# ÖSTERREICHS FISCHEREI

### ZEITSCHRIFT FÜR DIE GESAMTE FISCHEREI

33. Jahrgang Mai/Juni 1980 Heft 5/6

J. Hartmann

Aus dem Institut für Seenforschung und Fischereiwesen, Langenargen

# Zur Unterscheidung diskreter Fischgesellschaften

## **Einleitung**

Für die boreale nordamerikanische Fischfauna wird eine Salmoniden- (Lachsartigen-), Perciden- (Barschartigen-) und Centrarchiden- (Sonnenbarsch-) Gemeinschaft unterschieden (z. B. RYDER 1978). Ob es sich hierbei um diskrete Einheiten oder stufenlos ineinander übergehende Zustände handelt, versucht KERR (1977) für die Percidengemeinschaft anhand der Häufigkeitsverteilung des Percidenanteils in 70 kanadischen Seen zu klären. Er findet eine undeutlich zweigipflige Verteilung und diskutiert entsprechend zurückhaltend die mögliche Existenz einer diskreten Percidengemeinschaft.

Im folgenden wird in gleicher Weise geprüft, ob sich für die borealen europäischen Seen eine diskrete Salmoniden-, Perciden- und Cypriniden- (Karpfenartigen-) Gemeinschaft unterscheiden läßt.

#### Material und Methode

Es wurden Gewichtsertrags- und Biomassen- (SUMARI 1974) Zahlen von 215 natürlichen europäischen Seen ausgewertet. Im einzelnen stammen die Angaben von ANWAND (1968), BAHR (1943), BURKHARDT (1941), GOLDSPINK & BANKS (1975), HAEMPEL (1930), der Materialsammlung zu HARTMANN (1977), HERRMANN (1978), HINTERBERGER (1974), MARRER & STRAUB (pers. Mitt. über Schweizer Seen), SELIGO (1926), SCHIEMENZ (1930), SUMARI (1974), TESCH (1955), TOIVONEN (1972), WAGLER (1949) und weiteren Autoren (Landwirtschaftl. Zbl., Z. Binnenfisch. DDR u. a.) mit n = 6, 30, 12, 5, 5, 12, 3, 9, 34, 6, 5, 27, 15, 6, 14, 8, 9 und 11 Seen.

An diesem Material wurde für 14 Fischtaxa geprüft, ob mehrgipflige Häufigkeitsverteilungen des speziellen Fanganteils zu erkennen sind (Abb. 1). Unberücksichtigt blieben in den Abbildungen Fanganteile von 0% und 100%, da bei diesen Extremwerten die Verfälschung durch einseitige Bewirtschaftung, ungenaue oder unvollständige Fangstatistik und einseitige Besiedlung des Gewässers besonders groß ist (außerdem die zeichnerische Darstellung erschwert worden wäre). So blieben in Abbildung 1 beim Zander (Stizostedion lucioperca), der vielen Schweizer und finnischen Seen fehlt, 90 Nullwerte ausgeklammert, ohne daß sich das Ergebnis damit ändert.

Bei den auf dem 5%-Niveau durchgeführten statistischen Tests (F-Test, t-Test, Lösung des Behrens-Fisher-Problems nach Weir) wurden wegen der Schiefe der Urverteilungen die geometrischen Mittel verglichen.

Für die europäischen Seen ergeben sich die in Abbildung 1 dargestellten Häufigkeitsverteilungen des prozentualen Fanganteils der einzelnen Fischtaxa, wobei sich zwei Gruppen

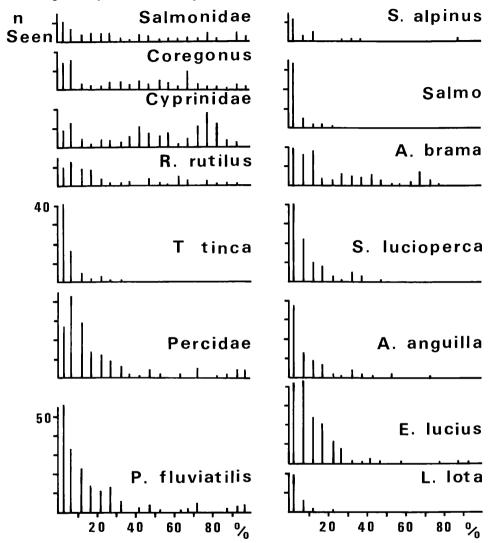
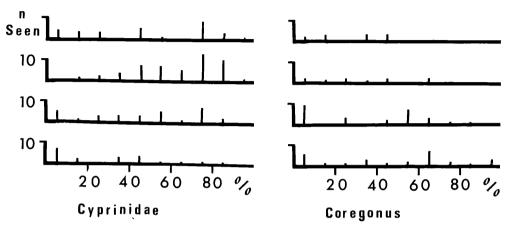


Abb. 1: Häufigkeitsverteilung des Fanganteils verschiedener Fischtaxa in europäischen Seen.

unterscheiden lassen: Unimodale Verteilungen mit dem Maximum nahe 0% und multimodale Verteilungen mit zwei bis drei Maxima. Zur ersten Gruppe gehören die Erträge von Anguilla anquilla (Aal), Esox lucius (Hecht), Lota lota (Quappe), der Gattung Salmo (Forelle, Lachs), Salvelinus alpinus (Saibling), S. lucioperca und Tinca tinca (Schleie), zur zweiten die der Cyprinidae, Percidae und Salmonidae, von Abramis brama (Brachsen), Coregonus (Felchen, Maräne), Perca fluviatilis (Barsch) und Rutilus rutilus (Plötze).

Von besonderem Interesse ist hier die zweite Gruppe. Da bei den Salmonidae die Mehrgipfligkeit der Verteilung vergleichsweise undeutlich erscheint, außerdem der Salmoni-

denanteil wesentlich von der Gattung Coregonus bestimmt wird, gehen die folgenden Überlegungen statt von der Familie von ihrer Hauptgattung aus, bei der klarere Verhältnisse herrschen. Die Percidae und P. fluviatilis zeigen ein Nebenmaximum im rechten Randbereich bei 90 99%, das jedoch allein auf die finnischen Seen (SUMARI 1974) zurückgeht und deshalb als regional begrenztes Phänomen aufzufassen ist, das mit der geringen Diversität der Fischfauna dieser am Rande des Boreals gelegenen Kleingewässer ( $\overline{X} = 9$  ha) zusammenhängt. Bei Coregonus und den Cyprinidae dagegen ist eine Mehrgipfligkeit der Verteilung sowohl bei Aufspaltung des Materials nach Regionen und Gewässertiefe (Abb. 2) wie bei Zusammen-



**Abb. 2:** Häufigkeitsverteilung des Fanganteiles von *Coregonus* und Cyprinidae in europäischen Seen verschiedener Wassertiefe oder verschiedener Regionen. Von oben nach unten: Verschiedene Seen; polnische und norddeutsche Seen; flache alpennahe Seen mit  $\overline{Z} < 40$  m; tiefe alpennahe Seen mit  $\overline{Z} > 39$  m.

fassung (Abb. 1) zu erkennen. Coregonus zeigt eine zweigipflige, die Familie der Cyprinidae eine dreigipflige Häufigkeitsverteilung des Fanganteils. Bei A. brama und R. rutilus ist die Information zu lückenhaft, um deren Kurven bei der folgenden Klassifizierung berücksichtigen zu können.

Auf der Grundlage der diskontinuierlichen Häufigkeitsverteilungen von Coregonus und den Cyprinidae lassen sich vier Fischgemeinschaften unterscheiden:

- 1) eine Coregonus-Gemeinschaft mit einem Coregonus-Anteil von 25 100%
- 2) eine Cyprinidengemeinschaft mit 63 100% Cyprinidae und 0 10% Coregonus
- 3) eine Halbeyprinidengemeinschaft mit 34 58% Cyprinidae und 0 10% Coregonus
- 4) eine cyprinidenarme Gemeinschaft mit 0 28% Cyprinidae, 0 10% Coregonus und hohem Anteil von E. lucius (n = 6) oder A. anguilla (n = 4) oder Perciden (P. fluviatilis: n = 22; S. lucioperca: n = 3; Acerina cernua, Kaulbarsch: n = 3).

173 Seen mit entsprechend vollständigen Fangstatistiken verteilen sich mit n = 50, 58, 29 und 36 auf diese 4 Gruppen, so daß die dritte Gruppe auffallend schwach vertreten ist. Nur vier Fischgemeinschaften fügen sich nicht in das obige Schema, wobei drei weitere mit hohem (> 90%) Salmo- oder S. alpinus-Anteil, die formell der vierten Gruppe zuzuordnen wären, ausgeklammert blieben. Zur ersten Gruppe gehören vor allem die Fischgemeinschaften großer skandinavischer und alpennaher Seen, zur zweiten Gruppe die finnischer, norddeutscher, polnischer und flacher alpennaher Seen und zur vierten die finnischer und flacher alpennaher Seen (Tabelle).

Die mittlere Wassertiefe ( $\overline{Z}$ ) und die mittlere Fläche ( $\overline{A}$ ) der den vier Fischgemeinschaften zuzuordnenden Seen beträgt 52  $^+$  46 m, 32  $^+$  45 m, 12  $^+$  10 m, 6  $^+$  5 m und

Tabelle 1: Verteilung der Fischgemeinschaften nach geographischen Regionen und Gewässertiefe

Seen	-Fischgemeinschaft			
	Coregonus-	Cypriniden-	Halbcypriniden-	cyprinidenarme
große ( $\overline{X} = 500 \text{ km}^2$ ) skandinavische	6	0	0	1
kleine ( $\overline{X} = 0.1 \text{ km}^2$ ) finnische	0	9	1	22
norddeutsche und polnische	6	31	15	2
flache ( $\overline{Z} \le 39 \text{ m}$ ) alpennahe	17	11	7	6
tiefe ( $\overline{Z} > 39 \text{ m}$ ) alpennahe	20	3	1	1
$\Sigma$ einschl. sonstiger	50	58	29	36

 $669 \pm 2983 \text{ km}^{\bar{2}}$ ,  $39 \pm 115 \text{ km}^2$ ,  $9 \pm 10 \text{ km}^{\bar{2}}$ ,  $314 \pm 693 \text{ km}^2$  (n = 45, 19, 15, 6, 49, 35, 19, 8). Trotz der erheblichen Streuung ergaben sich signifikante Unterschiede zwischen den Seen der Coregonus- / Cypriniden-Gemeinschaft ( $\overline{A}$ ,  $\overline{Z}$ ), Coregonus- / Halbcypriniden-Gemeinschaft ( $\overline{A}$ ), Coregonus- / cyprinidenarmen Gemeinschaft ( $\overline{Z}$ ) und Cypriniden- / cyprinidenarmen Gemeinschaft ( $\overline{Z}$ ). Beim Vergleich der mittleren Wassertiefe von Cypriniden- und Halbcyprinidenseen wird die Signifikanz auf dem 5% Niveau knapp verfehlt.

Unberücksichtigt blieben bei diesen Mittelwertberechnungen 32 finnische Kleinseen  $(Z=0,1\ km^2)$ , die mit ihrer geringen Fläche und vor allem einseitigen Besiedlung aus dem Gesamtmaterial herausfallen sowie der Lac Léman, bei dem sich die drohende Überhandnahme der Cypriniden (VIVIER, 1975) überhaupt nicht in der Fangstatistik (10% Nichtbarsche) spiegelt.

Coregonus- und Cyprinidengemeinschaft lassen sich beim vorliegenden Material weitgehend noch in je zwei Untergruppen spalten (Abb. 3): die Coregonus-Gemeinschaft in eine Gruppe mit hohem (33 - 68%) und eine zweite mit niedrigem (0 26%) Cyprinidenanteil, die Cyprinidengemeinschaft in eine Gruppe mit hohem Plötzen- (37 - 68%) bei niedrigem (0 18%) Brachsenanteil und eine zweite mit niedrigem Plötzen- (0 25%) bei hohem 38 68%) Brachsenanteil. Die "Plötzenseen" sind (mit  $\overline{Z}$  = 13  $\pm$  5 m gegen 4  $\pm$  2 m und  $\overline{A}$  = 12  $\pm$  19 km² gegen 6  $\pm$  9 km²) signifikant tiefer ( $\overline{Z}$ ), aber nicht signifikant ausgedehnter als die "Brachsenseen", die "Coregonus-Cyprinidenseen" nicht weniger tief oder ausgedehnt als die "cyprinidenarmen Coregonusseen"

#### Diskussion

Während in Nordamerika drei "communities" unterschieden werden, ergeben sich für das europäische Boreal wenigstens vier diskrete Gemeinschaften: Analog zur nordamerikanischen Centrarchidengemeinschaft läßt sich eine Cypriniden-, zusätzlich aber noch eine Halbcyprinidengemeinschaft abgrenzen. Die Salmoniden bilden in Europa anscheinend eine weniger homogene Einheit, weshalb man hier besser von einer Coregonus-Gemeinschaft spricht. Für die Existenz einer diskreten Percidengemeinschaft in Europa, wo die Perciden im Gegensatz zu Nordamerika vielerorts nur durch den Barsch vertreten sind, gibt es keine Hinweise, denn hier gilt auch nicht die "30%-Regel", nach der Perciden in Fischgemeinschaften oft um 30% ausmachen, so daß ein weiteres Indiz für die Existenz einer echten Percidengemeinschaft (KERR 1977) entfällt. Die cyprinidenarme Gemeinschaft ist einmal

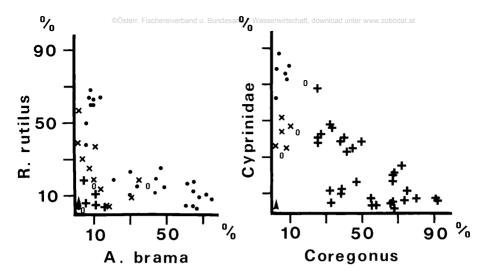


Abb. 3: Ertragskombination *R. rutilus / A. brama* und *Coregonus /* Cyprinidae. + Coregonusgemeinschaft, ● Cyprinidengemeinschaft, x Halbcyprinidengemeinschaft, △ cyprinidenarme Gemeinschaft, o keiner Gemeinschaft zugeordnet; 100% = Ertrag aller Fischarten.

Produkt einseitiger Besiedlung, wie in den zahlreichen finnischen "Barschseen" (SUMARI 1974), zum anderen teilweise ein Bewirtschaftungsartefakt. Denn gefangene Cypriniden werden mancherorts unzureichend oder gar nicht angelandet (KÖLBING, pers. Mitt.; ROTH 1970), und beispielsweise in den sogenannten Zanderseen hält sich die Leitart teilweise nur durch regelmäßigen Besatz (BAUCH 1956). Wie u. U. die Einführung einer ergänzenden Art die Fischgesellschaft eines "unvollständig" besiedelten Sees verändert, zeigt z. B. der Königsee, der sich, mit Coregonen besetzt, vom klassischen "Saiblingsee" zum Coregonengewässer entwickelte (SCHMID 1979).

Die cyprinidenarme Coregonus-Gemeinschaft läßt sich als überwiegend pelagische Kaltwassergesellschaft, die Coregonus-Cyprinidengemeinschaft als pelagisch-litorale Mischgesellschaft auffassen, während die Cypriniden-, Halbcypriniden- und cyprinidenarme Gemeinschaft als litorale Warmwassergesellschaften mit unterschiedlichem Raubfischanteil zu verstehen sind. Der limnologisch-biologische Mechanismus, der die Litoralgemeinschaften trennt, bleibt aber unklar, weshalb man als alleinigen Faktor Art und Grad der Bewirtschaftung ansehen könnte. Die Korrelation der Fangzusammensetzung mit der Seetiefe erklärt sich dann mit der leichteren Manipulierbarkeit kleinerer Gewässer. Ungeklärt bliebe damit aber weiterhin, warum sich der Fanganteil bei einigen Taxa in mehreren Prozentbereichen häuft.

Die unimodale Verteilung der Fangquoten bei der Alternativgruppe zeigt, daß die bisher in Europa vielfach übliche Klassifizierung der Fischgemeinschaften nach Leitarten (BAUCH 1956, HAEMPEL 1930, MÜLLER 1966) zum Teil statt diskreter Einheiten Extremkonstellationen eines Kontinuums erfaßt. Nach Abbildung 1 gilt dies für die Fischpopulationen der sogenannten Aal-, Forellen-, Hecht-, Schleien-, Zander- und wahrscheinlich auch der Saiblingseen.

Eine quantifizierende Definition von Fischgemeinschaften mit Prozentangaben wurde m.W. bisher noch nicht versucht, während der gefundene Zusammenhang zwischen Tiefe und Fischfauna eines Gewässers im Prinzip schon bekannt war (SELIGO 1926). Die Seetiefe bildet offenbar einen wesentlichen Faktor bei der Ausbildung der einzelnen Fischgemeinschaften, die entsprechend stabil erscheinen; denn nur bei 12 von 41 Seen mit lang-

jährigen Fangstatistiken änderte sich (nach den Erträgen) der Typ der Fischgemeinschaft, dabei wenigstens viermal als Effekt eines Bewirtschaftungseingriffs (z.B. Coregonenbesatz im Königsee, Unterfischung der Cypriniden im Genfer See), nicht einer natürlichen Entwicklung. Einen Trend lassen diese zwölf Seen nicht erkennen, auch nicht die kulturbedingt eutrophierenden Seen (HARTMANN 1977) separat betrachtet. Die relative Stabilität der Fischgemeinschaften und die Möglichkeit, sie aufgrund empirischer Daten quantitativ gegeneinander abzugrenzen, sprechen für die Existenz diskreter Gleichgewichtszustände, was mit neueren Vorstellungen, z.B. von ALEKSEEV & POLYAKOVA (1978) und der Katastrophentheorie (PETERMAN 1977) harmoniert.

Denkbare auslösende Mechanismen und Faktoren für die nach der Katastrophentheorie zu erwartende saltante Transformation einer Fischgemeinschaft in einen anderen Typ sind neben der Bewirtschaftung depensatorische Mortalität (PETERMAN 1977), Eutrophierung (O2-Abnahme, Makrophytenschwund, veränderte Lebensweise der Fische; HARTMANN 1977) und Reduzierung der Kleinfische bei starkem Raubfischbestand (BARTHELMES 1978). Hinsichtlich der Eutrophierung lassen allerdings weder die langjährigen Fangstatistiken von kulturbedingt eutrophierenden Seen noch die verstreuten Angaben über bodennahe Sauerstoffverhältnisse, Wasserpflanzenschwund und intensive Trophierung eine Beziehung zwischen Fischfauna und Trophiegrad eines Sees erkennen; doch erschwert die vielfach extrem einseitige Besatz- und Befischungspraxis die Aufdeckung möglicher Zusammenhänge oder Trends. So ist anzunehmen, daß die Fangerträge solch ähnlicher Gewässer wie Bodensee – Obersee (26% Coregonen) und Genfer See (90% Barsch) primär wegen unterschiedlicher Bewirtschaftung differieren. Gegen die Raubfisch / Kleinfisch -Hypothese von BARTHELMES (1978) sprechen Beobachtungen von ANWAND (1979).

Für den Praktiker ergibt sich aus der Existenz diskreter Gleichgewichtszustände der Fischfauna, daß Fischpopulationen nicht stufenlos regulierbar sind. Die kritischen Werte sind der Abbildung 1 zu entnehmen, bei Coregonus z.B. 25%, wie sie im Bodensee – Obersee erreicht sind.

# Kurzfassung

Am Fischertrag von 215 europäischen Seen wurde die Häufigkeitsverteilung des prozentualen Anteils von 14 Taxa untersucht. Unter anderem bei den Coregoniden und Cypriniden ergaben sich mehrgipfelige Verteilungen, die die Unterscheidung von vier Haupt-Gemeinschaften erlauben: einer Coregonus-Gemeinschaft (25 100% Coregonus), Cyprinidengemeinschaft (63 100% Cypriniden), Halb-Cypriniden-Gemeinschaft (34 - 58% Cypriniden) und einer cyprinidenarmen Gemeinschaft (0 28% Cypriniden), nicht aber einer diskreten Percidengemeinschaft. Der Typ der Fischgemeinschaft hängt mit der mittleren Seetiefe zusammen, und die Gemeinschaften erwiesen sich dementsprechend als relativ stabil. Mögliche Ursachen der nach der Katastrophentheorie zu erwartenden saltanten Transformation der Typen und der praktische Aspekt werden diskutiert.

#### Abstract

On the distinction of discrete fish communities.

The fish yield of 215 European lakes has been studied in respect to the frequency distribution of the quotas of 14 taxa. According to observed multimodality in the percentage distribution of yield of coregonids and cyprinids among others, four main communities are distinguished: a Coregonus-community (25 100% Coregonus), a cyprinid community (63 100% cyprinids), a half-cyprinid community (34 58% cyprinids), and a poorincyprinids community (0 28% cyprinids), but no distinct percid community. The type appears to depend on the mean depth of a lake, and accordingly the communities are rather

stable. Factors, that may cause the transformation from one type into another one i. e. the catastrophy in the sense of the catastrophy theory, and practical implications as well are discussed.

#### LITERATUR:

- ALEKSEEV, V V und POLYAKOVA, M. S.: A simple model of the initial stage of oliogotrophic eutrophic succession. Ehkología 1: 5 10, 1978 (nach Aquatic Sci. Fish. Abstr.: 9526 1Q8).
- ANWAND, K.: Zu einigen Fragen der Zanderwirtschaft, Dt. Fisch. Z. 15: 3 22, 1968.
- ANWAND, K.: Über limnologische Veränderungen einiger Seen und ihre Auswirkungen auf die fischereiliche Nutzung, Z. Binnenfisch. DDR 26: 107 111, 1979.
- BAHR, K.: Die Fischerei des Warthelandes. Fisch.-Ztg. 46: 69 71, 1943.
- BARTHELMES, D.: Hypothese über einen Zusammenhang Raubfischwirtschaft Fischertrag Wasserqualität bei hoher Trophie. Z. Binnenfisch. DDR 25: 274 277, 1978.
- BAUCH, G.: Norddeutsche "fischereiliche eutrophe" Flachseen. Z. Fisch. NF 5: 539 547, 1956.
- BURKHARDT, H.: Die Fischwirtschaft der oberbayerischen Seen. (Mauser) Forchheim S. 109, 1941.
- GOLDSPINK, C. R. und BANKS, J. W.: A description of the Tjeukemeer fishery together with a note upon the yield statistics between 1964 and 1970. J. Fish Biol. 7: 678 708, 1975.
- HAEMPEL, O.: Fischereibiologie der Alpenseen. In: Die Binnengewässer 10: 1 259, 1930.
- HARTMANN, J.: Fischereiliche Veränderungen in kulturbedingt eutrophierenden Seen. Schweiz. Z. Hydrol. 39: 243 254, 1977.
- HERRMANN, G.: Über die Aalerträge der Binnenfischerei in der Bundesrepublik Deutschland. Fischwirt 28: 1 3, 1978.
- HINTERBERGER, C.: Die Fischerträge in den Salzkammergutseen. Hausarb. Univ. Wien S. 62, 1974.
- KERR, S. R.: Structure and transformation of fish production systems. J. Fish. Res. Board Can. 34: 1989 1993, 1977.
- MÜLLER, H.: Eine fischereiwirtschaftliche Seenklassifizierung Norddeutschlands und ihre limnologischen Grundlagen. Verh. Int. Verein. Limnol. 16: 1145 1160, 1966.
- PETERMAN, R. M.: A simple mechanism that causes collapsing stability regions in exploited salmonid populations. J. Fish. Res. Board Can. 34: 1130 1142, 1977
- ROTH, H.: Das Weißfischproblem in der Schweiz. Veröff. Eidgen. Amt Gewässerschutz Eidgen. Fischereiinspektion 26: 1 - 69, 1970.
- RYDER, R. A.: The adult walleye in the percid community a niche definition based on feeding behaviour and food specifity. Am. Fish. Soc. Spec. Publ. 11: 39 51, 1978.
- SCHIEMENZ, K.: Wirtschaftsergebnisse des Seen-Betriebes G. Z. Fisch, 28: 263 273, 1930.
- SCHMID, J.: Zur Fischerei der Renke im Königssee. Fischer Teichwirt 30 52, 1979.
- SELIGO, A.: Die Fischerei in den Flüssen, Seen und Strandgewässern Mitteleuropas. In: Hdb. Binnenfisch. Mitteleuropas 5: 1 422, 1926.
- SUMARI, O.: Estimation of the standing crop of fish in small lakes by rotenone treatment. EIFAC/74/1-Symp. 62: 1-8, 1974 (TS).
- TESCH, F. W.: Das Wachstum des Barsches (Perca fluviatilis L.) in verschiedenen Gewässern. Z. Fisch. 4: 321 420, 1955.
- TOIVONEN, J.: The fish fauna and limnology of large oligotrophic glacial lakes in Europa (about 1800 A.D.) J. Fish. Res. Board Can. 29: 629 637, 1972.
- VIVIER, P.P.: L'évolution depuis le début du siècle du peuplement piscicole du Léman français. Schweiz. Z. Hydrol. 37: 195 299, 1975.
- WAGLER, E.: Der Ertrag der bayerischen Voralpenseen im Jahre 1948, Allg. Fisch.-Ztg. 74: 462 466, 1949.

Peter Schickl

# **Erfolgreiches Schleppangeln**

Die Schleppangelei auf Raubfische (speziell auf den Hecht, die Seeforelle und den Saibling) gewinnt immer mehr Freunde, und damit wurde auch die Technik und das Gerät laufend verfeinert. Während in kleineren Seen noch vielfach mit der ausgelegten Rutegeschleppt wird, hat speziell in größeren Wassern die Schlepprolle einen bemerkenswerten Aufschwung genommen.

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Österreichs Fischerei

Jahr/Year: 1980

Band/Volume: 33

Autor(en)/Author(s): Hartmann Jürgen

Artikel/Article: Zur Unterscheidung diskreter Fischgesellschaften 93-99