

- Hacker, R. 1983: Rote Liste gefährdeter Fische Österreichs (Pisces). In: Rote Liste gefährdeter Tiere Österreichs, 67–68. Gesamtleitung: J. Gepp, Hrsg.: BM f. Gesundheit und Umweltschutz, Wien
- Kainz, E., 1988: Die Fische des Mühlviertels. In: Das Mühlviertel. Natur – Kultur – Leben. Beiträge. 205–208. Hrsg.: Amt der OÖ Landesregierung, Spittelwiese 4, 4020 Linz
- , Moog O. und Gollmann H. P., 1984: Fischereiliche, biologische und chemische Untersuchungen am Aiterbach im Bereich Steinhaus / Wels (OÖ). Der Einfluß von Schlächtereiabwässern auf die Bachfauna. Naturkundl. JB Stadt Linz 30: 117–174
- und Moog O., 1985: Gütelängsschnitt und Fischbestand der Frankenburg Redl – Der Einfluß kommunaler und industrieller Abwässer. Österr. Fischerei 38: 311–321
- Mann, H. K., Mills, C. A. and Crisp, D. T., 1984: Geographical Variation in the Life-History Tactics of some Species of Freshwater Fish. In: Fisch Reproduction, 171–186. Ed. by Potts G. W. & Wootton R. J. Academic Press inc. (London) Ltd., 24–28 Oval Road, London NW1 7DX
- Muus, B. J. / Dahlström, P., 1976: Süßwasserfische. 224 S. BLV-Bestimmungsbuch. BLV Verlagsgesellschaft München, Berlin, Wien
- Schindler, O., 1963: Unsere Süßwasserfische. 234 S. Kosmos – Frankh'sche Verlagsbuchhandlung Stuttgart
- Sterba, G., 1977: Süßwasserfische aus aller Welt. 558 S. Urania Verlag Leipzig, Jena, Berlin.

Anschrift der Verfasser:

Dr. Erich Kainz und Hans-Peter Gollmann,

Bundesanstalt für Fischereiwirtschaft, A-5310 Mondsee, Scharfling 18.

Österreichs Fischerei

Jahrgang 42/1989

Seite 207–212

*Prognosen sind immer dann besonders schwierig,
wenn sie sich auf die Zukunft beziehen.*

Neue Westfälische

Jürgen Hartmann

Fallstricke bei Jahrgangsstärke-Modellen – Beispiel Bodensee

Einleitung

Nichts ist gefährlicher, als jemand, dem die Begrenztheit seiner Daten nicht bewußt ist. Ungleich der Filmwelt des Western bedarf es in der Realität mehr als eines Naturburschen mit Pferd und Colt, um Recht und Ordnung herzustellen (Larkin, 1977). Besonders gefährlich und gefährdet in diesem Sinne sind Fischereibiologen, die (mit Erfahrungswerten) sogenannte empirische Jahrgangsstärken-Modelle errechnen, weil dieses Geschäft so gefährlich einfach erscheint: Man nehme die Jahrgangsstärke oder das, was man dafür hält (s. u.) als die Abhängige Y, gebe versuchsweise möglichst viele Einflußgrößen hinzu, etwa die mittleren Wassertemperaturen verschiedener Stationen, Wassertiefen und Jahreszeiten, und lasse den Rechner dann solange »umrühren«, bis früher oder später ein »Modell« herauspringt, gelegentlich mit höchst eindrucksvoller formalstatistischer »Absicherung«. Besonders in der Seenkunde (im Vergleich zur Ozeanographie) besteht die groteske Situation, daß unverdrossen eine Fülle empirische Jahrgangsstärken-Modelle auf den Markt geworfen wird, obwohl solche Gleichungen (Regressionen) in der Praxis selten oder nie zur Prognose taugten (Gulland, 1983; Walters & Collie, 1988). Nach Walters (1984) enden die meisten Versuche, Fischrekrutierung zu modellieren, bestenfalls in frustrierendem Mißerfolg, schlimmstenfalls in einer Sammlung von Scheinkorrelationen.

Am Beispiel der Felchen (*Coregonus lavaretus*) (Hartmann, 1989 a) und Barsche (*Perca fluviatilis*) (Hartmann, 1989 b) des Bodensees soll hier deshalb stichwortartig illustriert werden, wie und warum sich solch ein naiv produzierter Stein der Weisen (Shepherd u. Mitarb., 1984) in aller Regel und sehr prompt beim entscheidenden Test – der Prognose (Abb. 1) – als taube Nuß erweist.

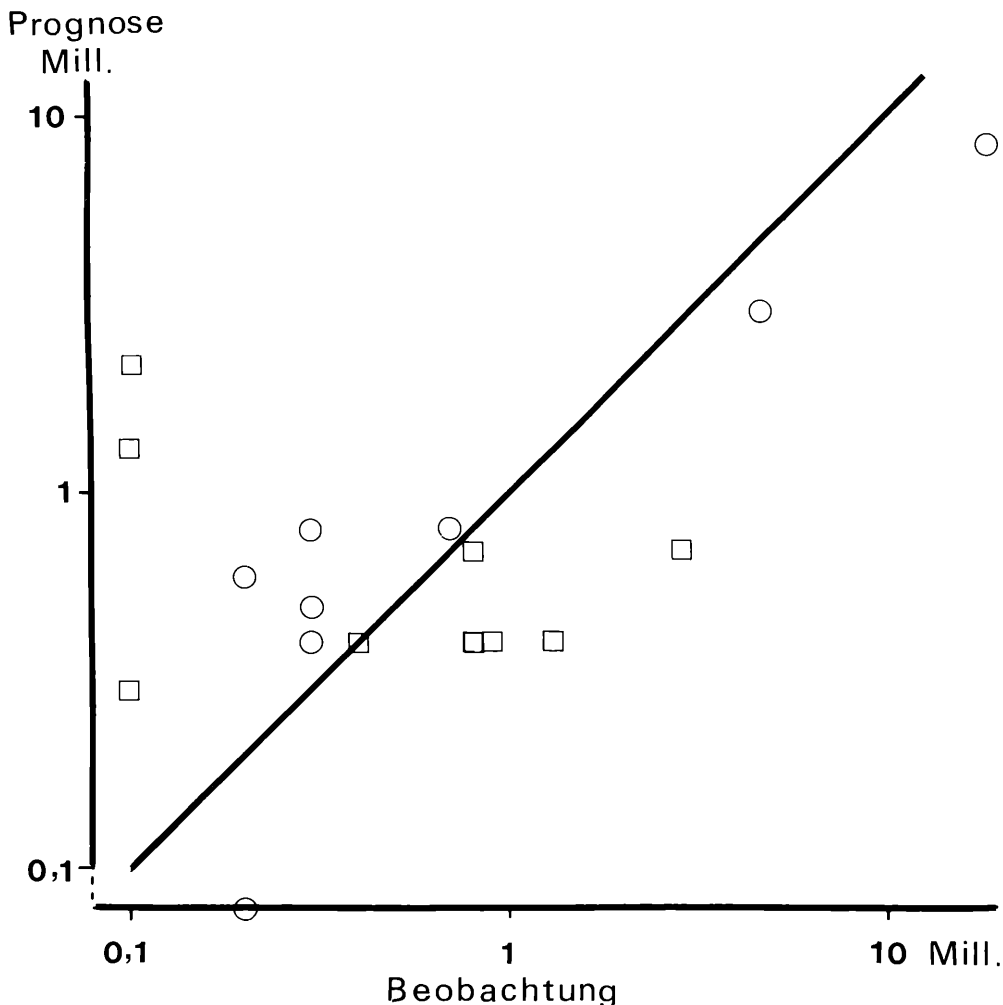


Abb. 1: Prognostizierte und beobachtete Jahrgangsstärken von Barsch und Felchen des Bodensee-Obersees. Prognosen nach Eckmann u. Mitarb., 1988; Hartmann, 1980, 1981, 1982, 1983; Hartmann und Knöpfler, 1986.

1. Ergebnisse

Jahrgangsstärke und Bestand: Was in die Gleichungen als Jahrgangsstärke oder Bestand eingeht, kann zum Beispiel mit folgenden Fehlern behaftet sein: a) nicht repräsentative Probennahme: Beim Barsch des Bodensees z. B. beruhen die Berechnungen allein auf Fängen mit 32-mm-Netzen vor Langenargen, obwohl die Fische auch mit Reusen und 44-mm-Netzen gefangen werden und obwohl die Bestandsverhältnisse im See regional uneinheitlich sind (Aalto & Newsome, 1989; Hartmann, 1984). b) Systematische und zufallsgestreute Meßfehler im engeren Sinn z. B. bei der Altersbestimmung der Fische. c) Unsichere »Art«bestimmung: Blaufelchen und Gangfisch (beide *C. lavaretus*) des Bodensees lassen sich nicht ganzjährig sicher trennen (Rösch, 1987). d) Dunkelziffer bei den Fangmeldungen der Fischer: Durch Privatverkauf werden immer weniger Bodenseefelchen statistisch erfaßt (1962–1984: 74%–52%), und in schlechteren Fangjahren wird ein geringerer Anteil gemeldet. Z. B. für die Bodenseefelchen sind Korrekturfaktoren um

2.2 anzunehmen (Hartmann, 1988 b). e) Keine oder fehlerhafte Berücksichtigung der natürlichen Sterblichkeit aus Mangel an sicheren Daten. Die Bestimmung der Sterblichkeitsraten (und ihrer Variabilität) gehört bekanntlich zu den fehlerträchtigsten Kapiteln der fischereilichen Bestandskunde (Gulland, 1983; Hartmann, 1988 a). f) Fehlende oder unangemessene Wichtung der Altersklassen hinsichtlich Eiqualität, Eizahl und/oder Kannibalismus bei der Bestandsberechnung (Hartmann, 1989 b). g) Unkenntnis des Erstlaicheranteils: Bei den Bodenseefelchen können 0% bis 100% der Zweijährigen (I+) reif werden. Die Unsicherheit (uncertainty) über den genauen Anteil der Erstlaicher bildet hier vermutlich die größte Fehlerquelle bei der Bestimmung des Laicherbestands.

Nur zu gern wird verdrängt, daß Datensätze ohne Angabe des Meßfehlers (im weiteren Sinn) – der etwa 30% nicht überschreiten sollte – bedeutungslos und irreführend sind (Walters & Ludwig, 1981).

Einflußgrößen: Spielt die Temperatur vielleicht nur deshalb eine solch beherrschende Rolle bei der Modellierung (Shepherd u. Mitarb., 1984), weil Informationen über weitere mögliche Einflußgrößen wesentlich seltener verfügbar sind? Am Bodensee besteht das gegenteilige Problem, daß sich nämlich eine schier unübersehbare Vielzahl von Zeitreihen für einen Versuch anbietet. Die Möglichkeit der Datenumformung (Transformation) und der Einflußgrößen-Kombination vermehrt dann die Zahl der denkbaren Versuche ins Unendliche. Nach der reinen Lehre ist aber nur ein Rechenversuch (= 1 Vorweg-Hypothese) gestattet, weil bei blindem, endlosem Versuch-und-Irrtum-Rechnen nach den Gesetzen der Wahrscheinlichkeit etwa jeder 100. Rechengang zu einem statistisch auf dem 1%-Niveau scheinbar abgesicherten, biologisch aber nichtssagenden Ergebnis führt. Die Hypothese sollte vor dem Rechnen stehen, weil es gefährlich einfach ist, zu einer Gleichung nachträglich eine passende, plausible »Erklärung« zu finden (s. u.). – Hinsichtlich der »Vorweg«-Auswahl der »Einflußgrößen« lassen sich bei den Modellen zur Jahrgangsstärke der Bodenseefelchen zwei konkurrierende Schulen unterscheiden (Hartmann, 1989 a). Die eine verwendet Aprildaten, die andere April- + Mai-Daten. Beide haben beachtliche statistische »Absicherungen« vorzuweisen, schwerlich haben beide »Recht«. – Je nach Seeregion und Fischdichte können unterschiedliche Einflußgrößen wirksam sein (Beverton u. Mitarb., 1984; Henderson & Nepsy, 1988).

Deutung eines Modells: über die Höhe des r^2 läßt sich weder eine entscheidende Einflußgröße (z. B. Maitemperatur) dingfest machen, noch eine unwesentliche verwerfen, weder Ursächlichkeit, (z. B. 17°C =Optimaltemperatur), noch ein Wirkungsmechanismus (z. B. tödlicher Temperaturschock für die Eier durch Seiches) beweisen. Auch der Grad der Plausibilität darf hier nicht entscheiden, kann erfahrungsgemäß sogar irreführen (z. B. bei den älteren Ricker-Jahrgangsstärken-Modellen für die Bodenseefelchen). Welcher Wirkungsmechanismus der Abbildung 2 ist im Einzelfall der plausibelste, welcher der zutreffende? – Ein mit umgeformten Daten (z. B. $1/Y$ statt Y) errechnetes hohes r^2 »erklärt« keineswegs zwangsläufig einen hohen Anteil der Streuung der Originalwerte. Die sogenannte Erklärung ist ohnehin bestenfalls (wenn alle statistischen Voraussetzungen erfüllt sind, s. u.) eine formalstatistische, keine biologische (Sissenwine, 1984).

Statistische Absicherung: a) Normalverteilung der Abhängigen (nominelle Jahrgangsstärke), eine der Voraussetzungen bei Standardmethoden der Signifikanzberechnung, ist beim Felchen des Bodensees auch nach Logarithmierung nicht gegeben. b) Nach Umformung der Ausgangsdaten besagt das r^2 nichts über den »erklärten« Anteil der ursprünglichen Punktstreuung, auch ist die Gleichmäßigkeit des Streubands neu zu prüfen. c) Das auf übliche Weise errechnete Signifikanzniveau gilt nur, wenn nicht mehr als eine Annahme getestet wird. d) Unabhängigkeit der Einzelwerte ist nicht mehr gegeben, wenn z. B. Trends (z. B. beim Felchenbesatz im Bodensee) oder Zyklen (z. B. bei der Jahrgangsstärke des Bodenseebarschs) auftreten. e) Die üblichen Signifikanzberechnungen gehen davon aus, daß die Einflußgrößen meßfehlerfrei erfaßt werden. Diese Vorausset-

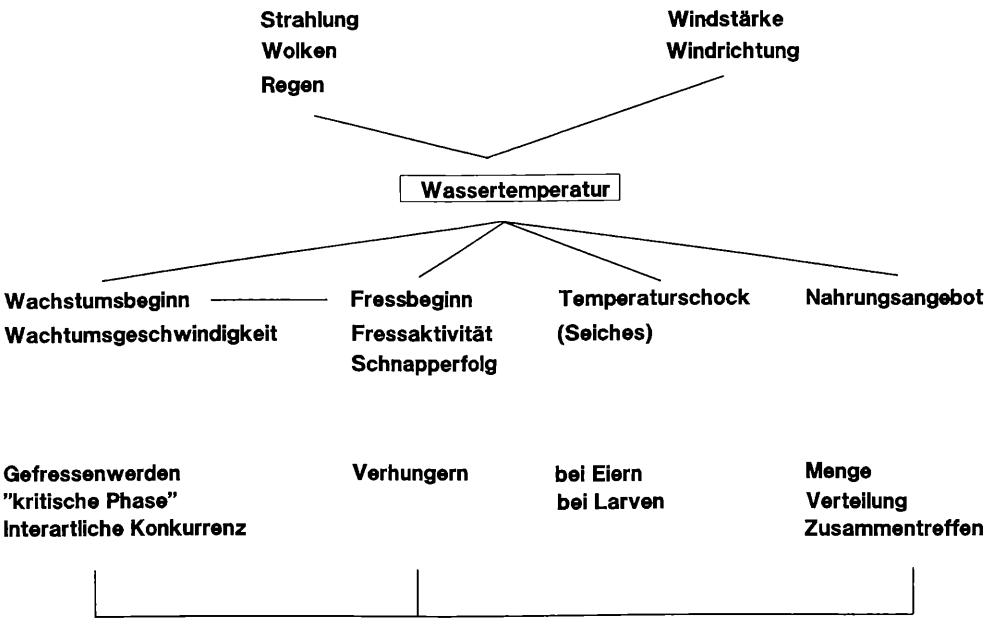


Abb. 2: Denkbare Wirkungsmechanismen bei einem Zusammenhang zwischen Temperatur und Jahrgangsstärke.

zung ist z. B. beim Felchenbestand des Bodensees (s. o.) nicht erfüllt. f) Nicht immer ist die Voraussetzung der Einheitlichkeit der Stichprobe (plus prognostizierten Jahrgängen) gegeben. Es können Katastrophen, wie das Larvensterben bei den Bodenseefelchen (Eckmann u. Mitarb., 1986), auftreten, es können sich die äußeren Bedingungen geändert haben (z. B. Nährstoffzunahme mit nachfolgender Nährstoffabnahme im Bodensee; Tab. 1), und es kann eine ungleichmäßige Punkteverteilung des Ergebnis einer formalen Signifikanzberechnung verfälschen (Hartmann, 1989 a). g) Ein Aufteilen des vorhandenen Datensatzes (Splitten historischer Daten) zum Zweck der statistischen Überprüfung eines Modells (z. B. Eckmann u. Mitarb., 1988), ist kritisch zu beurteilen; den entscheidenden Test (acid test) bildet die echte Prognose (Walters & Collie, 1988) (Abb. 1).

Form der Regressionsliste: Fast alle Jahrgangsstärken-Modelle gehen von einheitlich steigenden oder fallenden (momotonen) Regressionslinien (meist Geraden) aus. Dies

Tabelle 1: Langfristige Veränderungen im Bodensee.
+ = besonders deutliche Veränderung

	um das Jahr				
	1895	1925	1955	1965	1985
Düngestoff Phosphor			+	+	+
Uferverbauung			+		
Fischbesatz					+
neue Fischarten	+				
Fangmethoden		+	+	+	
Befischungsintensität			+		
Lebensweise der Fische			+		

mag daran liegen, daß z. B. S-Kurven schwieriger zu bestimmen sind, da sie mehr Punkte sowie ein breiter und gleichmäßiger gestreutes Punktefeld voraussetzen. Denkbar ist z. B. eine S-Kurve als Teil einer Optimumkurve, als Sättigungskurve oder als Ausdruck einer sprunghaften Veränderung (Katastrophentheorie) (Beverton u. Mitarb., 1984, S. 19; Shepherd u. Mitarb., 1984). Legt man in die bei Hartmann (1989 b) dargestellten (über die multiple lineare Regression errechneten) Punktfelder statt S-Kurven je eine Gerade, so prognostizieren die Modelle (bei Extrapolation) auch irreal negative Jahrgangsstärken ($1/Y$).

Diskussion

Angesichts der Tatsache, daß sich Jahrgangsstärken-Modelle in der Praxis selten bewährten und weitgehend als unfundierte (unsubstantiated) Hypothesen anzusehen sind (Gulland, 1983; Fletcher and Deviso, 1988), rückt die experimentelle Bewirtschaftung (adaptive managing) von Fischbeständen (Walters, 1984) immer stärker in den Vordergrund, zumal die hier geschilderte, nur teilweise vermeidbare Unzulänglichkeit der Rechengrundlagen (uncertainty) ein allgemeines, über Jahrgangsstärken-Modelle hinausgehendes Problem der fischereilichen Bestandskunde darstellt. Allerdings läßt sich eine nichtherkömmliche Methode insbesondere bei einem internationalen Gewässer, wie dem Bodensee, nicht immer problemlos verwirklichen.

Die vorliegende Zusammenstellung kann als Checkliste beim bestandskundlichen Modellieren genutzt werden. Sie will keineswegs abschrecken, aber verdeutlichen, wie leicht und leichtfertig man sich mit formal hohem r^2 selbst in die Tasche lügen kann. Unabhängig von der geschilderten Unzulänglichkeit (uncertainty) der Grunddaten eignen sich auf zurückliegenden Freilanddaten beruhende Jahrgangsstärken-Modelle nun einmal nicht, vermutete ursächliche Zusammenhänge (hypothetische Kausalmechanismen) zu beweisen, wie sie auch ungeeignet sind, Hypothesen vom Tisch zu wischen. Sie eignen sich bestenfalls, eine Hypothese darzustellen. Ihre Deutung sollte aber mit der gebotenen Vorsicht und Bescheidenheit geschehen. Andererseits kann sich daraus, selbst wenn die ursächlichen Zusammenhänge im Dunkel bleiben, im glücklichsten Fall ein brauchbares Prognosewerkzeug entwickeln. Dieses Ziel scheint beim Barsch des Bodensees (Hartmann, 1989 b) immer näher zu rücken. Einer solchen vorsichtig-optimistischen Sicht steht allerdings die Meinung von Walters und Collie (1988) gegenüber: Erstaunlich ist nicht, daß sich die Regressionen regelmäßig in Luft auflösen, sondern die Tatsache, daß sich immer wieder ernsthafte Wissenschaftler finden, die – ungerührt – neue Modelle kreieren.

Summary

Pitfalls of recruitment models – example Lake Constance. From rich experience with perch (*Perca fluviatilis*) and whitefish (*Coregonus lavaretus*) of Lake Constance a checklist of common shortcomings of recruitment modelling is illustrated.

LITERATUR:

- Aalto, S. K., and G. E. (Buck) Newsome, 1989: Evidence of demic structure for a population of yellow perch (*Perca flavescens*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 46, 184–190
- Beverton, R. J. H. (and 11 coauthors), 1984: Dynamics of single species. In: Exploitation of marine communities, ed. R. M. May, pp. 13–58. Dahlem Konferenzen 1984. Verlag Springer, Berlin.
- Eckmann, R., U. Gaedke, and H.-J. Wetzlar, 1988: Effects of climatic and density-dependent factors on year-class strength of *Coregonus lavaretus* in Lake Constance. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 45., 1088–1093
- Eckmann, R., R. Rösch, J. Ortlepp, and G. Kleefeld, 1986: Survival and growth of coregonid larvae from Lake Constance fed on zooplankton of different origin. Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol. 22, 203–214
- Fletcher, R. I., and R. B. Deriso, 1988: Fishing in dangerous waters: remarks on a controversial appeal to spawner-recruit theory for long-term impact assessment. Am. Fish. Soc. Monogr. 4, 232–244
- Gulland, J. A., 1983: Fish stock assessment, FAO/Wiley Ser. on food and agriculture 1. Vlg. Wiley, Chichester, New York, 223 p.

- Hartmann, J., 1980: Zur Jahrgangs- und Bestandsstärke von Felchen und Barsch des Bodensees. *Fischwirt* 30, 3-4
- Hartmann, J., 1981: Prognose der Jahrgangsstärke beim Barsch (*Perca fluviatilis*) des Bodensees. *Fischwirt* 31, 27-28
- Hartmann, J., 1982: Fangprognosen für den Bodensee. *Fischwirt* 32, 25-26
- Hartmann, J., 1983: Fangaussichten bei Felchen (Jahrgänge 1981-83) und Barsch (Jge. 1980-82) des Bodensees. *Fischwirt* 33, 69-70
- Hartmann, J., 1984: Zur gebietsweisen Verteilung der Fische im Bodensee. *Österr. Fisch.* 37, 231-233
- Hartmann, J., 1988 a: Zur Berechnung der Sterblichkeitsraten beim Barsch des Bodensees. *Österr. Fisch.* 41, 14-21
- Hartmann, J., 1988 b: Ist die Rekrutierung (Jahrgangsstärke) beim Bodenseefelchen (*Coregonus lavaretus*) schon verstanden? *Österr. Fisch.* 41, 135-142
- Hartmann, J., 1989 a: Is recruitment of the whitefish (*Coregonus lavaretus*) of Lake Constance already understood? *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 46, 725-726
- Hartmann, J., 1989 b: Jahrgangsstärke (Rekrutierung) beim Barsch (*Perca fluviatilis*) des Bodensees. *Österr. Fisch.* 42, im Druck
- Hartmann, J. und G. Knöpfler, 1986: Barschwachstum im Bodensee. *Österr. Fisch.* 39, 45-51
- Henderson, B. A., and S. J. Nepsy, 1988: Recruitment of yellow perch (*Perca flavescens*) affected by stock size and water temperature in Lakes Erie and St. Clair, 1965-85. *J. Great Lakes Res.* 14, 205-215
- Larkin, P. A., 1977: An epitaph for the concept of maximum sustained yield. *Transact. Am. Fish. Soc.* 106, 1-11
- Rösch, R., 1987: Egg-size of pelagic and nearshore spawning Coregonids (*Coregonus lavaretus* L.) from Lake Constance correlated with the fish weight. *Arch. Hydrobiol.* 109, 519-523
- Shepherd, J. G., J. G. Pope, and R. D. Cousins, 1984: Variations in fish stocks and hypotheses concerning their links with climate. *Rapp. P.-V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer.* 185, 255-267
- Sissenwine, M. P., 1984: Why do fish populations vary? In: *Exploitation of marine communities*, ed. R. M. May, pp 59-94. Dahlem Konferenzen 1984. Verlag Springer, Berlin
- Walters, C. J., 1984: Managing fisheries under biological uncertainty. In: *Exploitation of marine communities*, ed. R. M. May, pp. 263-274. Dahlem Konferenzen 1984. Verlag Springer, Berlin
- Walters, C. J., and J. S. Collie, 1988: Is research on environmental factors useful to fisheries management? *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 45, 1848-1854
- Walters C. J., and D. Ludwig, 1981: Effects of measurement errors on the assessment of stock-recruitment relationships. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 38, 704-710
- Anschrift des Verfassers: Dr. Jürgen Hartmann, Institut für Seenforschung und Fischereiwesen, Untere Seestraße 81, D-7994 Langenargen, FRG.

Karin Schlott-Idl, Günther Schlott und Günther Gratzl

Über die Aufzucht von Seelaubenbrut in einem Waldviertler Teich

1. Einleitung

Die Nachzucht von derzeit noch wirtschaftlich unbedeutenden Fischarten scheint aus mehreren Gründen immer notwendiger zu werden. Im Zuge von Renaturierungsmaßnahmen an Fließgewässern besteht ein Bedürfnis zum Wiederbesatz mit standortgerechten Fischarten. Auch in vielen Gewässern, welche von Anglern bewirtschaftet werden, wird ein Besatz mit einheimischen Fischarten ins Auge gefaßt. Durch Umweltkatastrophen kommt es immer wieder vor, daß Fischbestände zur Gänze vernichtet werden. Um für all diese Anforderungen gerüstet zu sein, sind Voraussetzungen für eine sinnvolle Produktion von Besatzfischen zu schaffen und zu erarbeiten. Die Teiche des Waldviertels könnten durch die Produktion von alternativen Fischarten eine positive Ausweitung ihres Produktionspotentials erlangen.

Aufgrund der zooplanktivoren Lebensweise der Seelaube (Orellana, 1985) kann angenommen werden, daß ihre Aufzucht in Teichen durchaus erfolgversprechend ist. *Chal-*

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichs Fischerei](#)

Jahr/Year: 1989

Band/Volume: [42](#)

Autor(en)/Author(s): Hartmann Jürgen

Artikel/Article: [Fallstricke bei Jahrgangsstärke-Modellen - Beispiel Bodensee 207-212](#)