

# Wissenschaft

Österreichs Fischerei

Jahrgang 52/1999

Seite 122–128

## Hydroakustische Fischbestandserhebungen in vier Salzkammergutseen

HUBERT GASSNER, JOSEF WANZENBÖCK

*Institut für Limnologie, Österreichische Akademie der Wissenschaften,  
Gaisberg 116, A-5310 Mondsee*

ALBERT JAGSCH

*Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie  
und Seenkunde, A-5310 Scharfling 18*

ROBERT A. PATZNER

*Zoologisches Institut der Universität Salzburg, Hellbrunner Straße 34, A-5020 Salzburg*

### Abstract

#### Hydroacoustic assessment of fish stocks in four Austrian lakes

The mean total fish biomass of four Austrian lakes (Mond-, Irr-, Waller- and Hallstätter See) was estimated 1998 using hydroacoustics (SIMRAD EY 500 split beam technique). Three hydroacoustic surveys per year and lake were carried out. The estimated mean fish biomass ranged between 49 kg/ha (Lake Irrsee) and 87 kg/ha (Lake Hallstätter See). Comparable estimates of Bavarian lakes ranged between 25 kg/ha (Lake Constance) and 77 kg/ha (Lake Köchelsee). Such assessments of fish stocks are essential for the sustainable use and sound management of these natural resources.

### 1. Einleitung

Moderne hydroakustische Geräte sind für fischereiwissenschaftliche Untersuchungen und für Bewirtschaftungsfragen in den letzten Jahren zu einer äußerst wichtigen und weltweit angewandten Technologie herangereift (MacLennan & Simmonds, 1995; Brandt, 1996). Mit der jüngsten Generation wissenschaftlicher Echolote (volldigitale Split-beam-Technik) ist es nun möglich geworden, Fischbestände in Seen relativ rasch quantitativ abzuschätzen, Größenklassenanalysen durchzuführen sowie deren räumlich-zeitliches Verteilungsmuster in situ zu studieren.

Das einzige derartige moderne Gerät (SIMRAD EY 500 split beam) Österreichs ist seit Februar 1998 am Institut für Limnologie der Österreichischen Akademie der Wissenschaften ÖAW in Mondsee stationiert. In österreichischen Gewässern wurden fischereiwissenschaftliche Untersuchungen mittels Echolottechnik bisher nur vereinzelt durchgeführt. Erstmals in der österreichischen Literatur diskutiert wurden Anwendungsmöglichkeiten von Echoloten um etwa 1930 (Pölzl, 1927; Lion, 1936). Nach einer längeren Pause führten Bobek & Schiemer (1987) und Bobek (1993) hydroakustische Untersuchungen kleineren Umfangs durch. Rakowicz (1997) machte mit einem stationären Echolot Untersuchungen zum Wanderverhalten von Fischen. Die jüngsten einschlägigen österreichischen Arbeiten befassen sich mit der Fischbestandserhebung von Wallersee 1996 und Neusiedlersee 1997. Sie wurden von Dr. Jan Kubecka (Akademie der Wissenschaften der Tschechischen Republik, Budweis) durchgeführt (Wanzenböck, Herzig, unpubliziert).

Die vorliegende Untersuchung stellt den ersten Teil einer breit angelegten hydroakustischen Untersuchung einiger österreichischer Gewässer dar. Hauptziel dieser Grundlagendatenerhebung ist es, eine möglichst gut abgesicherte Fischbestandserhebung und Größenklassenanalyse der untersuchten Seen zu bekommen, wobei in der vorliegenden Arbeit die Echolotaufnahmen des Jahres 1998 zusammengefaßt sind. In der Folge sollen diese grundlegenden Daten über die Fischbiomassen dieser Seen zur Bewertung der ökologischen Funktionsfähigkeit von Seen herangezogen werden. Weiters ist geplant, die räumlich-zeitlichen Verteilungsmuster der Fischbestände zu untersuchen sowie Empfehlungen zum Fischereimanagement abzuleiten.

## 2. Material und Methoden

### 2.1 Gewässer

Die chemischen, morphometrischen und physikalischen Kenndaten von Mond-, Irr-, Waller- und Hallstätter See sind in Tabelle 1 dargestellt. Die ursprüngliche Fischartenzusammensetzung dieser Seen ist in Gassner & Wanzenböck (1999) angeführt, wobei für den Mondsee 17, den Hallstätter See 12 und den Irr- und Wallersee jeweils 11 Fischarten angegeben werden. An der Erstellung einer aktuellen Fischartenliste für diese vier Seen wird derzeit gearbeitet. Bewirtschaftet werden Mond-, Waller- und Hallstätter See mit Netz- und Angelfischerei, der Irrsee ausschließlich angelfischereilich.

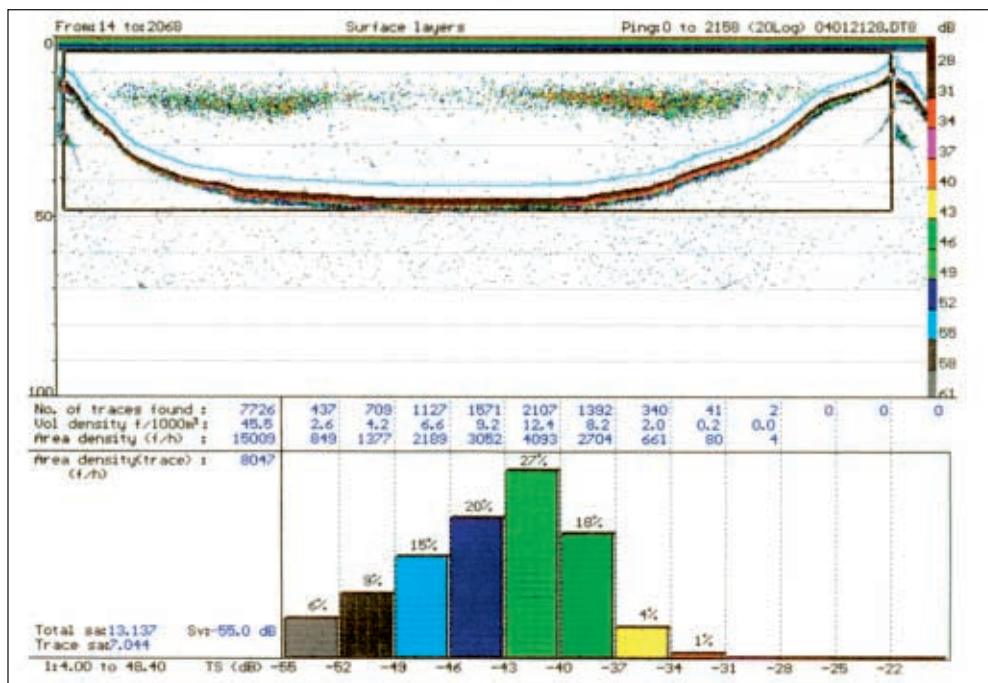
Tabelle 1: **Limnologische, morphometrische Kenndaten von Waller-, Mond-, Irr- und Hallstätter See.** <sup>1</sup>Mefreihe 1980–1997, Schwarz & Jagsch 1998, <sup>2</sup>Mefreihe 1991–1998 (Amt der Salzburger Landesregierung)

	Hallstätter See	Mondsee	Irrsee	Wallersee
Seehöhe (m)	508	481	533	506
Fläche (ha)	858	1421	347	610
max. Tiefe (m)	125	68	32	23
mittl. Tiefe (m)	65	36	15	12
Volumen (Mio. m <sup>3</sup> )	557,0	510,0	53,0	76,6
th. Wassererenerungszeit	0,5 Jahre	1,7 Jahre	1,7 Jahre	289 Tage
mittl. Sichttiefe (m)	7,0 <sup>1</sup>	6,1 <sup>1</sup>	5,4 <sup>1</sup>	3,2 <sup>2</sup>
Trophiegrad	oligo-meso	oligo-meso	meso	meso

### 2.2 Hydroakustik

Die hydroakustischen Untersuchungen wurden mit einem EY 500 Split-beam-Echolot der Firma SIMRAD (Norwegen) durchgeführt. Dieses Echolot besteht aus folgenden Teilen: Elektronikelement (Transceiver), elliptischer 120-kHz-Schallgeber und -empfänger (Transducer) mit einem Schallkegel von 4°×10°, Laptop-Computer zum Betreiben des Transceivers und 12-V-Stromquelle. Der Schallgeber wird waagrecht mit einem speziellen Haltesystem seitlich am Boot in einer Wassertiefe von 0,4 m befestigt.

Zur exakten Bestimmung der Fahrtroute und der Fahrgeschwindigkeit kam bei unseren Aufnahmen noch ein direkt an den Transceiver ankoppelbares und differentiell korrigiertes Satellitennavigationssystem (Firma Trimble, Modell Pathfinder pro XR) zum Einsatz. Die Aufnahmen wurden derart gestaltet, daß an jedem See Quertransekte in 500 m Abständen vertikal beschallt wurden. So wurde am Irrsee an 10, am Mondsee an 14 und am Waller- und Hallstätter See an 11 Quertransekten gelotet. Das beschallte Wasservolumen pro Aufnahme beträgt am Mondsee etwa 2,217, am Hallstätter See 4,060, am Wallersee 0,137 und am Irrsee 0,250 Millionen m<sup>3</sup>. Bei der Aufnahme wurden die Daten kontinuierlich auf der Festplatte des Laptops gespeichert und im Labor dann weiteren Auswertungen mittels eines speziellen Auswerte-



**Abb. 1:** Beispiel einer Echogrammauswertung vom Mondsee (1. 4. 1998, nachts), aufgenommen mit vertikaler Beschallung. Die x-Achse repräsentiert die Zeitachse in gesendeten Schallimpulsen (= pings), die y-Achse (links) die Wassertiefe in Meter. In etwa 20 Metern Tiefe sind ausgeprägte Fischschwärme zu erkennen. Die Farben zeigen die Echostärken verschiedener Objekte in Dezibel entsprechend der Skala am rechten Rand. Das Histogramm zeigt die Verteilung der Echostärken innerhalb des schwarzen Rahmens. Die Kennzahlen über dem Histogramm zeigen die Dichte jeder Echostärkenkategorie, aufgeteilt nach Volumen, Fläche und Gesamtzahl. Der bei dieser Aufnahme häufigste Echostärkebereich liegt zwischen -43 und -40 dB und entspricht einer Fischlänge von 12,4 bis 17,7 cm.

computerprogrammes (SIMRAD EP 500-50) zugeführt. Aufgrund der technisch-physikalischen Gegebenheiten des Gerätes können Fischechos bei vertikaler Lotung nur im Bereich zwischen 4 m Tiefe und etwa 0,3 m über Grund empfangen werden. Aufnahme und Auswertung wurden mittels Echointegrationsmethode (time varied gain: TVG = 20 log R) durchgeführt. Grenzwert und Pulsrate wurden je nach Aufnahmegegebenheiten (Wind, Wassertiefe, Störungen etc.) eingestellt. Die Bootsgeschwindigkeit lag während der Aufnahmen bei etwa 6–8 km/h. Aufgrund der besseren Einzelfischverteilung wurde ausschließlich in der Nacht (Ptak & Appenzeller, 1998) gelotet. In regelmäßigen Abständen wurde das Echolot anhand einer Eichkugel kalibriert. An jedem dieser Seen wurde je eine Aufnahme im März, Juli und November 1998 durchgeführt.

### 2.3 Biomasseberechnung

Bei der Auswertung der einzelnen Transekte fallen Daten über die Fischdichte (Fische/ha) und der dazugehörigen Echostärkeverteilung an (Abbildung 1), wobei diese Verteilung in Klassen von jeweils 3 Dezibel zusammengefaßt wird. Um von der Echostärkeverteilung (Dezibel, dB) auf Fischgewichtseinheiten (Kilogramm, kg) zu kommen, sind zwei Rechenschritte notwendig: **1.** von Dezibel auf Fischlänge und **2.** von Fischlänge auf Fischgewicht. Bedingt durch die vom Gerät vorgegebene Echostärkeverteilung in 3-dB-Schritten sowie der logarithmischen Dezibel-Skala wurden diese Rechenschritte mit dem logarithmischen Mittel, der Echostärkeverteilung, allerdings in 1-dB-Schritten, durchgeführt.

Von Dezibel auf die Fischlänge wurde bei unserem 120-kHz-Schallgeber mit der Formel

$$\text{Echostärke} = 19,1 \cdot (\log \text{Totallänge}) - 63,85$$

nach Love (1971) umgerechnet.

Ausgehend von den derart berechneten Fischlängen wurde das jeweilige mittlere Fischgewicht jeder 1-dB-Klasse anhand von Längen-Gewichtsregressionen berechnet. Dabei wurden für den Mond-, Irr- und Wallersee aufgrund ihrer Fischartengemeinschaft im Freiwasser mehrere Arten, für den Hallstätter See nur Renken herangezogen.

Hallstätter See:  $G_{\text{voll}} = 0,0057 \cdot (L_{\text{tot}})^{3,1162} \quad r^2: 0,986$

Renken: n = 158

Mond-, Irr- und Wallersee:  $G_{\text{voll}} = 0,01107 \cdot (L_{\text{tot}})^{2,9649} \quad r^2: 0,984$

Renken: n = 146; Barsch: n = 187; Rotaugen: n = 185; Brachsen: n = 105; Seelauben: n = 88

Für die Biomasseberechnung wurden nun die in 3-dB-Schritten vorliegenden Abundanzen (Fische/ha) jeder 3-dB-Echostärkeklasse gedrittelt, mit den nun bekannten mittleren Fischgewichten jeder 1-dB-Klasse multipliziert und dann addiert. Dabei wurde angenommen, daß die Abundanzverteilung jeder 1-dB-Klasse innerhalb der 3-dB-Klassen gleich ist.

Letztlich wurde aus den so gewonnenen Biomassewerten der einzelnen Transekte eines Sees die mittlere Fischbiomasse (kg/ha) berechnet und graphisch dargestellt.

### 3. Ergebnisse

Die erhobene mittlere Fischbiomasse der Freiwasserfische (Abbildung 2) lag am Mondsee bei 77 kg/ha  $\pm$  11,72 (Standardfehler des Mittelwerts), am Hallstätter See bei 87 kg/ha  $\pm$  18,92, am Irrsee bei 49 kg/ha  $\pm$  5,85 und am Wallersee bei 61 kg/ha  $\pm$  27,56. Zwischen den drei Aufnahmen schwankten die Biomassewerte am Wallersee am höchsten (Variationskoeffizient V% = 78,45), gefolgt von Hallstätter- (V% = 37,61), Mond- (V% = 26,25) und Irrsee (V% = 20,79). Bei einer Auftrennung der mittleren Fischbiomassen nach Totallängen > 6 cm (Abbildung 3) zeigen sich bis etwa 15 cm Totallänge keine großen Biomasseunterschiede. Im Längenbereich

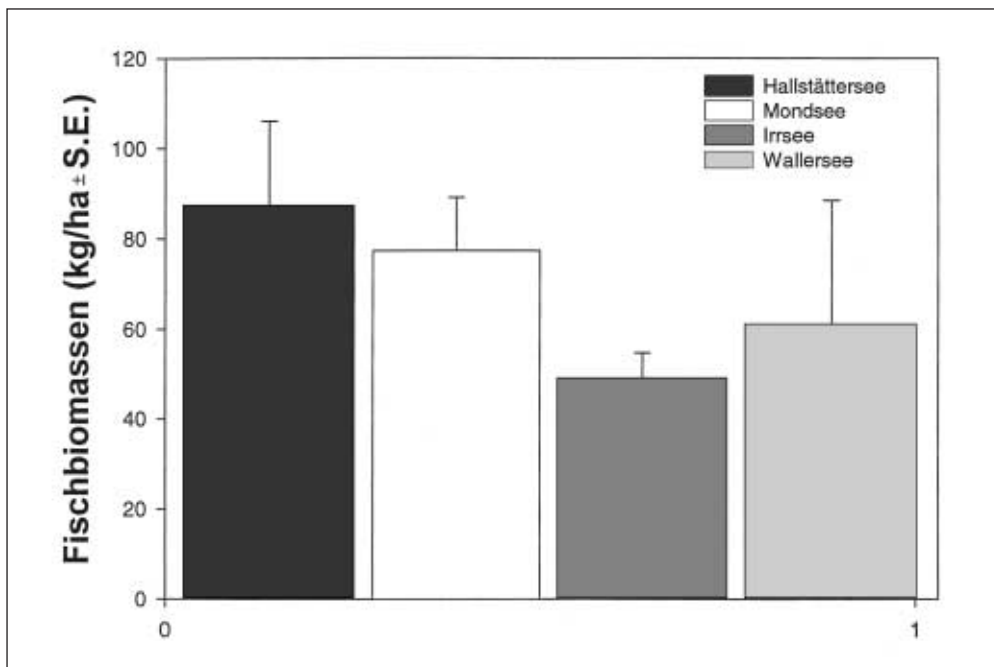


Abb. 2: Mittlere Fischbiomassen (kg/ha) des Jahres 1998 von Waller-, Mond-, Irr- und Hallstätter See

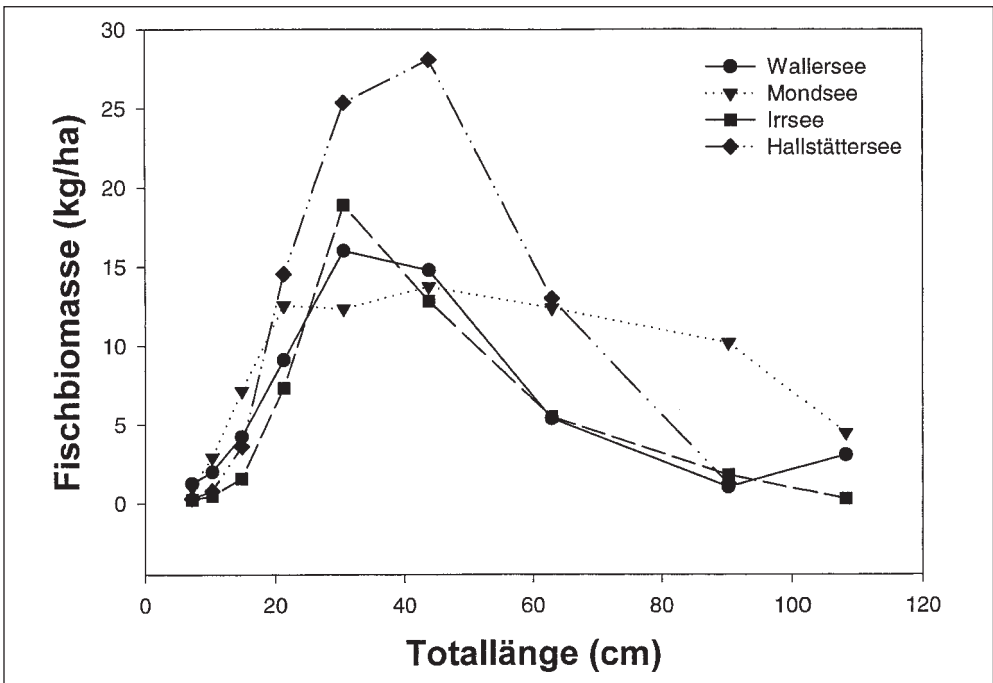


Abb. 3: Mittlere Fischbiomassen-Längenverteilung

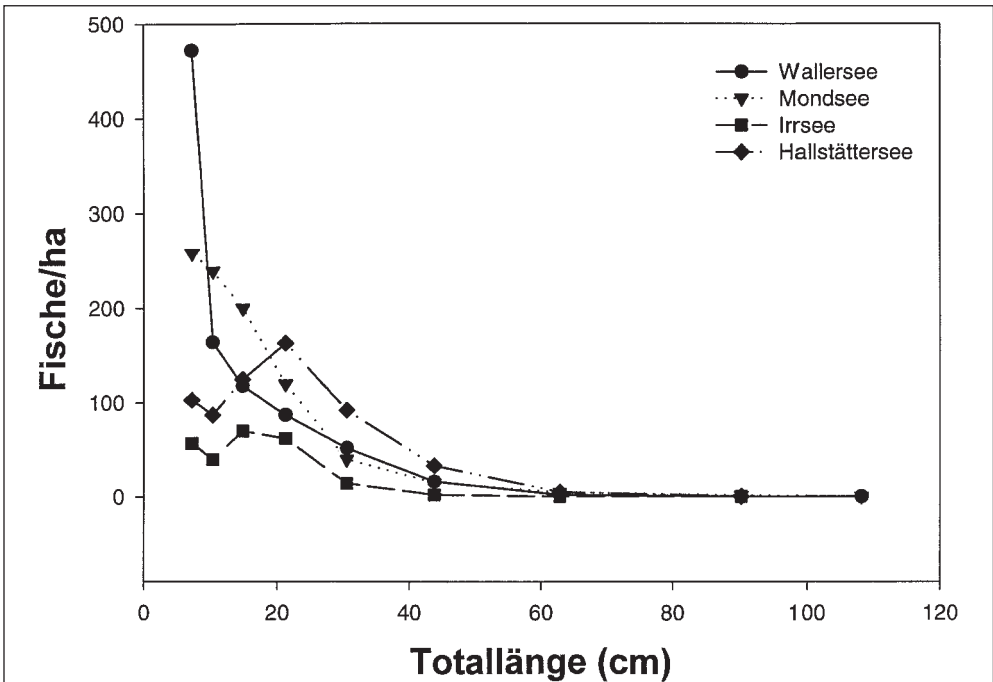
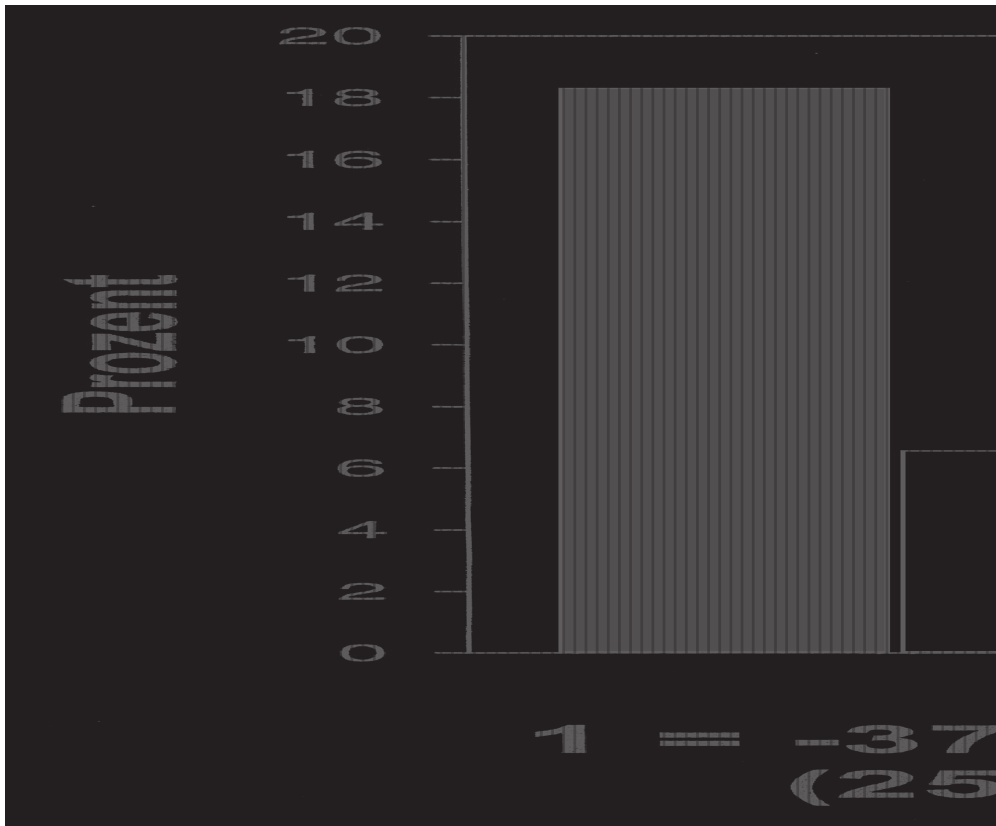


Abb. 4: Mittlere Abundanz-Längenverteilung



**Abb. 5:** Prozentueller Echostärkenanteil von -37 bis -34 Dezibel und größer -34 Dezibel

zwischen 20 und 60 cm ist die Fischbiomasse am Hallstätter See am höchsten. Am Wallersee werden hohe Fischbiomassen im Längenbereich zwischen 35 und 45 cm erreicht. Am Mondsee ist der Anteil der Fische >60 cm an der Fischbiomasse auffällig hoch, und im Irrsee ist eine Biomassespitze bei 30 cm Totallänge zu bemerken. Bei einer Auftrennung der Abundanzen nach Längenklassen >6 cm (Abbildung 4) zeigt sich im Jahresmittel ein hoher Anteil an Jungfischen am Wallersee, gefolgt von Mond-, Hallstätter- und Irrsee. Sowohl Irr- als auch Hallstätter See zeigen einen Abundanzgipfel im Bereich der 20-cm-Fische (Abbildung 4). Betrachtet man den prozentuellen Anteil an Echostärken von -37 dB bis -34 dB (Totallänge: 25 cm bis 36 cm) und >-34 dB (>36 cm), so ist dieser Anteil jeweils am Hallstätter See mit 18,21% bzw. 7,66% am höchsten (Abbildung 5).

#### 4. Diskussion

Wie die vorliegenden Ergebnisse zeigen, lassen sich mit hydroakustischen Untersuchungen sowohl für Fischökologen als auch für Bewirtschafter äußerst interessante und grundlegende Daten erheben. Im Gegensatz zu allen anderen in der Fischereibiologie eingesetzten Methoden ist die Echographie eine nicht invasive Methode, wodurch die Fische während der Aufnahme nicht gestört werden. Ein wesentlicher Nachteil der Echographie liegt im Unvermögen, Fischarten zu unterscheiden. Aus diesem Grund ist es notwendig, vor allem in Seen mit verschiedenen Freiwasserfischarten, parallel zu den Echolotaufnahmen Fänge zur Artdifferenzierung durchzuführen (Brandt et al., 1991). Wie die teilweise hohen Schwankungen zwischen

unseren einzelnen Aufnahmen zeigen, ist es erforderlich, zur besseren Absicherung der Ergebnisse mehrere Aufnahmen während eines Jahres durchzuführen. Ein Hauptgrund für diese Varianzen dürfte im Wanderverhalten der Fische liegen, die je nach Jahreszeit bevorzugt das Litoral, Pelagial oder Profundal besiedeln und daher teilweise hydroakustisch nicht erfassbar sind (siehe Material und Methoden). Ähnlich große Schwankungen der Fischbiomassen zwischen einzelnen Aufnahmezeitpunkten wurden auch von Appenzeller (1998) im Bodensee festgestellt. Ein Vergleich der vorliegenden Werte mit hydroakustischen Biomasseerhebungen bayerischer Gewässer (76 kg/ha Ammersee 1995; 40,5 kg/ha Ammersee 1997; 25,7 kg/ha Bodensee; 77 kg/ha Kochelsee 1996/97, 34,2 kg/ha Walchensee 1996/97) zeigt, daß die Werte der vier Salzkammergutseen im mittleren bis oberen Bereich liegen (Appenzeller, 1997, 1998; Mayr, 1998).

Zuverlässige Daten über den tatsächlichen Fischbestand eines Gewässers sind in vieler Hinsicht für eine fundierte Bewirtschaftung unverzichtbar. Oft ist es in der Praxis so, daß Ausfangdaten vorliegen, aber selten verlässliche Aufzeichnungen über den Fangaufwand. Die Frage, ob ein bestimmter Ausfang in einem Jahr mit dem gleichen Fangaufwand (z. B. Angelzeit) erreicht wurde oder ob dafür ein wesentlich höherer Aufwand notwendig war, bleibt nur allzuoft unbeantwortet. Daher bleibt es auch unbekannt, in welchem Verhältnis der Ausfang zum tatsächlichen Bestand steht. Diese Beziehung ist aber für die vorausschauende Bewirtschaftung von zentraler Bedeutung. Die vorliegende hydroakustischen Bestandserhebungen bieten erstmals die Chance, das Verhältnis vom Ausfang zum tatsächlichen Bestand mit relativ hoher Genauigkeit zu bestimmen. Diese Information kann entscheidend dazu beitragen, die nachhaltige und auch ökologisch sinnvolle Bewirtschaftung unserer Gewässer zu sichern.

#### Danksagung

Für die Unterstützung dieser Arbeit bedanken wir uns beim Landwirtschafts- und Wissenschaftsministerium, dem Land Oberösterreich, den Österreichischen Bundesforsten, dem Salzburger Landesfischereiverband und dem Konsortium Irrsee. Dank gilt auch den Fischereiberechtigten dieser Seen für ihre Mithilfe und die Gewährung dieses Projektes. Dr. Jan Kubecka danken wir für die Überprüfung unserer hydroakustischen Aufnahmen und Auswertungen. Letztlich möchten wir noch all jenen danken, die so manch kalte Nacht mit uns am Boot verbracht haben.

#### LITERATUR

- Appenzeller, A. R. (1996): Seasonal variability patterns of acoustic estimates of fish biomass and fish size in a lake dominated by coregonids (Lake Constance). Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol. 50, 227–236.
- Appenzeller, A. R. (1997): Ist der Fischbestand im Ammersee zu hoch? Akustische Fischbestandsaufnahme in bayerischen Voralpenseen. Fischer und Teichwirt 5, 200–206.
- Brandt, S. B. (1996): Acoustic assessment of fish abundance and distribution. Seiten 385–432 in B. R. Murphy & D. W. Willis, Editoren. Fisheries Techniques, 2<sup>nd</sup> edition, American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.
- Brandt, S. B., D. M. Mason, E. V. Patrick, R. L. Argyle, L. Wells, P. A. Unger & D. J. Stewart (1991): Acoustic measures of the abundance and size of pelagic planktivores in Lake Michigan. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 48: 894–908.
- Bobek, M. (1993): Echographie in seichten Gewässern. Österreichs Fischerei 46: 48–54.
- Bobek, M. & F. Schiemer (1987): Der Einsatz eines neuen Echolotes in der Fisch-Ökologie. Österreichs Fischerei 40: 119–127.
- Gassner, H. & J. Wanzenböck (1999): Fischökologische Leitbilder fünf ausgewählter Salzkammergutseen. Limnologica 29/4, im Druck.
- Lion, A. (1936): Fischfang durch Ultraschallwellen. Österreichische Fischerei-Zeitung 33/2: 58–60.
- Love, R. G. (1971): Dorsal aspect target strength of an individual fish at any aspect. J. Acoust. Soc. Am. 49: 816–823.
- Mac Lennan, D. N. & E. J. Simmonds (1992): Fisheries Acoustics. Chapman & Hall, London, New York, Tokio, Melbourne, Madras, Fish and Fisheries Series 5, 325 S.
- Mayr, C. (1998): Zum Einfluß von Trophie, Fischdichte und Habitatwahl auf die Nahrungs- und Wachstumsbedingungen von Renken (*Coregonus lavaretus*) in vier oberbayerischen Seen. Dissertation, Universität München, 221 Seiten.
- Pözl, F. (1927): Vorschlag zur Anwendung der Echolotmethode nach Brehm bei Tiefenbestimmungen in Binnengewässern. Österreichische Fischerei-Zeitung 24/4: 39–40.
- Ptak, J. K. & A. R. Appenzeller (1998): Size, depth and frequency of pelagic Lake Constance Whitefish (*Coregonus lavaretus* L.) shoals during the seasons: a hydroacoustic study. Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol. 50, 237–248.
- Rakowicz, G. (1997): Influence of diurnal behaviour rhythm and water level fluctuation migratory activities of fish in back water of river Danube (Hydroacoustic Study). Diplomarbeit, Universität Wien, 53 Seiten.
- Schwarz, K. & A. Jagsch (1998): Die Seen Oberösterreichs. Gewässerschutzbericht 20. CD-ROM, Amt d. OÖ Landesregierung, Linz.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichs Fischerei](#)

Jahr/Year: 1999

Band/Volume: [52](#)

Autor(en)/Author(s): Jagsch Albert, Patzner Robert A., Gassner Hubert,  
Wanzenböck Josef

Artikel/Article: [Hydroakustische Fischbestandserhebungen in vier  
Salzkammergutseen 122-128](#)