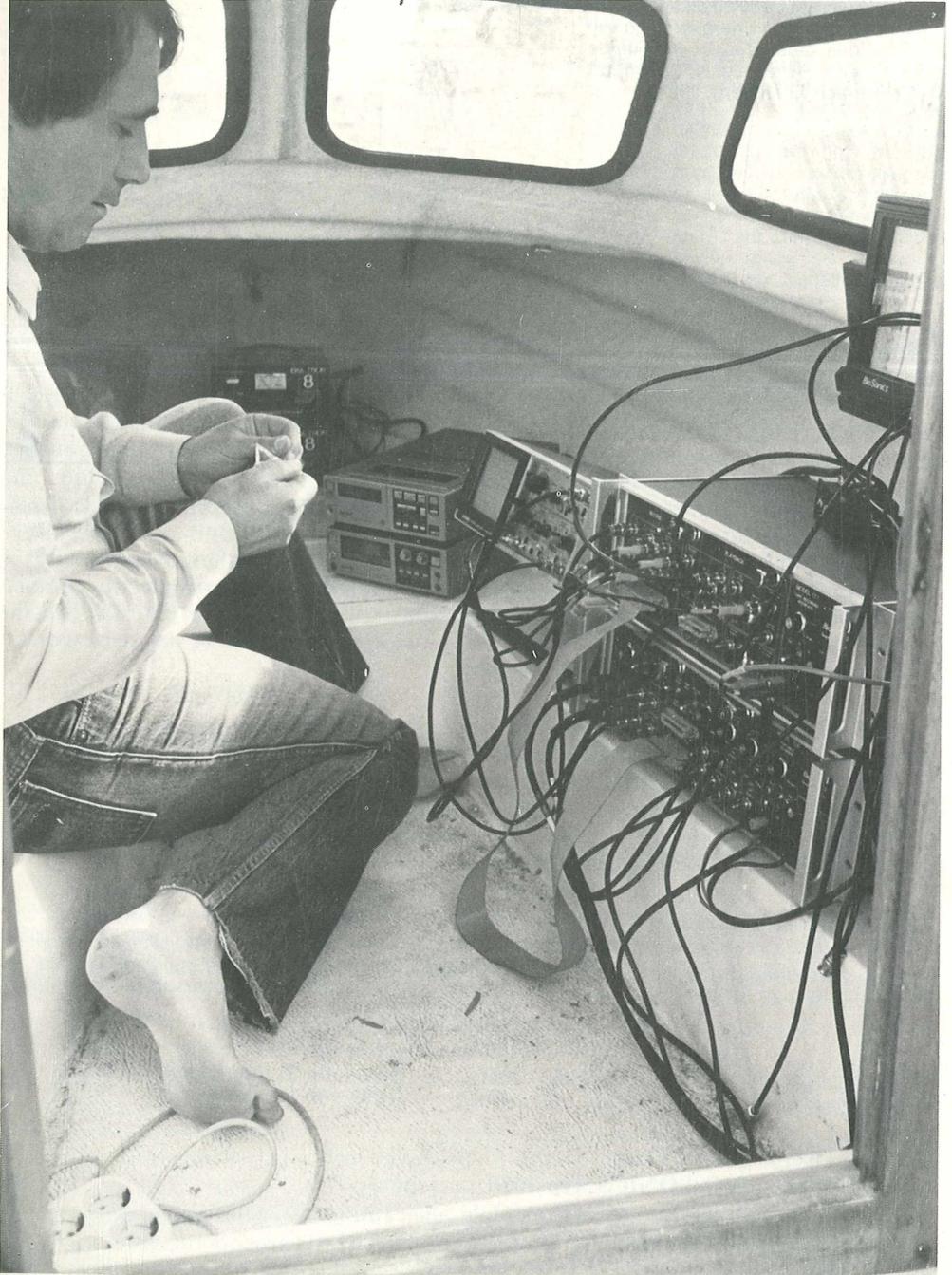
Vn: Signal von 6° Empfänger

Vw: Signal von 15° Empfänger

4. Das Echolot »BIO-SONICS Typ 105«

Dieses Gerät ist seit Herbst 1985 am Zoologischen Institut der Universität Wien, Abteilung Limnologie, im Rahmen eines Projektes im Einsatz. Es arbeitet mit einer Frequenz von 420 kHz (wahlweise auch 210 kHz). Die Signale werden elektronisch aufbereitet und

nach Digitalisierung auf Videoband gespeichert. Zusätzlich werden die Signale auch durch einen Papierschreiber aufgezeichnet und mit einem Oszillographen kontrolliert. Letzterer dient auch der Systemüberwachung vor und während eines Einsatzes. Für die Freilandarbeit wurde ein Kajütboot speziell adaptiert (Abb. 4a, b).



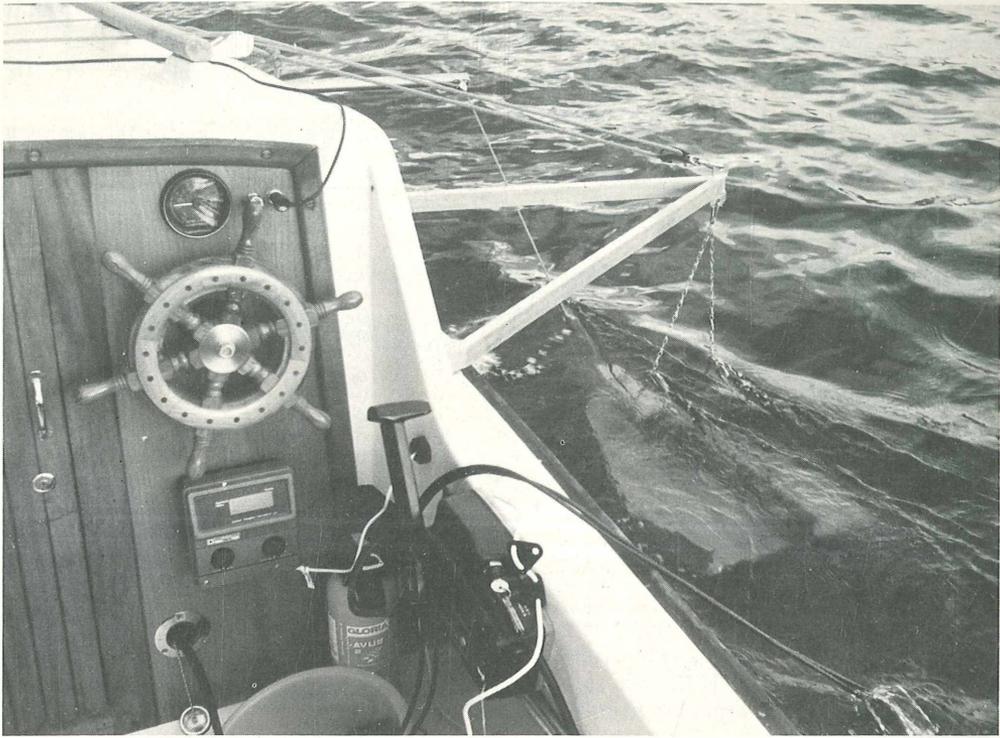


Abb. 4: Das Echolot im Einsatz
 Linke Seite: Elektronik in der Bootskabine
 Bild oben: Sende/Empfänger und selbstgebauter Unterwassergleitkörper

Die Datenausarbeitung erfolgt im Labor. Ein »Dual-Beam-Processor« untersucht jedes einzelne Signal nach vielen Parametern auf seine Verwertbarkeit und bereitet die Größenklassenanalyse vor. Die solcherart bearbeiteten Daten werden an einen Mikrocomputer übertragen, der die Größenklassenanalyse nach einem speziellen Programm durchführt (Abb. 5 gibt eine schematische Systemübersicht). Als Resultat erhält man die Anzahl der Signale pro Größenklasse (in dB) und Wassertiefe (siehe Abb. 6).

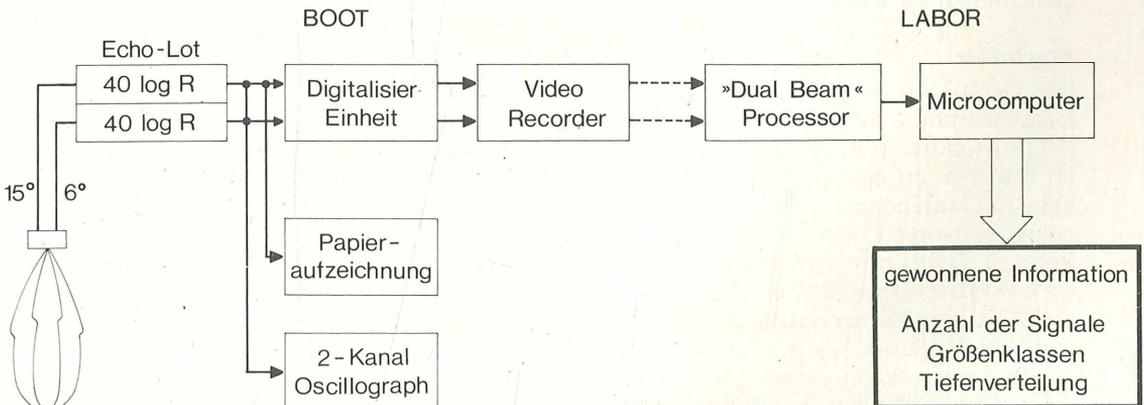


Abb. 5: Das »Bio-Sonics 105 Dual Beam System« (schematische Übersicht)

SUMMARY OF DATA FROM DEPTH 1.0 TO

	DEPTH INTERVALS										SUM	
	FROM TO	1.00 3.10	3.10 5.20	5.20 7.30	7.30 9.40	9.40 11.50	11.50 13.60	13.60 15.70	15.70 17.80	17.80 19.90		19.90 22.00
TS m^2												
-69	0					0	0	3		0		3
-67	0					0	1	4	3	0		8
-65	0					1	0	7	4	0		12
-63	0					0	1	5	7	0		13
-61	1					0	0	1	1	0		3
-59	0					0	0	0	0	0		0
-57	0	1	2	0		0		0	1	0		4
-55	0	0	0	0		0		0	1	0		1
-53			0	1	1			1	1	0		4
-51			0	1	0			0	0	0		1
-49	0	0	4	2				0	0	0		6
-4	0	2	1	1				0	0	0		4
-45	0	1	2	5				1		0		9
-43	1	1	4	10				0		0		16
-41	0	0	1	28				1	0			30
-39	1	1	4	134				0	0			140
-37	0	0	1	65				0	1			67
-35	0	0	1	27				0	2			30
-33	0	0	0	14				0	2			16
-31	0		1	7				0				8
-29	0		0	4				0				4
-27	0		0	1				0				1
-25	0		0	0				0				0
-23	0		0	0				0				0
-21	0		0					0				0

TOTAL NUMBER OF RECORDED TARGETS

2704

NUMBER OF TARGETS USED FOR STATISTICS

Abb. 6: Computerauswertung der Echographie vom 4. 7. 1986, 11.00 Uhr MEZ (Sommerzeit)

Die Labor-Datenauswertung kann derzeit in Österreich nicht durchgeführt werden, da bis jetzt die finanziellen Mittel für den Ankauf von »Dual-Beam-Prozessor« und Recheneinheit fehlen. Die Analyse der vorliegenden Daten wurde mit freundlicher Genehmigung der ETH/EAWAG Zürich, Außenstelle »Kastanienbaum«, durchgeführt.

Ergebnisse

Das Gerät kam 1986 in Österreich erstmals zum Einsatz, um Verteilung und Größenklassenzusammensetzung der Fischfauna im Hafnersee (Kärnten), Lunzer Obersee (NÖ), Mondsee (OÖ) und – vor allem – im Wallersee (Sbg.) zu erfassen. Der Einsatz im Wallersee erfolgte etwa monatlich in der Zeit von April bis November in Zusammenhang mit laufenden Untersuchungen über die Verteilung und die Nahrungsbeziehungen zooplanktivorer Fische (Schiemer et al. 1986, Filka Diss in Vorber., Vockner Diss. in Vorber.). Dabei bringt die moderne wissenschaftliche Hydroakustik wesentlich verbesserte Informationen über den Aufbau von Fischpopulationen und ihre räumliche Verteilung, als dies bei herkömmlichen Fangmethoden möglich wäre.

Auf dem Wallersee wurden mit dem Echolot regelmäßig Transekte gefahren, die über die Breite des 20 m tiefen Seebeckens führten. Die Bootsgeschwindigkeit betrug 3,5 Knoten, wodurch sich eine Bandaufnahmezeit von ca. 7 min./Transekt ergab. Die Fahrten wurden jeweils mittags, nachts und zur Zeit der Abenddämmerung durchgeführt.

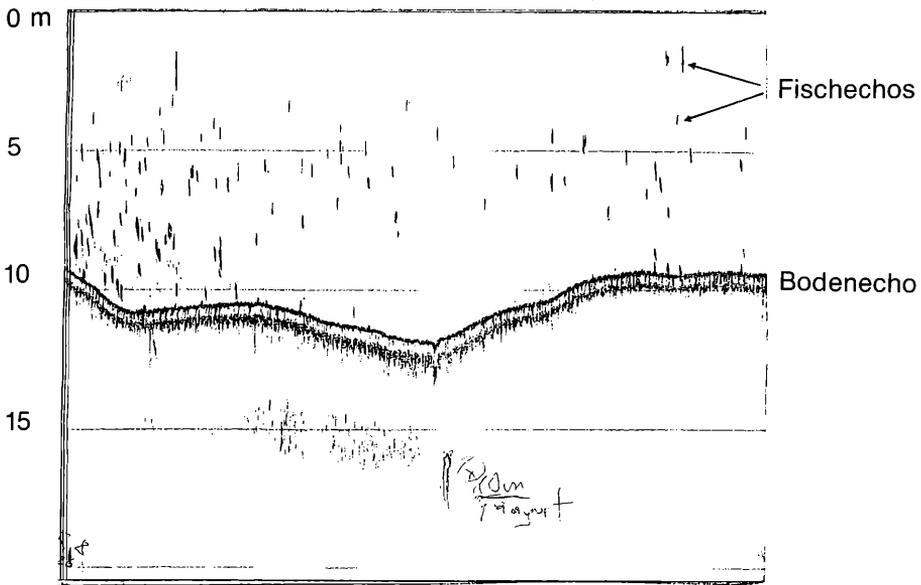


Abb. 7: Papieraufzeichnung einer Echographie am Wallersee

Als Beispiel für Datenaufzeichnung und Auswertung werden die Ergebnisse der Echographie vom 3. und 4. 7. 1986 am Wallersee dargestellt. (Abb. 6: Computerausdruck einer Tag-Transekt-Auswertung; Abb. 7 zeigt als Beispiel einen Ausschnitt der Papieraufzeichnung. In Abb. 8a ist die Anzahl der analysierten Signale [in %] pro Größenklasse dargestellt; Abb. 8b gibt die Signanzahl [in %] pro Wassertiefe an.) Vergleicht man Tag- und Nachtaspekt, zeigen sich deutliche Unterschiede in der Tiefenverteilung und Größenzusammensetzung. Die Echographie bei Tag erbrachte eine eindeutige Signalhäufung zwischen 7 m und 9 m Wassertiefe. Dieses Signalvorkommen bewegt sich signifikant in einem Größenbereich zwischen -35 und -39 dB (dies entspräche einer Fischgröße um 25 cm). Die Nachtaufnahme ergibt ein davon völlig unterschiedliches Bild. Die Signalhäufigkeit war im Tiefenbereich von 1 m bis 3 m Wassertiefe maximal

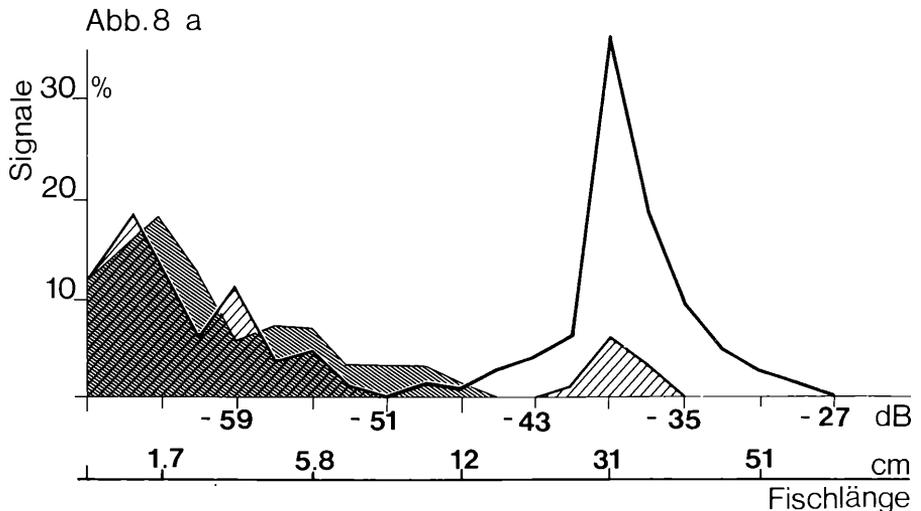


Abb.8 b

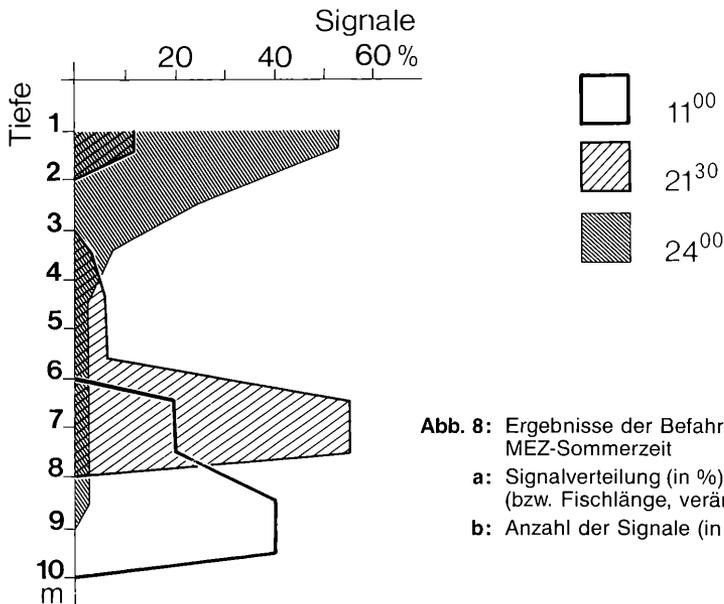


Abb. 8: Ergebnisse der Befahrung vom 3./4. 7. 1986
MEZ-Sommerzeit

- a: Signalverteilung (in %) bezogen auf die Signalgröße
(bzw. Fischlänge, verändert nach Love, 1971)
b: Anzahl der Signale (in %) pro Wassertiefe

(55% aller empfangenen Signale befanden sich zwischen 1 m und 2 m). Der Größenbereich der empfangenen Signale lag deutlich unter jenem der Tag-Aufnahme: unter -55 dB, mit merkbarer Häufung um -63 dB (Fischgröße etwa 2 cm). Die Befahrung in der Abenddämmerung ergab Reste der Signalhäufung um -39 dB vom Tage, der wesentliche Anteil bewegt sich bereits wie der Nacht-Aspekt in der Größenklasse unter -55 dB. Bei der Betrachtung der Signalzahl pro Wassertiefe des Dämmerungs-Aspektes kann man bereits den Beginn der für die Nacht charakteristischen Signalanhäufung zwischen 1 m und 2 m Wassertiefe erkennen.

Diese ersten Ergebnisse weisen darauf hin, daß eine wesentlich stärkere tageszeitliche Dynamik der Fischverteilung im Freiwasserraum besteht, als auf Grund der Kiemennetzbefischungen anzunehmen war. Die Dynamik wird durch die Wanderungen zwischen Uferbereich und offenem See sowie durch die tageszeitlichen Unterschiede der Tiefeneinschichtung der Fische verursacht. Darüber hinaus ist der Hinweis von großem Interesse, daß ein wesentlich größeres Spektrum an Größenklassen in der Freiwasserzone anzutreffen ist, als auf Grund bisheriger Untersuchungen zu vermuten war. Vor allem das Auftreten von 0+ Fischen soll in Zukunft eingehend untersucht werden.

Dank

Die Arbeiten werden mit Unterstützung des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung, Projekt S 35/1, durchgeführt. Die Hilfe der ETH/EAWAG Zürich, Außenstelle Kastanienbaum, insbesondere von Herrn Dr. H. J. Meng, bei der Datenverarbeitung sei besonders angemerkt. Fam. Kapeller, Seekirchen am Wallersee, möchten wir für das stets vorhandene Verständnis und die Hilfsbereitschaft aufrichtig danken. Die Herren W. Vockner, H. Filka, S. Dudzinski und A. Hain waren bei der Freilandarbeit behilflich.

Summary

The paper outlines the basic technical features of a »dual-beam« echo sounder for fisheries research, which is currently in use at the Dept. of Limnology, Zoological Institute, University of Vienna. The technique allows accurate measurements on size class and depth distribution of individual fish targets and an assessment of fish biomass. The paper also discusses some applications and interpretation of results obtained from exploratory investigations on fish populations in Wallersee (Salzburg).

LITERATUR

- Brooks, J. L., Dodson, S. I. (1965): Predation, body size and composition of plankton. *Science* 150, 28–35.
- Ehrenberg, J. E. (1984): Principles of Dual-Beam processing for measuring fish target strengths. *Bio-Sonics* technical note 41.
- Love, R. H. (1971): Dorsal-aspect target strength of an individual fish. *J. Acoust. Soc. Amer.* 49, 816–823.
- Schiemer, F., Zweimüller, I., Mumumba, R., Kathiravelu, S. (1986): Zur Verteilung und Ernährungsbiologie der Massenfischarten des Wallerseees (Flußbarsch, Laube, Rotaugen). *Stud. Forsch. Salzburg* 2, 415–420.
- Stenson, J. A. E., Bohlin, T., Henrikson, L., Nilsson, B. I., Nyman, H. G., Oscarson, H. G., Larsson, P. (1978): Effects of fish removal from a small lake. *Verh. Int. Ver. Limnol.* 20, 294–801.

A. Harsányi

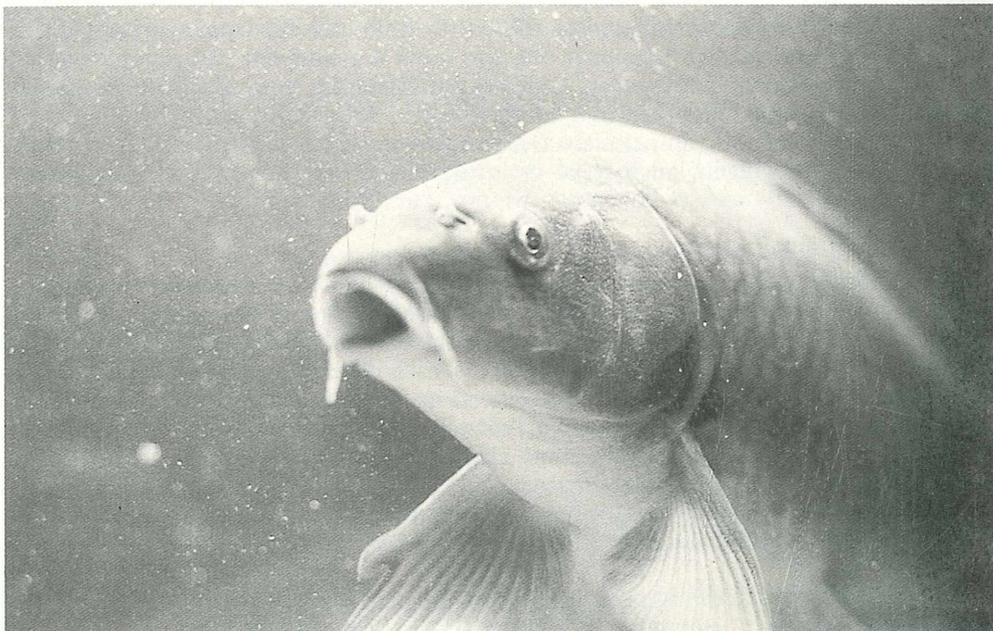
Der Karpfen – *Cyprinus carpio* (L.)

Seine Verbreitungsgeschichte, Domestikation sowie Bedeutung für die Fischerei

Einleitung

Herkunft und ursprüngliche Verbreitung des Karpfens

Kaum eine andere Fischart wird – zumindest dem Namen nach – der Bevölkerung ein Begriff sein, wie der Karpfen. Man meint damit in der Regel den »dicken«, etwa zwei Kilogramm schweren Weihnachtskarpfen. Es machen sich aber nur wenige »Karpfenkonsumenten« wie auch Karpfenzüchter darüber Gedanken, daß es sich um ein domestiziertes Tier handelt, das von wilden, frei lebenden Formen abstammt.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichs Fischerei](#)

Jahr/Year: 1987

Band/Volume: [40](#)

Autor(en)/Author(s): Bobek Manfred, Schiemer F.

Artikel/Article: [Der Einsatz eines neuen Echolotes in der Fisch-Ökologie 119-127](#)