

Fischforschung am Bodensee

REINER ECKMANN

Limnologisches Institut der Universität Konstanz, D-78457 Konstanz

Im Rahmen des Symposiums zur Geschichte der Fischforschung in Österreich stellt der vorliegende Beitrag zur Fischforschung am Bodensee sicherlich einen Sonderfall dar, da sowohl bei der fischereilichen Bewirtschaftung als auch bei der Fischforschung am Bodensee stets mehrere Anrainer mitreden: das Bundesland Vorarlberg, die schweizerischen Kantone St. Gallen und Thurgau, der Freistaat Bayern und das Land Baden-Württemberg. Nimmt man noch den Alpenrhein hinzu, so sind das Fürstentum Liechtenstein und der schweizerische Kanton Graubünden weitere Anlieger des Bodensees in weiterem Sinne. Auch wenn es nicht immer einfach war, die unterschiedlichen Interessen der Anlieger unter einen Hut zu bringen, so war doch gerade die Notwendigkeit zur internationalen Zusammenarbeit eine wesentliche Triebfeder für die erfolgreiche Entwicklung des Fischereimanagements und der Fischforschung am Bodensee. In diesem Beitrag soll die Entwicklung der Fischforschung am Bodensee von der Mitte des 19. Jahrhunderts bis heute zusammengefasst werden, und es sollen einige der heute aktuellen Forschungsthemen sowie die zukünftigen Herausforderungen für die Fischforschung am Bodensee skizziert werden.

Die Zeit des Beobachtens und Beschreibens

Die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts ist gekennzeichnet durch eine Reihe von Veröffentlichungen, in denen Artenlisten für den Bodensee zusammengestellt wurden. Die erste Publikation »Die Fische des Bodensees« von W. von Rapp erschien 1854 sogar noch vor der klassischen Arbeit von Heckel und Kner »Die Süßwasserfische der österreichischen Monarchie«, in der u. a. auch das Vorkommen von Fischarten im Bodensee berücksichtigt wurde. Es folgte im Jahr 1892 die Monografie »Bodenseefische« von Klunzinger und schließlich 1926 das Buch »Fische und Fischerei im Bodensee« von Scheffelt und Schweizer. Der Schwerpunkt all dieser Abhandlungen lag auf dem Gebiet der Systematik, die mit einigen Angaben zur Autökologie der Arten und auch zur fischereilichen Nutzung angereichert wurden. Dabei ist es nicht verwunderlich, dass gerade die Felchen mit ihren geringen morphologischen Unterschieden bei gleichzeitig hoher phänotypischer Plastizität den Systematikern besondere Schwierigkeiten bereiteten. Beispielhaft sei hier nur die heftige, mehrere Jahre andauernde Auseinandersetzung zwischen Klunzinger und Nüßlin genannt, die sich zu Beginn des 20. Jahrhunderts heftig über die Frage stritten, ob Gangfisch und Blaufelchen des Bodensees eine oder zwei verschiedene Arten darstellen, wobei ihr Streit über die fachliche Ebene hinaus bis zu persönlichen Angriffen führte.

Die Bregenzer Übereinkunft von 1893

Schon lange bevor sich eine Fischforschung am Bodensee etablieren konnte, gab es eine intensive und zunächst nur wenig regulierte Fischerei. Die unterschiedlichen Interessen der verschiedenen Anrainer führten dabei immer wieder zu Konflikten, bis in der Bregenzer Übereinkunft von 1893 allgemein akzeptierte Regeln festgelegt wurden. Als Vorläufer der Konferenz von Bregenz kann die Internationale Fischereikonferenz 1885 in Wien angesehen werden, gefolgt von einer Konferenz in Konstanz im Jahr 1892. Vom 3. bis zum 5. Juli 1893 schließlichen tagten Vertreter aller Anrainer in Bregenz und trafen dort die »Übereinkunft der Bodenseeuferstaaten über die Anwendung gleichartiger Bestimmungen über die Fischerei im Bodensee«. Das im Rahmen dieser Übereinkunft eingerichtete Gremium, die Internationale Bevollmächtigtenkonferenz (IBKF), beschließt alle Maßnahmen »zur Förderung der Fischerei« und wird dabei von einem Sachverständigenausschuss beraten. Die Übereinkunft von Bregenz ist damit eines der ältesten internationalen Fischereiabkommen; der Internationale Rat für Meeresforschung z. B. wurde erst 1902 gegründet. Die Bregenzer Übereinkunft zielte nicht unmittelbar auf die Förderung der Fischforschung am Bodensee, die IBKF hat aber immer wieder

Anstöße für die Fischforschung geliefert oder auch eigene Projekte durchgeführt, insbesondere in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts. Ein Ergebnis der Bregenzer Übereinkunft, das man kaum hoch genug bewerten kann, ist die kontinuierliche Erfassung der Fischerträge am Bodensee auf i. d. R. monatlicher Basis seit etwa 1910. Dieser Datensatz ist weltweit fast einmalig und stellt heute, im Zeichen globaler Veränderungen, eine wichtige Grundlage dar, um mögliche zukünftige Entwicklungen der Fischbestände und des Fischereiertrags abschätzen zu können.

Institutionen der Fischforschung am Bodensee

Die Stadt Konstanz gründete 1919 die »Anstalt für Bodenseeforschung«. Ihre Aufgabe war die limnologische Beschreibung des Bodensee-Obersees. Der unmittelbare Anlass für diese Gründung war die Befürchtung der Stadtväter, dass durch die beginnende Industrialisierung des Bodenseeraumes das Bevölkerungswachstum sowie die zunehmende Schifffahrt die Wasserqualität des Bodensees leiden könnte, aus dem das Trinkwasser für die Stadt Konstanz gewonnen wurde. Ein Jahr später wurde in Langenargen der »Verein für Seenforschung und Seenbewirtschaftung« gegründet. Er befasste sich mit den Fischen und ihrer Bewirtschaftung im Bodensee-Obersees und stellt somit die erste Institution dar, die sich gezielt mit Fischforschung am Bodensee beschäftigte. Der Verein wurde 1936 in die Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften aufgenommen und war damit auch finanziell besser abgesichert. Die Institute in Konstanz und Langenargen wurden 1970 zum »Staatlichen Institut für Seenforschung und Seenbewirtschaftung« mit Sitz in Langenargen zusammengelegt. 1975 erfolgte die Eingliederung in die neu gegründete Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU) unter dem Namen »Institut für Seenforschung und Fischereiwesen«. Im Zuge einer Neuorganisation der LfU 1990 wurde das Institut umgetauft in »Institut für Seenforschung (ISF)«, und gleichzeitig wurde der größte Teil der fischereifachlichen Arbeit vom Umwelt- zum Landwirtschaftsministerium überführt und wird seitdem von der neu gegründeten Fischereiforschungsstelle des Landes Baden-Württemberg (FFS) wahrgenommen.

Auf eine weniger lange, aber dennoch bewegte Geschichte kann auch das Limnologische Institut der Universität Konstanz zurückblicken. 1946 als private hydrobiologische Station für den Schwarzwald gegründet, wurde es 1961 als limnologisches Institut in die Universität Freiburg integriert, wo 1962 der erste Lehrstuhl für Limnologie in Deutschland von Prof. Dr. H.-J. Elster übernommen wurde. Als das in verschiedenen Schwarzwaldhäusern untergebrachte Institut später aus allen Nähten platzte, wurde es 1971 nach Konstanz an den Bodensee verlegt und 1980 schließlich von der noch jungen Universität Konstanz übernommen.

Schwerpunkte der Fischforschung im 20. Jahrhundert

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts lag ein Schwerpunkt der Fischforschung nach wie vor auf der Systematik und Biologie der Felchen, wozu bis zum Jahr 1950 insgesamt rund 110 Publikationen erschienen sind. Zur fischereilichen Bewirtschaftung des Sees und zu Fangmethoden gab es im selben Zeitraum etwa 130 Publikationen, zur Erbrütung und Aufzucht 32 sowie zur generellen Limnologie des Bodensees rund 90 Publikationen (Auerbach, 1952). Generelles Ziel aller Arbeiten war es, einen möglichst großen Anteil der biogenen Produktion den Menschen als Fischereiprodukt nutzbar zu machen. Beispielfhaft kann hier die klassische Arbeit von Elster (1944) genannt werden.

Auch in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts blieben die Felchen als die wirtschaftlich bedeutendste Fischart im Bodensee im Zentrum der Forschung. Jetzt wurden aber auch zunehmend andere Themen bearbeitet, z. B. die Autökologie von Fischarten wie Aal, Saibling, Seeforelle, Trüsche oder Brachse. Der Fischartenschutz wurde ein wichtiges Thema in den 1970er Jahren, und es wurde unter Federführung des ISF bzw. der FFS die Rote Liste der bedrohten Fische Baden-Württembergs erstellt bzw. aktualisiert (Dußling und Berg, 2001), in der selbstverständlich auch die Fische des Bodensees aufgeführt sind. Das zentrale Thema der Fischforschung in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts war aber zweifellos der Einfluss der zunehmenden Eutrophierung auf Wachstum und Populationsdynamik von Felchen.

Das Wachstum der Blaufelchen beschleunigte sich in den 1960er Jahren so stark, dass die Tiere schon nach zwei Jahren 30 cm Länge erreichten, wofür sie in den 1930er Jahren noch vier Jahre gebraucht hatten. Ursache war die steigende Phosphatkonzentration im Bodensee, die zu einem besseren Nahrungsangebot für die zooplanktivoren Felchen führte. Ohne die von der Bregenzer Übereinkunft angestoßene regelmäßige Überwachung der Felchenbestände hätte man diese Wachstumsbeschleunigung eventuell gar nicht oder erst zu spät entdeckt, was dramatische Auswirkungen für den Felchenbestand gehabt hätte. So aber bemerkte man rechtzeitig, dass die Gefahr einer Rekrutierungsüberfischung drohte, d.h. die Tiere geerntet wurden, bevor sie auch nur einmal abgelaiht hatten. Durch Erhöhung der Mindestmaschenweite und Heraufsetzung des Schonmaßes konnte diese Gefahr abgewendet werden, und obwohl die anthropogene Eutrophierung bis zum Ende der 1970er Jahre weiterging, war der Blaufelchenbestand nicht mehr akut gefährdet.

In diesem Zusammenhang muss auch die große Bedeutung der Fischereiforschung bzw. von Fischereiorganisationen für den Gewässerschutz am Bodensee erwähnt werden. Der Internationale Bodenseefischereiverein (IBF) war 1909 in Meersburg gegründet worden »... zur Wahrung der Interessen des Fischerstandes und zur Hebung der Fischerei im Bodensee«. Unter dem Eindruck der zunehmenden Abwasserbelastung des Sees gründete der IBF 1950 eine Abwasserkommission, die 1951 der IBKF angegliedert wurde. Dies war nun der Anstoß zur Gründung der »Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee« (IGKB), die 1959 in St. Gallen erfolgte. Die IGKB, in der alle Anrainer des Bodensees und des Alpenrheins vertreten sind, soll den Bodensee überwachen, Belastungsursachen feststellen und vorbeugende sowie abhelfende Maßnahmen empfehlen. Im Rahmen dieser beispielhaften internationalen Zusammenarbeit im Umweltschutz sind bis zum heutigen Tag von den Anrainern des Bodensees rund 4 Milliarden Euro in Abwassersammlung und -reinigung investiert worden. Der Erfolg ist für jedermann sichtbar, der den Bodensee heute besucht: Der Phosphatgehalt ist wieder auf Werte wie in den 1950er Jahren zurückgegangen, es treten keine Algenblüten mehr auf, die Sauerstoffkonzentration im Hypolimnion hat sich soweit verbessert, dass sich der Felchenlaich dort wieder gut entwickeln kann, kurz gesagt, der Bodensee ist wieder ein nährstoffarmer Voralpensee geworden.

Heutige Forschungsinstitute und aktuelle Forschungsthemen

Die anthropogene Eutrophierung war zweifellos das herausragende Thema des Gewässerschutzes in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts nicht nur am Bodensee, sondern darüber hinaus an nahezu sämtlichen Gewässern Mitteleuropas. Nachdem dieses Thema am Bodensee »abgearbeitet« ist, konzentriert sich die Fischforschung heute auf neue Themen. So werden z. B. von der schweizerischen EAWAG in Kastanienbaum Untersuchungen zur adaptiven Radiation der Felchen in Alpenrandseen durchgeführt, wobei natürlich auch der Bodensee bearbeitet wird.

Die Fischereiforschungsstelle des Landes Baden-Württemberg arbeitet im Rahmen der IBKF an der Bestandsüberwachung und dem Management der Bodenseefischerei mit, sie berät Fischzüchter und ist mit der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Baden-Württemberg betraut. Die Forschung ist überwiegend praxisorientiert und beschäftigt sich z. B. in Zusammenarbeit mit Futtermittelherstellern mit der Optimierung von Forellenfutter. Durch Zugabe eines speziellen Binders konnte die Festigkeit des Forellenkots erhöht werden, so dass er durch Mikro-siebung besser zurückgehalten werden kann, was dem Produzenten erlaubt, seine Produktion zu erhöhen ohne gegen die wasserrechtlichen Auflagen für seinen Betrieb zu verstoßen (Brinker et al., 2005).

Die Internationale Bevollmächtigtenkonferenz, die den fischereilichen Sachverstand aller Anrainerstaaten zusammenfasst, entscheidet über das Fischereimanagement am Bodensee, sie plant und vergibt aber auch Forschungsaufträge, die sich mit dem Schutz und der Förderung von Fischarten des Bodensees und seiner Zuflüsse beschäftigen. So wurde z. B. ein Forschungsprogramm aufgelegt, um die Ursachen für den dramatischen Bestandsrückgang der Seeforellenbestände zu erforschen (Ruhlé et al., 2005). Gleichzeitig wurden Maßnahmen ange-

regt bzw. in die Wege geleitet, um die offensichtlichsten Probleme für den Lebenszyklus der Bodenseeforelle zu beseitigen. Der Rückbau von Querverbauungen in Fließgewässern und die Anlage von Fischpässen haben neben der Stützung des Bestandes durch künstliche Erbrütung zweifellos einen wesentlichen Anteil an der in den letzten Jahren zu beobachtenden Erholung der Bestände.

Das Institut für Seenforschung in Langenargen ist sowohl direkt als auch indirekt an der Fischforschung am Bodensee beteiligt. Im Rahmen einer bodenseeweiten Erhebung des Zustands der Uferzone wurden Vorschläge zur Umgestaltung und Revitalisierung bestimmter Abschnitte des Bodenseeuferes gemacht, die Zug um Zug umgesetzt werden und die zweifellos auch positive Auswirkungen auf die Fischzönose haben werden. Ein Forschungsvorhaben, das die fischereiliche Nutzung des Bodensees unmittelbar betrifft, ist die hydroakustische Bestandsabschätzung von Felchen.

Am Limnologischen Institut der Universität Konstanz wird vorwiegend Grundlagenforschung ohne direkten Anwendungsbezug betrieben. Diese Arbeiten liefern dennoch oft sehr praxisrelevante Ergebnisse. Als Beispiel soll hier eine Untersuchung geschildert werden, in der noch einmal rückblickend der Einfluss der anthropogenen Eutrophierung auf die Felchenbestände des Bodensees untersucht wurde (Thomas & Eckmann, 2007). Anhand eines Datensatzes, der fast fünf Jahrzehnte umfasst, wurde das Längenwachstum der Blaufelchen mit ihrer Bestandsbiomasse sowie dem Phosphorgehalt des Bodensees verglichen. Dabei zeigte sich entgegen der bisherigen Lehrmeinung, dass nicht etwa der Phosphorgehalt den stärksten Einfluss auf das Wachstum der Fische hatte, sondern die Bestandsbiomasse. Zusätzlich zeigte die statistische Analyse, dass die Wachstumsgeschwindigkeit der Felchen unabhängig von Phosphorkonzentration und Bestandsbiomasse im Laufe der Jahre immer mehr abnahm. Dieses Ergebnis kann als erster Hinweis gewertet werden, dass im Bodensee eine fischereilich induzierte Evolution hin zu Langsamwüchsigkeit stattfinden könnte.

Fischereiinduzierte Evolution ist ja ein Thema, das in der marinen Fischforschung schon seit Jahren intensiv diskutiert wird (z. B. Jørgensen et al., 2007), das im Süßwasserbereich bisher aber nur wenig Beachtung gefunden hat. Der Mechanismus, der hinter der Selektion auf langsames Wachstum steht, ist folgender (Abb. 1): Die Fische einer Altersklasse sind nicht alle gleich groß, und so werden die größten (d. h. die am schnellsten gewachsenen) zuerst durch die Kiemennetze gefangen. Übrig bleiben die kleineren, d. h. die langsamer gewachsenen, die nun mehr zum Genpool der nächsten Generation beitragen als die schnell gewachsenen, die ja

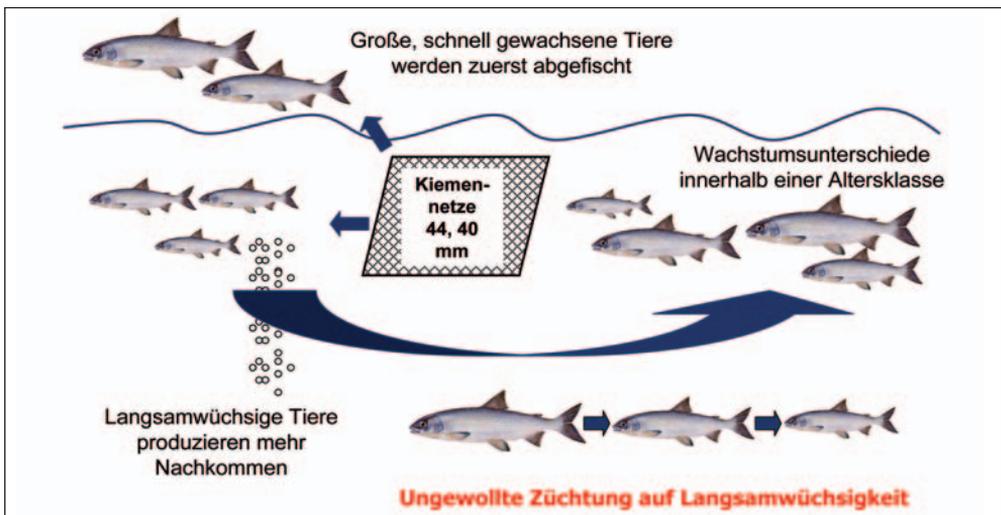


Abb. 1: Schematische Darstellung von fischereiinduzierter Evolution durch größenselective Fischerei

nur noch in geringerer Zahl im Laicherbestand vorhanden sind. Unter der Voraussetzung, dass die Wüchsigkeit der Felchen zumindest teilweise genetisch bestimmt wird, kann es durch die ständige Wiederholung dieses Prozesses zu einer Anreicherung von Genen für langsames Wachstum in der Population kommen (Abb. 1).

Auch die Veränderung der Fekundität während der letzten Jahrzehnte, also der Anzahl der von einem weiblichen Tier pro Gewichtseinheit produzierten Eier, deutet auf eine fischereinduzierte Evolution hin (Thomas et al., 2008). Die Fekundität der Blaufelchen nimmt seit dem Höhepunkt der Eutrophierung zwar wieder ab, allerdings nicht so stark, wie man es anhand des Rückgangs der Phosphatkonzentration erwarten würde. Da ein Organismus die nach Abzug aller Stoffwechselkosten noch verfügbare Energie entweder in Wachstum oder in Reproduktion investieren kann, wobei eines nur auf Kosten des anderen möglich ist, würde eine höhere Investition in Reproduktion zu einem geringeren Wachstum führen. Damit wäre hier ein zweiter Mechanismus gegeben, wie durch die jahrzehntelange streng gröbenselektive Fischerei auf Blaufelchen eine Selektion auf langsames Wachstum stattgefunden haben könnte und auch weiterhin stattfindet.

Zukünftige Forschungsthemen

Das Fischereimanagement wird auch in Zukunft eines der zentralen Themen der Fischforschung am Bodensee sein. Einerseits ist selbst nach Jahrzehnten intensiver Forschung die Populationsdynamik der Bodenseefelchen noch immer nicht vollständig verstanden. Andererseits kommen am Beginn des 21. Jahrhunderts neue Fragestellungen hinzu, so z. B. ob Besatzmaßnahmen im wieder oligotrophen Bodensee noch nötig sind sowie insbesondere die Frage, in welchem Ausmaß fischereinduzierte Evolution im Bodensee stattfindet und ob es geeignete Gegenmaßnahmen gibt. Ein übergeordnetes Thema betrifft auch den Einfluss anthropogener Stressoren auf Fischzönosen. Hierzu gehört die in den letzten Jahren rasant zunehmende Besiedlung des Bodensees durch Neozoen, die bisher noch weitgehend unbekannte Auswirkungen auf Fischbestände haben können. Auch der Klimawandel wird sich auf die Lebensgemeinschaften des Bodensees auswirken. Aus der Analyse von Langzeitdatensätzen zum Einfluss des Wetters auf die Populationsdynamik der Bodenseefelchen können wir schon heute viel lernen über mögliche Auswirkungen des Klimawandels (Straile et al., 2007), und wir können Prognosen aufstellen, wie sich die Fischbestände dann möglicherweise entwickeln werden.

LITERATUR

- Auerbach, M. (1952): Das Schrifttum der naturwissenschaftlichen Bodensee-Forschung. Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees und seiner Umgebung, 71: 161–218.
- Brinker, A., Koppe, W., Rösch, R. (2005): Optimised effluent treatment by stabilised trout faeces. *Aquaculture*, 249: 125–144.
- Dußling, U. und R. Berg (2001): *Fische in Baden-Württemberg*. Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum Baden-Württemberg, Stuttgart, 176 S.
- Elster, H.-J. (1944): Über das Verhältnis von Produktion, Bestand, Befischung und Ertrag sowie über die Möglichkeiten zur Steigerung der Erträge, untersucht am Beispiel der Blaufelchenfischerei des Bodensees. *Zeitschrift für Fischerei und deren Hilfswissenschaften*, 42: 169–357.
- Jørgensen and 16 coauthors (2007): Managing evolving fish stocks. *Science*, 318: 1247–1248.
- Ruhlé, Ch., Ackermann, G., Berg, R., Kindle, T., Kistler, R., Klein, M., Konrad, M., Löffler, H., Michel, M. und B. Wagner (2005): Die Seeforelle im Bodensee und seinen Zuflüssen: Biologie und Management. *Österreichs Fischerei*, 58: 230–262.
- Straile, D., Eckmann, R., Jüngling, T., Thomas, G. and H. Löffler (2007): Influence of climate variability on whitefish (*Coregonus lavaretus*) year-class strength in a deep, warm monomictic lake. *Oecologia*, 151: 521–529.
- Thomas, G. and R. Eckmann (2007): The influence of eutrophication and population biomass on common whitefish (*Coregonus lavaretus*) growth – the Lake Constance example revisited. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 64: 402–410.
- Thomas, G., Quoß, H., Hartmann, J. and R. Eckmann (2008): Human-induced changes in the reproductive traits of Lake Constance common whitefish (*Coregonus lavaretus*). *Journal of Evolutionary Biology*, (doi: 10.1111/j. 1420–9101.2008.01622.x).

Kontakt: Prof. Dr. Reiner Eckmann, Limnologisches Institut, Universität Konstanz, D-78457 Konstanz, Tel. +49-7531/882828, Fax: +49-7531/883533, E-Mail: Reiner.Eckmann@uni-konstanz.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichs Fischerei](#)

Jahr/Year: 2009

Band/Volume: [62](#)

Autor(en)/Author(s): Eckmann Reiner

Artikel/Article: [Fischforschung am Bodensee 327-331](#)