

Uwe H. Humpesch

Gibt es optimale Wassertemperaturen für die Erbrütung von Salmoniden- und Thymallideneiern?

Einleitung

Ausgehend von einem genetisch einwandfreien Eimaterial ist für die Erbrütung von Fischeiern in der Natur wie in der Zucht die Kenntnis der Faktoren Voraussetzung, die einen optimalen Schlüpfertag zulassen. Obwohl in vielen Fällen darüber nicht immer wissenschaftlich begründete Aussagen gemacht werden können, gelingt es dem mit der Aufzucht befaßten Praktiker meistens, auf Grund seines Wissens und seiner langjährigen Erfahrung, diese Probleme zufriedenstellend zu lösen.

Ein für die Erbrütung von Fischeiern wesentlicher Faktor ist die »Wassertemperatur«; sie ist sowohl für den Schlüpfertag (Prozent der Eilarven, die aus den Eiern eines Geleges schlüpfen) als auch für die Dauer der Embryonalentwicklung (Zeitraum zwischen Befruchtung und Schlüpfen der Eilarven) maßgebend. Diese Beziehungen wurden von Einsele früh erkannt und in seiner Arbeit »Über die Entwicklung der Eier der wichtigsten Süßwasser-Zuchtfische, vor allem über die Dauer der Entwicklung in ihrer Abhängigkeit von der Temperatur« in den sogenannten »FOR-Tabellen« niedergelegt. Ausgehend von Einseles Überlegungen hat Humpesch (1985) Experimente mit dem Ziel durchgeführt, den optimalen Temperaturbereich für die Erbrütung der Eier unserer wichtigsten Fische der Forellen- und Äschenregion zu bestimmen, um so für die angesprochene Beziehung die Basis für ein wissenschaftlich begründetes Fischmanagement zu schaffen.

Methode

Unter Berücksichtigung der von Einsele (1956 a, b) beschriebenen Brutapparate für die Erbrütung von Forelleneiern wurde eine Brutschale entwickelt, die es ermöglicht, Salmoniden- und Thymallideneier in Klimakammern bei verschiedenen konstanten Wassertemperaturen zur Entwicklung zu bringen (Abb. 1). Jede Brutschale hat ein eigenes Belüftungssystem, das das Wasser zum Zirkulieren bringt und gleichzeitig für die Anreicherung des Wassers mit Sauerstoff sorgt. Das frischbelüftete Wasser wird durch die in der Schale angebrachten Rahmen und Netze so geführt, daß es die aufgelegten Eier von unten her kommend leicht durchströmen muß, um so die ausreichende Versorgung der Eier mit Sauerstoff zu gewährleisten. Das Wasser wurde mindestens einmal pro Woche gewechselt. (Diese Brutschalen verwendeten später Herzig und Winkler [1985] auch mit Erfolg bei ihren Eistudien an Cypriniden.)

Es wurden sechs Arten aus zehn auch thermisch verschiedenen Gewässern untersucht. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Herkunft des Eimaterials, die Anzahl der Fischpärchen, die verwendet und die der Experimente, die durchgeführt wurden, sowie den Temperaturbereich, in dem die Experimente stattfanden. Die angeführten Gewässer wurden elektrisch abgefischt, die reifen Weibchen zum Teil im Freiland, zum Teil im Labor, abgestreift und die Eier künstlich besamt. Die Eimasse jedes Weibchens wurde jeweils nur mit dem Samen eines Männchens durchmischt. Die so befruchteten Eier eines Weib-

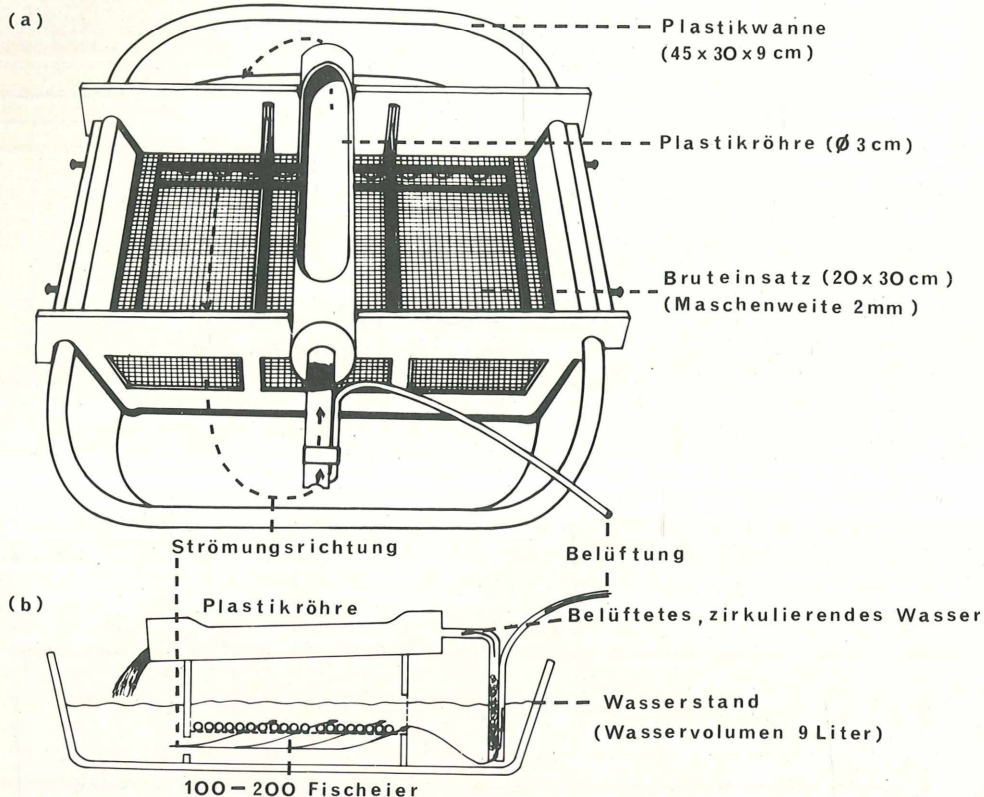


Abb. 1: Schale zur Erbrütung von Fischeiern (a) Totalansicht; (b) Längsschnitt. (Nach Humpesch, 1985; ergänzt.)

Tabelle 1: Übersicht über die Herkunft des untersuchten Eimaterials; die Anzahl der Fische, die für die Experimente verwendet und den ungefähren Temperaturbereich, in dem die Experimente durchgeführt wurden (* Eimaterial kostenlos, ** Eimaterial stark verbilligt zur Verfügung gestellt).

Arten	Gewässer (Fischereiberechtigter bzw. Züchter)	Anzahl der Pärchen	Anzahl der Experimente	Temperaturbereich (°C)
Seesaibling	Lunzer Untersee (Kupelwieser'sche Forstverwaltung**)	6	30	1,5-15
Bachsaibling	Lunzer Seebach (Kupelwieser'sche Forstverwaltung**)	6	30	1,5-15
Bachforelle	Lunzer { Seebach Untersee Unterseebach } (Kupelwieser'sche Forstverwaltung**)	6	30	1,5-15
		1	5	
		1	5	
		6	24	
Huchen	Wangauer Ache (W. Büchel*)	6	30	1,5-16
Brettel (A. Füsselberger**)		6	30	1,5-16
Regenbogenforelle	Mattighofen (J. Achleitner*)	12	60	1,5-20
Äsche	Ybbs (Österreichische Fischereigesellschaft*)	6	30	3,5-19
	Vöckla (A. Köttl**)	6	30	5-16

chens wurden dann in Portionen zu je 100 – 200 Stück aufgeteilt und in je eine Brutschale gegeben. Pro untersuchter Temperatur wurden meist 6 parallele Einzeluntersuchungen mit dem Eimaterial von je 6 verschiedenen Weibchen durchgeführt. Die Eier wurden bei Dunkelheit gehalten und nur bei der täglichen Kontrolle kurz beleuchtet. Bei den Kontrollen wurde die Temperatur festgehalten, die nicht entwickelten und die von Pilzen befallenen Eier bzw. die geschlüpften Fischlarven entfernt und gezählt.

Ergebnisse

Schlüpfserfolg

Im Durchschnitt schlüpfen wie aus Abbildung 2 und Tabelle 2 ersichtlich ist, maximal aus 70 bis 90% der Eier eines Geleges Larven. (Die in Abbildung 2 beispielhaft angeführten

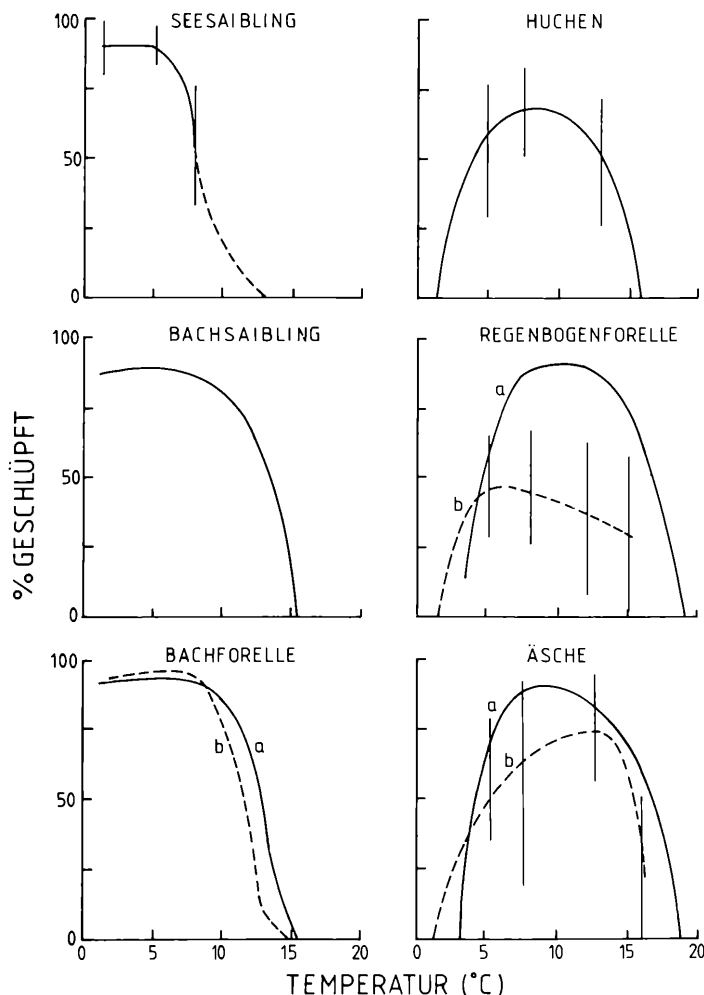


Abb. 2: Schlüpfen aus dem Ei (in Prozent) bei verschiedenen Wassertemperaturen (°C): Seesaibling (Lunzer Untersee); Bachsaibling (Lunzer Seebach); Bachforelle (a, Lunzer Seebach; b, Wangauer Ache); Huchen (Brettli); Regenbogenforelle (Mattighofen: a, 1983; b, 1984); Äsche (a, Ybbs; b, Vöckla). Die Kurven ergeben sich aus den nach dem Augenmaß verbundenen Mittelwerten; zu letzteren werden beispielhaft für Seesaibling, Huchen, Regenbogenforelle (b) und Äsche (b) die Schwankungs- (= 95%-Vertrauens-)bereiche angegeben.

Tabelle 2: Übersicht über die Beziehung zwischen der Wassertemperatur (°C) und dem durchschnittlichen Schlüpfertfolg (in %), dem Schlüpfbeginn (in Tagen: von der Befruchtung bis zum dem Zeitpunkt, wo aus 5% der Eier des Geleges Larven geschlüpft sind; angegeben ist der untere und obere Schwankungs-[95% Vertrauens-]bereich) und der Schlüpfdauer (in Tagen: Zeitraum, in dem aus 90% der Eier eines Geleges Larven geschlüpft sind; angegeben sind der untere und obere Schwankungs-[95% Vertrauens-]bereich) von fünf Salmonidenarten und der Äsche.

Arten	Seesaibling			Bachsaibling			Bachforelle			Huchen			Regenbogenforelle			Äsche		
Temp. °C	Erfolg %	Beginn Tage	Dauer	Erfolg %	Beginn Tage	Dauer	Erfolg %	Beginn Tage	Dauer	Erfolg %	Beginn Tage	Dauer	Erfolg %	Beginn Tage	Dauer	Erfolg %	Beginn Tage	Dauer
3	90	91-104	10-17	90	84-124	6-13	90	102-110	8-11	35	90-111	7-23	10	117-131	9-13	10	84-101	19-51
4	90	75- 85	9-15	90	68- 96	6-13	95	80- 86	6- 8	50	63- 75	6-14	35	85- 93	7- 9	30	57- 67	12-26
5	90	65- 75	9-14	90	57- 81	6-11	95	66- 72	5- 7	55	49- 56	5-10	60	66- 72	6- 8	60	43- 49	9-16
6	85	58- 66	8-13	90	50- 70	6-11	95	57- 62	4- 6	65	39- 43	5- 8	75	54- 58	5- 7	80	34- 38	7-12
7	75	52- 60	7-14	90	44- 64	5-10	95	50- 54	4- 6	70	32- 36	4- 6	85	46- 48	5- 6	90	28- 30	6- 9
8	55	47- 56	6-13	90	39- 57	5-10	95	44- 48	3- 5	70	27- 29	3- 5	90	40- 42	4	90	23- 25	4- 6
9	30	44- 53	6-13	85	35- 53	5-11	90	40- 44	3- 5	65	23- 25	3- 5	90	34- 36	4	90	19- 21	3- 5
10	20	41- 50	6-13	80	32- 50	5-11	85	36- 40	3- 4	65	20- 22	2- 4	90	30- 32	3	90	17- 19	3
11	10	38- 47	6-14	75	29- 47	4-10	75	34- 38	3- 4	60	18- 20	2- 4	90	27- 29	3	90	15- 17	3
12	5	36- 45	5-12	65	27- 45	4-10	60	31- 35	2- 4	60	16- 18	2- 4	90	25- 27	3	85	13- 15	2
13	0			60	26- 43	4-10	35	30- 33	2- 4	50	14- 16	2- 3	85	22- 24	3	80	11- 13	2
14				40	24- 41	4-10	20	28- 31	2- 4	40	13- 15	2- 3	80	20- 22	2	75	10- 12	2
15				0			0			20	12- 14	2- 3	75	19- 21	2	70	9- 11	2
16										0			60	17- 19	2	60	8- 10	1
17													45	16- 18	2	50	8- 10	1
18													25	15- 17	2	25	7- 9	1
19													0			0		

Anwendung der Tabelle 2: Berechnungsbeispiel für den Seesaibling

Annahme: Befruchtung am 25. 11.

Optimalbereich für die Erbrütung (durchschnittlich 90% entwickeln sich): 3 – 5 °C

Gewählte Wassertemperatur: 5 °C

Schlüpfbeginn (5% sind geschlüpft) nach 65 – 75 Tagen: 29. 1. bis 8. 2.

Schlüpfende (95% sind geschlüpft) 9 – 14 Tage nach Schlüpfbeginn: 7. 2. bis 22. 2.

Schwankungsbreiten ergeben sich aus den individuellen Unterschieden bei den einzelnen Gelegen.) Als optimaler Temperaturbereich für das Schlüpfen und damit für die Entwicklung des Eies (von der Befruchtung bis zum Schlüpfen) ist der Bereich bestimmt, in dem durchschnittlich der höchste Prozentsatz von Larven pro Gelege schlüpft (= Schlüpfserfolg in %). Dieser Temperaturbereich liegt beim Seesaibling ungefähr zwischen 3 und 5 °C, beim Bachsaibling zwischen 3 und 8 °C, bei der Bachforelle zwischen 4 und 8 °C, beim Huchen zwischen 7 und 8 °C, bei der Regenbogenforelle zwischen 8 und 12 °C und bei der Äsche zwischen 7 und 11 °C (siehe Tab. 2). Jenseits dieser Temperaturbereiche nimmt der Prozentsatz schlüpfender Larven und damit der Schlüpfserfolg bis zu der Temperatur ab, wo er den Wert Null erreicht, d.h. wo keine Larven schlüpfen (= Letaltemperatur für den Laich; siehe Abb. 2, Tab. 2 und 3).

Dauer der Embryonalentwicklung

Die Dauer der Embryonalentwicklung ist temperaturabhängig und verkürzt sich mit steigender Temperatur innerhalb der Grenzen der Letaltemperatur für den Laich (Tab. 2). Diese Beziehung zwischen Temperatur und Dauer der Embryonalentwicklung kann durch eine »Potenzfunktion« mathematisch beschrieben werden (Humpesch, 1985). Es ist daher möglich, für jede Temperatur den Zeitraum (oder die Anzahl der Tage) zu berechnen, der zwischen der Befruchtung, dem Schlüpfbeginn (5% der Larven pro Gelege geschlüpft) bzw. dem Schlüpfende (95% Larven pro Gelege geschlüpft) liegt (= Dauer der Embryonalentwicklung).

Solche Berechnungen wurden für den Temperaturbereich von 3 bis 18 °C für alle Arten durchgeführt und sind in Tabelle 2 wiedergegeben. (Die in der Tabelle 2 angeführten Schwankungsbreiten ergeben sich aus den individuellen Unterschieden der einzelnen Gelegen.) Die angeführten Werte, Ergebnisse von Experimenten unter konstanten Bedingungen, wurden auf ihre Gültigkeit im Freiland überprüft. Diese Untersuchungsergebnisse stimmten zum Teil gut mit denen aus dem Labor überein.

Anwendung der Ergebnisse in Natur und Praxis

Die Ergebnisse können dort der Entscheidungsfindung dienen, wo es darum geht, ungünstige Bedingungen für die Erbrütung der entsprechenden Eier zu verhindern bzw. solche, die für sie günstig sind, zu schaffen und optimal zu nutzen. Soll beispielsweise das Temperaturregime eines Gewässers so beeinflusst werden (z. B. Kühlwassereinleitung, Restwassermenge), daß der Laich davon betroffen wird, so kann auf Grund der Angaben in Tabelle 2 vorhergesagt werden, wie sich diese Änderung auf den Schlüpfserfolg und auf die Dauer der Embryonalentwicklung auswirken wird. Entsprechende Maßnahmen können gesetzt werden!

Sind beispielsweise einem Züchter die Temperaturverhältnisse der Wasserversorgung seiner Zuchtanlage im Jahresverlauf bekannt, so kann er auf Grund der Daten in Tabelle 2 sein Zuchtmaterial so auswählen, daß die thermische Komponente optimal genutzt wird.

Diskussion

Die angeführten Ergebnisse zeigen, daß sich die Eier der fünf Salmonidenarten und der Äsche zwar über einen weiten Temperaturbereich mit verschiedener Dauer und unterschiedlichem Erfolg entwickeln können, daß aber für die Erreichung eines hohen Schlüpfserfolges (durchschnittlich 70 – 90%) ein ganz bestimmter Temperaturbereich notwendig ist (Tab. 3). Dieser Optimalbereich für das Schlüpfen ist bei den einzelnen Arten verschieden; naturgemäß sind die Unterschiede innerhalb der Winter- bzw. der Frühjahrslaicher geringer als zwischen Winter- und Frühjahrslaicher.

Die Frage, wo der optimale Temperaturbereich für eine bestimmte Fischart sei, ist, so allgemein gestellt, nicht zu beantworten. Sie kann nur – und das sollten die Ausführungen

Tabelle 3: Laichzeit, ungefährender Temperaturbereich für das Abblähen bzw. einen optimalen Schlüpfertol und Letaltemperatur für den Laich von fünf Salmonidenarten und der Äsche (< = kleiner als, > = größer als). (Aus Humpesch et al., 1982, ergänzt)

Arten	Laichzeit Monat	Abblähen bei T °C	Optimaler Schlüpfertol bei T °C	Letaltemperatur für Laich
Seesaibling	IX – III (IV)	3 – 15	3 – 5	<1 <13
Bachsaibling	X – III	2 – 16	3 – 8	<1 <15
Bachforelle	IX – I	1 – 10	4 – 8	<1 <15
Huchen	III – V	?	7 – 8	<3 <16
Regenbogenforelle	X – III (V)	4 – 19	8 – <12	<3 <19
Äsche	III – V	6 – 10	7 – 11	<3 <18

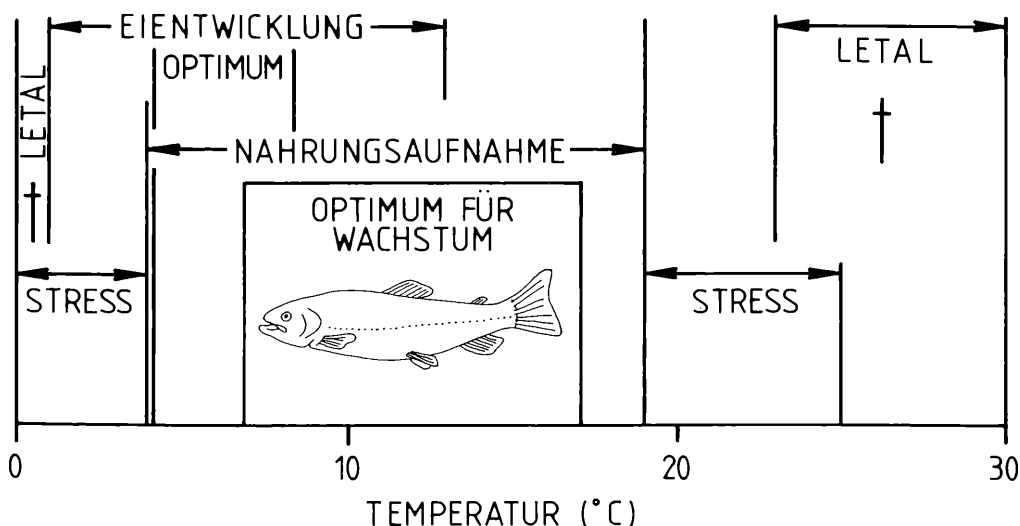


Abb. 3: Die Temperaturansprüche für Eientwicklung, Nahrungsaufnahme und Wachstum der Bachforelle. (Nach Elliott, 1981; ergänzt.)

zeigen – bezogen auf das anstehende Problem, d. h. auf das WOFUR, beantwortet werden. Anhand der Abbildung 3 soll dies am Beispiel der Bachforelle näher erläutert werden: Während sich die Eier im Temperaturbereich von <1 und ≤ 15 °C entwickeln können, liegt dieser Bereich für den Fisch zwischen 4 und 19 °C. Das Temperaturoptimum für die Eientwicklung liegt zwischen 4 und 8 °C, aber das für das Wachstum zwischen 7 und 17 °C. Das bedeutet, daß einerseits im Zuchtbetrieb bzw. bei der Bewirtschaftung eines Gewässers – soll der Ertrag optimiert werden – auf diese Beziehungen eingegangen werden muß, und daß andererseits bei geplanten Veränderungen in einem Gewässer die vorausschauende Planung, die Planung also, der das Funktionieren der Lebensgemeinschaft ein Anliegen ist, immer die Wirkung der Veränderung auf alle Entwicklungsstadien im Auge haben wird!

Danksagung

An der Entwicklung der Brutschalen waren F. Aigner, Dr. R. Hacker (†), E. Lanzenberger, K. Mayrhofer und R. Niederreiter beteiligt; bei der Beschaffung des Eimaterials waren P. Gollmann, E. Lanzenberger und K. Maier behilflich, die Kontrolle der Zuchten erfolgte unter Mitwirkung von L. Eisl, E. Lanzenberger, K. Maier und C. Skolaut – ihnen allen sei für ihre Mitarbeit herzlichst gedankt.

Summary

Is there an optimum temperature for the hatching success of five species of salmonids and *Thymallus thymallus*?

The hatching success and rate of embryonic development of five salmonid species and *Thymallus thymallus* was studied under different constant temperatures. Hatching occurred between c. 1 and <15 °C for *Salmo trutta*, *Salvelinus alpinus* and *S. fontinalis* and between 3 and <19 °C for *Salmo gairdneri*, *Hucho hucho* and *Thymallus thymallus*. Hatching success varied considerably within these temperature range, but the optimum temperature range for hatching was 3–5 °C for *Salvelinus alpinus*, 3–8 °C for *S. fontinalis*, 4–8 °C for *Salmo trutta*, 7–8 °C for *Hucho hucho*, 8–12 °C for *Salmo gairdneri* and 7–11 °C for *Thymallus thymallus*. Hatching time (days after fertilization) decreased with increasing temperature and the relationship between the two variables was well described by a power law within the given temperature ranges.

LITERATUR

- Einsele, W., 1956a. Neue Erkenntnisse und Wege bei der Erbrütung von Forelleneiern. Österr. Fischerei 9, 93–101.
- Einsele, W., 1956b. Untersuchungen über die Atmungsphysiologie sich entwickelnder Salmonideneier; ihre Anwendung auf die Natur und auf die züchterische Technik. Sonderheft zu Österr. Fischerei 9, Heft 10, 1–18.
- Elliott, J. M., 1981. Some aspects of thermal stress on freshwater teleosts. In: Stress and Fish (ed. A. D. Pickering), 209–245. Academic Press, London.
- Herzig, A., und Winkler, H., 1985. Der Einfluß der Temperatur auf die embryonale Entwicklung der Cypriniden. Österr. Fischerei 38, 182–196.
- Humpesch, U. H., 1985. Inter- und intraspecific variation in hatching success and embryonic development of five species of salmonids and *Thymallus thymallus*. Arch. Hydrobiol. 104, 129–144.
- Humpesch, U. H., et al., 1982. Ökologische Auswirkungen der thermischen Gewässerbeeinflussung. Österr. Wasserw. 34, 122–136.

Adresse des Autors:

Univ.-Doz. Mag. Dr. Uwe H. Humpesch, Institut für Limnologie der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Gaisberg 116, A-5310 Mondsee.

Österreichs Fischerei

Jahrgang 38/1985

Seite 279–283

Manfred Rydlo

Die Bedeutung von Parasiten als Indikator für die Ernährungsweise des Wirtes am Beispiel von Seelaube (*Chalcalburnus chalcoides mento*), Rußnase (*Vimba vimba elongata*) und Seesaibling (*Salvelinus alpinus*)

Material und Methode

Im Juni 1984 wurden 5 Rußnasen und 5 Seelauben, die zum Ablachen in die Zeller Ache (Hauptzufluß des Mondsees) aufgestiegen waren, ca. 200 m oberhalb deren Einmündung in den Mondsee für Untersuchungszwecke (elektrisch) gefangen. Die untersuchten Seesaiblinge stammten aus dem Mondsee (14 Exemplare), Hallstätter See (10 Exemplare) und dem Lunzer Obersee (6 Exemplare). Die Saiblinge aus dem Mondsee und Hallstätter See stammten aus Netzfängen von Berufsfischern, die Saiblinge aus dem Lunzer Obersee wurden mit der Angel gefangen.

Nach dem Töten wurden die Fische gemessen und gewogen, Darmtrakt und Leber wur-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichs Fischerei](#)

Jahr/Year: 1985

Band/Volume: [38](#)

Autor(en)/Author(s): Humpesch Uwe H.

Artikel/Article: [Gibt es optimale Wassertemperaturen für die Erbrütung von Salmoniden- und Thymallideneiern 273-279](#)