

JANUZE STARMACH

**Głowacze rzek karpackich. I. Rozród, rozwój embrionalny i larwalny u *Cottus poecilopus* Heckel — Koppen in den Karpathenflüssen. I. Vermehrung, embryonale und larvale Entwicklung bei *Cottus poecilopus* Heckel**

Mémoire présenté le 8 janvier 1961 dans la séance de la Commission Biologique de l'Académie Polonaise des Sciences, Cracovie

In polnischen Gewässern leben zwei Arten von Koppen: die weisflossige Koppe *Cottus gobio* Linné und die Buntflossenkoppe *Cottus poecilopus* Heckel. Die genaue Beschreibung der Merkmale und der Verteilung dieser Arten in den Gebieten mancher Karpathenflüsse wird der Gegenstand einer besonderen Veröffentlichung sein. In der vorliegenden Arbeit sind nur Angaben über das Laichen, die Entwicklung der befruchteten Eier und darauf der Larven der Buntflossenkoppe enthalten.

Die Buntflossenkoppe (*Cottus poecilopus* Heckel) ist ein für den oberen Lauf der reinen Gebirgsbäche mit überwiegend steinigem, weniger kiessandigem Boden, also für das Forellengebiet charakteristischer Fisch. Sie ist ein Grundfisch, besitzt keine Schwimmblase, ist also mit dem Körper auf dem Grund angepasst. Der Kopf ist massiv, oben abgeflacht, die die Augen umgebenden Knochen sind mit dem vorderen Rand des Flossendeckel zusammengewachsen, welche mit einem starken, nach oben gekrümmten Haken versehen sind. Die hoch eingesetzten und von unten durch den massiven Knochenpanzer geschützten Augen besitzen noch eine zusätzliche Sicherung in Gestalt der durch die Hornhaut erzeugten Voraugenschicht. Der Rachen ist stark bezahnt, nicht nur auf den Kiefern, sondern auch auf dem Vomer, was der Koppe den Larvenfang der auf dem Bachgrund lebenden Insekten erleichtert, die übrigens ihre Hauptnahrung bilden. Die Buntflossenkoppe ist ein Fisch von ruhigem, mehr phlegmatischen Charakter; wenn sie nicht aufgescheucht wird, bewegt sie sich langsam oder bleibt stundenlang regungslos. Wenn sie erschreckt wird, versucht sie erst den Feind durch das erweitern der Flossendeckel, das Öffnen des Rachens was an Gähnen erinnert, und durch Fächeln mit den riesengrossen Brustflossen zu

erschrecken. Wenn das nicht gelingt, flieht sie, flüchtet unter Steine, wobei ihr die grosse Fähigkeit der Änderung der Körperfarbe behilflich ist.

Über die Lebensweise, Fortpflanzung und Entwicklung des Laiches der Buntflossenkoppe gibt es in der ichtyologischen Literatur keine näheren Angaben. Heckel (1958) gibt in der Beschreibung dieser Art an, dass Grösse, Lebensweise und andere Merkmale mit der Art *Cottus gobio* übereinstimmen. Diese Ansicht wird seither in allen Lehrbüchern und ichtyologischen Arbeiten, von den ältesten, wie z. B. Siebold (1863) bis zu neuen, wie Staff (1950), Schindler (1953), Bauch (1955), Dyk (1956) wiederholt. Manche Autoren, wie Andersson (1898) und von den polnischen Rozwadowski (1900) betrachteten die Buntflossenkoppe einzig als eine Form der weissflossigen Koppe und interessierten sich deshalb nicht näher für ihre Biologie.

Alle bisher bekannten Beobachtungen die Biologie der Fortpflanzung betreffend beziehen sich auf die Art *Cottus gobio*. Diese Beobachtungen über das Laichen und besonders über das Behüten der in Nestern abgelegten Eier sind sehr alt, denn, wie Siebold (1863, s. 63) angibt, schrieb von ihnen schon Linnaeus, dass *Nidum in fundo format ovis incubat prius vitam deserturus quam nidum*. Eine ganze Reihe späterer Beobachtungen, z. B. Fraenkel (1913) Schreitmüller (1925) u. a. übergehend, die nicht allzu genau sind, gebührt es vor allem die Untersuchungen von Morris (1954) zu erwähnen, die besonders das Verhalten der Koppe in der Laichzeit und in der Periode des Hütens und Schlüpfens zum Inhalt haben.

Morris beobachtete in entsprechend eingerichteten Aquarien die Vorbereitungen der Stelle zum niederlegen des Laiches, das Werben und die Kämpfe der Männchen, und nachher das Verhalten der Männchen in der Zeit der Obhut des Laiches. Besondere Achtung widmete er den Fächerbewegungen der Brustflossen durch das Männchen, die den nötigen Wasserdurchfluss sicherten. Das schnelle Flossenfächeln beginnt 3 Tage nach der Befruchtung der Eier, erhält sich in den nächsten 10 Tagen ungefähr auf derselben Höhe und fällt etwas ab, wenn die Jungen anfangen zu schlüpfen. Jedoch nach dem Ausschlüpfen, wenn die jungen Larven auf dem Boden der Grube lagen, wurde das Flossenfächeln wieder stärker und hörte erst auf, wenn die Larven die Grube verliessen.

Die besonders an *Cottus poecilopus* unternommenen Beobachtungen während des Verhaltens in der Laichzeit und an der Entwicklung des Laiches, und dann an den Larven bis sie endgültig die Gestalt eines reifen Fisches erreichten, schienen mir interessant. Sie sollten zur näheren Kenntnis der Biologie dieser Art, die so allgemein in dem höheren Lauf der Karpathenflüsse auftritt, dienen.

## Material

Das Material für die Untersuchungen wurde im Bach Mszanka, einem Nebenfluss der Raba, in Mszana Dolna ungefähr 200 m unter der Mündung des Baches Porębianka gesammelt. Im April 1961 bei einer Durchschnittstemperatur des Wassers von 13,5 °C wurden 10 erwachsene Männchen und 10 erwachsene Weibchen gefangen und in Aquarien untergebracht. Diese Aquarien waren mit Steinen auf diese Weise ausgelegt, dass sie einzelne, abgeschiedene Höhlen bildeten. In fünf auf diese Weise eingerichteten Aquarien im Ausmasse von 30 × 50 cm wurden je zwei Paar der reifen Fische eingelassen und die Beobachtung ihres Verhaltens begonnen.

## Liebeswerben und Laichen

Die Buntflossenkoppen, die anfangs sehr scheu waren, wurden schon nach einigen Tagen zahm, hörten auf sich beim Anblick von Menschen, die sich den Aquarien näherten, zu verstecken und nahmen ruhig das Futter, das ihnen mit Pinzetten gereicht wurde. In den ersten Tagen verhielten sie sich gegeneinander ganz gleichgültig. Nach einigen Tagen machten sich Änderungen in der Körperfarbe und in dem Verhalten der Fische bemerkbar. Die Männchen wurden vom normalen braun dunkelgrau, und sogar blauschwarz. Die Haut auf den Flossen zuerst halbdurchsichtig wurde ganz undurchsichtig und nahm die Körperfarbe an (Taf. II A). Der helle Streifen auf der ersten Rückenflosse, der normal bei Männchen orangefarben ist, verwandelte sich in hellgelb (Taf. I A). Sie fingen an stille Höhlen unter Steinen auszusuchen und verwehrten anderen Männchen den Zugang, im Notfalle mit bitteren Kämpfen. In dieser Zeit sitzen die Weibchen nicht mehr gedeckt unter den Steinen wie bisher, sondern beginnen zu schwimmen und bewegen sich ständig von einem Ort zum andern. Nachdem die Männchen einige Tage in ihren Höhlen verbracht haben, beginnen sie ihre Vorbereitungen zum Laichgeschäft die in einer gründlichen Reinigung des Steines bestehen, welcher die erwählte kleine Höhle deckt. Ist diese Arbeit vollbracht bemühen sie sich die Weibchen zu locken, welche sie mit Hilfe charakteristischer Querbewegungen des Körpers in die vorbereiteten Höhlen einladen. Wenn die Weibchen auf die Einladung reagieren, gehen die Männchen rücklings in der Richtung ihres Schlupfwinkels, unausgesetzt tänzelnd, auf die langen, gestreiften Bauchflossen gestützt. Ihre Körperfarbe wird immer dunkler. Während ihrer Hochzeitfärbung haben die Weibchen eine ganze Mosaik von braunen, gelben und hellgrauen Farben (Taf. II) auf ihrem Körper, und deutlich gerundete Bäuchlein (Taf. I B). Sie bleiben am liebsten an dem Rand der von den

Männchen gewählten kleinen Höhlen. Die Höhlen betreten sie erst nach längeren Zeremonien, die manchmal einige Tage dauern; sie bestehen in dem Hinein- und Hinausgehen aus den kleinen Höhlen und vielmaligen Einladungen der Männchen, welche die Weibchen mit Kopf und Körper stossen, wobei sie sehr schnelle und energische Bewegungen ausführen, die sonst nirgends bei diesen ruhigen und phlegmatischen Fischen anzutreffen sind. In den Schlupfwinkeln drehen sich die Weibchen mit den Bäuchen nach oben und stark an die Unterseite des Steines gedrückt, verbleiben sie längere Zeit, manchmal mehrere Stunden regungslos. Die Männchen dagegen, bald auf der Seite neben den Weibchen liegend oder auch mit dem Bauch nach oben pressen sie an den Stein, indem sie sie mit dem Schwanz und mit dem ganzen Körper stossen. Nach kürzerer oder längerer Zeit, in welcher die Männchen ihre Bemühungen, welche den Zweck haben die Weibchen zum Ablegen der Eier anzuspornen, nicht unterbrechen legen die Weibchen endlich den Laich ab, indem sie fortgesetzt auf dem Rücken liegen mit dem Bauch an die Unterseite des Steines gepresst. Der Laich wird in einem starken Strahl herausgeworfen und gleichzeitig mit der Milch der Männchen begossen, in eine dichte Masse in Kugelform dicht an die Unterseite des Steines angeklebt. Nach dem Akt des Niederlegens des Laiches und der Befruchtung durch die Männchen bleiben die Weibchen noch ungefähr 20 Minuten regungslos, ohne die Lage zu ändern und schwer atmend. Nach dieser Zeit, durch die Männchen gedrängt, schieben sie sich unter dem Laich heraus und verlassen die kleine Höhle. Von dieser Zeit an wird die Fürsorge für den Laich von den Männchen übernommen, welche ihn unaufhörlich mit den riesigen Brustflossen fächeln (Taf. II A), wie auch mit der Rücken und Schwanzflosse. Von Zeit zu Zeit drehen sie sich zur Seite und reinigen mit Hilfe energischer Bewegungen der Brustflossen genau die Eier von dem Schlamm, der sich an den klebrigen Häutchen des Laiches ansammelt. Mit dem Anfangsmoment des Schlüpfens hören die Männchen auf sich für den Laich zu interessieren, verlassen ihre Höhlen und ziehen in andere.

Durchschnittstages Temperatur des Wassers in den Aquarien vor dem Laichen

6. IV. 1961	— 13,5 °C	15. IV. 1961	— 15,5 °C
7. IV.	13,5	16. IV.	15,5
8. IV.	14,0	17. IV.	16,0
9. IV.	13,0	18. IV.	16,0
10. IV.	13,5	19. IV.	15,5
11. IV.	14,0	20. IV.	15,5
12. IV.	13,5	21. IV.	15,7
13. IV.	14,5	22. IV.	15,9
14. IV.	15,0	23. IV.	15,8

Die Beobachtungen von Morris (1954) waren in Aquarien ausgeführt deren Boden mit Sand bedeckt war; darauf waren halbierte Blumentöpfe aufgelegt, welche die kleinen Höhlen unter den Steinen nachahmen sollten. Bei der Vorbereitung des Schlupwinkels gruben die Koppen den Sand unter den Blumentöpfen aus und trugen ihn im Rachen hinaus. Auf dieselbe Art entfernten sie kleine Kiessteinchen. Nach der Vorbereitung der Höhle und der Besichtigung des Dackes nahm das Männchen sie in ständigen Besitz. Es sass in dem eingerichteten Nest mit dem Kopf leicht nach aussen vorgeschoben und kontrollierte die nächste Umgebung, aus der er Eindringlinge verjagte. In der Hochzeitsperiode wuchs die Angriffslust der Männchen, sie bissen sogar Weibchen, die in dieser Zeit versuchten in die Nester zu gelangen. Die Weibchen flohen jedoch nicht vor den bissigen Männchen und gelangten schliesslich doch in den gewählten Schlupfwinkel; da rückten die Männchen zur Seite und machten ihnen Platz. Der Verfasser berichtet, dass er Fälle hatte, in welchen in Nest zwei Weibchen und ein Männchen waren sowohl als umgekehrt zwei Männchen und ein Weibchen. Die Eier wurden auf die Decke der Höhle gelegt, worauf die Weibchen abschwammen.

Bei der Buntflossenkoppe verhielt sich die Sache ein wenig anders. Man bemerkte nämlich, dass das Männchen, welche mehrere Weibchen zur Auswahl hatte, eine wählte und versuchte sie in die von ihm gewählte Grube zu locken, dagegen alle anderen, die versuchten dorthin zu gelangen, auf brutale Weise vertrieb und sogar verwundete. Es wurden auch niemals zwei Männchen in einem Nest beobachtet. Das ist übrigens kaum wahrscheinlich, da Männchen in dieser Periode miteinander sehr erbittert kämpfen, nicht nur in derselben Grube, sondern auch auf dem ganzen anliegenden Gebiet. Das Laichen und dessen weitere Schicksale beschreibt Morris nicht, denn seine Aufmerksamkeit war auf das Verhalten der Männchen während der Beaufsichtigung der Eier und auf das Zählen der Brustflossenbewegungen konzentriert. Die Koppen verhalten sich ähnlich jedoch meinen Beobachtungen nach interessieren sich die Männchen nicht für die Entwicklung und verlassen die Höhlen nach dem Auschlüpfen der Larven.

### Entwicklung der Embryos

Der Laich der Buntflossenkoppen ist gelblich-orangefarben, klebrig, Durchmesser 2,4 mm (1,9—2,5 mm), mit einer schwach durchsichtigen Haut bedeckt, unter welcher der Perivitallinenraum 0,2 mm beträgt. Das Weibchen legt durchschnittlich 450 bis 500 Eier. Die einzelnen Phasen der Embrionalentwicklung sind auf Zeichnungen und Aufnahmen (dargestellt (Abb. 1, 2, Taf. I—VI). Alle Aufnahmen stammen von leben-

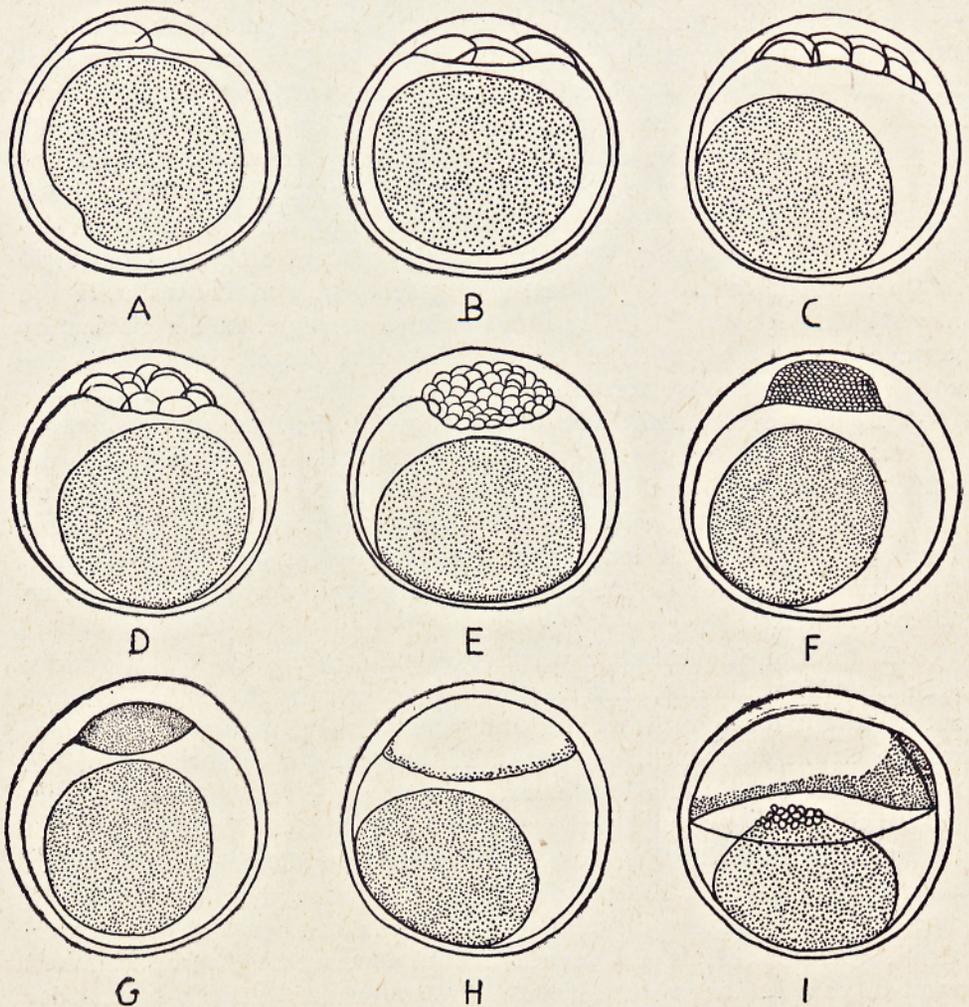


Abb. 1. Embryonale Entwicklung: A. Stadium der 2 Blastomeren (2 Stunden nach Befruchtung); B. Stadium der 4 Blastomeren (4 Stunden nach Befruchtung); C. Stadium der 8 Blastomeren (5 Stunden nach Befruchtung); D. Stadium der 16 Blastomeren (7 Stunden nach Befruchtung); E. Grosszellige Morula (12 Stunden nach Befruchtung); F. Kleinzellige Morula (17 Stunden nach Befruchtung); G. Blastula (1 Tag 2 Stunden nach Befruchtung); H. Frühe Gastrulation (2 Tage 6 Stunden nach Befruchtung); I. Weitere Gastrulationsstadium (2 Tage 12 Stunden nach Befruchtung).

dem Material, mit Hilfe des Kleinbildapparates Exacta Varex und einer mikrophotographischen Einrichtung ausgeführt.

Der Laich gehört zu dem oligoplasmatischen Typus und besitzt eine verhältnismässig kleine Keimscheibe, die am animalischen Pol des grossen Dotters angebracht ist. Tafel III B und Abbildung 1 A stellen das Stadium der 2 Blastomeren dar, welche an dem animalischen Pol

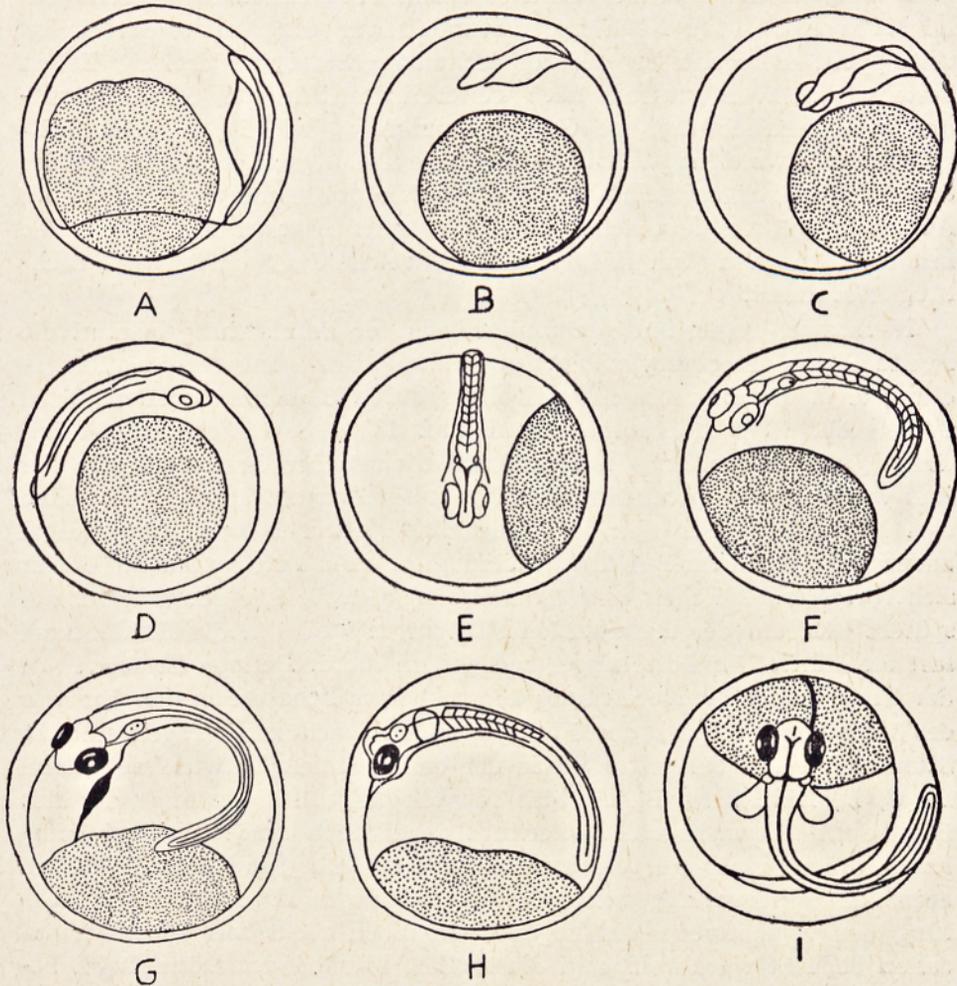


Abb. 2. Embryonale Entwicklung: A, B. Erster Körperumriss (2 Tage 16 Stunden nach Befruchtung); C. Bildung der Augen (3 Tage 6 Stunden nach Befruchtung); D. und E. Stadium der Bildung der *Chorda dorsalis* und der Myotomen (4 Tage 7 Stunden nach Befruchtung); F. Erste Schwanzbewegung des Embryos (8 Tage 4 Stunden nach Befruchtung); G. Embryo sofort nach Ausbildung des Pigments in den Augen (9 Tage nach Befruchtung); H. Embryo im weiteren Entwicklungsstadium (10 Tage 7 Stunden nach Befruchtung); I. Letztes Stadium vor dem Schlüpfen (11 Tage 20 Stunden nach Befruchtung)

zwei Stunden nach der Befruchtung erschienen sind. Aufnahme C auf derselben Tafel und Abbildung 1 B stellen den Laich nach 4-stündiger Entwicklung dar. In dieser Periode sind schon vier Blastomeren sichtbar. Weiter ist in der Aufnahme D (Taf. III) und Abbildung 1 G das Stadium von 8 Blastomeren sichtbar, welche 5 Stunden nach der Befruchtung erschienen waren. Nach sieben Stunden befanden sich auf

dem animalischen Pol des Laiches schon sechzehn Blastomeren (Tafel III E, Abb. 1 D). Nach neun Stunden war die Anzahl der Zellen verdoppelt, infolgedessen die Keimscheibe aus zweiunddreissig Zellen besteht (Taf. IV A), woraus nach weiteren drei Stunden, d. h. 12 Stunden nach Befruchtung, die Grosszellenmorule (Taf. IV B, Abb. 1 E) entsteht. Im weiteren Verlauf werden die Teilungszellen immer kleiner und bilden nach siebzehn Stunden die Kleinzellenmorule (Taf. IV C, Abb. 1 F) und wandeln sich nach Ablauf eines Tages und zwei Stunden in die Blastula um (Taf. IV D, Abb. 1 C), welche das Stadium der Fruchtung beschliesst.

Nach zwei Tagen und 6 Stunden nach der Befruchtung beginnt die zweite Phase der embryonalen Entwicklung, das frühe Gastrulationstadium, d. h. das Bewachsen des Dotters durch Blastodermazellen (Tafel IV E, Abb. 1 H). Aufnahme F auf Taf. IV, sowie Aufnahme A auf Taf. V, stellen der Reihe nach weitere Stadien der Gastrulation in der Zeit von 2 Tagen 8 Stunden und 30 Minuten sowie 2 Tagen 11 Stunden dar. Es ist in dieser Zeit, dass die Blastoderma  $\frac{1}{3}$  der Dotterkugel bedeckt. In Aufnahme A Taf. V sind gleichfalls Fetttropfen im Dotter sichtbar. Nach 2 Tagen und 12 Stunden (Taf. V B, Abb. 1 I) ist das spätere Stadium der Gastrulation sichtbar in welchem die Blastoderma fast die Hälfte der Dotterkugel bedeckt. In dieser Periode ist schon auf der Seite eine Zellenverdickung bemerkbar, welche die ersten Umriss des künftigen Körpers des Embryo bildet. Nach zwei Tagen und 16 Stunden beginnt die dritte Phase der embryonalen Entwicklung (Tafel IV C, D, Abb. 2 A, B). An der rechten Seite des Umfangs der mit Blastoderma bewachsenen Dotterkugel macht sich ein früher aber deutlicher Umriss eines Körpers bemerkbar 4 mm lang, mit dem Kopf dem animalen Dotterpol zugewandt, mit dem Schwanz dagegen in der Richtung des vegetativen Pols liegend, der noch nicht mit Blastodermazellen bedeckt war, welche in dieser Zeit erst  $\frac{3}{4}$  der Dotterkugel bedecken. Infolge der die Aussicht verdeckenden Masse des dunkeln Dotters, ist es leider nicht gelungen den oben erwähnten Entwicklungsmoment genügend deutlich auf der Aufnahme zu erfassen. Auf zwei obenerwähnten Aufnahmen, die dieses Stadium darstellen, ist der Embryo von der Seite gesehen (Taf. V D), aber der nicht bewachsene vegetative Pol des Dotters ist nicht sichtbar. Auf der zweiten Aufnahme dagegen, welche dieselbe Entwicklungsphase von der Seite des vegetativen Pols zeigt, ist sehr undeutlich auf der rechten Seite oben nur das Schwanzende des Embryos sichtbar (Taf. V C) und gleichzeitig die Tatsache, dass die Blastodermazellen das Dotter noch nicht gänzlich bedeckt haben. Im Laufe der weiteren embryonalen Entwicklung erscheinen nach drei Tagen und 6 Stunden Ansätze der Augen (Taf. V E, Abb. 2 C). Nach 4 Tagen und 7 Stunden nach der Befruchtung (Taf. V F, VI A, Abb. 2 D, E) besitzt der Embryo bereits ausgebildete Augen, Gehörbla-

sen, die Rückenchorde und 16 Myotomen. Aufnahme F auf Taf. V stellt den Kopf des Embryos und den oberen Teil des Rumpfes dar. Die Aufnahme A auf Taf. VI dagegen stellt den Rumpf des Embryos, den Schwanz, die Rückenchorde und Myotome dar.

Aufnahme B auf Taf. VI nach 5 Tagen und 15 Stunden der Entwicklung ausgeführt zeigt den Embryo, der den Schädelumriss aufweist.

Aufnahme C Taf. VI und Abb. 2 F stellt dagegen den Embryo im Alter von 8 Tagen und 4 Stunden nach Befruchtung dar, bei welchem die ersten einzelnen Bewegungen des von dem Dotter getrennten Schwanzes beobachtet wurden, noch sehr schwach aber rhythmisch wiederholt in Abständen von 60 bis 90 Sekunden. Auf Taf. VI B sehen wir den mit pigmentierten Augen versehenen Laich der Buntflossenkoppe 9 Tage nach Befruchtung, und auf Taf. VI E und Abb. 2 G den Embryo sofort nach Bildung des schwarzen Pigments in den Augen nach 155,8 Tagesgraden nach der Befruchtung. In dieser Zeit führen die Embryos sehr starke Bewegungen aus und drehen sich mit dem Dotter in der Eihülle. Das Herz schlägt stark und pumpt gut sichtbares rotes Blut in Blutgefäßen, die in den Wänden des Dottersackes ausgebreitet sind. Wenn man in diesem Stadium den Laich mit blossen Auge betrachtet, sind die schwarzen Punkte der Augen und die roten Blutflecke neben dem Kopf vollkommen sichtbar.

In einer weiteren Entwicklungsetappe nach 10 Tagen und 7 Stunden (Abb. 2 H) besitzt das Embryo schon ausgebildete Brustflossen senkrecht nach oben gerichtet, 36 Myotome, die vollständige 4,4 mm Kopflänge, 0,6 mm Augendiameter, 0,3 mm, Diameter der Ohrblasen 0,2 mm. Seine Bewegungen werden immer energischer. Taf. VI F und Abb. 2 I stellt den Embryo nach 11 Tagen und 20 Stunden der Entwicklung, das ist 24 Stunden vor dem Schlüpfen dar. Seine Länge in diesem Zeitraum beträgt schon 5,3 mm, Kopflänge 0,8 mm, Augendiameter 0,3 mm, Diameter der Ohrblase 0,3 mm. Der Körper besitzt 36 Myotome, führt sehr starke Bewegungsserien durchschnittlich alle 30 Sekunden aus, wo er in der Eihülle zusammen mit dem Dotter gedreht wird. Es ist dies das letzte Stadium der embryonalen Entwicklung.

Nach 24 Stunden von diesem Augenblick an, d. h. 12 Tage und 7 Stunden nach dem Laichen, beginnen die Embryos zu schlüpfen. Beobachtungen beim Schlüpfen selbst ergaben, dass die Eihülle längs des Rückens des Embryos aufreißt. Zuerst schiebt sich auf die Aussenseite der Hülle der sehr dünne und lange Schwanz, dann der Kopf und erst nach einigen oder mehr Minuten erscheint mit grosser Mühe der im Verhältniss zu dem schwachen Körper des Embryos riesige kugelförmige Eidotter. Die Embryos der Koppe die aus dem von dem zusammengeklebten Klumpen getrenntem Eiern schlüpfen, konnten manchmal mehrere Stunden lang den riesigen Dotter nicht aus der Hülle herausziehen. Embryos, die aus den zusammengeklebten Klumpen des

an die Steine anhängenden Laich schlüpften, fielen schneller aus den Eihüllen unter dem Einfluss eines Wasserstrahles oder der Bewegung der Brustflossen des Männchens, das den Laich bewachte und fächelte. Wie schon erwähnt, fand das erste Schlüpfen nach 12 Tagen und 7 Stunden statt, dauerte jedoch noch weitere 13 Stunden, d. h. dass erst nach 12 Tagen und 20 Stunden alle Embryos die Eihülle verlassen hatten. Der gesamte Zeitraum der embryonalen Entwicklung bis zum Schlüpfen des letzten Individuums in Tagesgraden gezählt dauerte 217,8 Tagesgrade.

In dieser Zeit, d. h. vom 23. IV. 1961 um zehn Uhr früh bis zum 6. V. 6 Uhr früh waren die durchschnittlichen Tagestemperaturen wie folgt:

23. IV. 1961 —	15,8 °C	30. IV. 1961 —	15,4 °C
24. IV.	16,0	1. V.	15,6
25. IV.	15,5	2. V.	15,0
26. IV.	15,7	3. V.	14,8
27. IV.	15,7	4. V.	15,4
28. IV.	15,4	5. V.	16,0
29. IV.	15,5	6. V.	16,0

Die Durchschnittstemperatur des Wassers für die ganze Entwicklungsperiode, das heisst für 12 Tage und 20 Stunden betrug 15,5 °C.

### Die larvale Entwicklung

Die larvale Entwicklung der Buntflossenkoppe in dem beobachteten Falle begann am 6. V. 1961 um 6 Uhr morgens, nachdem alle Embryos die Eihüllen verlassen hatten.

#### Erste larvale Periode

Die erste Periode der larvalen Entwicklung, d. h. die praelarvale Entwicklung dauerte von dem Schlüpfen bis zur gänzlichen Verdauung des Dottersackes, was nach neun Tagen vom Schlüpfen an gerechnet, eintrat.

Die Embryos, eigentlich schon Praelarven, liegen nach dem Verlassen der Eihülle auf dem Grunde, teils auf der Seite, teils in stehender Stellung, je nach dem Aufstellen im Dottersack einer runden, festen hellgelben, fast weissen und schweren Dottermasse, die auf den beiliegenden Aufnahmen in Gestalt eines grossen, undurchsichtigen schwarzen Fleckes und Fetttropfen erscheint.

Die Praelarven der Buntflossenkoppen haben gleich nach dem Schlüpfen (Abb. 3. A, Taf. VIII A) eine Länge von 6 mm. Sie sind sehr

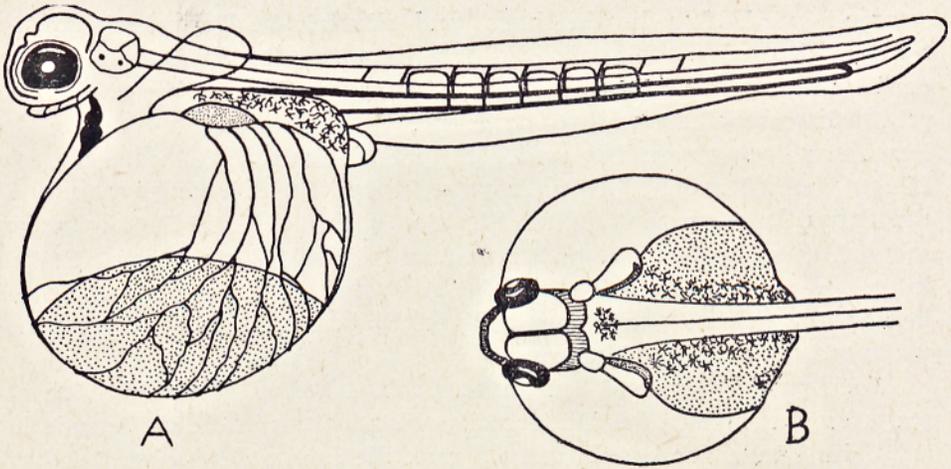


Abb. 3. A, B. Praelarve 10 Minuten nach dem Verlassen des Laiches, Totallänge 6,0 mm, Länge des Dottersäckchens 2,5 mm, Höhe des Dottersäckchens 2,4 mm.

ungeschickt, schleppen einen riesigen kegelförmigen Dotter hinter sich her (Länge des Dottersacks 2,5 mm Höhe 2,4 mm). Sie ziehen auf der Suche nach einem sicheren und schattigen Platz herum, indem sie mit Hilfe der schon entwickelten Brustflossen, die sie sehr schnell bewegen, und den Bewegungen des zarten, durchsichtigen Schwanzes schwimmen. Nachdem sie einen ihnen entsprechenden Schlupfwinkel gefunden haben, gewöhnlich in irgend einer kleiner Ritze zwischen Steinen, verbleiben sie dort regungslos und verraten keinerlei Lust zum Schwimmen. Die schlüpfenden Larven haben Pigment am Rücken, zwischen den Ansetzen der Brustflossen und auf dem Rumpf oberhalb des Dottersackes (Taf. VII B, Abb. 3 B). In dem mittleren Teil des Rumpfes über dem Dottersack haben sie die gut sichtbare Leber (Taf. VIII C), ein entwickeltes Gefäßsystem auf dem Dottersack. Der Kopf der Praelarven ist in Moment des Verlassens der Eihülle nicht mehr an die Frontwand des Dottersackes angewachsen (Abb. 1 A).

Sechs Stunden nach dem Schlüpfen beginnen sie schon den ausgebildeten Unterkiefer rhythmisch zu bewegen (Taf. VII D). Die Aufnahmen E und F auf Taf. VII stellen die linke und rechte Seite des Dottersacks derselben Praelarve dar im Alter von 1 Tag und acht Stunden. Auf diesen Aufnahmen ist das Netz der Blutgefäße des Dotteratmungssystems sichtbar. Aufnahme E illustriert die linke Seite des Säckchens mit der sichtbarer Leber und dem durch die Leberader (*Vena hepatica*) gebildeten Gefäßnetz, durch welches das Blut von oben nach unten fließt und dann auf die rechte Seite des Säckchens übergeht, wo es von der auf Aufnahme F sichtbaren Schlagader (*A vitellina*) ge-

sammelt wird. Der beschriebene und illustrierte Dotterkreislauf ist nach Křižanovsky (1943) für die Familie *Cottidae* charakteristisch. Es erhält sich bis zur Ausbildung der Kiemen, welche bei diesen Fischen sehr früh erscheinen. Aufnahme A auf Taf. VII zeigt die Umrisse der Praelarve nach einem Tag und 8 Stunden Entwicklung. Sie hatte eine Länge von 6,6 mm, 10 Körpermyotome, und 26 Schwanzmyotome. In der Brustflosse waren sieben Strahlen sichtbar. Der Dottersack ist schon etwas kleiner (Länge 2,3 mm und Höhe 2,0 mm), aus der fast kugeligem Gestalt ist eine elipsoidal geworden. Die Praelarven verbleiben weiter in den entdeckten ruhigen Plätzen und bewegen sich nur wenn sie aufgeschreckt werden.

Nach zwei Tagen und 9 Stunden (Abb. 4 Taf. VIII B) lässt sich ein weiteres Vermindern des Dottersackes beobachten; in dieser Periode beträgt die Länge der Praelarven 7,0 mm, die Länge des Dottersäckchens dagegen 2,2 mm, die Höhe 1,0 mm. Auf dem Kopf der Praelarven (Taf. VIII C) die in dieser Periode 1,6 mm Länge d. h. 22,8% der Gesamtlänge beträgt, sowie auf der unteren Kante des Schwanzteiles erscheinenden Melanophoren. Die Praelarven bewegen rhythmisch die Kiefer, die von dem Oberkieferknochen von 0,6 mm Länge umrahmt sind und den immer stärkeren Unterkiefer, und in kurzen Intervallen führen sie

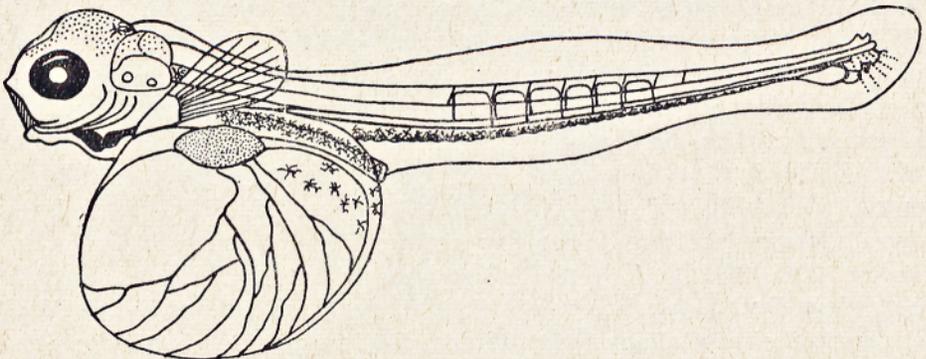


Abb. 4. Praelarve 2 Tage 9 Stunden nach dem Schlüpfen; Totallänge 7,0 mm, Länge des Dottersäckchens 2,2 mm, Höhe 1,8 mm, in der Brustflosse 8 Strahlen.

eine Bewegung aus, die man bei erwachsenen Koppen bemerkt und die an Gähnen erinnert. Das Herz horizontal gleich hinter dem Kopf gelegen pulsiert energisch. Es erscheinen die ersten Kiemengefäße im Schwanz der Praelarven (Taf. VIII D) an dem äussersten Ende der Rückenchorde, an der Stelle wo die Schlagader (*Arteria caudalis*) nach unten gebogen in die Schwanzader übergeht (*Vena caudalis profunda*); es entsteht eine Schleife von Blutgefäßen mit zahlreichen sehr dünnen Verästelungen, längs welcher einzelne Blutkörper sich zu den Stellen

bewegen, wo in dieser Periode die ersten Umriss der zukünftigen fünf Strahlen der Schwanzflossen entstehen. Die embryonale Flosse, anfangs undifferenziert, nimmt die Form der künftigen ungeraden Flossen an.

Auf Taf. VIII E ist die Praelarve im Alter von 3 Tagen dargestellt. Das Dottersäckchen ändert sein Aussehen und zwar wurde aus einem eiförmigen ein stark nach hinten verengtes, und im unteren Teil abgeflachtes. Aufnahme A Taf. IX stellt den Kopf des Embryos im Alter von 3 Tagen dar in der Zeit wo die ersten Kiemenblätter bemerkt wurden.

Abb. 5 stellt eine Praelarve im Alter von 3 Tagen und 20 Stunden nach dem Schlüpfen dar. In dieser Zeit erreichten die Praelarven die Länge 8,3 mm. Auf dem Kopf des Darmteiles und an der niederen

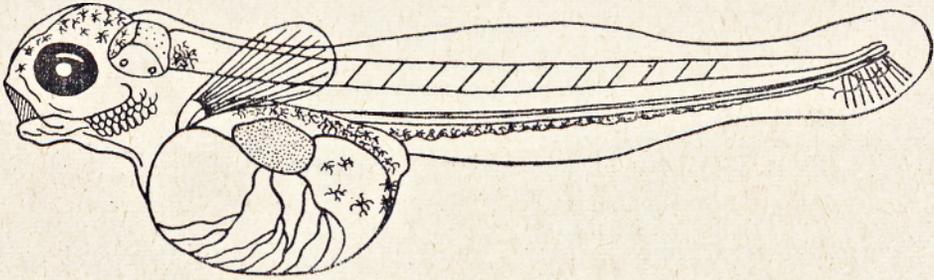


Abb. 5. Praelarve 3 Tage und 20 Stunden nach dem Schlüpfen; Totallänge 8,3 mm, Länge des Dottersäckchens 2,0 mm, Höhe 1,3 mm; besitzt 10 Strahlen in der Brustflosse und 10 in der Schwanzflosse.

Kante des Schwanzteiles und in dem oberen Teil des Dottersäckchens vermehrte sich die Zahl der Melanophoren. Auf dem Kopfe (Taf. IX B) verwandelten sich kleine Punkte der Pigmentzellen in verzweigte sternähnliche Chromatophoren. Es wurde gleichfalls eine Gruppe sternartiger Melanophoren auf der Hörblase und dahinter Rückenteil des Rumpfes bemerkt. Es erschienen die ersten Kiemenblätter mit einem Wasserstrom gespült der mit rhythmischen Bewegungen des Mauls entnommen wurde. Die Anzahl der Strahlen in der Brust- und Schwanzflosse ist gestiegen; es sind ihrer je 10. Das Dottersäckchen wurde viel kleiner und aus einem ovalen und dann stark nach hinten verschmälerten, wurde ein nierenförmiges (Taf. IX C). In seinem oberen Teil, als wäre er nach unten eingefallen, ist die Leber sichtbar. Von Zeit zu Zeit rafften sich die Praelarven vom Grund auf und schwimmen unter der Wasseroberfläche mit dem Kopf in der Höhe, stehend mit dem nach vor geschobenen Dottersäckchen, mit den Brustflossen energisch fuchtelnd, wobei sie sich mit dem Schwanz helfen. Nach einigen Sekunden werden sie regungslos und fallen langsam auf den Grund in horizontaler Lage. Sie

sammeln sich an gewählten Stellen auf dem Aquariumboden und bilden dort geschlossene Gruppen. In einem Moment, wenn eine von ihnen sich bewegt, rückt die ganze aufgeschreckte Gruppe um einige cm weiter und ballt sich wieder in eine enge Masse zusammen, wo oft ein Fisch auf dem andern sitzt. Sie sind sehr empfindlich gegen Licht; werden sie beleuchtet, fliehen sie sofort in verdunkelte Plätze.

Nach 5 Tagen und 2 Stunden (Abb. 6, Taf. IX D) beträgt die Länge der Praelarven 8,6 mm, das Dottersäckchen nimmt jetzt Birnenform an.

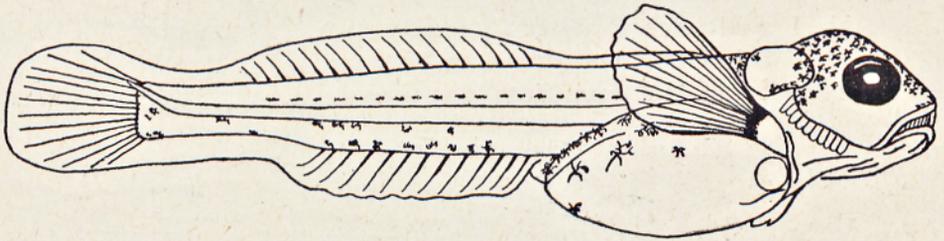


Abb. 6. Praelarve 5 Tage 2 Stunden nach dem Schlüpfen; Totallänge 8,6 mm; besitzt 17 Strahlen in der zweiten Rückenflosse, 13 in der analen, 14 in der Brustflosse, 15 in der Schwanzflosse und ausgebildete Bauchflossen.

Die schwarzen Pigmentmuster auf dem Kopf, dem Dotter und dem Rumpf der Praelarve werden intensiver und grösser. Die Kiemenblätter werden teilweise verdeckt, so dass nur der letzte von ihnen unter dem wachsendem Kiemendeckel noch sichtbar ist. In der zweiten Rückenflosse bilden sich 17 Strahlen, in der Analflosse dagegen 13. In der Brustflosse befindet sich schon die volle Strahlenszahl, die der Anzahl des erwachsenen Individuums entspricht, nämlich 14. In der Schwanzflosse vermehrt sich die Strahlenszahl bis 13 (Taf. IX E). Es erscheinen Bauchflossen, noch ohne Strahlen. Ihre Länge beträgt 0,5 mm. Die Praelarven bewegen sich immer flinker, bleiben jedoch lieber auf dem Grund zwischen den Steinen versteckt. Wenn man das Verhalten der Praelarven und das Benehmen erwachsener Individuen der Buntflossenkoppe beobachtet, bemerkt man dieselben Arten der Reaktion auf äussere Faktoren. Es sind dies Fische die schon seit früher Jugend dem Leben auf dem Grunde abgepasst sind.

Taf. IX F illustriert die Rückenseite des vorderen Teiles der Praelarve nach 6 Entwicklungstagen, die Aufnahme A Taf. X dagegen den Schwanzteil. Man sieht das teilweise Schwinden des embryonalen Teiles, und dadurch die immer deutlicher hervortretende Gestaltung der Flossen: der zweiten Rückenflosse, der analen und der Schwanzflosse. Aufnahme B auf Taf. X zeigt die weitere Zunahme der Pigmentmenge, die besonders stark den Kopf, die Seitenwände des Rumpfes wo die Pigmentmuster in verschiedener Art Sterne bilden, bedeckt.

Nach 7 Tagen wurde der Umriss der ersten Rückenflosse bemerkt (Taf. X C), die 8 Strahlen besitzt. In dieser Zeit beträgt die Länge des Praelarvenkörpers 9,3 mm, die Länge der ersten Rückenflosse 1,4 mm, die Höhe 0,2 mm.

Das Dottersäckchen ist im hohen Grad resorbiert, seine Länge beträgt 0,6 mm und die Höhe 0,4 d. h. 6,4 und 4,3% der Totallänge, als sie gleich nach dem Schlüpfen 41,7 und 40,0% betrug. Es ist das Schlussstadium der praelarvalen Periode, welche endgültig nach 9 Tagen der Entwicklung nach dem Schlüpfen gerechnet wird. In dieser Zeit erreichte die Praelarve die Totallänge von 10,4 mm (Abb. 7), verdaute den

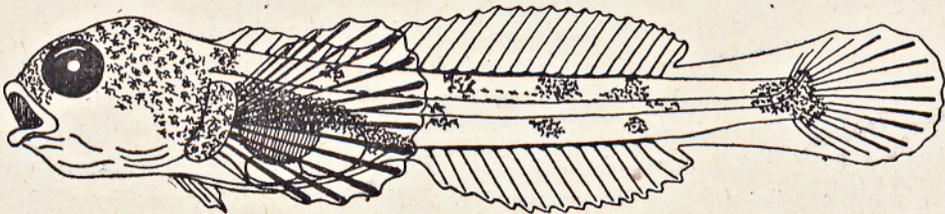


Abb. 7. Praelarve in der letzten Phase der praelarvalen Entwicklung 9 Tage nach dem Schlüpfen; Totallänge 10,4 mm das Dottersäckchen resorbiert; 8 Strahlen in der ersten Rückenflosse, 18 in der zweiten Rückenflosse, 15 in der analen, 14 in der ersten Brustflosse, 3 in der Bauchflosse und 16 in der Schwanzflosse.

ganzen besessenen Vorrat an Dotter und begann eine neue Entwicklungsstufe. Die Abbildungen 7, 8, Tafeln D und E stellen die Praelarve in der letzten Etappe der praelarvalen Entwicklung dar. Das gelbe Säckchen ist verschwunden, auf dem Rücken und in dem Schwanzteil begann das Pigment sich in Flecke zu verteilen, die durch ihre Verteilung den Pigmentflecken des erwachsenen Fisches entsprechen. Die Larve besass 8 Strahlen in der ersten Rückenflosse, 18 in der zweiten, 15 in der Analflosse, 14 in der Brustflosse, 3 Strahlen in der Bauchflosse (Taf. X F) und 16 in der Schwanzflosse. 10. mittlere Strahlen der Schwanzflosse besitzt 3 deutliche Glieder (Taf. XI A). Die Flossenfalte verschwindet nach und nach, dadurch erhält die erste Rückenflosse und die Analflosse schon eher eine definitive Form.

#### Zweite Larvalperiode

Die zweite Larvalperiode dauert von der Beendigung der Resorption des Dottersäckchens und dadurch vom Übergang auf exogene Kost, bis zum gänzlichen Formen aller Organe des jungen Fisches.

Nach der Verdauung des Dottersäckchens beginnen die Larven sich für die ihnen gereichte Kost zu interessieren, vorläufig jedoch genießen sie diese nicht. Erst nach einem Tag seit der Verdauung des Dottersäckchens, d. h. 10 Tage nach dem Schlüpfen, beginnen sie selbständig

zwischen den Algen, mit denen die Steine im Aquarium bewachsen sind, Nahrung zu suchen. Seit dieser Zeit wurden in das Aquarium in dem sich die Larven befanden dreimal täglich ziemlich reichliche Mengen von Chironomidenlarven gegeben. Da der Verbrauch gross war und auch die Schwierigkeiten mit dem Fang entsprechender Mengen lebender Larven versuchte man die Fische teilweise mit trockenem Proviant und Hühnereigelb zu füttern. Es wurde festgestellt, dass die letztere Kost nicht verbraucht wurde. Die Koppenlarven interessierten sich nur für lebendiges, sich bewegendes Futter. Nach dem Einfangen der Beute flohen sie in einen stillen Winkel und zogen langsam die Larve in den Magen ein. Um manchmal eine längere Larve als sie selbst zu verzehren, mussten sie sich recht abplagen und mit ihr einen Kampf ausfechten. Trotzdem siegte in 90% die gefräßige Koppenlarve.

In dieser Periode betrug ihre Länge 10,5 mm. Taf. XI B stellt den Kopf, besonders das Larvenauge und das Ende des Oberkiefers dar. Die erste Rückenflosse wird aus einer flachen zu einer gewölbten und nimmt so die richtige Form an. Ihre Höhe beträgt 0,3 mm (Taf. XI C). Die Brustflossen sind 2,4 mm lang, die Bauchflossen 0,8 mm lang. Die Schwanzflosse besitzt 15 Strahlen, jede mit 4 Gliedern (Taf. XI D).

Nach weiteren 5 Tagen d. h. nach 15 Entwicklungstagen, werden die Larven immer mehr aggressiv. Sie überfallen kleinere und schwächere Gefährten und entreissen ihnen das gefangene Futter. Sie werden immer scheuer und reagieren auf eine Handbewegung längs der Aquariumwände. Ihre Länge beträgt 10,9 mm.

Nach 20 Tagen sind die Umriss der Larven den erwachsenen Fischen ganz ähnlich. In der Schwanzflosse haben sie 21 einzelne Strahlen und eine fast gänzlich reduzierte Embryonalflosse (Taf. XI F). Sie liegen auf dem Grund und stützen sich auf ausgestreckte Bauchflossen, die schon die volle Zahl von vier Strahlen besitzen (Taf. XI F). Der erste innere Strahl (auf der Aufnahme der erste rechts) ist um die Hälfte kürzer als der nächste (ein Merkmal der Art *Cottus poecilopus*) und der letzte äussere Strahl ist mit dem vorhergehenden zusammengewachsen. In dem Rachen sind zahlreiche, kleine Zähne sichtbar, die das Fangen der Nahrung erleichtern (Taf. XII A). In der weiteren Entwicklung, nach 25 Tagen, wächst die Menge des Pigments. Die Larvenlänge erreicht 14,3 mm.

Im Alter von 33 Tagen sind die Larven gänzlich gefärbt, so wie erwachsene Fische. Die Embryonalflosse ist verschwunden. Die Larvenlänge betrug 17,0 mm. Von erwachsenen Fischen unterscheiden sie sich nur durch das Einstellen der Augen, welche noch an den Seiten des Kopfes angebracht waren (Taf. XII B); erst nach 55 Tagen wurde die Larvenstirn schmaler und die Augen verschoben sich von den Seiten des Kopfes auf ihren oberen Teil (Taf. XII C). In dieser Zeit erreichten die Fische die gänzliche Länge von 24,0 mm.

## Dritte juvenale Periode

Taf. XII D stellt die jugendliche Form der Buntflossenkoppe dar, von oben gesehen mit dem charakteristischen grossen breiten Kopf, schmalen Rumpf und riesigen Brustflossen von einer Länge 4,9 mm 20,4% der Körperlänge. Auf der Tafel XII E ist derselbe kleine Fisch von der Seite gesehen mit ähnlichen ausgebildeten und in ein Farbmosaik von braun und grau unterscheidet er sich gar nicht von einem erwachsenen Fisch. In dem Schwanz schwindet ein Teil der Strahlen, oder wächst zusammen, so dass ihre Anzahl zu der mittleren Menge dieser Strahlen in der Schwanzflosse eines erwachsenen Fisches vermindert ist, nämlich auf 14.

Nach der Ausbildung der jugendlichen Form wurde die Beobachtung der Entwicklung der Larven der Buntflossenkoppe abgeschlossen. Die Entwicklung dauerte vom Schlüpfen bis zum Erhalten der endgültigen Gestalt des jungen Fisches, 55 Tage und zusammen mit der embryonalen Entwicklung von der Befruchtung angefangen 57 Tage.

In der Zeit der praelarvalen und larvalen Entwicklung wurden folgende mittlere Wassertemperaturen gemessen:

6. V. 1961 — 16,0 °C	25. V. 1961 — 17,2 °C	13. VI. 1961 — 18,2 °C
7. 16,4	26. 17,6	14. 18,4
8. 15,8	27. 18,1	15. 18,4
9. 15,4	28. 18,0	16. 19,1
10. 14,0	29. 18,5	17. 18,8
11. 14,0	30. 18,1	18. 18,5
12. 13,5	31. 18,0	19. 18,5
13. 12,0	1. VI. 1961 — 17,0 °C	20. 18,0
14. 13,8	2. 18,0	21. 18,3
15. 14,2	3. 19,5	22. 18,0
16. 13,3	4. 19,2	23. 18,8
17. 13,5	5. 18,2	24. 19,0
18. 13,5	6. 18,5	25. 20,1
19. 13,5	7. 18,0	26. 19,4
20. 15,2	8. 18,7	27. 19,0
21. 16,1	9. 17,5	28. 19,0
22. 15,3	10. 18,0	29. 18,9
23. 15,6	11. 17,5	30. 19,0
24. 16,0	12. 16,5	

Die Ausmasse der Larven notiert in der Zeit vom Schlüpfen bis zum Erhalten der endgültigen Gestalt sind in Tabelle zusammengestellt. Die frisch geschlüpfen Larven hatten durchschnittlich 6 mm Länge; die Beobachtungen wurden abgeschlossen als sie 24 mm Länge erreichten. Die Körperausmasse änderten sich in dieser Zeit im allgemeinen stufenweise und proportional.

Der Kopf wächst von 18,2% bis 25% im Verhältnis zur Körperlänge. Die Länge der Brustflossen wächst von 13,3 bis 20,4%. Die Länge der

Bauchflossen, die sich erst bei einer Larvenlänge von 8,6 mm entwickelt, wächst von 5,8 bis 12,5%. Die grösste Körperhöhe wächst von 11,6% bis 16,7%, die kleinste Körperhöhe von 3,3% bis 6,2%.

Es ist auch interessant dass die Ausmasse der praeanal und postanalen Entfernungen sich sehr unmerklich ändern. Die erste, sofort nach dem Schlüpfen gemessen, betrug 40% der ganzen Körperlänge, und bei Larven, die bis 24 mm gewachsen waren, 40,8% der Körperlänge. Die zweite änderte sich gleichfalls unmerklich, nämlich von 60% zu 59% in dem letzten beobachteten Wuchsstadium. Es ist natürlich dass in den einzelnen Wachstumsstadien verschiedene Zahlen erzielt werden, was daher stammt, dass fortwährend neue Individuen gemessen werden, welche, trotzdem sie aus demselben Wurf stammen, doch verschieden schnell wachsen.

Der Augendiameter vermindert sich im Verhältnis zur Kopflänge von 36,0% zu 25,0%.

Bedeutenden Änderungen unterliegt die Anzahl der Strahlen in der Schwanzflosse. Bei einer Larvenlänge von 8,3 mm waren es durchschnittlich 10, dann wuchs die Zahl auf 21, um endlich auf 14 reduziert zu werden, was auch bei erwachsenen Fischen vorkommt. Es schwinden oder wachsen vor allem die äusseren, kurzen Strahlen in der Schwanzflosse zusammen.

Die Anzahl der Körpermyotome vom Schlüpfen bis zur Länge von 8,6 mm ändert sich nicht. In späteren Stadien werden sie schon unsichtbar.

### Ökologische Charakteristik der Laich- und Larvenentwicklung

Der Laich der Buntflossenkoppe hat eine starke Haut und einen verhältnismässig kleinen Perivitellinraum. Sofort nach der Befruchtung haften die Eier fest aneinander und kleben stark an den Steinen, so dass sie einen unregelmässigen, mehrschichtigen Klumpen bilden und wie an einer Zimmerdecke hängen, eine Wasserfläche unter sich. Der Dotter ist in allen Eiern mit dem vegetativen Pol nach unten gerichtet. Es besitzt in dem unteren Teil eine Art dichter, geschlossener Masse von intensiv gelber Farbe, wodurch es deutlich von dem Rest des Eies, der durchsichtig ist, absticht. Das ist in Aufnahme A Tafel III sichtbar. Die Furchung fängt anfangs an der Oberseite des Eies statt doch der im Formen begriffene Embryo schiebt sich langsam nach unten, so dass er in der Periode, wenn die Körperorgane geformt werden, besonders wenn Bewegungen des Embryos beginnen, mit dem Kopf nach unten gerichtet ist. Diese Verlagerung ist vor allem durch die Anordnung der Fetttropfen im Dotter bedingt. Der Embryo in der unteren Hälfte der an den Steinen hängenden Eier gelegen, hat auf diese Weise vielleicht einen besonderen Aus-

tausch der Stoffe zwischen Wasser und Ei gesichert. Es ist bekannt, dass mit der Entwicklung des Embryos die Eihülle sich verdünnt und mehr durchlässig wird. Die Fetttropfen, die anfangs unsichtbar oder sehr klein sind, fliessen mit der Entwicklung des Embryos zusammen.

Ähnliche Verhältnisse beobachtete Smoljanov (1937) in Embryos der Arten *Stenodon* und *Coregonus* (*Salmonidae*) und Szubińska-Kilarska (1959) bei Lachsen, Regenbogenforellen und kleinen Maränen.

Das Schlüpfen geht verhältnismässig spät vor sich bei bedeutend vorgeschrittener Entwicklung des Embryos.

Das sich früh entwickelnde Netz der Blutgefässe auf dem Dotter sichert ein genügendes Niveau- des Sauerstoffaustausches in der Zeit da der Embryo noch mit der Eihülle geschützt ist, die immer im gewissen Grade den Zutritt des Sauerstoffs aus der Umgebung in den perivitalen Raum verhindern. Blut mit roten Blutkörperchen erscheint ungefähr in der Hälfte der Embryonalentwicklung, d. h. nach 6 bis 7 Tagen. Nach der Pigmentbildung in den Augen am 8—9 Tag nach der Befruchtung sind auch schon starke Herzbewegungen sowie dichtes Netz von Gefässen, das an der Oberfläche des Eidotters ausgebreitet ist. Bewegungen, besonders des Schwanzes verursachen ein häufiges Umdrehen des ganzen Embryos in der Eihülle, die gewiss auch eine grosse Bedeutung für das Atmen besitzen. Gleichzeitig wächst die Durchlässigkeit der Eihülle für den Sauerstoff infolge des Anätzens durch das Ferment Hyaluronidase, welche — wie manche Sovietautoren angeben — Zotin 1956, Smoljanov (1957) und Popov und Zotin (1961) in den Perivitalinraum schon seit der Zeit ausgeschieden wird, wenn der Dotterblutkreislauf beginnt.

Die geschlüpften Larven haben ein gut entwickeltes Blutgefässnetz auf dem Dottersack. Sechs Stunden nach dem Schlüpfen beginnen die Bewegungen des Unterkiefers, nach zwei Tagen waren schon entwickelte Kiemengefässe sichtbar, obwohl die Kiemenblätter selbst erst nach drei Tagen deutlich sichtbar wurden. Die kurz nach dem Schlüpfen im Schwanz gebildete Blutgefässschleife wird gewissermassen ein zusätzliches Atmungsorgan. Die Kiemen waren jedoch erst nach 5 Tagen ausgebildet und erhielten am sechsten Tag einen gänzlich entwickelten Kiemendeckel. Trotzdem ist anzunehmen dass Kiemenatmen schon dann begonnen hatte, als die Kiemengefässe erschienen und das Herz die wagrechte Lage im Verhältniss zum Rumpf annahm (Abb. 2). In der zweiten Larvalperiode d. h. nach der beendeten Resorption des Dottersackes, sind die larvalen Atmungsorgane geschwunden.

Das reichlich entwickelte Gefässnetz im Schwanz (Taf. VIII) und die verhältnismässig frühe Entwicklung der Kiemen bilden eine angepasste Einrichtung, welche den ständig am Grund liegenden Larven, die nie versuchen zur Wasseroberfläche zu schwimmen die Deckung des Sauer-

stoffbedürfnisses sichert. An dem Boden ist sogar in schnell fließenden Bächen die Sauerstoffmenge in der Regel kleiner als im vollen Strom.

Die schlüpfenden Larven sind lichtscheu und trachten sich vor dem Licht zu verbergen. Sie bewegen sich ungeschickt mit Hilfe von Flossen und zuckenden Schwanzbewegungen und trachten sich zwischen Steinen zu verstecken. Manchmal scharen sie sich in kleine Gruppen zusammen. Das bereits in der Eihülle auf dem Rücken und an den Seiten des Körpers entwickelte Pigment hilft beim Maskieren. Mit der fortschreitenden Entwicklung bewegen sich die Larven freier, aber verstecken sich weiter unter Steinen. An dem Futter interessieren sie sich erst nach der Verdauung des Dottersäckchens. Sie haben kein Interesse an totem Futter, z. B. an Hühnereigelb, die sehr gerne von Forellen gefressen werden, versuchen dagegen lebendiges sich bewegendes Futter zu erlangen. Sie werfen sich blitzschnell auf kleine Tendipedidenlarven und verstecken sich mit der Beute in einen Schlupfwinkel. Sie verhalten sich also von Anfang an wie erwachsene Fische, welche mit einem Sprung die Beute erhaschen und damit sofort nach der Seite abspringen.

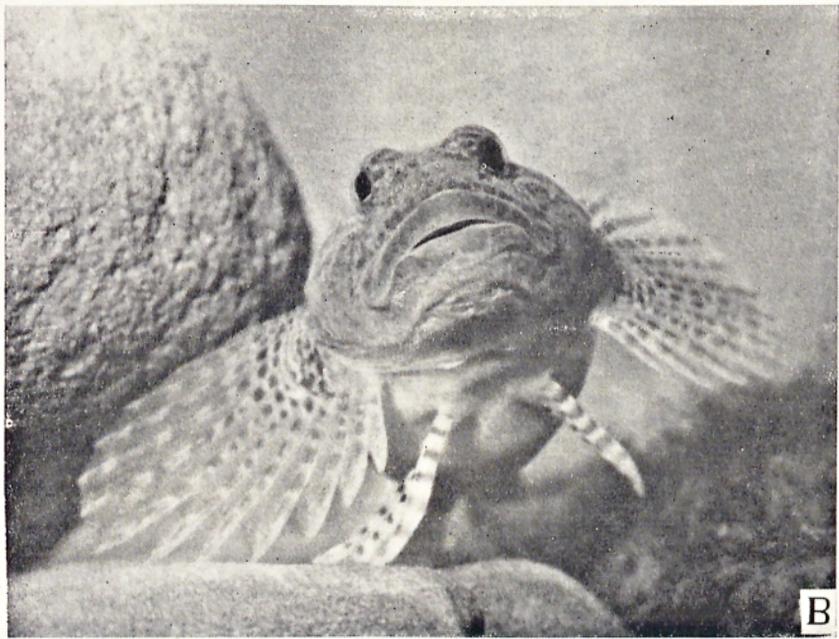
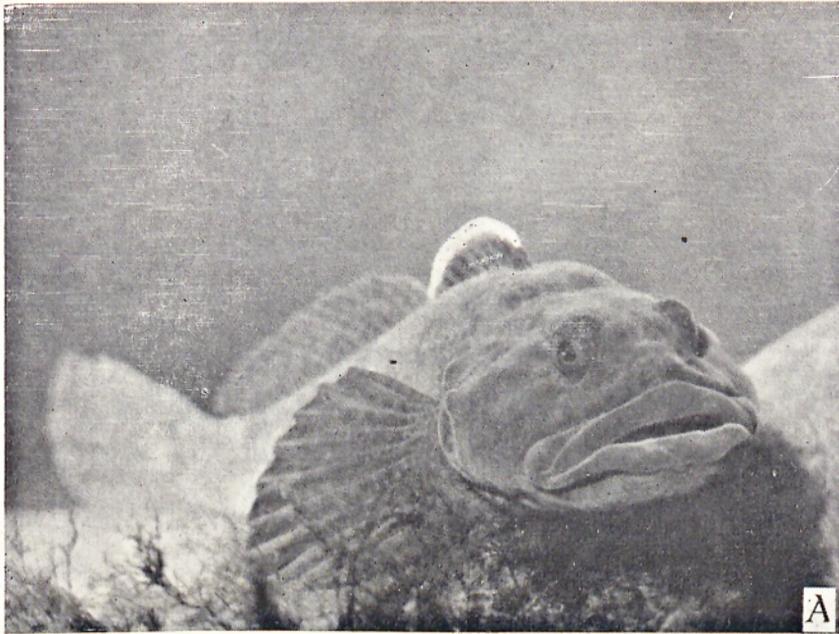
Die Larven sind also den Bedingungen des Bachlebens gut angepasst. Sie entwickeln früh definitive Atmungsorgane, besitzen Schutzfarben und verstehen es sich zu verbergen, und gewinnen das Futter auf bestimmte Art (durch einen plötzlichen Sprung und sichern das Verstecken nach Erlangung der Beute).

Die Koppen gehören zu litophilen Fischen. Im Sinne der Einteilung von Križanovsky (1949). Zu diesen Fischen gehören neben den Koppen auch Forellen, Aeschen und manche Karpfenartige. Die letzteren teilt Križanovsky in zwei Gruppen *Barbini* und *Leuciscini*. Die ersteren gelangen in der Laichzeit, auch in die Forellenregion d. h. in Bäche und den Oberlauf der Flüsse, die zweiten halten sich an die Barbenregion und den niederen Flusslauf.

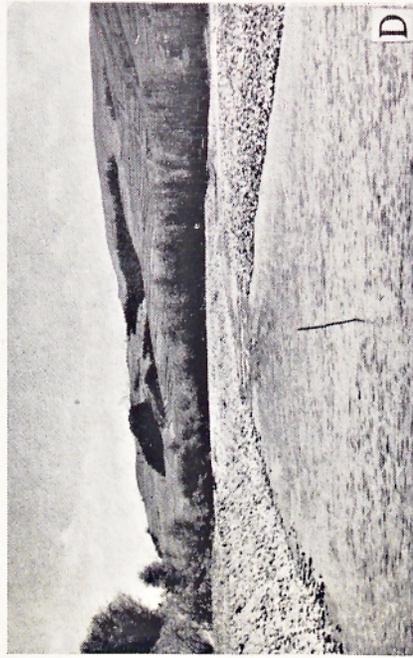
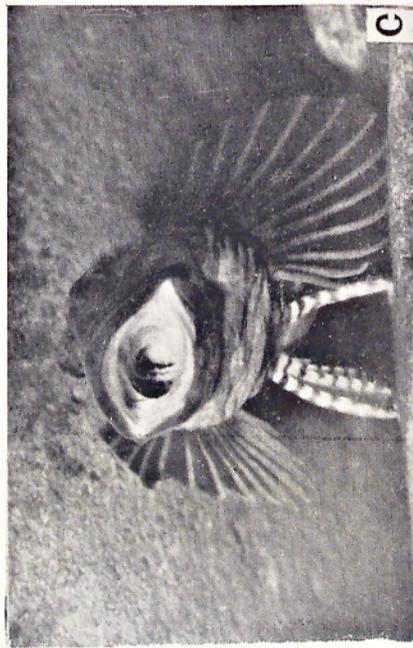
Die Entwicklung der Forellen und Aeschen, obwohl sie von der künstlichen Aufzucht in Brusanstalten, sehr bekannt ist, wurde nicht genau vom ökologischen Standpunkt untersucht d. h. unter dem Winkel der Besonderheit der Anpassung an die natürliche Umwelt. Ein vorzügliches Beispiel solcher Untersuchungen bildet z. B. die Arbeit Dislers (1957) gewidmet der Entwicklung der Art *Oncorhynchus keta* (Wahlb.) aus dem Fluss Amur. Untersucht wurden auch verschiedene Arten von Salmoniden aus Seen (z. B. *Stenodus* und *Coregonus*, Smoljanov l. c.). Eine Reihe von Bemerkungen über die Entwicklung der Koppen im Bajkalsee gab Taliev (1955). Wenn man die Entwicklung der Buntflossenkoppe einerseits mit der Entwicklung der Salmoniden andererseits mit den Cyprinideen aus der *Barbini* Gruppe, vergleicht könnte man sie gewissermassen in der Mitte zwischen diesen beiden Gruppen unterbringen.

Zusammenstellung der Ausmasse der in Entwicklung begriffenen  
Larven der Buntflossenkoppe /*Cottus poeclopus* Heckel/

Alter	Nach Ausschlüpfen		1 Tag 8 <sup>h</sup> nach Ausschlüpfen		2 Tage 9 <sup>h</sup> nach Ausschlüpfen		3 Tage 20 <sup>h</sup> nach Ausschlüpfen		5 Tage 2 <sup>h</sup> nach Ausschlüpfen		6 Tage nach Ausschlüpfen		7 Tage nach Ausschlüpfen		9 Tage nach Ausschlüpfen		10 Tage nach Ausschlüpfen		15 Tage nach Ausschlüpfen		20 Tage nach Ausschlüpfen		25 Tage nach Ausschlüpfen		33 Tage nach Ausschlüpfen		55 Tage nach Ausschlüpfen	
	6,0		6,6		7,0		8,3		8,6		8,8		9,3		10,4		10,5		10,9		11,9		14,3		17,0		24,0	
Ausmasse	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
Körperlänge in mm	6,0		6,6		7,0		8,3		8,6		8,8		9,3		10,4		10,5		10,9		11,9		14,3		17,0		24,0	
In % zu der Körperlänge																												
Distantia praeanalalis	2,4	40,0	2,8	42,4	2,8	40,0	3,9	47,0	4,0	46,5	4,1	46,6	4,3	46,2	4,4	42,3	4,4	41,9	4,5	41,3	4,8	40,3	6,0	41,9	6,8	40,0	9,8	40,8
" postanalalis	3,6	60,0	3,8	53,0	4,2	60,0	4,4	53,0	4,6	53,5	4,7	53,4	5,0	53,6	6,0	57,6	6,0	57,1	6,4	58,6	7,1	59,6	8,3	58,0	10,2	59,8	14,2	59,1
" praedorsalis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,0	21,6	3,2	25,8	4,1	28,5	4,8	28,1	7,5	29,2
" postdorsalis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,8	44,0	5,0	42,0	6,1	42,5	8,3	48,9	10,5	43,6
Summa altitudo corporis	0,7	11,6	0,8	12,1	0,8	11,4	0,8	9,6	1,3	15,1	1,3	14,8	1,4	15,0	1,6	15,4	1,6	15,2	1,6	14,6	1,7	14,2	2,4	16,8	3,0	17,6	4,0	15,7
Minima altitudo corporis	0,2	3,3	0,3	4,5	0,3	4,3	0,4	4,8	0,5	5,8	0,5	5,7	0,5	6,4	0,7	6,7	0,7	6,6	0,7	6,4	0,8	6,7	1,0	7,0	1,1	6,4	1,5	6,2
Longitudo caudae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,5	13,7	1,6	13,4	2,0	14,0	-	-	-	-
Longitudo sacculi vitellini	2,5	41,7	2,3	34,8	2,2	31,4	2,0	24,1	2,0	28,2	1,0	11,3	0,6	6,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Altitudo sacculi vitellini	2,4	40,0	2,0	30,3	1,8	25,7	1,3	15,6	1,2	13,9	1,2	14,8	1,4	15,0	1,6	15,4	1,6	15,2	1,7	15,6	1,8	15,1	2,0	14,0	2,0	11,7	3,1	12,9
Longitudo basi pinnae D-I	-	-	-	-	-	-	-	-	2,7	31,4	2,8	31,8	2,8	30,1	3,2	30,8	3,4	32,4	3,5	32,1	3,6	30,1	4,2	29,4	4,5	26,4	6,8	28,4
" " " D-II	-	-	-	-	-	-	-	-	2,7	31,4	2,8	31,8	2,8	30,1	3,2	30,8	3,4	32,4	3,5	32,1	3,6	30,1	4,2	29,4	4,5	26,4	6,8	28,4
" " " A	-	-	-	-	-	-	-	-	2,3	26,7	2,5	28,4	2,2	26,9	3,0	28,8	3,2	30,5	3,2	29,4	3,3	27,7	4,0	28,0	4,1	24,1	5,6	23,4
Altitudo pinnae D-I	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	1,2	0,3	3,4	0,3	3,2	0,2	2,1	0,2	1,9	0,3	2,8	0,4	3,6	0,5	5,0	1,1	7,6	1,2	7,5
" " " D-II	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	3,5	0,3	3,4	0,3	3,2	0,6	5,7	0,7	6,6	0,9	8,2	1,1	9,2	1,8	12,6	2,0	11,7	2,0	8,3
" " " A	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	3,5	0,3	3,4	0,3	3,2	0,5	4,8	0,6	5,7	0,8	7,3	0,8	6,7	1,6	11,2	1,5	9,4	1,6	6,6
Longitudo pinnae P	0,8	13,3	0,9	13,6	1,0	14,3	1,2	14,4	1,4	16,3	1,6	18,2	1,6	17,2	2,2	21,1	2,4	22,8	2,5	22,9	3,0	25,2	3,3	23,0	3,3	19,4	4,9	20,4
" " V	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	5,8	0,6	6,8	0,6	6,4	0,8	7,7	0,8	7,6	1,0	9,1	1,3	10,9	1,7	11,9	2,3	13,5	3,0	12,5
Longitudo capituli	1,1	18,2	1,2	18,2	1,6	22,8	1,6	19,3	1,6	18,6	1,5	18,2	1,9	20,4	2,2	21,1	2,2	20,9	2,2	20,1	2,6	21,8	3,4	23,8	4,0	23,5	6,0	25,0
In % zu der Körperlänge																												
Altitudo capituli	0,8	72,1	0,9	75,0	1,2	75,0	1,2	75,0	1,3	81,1	1,3	81,1	1,4	73,5	1,6	72,6	1,6	72,6	1,7	77,1	1,9	73,0	2,3	67,5	3,0	75,0	3,7	61,6
Latitudo capituli	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	90,9	2,0	75,9	2,6	76,5	3,2	80,0	4,5	75,0
Diameter oculi	0,4	36,1	0,4	33,3	0,6	37,4	0,6	37,4	0,6	37,4	0,7	44,0	0,7	36,8	0,7	31,8	0,7	31,8	0,7	31,8	0,8	30,8	1,1	32,3	1,2	30,0	1,5	25,0
Diameter capsulae auditivae	0,3	27,3	0,4	33,3	0,4	25,0	0,4	25,0	0,4	25,0	0,4	25,0	0,4	25,0	0,4	21,0	0,4	18,2	0,5	22,9	0,5	22,8	0,8	30,8	0,9	26,5	0,9	22,5
Longitudo spatii praeorbitalis	0,3	27,3	0,3	25,0	0,3	18,7	0,3	18,7	0,3	18,7	0,4	25,0	0,4	21,0	0,4	18,2	0,5	22,9	0,5	22,8	0,8	30,8	0,9	26,5	0,9	22,5	1,7	28,3
Latitudo maxillae	-	-	0,1	8,3	0,2	12,5	0,2	12,5	0,2	12,5	0,2	12,5	0,2	10,5	0,2	9,1	0,2	9,1	0,2	9,1	0,3	11,5	0,3	8,8	0,5	12,5	0,5	8,3
Longitudo maxillae	-	-	0,5	41,6	0,6	37,4	0,6	37,4	0,7	44,0	0,7	44,0	0,7	36,8	0,7	31,8	0,8	36,4	0,8	36,4	1,1	42,3	1,1	32,3	1,2	30,0	1,5	25,0
Meristische Merkmale																												
Numerus radiorum D-I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	8	8	9	9
" " " D-II	-	-	-	-	-	-	-	17	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	19	19	19	19	19	19	19	18	18
" " " A	-	-	-	-	-	-	-	13	14	14	14	14	15	14	15	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	15	15	15
" " " P	-	-	7	-	8	-	10	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
" " " V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
" " " C	-	-	-	-	-	-	-	10	14	14	14	15	16	16	16	16	16	16	16	16	21	21	21	21	21	21	21	21



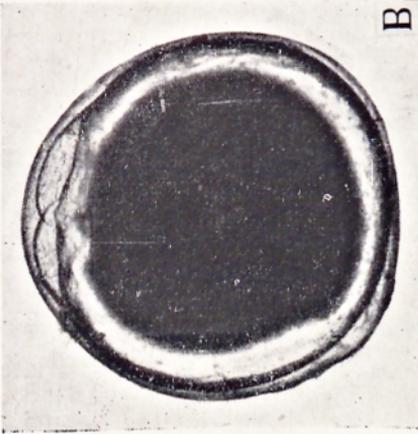
Tafel I: A. Männchen der Buntflossenkoppe in Hochzeitfarben mit sichtbaren hellgelben Umrahmung der ersten Rückenflosse; B. Weibchen der Buntflossenkoppe in Hochzeitfarben



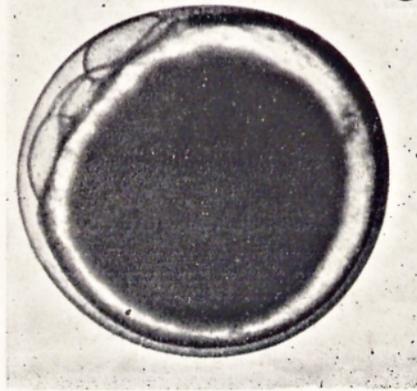
Tafel II: A. Männchen in Hochzeitfarben; B. Weibchen in Hochzeitfarben; C. Männchen in abschreckender Stellung; D. Stelle wo der Laich der Buntflossenkoppe gefunden wurde



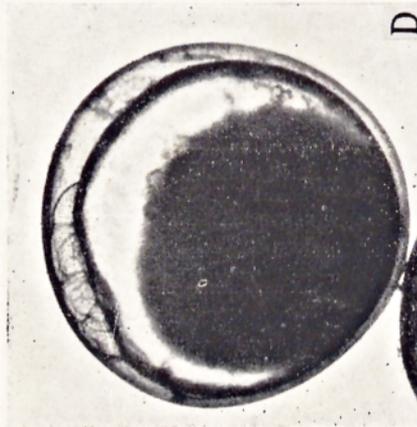
A



B



C

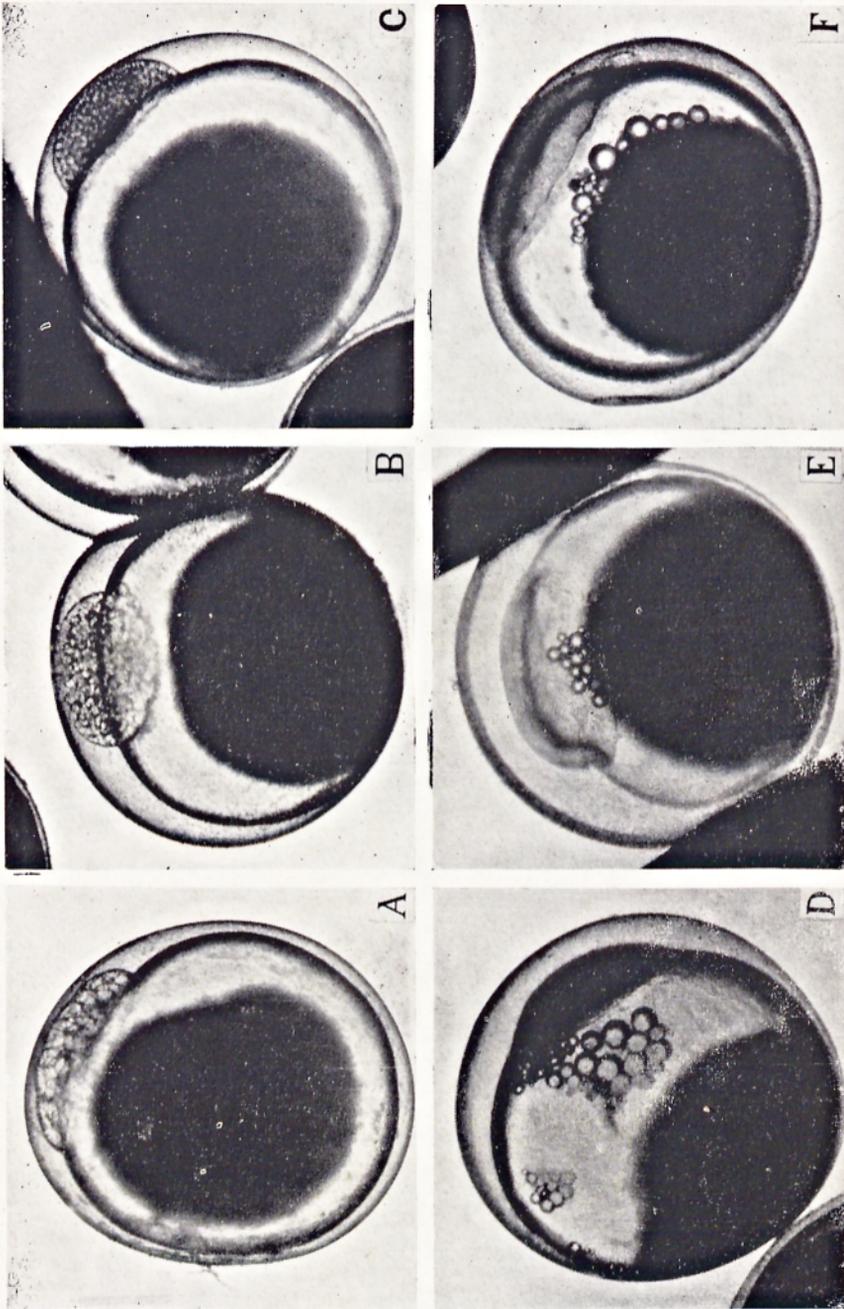


D

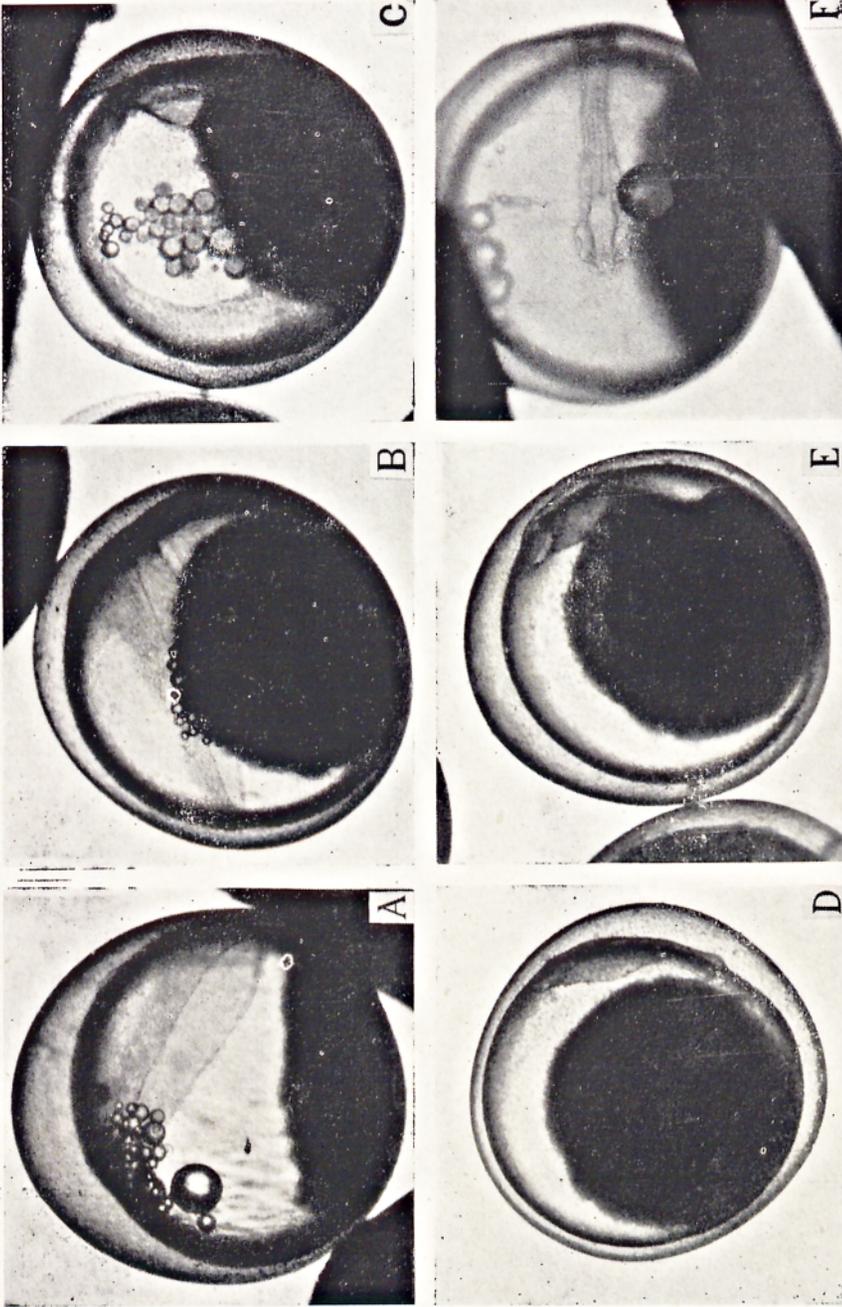


E

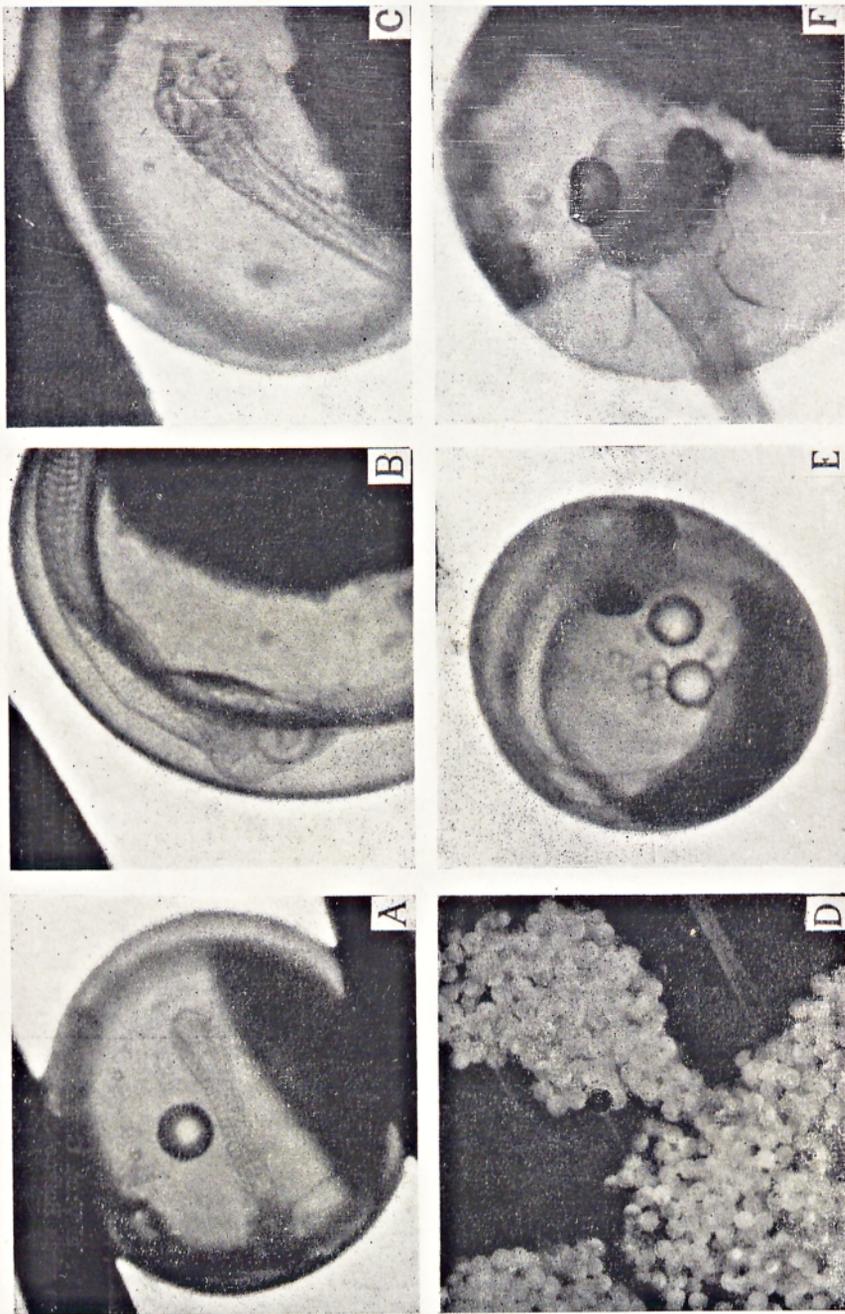
Tafel III: A. Männchen den Laich behütend; B. Stadium der 2 Blastomeren 2 Stunden nach Befruchtung; C. Stadium der 4 Blastomeren 4 Stunden nach Befruchtung; D. Stadium der 8 Blastomeren 5 Stunden nach Befruchtung; E. Stadium der 16 Blastomeren 7 Stunden nach Befruchtung.



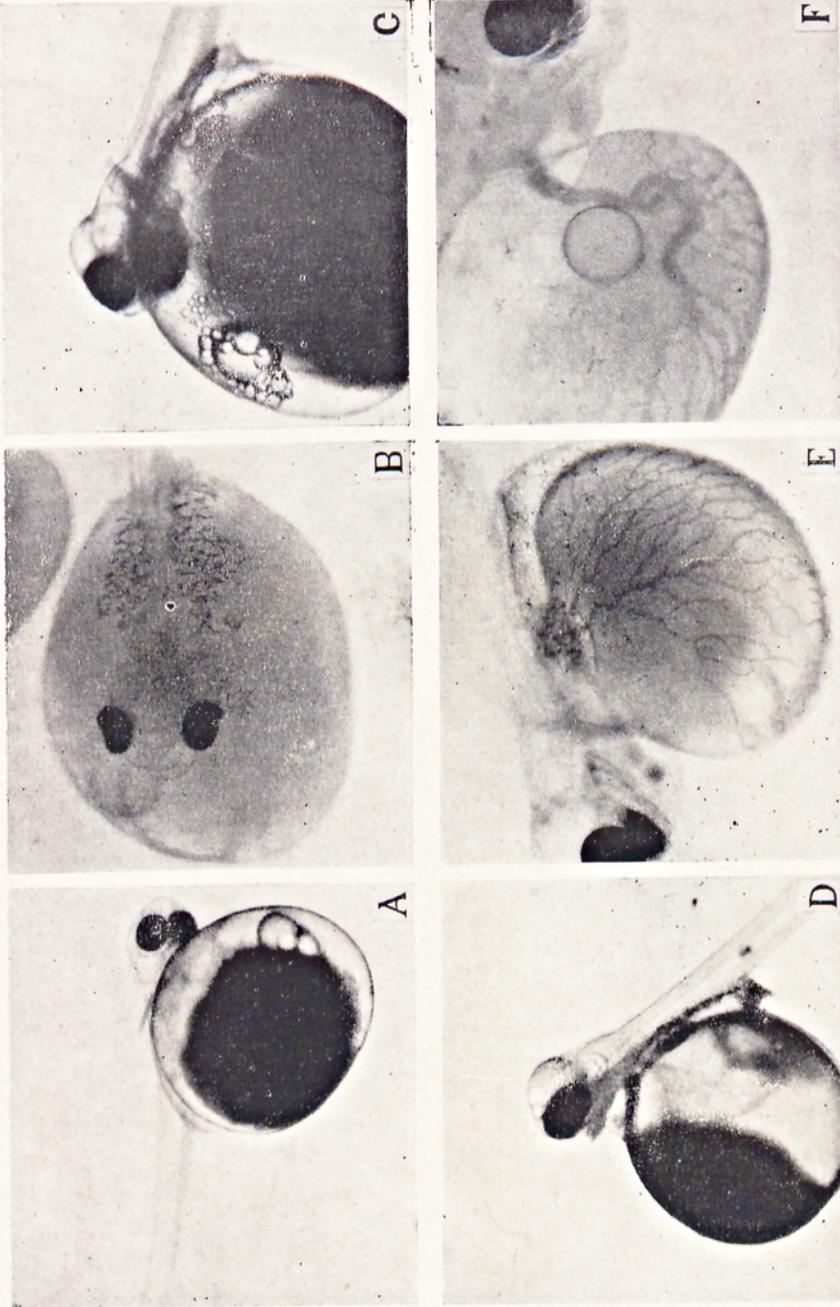
Tafel IV: A. Stadium der 32 Blastomeren 9 Stunden nach Befruchtung; B. Die Grosszellenmorula 12 Stunden nach Befruchtung; C. Die Kleinzellenmorula 17 Stunden nach Befruchtung; D. Blastula 1 Tag 6 Stunden nach Befruchtung; E. Gastrulationsanfang 2 Tage 8 Stunden nach Befruchtung; F. Gastrulation 2 Tage 8 Stunden nach Befruchtung.



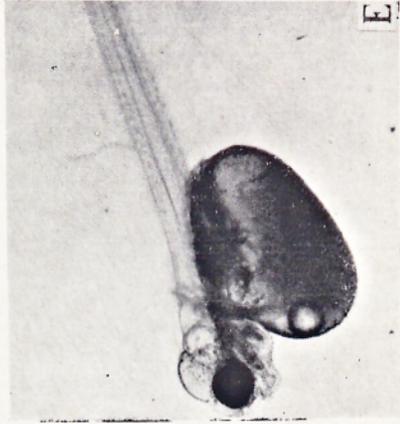
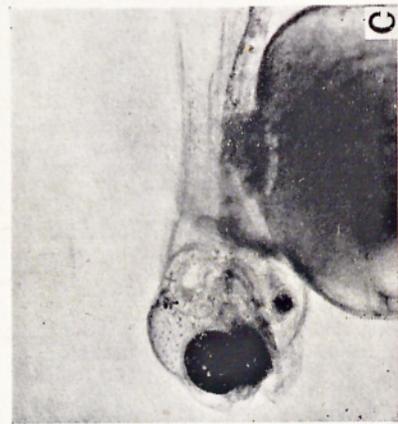
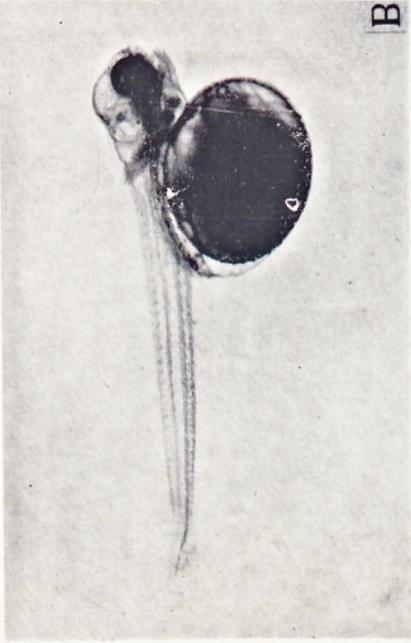
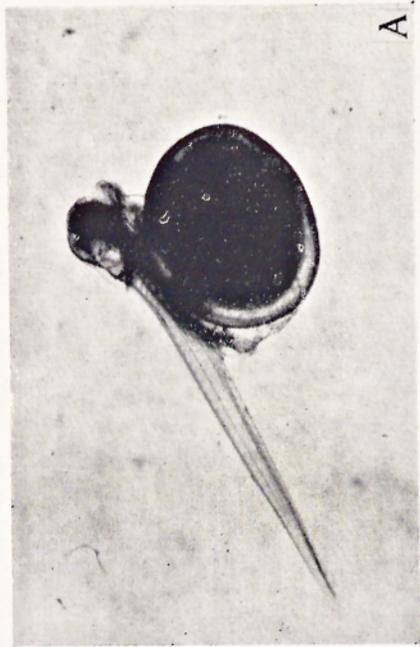
Tafel V: A. Gastrulation 2 Tage 11 Stunden nach Befruchtung; B. Spätes Stadium der Gastrulation 2 Tage 12 Stunden nach Befruchtung; C, D, E. Erster Körperumriss 2 Tage 16 Stunden nach Befruchtung; F. Kopf des Embryo 4 Tage 7 Stunden nach Befruchtung.



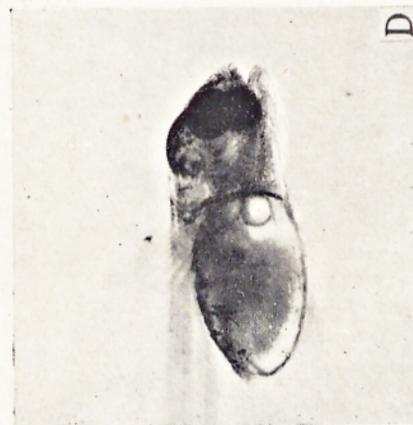
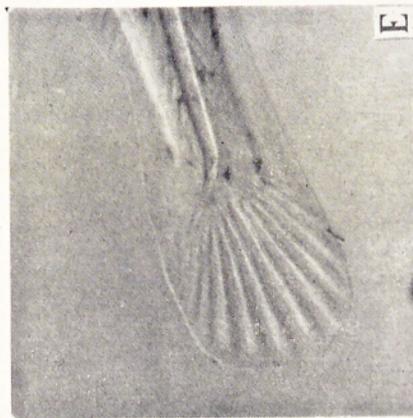
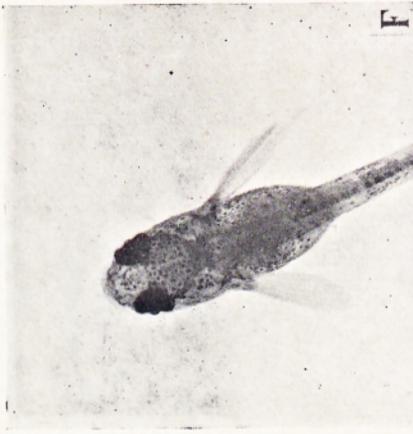
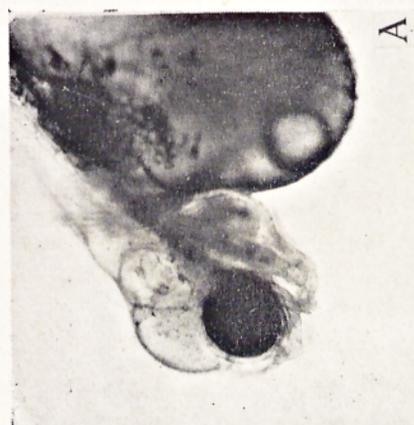
Tafel VI: A. Schwanz des Embryo 4 Tage 7 Stunden nach Befruchtung; B. Embryo mit ausgebildeter Gehirnbüchse 15 Tagen, nach Befruchtung; C. Embryokopf im Moment der Bemerkung der ersten Schwanzbewegungen 8 Tage 4 Stunden nach Befr., D-E. 9 Tage nach Befr., sofort nach Augenpigmentierung, Laich (D) und Embryo (E); F. Embryo in der letzten Phase der embryonalen Entwicklung 11 Tage 20 Stunden nach Befruchtung



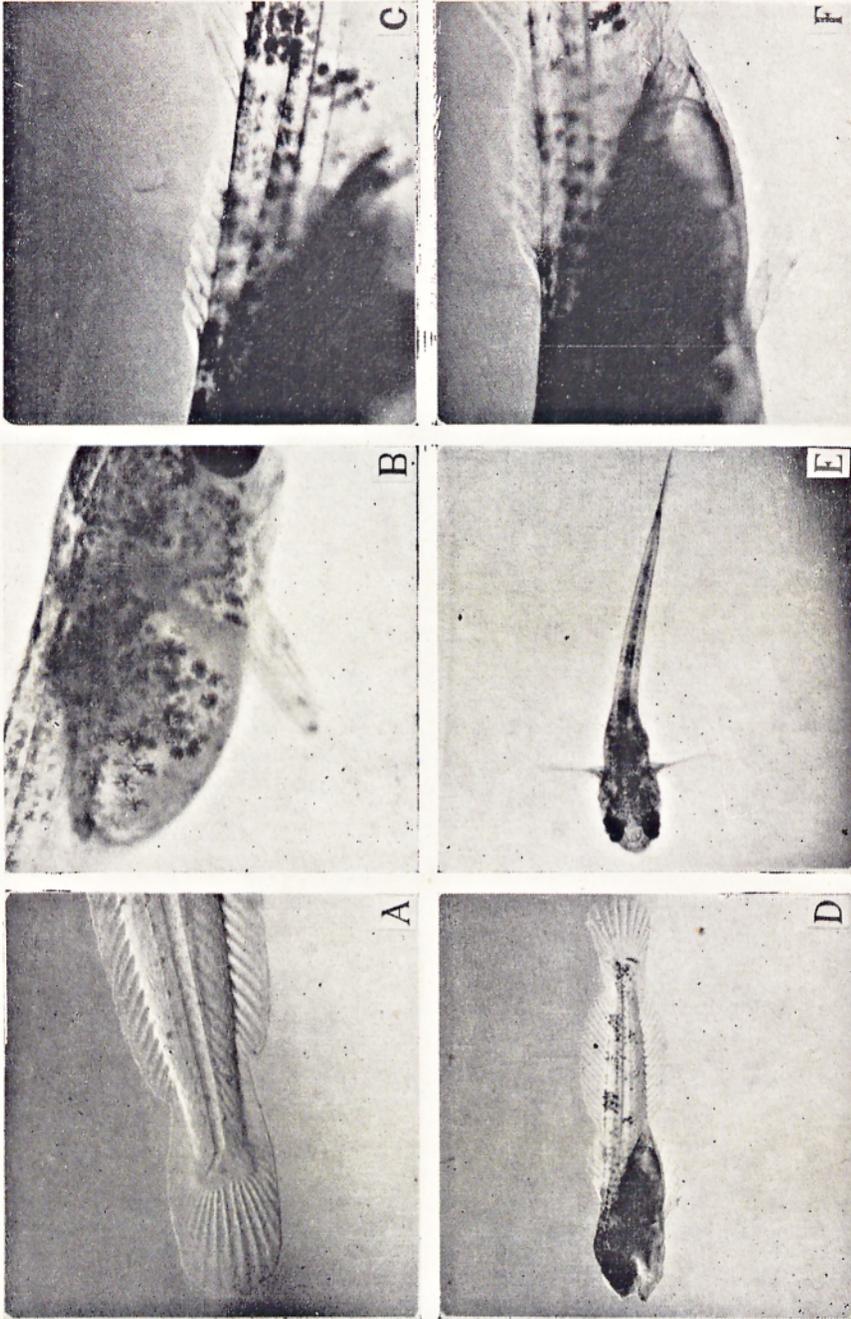
Tafel VII: A. Praelarve sofort nach Schlüpfung; B. Praelarve mit sichtbarem Pigment am Rücken sofort nach Schlüpfung; C. Praelarve mit sichtbarer Leber sofort nach Schlüpfung; D. Praelarve mit beweglichem Unter-Kiefer 6 Stunden nach Schlüpfung; E. Linke Seite des Dottersäckchens 1 Tag 8 Stunden nach Schlüpfung; F. Rechte Seite des Dottersäckchens 1 Tag 8 Stunden nach Schlüpfung.



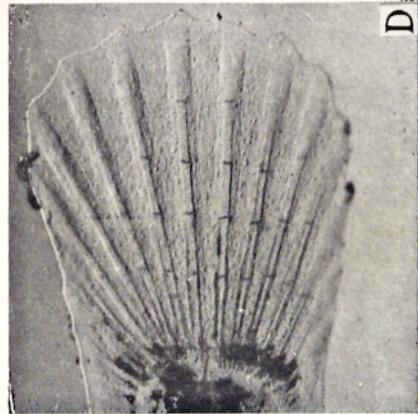
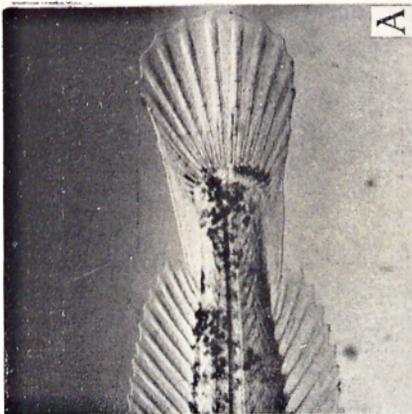
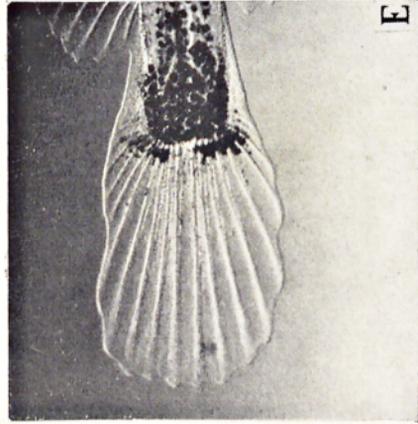
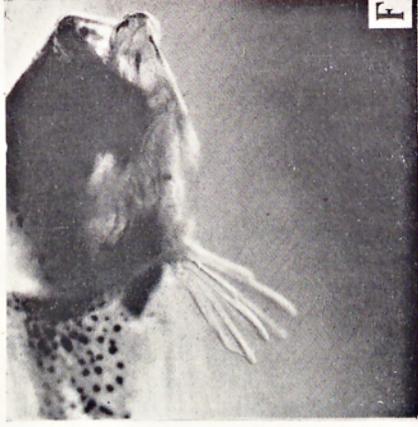
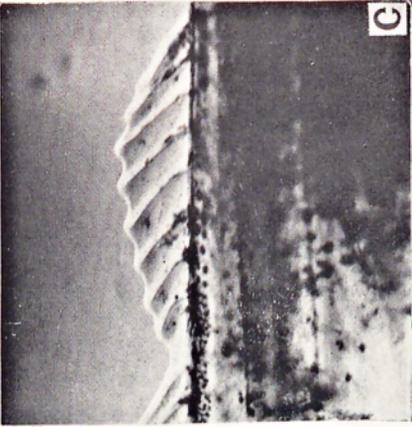
Tafel VIII: A. Silhouette der Praelarve 1 Tag 8 Stunden nach Schlüpfung; B. Silhouette der Praelarve 2 Tage 9 Stunden nach Schlüpfung; C. Kopf der Praelarve 2 Tage 9 Stunden nach Schlüpfung; D. Schleife der Blutgefäße im Schwanz 2 Tage 9 Stunden nach Schlüpfung; E. Silhouette der Praelarve 3 Tage 9 Stunden nach Schlüpfung.



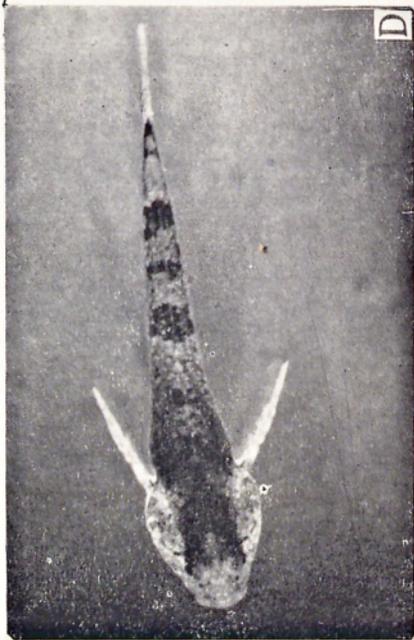
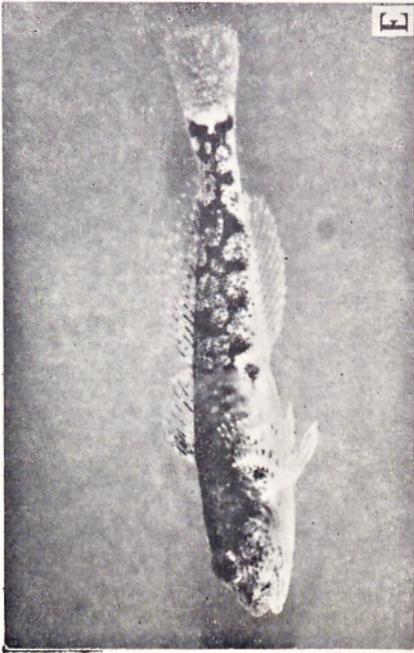
Tafel IX: A. Kopf der Praelarve 3 Tage 20 Stunden nach Schlüpfung; B. Kopf der Praelarve 3 Tage 20 Stunden nach Schlüpfung; C. Dottersäckchen 3 Tage 20 Stunden nach Schlüpfung; D. Kopf und Dottersäckchen 5 Tage 2 Stunden nach Schlüpfung; E. Schwanzflosse 6 Tage nach Schlüpfung; F. Rückenseite der Praelarve 6 Tage nach Schlüpfung.



Tafel X: A. Schwanzteil der Praelarve 6 Tage nach Schlüpfung; B. Pigment an den Säckchenwänden 6 Tage nach Schlüpfung; C. Bildung der D J 7 Tage nach Schlüpfung; D. Praelarve in letzter Etappe der praelarvalen Entwicklung 9 Tage nach Schlüpfung; E. Wie oben — von oben 9 Tage nach Schlüpfung; F. Bauchflossen 9 Tage nach Schlüpfung.



Tafel XI: A. Schwanzflosse 9 Tage nach Schlüpfung; B. Kopf und Auge 10 Tage nach Schlüpfung; C. Flosse 10 Tage nach Schlüpfung; D. Schwanzflosse 10 Tage nach Schlüpfung; E. Schwanzflosse 15 Tage nach Schlüpfung; F. Bauchflossen 15 Tage nach Schlüpfung.

**A****B****C****D****E**

Tafel XII: A. Gebiss der Larven 20 Tage nach Schlüpfung; B. Larvenkopf 33 Tage nach Schlüpfung; C. Jungfischkopf 55 Tage nach Schlüpfung; D. Jugendliche Form von oben gesehen 55 Tage nach Schlüpfung; E., Jugendliche Form von der Seite gesehen 55 Tage nach Schlüpfung.

Den lachsartigen Fischen sind die Buntflossenkoppen ähnlich durch die Fähigkeit des immer gleichen Aufstellens des Embryo im Ei (S m o l j a n o v l. c.) die Entwicklungsstufe nach dem Schlüpfen, der Grösse des Dottersackes und der Art des embryonalen und früh-larvalen atmens mit Hilfe des dichten Netzes der Blutgefässe auf dem Dottersäckchen (O l k o 1955) die Entwicklung des Netzes der Blutgefässe in den Falzen der Schwanzflosse (G r o d z i ń s k i 1955 und 1959). Im Vergleich mit *Barbini*, schlüpfen die Larven der Buntflossenkoppe in weiter vorge-schrittener Entwicklung und mit besserer Körperpigmentation. Bunt-flossenkoppen nähern sich also mehr dem ökologischen Typus der Ent-wicklung der lachsartigen Fische als den karpfenartigen. Sie haben selbstverständlich die meisten gemeinsamen Merkmale mit anderen Ver-tretern der Familie *Cottidae*, wie z. B. *Paracottus*, *Cottocomephorus*, *Comephorus*, *Batrachocottus*, deren Larven leider nur in einigen Ent-wicklungsstadien von T a l i e v (1955) beobachtet waren.

Kurze beschreibende Angaben über die Entwicklung des *Cottus gobio* gab D o r i e r (1942). In dieser Arbeit sind Beschreibungen und Abbil-dungen der Larven sofort nach dem Schlüpfen und dann bei der Länge 8, 9, 10 und 12 mm. Die grundsätzlichen Züge dieser Entwicklung sind ähnlich wie im Fall der Buntflossenkoppe im Mszankafluss. Die Unter-schiede sind unbedeutend und können den verschiedenen thermischen Bedingungen zugeschrieben werden, welche für die Entwicklung und den Wuchs des Embryos wichtig sind, wie es bereits von G r e y (1926) nachgewiesen wurde. D o r i e r hat nämlich die Entwicklung bei mittlerer Wassertemperatur 11 °C beobachtet, während bei meinen Be-obachtungen die Durchschnittstemperatur der larvalen Entwicklung ungefähr 17° betrug. Deshalb haben also meine Buntflossenkoppen schon bei einer Länge von 10,9 mm eine solche Entwicklungsstufe erreicht, wie bei D o r i e r bei der Länge von 12 mm.

Die Beobachtungen D o r i e r s, obwohl nicht genügend genau, weisen darauf hin, dass die *Cottus gobio*-Larven ähnlichen Änderungen unter-liegen wie die Larven *Cottus poecilopus*. Diese Arten stehen einander ziemlich nahe und es sind wahrscheinlich keine schärferen Unterschiede in ihrer Entwicklung zu erwarten. Die wessflossige Koppe bewohnt aber andere Biotope der Karpathenflüsse und zwar kommt im deren unteren Laufe zwischen schon teilweise verschlammten Steinen vor. Darum ist es nicht ausgeschlossen, dass weitere, eingehende Untersuchungen spezielle ökologische Anpassungen dieser interessanten Fischart aufwei-sen werden.

#### STRESZCZENIE

Opisano tarło oraz rozwój zarodkowy i larwalny u *Cottus poecilopus* Heck. Materiałem wyjściowym były samce i samice złowione w potoku Mszanka (dopływ Raby) w pierwszych dniach kwietnia 1961 r. przy temperaturze wody 13,5 °C. Ryby

osadzone zostały w odpowiednio przygotowanych akwariach, gdzie po kilku dniach przy temperaturze wody 13,5—16,0° złożyły ikrę.

Rozwój ikry przy średniej temperaturze wody 15,5° trwał 12 dni i 20 godzin, tj. 217,8 stopniodni, przy czym do wytworzenia się pigmentu w oczach upłynęło 155,8 stopniodni. Larwy po wylęgu miały przeciętnie 6 mm długości, duży woreczek żółtkowy, pokryty z jednej strony gęstą siecią naczyń krwionośnych, duże płetwy piersiowe i dość liczne komórki barwikowe, rozsiane wzdłuż grzbietu i boków ciała. Głowa w czasie lęgnięcia się nie była już przyrośnięta do woreczka żółtkowego, jak to bywa u ryb karpiovatych, a w 6 godzin po wylęgu zauważono już ruchy szczęki dolnej. Młode głowacze rodzą się zatem znacznie lepiej rozwinięte niż ryby karpiowate.

Trawienie woreczka żółtkowego trwało 9 dni. W tym czasie rozwinęły się wszystkie płetwy, a komórki barwikowe utworzyły na powierzchni ciała plamy barwne, ułożone podobnie jak u ryb dorosłych. Po zaniku woreczka żółtkowego larwy rozpoczęły samodzielne żerowanie, lecz łowiły tylko żywy, ruchliwy pokarm, przede wszystkim larwy ochotkowatych. Zakończenie rozwoju larwalnego nastąpiło jednak dopiero po 55 dniach od wylęgu, w czasie gdy oczy ułożone u larw po obu stronach głowy przesunęły się na jej górną część.

Wszystkie stadia rozwoju embrionalnego i larwalnego są zilustrowane na tablicach fotograficznych i na rysunkach.

Głowacz przegopletwy należy do ryb litofilnych, żyjących w potokach górskich o wodzie bystro płynącej po kamienistym podłożu. Ikrę składa pod kamieniami. W czasie składania ikry samica leży na grzbiecie i wyrzuca porcję ikry na dolną powierzchnię kamienia nakrywającego jamkę. Pielęgnacją jaj zajmuje się samiec, który przez cały czas wachluje jaja płetwami piersiowymi i obmywa je w ten sposób prądem wody. Lęgające się larwy mają dobrze rozwinięty embrionalny system oddychania i wnet rozwijają skrzela jako definitywne organy oddychania. Unikają one światła i spoczywają dobrze ukryte pomiędzy kamieniami aż do strawienia woreczka żółtkowego.

Rozwój głowaczy podobny jest raczej do rozwoju ryb łososiowatych niż do karpiovatych, towarzyszących krainie pstrąga (np. strzebla, brzanka). Wydaje się, że nie ma większych różnic w rozwoju głowacza przegopletwego i białopletwego, u którego niektóre stadia rozwojowe opisał i zilustrował Drier (1942). Głowacz białopletwy zajmuje jednak w rzekach karpackich inne biotopy, a mianowicie występuje w dolnym biegu wśród kamieni pokrywających się już częściowo mułem i dlatego nie jest wykluczone, że szczegółowe badania wykażą pewne specjalne zastosowania ekologiczne.

#### LITERATURA

- Andersson K. A., 1898. Comparison of *Cottus poecilopus* Heck. with *Cottus gobio* L., Bihang Till. K. Svenska Vet.-Akad. Handlingar, 24, 4, 3.
- Bauch G., 1955. Die einheimischen Süßwasserfische. Radebeul u. Berlin, Neumann Verl.
- Dissler N. N., 1957. Razvitie osennej kety r. Amura — *Oncorhynchus keta* (Vahlb.). Trudy Inst. Morf. Životnych, Ak. Nauk SSSR, 20, 3—70.
- Drier A., 1942. La ponte du chabot de Rivière (*Cottus gobio* L.) et l'évolution morphologique de l'alevin. Tr. Lab. Hydrobiol. Piscic. Univ. Grenoble.
- Dyk V., 1956. Naše ryby. Č. Ak. Zaměd. Věd, Praha.
- Fraenkel F., 1913. Haltung und Zucht der Groppe (*Cottus gobio* L.). Blätt. Aquar. Terrar., 24, 401—403.

- Gray J., 1926. The growth of fish I. The relationship between embryo and yolk in *Salmo fario* Brit. Journ. Exper. Biology, 4, 215—225.
- Grodziński Z., 1955. The development of the tail in Sea-trout *Salmo trutta*, Bul. Acad. Pol. Sci., 103—108.
- Grodziński Z., 1959. The development of the blood vessels in the tail of the Sea-trout *Salmo trutta*. Acta Biol. Cracov., 2, 185.
- Heckel J., Knerr R., 1858. Die Süßwasserfische der Oesterreichischen Monarchie, Leipzig.
- Křižanovský S. G., 1934. Die Atmungsorgane der Fischlarven (*Teleostoni*). Zool. Jahrb., 68, 21—60.
- Křižanovský S. G., 1949. Ekologo-morfologičeskie zakonomernosti razvitija karpovych, vjunovych i somovych ryb (*Ciprinoidei*, *Siluroidei*). Tr. Inst. Morfol. Životnych, 1, 1—361.
- Morris D., 1954. The reproductive behaviour of the river bullhead. (*Cottus gobio* L.) with special reference to the fanning activity. Behaviour, 7, 1—32.
- Olko A., 1955. The respiratory vessels of the yolk sac of the trout *Salmo trutta* L., Zool. Pol., 6, 216—225.
- Popov A. B., Zotin A. I., 1961. Zavisimost vyluplenija zarodiscej lososevych i sigovych ot nekotorych faktorov sredy. Rybn. Chazj., 11, 22—28.
- Portmann A., 1927. Die ersten Stadien des Blutkreislaufs bei Teleostierembryonen und die Ausbildung der Dottersackzirkulation. Verh. Naturf. Ges., Basel, 38, 416—426.
- Rozwadowski J., 1900. Nasze ryby. Okólnik Kraj. Tow. Ryb. w Krakowie, 48, 9—13.
- Schindler O., 1953. Unsere Süßwasserfische. Kosmos.
- Shreitmüller W., 1925. Zur Biologie der Groppe (*Cottus gobio* L.) Bl. Aquar. Tarrar. Kunde, 36, 261—266.
- Siebold C. Th., 1863. Die Süßwasserfische von Mitteleuropa, Leipzig.
- Smoljanov I. I., 1957. Razvitije belorybicy — *Stedonus leucichthis leucichthis* Güld., nelmy — *S. leucichthis nelma* Pall., i siga nelmuški — *Coregonus lavaretus nelmuschka* Pravdin, Tr. Inst. Morf. Životnych, Ak. Nauk SSSR, 20, 3—70.
- Staff F., 1950. Ryby słodkowodne Polski i krajów ościennych, Warszawa, Trzaska, Evert i Michalski.
- Szubińska-Kilarska B., 1959. The morphology of the yolk in certain *Salmonidae*, Acta Biol. Cracov., 2, 97—112.
- Taliev D. N., 1953. Byčki podkamenščiki Bajkala (*Cottoidei*). Izd. Ak. Nauk. SSSR.
- Zotin A. I., 1954. Osobennosti sekrecii fermenta vyluplenija u zarodiščej osetrovych i lososevych ryb. Dokl. Ak. Nauk SSSR, 95, 5.

Adres autora — Anschrift des Verfassers

Mgr. Janusz Starmach

Zakład Biologii Wód, Polska Akademia Nauk, Kraków, ul. Sławkowska 17.