

- Kollmann, J.: In: Wanderversammlung der Sektion »Fischerei« der k. k. Landwirtschaftsgesellschaft Salzburg. Österr. Fischerei Ztg. **3**, 90 (1905).
- Lenkowa, A.: Research on the crayfish *Astacus astacus* L., the causes of its disappearance and the measures for its preservation and restitution in connection with the spreading of the american species *Cambarus affinis* Say. Ochr. Przyr. **28**, 1 – 38 (1962).
- Mason, J. C.: Crayfish production in a small woodland stream. In: Freshwater Crayfish II (J. W. Avault, Ed.) 449 – 480; Louisiana State University. U.S.A., 1974.
- Müller, H.: Die Flußkrebse. A. Ziemsen Verlag, Wittenberg, 1973.
- Reynolds, J. D.: Crayfish ecology in Ireland. In: Freshwater Crayfish IV (J. W. Avault, Ed.) 215 – 220; Institut National de la Recherche Agronomique. Thonon-les-Bains, 1978.
- Schäperclaus, W.: Die Ursache der pestartigen Krebssterben. Zeitschrift für Fischerei **33**, 343 – 367 (1935).
- Schikora, F.: Über die Krebspest und ihren Erreger. Fischerei-Ztg. **23**, 353 – 355 (1903).
- Seefeldner, E.: Die Entwicklung des Salzburger Landschaftsbildes. In: Mitteilungen der Gesellschaft für Salzburger Landeskunde **100**, 655 – 671 (1960).
- Spechtenhauser, O.: Krebs einsetzen! Deutsche Anglerzeitung **10** (1910).
- Spitzky, R.: Resistente amerikanische Krebse ersetzen die europäischen, der Krebspest erliegenden Arten. Salzburger Fischerei **2**, 18 – 25 (1971).
- Spitzky, R.: Crayfish in Austria, history and actual situation. In: Freshwater Crayfish I (S. Abrahamsson, Ed.) 9 – 14; Studentlitteratur. Lund, 1973.
- Unestam, T.: Resistance to the crayfish-plague in some American, Japanese and European crayfishes. Rep. Inst. Freshwater Res. Drottningholm **49**, 202 – 209 (1969).
- Unestam, T.: Significance of diseases on freshwater crayfish. In: Freshwater Crayfish I (S. Abrahamsson, Ed.) 135 – 150; Studentlitteratur. Lund, 1973.
- Wagner, H.: Natürliche Vegetation. In: Salzburg-Atlas (E. Lendl, Ed.) Otto Müller Verlag, Salzburg, 1955.
- Wintersteiger, M. R.: Flußkrebse in Österreich. Studie zur gegenwärtigen Verbreitung der Flußkrebse in Österreich und zu den Veränderungen ihrer Verbreitung seit dem Ende des 19. Jahrhunderts. Ergebnisse limnologischer und astacologischer Untersuchungen an Krebsgewässern und Krebsbeständen. Diss. Univ. Salzburg, 1985.
- Zillner, F. V.: Salzburgerische Fischer- und Seenordnungen. Mitteilungen der Gesellschaft für Salzburger Landeskunde **5**, 80 (1865).

Anschrift des Verfassers:

Michael R. Wintersteiger, Rupertusstraße 32, A-5201 Seekirchen

Volker Storch

Leberzellen als Indikatoren für den Gesundheitszustand von Fischen

Für Biologen ist es eine Selbstverständlichkeit, daß dem Auftreten, aber auch dem Fehlen von Tier- und Pflanzenarten in bestimmten Lebensräumen Indikatorwert zukommt. Faunen- und Florenfassung lassen recht klare Rückschlüsse auf den generellen Zustand eines Ökosystems zu: Einzelne Tierarten ermöglichen oft sogar detaillierte Aussagen über bestimmte Umweltfaktoren, sei es, daß der Ist-Zustand charakterisiert wird oder daß sogar eine Prognose bezüglich der weiteren Entwicklung einer Lebensgemeinschaft gestellt werden kann.

Daß derartige Aussagen durch Einbeziehung des Zellniveaus oft noch wesentlich präzisiert werden können, ist bisher wenig bekannt. Die Ultrastruktur von Zellen, z. B. der Leberparenchymzellen (Hepatocyten) von Fischen läßt unter bestimmten Bedingungen Rückschlüsse auf die Gesundheit eines Individuums und den Zustand der Population zu. Das sei an einigen Beispielen erläutert.

a) Nahrung und Leber

Vor dem Hintergrund des Protein-Mangels in vielen Regionen der Erde kommt der Erhöhung der Fischerei-Erträge eine besondere Bedeutung zu. Diese wird weniger durch eine

intensivierte Abfischung der Meere zustandekommen (die Fangzahlen stagnieren seit dem Beginn der 70er Jahre) als vielmehr durch die Aquakultur. Diese hat besonders in Asien eine lange Tradition und ist hier auch heute noch führend: Über 70% aller Aquakultur-Produkte der Welt kommt aus Asien, das entspricht etwa 4 Millionen Tonnen/Jahr. Ein Hauptproblem der Aquakultur besteht in der Herstellung eines hochwertigen, aber möglichst billigen Futters für alle Lebensstadien. Eine einfache Übernahme z.B. unserer Fischfutter verbietet sich aus Kostengründen. Wir dürfen zwar davon ausgehen, daß die im Handel befindlichen Forellenfutter bezüglich ihrer Qualität weitgehend optimiert sind, aber sie sind verhältnismäßig teuer und für Aquakulturbetriebe in Tropenländern nicht erschwinglich.

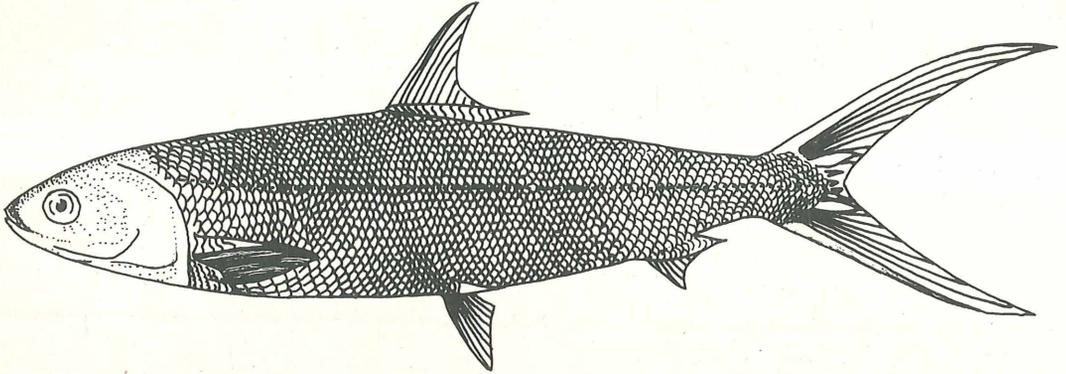


Abb. 1: Milchfisch (*Chanos chanos*). Nach Yang aus Cheng (1976).

Unser Hauptuntersuchungsobjekt war der Milchfisch (*Chanos chanos*, Abb. 1), der wichtigste Teleosteer in der Aquakultur verschiedener Länder des indopazifischen Raumes. Er wird in Teichen herangezogen, die insgesamt eine Fläche von 700.000 ha einnehmen. In asiatischen und pazifischen Ländern sind über 1 Million Menschen in der Milchfisch-Industrie tätig. Da es in anderen Erdteilen ähnliche hydrographische und klimatische Bedingungen gibt wie im natürlichen Verbreitungsgebiet des Milchfisches, sind noch erhebliche Ausdehnungsmöglichkeiten gegeben, speziell in Südasien, Nordafrika, im Mittleren Osten und in Zentralamerika (Juario u. a. 1984).

Milchfisch-Larven werden im Alter von etwa 3 Wochen in Küstengewässern gefangen und dann in Teiche gebracht. Hier überleben etwa 50% der Tiere und erreichen nach 3–4 Monaten ihre Marktgröße von 20–30 cm Länge. Milchfische nehmen Pflanzen- und Tiernahrung auf, sind kaum krankheitsanfällig und können in großen Dichten gehalten werden. Adulte Weibchen legen bis 7 Millionen Eier ab, allerdings gelingt die Eiablage in Gefangenschaft noch nicht in großem Maßstab, weswegen man immer noch – wie seit Jahrhunderten – auf alljährliche Freilandfänge der Larven angewiesen ist.

Der Großteil der Milchfisch-Kulturen ist in Taiwan, den Philippinen und Indonesien konzentriert. Diese Länder verfügen derzeit über fast 500.000 ha Brack- und Süßwasserteiche, in denen *Chanos chanos* aufgezogen wird. Auf dieser Fläche werden jährlich etwa 285.000 t abgefangen. Den Ertrag könnte man wesentlich steigern, wie die folgenden Zahlen belegen: In Taiwan werden in Süßwasserteichen über 6 t/ha/Jahr geerntet, in den Brackwasserteichen der Philippinen im Schnitt weniger als 0,9 t, in Indonesien 0,5 t/ha/Jahr. Wie gesagt, besteht ein wichtiges Problem in der Herstellung von billigem Futter, das rasches Wachstum bei hoher Überlebensrate bewirkt. Effizienzkontrollen gehen üblicherweise vom statistisch ausgewerteten Großversuch aus, der als Langzeitversuch angelegt wird. Ermittelt man nach Wochen bis Monaten deutliche Unterschiede in Überlebens- und Wachstumsrate, kann man eine Entscheidung zugunsten eines Futters fällen.

Man vermag allerdings nicht mit Sicherheit zu beurteilen, welche weiteren Faktoren den Versuch beeinflußt haben mögen: Infektionen durch Viren, Bakterien, pflanzliche und tierische Parasiten und anderes mehr.

Wir haben in Zusammenarbeit mit dem Southeast Asian Fisheries Development Center (SEAFDEC), einer südostasiatischen multinationalen Fischereiforschungsorganisation, zeigen können, daß die Qualität und Verfügbarkeit der Fischnahrung verhältnismäßig schnell an der Ultrastruktur der Leberzellen abschätzbar ist. Wir sind dabei von folgendem Gedankenansatz ausgegangen:

Unter natürlichen Bedingungen wenden Fische – wie auch viele andere Tiere – sehr viel Zeit zur Nahrungssuche auf, d. h. sie leben unter dauerndem Nahrungsmangel. Im Experiment kann man zeigen, daß frisch gefangene Milchfischlarven ohne irreversible Schädigung etwa eine Woche ohne Futter gehalten werden können. Ihre Hepatocyten sind zu diesem Zeitpunkt sehr klein. Sie enthalten ein oder wenige sehr große Mitochondrien, die sogar den Zellkern an Durchmesser übertreffen können (Abb. 2a). Ausgehend von diesem Stadium haben wir die Tiere mit verschiedenen Futtern ernährt, die auf ihre Qualität getestet werden sollten. Optimales Futter (z. B. *Artemia*-Nauplien) bewirkte eine rasche Regeneration der Zelle (Abb. 2b): Nach 2 Tagen entsprachen die Leberparenchymzellen denen von Tieren, die vom Fang an optimal ernährt worden waren. Bei unzureichendem Futter blieb vollständige Regeneration aus (Storch u. a., 1983). Man hat hier also ein Werkzeug in der Hand, um die Nahrungsqualität rasch und sicher abzuschätzen.

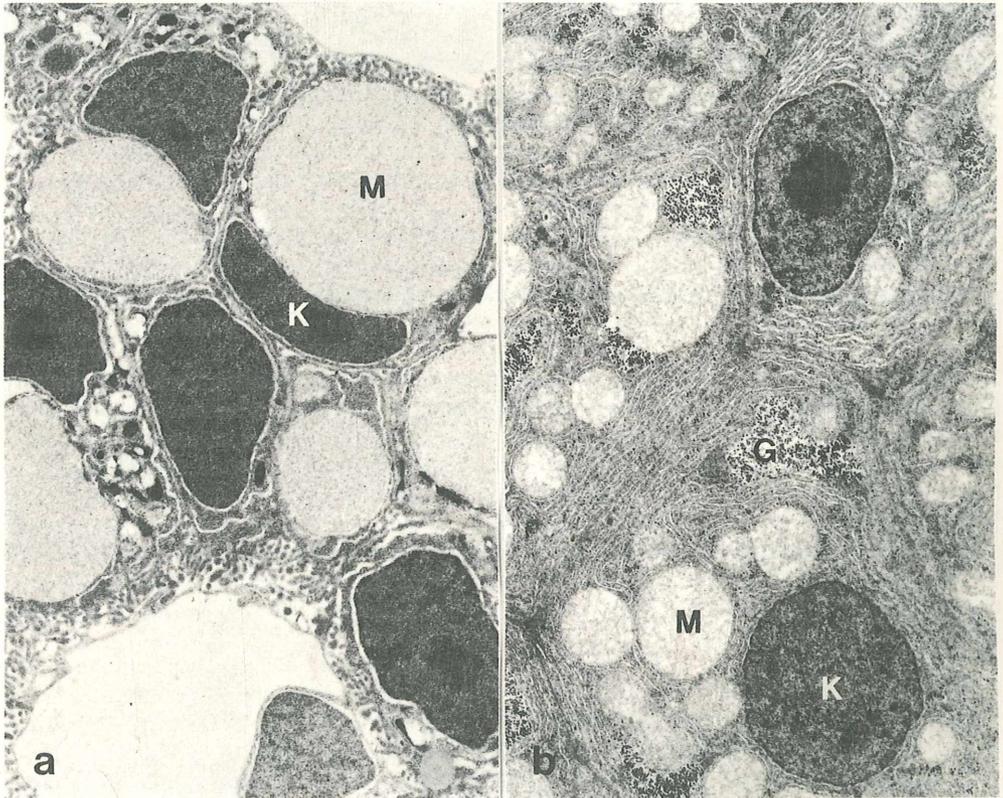


Abb. 2: Hepatocyten von Milchfisch-Larven. a) Tier aus dem Freiland, das nach dem Fang 9 Tage gehungert hat. b) Tier aus dem Freiland, das nach dem Fang 7 Tage gehungert hat und anschließend 2 Tage Lebendfutter angeboten bekam. K: Zellkern, M: Mitochondrium, G: Glykogen. Vergr. ca. 6.000 mal.

Zwei Tage nach dem Wiederfüttern sind Längenunterschiede dagegen noch kaum meßbar, desgleichen lassen sich Vitalitätsunterschiede noch nicht erfassen. Mit dieser Methode haben wir auch die Grünalge *Chlorella* bezüglich ihrer Qualität für Milchfischlarven getestet. Sie wurde mit den ebenfalls einzelligen Algen *Isochrysis* und *Tetraselmis* verglichen, die auch in der Aquakultur Verwendung finden. Großversuche hatten sehr stark divergierende Ergebnisse gebracht. Die Leberzellstruktur zeigt dagegen mit aller Klarheit: Auch die Aufnahme von vielen Chlorellen durch die Milchfischlarven hat keinerlei Aufbauwirkung für die Hepatocyten. *Chlorella*-Fütterung ist völligem Nahrungsentzug gleichzusetzen, die lebenden Algen-Zellen können von den Tieren nicht aufgeschlossen werden. Anders steht es um *Isochrysis* und *Tetraselmis*, die zu einer Teilregeneration beitragen (Juario und Storch, 1984). Wir sind dann einen Schritt weitergegangen (Segner u. a., 1984) und haben die drei Algen an Rädertiere (*Brachionus plicatilis*) verfüttert, die anschließend an die Milchfische weitergegeben wurden. Auch hier zeigt sich noch – im zweiten Glied der Nahrungskette –, daß *Chlorella* nicht viel taugt. Die mit ihnen gefütterten Rädertiere riefen die geringste Leberzell-Regeneration hervor und hatten auch die schlechtesten Wachstumsergebnisse zur Folge.

b) Metalle und Leber

Der Ernährungszustand eines Fisches, der an den Hepatocyten abgelesen werden kann, ist nicht nur von Bedeutung für das Wachstum, sondern auch für seine Anfälligkeit gegenüber Krankheiten und Schadstoffen in der Umwelt.

In Versuchen mit Eisen, einem für Fische essentiellen Element (es ist zum Beispiel Bestandteil des Hämoglobins), stellte sich heraus, daß Tiere, die einige Zeit gehungert hatten, dieses Metall wesentlich stärker als gut ernährte Individuen über die Kiemen aufnahmen (Segner und Storch, 1985). Über das Blut wurde es im Körper verteilt, gelangte auch in die Leber und in Hepatocyten, wo erhebliche Schädigungen beobachtet wurden. Eine identische Menge von Eisen-Ionen im Wasser ruft also bei unterschiedlich ernährten Fischen ganz verschiedene Wirkungen hervor.

Weiterhin ist die Form, in der Eisen vorliegt, von Bedeutung: Komplextiertes Eisen ist für den Fisch gefährlicher als in Ionen vorliegendes. Komplextiertes Eisen wird verstärkt aufgenommen – gleiche Ernährung vorausgesetzt – und wird von Tieren in weit höherem Maße über die Kiemen in den Körper transportiert, wenn sie unter Nahrungsentzug leben.

Zur Angabe der Metallkonzentration im Wasser muß also, wenn die Aussage biologisch sinnvoll werden soll, wenigstens noch die Angabe der chemischen Form und des Ernährungszustandes der Tiere kommen. Das gilt auch für nicht-essentielle Metalle wie Cadmium, Quecksilber und Blei. Zum Quecksilber liegen Befunde vor, die in dieselbe Richtung deuten: Schlechterer Ernährungszustand läuft auf eine stärkere Metallakkumulation hinaus.

Ähnliche Korrelationen dürften zwischen Ernährungszustand und Anfälligkeit gegenüber Infektionen bestehen. Dieser Zusammenhang ist von erheblicher praktischer Bedeutung, wenn man an die Ausbreitung und Verteilung von Fischkrankheiten denkt (Möller, 1984).

c) Temperatur und Leber

Ein weiterer Faktor, der die Fischleber wesentlich beeinflußt, ist die Temperatur. Als Untersuchungsobjekte dienten uns bisher Karpfen (*Cyprinus carpio*), Goldorfe (*Leuciscus idus melanotus*) und Guppy (*Poecilia reticulata*). Bei deutlichen interspezifischen Unterschieden läßt sich doch einiges an Gemeinsamkeiten erkennen: Höhere Temperatur hat bei allen drei Arten eine erhöhte Fetteinlagerung in Hepatocyten zur Folge (Abb. 3). Diese ist reversibel und schädigt die Tiere wohl nicht. Da aber die Goldorfe und der Guppy als Testfische für Toxizitätstests vielfach Anwendung finden, wird man neben

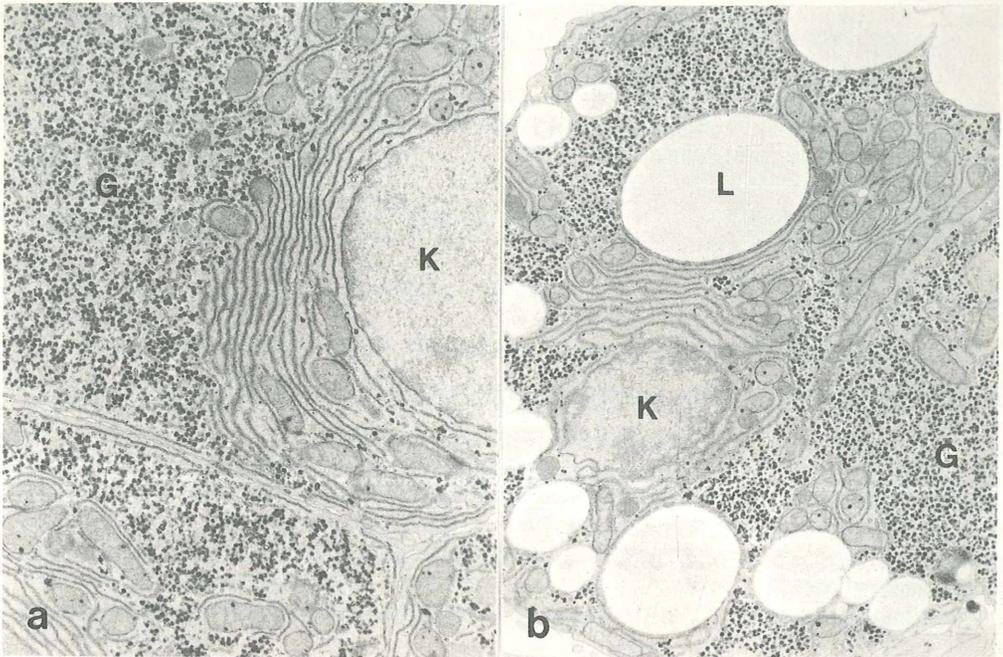


Abb. 3: Hepatocyten von Golddorfen, die drei Wochen bei unterschiedlicher Temperatur gehalten wurden. a) 14°C, b) 28°C. K: Zellkern, G: Glykogen, L: Lipideinschluß (Fettkugel). Vergr. ca. 6.000 mal.

ihrem Ernährungszustand die Temperatur zu berücksichtigen haben, wenn man reproduzierbare Ergebnisse erhalten möchte. Von so verschiedenen Leberparenchymzellen, wie sie auf Abb. 3a, b dargestellt sind, darf man wohl kaum identische Reaktionen in einem Toxizitätstest erwarten. Anders als bei der Ernährung, wo wir das Zeitprofil der Ultrastrukturveränderungen von einigen Fischarten kennen, wissen wir über den zeitlichen Verlauf temperaturinduzierter Umwandlungen noch wenig.

Summary

Hepatocytes of fish fry can be used to determine acceptability and quality of food or even the general nutritional condition of the fish. This method was used to evaluate whether the algae *Chlorella*, *Tetraselmis* and *Isochrysis* are nutritionally adequate for the growth and survival of milkfish fry.

The influence of iron, too, is reflected by hepatocytes. The uptake of this metal is affected by the Chemical speciation of the metal and the nutritional status of the fish.

Another environmental factor which influences the ultrastructure of fish hepatocytes is water temperature.

LITERATUR:

- Juario, J. V., Storch, V.: Biological evaluation of phytoplankton *Chlorella*, *Tetraselmis* and *Isochrysis* as food for milkfish fry. *Aquaculture* 40 (1984): 193 – 198.
- Juario, J. V., Ferraris, R. P., Benitez, L. V. (Hrsg.): *Advances in Milkfish Biology and Culture: Proc. 2nd Intern. Milkfish Aquaculture Conference*. Island Publ. House, Manila. 243 S. (1984).
- Möller, H.: *Daten zur Biologie der Elbfische*. Verlag H. Möller, Kiel. 217 S. (1984).
- Segner, H., Orejana-Acosta, B., Juario, J. V.: The effect of *Brachionus plicatilis* grown on three different species of phytoplankton on the ultrastructure of the hepatocytes of *Chanos chanos* (Forsk.) fry. *Aquaculture* 42 (1984): 109 – 115.
- Segner, H., Storch, V.: Influence of water-borne iron on the liver of *Poecilia reticulata* (Peters, 1859). *Z. angew. Ichthyologie* (im Druck).

Storch, V., Stählin, W., Juario, J. V.: Effect of different diets on the ultrastructure of hepatocytes of *Chanos chanos* fry (Chanidae: Teleostei): an electron microscopic and morphometric analysis. *Marine Biology* 74 (1983): 101 – 104.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Volker Storch, Zoologisches Institut I (Morphologie/Ökologie), Im Neuenheimer Feld 230, D-6900 Heidelberg (BR Deutschland).

Österreichs Fischerei

Jahrgang 38/1985

Seite 238 – 240

Marta Margreiter-Kownacka und Gerhard Margreiter

Genauigkeit und Aussagekraft von Fließgewässeruntersuchungen unter besonderer Berücksichtigung des Makrozoobenthos

Die Klärung der Fragen, welche Veränderungen in fließenden Gewässern und speziell in den darin vorkommenden Zoobenthosgesellschaften unter dem Einfluß verschiedener Verschmutzungsformen oder durch Wasserbauten auftreten, erfordert eine exakte Untersuchungsmethodik.

Die Untersuchungsmethoden, die heute bei Fließgewässern angewendet werden, kann man in zwei große Gruppen einteilen:

- die biozönotischen Methoden, welche versuchen, ein fließendes Gewässer als Ökosystem in seiner örtlichen und jahreszeitlichen Dynamik unter Einbeziehung der aus der Umgebung stammenden Einflußfaktoren zu erfassen, und
- die klassisch-biologischen Methoden, die einen solchen Gesamtüberblick nicht zulassen.

Die biozönotischen Methoden müssen der Maxime folgen, die von K. Starmach 1978 in der folgenden Weise formuliert wurde: »Jedes fließende Gewässer muß als eine eigenständige Einheit, einzigartig in seiner Zusammensetzung, und nicht zu trennen von seiner Umgebung und den hier bestehenden geologischen, morphologischen, physikalisch-chemischen und klimatischen Bedingungen gesehen werden.«

Diesen Forderungen, die an biozönotische Methoden gestellt werden, können nur Untersuchungen gerecht werden, die in Teamarbeit die verschiedenen Teilgebiete verfolgen und bei denen durch die Auswahl der Mitarbeiter sichergestellt ist, daß sämtliche Aspekte der biozönotischen Arbeitsweise zum Zuge kommen. Beispiel: »Stream ecosystems in mountain grassland (West Carpathians)«, 12 Teile, *Acta Hydrobiol.* 24 (4), 1982, 291 – 422.

Ein hoher Ausbildungsstand und eine enge Zusammenarbeit aller Teammitglieder ist dabei eine wesentliche Voraussetzung.

Ebenso wichtig wie die Bestimmung der Einflußfaktoren ist die genaueste Bestimmung der Biozönose selbst nach den sie bildenden Arten. Dies kann nur von erfahrenen Taxonomen erwartet und geleistet werden.

Für die biozönotische Arbeitsweise darf keine Beschränkung auf sogenannte Indikator-Arten oder -Gruppen vorgenommen werden, besonders weil genaue Beschreibung der einzelnen Güteklassen fehlt.

Größte Bedeutung kommt auch der Auswahl der Entnahmestellen, der Probenzahl und der verwendeten Sammelmethode zu. Eine Entscheidung ist hier nur im Hinblick auf die vorgegebene Fragestellung möglich.

Ebenso wichtig ist es, den zeitlichen Ablauf einer Untersuchung zur Bestimmung der jahreszeitlichen Veränderungen in einem Fließgewässer festzulegen. Eine nur einmalige Untersuchung liefert auch bei hohen Probenzahlen nur unzureichende Aussagewerte.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichs Fischerei](#)

Jahr/Year: 1985

Band/Volume: [38](#)

Autor(en)/Author(s): Storch Volker

Artikel/Article: [Leberzellen als Indikatoren für den Gesundheitszustand von Fischen 233-238](#)