

Die Ökophysiologie der Cyprinidenfauna österreichischer Gewässer

Ein Forschungsschwerpunkt des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung

Der Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung in Österreich hat im Jahre 1972 ein Schwerpunktprogramm eingerichtet, dessen Aufgabe es ist, gewisse Wissenssachsbereiche gezielt und langfristig zu fördern. Die meisten der bisher ausgewählten Forschungsschwerpunkte stammen aus dem Bereich der technischen und chemophysikalischen Wissenschaften, der Medizin, sowie aus geisteswissenschaftlichen Disziplinen. Das einzige organismisch- (zum Unterschied von molekular-) biologische Projekt, das **gegenwärtig gefördert** wird, hat die Erforschung der Cyprinidenfauna in österreichischen Gewässern zum Gegenstand, wobei im Vordergrund Aspekte der Entwicklung und Anpassung der wichtigsten Arten dieser Fischfamilie an ihren jeweiligen Lebensraum stehen.

Warum ist gerade dieses Thema so wichtig?

Nie ist so viel über die politischen und gesellschaftlichen Dimensionen biologischer Probleme gesprochen worden wie in den letzten Jahren. Umwelt- und Artenschutz, Waldsterben, Wiederherstellung ökologischer Gleichgewichte, Schädlingsbekämpfung und biologischer Landbau, naturnaher Wasserbau, sind nur einige der Schlagworte und Themen, die in aller Munde sind. Man gewinnt jedoch manchmal den Eindruck, daß es leichter ist, das biologische *Gewissen* zu motivieren als die Bereitschaft, das biologische *Wissen* zu vermehren.

Die Cypriniden sind die individuen- und artenreichste Fischfamilie in europäischen Gewässern. Ihre geringe *wirtschaftliche* Bedeutung (außerhalb von Teichwirtschaften) steht in indirektem Verhältnis zu ihrer *ökologischen* Bedeutung. Auf Grund ihrer Größe, ihres Individuen- und Artenreichtums sind sie wie kaum eine andere Gruppe für das Studium der Anpassung von Organismen an die ökologischen Bedingungen des Lebensraumes bzw. der Aufteilung eines Lebens-

raumes in Einflußsphären nahe verwandter Arten geeignet. Aus der Engmaschigkeit dieser Beziehungen folgt umgekehrt, daß sich in der Zusammensetzung der Cyprinidenfauna (und in der *Veränderung* dieser Zusammensetzung) die ökologischen Bedingungen des jeweiligen Gewässers (und die *Veränderungen* dieser Bedingungen) spiegeln. Eine genaue Kenntnis der einen erlaubt Aussagen über die anderen und umgekehrt.

Weiters ist das Schicksal der Cypriniden eines natürlichen Gewässers eng verzahnt mit den Schicksalen höherwertiger Wirtschaftsfische. Sie dienen diesen als Beute, aber sie konkurrieren – da junge Cypriniden stets planktiv sind – zeitweise auch mit diesen um die gleiche Nahrung. So kann das Grundlagenstudium über die Lebensweisen wirtschaftlich nicht besonders wichtiger Tiere zur Kenntnis ganzer Ökosysteme beitragen und zu Einsichten in Zusammenhänge von wirtschaftlicher Bedeutung führen.

Aber es ist auch noch ein methodischer Aspekt zu berücksichtigen: Die Biologie ist nicht nur vom Gegenstand, sondern auch von den Methoden her die vielfältigste aller Wissenschaften; sie setzt sich nicht nur mit Organismen als lebendigen, sich entwickelnden Gestalten, sondern auch mit deren Funktionen und mit dem Zusammenspiel von Molekülen und Zellen im Verband der Organe auseinander. Die Methoden der Biologie reichen somit von der Beschreibung organischer Strukturen bis zur Manipulation molekularer Prozesse. Es erscheint selbstverständlich, daß im Rahmen eines biologischen Forschungsschwerpunktes eine möglichst breite Palette von Methoden eingesetzt wird, denn ein wesentliches Element der Forschungsförderung ist die *Ausbildung junger Menschen*, was impliziert, daß aktuelle Probleme des jeweiligen Fachgebietes mit den jeweils besten und modernsten zur Verfügung stehenden Methoden gelöst werden

müssen. Diese methodische Forderung läßt sich allerdings nicht mit allen Themen und nicht mit allen Tiergruppen gleichermaßen gut erfüllen. Die Karpfische sind auf Grund der schon erwähnten Merkmale des Individuen- und Artenreichtums, sowie auf Grund ihrer Körpergröße die idealen Objekte zur Beantwortung sowohl ökologischer wie

physiologischer und biochemischer Fragestellungen.

Welche der vielen Methoden biologischer Forschung eingesetzt werden müssen, um die in diesem Schwerpunkt aufgeworfenen Fragen beantworten zu können, läßt sich am besten an Hand einer kurzen Gegenüberstellung verdeutlichen:

Thema

Ökologie von Populationen

Entwicklung

Energetik, Schwimmen

Ernährung, Verdauung

Temperaturbeziehungen

Verhalten, Biotopwahl

Strukturunterschiede zwischen Arten

Populationsunterschiede

Methoden

Ortungs- und Fangmethoden; Meßmethoden im Freiland; EDV.

Häuterungs- und Aufzuchtmethoden; Lichtmikroskopie; CHN-Analyse, biochemische Analytik, Enzymatik.

Respirometrie; Kinematographie (Video); biochemische Analytik; EDV.

Bombenkalorimetrie; analytische und präparative biochemische Methoden.

Respirometrie (Ganztier- und Gewebeatmung); biochemische Methoden (Enzymatik).

Kinematographie; Computersimulationen; EDV.

Licht- und Elektronenmikroskopie; Histologie, Histochemie; Morphometrie; EDV.

Biochemische Analytik (Elektrophorese).

Organisatorische Struktur des Schwerpunktes

Am Schwerpunkt sind vier Arbeitsgruppen beteiligt, deren Erfahrungen sich auf das beste ergänzen, so daß das Studium der Ökophysiologie der heimischen Cypriniden vielschichtig und auf breiter Front vorangetrieben werden kann.

Arbeitsgruppe Universität Wien

(Leiter: Univ.-Doz. Dr. Fritz Schiemer):

Verbreitung und Ökologie der Cypriniden in Ost- und Mittellösterreich (Donauauen, Wallersee); Tagesrhythmik, Wanderungen (Einsatz des Echolots); Ernährungsbiologie, Fangverhalten; Wachstum.

Arbeitsgruppe Österreichische Akademie der Wissenschaften

(Leiter: Univ.-Doz. Dr. Hans Winkler):

Experimentelle Verhaltensforschung; Reaktionen auf Umweltstrukturen und Beutetiere (sensorische und motorische Leistungen), Fangstrategien; Veränderungen des Verhaltens durch Lernen; Temperaturwahl; Aufzucht von Jungfischen; Eientwicklung.

Arbeitsgruppe Universität Salzburg

(Leiter: Univ.-Doz. Dr. Alfred Goldschmid):

Ökomorphologie (= morphologische Anpassungen an Lebensweise und Lebensbedingungen); licht- und elektronenoptische Analysen von Kiemen, Muskulatur, Verdauungstrakt, Sinnesorgane; Entwicklung und Differenzierung von Organen.

Arbeitsgruppe Universität Innsbruck

(Leiter und Zustellungsbevollmächtigter für den Schwerpunkt: Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Wieser):

Ökologie der Cypriniden in Westösterreich (Tiroler Seen), mit besonderer Berücksichtigung der Larven und Jungfische; Wachstum von Freiland- und Laborpopulationen; Ernährungsbiologie, Verdauungsleistungen; Energetik und Temperaturbeziehungen (Schwimmleistungen), Sauerstoffverbrauch; biochemische Aspekte der Entwicklung und der Temperaturbeziehungen; jahreszeitliche Aspekte des Energiestoffwechsels.

Beispiele für bisherige Ergebnisse

Der Lebensraum der Larven

Cypriniden schlüpfen in unseren Gewässern zwischen Mai und Juli und die Larven bilden oft große, aus mehreren Arten zusammengesetzte Schwärme, die im Pflanzengürtel des Litorals nach Planktonnahrung suchen. Wir wissen sehr wenig über die Mechanismen der Nahrungswahl und über die allmähliche Entwicklung artspezifischer Ernährungsweisen in dieser Zeit sowie über die Energetik und Wachstumseffizienz der verschiedenen Arten oder gar über die Abhängigkeit dieser Merkmale von den jeweiligen ökologischen Verhältnissen.

In einer intensiven Untersuchung wurde die Entwicklung von drei Cyprinidenarten (Rotauge, Aitel, Rotfeder) im Tiroler Piburger See untersucht, wobei sich sehr schön herauskri-

stallisierte, daß Aitel und Rotfeder vom Schlüpfen bis in den Herbst im Pflanzengürtel verbleiben, während die Rotaugen ab etwa 4 Wochen nach dem Schlüpfen in tieferes Wasser zu wandern beginnen (Abb. 1). Man hätte nun der Meinung sein können, daß dieses interspezifische Verteilungsmuster Ausdruck von Konkurrenz zwischen Rotaugen einerseits, Aitel und Rotfeder andererseits ist (zumal sich die Larven der beiden letztgenannten Arten am stärksten in ihrer Körpergröße unterscheiden). Eine parallele Untersuchung am Seefelder See, in dem als einzige Cyprinidenart das Rotauge vorkommt, ergab jedoch, daß diese Art kurz nach dem Schlüpfen auch *ohne* Konkurrenz durch verwandte Arten in tieferes, bzw. in uferferneres Wasser zu ziehen beginnt (Abb. 1). Allerdings bleibt in diesem Fall ein Teil der Larven und Jungfische stets auch

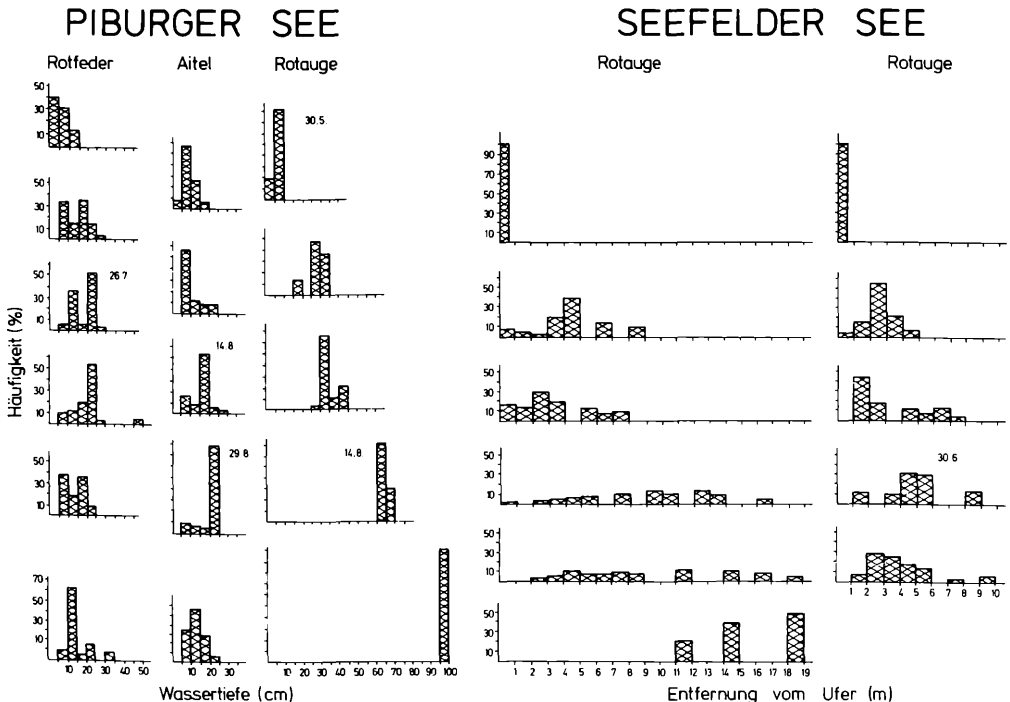


Abb. 1: Zeitliche und räumliche Verteilung der 0⁺-Altersgruppen von Cypriniden in zwei Tiroler Seen. Von den drei im Piburger See vorkommenden Arten bleiben Aitel und Rotfeder während der ganzen Beobachtungszeit im Pflanzengürtel des Uferbereiches, während die Rotaugen sehr bald nach dem Schlüpfen in tieferes Wasser zu ziehen beginnen. Im seichteren Seefelder See, wo das Rotauge als einzige Cyprinidenart vorkommt, läßt sich dieselbe Tendenz zur Uferflucht beobachten, doch bleibt die Population sehr viel weiter auseinandergezogen. In der Abbildung ist die Verteilung der 0⁺-Rotaugen an zwei Stellen des Seefelder Sees dargestellt, wobei das unterschiedliche Verteilungsmuster von der Art und Dichte des Pflanzenbewuchses und vom Bodenprofil der jeweiligen Lokalität abhängt. (Daten v. Rheinberger, C. Hohenauer.)

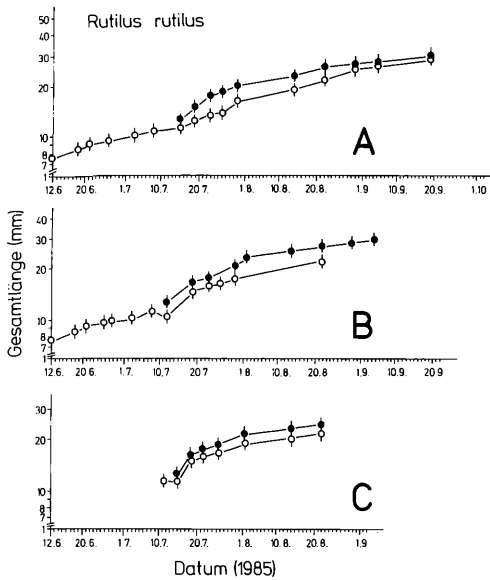


Abb. 2: Wachstumskurven von Rotaugen ab dem Schlüpfen im Seefelder See. Es zeigt sich, daß an allen drei Aufsammlungspunkten (A, B, C) eine Größenselektion stattfand, indem die jeweils uferfernen Fische (volle Kreise) größer waren als die jeweils ufernächsten (offene Kreise). Mittelwerte und Standardabweichungen sind angegeben. (Daten V. Rheinberger, C. Hohenauer.)

noch in Ufernähe. Es war sogar – wie Abb. 2 demonstriert – eine deutliche *Größenselektion* zu beobachten, und zwar derart, daß in allen untersuchten Lokalitäten des Seefelder Sees die *ufernähen* Rotaugen wesentlich kleiner waren als die *uferfernen*. Die Analyse deckt somit eine Aufspaltung der Population in Größenklassen auf, die entweder auf den in diesem See herrschenden Räuberdruck zurückzuführen ist (die kleineren der heranwachsenden Rotaugen bleiben selektiv im Schutz des Schilfgürtels in Ufernähe) oder das Ergebnis spezifischer Nahrungsbeziehungen ist.

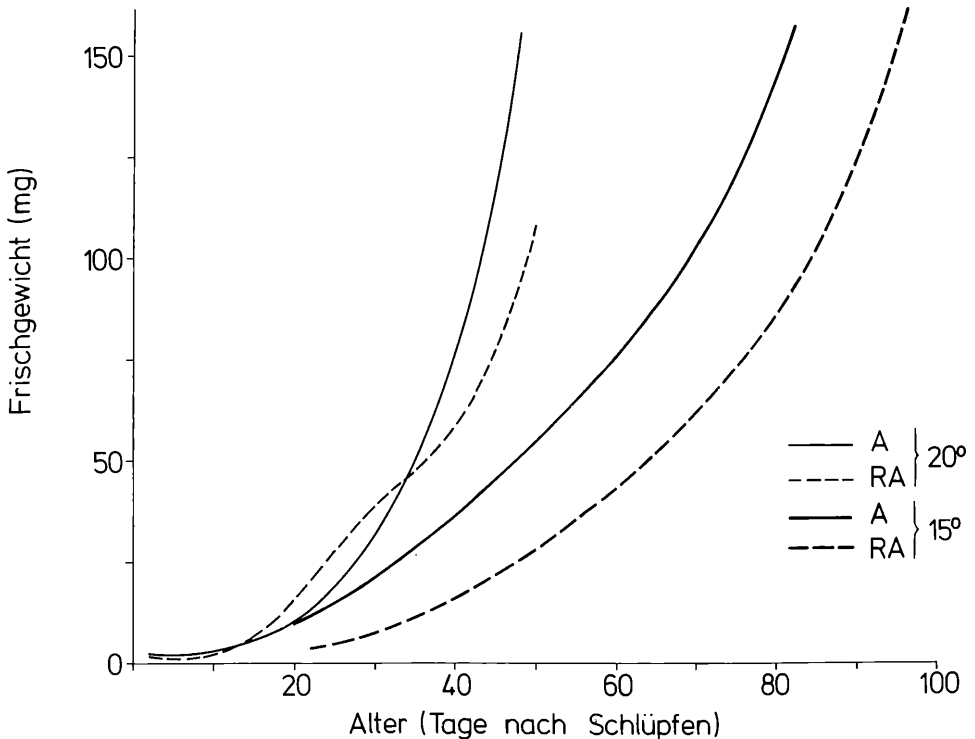


Abb. 3: Übereinanderprojizierte Wachstumskurven von Rotaugen (RA) und Aitel (A), die im Labor ab dem Schlüpfen mit *Artemia*-Nauplien ernährt wurden. Zuerst wurden alle Larven bei 20°C gehalten, nach 20 Tagen wurde je eine Gruppe von Aitel- und Rotaugen-Larven auch bei 15°C aufgezogen. Unstetigkeitsstellen des Wachstumsverlaufes sind bei den 20°C-Rotaugen deutlich, nicht jedoch bei den anderen Larvengruppen. (Daten Dr. H. Forstner.)

Wachstumsleistungen

Wachstumskurven von Jungfischen sind die besten generellen Indikatoren der im jeweiligen Biotop herrschenden Lebensbedingungen – wobei hier vor allem die Nahrungs- und Temperaturverhältnisse ins Gewicht fallen. Ein Vergleich zwischen Laborexperiment und Freilanduntersuchung kann zum Ausdruck bringen, inwieweit ein für die Art oder eine Population charakteristisches Wachstumspotential im Freiland unter jeweils spezifischen Bedingungen *realisiert* wird. Ein Blick auf einige im Labor gewonnene Wachstumskurven (Abb. 3) von Rotauge und Aitel bei 15 und 20°C läßt einen charakteristischen Verlauf erkennen, bei dem Phasen des schnellen Wachstums (Wachstums»schübe«) von langsameren Phasen unterbrochen sein können. Derartige Phasen hängen mit Entwicklungs- und Differenzierungsprozessen, vor allem der

Schwimmuskulatur, zusammen. Auf Grund dieser Versuche konnten für Cyprinidenlarven – bei 20°C – Wachstumsraten bis zu 30% des Körpergewichtes, pro Tag und Wachstumseffizienzen (Wachstumsleistung in % der insgesamt umgesetzten Energie) bis zu 80% ermittelt werden. Um den Gesamtenergieumsatz bestimmen zu können, wird der Sauerstoffverbrauch der Larven ab dem Schlüpfen mit Hilfe von Durchflußrespirometern im Labor bestimmt. Wachstumskurven und Energiebilanzen bei verschiedenen Wassertemperaturen liefern wichtige Grundlagen zur Beurteilung der Energetik und Produktivität junger Cypriniden in natürlichen Gewässern.

Nahrungserwerb und Nahrungsselektion

Kommen mehrere verwandte Arten in einem Lebensraum vor, dann teilen sie sich diesen nach Maßgabe des Nahrungsangebotes in

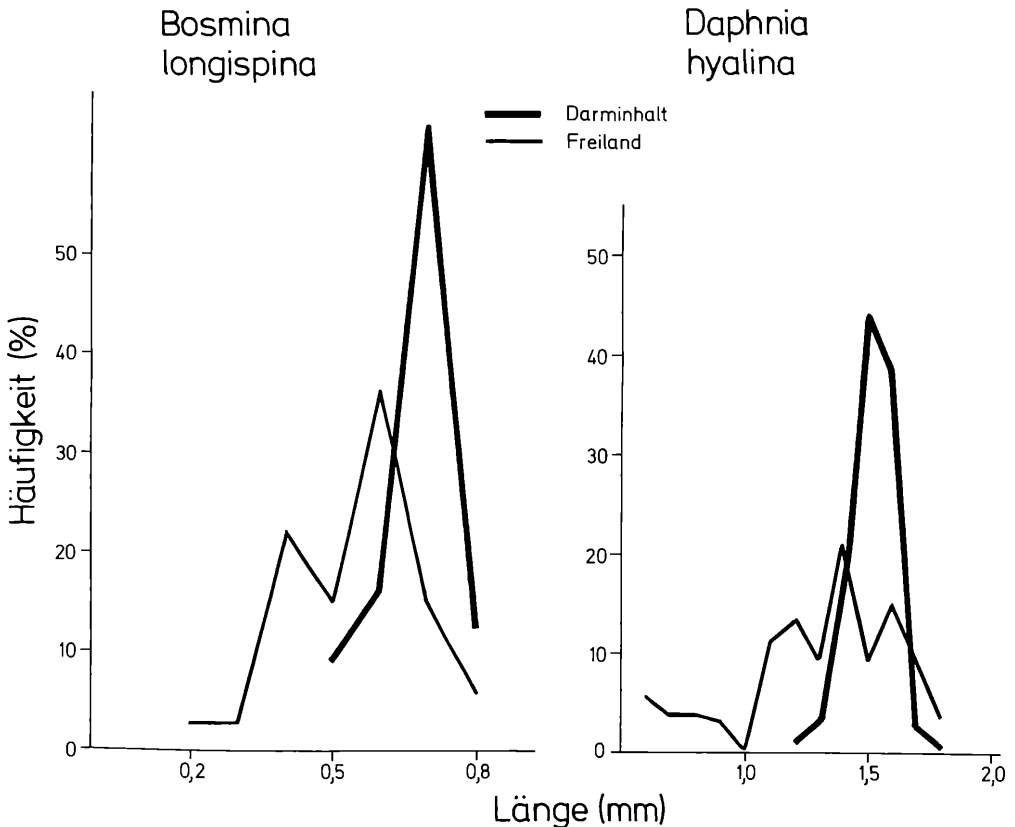


Abb. 4: Häufigkeitsverteilung verschiedener Größenklassen von *Bosmina longispina* und *Daphnia hyalina* im Darminhalt der Seelaube (dicke Linie) sowie an der Fangstelle im Mondsee (dünne Linien). (Daten Carmen P. Orellana.)

»Nischen« auf. Oft erfolgt diese Aufteilung nach sehr subtilen Kriterien, die zu erkennen es sehr genauer Vergleiche zwischen dem Nahrungsangebot im Lebensraum und dem Spektrum der tatsächlich gefressenen Objekte bedarf. Ein Beispiel für einen derartigen Vergleich (Abb. 4) zeigt, daß die Seelaube im Mondsee während der Sommermonate vor allem zwei Cladocerenarten frißt und aus dem Angebot jeweils die größten Individuen selektiert. Einen zweiten Zugang zum Problem der Nahrungsselektion liefert die Analyse des *Fangverhaltens* verwandter Arten. Mit Hilfe von Videofilmaufnahmen können die Strategien und Leistungen einzelner Fische beim Suchen, Attackieren und Fressen von Beute quantifiziert werden, woraus sich Modelle zur Erklärung der Nahrungsspezialisierung und Aufteilung eines Gewässers in funktionelle Nischen entwickeln lassen.

Ökomorphologie

Während die Wachstumskurve von Jungfischen eine Antwort des Erbmaterials der Art auf die unmittelbaren Gegebenheiten des Lebensraumes abbildet, manifestiert sich in den Strukturen der Organe und Gewebe die phylogenetische Tradition der Art. Die Ökomorphologie verleiht der Morphologie eine neue Dimension, indem sie die strukturellen Anpassungen einer Art an ihre

jeweils spezifische Umwelt zu definieren versucht. Daß sich diese Anpassungen auf allen Ebenen der Gestalt, vom äußeren Erscheinungsbild des Tieres bis zur Feinstruktur von Zellbestandteilen ausdrücken, das hat erst der konsequente Einsatz der Elektronenmikroskopie sowie computerunterstützter morphometrischer Auswertungsverfahren deutlich gemacht. Vor allem das Rasterelektronenmikroskop zeigt sehr schön, wie sich die unterschiedlichen Lebensweisen nahe verwandter Arten an Strukturunterschieden von Kiemen, Zähnen, Verdauungstrakt, Muskeln, Sinnesorgane usw., ablesen lassen. So macht etwa der Kiemenreusenapparat von zwei Brachsenarten (*Abramis ballerus*, *A. brama*) Unterschiede in der Ernährungsweise der Fische deutlich. Der zooplanktivore *A. ballerus* (Zoppe, Fig. 5b) ist durch eine starke Vermehrung und Verlängerung der Reusenzähne ausgezeichnet, die vor allem als Filter zu funktionieren scheinen, während bei der benthivoren, das sortierenden Brachse die Sinnesfunktionen des Organes zunehmen. Wie Abb. 5a zeigt, sind die kleineren und weiter auseinander stehenden Reusenzähne der Brachse dicht mit Geschmacksknospen besetzt, was auf eine verstärkte Selektion der Nahrung durch Vermittlung chemischer Reize deutet.

Mit Unterstützung des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung, Projekt S 35.

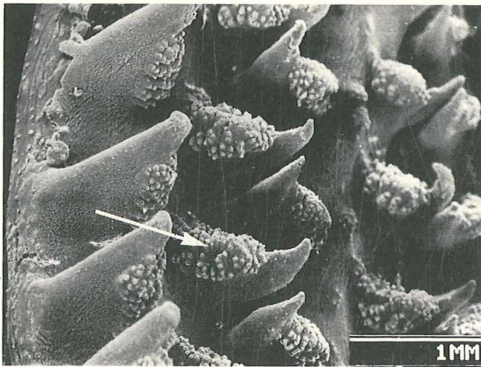


Abbildung 5a

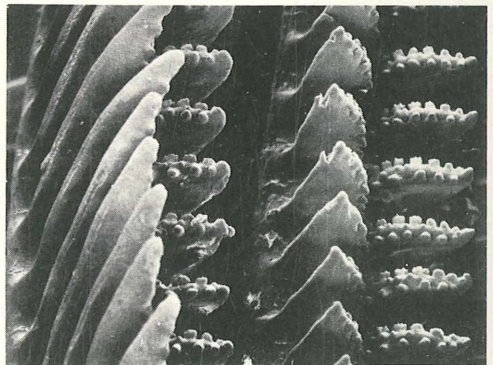


Abbildung 5b

Abb. 5: Details aus den Kiemenreusen (rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen) zweier nahe verwandter Cyprinidae. Links im Bild jeweils Außenseite (= Vorderseite) des ersten linken Kiemenbogens; Angaben über Reusenzahl und Länge beziehen sich auf diese äußerste Reusenzahreihe.

5a: Brachse (*Abramis brama*): Diese Art besitzt im Durchschnitt ca. 23 Reusenzähne mittlerer Länge. Besonders auffällig sind hier die kuppelartig vorgewölbten, auf einer polsterförmigen Verdickung der Reusenzahnbasis konzentrierten Geschmacksknospen (Pfeil).

5b: Zoppe (*Abramis ballerus*): Die durchschnittlich 39 Reusenzähne sind sehr lang (etwa 80% der Filamentlänge) und von sehr charakteristischer Form: Durch sekundäre und tertiäre zahnartige Bildungen ergibt sich im Verein mit der großen Dichte der Reusenzähne ein feinmaschiges Reusensystem zum Filtern kleiner Zooplankton-Arten. (Daten Dr. H. Pohla.)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichs Fischerei](#)

Jahr/Year: 1986

Band/Volume: [39](#)

Autor(en)/Author(s): Wieser W.

Artikel/Article: [Die Ökophysiologie der Cyprinidenfauna österreichischer Gewässer 88-93](#)