

Heidi Junger, Kurt Kotrschal und Alfred Goldschmid

Lagerung, relative Länge und Oberflächenstruktur der Schleimhaut des Darmes heimischer Karpfenfische (Teleostei, Cyprinidae)

Einleitung

Die heimischen Karpfenfische sind wegen ihrer Artenvielfalt sowie ihrer engen Verwandtschaft bei gleichzeitiger Differenzierung ihrer Ansprüche an den Lebensraum vorzüglich für vergleichende Untersuchungen ihres Körperbaues geeignet (Goldschmid und Kotrschal, in Druck; Kotrschal et al., 1987; Wieser, 1986). In der vorliegenden Arbeit wird versucht, Darmlagerung, relative Darmlänge und Oberflächenstruktur der Darmschleimhaut in Beziehung zur aufgenommenen Nahrung zu setzen.

Die Beziehung zwischen Struktur des Fischdarmes und seiner ökologischen Rolle ist schon lange Gegenstand der wissenschaftlichen Forschung (Jacobshagen, 1937; Suyehiro, 1942; Al-Hussaini, 1949; Sarbahi, 1951; Unnithan, 1965; Nikolsky, 1963; Groot, 1971; Ezeasor and Stokoe, 1980; Lobel, 1981; Zihler, 1982; Sinha, 1983). Neben dem stammesgeschichtlichen Erbe, der Form der Leibeshöhle sowie der Körpergröße (Klust, 1939; Zihler, 1982; Goldschmid et al. 1984), wird die Darmlänge und -struktur vor allem durch den Beutetyp (Suyehiro, 1942; Al-Hussaini, 1949; Weisel, 1962; Nikolskaya und Verighina, 1974), die Art des Nahrungserwerbs und der Aufbereitung der Nahrung bestimmt (Sibbing, 1982; Sibbing and Uribe, 1985).

Auch Länge und Struktur des Darmes von Karpfenfischen wurde schon mehrfach untersucht (Jacobshagen, 1911, 1913, 1915; Klust, 1939; Girgis, 1952; Kapoor, 1958; Matthes, 1963; Verighina, 1963, 1969; Hickling, 1966). Bislang fehlte allerdings eine vergleichende Bearbeitung der Lagerung, der Länge und Oberflächenstruktur des Darmes einer hinreichend großen Anzahl von Arten. Die vorliegende Arbeit, deren Ziel es u. a. ist, die Bedeutung morphologischer Struktur für die Vorhersage von ökologischen Bedürfnissen zu erhellen, soll diese Lücke schließen.

Die meisten Karpfenfische weisen ein sehr breites Nahrungsspektrum auf (Schiemer, 1985). Für den Ökologen mag es daher schwierig sein, die Nahrungsansprüche von Arten nach der Untersuchung von relativ kleinen Stichproben korrekt zu klassifizieren, zumal viele generalisierte Arten in verschiedenen Gewässern saisonal oder als Reaktion auf unterschiedliche Konkurrenzverhältnisse große Unterschiede in der Nahrungsaufnahme zeigen (Kapoor, 1953, 1957, 1958; Greenwood, 1964; Fryer and Iles, 1972). Da man annehmen muß, daß die Darmstruktur einen Langzeitdurchschnitt der Ernährung widerspiegelt, mag unsere Arbeit einen Beitrag zur Kenntnis der Nahrungsansprüche unserer heimischen Karpfenfische leisten. Ein Aspekt, der besonders in Hinblick auf die Fischereiwirtschaft und den Artenschutz von Bedeutung ist.

Material und Methoden

Der Großteil der Arten wurde in der Stopfenreuther Au mit Kiemennetzen gefangen. Schleie, Karpfen und Goldfisch wurden aus der Fischzucht Krieg, Bergheim, bzw. aus

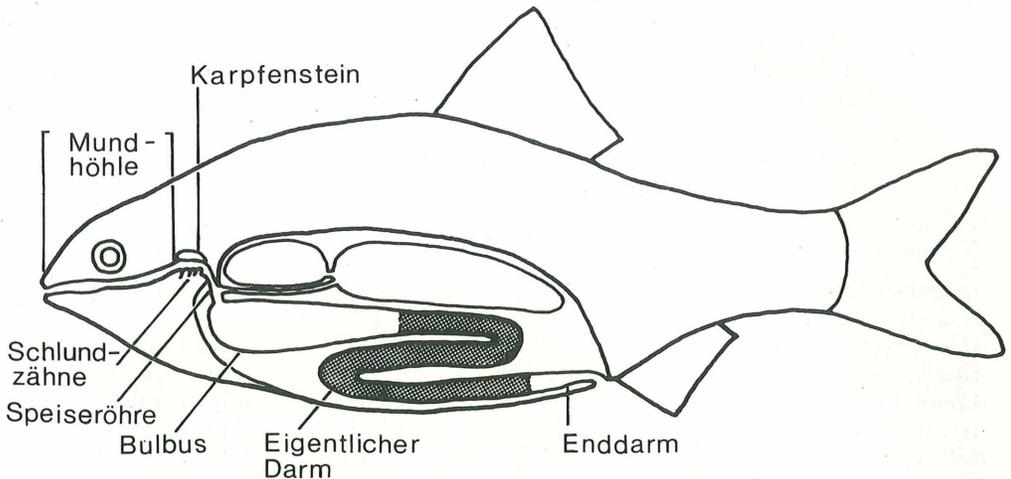


Abb. 1: Schema des Verdauungstraktes eines Karpfenfisches in Beziehung zur Schwimmblase.

den Teichen des Tiergartens Hellbrunn bezogen. Aitel, Seelaube, Gründling und Schneider wurden von Kollegen der Bundesanstalt für Fischereiwirtschaft in Scharfling aus verschiedenen oberösterreichischen Gewässern zur Verfügung gestellt.

Die Fische wurden durch prolongierte Narkose mit MS 222 getötet und nach Öffnen der Bauchdecke in 10% Neutralformol nach Lillie fixiert (mit Ausnahme der Exemplare für Rasterelektronenmikroskopie).

Für die Dokumentation der *Darmlagerung* wurden die in situ fixierten Därme von adulten Exemplaren der Körperhöhle entnommen und von anhängendem Fett- und Lebergewebe gesäubert. Anschließend wurde der linksseitige Aspekt des Darmsitus in halb-schematischen Zeichnungen festgehalten (Abb. 2).

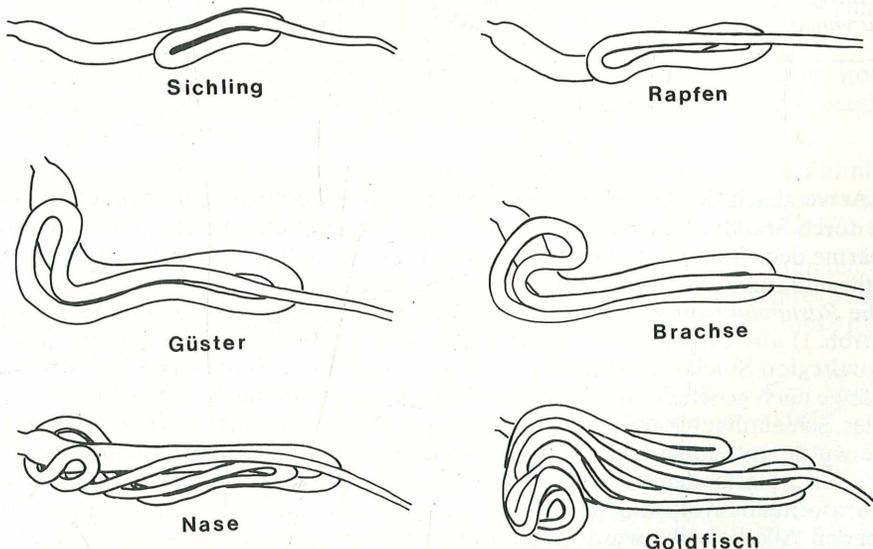


Abb. 2: Der Darmsitus bei ausgewählten Arten (Seitenansicht). Die Komplexität der Darmwindungen ist deutlich von der Darmlänge abhängig. Die linksseitige Öffnung zeigt gegen den Schlund, die rechtsseitige Öffnung gegen den Anus.

Tabelle 1: Liste der untersuchten Arten mit der relativen Darmlänge (diese ist definiert als Quotient aus Darmlänge und Standardlänge des Fisches) und den Hauptnahrungskategorien (Ladiges und Vogt, 1965; Schiemer, 1985).
Abkürzungen: ad.: adult, benth. Ev.: benthische Evertebraten, Detr.: Detritus, Ev.: Evertebraten, Pfl.: Pflanzenmaterial

| Wissenschaftlicher Artname | Deutscher Artname | Relative Darmlänge | Haupt- nahrung |
|---------------------------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|
| <i>Abramis ballerus</i> | Zoppe | 0.816 | Zooplankton |
| <i>Abramis brama</i> | Brachse | 1.186 | benth. Ev. |
| <i>Abramis sapa</i> | Zobel | 0.944 | benth. Ev. |
| <i>Alburnoides bipunctatus</i> | Schneider | | Ev. (hps. Insekten) |
| <i>Alburnus alburnus</i> | Laube | 0.869 | Ev. (Anflug), Detr. |
| <i>Aspius aspius</i> | Rapfen | 0.785 | Ev., ad.: Fische |
| <i>Barbus barbus</i> | Barbe | | Ev., Pfl., ad.: Fische |
| <i>Blicca bjoerkna</i> | Barbe | 1.081 | Ev., Detr. |
| <i>Chalcalburnus chalcoides mento</i> | Seelaube | 0.913 | Ev. |
| <i>Chondrostoma nasus</i> | Nase | 2.053 | Aufwuchs, Ev. |
| <i>Carassius auratus</i> | Goldfisch | | Ev., Pfl. |
| <i>Carassius carassius</i> | Karausche | | benth. Ev., Pfl. |
| <i>Ctenopharyngodon idella</i> | Graskarpfen | | Makrophyten |
| <i>Cyprinus carpio</i> | Karpfen | | benth, Ev., Pfl. |
| <i>Gobio gobio</i> | Gründling | | benth. Ev. |
| <i>Leuciscus cephalus</i> | Aitel | 1.014 | Ev., Pfl., ad.: Fische |
| <i>Leuciscus leuciscus</i> | Hasel | | Ev. |
| <i>Pelecus cultratus</i> | Sichling | 0.776 | Ev., ad.: Fische |
| <i>Rutilus rutilus</i> | Rotauge | 1.254 | Aufwuchs, Ev., Detr. |
| <i>Scardinius erythrophthalmus</i> | Rotfeder | | Ev., Pfl. |
| <i>Tinca tinca</i> | Schleie | 1.131 | Ev. |
| <i>Vimba vimba</i> | Rußnase | 1.036 | benth. Ev. |

Zum Artvergleich der Darmlänge wurde die *relative Darmlänge* (errechnet aus Darmlänge durch Standardlänge des Fisches) verwendet. Von Oesophagus bis Anus wurden die Därme dem fixierten Fisch entnommen, vom Fett befreit, und schließlich vorsichtig entrollt, entlang eines Lineals auf mm genau gemessen.

Für die *Rasterelektronenmikroskopie* wurden aus den Regionen des Bulbus intestinalis (vgl. Abb. 1) aus der vorderen und hinteren Hälfte des eigentlichen Darmes sowie aus der Analregion Stücke des Darmrohres entnommen, diese durch einen lateralen Schnitt der Länge nach geöffnet und die rechteckigen Stücke schließlich mittels Insektennadeln mit der Schleimhautoberfläche nach außen auf Korkscheiben montiert. Diese Oberfläche wurde mit einem feinen Strahl physiologischer Salzlösung aus einer Injektionspritze von anhaftenden Verunreinigungen gesäubert und in einer gepufferten Mischung aus Paraformaldehydlösung und Glutaraldehyd fixiert. Nach Entwässerung in der aufsteigenden Alkoholreihe wurde kritisch Punkt getrocknet, die Proben vom Korkplättchen abgenommen, Kohle-Gold bedampft, mit Gold beschichtet und in einem Cambridge 250 Rasterelektronenmikroskop bei 5 und 20 kV Beschleunigungsspannung beobachtet und fotografiert.

Ergebnisse

Wie auch einigen anderen Familien der Knochenfische, fehlt den Cyprinidae ein echter Magen. Dieser wird strukturell und wahrscheinlich auch funktionell durch einen erweiterten, vorderen Darmabschnitt, den *Bulbus intestinalis* (Abb. 1), ersetzt. Kaudal schließt sich der eigentliche Darm an (Abb. 1). Bei den untersuchten Arten steht die Zahl der Schlingen und Windungen (Abb. 2, Tab. 1) in Beziehung zur Darmlänge und dem in der Körperhöhle verfügbaren Platz; je länger der Darm, desto komplizierter das Windungsmuster (Abb. 2). Bei der Mehrzahl der Arten ist nur eine einzige Darmschlinge vorhanden (Abb. 2). Bei Arten mit längerem Darm (bezüglich der relativen Darmlänge s. Tabelle 1) bzw. kleiner Bauchhöhle zeigt diese Schlinge einen zusätzlichen dorsalen Haken (Abb. 2). Bei Arten mit relativ langen Därmen, wie bei Karpfen, Karausche und Nase wird das Windungsmuster zunehmend komplexer (Abb. 2). Der Goldfisch mit seinem langen Darm und seiner relativ kleinen Leibeshöhle zeigt einen regelmäßig aufgerollten Darm (Abb. 2).

Die rasterelektronenmikroskopische Untersuchung der Oberfläche der Darmschleimhaut zeigte, daß die verschiedenen Gebiete, der Oesophagus (Speiseröhre), der Bulbus intestinalis (Bulbus), der eigentliche Darm und der Enddarm verschiedene Strukturen aufweisen (Abb. 3-11). Zumindest das Faltenmuster der Darmschleimhaut im magenartigen Darmabschnitt, dem Bulbus intestinalis, ist in vielen Fällen artspezifisch.

Der *Oesophagus* ist durch Längsfalten charakterisiert, welche den Darm gegen die Mundhöhle abschließen (Abb. 8).

Der *Bulbus intestinalis* ist der vordere, magenähnliche Darmabschnitt der Karpfenfische. Das Faltungsmuster der Schleimhautoberfläche (Mukosa) zeigt hier die größten Unterschiede zwischen den Arten. Die Falten sind hier am höchsten. Bei einer Schleie von 100 g waren die Falten hier 1,3 mm hoch im Vergleich zu 0,3 mm im Enddarmbereich. Hier sind die Mukosamuster auch artspezifisch. Die gefundenen Faltungstypen konnten fünf Grundtypen zugeordnet werden (Abb. 3 - 7):

1) »**Glatte Oberfläche**« (Rapfen, Aitel und Rußnase; Abb. 3). Die Oberfläche macht über weite Bereiche einen glatten Eindruck, Falten sind durch Klüfte voneinander getrennt.

2) »**Unregelmäßig verzweigte Falten**« (Barbe, Laube, Seelaube, Hasel, Güster, Rotaug und Rotfeder, Abb. 4). Die Mehrzahl der Arten weist dieses unregelmäßig-netzartige Faltenmuster auf.

3) »**Gekräuselte Falten**« (Schleie, Abb. 5). Die primären Falten liegen in einer ähnlichen Anordnung wie bei Typ 2 vor, sie setzen sich jedoch aus sekundären Falten zusammen. Die Gesamtoberfläche erscheint durch dieses gekräuselte Muster stark vergrößert.

4) »**Netzartiges Faltenmuster**« (Brachse, Abb. 6). Das Muster ist Typ 2 ähnlich, zeigt aber eine wesentlich höhere Regelmäßigkeit in der Anordnung der Falten, ihrer Verlaufsrichtung und Verzweigungswinkel. Charakteristisch ist, daß die Falten scheinbar in mehreren Ebenen verlaufen.

5) »**Honigwabenartige Mukosaoberfläche**« (Karpfen, Abb. 7). Die Falten liegen als gleichmäßig erhabenes Netz vor, welches grubenförmige Vertiefungen enthält.

Der *eigentliche Darm* (Abb. 1) ist die kaudale Fortsetzung des Bulbus intestinalis. Es ist der längste Darmabschnitt, der bei den meisten untersuchten Arten deutliche Transversalfaltung zeigt. Die zwischenartigen Unterschiede sind eher gering (Abb. 9). Barbe und Güster zeigen Zick-zack-Faltung. Bei Rapfen, Seelaube, Aitel und Rußnase werden die Falten über weite Bereiche durch kurze, säulenartige Fortsätze gebildet oder bestehen aus durchgehenden Faltenzügen, die an der Oberfläche abgekantet sind (Abb. 10). Deutlich verzweigte Transversalfalten wurden nur bei der Schleie gefunden.

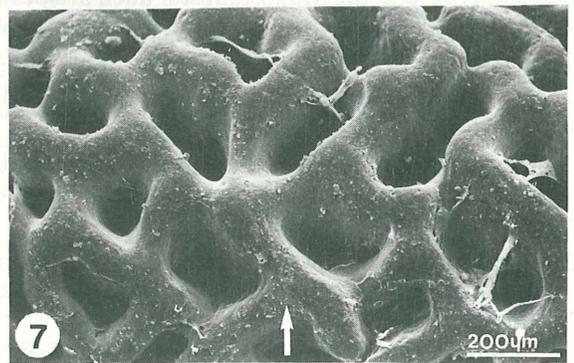
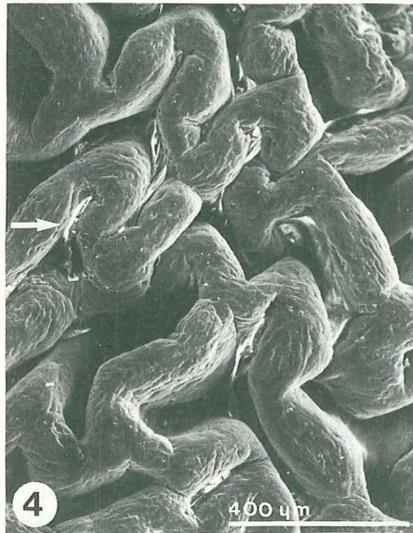
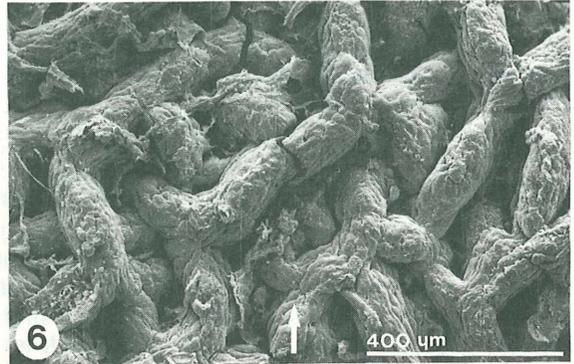
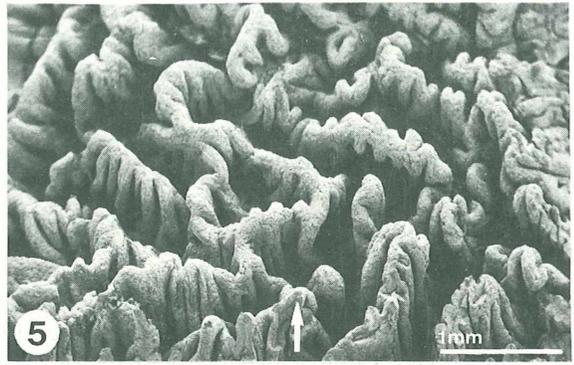


Abb. 3 – 11: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen, Maßstabangabe auf den Abbildungen. Abb. 3 – 7: Die fünf Mukosatypen im Bulbus intestinalis, dem magenähnlichen Darmabschnitt. Abb. 3: Rußnase. Abb. 4: Rotauge. Abb. 5: Schleie. Abb. 6: Brachse. Abb. 7: Karpfen. Pfeil weist jeweils in caudale Richtung (gegen den Anus).

Im *Enddarm* bestehen die Falten gewöhnlich aus kurzen, säulen-, villus- oder lappenartigen Fortsätzen, bevor dieses Muster in die Längsfalten der Analregion übergeht (Abb. 11).

Diskussion

Die Struktur und die relative Länge des Darmtraktes der Knochenfische wird durch deren stammesgeschichtliche Herkunft, Körperform und -größe sowie durch den Nahrungserwerb bestimmt (Klust, 1939; Suyehiro, 1942; Al-Hussaini, 1949; Zihler, 1982;

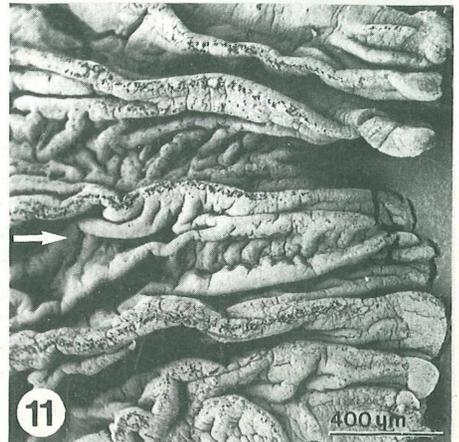
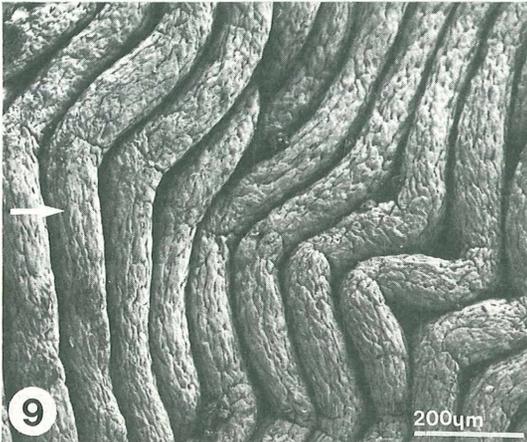
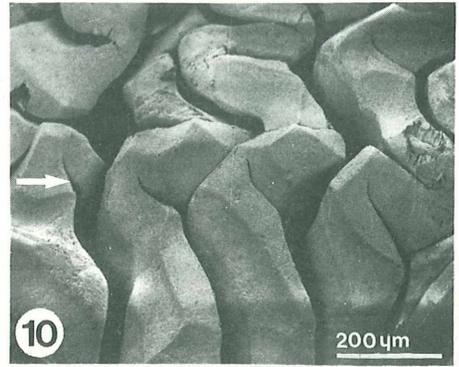
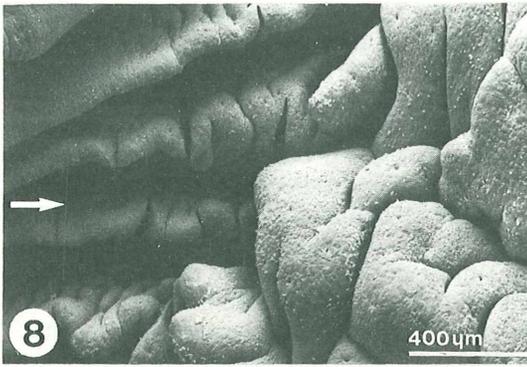


Abb. 8 – 11: Die Längsfalten des Ösophagus (Speiseröhre) gehen in die Mukosafalten des Bulbus über; Schleie.

Abb. 9 und 10: Transversalfalten des eigentlichen Darmes bei Rotaugen (9) und Rapfen (10). Abb. 11: Längsfalten im Enddarm, Rapfen. Pfeil weist jeweils gegen den Anus.

Goldschmid et al. 1984). Für die Karpfenfische wurde wiederholt gezeigt, daß ihre Darmlänge eng mit der Nahrung zusammenhängt, mit kurzen Därmen bei den Pflanzenfressern, langen Därmen bei den verschiedenen Räubertypen und verschiedenste Zwischenlängen bei den Allesfressern (Grib und Krasjukova, 1949; Girgis, 1952; Spanovskaya, 1961; Kapoor et al., 1975). Die untersuchten Arten liegen zwischen relativen Darmlängen von 0,77 bis 2,05, es sind also Räuber, Allesfresser und Pflanzenfresser vertreten (Tab. 1).

Bei den Alles- und Pflanzenfressern enthält die Nahrung einen höheren Anteil an schwer verdaulichen Bestandteilen; die Aufnahme der Nährstoffe erfordert daher einen langen Darm (Jacobshagen, 1913), zumal pflanzenfressende Knochenfische meist nur über eine wenig spezifische Enzymausstattung verfügen (Hofer, 1982). Ein langer Darm erhöht die Verweildauer; während die eiweißreiche Kost der Räuber bereits zum Großteil im vorderen Darmabschnitt aufgenommen wird, benötigen vegetarische Arten dazu den gesamten Darm (Dabrowski and Dabrowska, 1981; Hofer, 1982).

Arten mit kurzem Darm (Rapfen, Zoppe und Sichling) sind wahrscheinlich ausschließlich räuberisch, wenn auch an verschiedener Beute. Auch Laube und Aitel haben kurze Därme, obwohl erstere zuweilen sogar nach Bodennahrung gründelt (Schiemer, 1985)

und im Darm des letzteren erhebliche Mengen von Algen zu finden sein können (eigene Beobachtungen); trotzdem sind aber auch Laube und Aitel als vorwiegend karnivor einzustufen. Das scheint auch für die Arten mit mittlerer Darmlänge zuzutreffen (Tab. 1). Pflanzliche Nahrung wird wahrscheinlich genommen, wenn es zu wenig tierische Beute gibt. Auch kann die Ernährung der Arten jahreszeitlich und zwischen verschiedenen Gewässern stark schwanken (Schiemer, 1985).

Die relative Darmlänge im Artvergleich scheint hier ein verlässlicher Parameter zu sein, wenn es darum geht, die langzeitlichen Freßtendenzen einer Art einzuschätzen. Allerdings wird der funktionelle Zusammenhang zwischen Darmlänge und Nahrungserwerb dadurch etwas unscharf, daß die Darmlänge nicht notwendigerweise mit der Ausdehnung der funktionellen Mukosaoberfläche übereinstimmt (Al-Hussaini, 1949; Barrington, 1957; Weisel, 1962; Ezeasor und Stokoe, 1980). Eine große Darmoberfläche kann entweder durch einen langen Darm mit einfachem Faltungsmuster oder durch einen kürzeren Darm mit komplexem Mukosamuster erreicht werden (Borutsky, 1950; Verighina, 1961; 1963; 1965; 1967; 1969). Letzteres könnte für die Schleie zutreffen (Abb. 5, Tab. 1).

Es konnte bestätigt werden, daß die oberflächenvergrößernden Mukosafalten je nach Darmabschnitt verschieden ausgebildet sind und besonders im Bulbus intestinalis artspezifisch sein können (Vickers, 1962; Sinha, 1983; Caceci, 1984). Die Faltungsmuster der Mukosa scheinen aber nur einen groben Zusammenhang mit der Ernährung zu haben. So sind alle Arten mit Typ-1-Muster (»glatte Oberfläche«, s. oben; Abb. 3) räuberisch, aber es sind auch räuberische Arten in der Typ-2-Gruppe (»unregelmäßig verzweigte Falten«) vertreten, welche zudem noch omnivore und herbivore Arten enthält. Diese Gruppe enthält den Großteil der untersuchten Arten und scheint somit das Grundmuster der Mukosaoberfläche bei den heimischen Karpfenfischen darzustellen. Die Gruppen 3 – 5 enthalten jeweils nur eine einzige Art mit mehr oder weniger typischer Ernährungsweise; alle drei letzteren Arten, Brachse, Schleie und Karpfen, sind Gründler, es ist daher denkbar, daß ihr spezifisches Mukosamuster, wenn überhaupt, eher mit der Nahrungswahl als mit dieser Art des Nahrungserwerbs zusammenhängt.

Die Muster der Mukosa scheinen von stammesgeschichtlicher Verwandtschaft relativ unbeeinflusst. Die Mukosa nahe verwandter Arten, wie Güster und Rußnase, Rotauge und Rapfen, oder Aitel und Hasel zeigen unterschiedliche Faltungstypen, während Arten unterschiedlicher Verwandtschaft in Gruppe 2 zusammenfallen. Wenn auch aus der Kenntnis des Faltungstypes der Mukosa meist die Ernährungsweise nicht eindeutig ableitbar ist, so scheint doch der Zusammenhang der Mukosamuster mit der Ökologie enger als mit der Stammesgeschichte.

Die Kenntnis von mehreren morphologischen Merkmalen, der relativen Darmlänge einer Art, ihrer Darmlagerung sowie ihrer Schleimhautoberfläche gestattet eine weitgehend gute trophische Einordnung.

Zusammenfassung

Die morphologische Analyse von Darmlagerung, Darmlänge (an 22 Arten) und die Rasterelektronenmikroskopie der Oberflächenmuster der Darmschleimhaut (an 13 Arten) zeigte eine ausgeprägte zwischenartliche Differenzierung dieser Merkmale. Verschiedene Typen von Räubern (Zoppe, Laube, Rapfen und Sichling) zeigen die kürzesten Därme mit nur einer einzigen Darmschlinge. Eine ähnlich einfache Darmlagerung zusammen mit einem kurzen Darm ist bei Fischen zu finden, welche ein relativ breites Beutespektrum mit überwiegend tierischem Anteil zeigen (Zobel, Schneider, Brachse, Güster, Seelaube, Gründling, Aitel, Hasel, Rotauge, Rotfeder, Schleie und Rußnase). Einige bodenfressende Fische mit starken Tendenzen zur Pflanzenkost zeigen relativ lange Därme und eine kompliziertere Darmlagerung (Barbe, Karausche, Nase, Graskarpfen, Karpfen und Goldfisch).

Die rasterelektronenmikroskopische Analyse der Oberfläche der Darmschleimhaut zeigte artspezifische Faltungsmuster besonders im Bulbus intestinalis. Fünf Faltungstypen konnten unterschieden werden: 1. glatte Oberfläche (Rapfen, Aitel und Rußnase); 2. unregelmäßig verzweigte Falten (Laube, Barbe, Güster, Seelaube, Hasel, Rotauge, Rotfeder); 3. gekräuselte Falten (Schleie); 4. netzartige Falten (Brachse); 5. bienenwabartige Oberflächenstruktur (Karpfen).

Es scheint eine enge Beziehung zwischen Darmlänge und Ernährung zu geben, während der Zusammenhang zwischen Nahrung und dem Faltungsmuster der Darmschleimhaut weniger klar ist.

Summary: *Situs, relative length and mucosal surface structure of the gut in European cyprinids.*

Loop and coiling patterns, and, in a subgroup, also relative lengths of guts and mucosal surface structure were compared in 22 species of Eurasian cyprinids. Different types of carnivores (*Abramis ballerus*, *Alburnus alburnus*, *Aspius aspius* and *Pelecus cultratus*) have the relatively shortest guts, with only a single loop. The same, simple type of situs as well as a short gut is present in many euryphagous species with more or less carnivorous tendencies (*Abramis sapa*, *Alburnoides bipunctatus*, *Abramis brama*, *Blicca bjoerkna*, *Chalcalburnus chalcoides mento*, *Gobio gobio*, *Leuciscus cephalus*, *Leuciscus leuciscus*, *Rutilus rutilus*, *Scardinius erythrophthalmus*, *Tinca tinca*, *Vimba vimba*). Some benthivores and species with herbivorous feeding tendencies have relatively long guts showing a more complex pattern of loops and coils (*Barbus barbus*, *Carassius carassius*, *Chondrostoma nasus*, *Ctenopharyngodon idella*, *Cyprinus carpio* and *Carassius auratus*). Scanning electron microscopy of the mucosal surface revealed distinct folding patterns. These are specific for the different species particularly in the anterior part of the gut, the intestinal bulb. Five types of folding patterns, only coarsely related to feeding patterns may be distinguished in the 13 species considered: 1. smooth surface (*Aspius aspius*, *Leuciscus cephalus*, *Vimba vimba*); 2. irregularly branching folds (*Alburnus alburnus*, *Barbus barbus*, *Blicca bjoerkna*, *Chalcalburnus chalcoides mento*, *Leuciscus leuciscus*, *Rutilus rutilus*, *Scardinius erythrophthalmus*); 3. curl-like folds (*Tinca tinca*); 4. net-like folds (*Abramis brama*); 5. honey-comblike mucosal structure (*Cyprinus carpio*). Contrary to the relative length of the gut, which seems closely related to diet, mucosal folding patterns are only coarsely associated with feeding.

Danksagung

Diese Untersuchung war Teil der Diplomarbeit von H. Junger im Rahmen des Forschungsschwerpunktes Nr. S-35 »Ökophysiologie«. Wir danken dem Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung in Österreich für die Finanzierung. Gedankt sei auch der Fam. Weber aus Loimersdorf (NÖ) für ihre Bereitwilligkeit, uns Platz, Räume und Möglichkeiten für unser »Feldlabor« zu bieten. Für ihre Hilfe beim Fischfang und der Organisation der Arbeit danken wir H. Pohla und W.-D. Krautgartner sowie S. Dudzinsky. Material wurde uns auch von A. Jagsch und E. Kainz sowie von H. Winkler zur Verfügung gestellt.

LITERATUR:

- Al-Hussaini, A. H., 1949: On the functional morphology of the alimentary tract of some fish in relation to differences in their feeding habits: anatomy and histology. *Quart. J. Microscop. Sci.* 90: 109-139
- Barrington, E. J. W., 1957: The alimentary canal and digestion. In: Brown, M. E. (ed.): *The Physiology of Fishes* 1. Acad. Press, NY. pp. 109-161
- Borutsky, E. V., 1950: On the feeding of *Xenocypris macrolepis*. *Bl. Trudy Amurskoi ikhtiologicheskoi ekspeditsii* 1: 319-330
- Caceci, T., 1984: Scanning electron microscopy of goldfish, *Carassius auratus*, intestinal mucosa. *J. Fish Biol.* 25: 1-12
- Dabrowski, K. and H. Dabrowska, 1981: Digestion of protein by rainbow trout (*Salmo gairdneri* Rich) and absorption of amino acids within the alimentary tract. *Comp. Biochem. Physiol.* 69A: 99-111
- Ezeasor, D. N. and W. M. Stokoe, 1980: Scanning electron microscopic study of the gut mucosa of the rainbow trout *Salmo gairdneri* Richardson. *J. Fish Biol.* 17: 529-539

- Fryer, G. and T. D. Iles, 1972: The cichlid fishes of the great lakes of Africa. Their biology and evolution. Oliver and Boyd, Edinburgh. 641 pp.
- Girgis, S., 1952: On the anatomy and histology of the alimentary tract of an herbivorous bottom-feeding cyprinoid fish, *Labeo horie* (Cuv.). J. Morph. 90: 317-362
- Goldschmid, A., K. Kotschal, and P. Wirtz, 1984: Food and gut length of 14 Adriatic blennioid fish (Blenniidae, Percomorpha, Teleostei). Zool. Anz. 213: 145-150
- Goldschmid, A. and K. Kotschal: Ecomorphology: Development and concepts. Prog. Zool. 36 (in press)
- Greenwood, P. H., 1964: Explosive speciation in African lakes. Proc. Roy. Inst. Great Britain 40: 256-269
- Grib, A. V. and Z. V. Krasnyukova, 1949: Alimentary canal of some cyprinoid fishes. Uchonye Leningradskogo ordena Lenina gosudarstvennogo Universiteta, seriy Biologicheskaya 21: 419-433
- Groot, S. J. de, 1971: On the relationship between morphology of the alimentary tract, food and feeding behaviour in flatfishes (Pisces: Pleuronectiformes). Neth. J. Sea Res. 5: 121-196
- Hickling, C. F., 1966: On the feeding process in the white amur *Ctenopharyngodon idella*. J. Zool., Lond. 148: 408-418
- Hofer, R., 1982: Protein digestion and proteolytic activity in the digestive tract of an omnivorous cyprinid. Comp. Biochem. Physiol. 72A: 55-63
- Jacobshagen, E., 1911: Untersuchungen über das Darmsystem der Fische und Dipnoer. I. Beiträge zur Charakteristik des Vorder-, Mittel- und Enddarms der Fische und Dipnoer. Jenaische Z. Natw. 47: 529-568
- Jacobshagen, E., 1913: Untersuchungen über das Darmsystem der Fische und Dipnoer. II. Materialien zur vergleichenden Anatomie des Darmkanals der Teleostomen nebst einer einleitenden Übersicht. Jenaische Z. Natw. 49: 373-810
- Jacobshagen, E., 1915: Untersuchungen über das Darmsystem der Fische und Dipnoer. III. Über die Appendices pyloricae, nebst Bemerkungen zur Anatomie und Morphologie des Rumpfdarmes. Jenaische Z. Natw. 53: 445-556
- Jacobshagen, E., 1937: Darmsystem IV. Mittel- und Enddarm. Rumpfdarm. In: Bolk, L., E. Göppert, E. Kallius and W. Lubosch (eds.) Handbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere Bd. 3, Urban und Schwarzenberg, Berlin und Wien. pp. 563-724
- Kapoor, B. G., 1953: The anatomy and histology of the alimentary canal in relation to its feeding habits of a siluroid fish, *Wallago attu* (Bl. and Schn.) U. Zool. Soc. India 5: 191-210
- Kapoor, B. G., 1957: The digestive tube of an omnivorous cyprinoid fish, *Barbus stigma* (Cuv. and Val.). Jap. J. Ichth. 6: 48-53
- Kapoor, B. G., 1958: The anatomy and histology of the digestive tract of a cyprinoid fish, *Catla catla* (Ham.). Annali del Museo Civico di Storia Naturale di Genova 70: 100-115
- Kapoor, B. G., H. Smith and I. A. Verighina, 1975: The alimentary canal and digestion in teleosts. Adv. Mar. Biol. 13: 109-239
- Klust, G., 1939: Über Entwicklung, Bau und Funktion des Darmes beim Karpfen (*Cyprinus carpio* L.). Int. Rev. Ges. Hydrobiol. Hydrographie 39: 498-536
- Kotschal, K., H. Junger, M. Palzenberger, R. Brandstätter, A. Gomahr and A. Goldschmid, 1987: Die Gehirne heimischer Karpfenfische (Teleostei, Cyprinidae). Österr. Fisch. 40: 163-171
- Ladiges, W. and D. Vogt, 1965: Die Süßwasserfische Europas. Paul Parey, Verlag, Hamburg, Berlin. pp. 1-250
- Lobel, P. S., 1981: Trophic biology of herbivorous reef fishes: alimentary pH and digestive capabilities. J. Fish Biol. 19: 365-397
- Matthes, H., 1963: A comparative study of the feeding mechanisms of some African Cyprinidae. Bijdragen tot de Dierkunde 33: 3-35
- Nikolskaya, N. G. and I. A. Verighina, 1974: Peculiarities of the structure of feeding and digestive organs in three flatfish species of the White Sea associated with the nature of food consumed by them. Voprosy ikhtiologii 14: 117-128
- Nikolsky, G. V., 1963: The Ecology of Fishes. Academic Press, London NY. pp. 1-352
- Sarbahi, D. S. 1951: Studies of the digestive tracts and the digestive enzymes of the goldfish and the large-mouth black bass. Biol. Bull. 100: 244-257
- Schiemer, F., 1985: Die Bedeutung von Augewässern als Schutzzonen für die Fischfauna. Österr. Wasserw. 37: 239-245
- Sibbing, F. A., 1982: Pharyngeal mastication and food transport in the carp (*Cyprinus carpio* L.): a cineradiographic and electromyographic study. J. Morph. 172: 223-258
- Sibbing, F. A. and R. Uribe, 1985: Regional specializations in the oro-pharyngeal wall and food processing in the carp (*Cyprinus carpio* L.). Neth. J. Zool. 35: 377-422
- Sinha, G. M., 1983: Scanning electron microscopic study of the intestinal mucosa of an Indian freshwater adult major carp, *Labeo rohita* (Ham.). Z. Mikrosk.-Anat. Forsch., Leipzig 97: 979-992
- Spanovskaya, V. D., 1961: Stenophagy and euryphagy in fishes of the subfamily Gobioninae. Zoologicheskij Zhurnal 40: 1516-1531
- Stroband, H. W. J., 1977: Growth and diet dependant structural adaptations of the digestive tract in juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idella*, Val.). J. Fish Biol. 11: 167-174
- Suyehiro, Y., 1942: A study on the digestive system and feeding habits of fish. Jap. J. Zool. 10: 1-303
- Uunnithan, R. R., 1965: On the mucosal coefficient of a few Indian fresh water fishes. Sci. Cult. 31: 387-388

- Verighina, I. A., 1961: Histological structure of the gut of silver carp and white amur. Sbornik trudov Zoologicheskogo Museya Moscovskogo Universiteta 8: 189-195
- Verighina, I. A., 1963: Morphological and histological structure of the intestine in two Cyprinid species *Erythroculter erythropterus* (Bas.) and *Elopichthys bambusa* (Rich.). Nauchnye doklady vysshej shkoly. Biologicheskije nauki 1: 38-42
- Verighina, I. A., 1965: Structure of alimentary tract of banded cat-fish (*Pseudobagyrus fulvidraco* Rich) and Ussurian cat-fish (*Liocassis ussuriensis* Dyb.). Voprosy ikhtiologii 5: 141-148
- Verighina, I. A., 1967: The structure of the alimentary tract in plant-eating fishes of the Cichlidae family. Voprosy ikhtiologii 7: 362-371
- Verighina, I. A., 1969: Ecologo-morphological peculiarities of the alimentary tract of some Cypriniformes. In Itogi nauki, Zoology. pp. 79-109
- Vickers, T., 1962: A study of the intestinal epithelium of the goldfish, *Carassius auratus*: its normal structure, the dynamics of cell replacement, and the changes induced by salts of cobalt and manganese. Quart. J. Microsc. Sci. 103: 93-110
- Weisel, G. F., 1962: Comparative study of the digestive tract of a sucker, *Catostomus catostomus*, and a predacious minnow, *Ptychocheilus oregonense*. Am. Midl. Nat. 68: 334-346
- Wieser, W., 1986: Die Ökophysiologie der Cyprinidenfauna österreichischer Gewässer. Ein Forschungsschwerpunkt des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung. Österr. Fisch. 36: 88-93
- Zihler, F., 1982: Gross morphology and configuration of digestive tracts of Cichlidae (Teleostei, Perciformes): Phylogenetic and functional significance. Neth. J. Zool. 32: 544-571

Anschrift der Verfasser:

Zoologisches Institut der Universität Salzburg, Hellbrunnerstraße 34, A-5020 Salzburg.

Vorstand: o. Univ.-Prof. Dr. H. Adam.

Fischereiwirtschaft und Fischereibiologie

Peter Wißmath, Ulrich Wunner, Ulrich Limburg

Ist die fischereiliche Bewirtschaftung von Baggerseen notwendig?

1. Zur biologischen Wertigkeit von Kiesweihern

Entgegen landläufiger, anderer Meinung vertreten wir die Auffassung, daß Kiesweiher nur eine beschränkte und vor allem zeitlich eng begrenzte »natürliche« Struktur aufweisen.

Sie sind in aller Regel mit natürlich entstandenen Wasserkörpern nicht zu vergleichen und verfügen im Gegensatz zu diesen nicht über die Fähigkeit, Lebenszyklen langfristig zu reproduzieren. Letztendlich ist ihr Schicksal, der rasche Anheimfall einer generalisierten Verödung infolge drastischer Eutrophierung, binnen weniger Jahrzehnte vorgegeben. Die älteren, abflußlosen Gewässer dieser Art, die ubiquitär vorhanden sind, legen hierüber ein beredtes Zeugnis ab:

Infolge massiver Eutrophierung und des sistierenden Wassertausches kommt es in der letzten Phase zu massiven, schlagartigen Sauerstoffzehrungen und dem gleichzeitigen, dauerhaften Erlöschen jeden höheren Lebens im gesamten Wasserkörper.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichs Fischerei](#)

Jahr/Year: 1988

Band/Volume: [41](#)

Autor(en)/Author(s): Junger Heidi, Kotrschal Kurt, Goldschmid Alfred

Artikel/Article: [Lagerung, relative Länge und Oberflächenstruktur der Schleimhaut des Darmes heimischer Karpfenfische \(Teleostei, Cyprinidae\) 102-111](#)