©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

Ber. nat.-med. Ver. Innsbruck	Band 64	S. 155-169	Innsbruck, Okt. 1977

Untersuchungen zur Biologie der Seesaiblinge (*Salvelinus alpinus*(L.)) (Pisces: Salmonidae) im Achensee (Tirol, Österreich)

Teil II: Fortpflanzung

von

Norbert SCHULZ*)**)

Studies on the Biology of the Arctic Char (*Salvelinus alpinus* (L.)) (Pisces: Salmonidae) in the lake Achensee (Tyrol, Austria)

Part II: Reproduction

Synopsis: In the oligotrophic lake Achensee in Northern Tyrol (11°42'30" N, 47°27'30" E, 929 m a.s.l., surface area 680 ha, maximum depth 133m), there is a nearly unexploited population of Arctic char. 553 specimens were caught by gill-nets in the years 1970-1972. Systematical problems, food, reproduction, age distribution, growth, lenght-weight-relation and population dynamics have been studied. The first part deals with the feeding habits of the char. In this second part the reproduction of the Achensee-char is discussed.

Inhaltsverzeichnis:

1. Methodik der Untersuchungen
1.1. Definitionen
2. Ergebnisse
2.1. Eintritt der Geschlechtsreife
2.2. Geschlechtsverhältnisse
2.3. Laichzeit
2.4. Laichplatz
2.6. Beeinflussung der Kondition durch die Fortpflanzung
3. Diskussion
4. Zusammenfassung
5. Literatur

*) Anschrift des Verfassers: Dr. Norbert SCHULZ, Kärntner Institut für Seenforschung, Flatschacher Straße 70, A 9020 Klagenfurt, Österreich

**) Diese Arbeit ist Herrn Univ.-Prof. Dr. Roland PECHLANER herzlichst gewidmet.

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

1. Methodik der Untersuchungen:

Für die Untersuchungen standen 553 Seesaiblinge zur Verfügung, die während der Untersuchungsperiode (1970 - 1972) im Achensee gefangen wurden. Im Zuge der Vermessungen (SCHULZ, 1974) wurden äußere Merkmale (z. B. Färbung, Bildung von Laichhaken) registriert.

Nach Öffnen der Leibeshöhle wurden die Gonaden entnommen und mit einer Federwaage gewogen. An den Gonaden wurde das Geschlecht bestimmt. Zur Untersuchung der Fruchtbarkeit wurde bei 37 Weibchen die Eizahl nach der von BAGENAL und BRAUM (1971, p. 171) beschriebenen Methode bestimmt: Die Gonaden waren noch fest (Reifestadium IV nach NIKOLSKY, 1963) und konnten ohne Eiverlust entnommen werden. Die Ovarialhäute wurden, soweit möglich, mit einer Pinzette entfernt. Danach wurden zunächst alle Eier gemeinsam und anschließend 50 abgezählte Eier mit einer Analysenwaage (Mettler B 5) gewogen. Die Zahl der Eier wurde aus den Gewichten mit Hilfe der Proportion errechnet.

Um die Eigrößen festzustellen, wurden jeweils 3 Eier von 20 vollreifen Weibchen unter dem Stereomikroskop nach der ursprünglichen Formel von LARSEN (zit. bei ELSTER, 1944, p. 278), die auch bei TESCH (1971) zu finden ist, berechnet:

$$K = \frac{G \cdot 100}{L_t^3}$$

K = Konditionsfaktor
G = Gewicht (in g)
L_t = Gesamtlänge (in cm)

1.1. Definitionen:

Reifegrad (Maturität) eines Fisches ist der Anteil des Gonadengewichtes an seinem Frischgewicht (ausgedrückt in Prozent).

Unter *Geschlechtsreife* wird das Ende der Keimdrüsenentwicklung verstanden. Sie ist an ein bestimmtes Alter des Tieres gebunden (SCHWERTFEGER, 1963) und ist die Voraussetzung für die Keimzellenentwicklung. Nach PECHLANER (1969) können Seesaiblinge als geschlechtsreif angesprochen werden, wenn das Gonadengewicht der Männchen 1%, das der Weibchen 2% des Körpergewichtes übersteigt.

Die *Laichreife* stellt den Abschluß der Keimzellenentwicklung dar und ist nur beim geschlechtsreifen Fisch möglich.

Unter *Fruchtbarkeit* versteht BAGENAL (1967) bei Fischen, die einmal pro Jahr laichen, die Anzahl reifer oder eindeutig reifender Eier kurz vor der Eiablage. Die relative Fruchtbarkeit ist dann die Zahl der Eier pro 100 g Körpergewicht.

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

2. Ergebnisse:

2.1. Eintritt der Geschlechtsreife:

Die jüngsten Saiblinge, die im Rahmen dieser Untersuchung gefangen wurden, gehören der Altersklasse 2.+(Altersbestimmung SCHULZ, 1974) an. Bei 53% dieser Fische konnte das Geschlecht nicht erkannt werden. Läßt sich die Annahme, daß Seesaiblinge geschlechtsreif sind, wenn der Reifegrad der Männchen 1%, der der Weibchen 2% übersteigt (PECHLANER, 1969), auch auf die Saiblinge des Achensees übertragen, dann hat ungefähr ein Viertel der 3jährigen Saiblinge (23,53%) die Geschlechtsreife erlangt. Ein im November 1970 gefangenes Männchen mit 153 mm Länge hatte einen Reifegrad von 4,33%, ein zur selben Zeit gefangenes Weibchen mit 154 mm Länge einen Reifegrad von 17,2% und Reifestadium V nach NIKOLSKY (1963). Es läßt sich also mit einiger Sicherheit sagen, daß bei einem Teil der Saiblinge die Geschlechts- und Laichreife im dritten Jahr eintritt. Die erforderliche Mindestgröße dürfte bei 15 cm liegen. Bei den älteren Fischen gab es nur wenige, bei denen keine Gonaden gefunden wurden.

In Abbildung 1 sind die prozentuellen Anteile der Geschlechter in den einzelnen Altersklassen dargestellt.

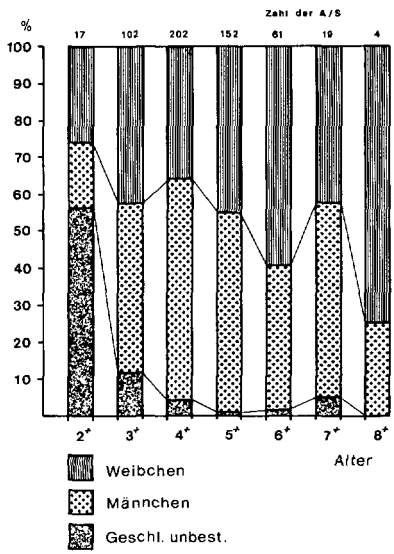


Abb. 1: Prozentuelle Aufgliederung der Altersklassen in Männchen, Weibchen und in Saiblinge, deren Geschlecht nicht bestimmt werden konnte. An der Oberkante des Diagramms ist die Zahl der Saiblinge in den einzelnen Altersklassen angegeben.

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

2.2. Geschlechtsverhältnisse:

Das Verhältnis zwischen Männchen und Weibchen wird durch die «Sexualziffer» ausgedrückt. Sie gibt an, wieviele Männchen auf 100 Weibchen gefangen werden. Früher wurde großer Wert auf die Bestimmung der Zahlenverhältnisse der Geschlechter gelegt. SURBECK (1913) ermittelte bei den Saiblingen des Zugersees eine Sexualziffer von 260, bei denen des Ägerisees eine Sexualziffer von 180. Während der Laichzeit fand er im Zugersee Schwankungen der Sexualziffer zwischen 90 und 750. NIKOLSKY (1963) gibt ein natürliches Geschlechtsverhältnis von etwa 1 : 1 an.

Unterschiedliches Verhalten der Geschlechter, speziell während der Laichzeit, kann zu selektiven Fängen in Bezug auf die Geschlechtsverteilung führen. Die Männchen erscheinen infolge Laichreife bedeutend früher auf den Laichplätzen und bleiben dauernd in der Überzahl (HAEMPEL, 1930). WERDER (1973) schreibt, daß der Saiblingsfang im Zugersee zu Beginn der Laichzeit vorerst 75% Männchen und nur 25% Weibchen ergibt, da die Weibchen offenbar zuerst auf den bekiesten Laichplätzen eintreffen. Allmählich nimmt der Fang der Männchen ab und es gehen vor allem Weibchen in die Netze, Männchen nur noch vereinzelt. Im Gegensatz dazu fand RUHLÉ (1976) bei der Saiblingsfischerei während der Laichzeit im Zugersee ein durchschnittliches Verhältnis von 100 Weibchen zu 49 Männchen. Er erklärt dies mit FABRICIUS und GUSTAFSON (1954) und NIKOLSKY (1963) damit, daß Männchen sich offensichtlich mit mehreren Weibchen «paaren», oder, daß ein Großteil der Männchen dem Fang entgeht.

Für den Achensee ergibt sich aus dem gesamten Saiblingsfang ein durchschnittliches Verhältnis von 100 Weibchen zu 122 Männchen. Die Sexualziffern der einzelnen Fangmonate sind in Tabelle 1 zusammengestellt:

Tabelle 1: Sexualziffern der Seesaiblinge in den einzelnen Monaten (gesamte Untersuchungsperiode).

Monat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	total
N Weibchen	15	9	12	19	17	12	14	21	15	9	69	24	236
N Männchen	20	6	12	16	15	9	18	27	26	3	91	45	288
Sexualziffern	133	67	100	84	88	75	129	129	173	33	132	188	122

Die Sexualziffern ändern sich im Laufe des Jahres. Der höchste Wert wurde für den Monat Dezember errechnet. Dies könnte auf eine unterschiedliche Verteilung der Geschlechter während der Laichzeit zurückzuführen sein. Die sehr niederen Werte im Feber und Oktober sind zweifelhaft, da für die Berechnung zu wenig Fische zur Verfügung standen.

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

2.3. Laichzeit:

Der Reifegrad (Maturität) eines Fisches ist ein Maß für den Entwicklungszustand seiner Keimzellen. Von den Reifegraden wurden, getrennt nach Geschlecht, Monatsmittel berechnet und in Abbildung 2 dargestellt. Bei den Saiblingsmännchen fängt das relative Gonadengewicht schon ab Mai an zu steigen und erreicht im September mit 4,73% einen sehr breiten Gipfel, der bis zum November reicht. Im Dezember sinkt der Mittelwert auf 3,44%, im Jänner auf 1,11%: In Bezug auf die Maturität erreichte ein Männchen (253 mm, 122 g, Fangmonat November) die Rekordhöhe von 35,5%. Die Maturität der Weibchen beginnt von Juni an zu steigen und erreicht in den Monaten November und Dezember mit den Durchschnittswerten 12,56% und 12,77% die Zeit der Vollreife. Der höchste Wert, der bei einem Saiblingsweibchen (231 mm, 94 g, Fangmonat November) gefunden wurde, betrug 28,7%. Die ersten Weibchen, die abgelaicht hatten, waren am 17. November gefangen worden. Ende November hatten insgesamt 7,25%, im Dezember 16,67% der gefangenen Saiblingsweibchen abgelaicht. Im Jänner hatte ein Großteil der Rogner das Ablaichen beendet, nur 13,3% waren noch vollreif. Das letzte laichreife Weibchen wurde am 1. Februar gefangen. Daraus kann geschlossen werden, daß sich die Laichzeit der Achenseesaiblinge von Mitte November bis in die erste Februarwoche hinein erstrecken kann. Die Hauptmasse der Fische dürfte aber im Dezember ablaichen. Die Entwicklung der Reifegrade war in den einzelnen Untersuchungsjahren sehr ähnlich.

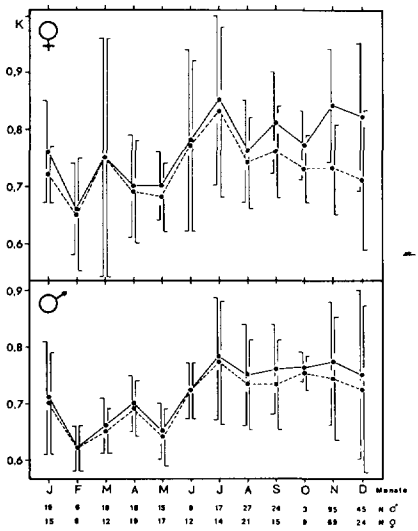


Abb. 5

Abb. 2: Monatsmittel und Standardabweichungen der Reifegrade in der gesamten Fangzeit (jeweils für die Monatsmitte eingetragen). Mittelwerte mit durchbrochener Linie verbunden: Weibchen. Mittelwerte mit durchgehender Linie verbunden: Männchen. Am unteren Abbildungsrand ist die Zahl der Weibchen und der Männchen in den Fangmonaten angegeben.

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

Mit dem Ansteigen des Reifegrades werden die Bäuche der Saiblinge, die weiß, silbrig oder gelblich sind, immer kräftiger gefärbt. Sie zeigen dann intensive Gelb- oder Orangetöne. Bei Männchen und Weibchen sind kaum Unterschiede in den Farben festzustellen. Größere Milchner bilden zur Zeit des Laichens kräftigere Unterkiefer aus, die sogenannten Lachshaken.

2.4. Laichplatz:

Im Achensee findet keine spezielle «Laichfischerei» auf Seesaiblinge statt, wie dies am Zugersee üblich ist. Daher sind die Laichplätze der Seesaiblinge nicht so bekannt wie am Zugersee, wo sie wegen Alterung [Eintrag von allochthonem Sediment (RUHLÉ, 1976) und eutrophierungsbedingte Vermehrung der autochthonen Sedimentation (ZÜLLIG, 1956; BLOESCH, 1974)] regelmäßig bekiest werden müssen.

Die Laichgründe, in die die Saiblinge ihre Eier einbetten, müssen bestimmten Anforderungen genügen, wobei die Kornzusammensetzung von besonderer Bedeutung ist (RUHLÉ, 1976):

a: Das Laichsubstrat muß die Saiblinge zum Laichverhalten stimulieren.

b: Das Laichsubstrat muß den Bedürfnissen der sich entwickelnden Eier gerecht werden.

FABRICIUS und GUSTAFSON (1954) haben in Aquarienversuchen festgestellt, durch welche Beschaffenheit des Grundes Saiblinge zur Anlage der ersten Laichgrube angeregt werden. Der Grund der Becken war mit Sand, Kies, Steinen verschiedener Größe und mit großen Steinplatten bedeckt. Es zeigte sich, daß Saiblinge ihre flachen Laichmulden vorzugsweise in Kies (Korngröße 20 bis 60 mm) anlegten. War kein Kies vorhanden, so zogen sie felsigen Untergrund dem Sandböden vor. Untersuchungen über die Bedürfnisse sich entwickelnder Saiblingseier wurden von RUHLÉ (1976) durchgeführt.

Wenn sich die Ergebnisse dieser Autoren auch auf die Saiblinge des Achensees übertragen lassen, müßte es bei einiger Kenntnis der Bodenbeschaffenheit im See möglich sein, die Laichplätze aufzufinden. Der schlammbedeckte Grund und jene Abschnitte der Halde, die auf Grund ihrer Steilheit wenig Möglichkeiten zur Anlage von Laichgruben bieten, können mit Sicherheit ausgeschlossen werden. Für ein Ablaichen kommen beschotterte Böden an den flacheren Abhängen und steinige Terrassen am Fuße steil in den See abfallender Felswände in Betracht. Im Achensee dürften die Saiblinge in einer Tiefe von ca 20 bis 30 m laichen (siehe Diskussion).

2.5. Färbung, Größe und Zahl der Saiblingseier:

Die Farbe der Eier war meistens gelb, doch wurde auch orangegelber bis dunkelroter Laich gefunden. Nach DÖRFEL (1972) hat die Normalform des Saiblings im

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

Überlinger See hellgelben Laich, während Saiblinge aus dem Jägersee schmutzigrote Eier produzieren (BURESCH, 1925). Aus den Achenseefängen des Jahres 1970 wurden vollreife Eier (je drei Stück von 20 Weibchen unterschiedlicher Länge) unter dem Stereomikroskop vermessen. Die ermittelten Werte schwanken zwischen 4,05 und 5,54 mm, der Durchschnitt beträgt 4,61 mm. Zum Vergleich werden Eigrößen anderer Saiblingspopulationen denen des Achensees in Tabelle 2 gegenübergestellt:

Tabelle 2: Eigrößen einiger Seesaiblingspopulationen:

See	Extremwerte (mm)	Durchschnitt (mm)	Autor
Grundlsee	4,80 – 5,30	5,10	BURESCH (1925)
Ofensee	4,60 – 5,40	5,10	BURESCH (1925)
Langbathsee	4,50 – 5,00	4,70	BURESCH (1925)
Faistenauer Hintersee	4,00 – 5,10	4,60	BURESCH (1925)
Grundlsee	5,20 – 5,80	5,40	STEINER (1972)
Fuschlsee	5,00 – 5,40	5,15	STEINER (1972)
Schwarzsee ob Sölden	5,00 – 5,40	5,20	STEINER (1972)
Mölser See	5,10 – 5,60	5,30	STEINER (1972)
Überlinger See	3 – 4	–	DÖRFEL (1972)
Zugersee	– – –	4,31	RUHLÉ (1976)
Attersee	3,50 – 4,00	–	BRENNER (1976)
Achensee	4,05 – 5,54	4,61	

Bei den Werten von BURESCH (1925), DÖRFEL (1972), BRENNER (1976) und RUHLÉ (1976) handelt es sich um den Druchmesser von vollreifen Eiern, STEINER (1972) hat befruchtete Eier im Augenpunktstadium vermessen. Die Unterschiede sind gering. Schwarzreuter haben etwa gleich große Eier wie Normalsaiblinge. Nach RUHLÉ (1976) ist die Größe der Eier eines Weibchens konstant. Der Autor konnte keine Beziehung zwischen den Längen der Muttertiere und der Eigröße, beziehungsweise zwischen den Gewichten der Weibchen und der Eigröße finden. STEINER (1972) sieht in der Eigröße ein arttypisches Merkmal. Die absoluten Mengen der reifen Eier lagen zwischen 170 und 1200. Um vergleichbare Werte zu erhalten, wurde die relative Eizahl, das heißt die Zahl der Eier, die auf 100 g Körpergewicht fällt, errechnet. In Abbildung 3 wurde die Beziehung zwischen Fischlänge und relativer Eizahl dargestellt. Es zeigt sich, daß Saiblingsweibchen mit zunehmender Länge eine (relativ) geringere Menge an Eiern produzieren. Weibchen mit ca 180 mm Länge haben durchschnittlich 425 Eier pro 100 g Körpergewicht, große Weibchen mit mehr als 300 mm Länge nur ca 200 Eier pro 100 g Körpergewicht. Die Extremwerte der relativen Eizahlen betragen 162 und 522.

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

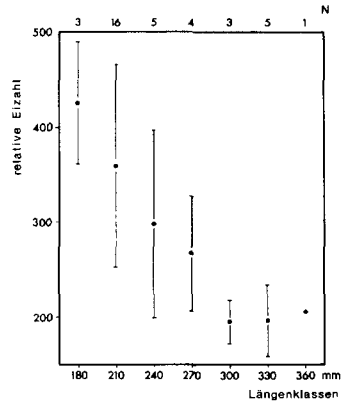


Abb. 3: Relative Eizahl (Eizahl pro 100 g Körpergewicht) der Achenseesaiblinge, bezogen auf Längenklassen (L_t). Intervall = 3 cm. Mittelwerte der Eizahlen und deren Standardabweichungen sind jeweils für die Mitte der Längenklassen eingetragen. N = Zahl der Saiblinge in den Längenklassen.

2.6. Beeinflussung der Kondition durch die Fortpflanzung:

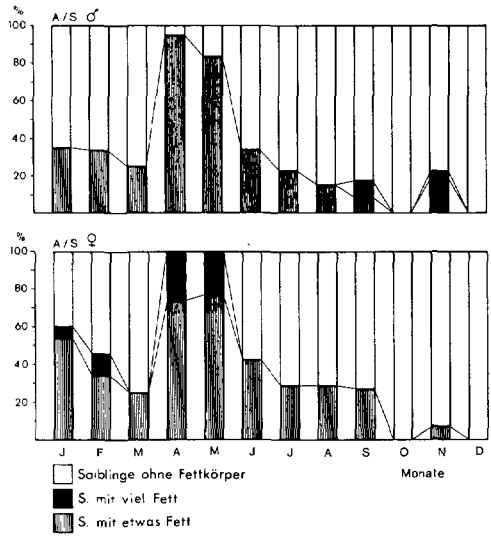


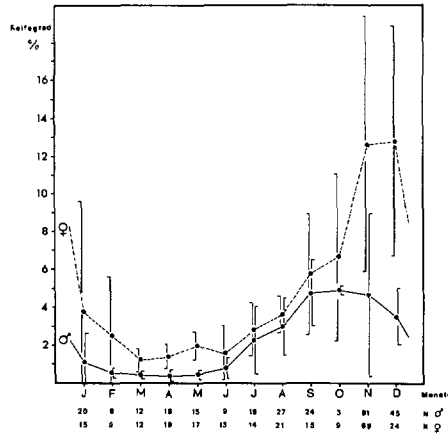
Abb. 4: Prozentuelle Aufgliederung der Saiblinge nach der Menge des vorhandenen Speicherfetts, Männchen und Weibchen getrennt.

Einen Eindruck von der «körperlichen Verfassung» der Saiblinge gewinnt man durch Beachtung der Anlagerung von Speicherfett. Abbildung 4 zeigt die Prozent-

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

anteile der Weibchen und Männchen, die während der einzelnen Fangmonate einen Fettkörper in der Leibeshöhle angelegt hatten. Es wurde unterschieden zwischen Fischen, bei denen kein Speicherfett zu finden ist, Fischen, bei denen «wenig Fettkörper» (um Magen- und Pylorustrakt) und solchen, bei denen «viel Fettkörper» (viel Fett vom Magen bis zum Darm) vorhanden ist. Gut erkennbar ist die Anlage des Speicherfettes nach der ersten Freßperiode im März und April (SCHULZ, 1975). Mit zunehmender Maturität verringert sich der Fettvorrat, das in der Leibeshöhle angereicherte Fett wird während der Reifezeit schnell in die Geschlechtsprodukte verlagert (MORAWA, 1960).

Um den körperlichen Zustand, die Dicke oder die «relative Gedrungenheit» (STEINMANN, 1950) von Fischen zahlenmäßig angeben zu können, wird der Konditionsfaktor K berechnet. Die Abbildung 5 stellt die Änderung der Konditionsfaktoren im Jahresgang dar, wobei Männchen und Weibchen getrennt behandelt wurden. Der Verlauf der Kurven wird von verschiedenen Einflüssen wie Nahrungsangebot und Saturität, Laichreife und Laichabgabe geprägt. Die schlechteste Kondition haben die Saiblinge im Februar, nach der Laichzeit, einerseits, weil sie während der Laichzeit fast keine Nahrung zu sich nehmen (SCHULZ, 1975) und andererseits, weil sie durch die Abgabe der Geschlechtsprodukte Gewicht verlieren (Weibchen: K=0,66; Männchen: K=0,62). Eine Verbesserung der Ernährungslage bewirkt sogleich ein Ansteigen der K-Faktoren. Während der Hauptfreßperiode im Juni kommt es zum schnellen Anstieg der durchschnittlichen K-Faktoren, die im Juli ihren höchsten Wert erreichen (Weibchen: K=0,85; Männchen: K=0,78). Von da an hält die Kondition ungefähr dieses Niveau und sinkt beim Ablaichen rapide auf den tiefsten Punkt.



= Abb. 2

Abb. 5: Monatsmittel und Standardabweichungen der Konditionsfaktoren K und K' in der gesamten Untersuchungszeit (jeweils für die Monatsmitte eingetragen). Mittelwerte mit durchgehender Linie verbunden: Faktor K. Mittelwerte mit durchbrochener Linie verbunden: Faktor K'. Die Zahlenreihen am unteren Abbildungsrand geben die Anzahl der Männchen und Weibchen in den Fangmonaten an.

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

Noch empfindlicher reagieren die Montatsmittel der Konditionsfaktoren auf das Fortschreiten der Laichreife, wenn zur Berechnung das Körpergewicht nach Abzug des Gonadengewichtes Verwendung findet. Dieser Faktor wurde K' genannt. Die monatlichen K'-Mittelwerte wurden in Abbildung 5 eingetragen und mit einer durchbrochenen Linie verbunden. Diese Kurve (K') hat einen ähnlichen Verlauf wie die Konditionskurve (K), sinkt aber bei zunehmendem Reifegrad stärker ab. Die «Korpulenz» verringert sich, besonders bei den Weibchen, stärker, und es kann daraus geschlossen werden, daß die Fische zur Bildung der Keimdrüsenprodukte nicht nur Speicherfett, sondern auch Körpereiweiß abbauen müssen.

3. Diskussion:

Die Saiblinge des Achensees werden zum Teil im dritten Jahr (2+) geschlechts- und laichreif. Auch beim Normalsaibling des Überlinger Sees wurde der Eintritt der Geschlechtsreife im dritten Jahr festgestellt (DÖRFEL, 1972). Der Saibling des Zugersees wird im vierten Jahr (3+), die Männchen eventuell schon im dritten Jahr geschlechtsreif (RUHLÉ, 1976). Das Alter, in dem Salmoniden geschlechtsreif werden, ist bei den verschiedenen Arten und auch bei verschiedenen Formen dieser Arten genetisch bestimmt. Für gewöhnlich ist es höher bei großen und meist schnellwüchsigen Formen als bei kleinen mit langsamem Wachstum (ALM, 1959). In Versuchen mit Forellen hat ALM nachgewiesen, daß die größeren Individuen einer Altersgruppe zuerst geschlechtsreif werden. Diese Ergebnisse lassen sich für die meisten Salmonidenarten verallgemeinern. Die Mindestgröße geschlechtsreifer nicht-anadromer Seesaiblinge nordamerikanischer und nordeuropäischer Populationen liegt oberhalb 16 cm (PECHLANER, 1969). Im Achensee liegt die kleinste Körpergröße, die Voraussetzung für die Erlangung der Geschlechtsreife ist, bei 15 cm. In kalten, nährstoffarmen Seen treten Kleinformen der Saiblinge auf, die im Gegensatz zu den großen Formen schon bei geringer Körpergröße geschlechtsreif werden (SCHINDLER, 1940; STEINMANN, 1942, 1945; STEINBÖCK, 1949; REISINGER, 1953; ALM, 1959).

Im Vorderen Finstertaler See wurden Saiblinge schon mit 12 cm, im Berglersee sogar mit 10,8 cm geschlechtsreif angetroffen (PECHLANER, 1969). Bestände solcher Kleinformen, die SVÄRDSON (1951) als «sexuell reife juvenile Formen» bezeichnet, entstehen, wenn das Nahrungsangebot sehr gering ist und vielleicht auch als Resultat von extrem niedrigen Temperaturen. PECHLANER (1969) erklärt die Verminderung der Minimalgröße für die Erlangung der Geschlechtsreife als eine genotypische Änderung infolge eines Selektionsdruckes: nach der künstlichen Bestockung sonst unzugänglicher Hochgebirgsseen habe eine Vermehrung der Saiblinge eingesetzt, die schließlich die Nahrungsproduktion dieser Gewässer überfor-

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

dert habe. Überbevölkerung hätte die Erlangung einer «normalen» Körpergröße mehr und mehr unmöglich gemacht. Zur Fortpflanzung wären bevorzugt Individuen gelangt, die im Rahmen der individuellen Schwankungen der Reaktionsnorm nach relativ geringem Körperwachstum bereits ihre Gonaden zur Reifung bringen konnten. SVÄRDSON (1951) ist der Meinung, daß in Seen, in denen die Nahrungsbedingungen lange Zeit ungünstig waren, Frühreife bei verkümmerten Populationen ein Mittel zur Erhaltung der Art sei. Der Fortbestand der Art werde durch die natürliche Selektion, die Individuen mit genetisch festgelegter Frühreife bevorzugt, gesichert. Bestärkt wird SVÄRDSON in dieser Ansicht durch Experimente, die er mit Männchen von *Lebistes* durchgeführt hatte: bei geringem Körperwachstum zeigte sich eine relative Vergrößerung der Hoden, und bei spärlichem Nahrungsangebot trat die Spermatogenese bei jüngeren und kleineren Fischen ein.

In den Achenseefängen wurde ein durchschnittliches Verhältnis von 100 Weibchen zu 122 Männchen gefunden. Diese Berechnungen sind aber problematisch, weil sich auf Grund von Netzfängen kein der Wirklichkeit entsprechendes Zahlenverhältnis bestimmen läßt. Durch verschiedenartiges Verhalten der Geschlechter bedingt, kann sich die Sexualziffer stark ändern. Nach ALM (1959) wird eine größere Zahl jüngerer Männchen gefangen. Der Grund liegt darin, daß die Milchner aktiver sind, durch diese Aktivität aber auch mehr den Attaken von Räubern ausgesetzt sind. Dadurch sind unter den größeren Individuen die Weibchen häufiger. Große Schwankungen der Sexualziffer während der Laichzeit werden damit erklärt, daß die Männchen viel früher auf den Laichplätzen eintreffen (Erscheinung der Protandrie: HAEMPEL, 1930; SCHWERTFEGER, 1963; WERDER, 1973).

Die Zeit des Ablaichens dauert bei den Achenseesaiblingen von Mitte November bis zum Beginn des Febers, wobei der größte Teil der Fische im Dezember ablaichen dürfte. DIEM (1963, p. 60) gibt für die Saiblinge des Achensees eine Laichzeit von Oktober bis Dezember an. BURESCH (1925) und HAEMPEL (1930) stellten bei Saiblingen mehrerer Alpenseen eine Hauptlaichzeit zwischen Oktober und Dezember fest. Nach STEINER (1972) kann sich das Ablaichen der Grundelseesaiblinge bis in den Jänner erstrecken. In den Gebirgsseen, die schon früh zufrieren, ist die Laichzeit vorverlegt (BURESCH, 1925).

Noch nicht geklärt sind die Auslöser für das Reifen der Eier und den Ablaichvorgang. Die Ursache wird oft in der Wassertemperatur gesehen, die kurz vor der Laichablage herrscht (HAEMPEL, 1925, REISINGER, 1953). Unter Hinweis auf die oft spektakuläre Pünktlichkeit im Auftreten des Laichverhaltens sieht SCHWASSMANN (1971, zit. bei RUHLÉ, 1976) den Auslöser in der Rhythmik der Tageslängen. In Seen, in denen Saiblingspopulationen in großer Tiefe laichen, kommt es vor, daß die Fische während des gesamten Jahres laichen können. Der Grund ist, daß in den lichtlosen Tiefen konstant niedrige Temperaturen vorherrschen, und sowohl Temperaturänderung als auch Rhythmik der Tageslängen als laichauslösender Faktor bedeutungslos werden. SCHINDLER (1936) stellte bei den Schwarzreutern des Königsees eine Laichzeit zwischen Juli und Oktober fest. Nach

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

BURESCH (1925) laichen Saiblinge des Attersees von Juli bis Feber. BRENNER (1976) fing im September eine große Zahl von Weibchen des Atterseesaiblings an den vermuteten Laichplätzen, eine Tatsache, die ebenfalls für eine vorverlegte Laichzeit spricht.

Grundelseesaiblinge, die 1952 in den Sünser See, einen besonders nahrungsreichen Gebirgssee eingesetzt worden waren, haben 1962 im Juli abgelaicht (PECHLANER, 1966 und mündl. Mitt.)

Nach Aussagen von Fischern werden auch im Achensee vereinzelt Seesaiblinge gefangen, die während der Sommermonate stark entwickelte Gonaden haben. Verglichen mit den Weibchen haben die Saiblingsmännchen eine wesentlich längere Laichsaison (FABRICIUS, 1953). Eine verlängerte Laichbereitschaft der Männchen läßt sich auch bei den Achenseesaiblingen erkennen (Abbildung 2).

Als Laichplätze werden steinige oder kiesige Gründe an der Uferhalde, am Fuß steiler, in den See abfallender Felswände (BURESCH, 1925) oder Schuttkegel im Gebiet sauberer Zuflüsse bevorzugt. Die Fische wählen die ihnen passenden Laichgründe optisch aus (FABRICIUS und GUSTAFSON, 1954). Da die Saiblinge auch Laichplätze finden, die in großer Tiefe in permanenter Dunkelheit liegen, schließt RUHLÉ (1976), daß die Auswahl nicht ausschließlich optisch erfolgen kann, sondern daß bei der Ortung auch das Seitenlinienorgan mithelfen könne. Die Seesaiblinge laichen im Schliersee in 3 bis 4 m Tiefe (WUNDER, 1936), im Mölser See in 4 bis 5 m (STEINER, 1972), im Grundelsee, Fuschlsee und Plansee in 15 bis 20 m (STEINER, 1972), im Attersee in 40 bis 60 m (BURESCH, 1925) und im Königsee in 60 m (SCHINDLER, 1936). WUNDER (1936) diskutierte die Abhängigkeit zwischen Laichverhalten, Lebensraum und Farbwechsel mehrerer Fischarten. Fische, die in größeren Tiefen laichen, wo rote und gelbe Färbungen nicht mehr zur Geltung kommen, haben ein blasses, fahlbraunes Aussehen. Sie legen, ebenso wie Fische, die in der Nacht laichen, kein Hochzeitskleid an, in dem gelbe oder rote Farbtöne eine Rolle spielen. Fische, die bei Tag in geringen Tiefen laichen, sind fast durchwegs durch ein farbenkräftiges Hochzeitskleid ausgezeichent. Zu ihnen gehören die meisten Salmoniden mit Ausnahme der Coregonen. FABRICIUS und GUSTAFSON (1954) untersuchten das Laichverhalten von Saiblingen in großen Aquarien und stellten dabei fest, daß der Ablaichvorgang nur bei Licht vor sich geht und daß die Fische während dunkler Perioden am Grunde ruhen. Die Laichfärbung hat eine große Bedeutung bei den Kämpfen, die zur Abgrenzung der Laichreviere stattfinden.

Wenn tatsächlich ein Zusammenhang zwischen der Prachtfärbung eines Fisches und der Wassertiefe, in der er laicht, besteht, läßt sich annehmen, daß die Achenseesaiblinge, die ein Hochzeitskleid anlegen, in einer Tiefe laichen, in der zumindest noch die gelben Komponenten der Körperfärbung zu sehen sind. Im Achensee (optische Kennzahl 687, SAUBERER und RUTTNER, 1941) sind gelbe Farbtöne noch bis rund 30 m sichtbar. Ausgesprochene Tiefenlaicher, wie der Saibling des Walchensees (WUNDER, 1936) und der Tiefseesaibling des Bodensees (WUNDER,

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

1936; DÖRFEL, 1972; BEHNKE, 1972) haben keine Schmuckfarben. Sie sind einheitlich blaß, fahlbraun und legen auch zur Laichzeit keine gelben oder orangefarbenen Farbtöne an.

Eine Abhängigkeit zwischen Fischlänge und relativer Eizahl bei Saiblingen wurde von mehreren Autoren beschrieben. SCHINDLER (1936) stellte bei den Saiblingen des Königsees (Schwarzreuterformen) relative Eizahlen 150 und 300 fest. DÖRFEL (1972) untersuchte die Eizahlen der Normalsaiblinge im Überlinger See. Die von ihm gefundenen Extremwerte variieren von 430 bei einem Fisch mit ca. 370 mm bis 970 bei einem Fisch mit ca 260 mm Länge. STEINER (1972) führte bei mehreren Saiblingspopulationen Eizählungen durch: Grundlseesaiblinge mit ca. 310 mm haben im Durchschnitt 314 Eier pro 100 g Körpergewicht. Schwarzreuterweibchen des Mölser- und Schwarzsees (160 bis 200 mm lang) haben eine relative Fruchtbarkeit von 116 bis 233. Die Werte zeigen, daß Saiblingspopulationen verschiedener Seen unterschiedliche Eimengen produzieren. Verglichen mit den Normalsaiblingen des Überlinger Sees haben die Achenseesaiblinge eine geringere relative Eizahl,und bei Schwarzreutern ist sie noch geringer. Ein vermehrtes Nahrungsangebot kann zur Steigerung der relativen Fruchtbarkeit und zur Entwicklung größerer Gonaden (BAGENAL, 1966) führen. Unter diesem Gesichtspunkt fällt auf, daß die relative Eizahl bei Saiblingen des nahrungsreichen Bodensees hoch ist. Sie nimmt mit dem Nahrungsangebot ab und erreicht bei den Schwarzreuterformen der nährstoffarmen Hochgebirgsseen die niedrigsten Werte.

4. Zusammenfassung:

4.1. Ein Viertel der 3jährigen Saiblinge des Achensees hatte die Geschlechtsreife erlangt. Die dazu erforderliche Mindestlänge dürfte bei 15 cm liegen.

4.2. Die Laichzeit erstreckt sich von der zweiten Novemberhälfte bis zur ersten Feberwoche. Der größte Teil der Saiblinge dürfte im Dezember ablaichen.

4.3. Die Laichplätze der Saiblinge liegen in einer Tiefe von 20 - 30 m.

4.4. Die Farbe des Laichs ist gelb, vereinzelt orangefarben bis dunkelrot. Der Durchmesser der vollreifen Eier betrug im Mittel 4,61 mm.

4.5. Saiblingsweibchen mit geringerer Länge produzieren relativ mehr Eier als größere Weibchen.

4.6. Für jeden Fisch wurden die Konditionsfaktoren K und K' errechnet. Die Kondition im Jahresgang spiegelt die Ernährungslage und den Reifegrad. Aus der Differenz zwischen K und K' während der Keimzellenentwicklung läßt sich ermessen, daß die Saiblinge gezwungen sind, zur Bildung der Geschlechtsprodukte Speicherfett und Körpereiweiß abzubauen.

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

5. Literatur:

ALM, G. (1959): Connection between maturity, size and age in fishes, Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm, **40:** 5-145.

BAGENAL, T.B. (1966): The ecological and geographical aspects of the fecundity of the plaice. — J. mar. biol. Ass. U. K., **46:** 161-186.

BAGENAL, T.B. (1967): A short review of fish fecundity. In GERKING, S. D. (Edt.): The biological basis of freshwater fish produktion. IBP. - Blackwell Sci. Publ., Oxford and Edinburgh: 89 – 111.

BAGENAL, T.B. und E. BRAUM, (1971): Eggs and early life history. In RICKER, W.E., (Edt.) Methods for assessment of fish production in fresh waters. IBP Handbook No. 3. — Blackwell Sci. Publ., Oxford and Edinburgh; 2. Auflage: 166-198.

BEHNKE, R. J. (1972): The systematics of salmonid fishes of recently glaciated lakes. — J. Fish. Res. Bd. Can., **29:** 639-671.

BLOESCH, J. (1974): Sedimentation und Phosphorhaushalt im Vierwaldstättersee (Horwer Bucht) und im Rotsee. — Schw. Z. Hydrobiol., **36** (1): 71-186.

BRENNER, T. (1976): Ein Beitrag zur Biologie des Atterseesaiblings (*Salvelinus alpinus L.*). – In: Attersee, vorläufige Ergebnisse des OECD-Seeneutrophierungs- und des MaB-Programms: 163-173.

BURESCH, R. (1925): Studien am Seesaibling mehrerer Alpenseen. — Z. f. Fischerei u. Hilfswiss., **23:** 99-118.

DIEM, H. (1963): Beiträge zur Fischerei Nordtirols. Teil B. Die Fischerei in den natürlichen Gewässern in der Vergangenheit. — Veröff. Mus. Ferdinandeum, Innsbruck, **43:** 5-132.

DÖRFEL, H. - J. (1972): Zur Problematik der Saiblingspopulationen im Überlinger See. — Staatsexamensarbeit a.d. Limnologischen Institut d. Universität Freiburg i. Breisgau: 111 pp.

ELSTER, H. - J. (1944): Über das Verhältnis von Produktion, Bestand, Befischung und Ertrag sowie über die Möglichkeiten einer Steigerung der Erträge, untersucht am Beispiel der Blaufelchenfischerei des Bodensees. Z. Fischerei u. Hilfswiss, **42:** 169-357.

FABRICIUS, E. (1953): Aquarium observations on the spawning behaviour of the char, *Salmo alpinus* L. — Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm, **34:** 14-48.

FABRICIUS, E. und K. J. GUSTAFSON, (1954): Further aquarium observations on the spawning behaviour of the char, *Salmo alpinus* L. — Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm, **35:** 58-104.

HAEMPEL, O. (1930): Fischereibiologie der Alpenseen. — In: Die Binnengewässer. Einzeldarstellungen aus der Limnologie und ihren Nachbargebieten, **10:** 259 pp.

MORAWA, F. W. F. (1960): Jahreszeitliche Veränderungen der chemischen und gewichtsmäßigen Zusammensetzung von *Coregonus fera* JURINE des Genfer Sees. — An. Stat. Centr. Hydrob. appl., **8:** 284-306.

NIKOLSKY, G. V. (1963): The ecology of fishes. — Academic Press, London and New York: 352 pp.

PECHLANER, R. (1966): Salmonideneinsätze in Hochgebirgsseen und -tümpel der Ostalpen. — Verh. Internat. Verein. Limnol., **16:** 1182-1191.

PECHLANER, R. (1969): Hochgebirgsseen als Lebensraum für Salmoniden. — Zool. Anz. Suppl., **32:** 750-757.

REISINGER, E. (1953): Zum Saiblingsproblem. — Carinthia II, **143/63** (2): 74-102.

RUHLÉ, CH. (1967): Die Bewirtschaftung des Seesaiblings (*Salvelinus alpinus salvelinus* L.) im Zugersee. — Dissertation aus der ETH Zürich: 220 pp.

SAUBERER, F. und F. RUTTNER, (1941): Die Strahlungsverhältnisse der Binnengewässer. — Akad. Verlagsanstalt Becker & Erler Kom.-Ges., Leipzig: 240 pp.

SCHINDLER, O. (1936): Zur Frage der Saiblingsfischerei im Königsee. — Allgem. Fischerei Ztg., 14.

SCHINDLER, O. (1940): Die Saiblinge des Königsees. — Int. Revue ges. Hydrobiol. **39:** 600-627.

SCHULZ, N. (1974): Seesaiblinge und Coregonen des Achensees (Nordtirol, Österreich). Dissertation aus dem Zool. Inst. der Universität Innsbruck: 150 pp.

SCHULZ, N. (1975): Untersuchungen zur Biologie der Seesaiblinge (*Salvelinus alpinus* (L.)) (Pisces: Salmonidae) im Achensee (Tirol, Österreich). Teil I: Nahrungsaufnahme. Ber. nat. - med. Ver. Innsbruck, **62:** 139-151.

SCHWASSMANN, H. O. (1971): Biological Rhythms. — In: Fish Physiology. HOAR, W.S. and RANDALL, D.J. (Edits.) Vol. VI: Environmental Relations and Behaviour. Academic Press, New York and London: 371-428.

SCHWERTFEGER, F. Ökologie der Tiere. Bd. 3. — Verlag P. Parey, Hamburg und Berlin.

STEINBÖCK, O. (1949): Der Schwarzsee, 2792 m ü. M., ob Sölden, Ötztal, der höchste Fischsee der Alpen. — Verh. Internat. Verein. Limnol., **10:** 442-450.

STEINER, V. (1972): Die Temperaturtoleranz des Seesaiblings (*S. alpinus* (L.); Pisces, Salmonidae) — Dissertation a. d. Zoologischen Institut der Universität Innsbruck: 146 pp.

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

STEINMANN, P. (1942) Experimentelle Untersuchungen über die Wüchsigkeit der Seesaiblinge (Rötel). — Schweiz. Fischerei Ztg., **9:** 1-8.

STEINMANN, P. (1945) Frühreife und Zwergwuchs bei Salmoniden. — Rev. Suisse Zool., **52:** 414-415.

SURBECK, G. (1913): Beiträge zur Kenntnis der Geschlechtsverteilung bei Fischen. — Schweiz. Fischerei Ztg., **21,** 78: 105.

SVÄRDSON, G. (1949): The coregonid problem. I. — Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm, **29:** 89-101.

SVÄRDSON, G. (1951): The coregonid problem. III. Whitefish from the Baltic, successful introduced into freshwaters in the North of Sweden. — Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm, **32:** 79-125.

TESCH, F. W. (1971): Age and growth. — In RICKER, W.E., (Edt.): Methods for assessment of fish production in fresh waters. IBP Handbook No. 3. — Blackwell Sci. Publ., Oxford and Edinburgh, 2. Auflage: 89-130.

WERDER, H. (1973): Untersuchungen über Befruchtungsfähigkeit von konserviertem Sperma des Seesaiblings aus dem Zugersee. — Österr. Fischerei, **26.** (11/12): 192-199.

WUNDER, W. (1936): Physiologie der Süßwasserfische Mitteleuropas. — In DEMOLL, R. und MAIER, H. N. (Edits.): Handbuch der Binnenfischerei Mitteleuropas, II B, Stuttgart: 340 pp.

ZÜLLIG, H. (1956): Sedimente als Ausdruck des Zustandes eines Gewässers. — Schw. Z. Hydrol., **18:** 5 - 144.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte des naturwissenschaftlichen-medizinischen Verein Innsbruck

Jahr/Year: 1977

Band/Volume: 64

Autor(en)/Author(s): Schulz Norbert

Artikel/Article: Untersuchungen zur Biologie der Seesaiblinge (Salvelinus alpinus (L.)) (Pisces: Salmonidae) im Achensee (Tirol, Österreich). Teil II: Fortpflanzung. 155-169