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

Stoch, F., S. Paradisi und M. B. Dancevich (1992): Carta ittica del Friuli-Venetia Giulia. - Ente tutela pesca del Friuli - Venetia Giulia, Udine, 285 pp.
Terofal, F. (1977): Das Artenspektrum der Fische Bayerns in den letzten 50 Jahren. - Ber. ANL. 1: 9-22.
Wanzenböck, J., H. Kovacek und B. Herzig-Straschil (1989): Zum Vorkommen der Gründlinge (Gattung: Gobio; Cyprinidae) im Österreichischen Donauraum. - Österreichs Fischerei 42: 118-128.

Anschrift der Verfasser: Dr. Wolfgang Honsig-Erlenburg und Mag. Thomas Friedl, beide: Kärntner Institut für Seenforschung, Amt der Kärntner Landesregierung, Flatschacher Straße 70, 9020 Klagenfurt

Österreichs Fischerei *Jahrgang 48/1995* *Seite 231-236*

Die einen mühen sich - angesichts des Hungers in der Welt - um produktivere Gewässer, die anderen um das Gegenteil, um Oligotrophierung. *Strickland*

J. Hartmann, H. Quoß und G. Knöpfler

Reaktion der Fische auf Nährstoffzu- und -abnahme im Bodensee

Einleitung

Im Wasser des Bodensee-Obersees stieg die Konzentration des wichtigen Pflanzennährstoffs Phosphor von den 50er Jahren bis 1979 und sank dann von 1981 bis 1994 (10 mg - 87 mg - 29 mg/m³ bei Vollzirkulation; Müller, 1994). In der vorliegenden Arbeit wird geprüft, wie empfindlich die Fische auf diese Trendumkehr, von der sogenannten Eu- zur Oligotrophierung (Abb. 1), reagierten.

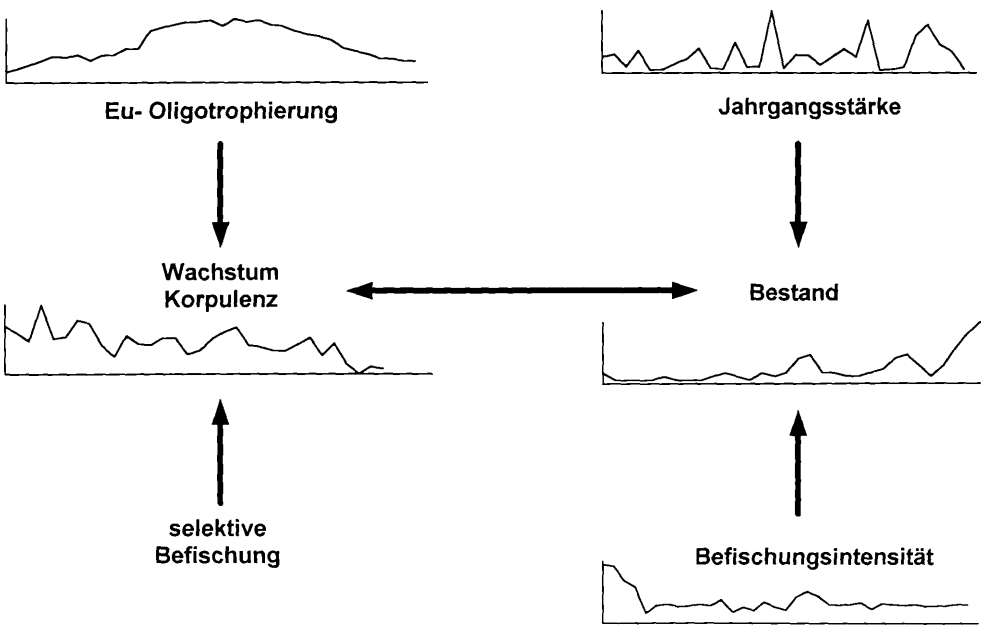

Abb. 1: Mögliche Ursachen langfristiger Veränderungen bei Wachstum und Korpulenz der Blaufelchen. Zur Skalierung siehe Abbn. 2-5

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

Material und Methode

Material und Methode zu den hier dargestellten Zeitreihen wurde weitgehend schon dargestellt: zu Wachstum, Jahrgangsstärke, Bestand und Fangkorrektur bei Hartmann (1994, 1995), zu Kondition, Fanglänge, selektiver Befischung und Befischungsintensität bei Hartmann (1992), zu Eizahl, Eigröße und Besatz bei Hartmann und Quoß (1993 a, b) und zur Laichzeit bei Hartmann (1991).
Folgende, teilweise verkürzte Schreibweisen bedeuten im einzelnen: Laichzeit = Laichzeitbeginn (50% der Rogner laichbereit oder schon abgelaicht). Eier/Rogner = Anzahl der Eier pro dreisömmrigem Rogner (absolute Fruchtbarkeit). Eier pro 100 g Rogner = relative Fruchtbarkeit aller Altersklassen. Eigröße = befruchtete Eier (wenigstens) überwiegend dreisömmriger oder älterer Rogner. K Zweijähriger = Kondition (Korpulenz) beider Geschlechter (bezogen auf Vollgewicht) im Juni+Juli. K Dreisömmriger leer = Kondition der Weibchen (ohne Gonaden) im Dezember. K Dreisömmriger voll = Kondition der Rogner (Vollgewicht) von Januar bis März. Fanglänge der Blaufelchen im 3.

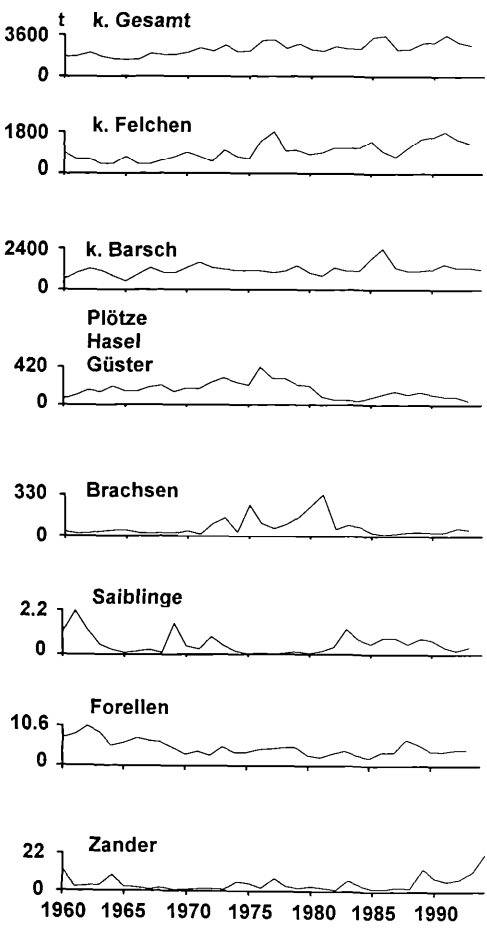

Abb. 2: Fischerträge des Bodensees. Kurvenverlauf bei Schleie, Hecht, Trüsche und Karpfen ähnlich dem der Forellen. k = korrigiert

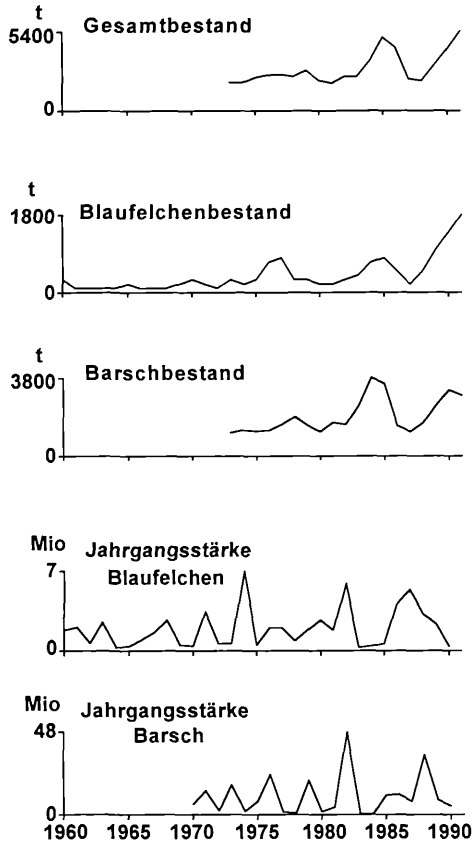

Abb. 3: Bestand und Jahrgangsstärke bei Fischen des Bodensees

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

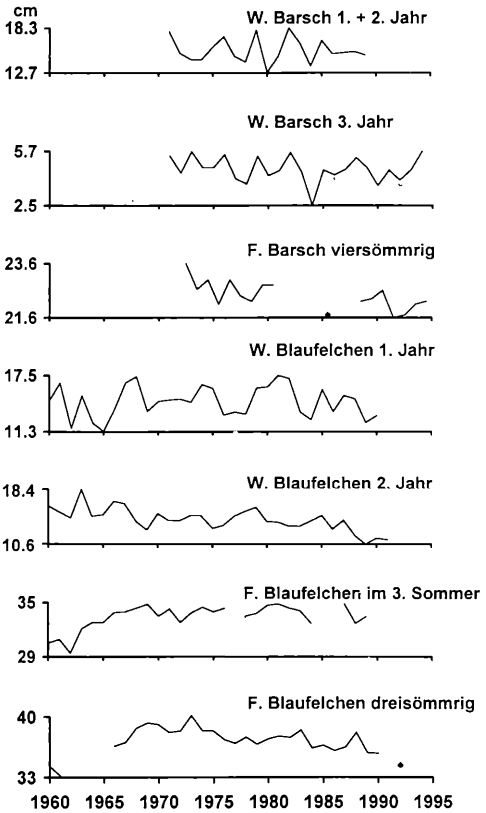

Abb. 4: Wachstum und Fanglängen bei Fischen des Bodensees

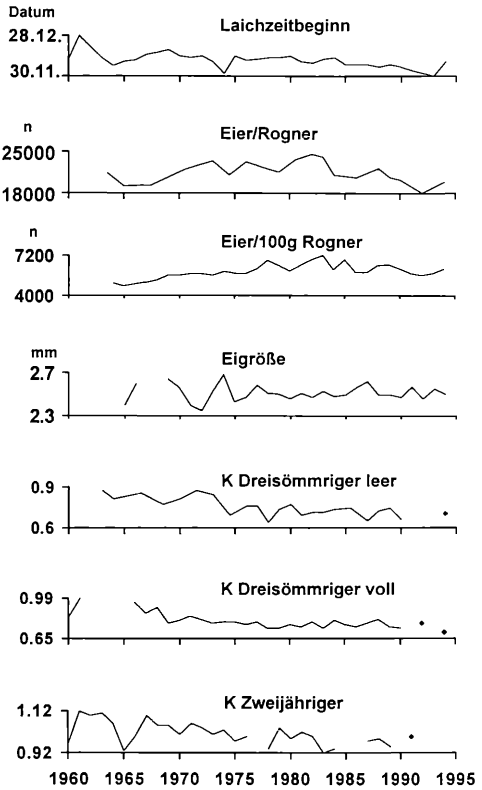

Abb. 5: Fortpflanzung und Kondition beim Blaufelchen des Bodensees

Sommer = Totallänge (TL) von *Coregonus lavaretus* im Juni und Juli (# 44 mm). Fanglänge dreisömmriger Blaufelchen = TL von Januar bis März. Fanglänge viersömmriger Barsche *(Perca fluviatilis)* = TL von September bis April (n = 1479; # 32 mm). Z. B. korrigierter Fang = nomineller Fang der Berufsfischer dunkelzifferkorrigiert. Mit dieser Korrektur erhöhen sich entsprechend Jahrgangsstärke usw.; Bestand = Bestandsgewicht am 1. 1.; »Gesamtfische« = Felchen + Barsche + Brachsen *(Abramis brama)* + Plötze *(Rutilus rutilus)* + Güster *(Blicca björkna)* + Hasel *(Leuciscus leuciscus). Bodensee = Bodensee-Obersee. Befischungsintensität = relative B., bezogen auf das Jahr 1970. Bei den mitaufgelisteten Pflanzen und Wirbellosen handelt es sich um Plankton (Jahresmittel von Bestandsdichten, angegeben in Gewicht bzw. Stück).*
Teilweise sind die Zeitreihen unvollständig, oder es mußten die Einzelwerte mehrerer Jahre zusammengelegt werden. Bei den Blaufelchen änderte sich 1965/66 die Befischung (# 44 mm statt 38–40 mm; 3–6 statt 10 Netzen/Fischer). Die Zeit vor 1960 bleibt hier ausgeklammert, weil sich in den 50er Jahren die einschneidende Umstellung von Baumwoll- zu Kunststoffnetzen vollzog.
Nicht dargestellt wurden verschiedene Ertragskurven (s. Text zu Abb. 2), der Anteil von *Salvelinus alpinus* am Gesamtsaiblingsfang (Hartmann, 1987 a), der Weißfischbestand (Hartmann, 1994 b), das Wachstum (1969–91; n = 15) der Plötze im 3. Jahr (Ausgangszahlen zu Hartmann, 1993 und 1994 a) und das Durchschnittsalter im Felchenbestand

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

(Hartmann, 1992) sowie (abgesehen vom Phosphor) die nichtfischereilichen Zeitreihen (Müller, 1994; ergänzend dazu Kümmerlin, pers. Mitt.).
Trends wurden bei größerem Stichprobenumfang (n > 18) mit dem Vorzeichen-Trendtest von Cox und Stuart, sonst mit einem Fehlordnungen zählenden Trendtest geprüft. Sprunghafte Veränderung wurde mit dem Chi-Quadrat-Test von Cochran geprüft. Getestet wurde auf dem 5%-Niveau.

Ergebnisse

Die fischereilichen Zeitreihen vom Bodensee (Abbn. 2–5 u. a.) sind in der folgenden Liste nach ihrer Tendenz geordnet. Dabei bedeuten: (?) = nicht statistisch gesichert; (>?) bzw. (<?): der Anstieg bzw. Abfall bei Maximumkurven nicht statistisch gesichert. In Klammern sind zum Vergleich nichtfischereiliche Parameter angefügt.

1a »durchgehende« Abnahme
Wachstum der Blaufelchen im 2. Jahr
Fanglänge 4sömmriger Barsche *(Perca fluviatilis)*
Korpulenz 4jähriger Blaufelchen im Winter
Korpulenz 2jähriger Blaufelchen im Sommer (?)
Nominalertrag bei Schleie *(Tinca tinca)* und Trüsche (= Quappe, *Lota lota)*
(Eudiaptomus, Copepoden)

1b Zeitweise Abnahme
Abnahme bis etwa 1985 beim Nominalertrag von Hecht (?) *(Esox lucius),* Forelle *(Salmo+Oncorhynchus)* und Karpfen *(Cyprinus carpio).*
Abnahme ab 1982 beim Felchenwachstum im 1. Jahr

1c Sprunghafte Abnahme
Korpulenz der 3sömmrigen Blaufelchen (leer) (1974)
Anteil von *S. alpinus* am Gesamtsaiblingsfang (?) (1982)
(Zieralgen) (1987)

1d »durchgehende« Zunahme
Ertrag von Gesamtfischen und Felchen
Jahrgangsstärke Blaufelchen
Bestand von Barsch (?), Blaufelchen, Gesamtfischen
Durchschnittsalter im Felchenbestand
(Chryso-, Cryptophyceen)
(Jahresmittel Stickstoff; Daten ab 1974)

1e zeitliche Verschiebung
Laichzeit der Blaufelchen

2a Maximumkurve
Eier/100 g Blaufelchen mit Max. 1983
Eier/Blaufelchenrogner mit Max. 1982
Fanglänge 3sömmriger Blaufelchen (<?) mit Max. 1973
Fangertrag Plötze+Hasel+Güster mit Max. 1976
Weißfischbestand (<?) mit Max. 1968
Brachsenertrag (<?) mit Max. 1981
(Cyclops mit Max. 1970, Cladoceren ohne *Daphnia* mit Max. 1978, Gesamtphytoplankton mit Max. 1976–89, Phosphor bei Vollzirkulation mit Max. 1979–81)

2b Minimumkurve
Zanderertrag *(Stizostedion lucioperca* mit Min. 1969)
[Mesozyclops (<?) mit Min. 1979]

3 keine deutliche Tendenz
Eigröße Blaufelchen
Ertrag von Saibling *(Salvelinus profundus)* und Barsch
Jahrgangsstärke Barsch

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

Barschwachstum im 1.+2. sowie 3. Jahr
Fanglänge der Blaufelchen im 3. Sommer (ab etwa 1966)
Plötzenwachstum im 3. Jahr
(Daphnia, Gesamtzooplankton, Kiesel-, Blau-, Grün-, Panzeralgen, bodennahes Sauerstoffminimum)

Aus der Liste ergibt sich, daß (nicht immer gesichert) etwa die Hälfte der 50 biologischen Zeitreihen einen mehr oder weniger durchgehenden Trend zeigt, ⅕ Maximum- oder Minimumkurven folgt und knapp ⅓ keine deutliche Tendenz erkennen läßt. Die Maxima, Minima und Sprünge streuen zeitlich stark und erscheinen oft schon vor dem Höhepunkt der Eutrophierung.

Diskussion

Von den fischereilichen Zeitreihen lassen sich nur die beiden Maximumkurven zur Fruchtbarkeit der Blaufelchen als trophiebestimmt deuten (Hartmann und Quoß, 1993). Aber selbst hier ist Vorsicht geboten, denn ungeklärt bleibt, welches in diesem Fall die eigentlichen Einflußgrößen sind. Auch macht stutzig, daß sich keine zusätzlichen fischereilichen Beispiele finden. Denn die formal etwas ähnlichen Maximumkurven (Max. 1976 und 1981) der Weißfischerträge (Cypriniden) sind aller Wahrscheinlichkeit nach nicht trophiebedingt, sondern gehen auf eine zeitweise günstigere Marktlage (Subvention) zurück (Hartmann, 1993). Beim Felchenwachstum im 1. Jahr erfüllt sich mit dem absteigenden Ast zwar ein Teil der »Erwartung«, doch nimmt das Fehlen des »zugehörigen« (als eutrophierungsbedingt deutbaren) Anstiegs dieser ohnehin statistisch schwach gesicherten Beobachtung viel von ihrem Gewicht. Die Kurven von Phosphor und dem Copepoden *Mesocyclops* zeigen zwar »insgesamt« eine gewisse Gegenläufigkeit; diese verliert sich aber, wenn man (paarweise mit einem Vorzeichentest) die Richtung der einzelnen Jahr-zu-Jahr-Veränderungen vergleicht. Entsprechend beurteilt U. Einsle, Konstanz (pers. Mitt.), von dem diese Zooplanktondaten stammen, die beiden Kurven als nicht ursächlich zusammenhängend. In Sedimentkernen vom Bodensee fand sich eine Trendumkehr der relativen Häufigkeit der Kieselalge *Stephanodiscus* in den, den 1970er Jahren zugeordneten Schichten (Mohaupt, 1994), die sich aber nicht in den Planktonfängen (Kümmerlin & Bürgi, 1989) wiederholt. Winkle (et al., 1981) errechnet für das Beispiel Jahrgangsstärke von *Morone americana,* daß es zum Nachweis eines deutlichen (50%) Rückgangs über mehr als 50 Jahre reichender Datenreihen bedarf.

Die meisten der dargestellten Zeitreihen scheinen die Trophierung des Sees gar nicht »zur Kenntnis genommen« zu haben. So veranschaulicht Abbildung 1 am Beispiel von Wachstum und Kondition der Blaufelchen, daß Trophierung nur einer von mehreren Faktoren ist, der eine Fischpopulation verändern kann und im Bodensee in den letzten Jahrzehnten keineswegs die entscheidende Rolle spielte. (Zu dieser Abbildung sei hier noch ergänzt, daß sich der Felchenbesatz seit 1960 allmählich verzehnfachte.) Selbst das klassische Beispiel eines fischereilichen Eutrophierungseffekts, die dramatische »Verjüngung« der Bodenseefelchen bis in die 60er Jahre, läßt sich auch unabhängig von der Eutrophierung als Befischungseffekt deuten (Hartmann, 1987 b).

Mittlerweile weisen immer mehr Autoren auf die Gefahr hin, den Einfluß der Trophierung zu überschätzen. Hansson (1985) spricht in diesem Zusammenhang von einem systematischen Fehler in der Literatur zuungunsten von Kurvenkonstanz und »falschgerichteten« Trends.

Das vorliegende Ergebnis entspricht der auf Modellrechnungen (Bührer, 1993; Wagner & Kruse, 1995) beruhenden Erwartung, daß durchgreifende Veränderungen im Ökosystem Bodensee erst bei Phosphorkonzentrationen unter 20 mg/m³ zu erwarten sind (Güde et al., 1993). Gilt derartiges über den Bodensee hinaus, so ist »der« Fisch – und offenbar nicht nur dieser – als Trophierungsindikator im Sinne eines empfindlich, kontinuierlich,

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

spezifisch und frühzeitig Verschlechterung wie Besserung meldenden Fieberthermometers eher ungeeignet.

Summary

Response of the fishes to eu- and oligotrophication of Lake Constance.

Lake Constance underwent eu- and oligotrophication. Phosphorus during circulation period increased from the 1950s (10 mg/m³) to 1979 (87 mg) and since went down (29 mg). A total of 35 fish-biological time series (1960–64) on yield, stock size, year-class strength, spawning time, fecundity, egg size, K, growth, age, and length-at-age were checked for their sensibility to the trend reversal of the trophication. Only absolute and relative fecundity of whitefish *(Coregonus lavaretus)* are interpretable in terms of nutrient changes. But even in these cases the mechanisms behind the observed maximum curves remain obscure.

LITERATUR

Bührer, H. (1993): Dynamische Simulation des Bodensee-Obersees und tolerierbare Phosphor-Fracht. Int. Gewässerschutzkommn. Bodensee Ber. 44: 1–51.

Güde, H., U. Einsle, J. Hartmann, R. Kümmerlin, H. Müller, H. B. Stich und G. Wagner (1993): Response of aquatic communities to decreased P-loading: a long-term case study from Lake Constance. 5th Int. Conf. Conserv. Managem. Lakes. Stresa (Italy) 17–21 May 1993. Proceedings: 108–109.

Hansson, S. (1985): Effects of eutrophication on fish communities with special reference to the Baltic Sea – a literature review. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 62: 36–56.

Hartmann, J. (1987 a): Recent changes in the chars *Salvelinus alpinus* and *S. profundus* of Lake Constance. Int. Soc. Arctic Char Fanatics Inf. Ser. 4: 54–63.

Hartmann, J. (1987 b): Whitefish as indicators of cultural eutrophication? Schweiz. Z. Hydrol. 49: 54–63.

Hartmann, J. (1991): Richtiger Zeitpunkt der Laichfischerei auf Blaufelchen *(Coregonus lavaretus)* im Bodensee. Österr. Fisch. 44: 229–235.

Hartmann, J. (1992): Rückgang von Kondition und Wachstum bei Felchen *(Coregonus lavaretus)* durch selektive Kiemennetzbefischung? Fischökologie 6: 21–30.

Hartmann, J. (1993): Entwicklung der Cypriniden-(Weißfisch-)Bestände im Bodensee. Österr. Fisch. 46: 201–207.

Hartmann, J. (1994): Fischbestandsgewicht/-ertrag des Bodensees. Österr. Fisch. 47: 13–19.

Hartmann, J. (1995): The difficulty of tracing the effects of climate change on the fishes of Lake Constance. Can. Spec. Publ. Fish Aquat. Sci. 121: 261–270.

Hartmann, J. und H. Quoß (1993 a): Fecundity of whitefish *(Coregonus lavaretus* L.) during the eu- and oligotrophication of Lake Constance. J. Fish Biol. 43: 81–87.

Hartmann, J. und H. Quoß (1993 b): Zunehmende Vermischung der Felchen *(Coregonus lavaretus),* Gangfisch und Blaufelchen im Bodensee? Österr. Fisch. 46: 44–47.

Kümmerlin, R. und H.-R. Bürgi (1989): Die langjährige Entwicklung des Phytoplanktons im Bodensee (1961–1986). Int. Gewässerschutzkommn. Bodensee Ber. 39: 172 S.

Mohaupt, K. (1994): Rezente und subrezente Diatomeen im Sediment des Bodensee-Obersees als Abbild der Nährstoffbelastung. Dipl.-Arb. Univ. Konstanz, 94 S.

Müller, H. (1995): Limnologischer Zustand des Bodensees. Int. Gewässerschutzkommn. Bodensee Jber. 21: 11 pag. S.

Nümann, W. und H. Quoß (1970): Neuere Ergebnisse in der Forschung an Blaufelchen *(Coregonus wartmanni)* seit der Eutrophierung des Bodensees. Ber. Dt. Wiss. Kommn. Meeresforsch. 21: 234–247.

Wagner, G. und H. J. Kruse (1995): Analysis of the near-bottom oxygen minimum in Upper Lake Constance via statistical approach. Limnologica 25: 11–20.

Van Winkle, W., D. S. Vaughan, L. W. Barnthouse and B. L. Kirk (1981): An analysis of the ability to detect reductions in year-class strength of the Hudson River white perch *Morone americana* population. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 38: 627–632.

Adresse der Autoren: Institut für Seenforschung, Untere Seestraße 81, D-88085 Langenargen, Germany

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Österreichs Fischerei

Jahr/Year: 1995

Band/Volume: 48

Autor(en)/Author(s): Hartmann Jürgen, Quoß Heinz, Knöpfler Georg

Artikel/Article: Reaktion der Fische auf Nährstoffzu- und -abnahme im Bodensee 231-236