

Alois Herzig und Hans Winkler

## Der Einfluß der Temperatur auf die embryonale Entwicklung der Cypriniden

### Einleitung

Die Familie der Cyprinidae – Weißfische, karpfenartige Fische – ist mit ca. 2000 Arten die artenreichste Fischfamilie. In europäischen Gewässern ist sie mit 74 Arten in 23 Gattungen vertreten (Ladiges & Vogt, 1979). Grundsätzlich sind diese Fische auf das Süßwasser beschränkt; gelegentlich dringen sie ins Brackwasser des Mündungsgebietes großer Flüsse vor (z. B.: Ostsee, Schwarzes Meer, Kaspisches Meer; Arten wie: Rotauge, Sichling, Zope, Rußnase, Nerfling) (Heuschmann, 1962).

Cypriniden kommen von der nördlichen gemäßigten Zone Europas und Nordamerikas bis in die tropischen Zonen Asiens einschließlich der Malaiischen Inseln vor. Auch in Afrika leben einige Arten. In Australien und Südamerika hingegen fehlen sie (Heuschmann, 1962).

Die weite Verbreitung einzelner Arten hatte zur Folge, daß sie mit regional recht verschiedenen volkstümlichen Namen bedacht wurden. Ein Beispiel aus dem deutschen Sprachraum: *Chalcalburnus chalcoides mento*: Donaulauben, See-, Spitz-, Windlaube; Bodensee: Laugel, Laugele, Scheulaugele; im oberösterreichischen Salzkammergut: Postknecht, Schneiderfischl, Seeschiedl (Heckel & Kner, 1858).

In der Literatur findet man die Cypriniden oft als Sommerlaicher ausgewiesen; dies trifft nur für einige wenige Arten zu (z. B.: Karausche, Karpfen, Schleie), der Großteil der Arten laicht in den Frühjahrsmonaten. Fast alle Fische dieser Familie benötigen allerdings für eine optimale Entwicklung ihrer Nachkommenschaft höhere Wassertemperaturen. Hierin unterscheiden sie sich klar von den Präferenzen der Salmoniden (Forellen und Lachse), Thymalliden (Äschen) und Coregoniden (Renken), die niedrige Temperaturen bevorzugen (vgl. Jungwirth & Winkler, 1984; Luczynski & Kirklewska, 1984).

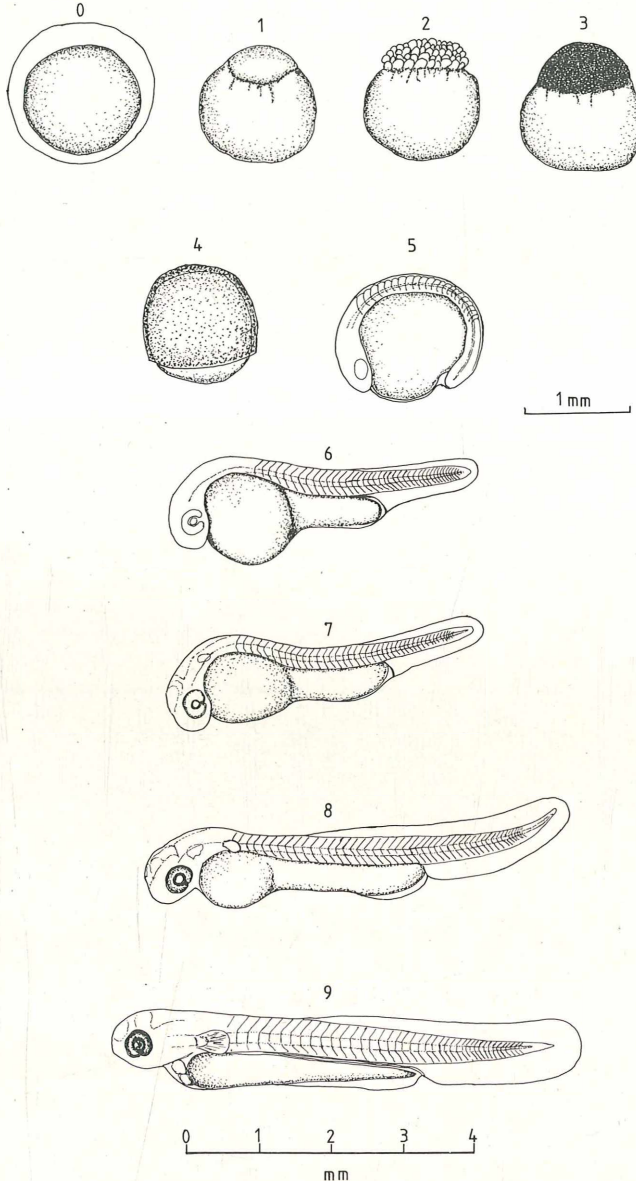
Der Einfluß der Temperatur auf Fische ist mannigfaltig. Man muß einmal zwischen kurzfristigen Toleranzen, langfristigen Mindestanforderungen und optimalen Bedingungen unterscheiden. Dann ist zu berücksichtigen, daß in der Laichzeit und in den verschiedenen Perioden der Entwicklung (Embryonal-, Larval-, Juvenilentwicklung etc.) jeweils andere Ansprüche gelten. Daneben muß noch die Wirkung verschiedener Umweltgrößen, wie Sauerstoffgehalt, Verunreinigungsgrad oder Ernährungsmöglichkeiten, der Ernährungs- und Gesundheitszustand, Altersstruktur, Akklimatisationstemperatur und das Verhalten der Fische einbezogen werden, will man die Auswirkung der Temperatur auf eine bestimmte Fischpopulation genau erfassen.

In dieser Arbeit beschreiben wir nur den Einfluß der Temperatur auf den Ablauf der Embryonalentwicklung. Es werden die Ergebnisse bezüglich Laichzeit, Temperatur während der Laichzeit, Temperaturtoleranz der Embryonen, optimaler Temperaturbereich für die Embryonalentwicklung, Entwicklungsdauer und Schlüpfeffizienz jener Cypriniden, von denen wir eigene Daten oder Literaturdaten erarbeitet haben, dargestellt und diskutiert.

## Allgemeines zur Entwicklung

Nach Balon (1975, 1984) läßt sich die Fischentwicklung in verschiedene Perioden, Phasen und Entwicklungsstufen unterteilen. So werden fünf Perioden unterschieden:

1. Periode der embryonalen Entwicklung
2. Periode der Larvalentwicklung
3. Periode der Juvenilentwicklung
4. Periode des Adulttieres und
5. Periode der Seneszenz.



**Abb. 1:** Die neun Entwicklungsstufen der embryonalen Entwicklung am Beispiel von *Abramis brama*. Der perivitelline Raum ist nur beim frisch befruchteten Ei (0) eingezeichnet.

Die embryonale Entwicklungsperiode – nur diese wird hier diskutiert – läßt sich in drei Phasen unterteilen:

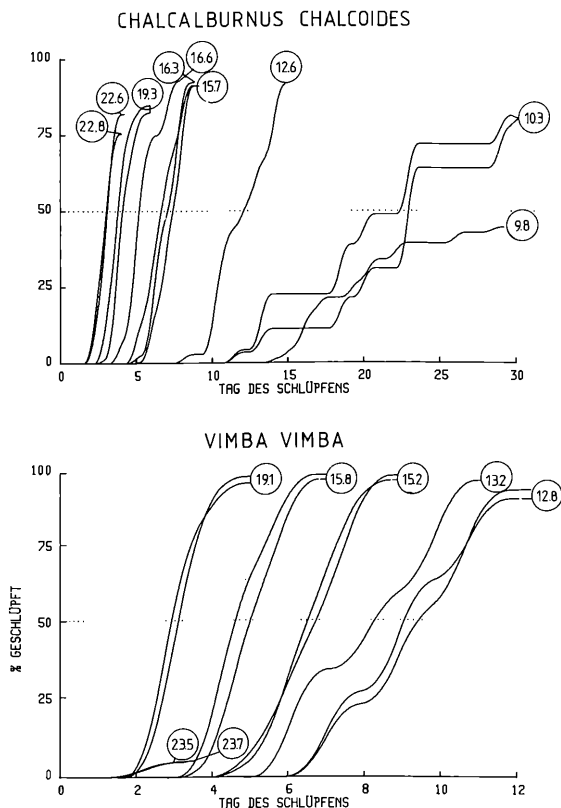
- a) Phase der Zellteilungen: dauert von der Befruchtung bis zum Beginn der Organbildung.
- b) Embryonale Phase: dauert vom Beginn der Organbildung bis zum Schlüpfen des Embryos.
- c) Eleutheroembryonale Phase: dauert vom Schlüpfen bis zum Beginn des aktiven Nahrungserwerbes.

Die embryonale Entwicklung kann aber auch in neun charakteristische Entwicklungsstufen gegliedert werden (nach Lange et al., 1974). Sie sind in Abbildung 1 dargestellt.

Im allgemeinen schlüpfen die Embryonen der Cypriniden in der Entwicklungsstufe »7« oder »8«; das Schlüpfen beginnt in Stufe »7« und endet in Stufe »8«, in manchen Fällen in Stufe »9«. Morphologisch defekte (deformierte Wirbelsäule, Dotterblasenwassersucht) und nicht lebensfähige Embryonen der Entwicklungsstufe »6« schlüpfen häufig im Bereiche der unteren und oberen Letaltemperatur. Bei der Barbe schlüpfen die meisten Embryonen in Stufe »7«; diese Art hat auch die längste endogene Ernährungsphase. Massenschlüpfen in Stufe »8« ist bei Elritze und Schleie zu beobachten.

Was wir also in der Folge als Dauer der Embryonalentwicklung bezeichnen, entspricht nicht genau der Definition. In unserem Falle ist es die Zeitspanne von der Befruchtung bis zum Schlüpfen des Embryos, auch Inkubationszeit genannt.

Die Länge der Schlüpfperiode ist sehr stark von der Temperatur abhängig. Je höher die Temperatur, um so kürzer wird die Zeitspanne, in der Embryonen schlüpfen (Abb. 2).



**Abb. 2:** Der Verlauf des Schlüpfens (Prozentsummenkurve der geschlüpften Embryonen) bei verschiedenen Temperaturen (*Chalcalburnus chalcoides mento* – Seelaube, *Vimba vimba* – Rußnase).

Die Schlüpftrate (Anzahl geschlüpfter Embryonen pro Tag oder pro Stunde) bleibt dabei relativ konstant. Nur im unteren Grenzbereich der Entwicklungsmöglichkeit treten längere Zeitintervalle auf, in denen keine Embryonen schlüpfen (Abb. 2, *Ch. chalcoides mento* – 9,8 °C, 10,3 °C).

### **Artspezifische Daten über Laichzeit, Temperatur während der Laichzeit, Temperaturtoleranz der Embryonen und optimalen Temperaturbereich für die Embryonalentwicklung**

In der folgenden Beschreibung sind die allgemeinen Angaben Heuschmann (1962), Wheeler (1978), Ladiges & Vogt (1979) und Müller (1983) entnommen. Die Quelle der Detailinformationen wird bei der jeweiligen Art angeführt. Die Nomenklatur folgt jener von Banarescu et al. (1971).

Die Reihenfolge der Dokumentation entspricht der Abfolge der Laichzeit der Arten, beginnend mit jenen, die bereits im März, bei Temperaturen von weit weniger als 10 °C, ablaichen.

**Hasel, *Leuciscus leuciscus*** (Linnaeus, 1758); (Kennedy, 1969; Mills, 1980, 1981)

Entwicklungsdaten: Populationen aus Flüssen Sünglands und Irlands.

Die Laichzeit fällt in die Monate März bis Mai, Temperaturen von mehr als 8 °C werden bevorzugt. Sie sind vor allem Kies-, gelegentlich auch Pflanzenlaicher.

Der optimale Temperaturbereich für die Embryonalentwicklung liegt zwischen 6 °C und 15 °C. Da bei 4 °C noch eine erfolgreiche Entwicklung der Embryonen möglich ist, muß die untere Letalgrenze mit kleiner als 4 °C angenommen werden. Bei 16,5 °C schlüpfen nur mehr etwa 50 Prozent; der Beginn des oberen Letalbereiches kann mit 17 °C bis 18 °C angenommen werden. *L. leuciscus* gilt als kalstenotherme (kälteliebend mit engem Toleranzbereich) Art; der Temperaturbereich für die optimale Entwicklung spiegelt dies wider.

**Aland, Nerfling, *Leuciscus (Idus) idus*** (Linnaeus, 1758); (Pliszka, 1953; Cala, 1971; Florez, 1972)

Entwicklungsdaten: Populationen aus einem Fluß Südschwedens und einem See der Masurischen Seenplatte.

Die Laichzeit fällt in die Monate März bis Mai (in höheren Lagen auch Juni). Temperaturen über 5 °C sind die Mindestanforderung, maximales Laichen erfolgt ab 7 °C. Sinkt die Temperatur wieder auf 5 °C ab, dann wird der Laichprozeß abgebrochen. Laicht auf Steinen oder Pflanzen im seichten Wasser.

Optimale Entwicklungsbedingungen findet dieser Fisch zwischen 13,5 °C und 17,0 °C vor. Als unterer Letalbereich für die Embryonalentwicklung werden Temperaturen unter 6 °C angegeben. Zwischen 6 °C und 8 °C kommt es bereits zu einer erfolgreichen Entwicklung, wobei die Entwicklungszeit eine der kürzesten aller Cypriniden ist (vgl. *Phoxinus phoxinus*). Der Nerfling zeigt also eine gute Anpassung an niedrige Temperaturen. Über den oberen Letalbereich liegen keine Befunde vor, er dürfte bei 25 °C liegen.

**Elritze, Pfrille, *Phoxinus phoxinus*** (Linnaeus, 1758); (Frost, 1943; Soin et al., 1981)

Entwicklungsdaten: Population aus einem Fluß bei Moskau.

Die Laichzeit fällt in die Monate Mai und Juni; in den Alpen, wo Elritzen bis über 2000 m Seehöhe vorkommen können, erfolgt das Abblachen im Juli. Als Mindesttemperatur wird 7 °C angegeben. Das Abblachen erfolgt auf Kies im Flachwasser.

Obwohl dieser Fisch häufig auftritt und in den verschiedensten Gewässern vorkommt, ist über seine Biologie wenig bekannt. Dementsprechend sind auch Angaben über die Embryonalentwicklung selten. Zwischen 6 °C und 16 °C entwickeln sich die Embryonen problemlos. Im Bereiche von 6 °C bis 14 °C entwickeln sie sich am schnellsten von allen Cypriniden. Über Letaltemperaturen können keine Aussagen gemacht werden. Eine sehr gute Anpassung an niedrige Temperaturen ist sicherlich vorhanden.

**Plötze, Rotauge, *futilus rutilus*** (Linnaeus, 1758); (Pliszka, 1953; Kokurewicz, 1970; Horoszewicz, 1971; Gulidov & Popova, 1981; Mills, 1981)

Entwicklungsdaten: Populationen aus Polen (Masurische Seen, See in der Nähe von Konin, Zuchtanstalt), aus einem Fluß Südenglands und aus dem Mondsee.

Das Rotauge laicht in den Monaten April und Mai bei Temperaturen zwischen 10 °C und 19 °C. Als Laichplätze bevorzugt diese Art seichte, bewachsene Uferstellen.

Das Optimum für die Embryonalentwicklung liegt zwischen 12 °C und 24 °C; in diesem Temperaturbereich schlüpfen mehr als 70 Prozent der Embryonen, die keine Schädigungen aufweisen. Unter 8 °C und über 26 °C sterben alle Embryonen während der Entwicklung. Der Schlüpfvorgang dauert bei 12 °C 10 Tage, bei 20 °C nur mehr 4 Tage. Die Befunde weisen das Rotauge als eurytherm, das heißt an einen weiten Temperaturbereich angepaßt, aus.

Entwicklungsdaten liegen noch für eine verwandte Art, *Rutilus frisii* (Nordmann, 1840) vor; diese Art kommt im Gebiet des Schwarzen und Kaspischen Meeres vor und laicht gleichfalls im Frühjahr; die Embryonen entwickeln sich optimal zwischen 12 °C und 20 °C. Die Entwicklungszeiten liegen im Bereiche jener von *R. rutilus* (Gulidov & Popova, 1982).

Eine Unterart, *R. frisii meidingeri* (Frauenfisch, Perlfisch), lebt in Österreich im Traun-, Atter- und Mondsee und deren Zu- und Abflüssen. Die Laichzeit dieses Fisches ist gleichfalls April (Mai), Information über die Entwicklung liegt leider nicht vor.

**Nase, Näsling, *Chondrostoma nasus*** (Linnaeus, 1758); (Peňáz, 1974)

Entwicklungsdaten: Population aus dem Fluß Oslava (CSSR).

März bis Mai ist die Laichzeit der Nasen. Sie benötigen eine Mindesttemperatur von 7 bis 8 °C, zumeist liegen die Temperaturen zur Laichzeit zwischen 10 °C und 16 °C. Sie sind Kieslaicher.

Temperaturen über 12 °C (wahrscheinlich bis 19 °C) stellen optimale Bedingungen für die Embryonalentwicklung dar. Unter 10 °C sterben 100 Prozent der sich entwickelnden Embryonen, selbst zwischen 10 °C und 12 °C treten noch höhere Mortalitäten auf. Über den oberen Letalbereich liegen keine Angaben vor. Die Schlüpfperiode dauert bei 10 °C 10 Tage, bei 17 °C nur mehr 2 Tage.

**Barbe, *Barbus barbus*** (Linnaeus, 1758); (Peňáz, 1973)

Entwicklungsdaten: Population aus dem Fluß Oslava (CSSR).

Die Barbe laicht im Mai und Juni bei Temperaturen über 8 °C. Sie bevorzugt flache, stark überströmte Kiesbänke.

Temperaturen zwischen 16 °C und 20,5 °C stellen optimale Bedingungen für die Embryonalentwicklung dar. Die Phase der endogenen Ernährung nach dem Schlüpfen dauert bei dieser Art sehr lange (11 – 19 Tage bei Temperaturen von 16 bis 21 °C). Über Toleranzgrenzen können keine Aussagen gemacht werden.

**Ukelei, Laube, *Alburnus alburnus*** (Linnaeus, 1758); (Biró, 1979)

Entwicklungsdaten: Population aus dem Balaton (Ungarn).

Die Laichzeit erstreckt sich je nach Population von April bis Juni; dieser Fisch bevorzugt seichtes, steiniges Ufer, die Laichablage kann aber auch in der Nähe von Vegetation geschehen. Bei Temperaturen über 20 °C entwickeln sich die Embryonen so schnell wie *Abramis brama* oder *Vimba vimba* (vgl. Tabelle 2).

**Döbel, Aitel, *Leuciscus cephalus*** (Linnaeus, 1758); (Vladimirov & Zabudskij, 1973)

Entwicklungsdaten: Population aus Rußland.

April und Mai sind die Monate, die der Döbel zur Laichablage bevorzugt; Populationen aus Seehöhen über 1000 m laichen oft erst im Juni ab. Die bevorzugten Laichtemperaturen liegen über 10 °C.

Die wenigen Daten (siehe Abb. 4) weisen *L. cephalus* als an wärmere Temperaturen angepaßten Fisch aus.

**Moderlieschen, *Leucaspis delineatus*** (Heckel, 1843); (Brezeanu, 1968)

Entwicklungsdaten: Population aus einem rumänischen Karpfenteich.

April/Mai bis Ende Juni wird als Laichzeit für diesen Fisch angegeben; die Mindesttemperatur für eine Laichabgabe ist 17 °C. Temperaturrückgang um 2 bis 3 °C führt zum Abbruch des Laichvorganges. Das Moderlieschen ist ein Pflanzenlaicher und bevorzugt seichtes Wasser.

Auch von dieser Art sind nur wenige Entwicklungsdaten vorhanden. Aufgrund der vorliegenden Befunde kann man annehmen, daß Temperaturen unter 12 °C zum Tode der Embryonen führen. Über den optimalen Temperaturbereich und die obere Letaltemperatur können keine Angaben gemacht werden. Auffällig ist die relativ lange Inkubationszeit (z. B.: 21 – 22 °C: 6 – 7 Tage), die bis zu 100 Prozent länger sein kann als für alle anderen Cypriniden (vgl. Tabelle 2).

**Rapfen, Schied, *Aspius aspius*** (Linnaeus, 1758)

Diese Fische laichen Mai – Juni und sind Kieslaicher. Mehr Information ist uns nicht bekannt.

**Rotfeder, *Scardinius erythrophthalmus*** (Linnaeus, 1758); (EIFAC, 1968; Kennedy & Fitzmaurice, 1974)

Entwicklungsdaten: Population aus einem irischen Fluß.

Die Laichzeit erstreckt sich im Verbreitungsgebiet von April bis Juli, in Mitteleuropa eher Mai bis Juni/Juli. Die Rotfeder bevorzugt während der Laichablage Temperaturen zwischen 14 °C und 20 °C. Als Substrat werden Pflanzen gewählt.

Die Daten über die Embryonalentwicklung reichen nicht aus, um über Temperaturpräferenz oder Letaltemperaturen Aussagen zu machen. Es hat sich lediglich gezeigt, daß Temperaturen um 10 °C bereits hohe Mortalität während der Embryonalentwicklung verursachen. Die gefundenen Entwicklungszeiten sind eher lang (vgl. Tabelle 2).

**Seelaube, *Chalcalburnus chalcoides mento*** (Agassiz, 1832); (Herzig & Winkler, im Druck)

Entwicklungsdaten: Population aus dem Mondsee.

Die Seelaube laicht in den Monaten Mai und Juni bei Wassertemperaturen von 12 °C bis 18 °C in mehreren Etappen (3), zwischen denen mehr oder weniger lange Intervalle liegen. Sie laichen vor allem in den Zu- und Abflüssen von Seen im Flachwasser; Kies und Pflanzen werden als Substrat angenommen.

Zwischen 12 °C und 20 °C entwickeln sich die Embryonen optimal; der Schlüpfertfolg liegt zwischen 82 Prozent und 92,8 Prozent. Versuche bei 8,9 °C ergaben 100 Prozent Mortalität, bei 9,8 °C einen reduzierten Schlüpfertfolg (44,6 Prozent). Dies bedeutet, daß die untere Letaltemperatur bei 9 °C liegt. Bei Temperaturen über 22 °C ist ebenfalls nur mehr ein reduzierter Schlüpfertfolg gegeben. Die obere Letaltemperatur liegt bei 24,5 °C. Die Schlüpfperiode dauert 18 Tage bei 10,3 °C und nur 1,5 Tage bei 22,8 °C. Nach diesen Ergebnissen kann die Seelaube als eurythermer Fisch bezeichnet werden.

Eine andere Unterart, *C. chalcoides schischkovi* (Drensky, 1943), die im Schwarzen und Asowschen Meer vorkommt, hat embryonale Entwicklungszeiten wie die Seelaube (Smirnova, 1961).

**Brachsen, *Abramis brama*** (Linnaeus, 1758); (Dziekońska, 1956, 1958; Balon, 1959; Backiel & Zawisza, 1968; Kennedy & Fitzmaurice, 1968; Gulidov & Popova, 1978; Herzig & Winkler, im Druck)

Entwicklungsdaten: Populationen aus dem Aralsee, Masurischen Seen, Weichseldelta, slowakischen Donaugebiet und Mondsee.

Die Brachsen laichen in den Monaten Mai und Juni, in weiter nördlichen Breitengraden auch noch im Juli. Im Gebiet des Kaspischen Meeres und Aralsee, im Don und Dnjepr beginnen sie schon im April abzulaichen. Zur Laichzeit beträgt die Wassertemperatur 15 °C bis 20 °C, seltener 10 °C (in russischen Arbeiten angegeben). Sie sind Krautlaicher, die das seichte Wasser bevorzugen.

Der optimale Temperaturbereich für die Embryonalentwicklung liegt zwischen 12 °C und 20 °C, der Schlüpferrfolg beträgt 83,5 Prozent bis 99,4 Prozent. Zwischen 6 °C und 26 °C entwickeln sich die Embryonen von *Abramis* erfolgreich, mehr als 50 Prozent schlüpfen. Unter 6 °C sterben viele Eier bereits während der ersten Zellteilungen. Kurzes Exponieren bei 4 °C wird von einem geringen Prozentsatz toleriert, konstante Bedingungen von 4 °C führen zum Tod. Die untere Letalgrenze liegt zwischen 4,5 °C und 5,5 °C. Die obere Letalgrenze liegt bei 32 °C. Die Schlüpfperiode dauert 8–12 Tage bei 9,8 °C und nur mehr 3,2 Tage bei 16,2 °C. Die Ergebnisse weisen *A. brama* als eurythermen Fisch aus. Verglichen mit anderen Cypriniden toleriert diese Art den weitesten Temperaturbereich. Die gefundenen Entwicklungszeiten gehören zu den kürzesten, die in Experimenten festgestellt wurden.

Die Laichzeit für die beiden verwandten Arten *A. ballerus* (Linnaeus, 1758) (Zope) und *A. sapa* (Pallas, 1811) (Zobel) ist April–Mai. Angaben über die embryonale Entwicklungszeit sind in Balon (1959) zu finden; demnach liegen die Entwicklungszeiten im Bereich der für *A. brama* gefundenen Werte.

**Zährte, Rußnase, *Vimba vimba*** (Linnaeus, 1758); (Pliszka, 1953; Smirnova et al., 1970; Herzig & Winkler, im Druck)

Entwicklungsdaten: Populationen aus dem Fluß Kuban (UdSSR), Fluß Weichsel (Polen) und dem Mondsee.

Rußnasen laichen in den Monaten Mai und Juni; die Mindestanforderung an die Wassertemperatur beträgt 14 °C. Als bevorzugte Laichplätze dienen seichte Kiesbänke, gelegentlich wird auch an Pflanzen abgelaicht.

Der Temperaturbereich für eine optimale Embryonalentwicklung liegt zwischen 12 °C und 20 °C. 91,5 Prozent bis 99,1 Prozent kommen hier zum Schlüpfen. Zwischen 11 °C und 21 °C entwickeln sich die Embryonen ohne Mißbildungen. Die untere Letalgrenze ist 10 °C, die obere liegt bei 24 °C. Die Schlüpfperiode dauert 5 Tage bei 12,8 °C, 2 Tage bei 19,0 °C und 1 Tag bei 23,5 °C.

Zwischen 12 °C und 22 °C entwickeln sich die Embryonen der Zährte am schnellsten von allen Cypriniden. Der Bereich der tolerierten Temperaturen ist aber wesentlich enger als jener von *A. brama*.

**Karassche, *Carassius carassius*** (Linnaeus, 1758); (Yamamoto, 1937)

Entwicklungsdaten: Population aus Japan.

Die Laichzeit der Karassche fällt in die Monate Mai und Juni. Als Mindesttemperatur benötigt dieser Fisch 14 °C, um mit dem Ablaihen beginnen zu können. Die Karassche ist ein Krautlaicher.

Der optimale Temperaturbereich liegt um 20 °C; normale Entwicklung der Embryonen ist bei Temperaturen zwischen 15 °C und 25 °C gewährleistet. Der untere Letalbereich dürfte mit 10 °C beginnen, der obere bei Temperaturen über 32 °C.

**Karpfen, *Cyprinus carpio*** (Linnaeus, 1758); (Keiz, 1959; Sarig, 1966; Tölg, 1981; Peñáz et al., 1983).

Entwicklungsdaten: Populationen aus Japan, Rußland, Deutschland und Ungarn, zu meist aus Fischteichen.

Die Laichzeit des Karpfens fällt in die Monate Mai–Juni, seltener April–Juli. Als Mindesttemperatur werden 16 °C benötigt, Temperaturen über 18 °C werden bevorzugt. Dieser Fisch ist ein Krautlaicher.

Der optimale Temperaturbereich für die Embryonalentwicklung liegt zwischen 15 °C und 22,5 °C, manche Autoren geben den Bereich mit 19–25 °C an. Zwischen 12,5 °C und 30,4 °C können sich die Embryonen zu einem hohen Prozentsatz normal entwickeln. Unter 12 °C steigt die Sterblichkeit stark an, und unter 10,6 °C können sich die Embryonen nicht mehr bis zum Schlüpfen entwickeln. Im oberen Temperaturbereich beginnen die Probleme bei Temperaturen über 27 °C; bei so hohen Temperaturen zeigen 30 Prozent der geschlüpften Embryonen abnorme Entwicklungen, bei 30,4 °C schlüpfen nur mehr 29 Prozent ohne irgendeine Schädigung. Bei 31,7 °C schlüpfen nur noch 2 Prozent, alle Embryonen zeigen Mißbildungen und sind nicht lebensfähig. Die obere Letaltemperatur ist bei 32,5 °C anzusetzen. Die Schlüpfperiode dauert knapp 3 Tage bei 15 °C und 6,5 Stunden bei 24,3 °C.

**Schleie**, *Tinca tinca* (Linnaeus, 1758); (Kennedy & Fitzmaurice, 1970; Kokurewicz, 1970; Horosewicz, 1981; Kokurewicz, 1981; Peñáz et al., 1981; Tölg, 1981)

Entwicklungsdaten: Populationen aus Teichen Polens und der CSSR und aus Seen Irlands.

Die Schleien laichen in den Monaten Juni und Juli, gelegentlich schon im Mai, häufiger noch im August; sie bevorzugen seichtes Wasser und Wassertemperaturen über 20 °C, die Mindesttemperatur ist 16 °C. Sie sind vorzugsweise Krautlaicher.

Am erfolgreichsten entwickeln sich Schleienembryonen zwischen 19 °C und 24 °C. Als untere Grenztemperatur muß 14,5 °C angenommen werden. Bei dieser Temperatur schlüpfen zwar noch 3–4 Prozent der Embryonen, deren Überlebenschance ist aber minimal. Zwischen 17 °C und 30,5 °C entwickeln sich die Embryonen normal, wobei über 30 °C bereits eine Sterblichkeit von etwa 30 Prozent registriert werden kann. Über 33 °C kommt es zu keiner normalen Entwicklung mehr. Die Schlüpfperiode dauert etwa 3 Tage bei 15 °C und wenige Stunden bei Temperaturen über 20 °C.

Grenztemperaturen und Entwicklungszeiten weisen die Schleie als typischen Warmwasserfisch aus. Karpfen, Schleie und Karausche sind jene Cypriniden, die die höchsten Temperaturen ertragen (ausgenommen die Graskarpfen und Silberkarpfen).

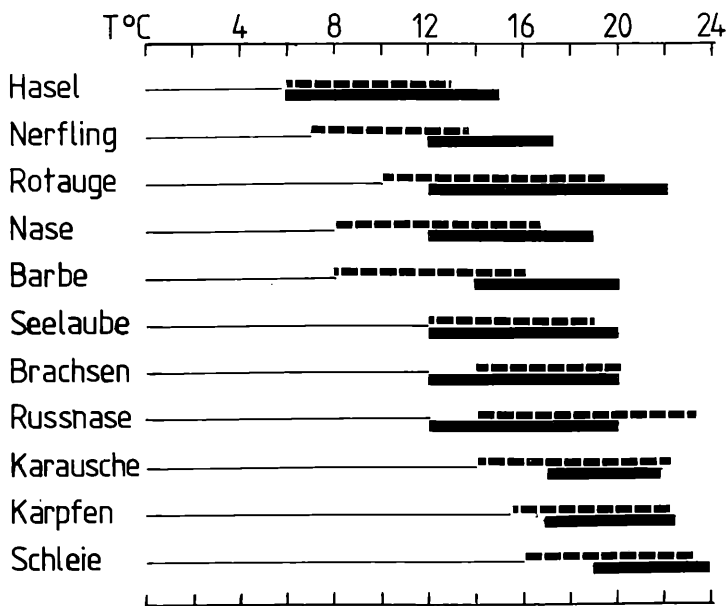


Abb. 3: Temperatur während der Laichzeit (— — —) und optimaler Temperaturbereich für die Embryonalentwicklung (————).

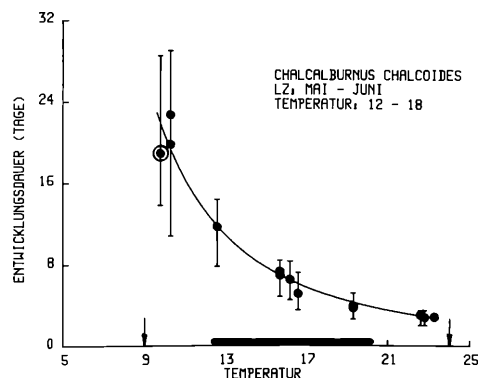
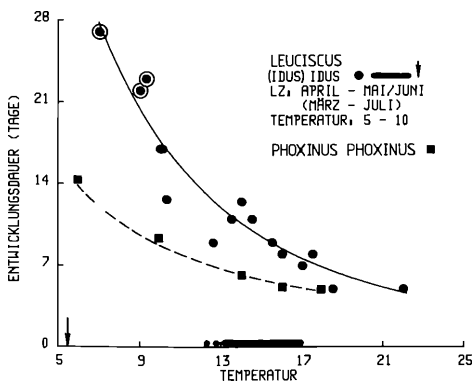
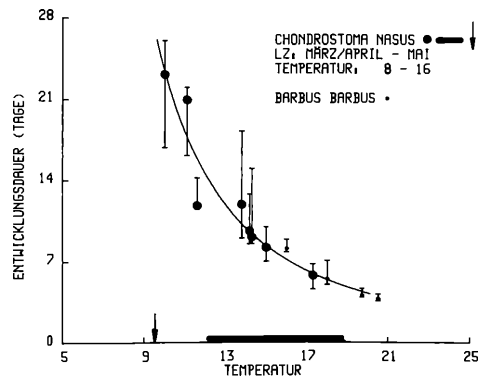
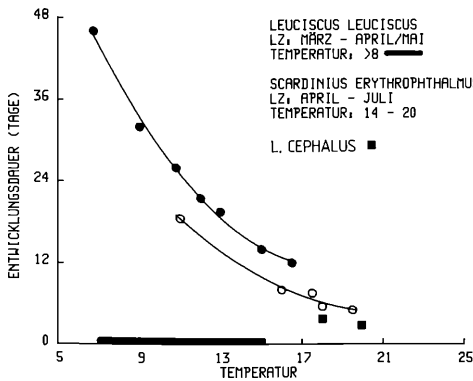


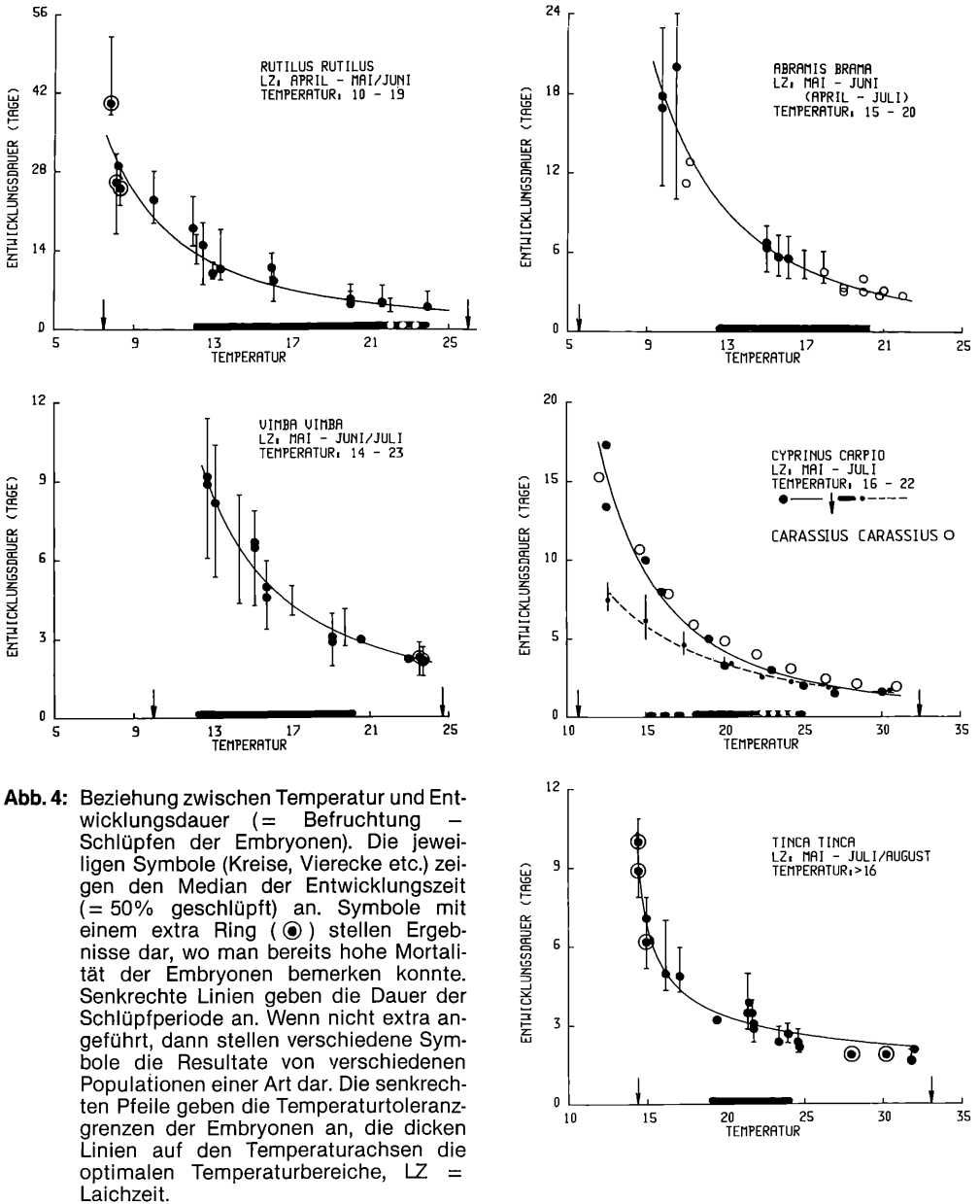
In Abbildung 3 sind die Laichtemperaturen und der optimale Temperaturbereich für die Embryonalentwicklung zusammenfassend dargestellt. Bei den meisten Arten herrscht eine klare Beziehung zwischen Laichtemperatur und Temperaturoptimum für die Entwicklung (z. B.: Hasel, Seelaube, Brachsen, Rußnase, Karpfen). Für manche Fische scheint auch ein direkter Zusammenhang zwischen der Mindesttemperaturanforderung während der Laichzeit und der unteren Letaltemperatur zu bestehen (Hasel, Seelaube).

### Entwicklungsdauer und Schlüpf-effizienz

Die Ergebnisse der Inkubationsexperimente sind für die einzelnen Arten in Abbildung 4 zusammengefaßt. Fast bei allen Arten stimmen die Ergebnisse, die von verschiedenen Populationen gewonnen wurden, recht gut überein (z. B.: *L. leuciscus*, *R. rutilus*, *A. brama*, *V. vimba*, *T. tinca*). Extreme Unterschiede gibt es nur bei *C. carpio*, vor allem im unteren Temperaturbereich (13 – 20 °C). Ganz allgemein entwickeln sich die Embryonen von »kalt-angepaßten« Fischen bei niedrigen Temperaturen schneller als solche von »warm-angepaßten« Fischen (z. B.: *P. phoxinus*: kalt – *C. carpio*: warm); im oberen Temperaturbereich verhält es sich gerade umgekehrt, die »warm-angepaßten« sind schneller entwickelt als die »kalt-angepaßten«.

In allen Fällen sind die Kurven, welche die Beziehung zwischen Temperatur und Entwicklungszeit repräsentieren, stark gekrümmt. Diese Tatsache heißt für die Praxis, daß von einer Verwendung des Konzeptes der »Tagesgrade« möglichst Abstand zu nehmen ist. Dieses Konzept fordert u. a. nämlich, daß das Produkt aus Temperatur und Entwicklungszeit konstant ist. Da dies nicht der Fall ist, können auf dieser Basis errechnete Entwicklungszeiten nur eine Näherung darstellen.





**Abb. 4:** Beziehung zwischen Temperatur und Entwicklungsdauer (= Befruchtung – Schlüpfen der Embryonen). Die jeweiligen Symbole (Kreise, Vierecke etc.) zeigen den Median der Entwicklungszeit (= 50% geschlüpft) an. Symbole mit einem extra Ring (⊙) stellen Ergebnisse dar, wo man bereits hohe Mortalität der Embryonen bemerken konnte. Senkrechte Linien geben die Dauer der Schlüpfperiode an. Wenn nicht extra angeführt, dann stellen verschiedene Symbole die Resultate von verschiedenen Populationen einer Art dar. Die senkrechten Pfeile geben die Temperaturtoleranzgrenzen der Embryonen an, die dicken Linien auf den Temperaturachsen die optimalen Temperaturbereiche, LZ = Laichzeit.

Sofern genügend Resultate von Inkubationsexperimenten vorlagen, das heißt möglichst der gesamte Temperaturtoleranzbereich experimentell erfaßt worden war, wurde die Beziehung zwischen Temperatur und Inkubationszeit statistisch analysiert und mit einer mathematischen Funktion beschrieben. Die entsprechenden Gleichungen sind in Tabelle 1 zusammengefaßt. Sie können zur Voraussage der Inkubationszeit bei jeder beliebigen Temperatur, die im Bereiche der Experimentalttemperaturen liegt, verwendet werden. In Tabelle 2 sind die mit Hilfe der in Tabelle 1 angegebenen Gleichungen errechneten Inkubationszeiten aufgelistet. Daraus wird ersichtlich, daß sich bei Temperaturen unter

10 °C nur *L. leuciscus*, *L. idus*, *P. phoxinus*, *R. rutilus* und *A. brama* erfolgreich entwickeln, wobei *P. phoxinus* und *L. idus* die kürzesten Entwicklungszeiten aufweisen. Zwischen 10 °C und 20 °C sind *A. brama*, *C. chalcoides mento* und *V. vimba* die schnellsten. Über 24 °C entwickeln sich nur mehr *C. carassius*, *C. carpio* und *T. tinca* erfolgreich.

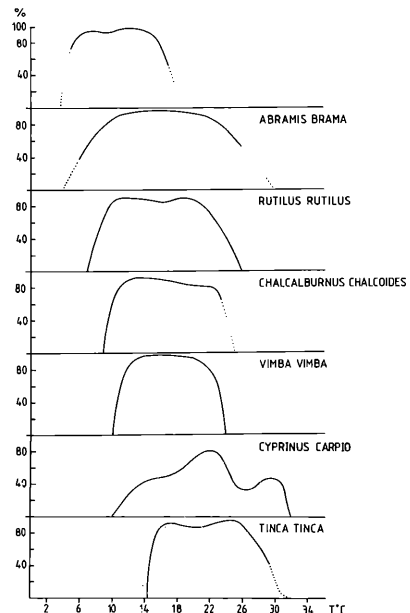
Der Schlüpferfolg variiert mit der Temperatur. Im Bereich der unteren und oberen Letaltemperatur nimmt der Schlüpferfolg abrupt ab (Abb. 5). Die Lage der Schlüpferfolgskurve auf der Temperaturachse zeigt den Temperaturbereich an, für den die jeweilige Art optimal angepaßt ist. In diesem Bereich zeigen die einzelnen Arten die höchsten Schlüpf-effizienzen (auf jeden Fall über 50 Prozent, zumeist über 80 Prozent). So sieht man in Abbildung 5, daß z. B. die Hasel (*L. leuciscus*) als zeitiger Frühjahrslaiher im Bereich

**Tab. 1:** Regressionsgleichungen für die Beziehung zwischen Temperatur ( $t$  °C) und der Inkubationszeit (bis 50% geschlüpft;  $D$  in Tagen). Angegeben ist auch der Temperaturbereich, für den diese Beziehung gültig ist.

|   |   |
|---|---|
| <i>Leuciscus leuciscus</i><br>(Hasel)               | $D = 96,59 - 9,3 t + 0,254 t^2$ (6,7 – 16,5)          |
| <i>Leuciscus idus</i><br>(Nerfling)                 | $D = \frac{222775}{(t + 11,98)^{3,055}}$ (7,0 – 22,0) |
| <i>Rutilus rutilus</i><br>(Rotauge)                 | $D = \frac{1447}{(t - 0,42)^{1,898}}$ (7,8 – 23,9)    |
| <i>Chondrostoma nasus</i><br>(Nase)                 | $D = \frac{1258}{(t - 2,62)^{1,994}}$ (10,0 – 17,3)   |
| <i>Scardinius erythrophthalmus</i><br>(Rotfeder)    | $D = 63,01 - 5,44 t + 0,127 t^2$ (11,0 – 19,5)        |
| <i>Chalcalburnus chalcoides mento</i><br>(Seelaube) | $D = \frac{2507}{(t - 1,2)^{2,203}}$ (9,8 – 22,8)     |
| <i>Abramis brama</i><br>(Brachsen)                  | $D = \frac{15440}{(t + 1,68)^{2,764}}$ (9,8 – 22,0)   |
| <i>Vimba vimba</i><br>(Rußnase)                     | $D = \frac{100}{(t - 6,9)^{1,355}}$ (12,8 – 23,7)     |
| <i>Carassius carassius</i><br>(Karausche)           | $D = \frac{1499}{(t - 3,5)^{2,04}}$ (12,1 – 31,1)     |
| <i>Cyprinus carpio I</i><br>(Karpfen)               | $D = \frac{2790}{(t - 2,79)^{2,284}}$ (12,5 – 30,0)   |
| <i>Cyprinus carpio II</i><br>(Karpfen)              | $D = \frac{3491}{(t + 3,27)^{2,198}}$ (12,7 – 30,4)   |
| <i>Tinca tinca</i><br>(Schleie)                     | $D = \frac{6,8}{(t - 14,06)^{0,392}}$ (14,5 – 30,2)   |

**Tab. 2:** Nach in Tab. 1 angeführten Gleichungen berechnete Inkubationszeiten (bis zum Schlüpfen von 50% der Embryonen). Dauer der Inkubationszeit der Eier in Tagen.

| Art  | °C | 6    | 8    | 10   | 12   | 14   | 16   | 18   | 20   | 22   | 24   | 26   | 28   | 30 °C |
|--|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| <i>Leuciscus leuciscus</i><br>(Hasel)                |    | 49,9 | 38,4 | 29,0 | 21,5 | 16,1 | 12,8 | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     |
| <i>Leuciscus idus</i><br>(Nerfling)                  |    | 32,7 | 23,7 | 17,7 | 13,6 | 10,6 | 8,5  | 6,9  | 5,63 | 4,68 | -    | -    | -    | -     |
| <i>Phoxinus phoxinus</i><br>(Elritze)                |    | 14,3 | 11,0 | 9,4  | 7,4  | 6,22 | 5,25 | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     |
| <i>Rutilus rutilus</i><br>(Rotauge)                  |    | -    | 31,0 | 19,8 | 13,8 | 10,2 | 7,9  | 6,27 | 5,11 | 4,25 | 3,59 | -    | -    | -     |
| <i>Chondrostoma nasus</i><br>(Nase)                  |    | -    | -    | 23,4 | 14,5 | 9,9  | 7,14 | 5,41 | 4,24 | 3,41 | -    | -    | -    | -     |
| <i>Scardinius erythrophthalmus</i><br>(Rotfeder)     |    | -    | -    | 21,3 | 16,0 | 11,6 | 8,4  | 6,1  | 4,83 | 4,58 | -    | -    | -    | -     |
| <i>Chalcalburnus chalcooides mento</i><br>(Seelaube) |    | -    | -    | 20,8 | 13,3 | 9,1  | 6,62 | 5,01 | 3,9  | 3,13 | -    | -    | -    | -     |
| <i>Abramis brama</i><br>(Brachsen)                   |    | 55,1 | 29,1 | 17,3 | 11,2 | 7,7  | 5,5  | 4,09 | 3,13 | 2,45 | 1,96 | -    | -    | -     |
| <i>Vimba vimba</i><br>(Rußnase)                      |    | -    | -    | -    | 11,0 | 7,02 | 5,02 | 3,83 | 3,06 | 2,53 | -    | -    | -    | -     |
| <i>Carassius carassius</i><br>(Karasche)             |    | -    | -    | -    | 19,0 | 12,4 | 8,7  | 6,4  | 4,92 | 3,9  | 3,16 | 2,61 | 2,2  | 1,87  |
| <i>Cyprinus carpio I</i><br>(Karpfen)                |    | -    | -    | -    | 17,5 | 11,2 | 7,7  | 5,57 | 4,2  | 3,27 | 2,6  | 2,12 | 1,76 | 1,47  |
| <i>Cyprinus carpio II</i><br>(Karpfen)               |    | -    | -    | -    | 8,7  | 6,6  | 5,23 | 4,21 | 3,46 | 2,88 | 2,44 | 2,09 | 1,81 | 1,58  |
| <i>Tinca tinca</i><br>(Schleie)                      |    | -    | -    | -    | -    | -    | 5,2  | 4,0  | 3,38 | 3,02 | 2,76 | 2,57 | 2,42 | 2,33  |



**Abb. 5:** Der Schlüpf Erfolg einiger Arten im Temperaturtoleranzbereich (punktierte Linie = vermutlich weiterer Verlauf der Kurve, keine Daten vorliegend).

zwischen 6 °C und 14 °C den höchsten Schlüpfertfolg erzielt, die Schleie (*T. tinca*) als Sommerlaicher zwischen 15 °C und 24 °C ihr Optimum findet. Die Breite dieser Schlüpfertfolgskurve gibt einen Hinweis, ob die jeweilige Art eher an einen engen Temperaturbereich angepaßt ist oder an einen weiten. Man sieht, daß Hasel und Rußnase einen ziemlich engen (ca. 14 °C), Rotaugen, Karpfen und vor allem Brachsen aber sehr weite Toleranzbereiche (20 °C und größer) aufweisen. Embryonen von Arten, die in Seen oder Teichen leben und laichen, tolerieren einen weiteren Bereich von Temperaturen als Arten, die zum Laichen von Seen in Fließgewässer wandern. Die unterschiedlichen Lebensbedingungen der einzelnen Arten spiegeln sich somit in den jeweils typischen Reaktionen auf die Temperatur wider.

### Zusammenfassung und Ausblick

Ökologie und Lebensgeschichte der einzelnen Cyprinidenarten drücken sich also auch in ihrem Verhalten gegenüber der Temperatur aus. Dies fällt bereits in einer so frühen Entwicklungsperiode wie jener der embryonalen Entwicklung auf. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Arten bezüglich der funktionellen Beziehung zwischen Entwicklungsdauer und Temperatur oder zwischen Schlüpfertfizienz und Temperatur lassen eine deutliche Beziehung zur Laichzeit und den vorherrschenden Temperaturen erkennen. Eine Beziehung zwischen bevorzugten Laichlebensräumen (See, Teich, Fluß) und Temperaturtoleranz läßt sich ebenfalls erkennen.

Wir müssen aber auch festhalten, daß für viele Arten keine oder nur unzureichende empirische Erfahrungswerte über die Dauer der embryonalen Entwicklung vorliegen. Beispiele sind *P. phoxinus*/Elritze, *C. nasus*/Nase, *B. barbus*/Barbe, *S. erythrophthalmus*/Rotfeder, *A. alburnus*/Laube, *L. cephalus*/Aitel, *L. delineatus*/Moderlieschen und *A. aspius*/Schied. Noch dürftiger ist die Information über die anschließenden Entwicklungsperioden, wie etwa die Zeit zwischen Schlüpfen und dem Beginn der exogenen Ernährung oder die Dauer der Larvalperiode. Dabei ist natürlich zu berücksichtigen, daß mit dem Beginn der exogenen Ernährung ein weiterer, die Entwicklungsgeschwindigkeit beeinflussender Parameter, nämlich Qualität und Quantität der Nahrung, zu berücksichtigen ist.

Wir benötigen also in Zukunft noch eine Fülle an ökologischer Information, die zum größten Teil im Labor erarbeitet werden muß, um die Frage der thermischen Beeinflussung von Fischen beantworten zu können.

### DANKSAGUNG

Wir danken Frau Dr. B. Herzig (Fischsammlung, Naturhistorisches Museum Wien) und Herrn K. Maier (Institut für Limnologie) für die Hilfestellung beim Beschaffen der Literatur.

Die eigenen Untersuchungen erfolgten mit Unterstützung des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung, Forschungsschwerpunkt 35.

Adresse der Autoren:

Univ.-Doz. Dr. Alois Herzig, Institut für Limnologie d. ÖAW, 5310 Mondsee, Gaisberg 116

Univ.-Doz. Dr. Hans Winkler, Institut für vergleichende Verhaltensforschung, 1160 Wien, Savoyenstraße 1a

### Summary

#### The influence of temperature on the embryonic development of cyprinids

Data scattered in literature and data from our own research on Danubian Bleak (*Chalcalburnus chalcoides mento*), Bream (*Abramis brama*), and Zährte (*Vimba vimba*) were collected to provide an overview over the thermal ecology of some Central European cyprinids during their early development. Data presented pertain to spawning temperature, the temperature range of optimal embryonic development, and the functional relationship between temperature and the duration of embryonic development until hatching. Possible correlations between the various species specific responses to temperature with the general ecology of the respective species are discussed.

## LITERATUR

- Backiel, T., und Zawisza, I., 1968. Synopsis of biological data on the bream, *Abramis brama* (L.) FAO Fish Syn. 36, 1 – 122.
- Bagenal, T. B., 1971. The interrelation of the size of fish eggs, the date of spawning and the production cycle. J. Fish. Biol. 3: 207 – 219.
- Balon, E. K. 1959. Die Embryonale und Larvale Entwicklung der Donauzope (*Abramis ballerus subsp.*) Biologické práce V/6 78 pp. (Slov. Akad. Vred).
- Balon, E. K., 1975. Terminology of intervals in fish development. J. Fish. Res. Board Can. 32: 1663 – 1670.
- Balon, E. K., 1984. Reflections on some decisive events in the early life of fishes. Trans. Am. Fish. Soc. 113: 178 – 185.
- Banarescu, R., Blanc, M., Gaudet, J.-L., and Hureau, J.-C., 1971. European Inland Water Fish. A multi-lingual catalogue. Fishing News (Books) Ltd., London.
- Biró, P., 1979. Acute effects of the sodium salt of 2.4 – D on the early developmental stages of bleak, *Alburnus alburnus*. J. Fish Biol. 14: 101 – 109.
- Brezeanu, G., 1968. Contributions to the study of the reproduction, prolificity and development of the species *Leucaspis delineatus* (Haeckel) (Pisces, Cyprinidae). Trav. Mus. Inst. nat. En. Antipa 8: 509 – 521.
- Cala, P., 1971. On the ecology of the ide *Idus idus* (L.) in the River Kävlingeån, South Sweden. Rep. Inst. Freshwat. Res. Drottningholm 50: 45 – 99.
- Dziekońska, J., 1956. Studies on embryonic development of fish I. Observations on the spawning and the embryonic development of bream in the Vistula Lagoon. Pol. Arch. Hydrobiol. 3: 291 – 305.
- Dziekońska, J., 1958. Studies on early development stages of Fish. II. The influence of some environment conditions on the embryonic development of bream (*Abramis brama* L.) in the Vistula Delta. Pol. Arch. Hydrobiol. 4: 194 – 206.
- EIFAC, 1968. Water quality criteria for European freshwater fish. Report on water temperature and inland fisheries based mainly on Slavonic literature. Eur. Inland Fish. Advis. Comm. Tech. Pap. (Rom FAO) 6, 1 – 32.
- Florez, F., 1972. The effect of temperature on incubation time, growth and lethality of embryos, larvae and juveniles of the ide, *Idus idus* (L.). Rep. Inst. Freshwat. Res. Drottningholm 52: 51 – 64.
- Frost, W. E., 1943. The natural history of the minnow, *Phoxinus phoxinus* (L.) J. Anim. Ecol. 12: 139 – 162.
- Gulidov, M. V., und Popova, K. S., 1978. The influence of increased O<sub>2</sub> concentrations on the survival and hatching of the embryos of the bream, *Abramis brama*. J. Ichthyol.: 174 – 177.
- Gulidov, M. V., und Popova, K. S., 1981. The hatching dynamics and morphological features of larvae of roach, *Rutilus rutilus* in relation to incubation temperature. J. Ichthyol. 19: 87 – 92.
- Gulidov, M. V., und Popova, K. S., 1982. Egg survival, hatching dynamics and morphological peculiarities of prolarvae of Kutum, *Rutilus frisii kutum* (Cyprinidae) in relation to temperature. J. Ichthyol. 22: 81 – 89.
- Heckel, J., und Kner, R., 1858. Die Süßwasserfische der österreichischen Monarchie mit Rücksicht auf die angrenzenden Länder. W. Engelmann, Leipzig, 388 pp.
- Herzig, A., und Winkler, H., 1985. The influence of temperature on the embryonic development time and hatching success of three cyprinid fishes: Bream, *Abramis brama* (Linnaeus, 1758), Danubian bleak, *Chalcalburnus chalcoides mento* (Agassiz, 1832), and zährte, *Vimba vimba* (Linnaeus, 1758). (MS).
- Heuschmann, O., 1962. Die Weißfische (Cyprinidae) in: Demoll, R., Maier, H. N., & Wundsche, H. H. (Hrsg.): Handbuch der Binnenfischerei Mitteleuropas. Bd. III B, p. 23 – 199.
- Horoszewicz, L., 1971. Lethal temperatures of roach fry (*Rutilus rutilus*) L. from lakes with normal and artificially elevated temperature. Pol. Arch. Hydrobiol. 18: 69 – 79.
- Horoszewicz, L., 1981. Effect of different thermal regimes on reproductive cycles of tench *Tinca tinca* (L.) Part VIII. Towards understanding of reproduction mechanisms and requirements for controlled spawning. Pol. Arch. Hydrobiol. 28: 257 – 263.
- Jungwirth, M., und Winkler, H., 1984. The temperature dependence of embryonic development of grayling (*Thymallus thymallus*), Danube salmon (*Hucho hucho*), arctic char (*Salvelinus alpinus*) and brown trout (*Salmo trutta fario*). Aquaculture 38: 315 – 327.
- Keiz, G., 1959. Über den Temperatureinfluß auf die Erbrütung der Eier des Karpfens (*Cyprinus carpio* L., *Vertebrata*, *Pisces*). Naturwissenschaften 46: 44.
- Kennedy, M., 1969. Spawning and early development of the dace *Leuciscus leuciscus* (L.) J. Fish Biol. 1: 249 – 259.
- Kennedy, M., und Fitzmaurice, P., 1968. The biology of the bream *Abramis brama* (L.) in Irish waters. Proc. R. I. A. 67, sect. B: 95 – 157.
- Kennedy, M., und Fitzmaurice, P., 1970. The biology of the tench *Tinca tinca* (L.) in Irish waters. Proc. Roy. Irish Academy. Proc. R. I. A. 69, sect. B: 31 – 82.
- Kennedy, M., und Fitzmaurice, P., 1974. Biology of the rudd *Scardinius erythrophthalmus* (L.) in Irish waters. Proc. R. I. A. 74, sect. B, 245 – 304.
- Kokurewicz, B., 1970. The effect of temperature on embryonic development of *Tinca tinca* (L.) and *Rutilus rutilus* (L.). Zool. pol. 20: 317 – 337.

- Kokurewicz, B., 1981. Effect of different thermal regimes on reproductive cycles of tench *Tinca tinca* (L.) Part VII. Embryonal development of progeny. Pol. Arch. Hydrobiol. 28: 243–256.
- Ladiges, W., und Vogt, D., 1979. Die Süßwasserfische Europas. 2. Auflage. Paul Parey, Hamburg u. Berlin, 299 pp.
- Lange, N. O., Dmitrijeva, E. N., und Smirnova, E. N., 1972. Methods of studying the morphological and ecological peculiarities of fish development during the embryonic, larval and juvenile periods. Metodiki issledovanije produktivnoski vidov ryb u. predelach ich arealov, Vilnius 1972, 45–53, 140–148 (in Russisch und Englisch).
- Luczynski, M., und Kirklewska, A., 1984. Dependence of *Coregonus albula* embryogenesis rate on the incubation temperature. Aquaculture 42: 43–55.
- Mills, C. A., 1980. Spawning and rearing eggs of the dace *Leuciscus leuciscus* (L.) Fish. Mgmt 11: 67–72.
- Mills, C. A., 1981. Egg population dynamics of naturally spawning dace, *Leuciscus leuciscus* (L.) Environ. Biol. Fish. 6: 151–158.
- Müller, H., 1983. Fische Europas. Ferd. Enke Verlag, Stuttgart, 320 pp.
- Peňáz, M., 1973. Embryonic development of the barb, *Barbus barbus* (Linnaeus, 1758). Zool. Listy 22: 363–374.
- Peňáz, M., 1974. Influence of water temperature on incubation and hatching in *Chondrostoma nasus* (L. 1758). Zool. Listy 23: 53–59.
- Peňáz, M., und Gajdusek, J., 1979. Early development of bream, *Abramis brama* from the water reservoir Mostiste, CSSR. Folia Zool. 28: 347–360.
- Peňáz, M., Wohlgemuth, E., Hamackova, J., und Kovril, J., 1981. Early ontogeny of the tench, *Tinca tinca* I. Embryonic period. Folia Zool., 30: 165–176.
- Pliszka, F., 1953. Rozród i rozwój certy (*Vimba vimba* L.) (Reproduction and development of *Vimba vimba* L.) Pol. Arch. Hydrobiol. 1: 137–163.
- Sarig, S., 1966. Synopsis of biological data on common carp, *Cyprinus carpio* (L.) (Near East and Europe) FAO Fish Syn. 31.2.
- Smirnova, E. N., 1961. Development of *Chalcalburnus chalcoides schischkovi* (Drensky, 1943) in the embryonic and larval period of life (Russisch). Trudy Inst. Morf. Zivotnych 33: 30–62.
- Smirnova, E. M., Vladimirov, M. Z., und Volskis, R., 1970. Embryonic and postembryonic development. In: Sajanschkajskas, P., Volskis, R., Petravskas, W., Veldre, I., Disler, N. N., Manjukas, I. and Jaroschenko, M. K. (eds.): Biology and Fisheries of *Vimba* in Europe (in Russian with English summaries). Publishing House »Mintis«, p. 155–290.
- Soin, S. G., Kasutyan, A. O., und Pashchenko, N. I., 1981. Ecological and morphological analysis of the development of the minnow *Phoxinus phoxinus*, (Cyprinidae). J. Ichthyol. 21: 90–105.
- Tölg, I. (Hrsgb.), 1981. Fortschritte in der Teichwirtschaft. Spezielle Methoden. Verlag Paul Parey, Hamburg u. Berlin, 175 pp.
- Vladimirov, M. Z., und Zabudskij, Y. I., 1973. Embryonic and larval development in *Leuciscus cephalus* (in Russisch). Biol. Res. Vod. Moddavi 11: 72–83.
- Wheeler, A., 1978. Key to the Fishes of Northern Europe. Frederick Warne (Publ.) Ltd., London, 380 pp.
- Yamamoto, T., 1937. Influence of temperature on the embryonic development of the European *Carassius*, *Carassius carassius* (Linnaeus). Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 5: 375–381.

---

# Fischereiwirtschaft und Fischereibiologie

---

Ilse Butz

## Wassertemperatur und Gewässer

### 3. Teil

Die Wassertemperatur ist für alle Wasserorganismen ein wesentlicher Faktor:

- Bakterien
- Fischnährtiere
- Pflanzen
- Fische

#### 6.1 Temperatur und Gewässerbakterien

Bakterien kommen in einem Temperaturbereich von  $-10\text{ °C}$  bis  $+93\text{ °C}$  vor und sind somit Lebewesen mit der höchsten Temperaturtoleranz. Die einzelnen Bakterienarten

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichs Fischerei](#)

Jahr/Year: 1985

Band/Volume: [38](#)

Autor(en)/Author(s): Winkler H., Herzig Alois

Artikel/Article: [Der Einfluß der Temperatur auf die embryonale Entwicklung der Cypriniden 182-196](#)