

Untersuchungen zur Fortpflanzung der Coregonen (*Coregonus wartmanni* BLOCH) im Achensee (Tirol, Österreich).

Von Norbert Schulz

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung
2. Methodik der Untersuchung
3. Ergebnisse
 - 3.1. Eintritt der Geschlechtsreife
 - 3.2. Geschlechtsverhältnisse
 - 3.3. Laichzeit
 - 3.4. Laichplatz
 - 3.5. Maturität, bezogen auf Altersklassen
 - 3.6. Färbung, Größe und Zahl der Coregoneneier
 - 3.7. Beeinflussung der Kondition durch die Fortpflanzung
4. Diskussion
5. Zusammenfassung
6. Literatur

1. Einleitung

Im oligotrophen Achensee (47°27'30" N, 11°42'30" E; 929 m SH; Fläche A = 6,8 km²; Volumen V = 481.10⁶ m³; größte Tiefe z_m = 133 m) lebt eine wenig befischte Population von Coregonen. Während der Untersuchungszeit von 1970 bis 1972 wurden 595 Individuen mit Kiemennetzen (Maschenweiten 15 bis 50 mm) in Tiefen zwischen 10 und 100 m gefangen. Die Längen der gefangenen Coregonen lagen zwischen 215 und 455 mm (Abb. 1a), die Altersklassen zwischen 3⁺ und 13⁺ (Abb. 1b).

An den gefangenen Coregonen wurden meristische Parameter, Alter, Wachstum (Schulz, 1977) und Nahrungsaufnahme (Schulz, 1979) untersucht. In der vorliegenden Arbeit wird über die Fortpflanzung der Achensee-Coregonen berichtet.

2. Methodik der Untersuchungen

Nach Öffnen der Leibeshöhle wurden die Gonaden entnommen und mit einer Federwaage gewogen. An den Gonaden wurde das Geschlecht bestimmt. Um die Eigrößen festzustellen, wurden von 10 vollreifen Weibchen unterschiedlicher Länge jeweils drei Eier unter dem Stereomikroskop vermessen. Zur Ermittlung der Fruchtbarkeit wurde bei 7 Weibchen die Eizahl nach der bei 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. An-

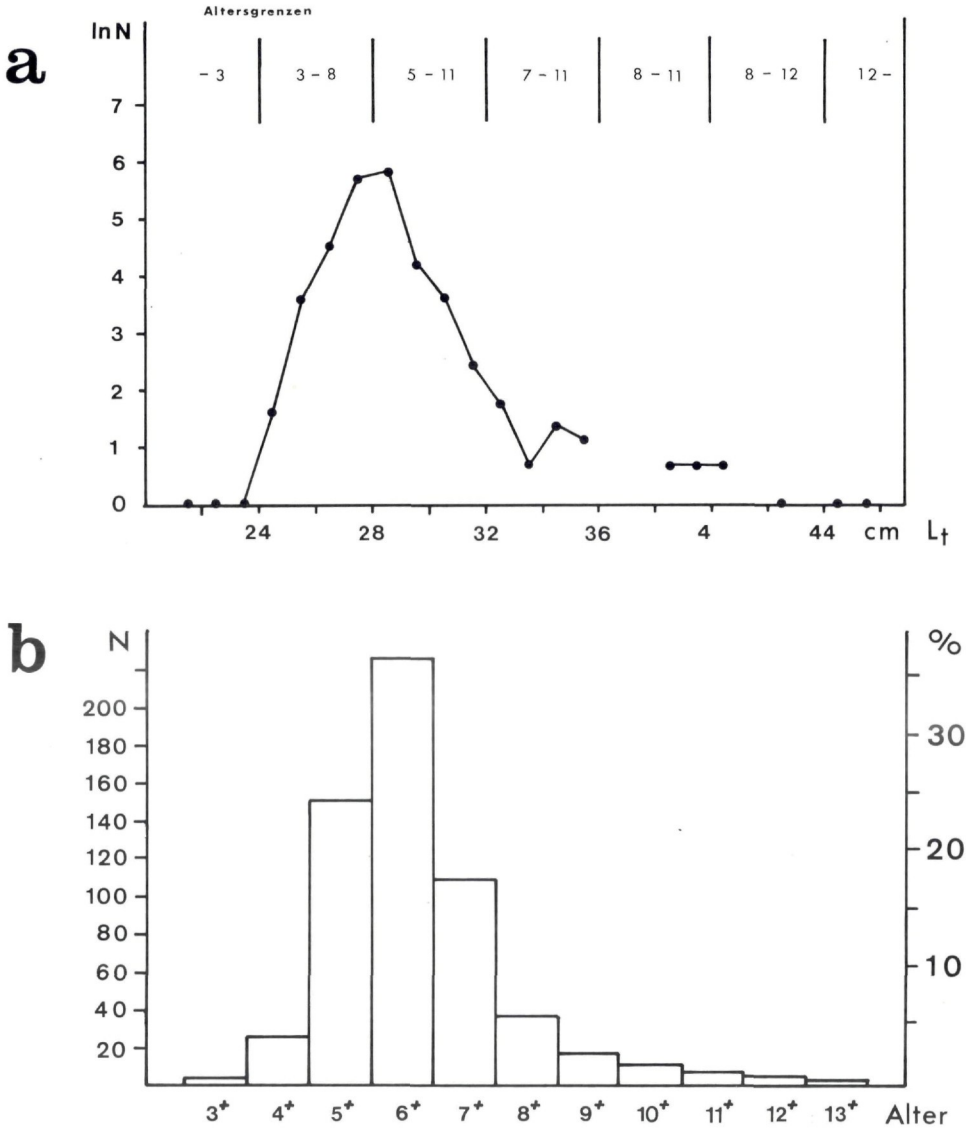


Abb. 1: a. Längenverteilung (L_f) für die gesamte Fangzeit in halblogarithmischer Darstellung. Intervall: 10 cm, x jeweils in Intervallmitte eingetragen. An der Oberkante sind die Altersklassen abgegrenzt.
b. Altersverteilung in den Fängen, relative und absolute Anteile.

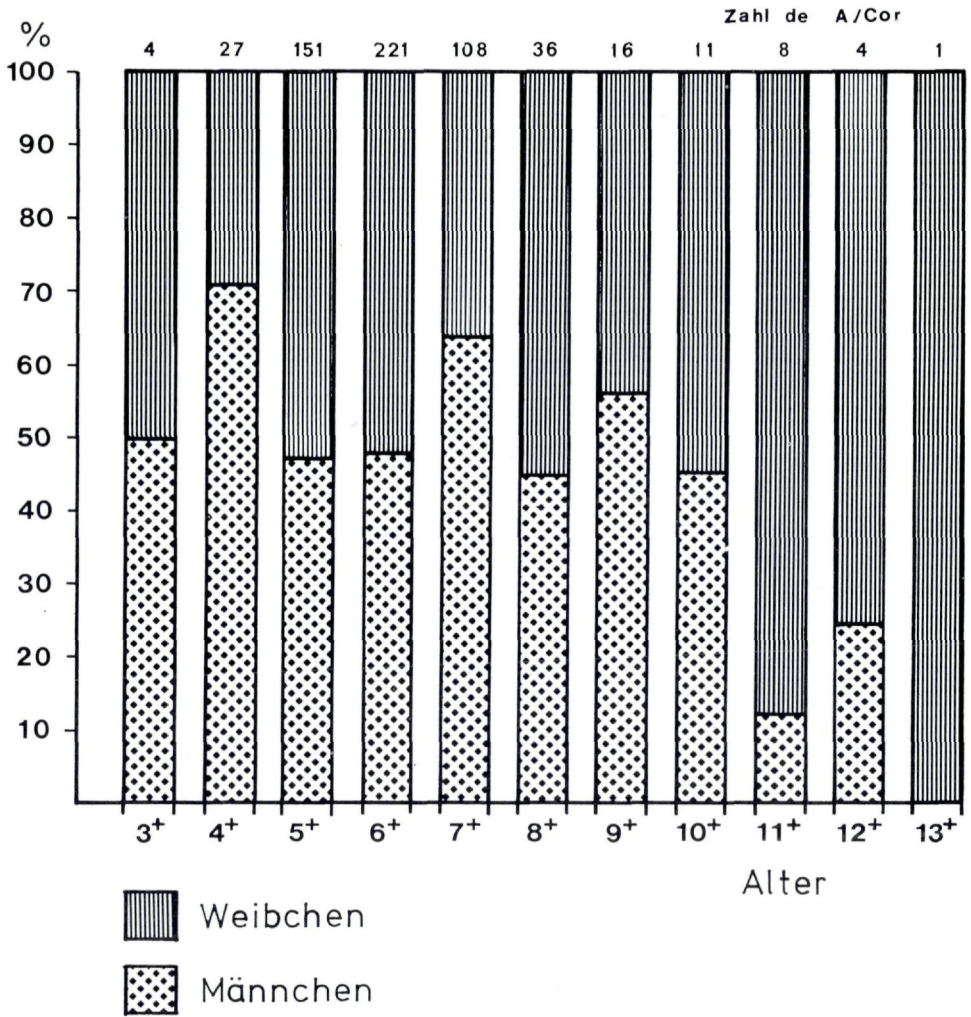


Abb. 2: Prozentuelle Aufgliederung der Altersklassen in Männchen und Weibchen. An der Oberkante des Diagramms ist die Zahl der Saiblinge in den einzelnen Altersklassen angegeben.

schließend wurden zunächst alle Eier gemeinsam und anschließend 200 abgezählte Eier mit einer Analysenwaage (Mettler B 5) gewogen. Die Gesamtzahl der Eier wurde aus den Gewichten mit Hilfe der Proportion errechnet.

Der Konditionsfaktor K wurde nach der ursprünglichen Formel von *Larsen* (zit. bei *Elster*, 1944, p. 278) berechnet:

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

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

Definitionen

Reifegrad (Maturität) ist der Anteil des Gonadengewichtes am Gesamtgewicht eines Fisches (ausgedrückt in Prozent).

Unter Geschlechtsreife wird das Ende der Keimdrüsenentwicklung verstanden. Sie ist an eine bestimmte Größe (*Nümann*, 1966) oder an ein bestimmtes Alter (*Schwertfeger*, 1975; *Nümann*, 1966) gebunden und ist Voraussetzung für die Keimzellenentwicklung.

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 die Zahl der Eier pro 100 g Körpergewicht.

3. Ergebnisse

3.1. Eintritt der Geschlechtsreife

Die jüngsten Coregonen, die für die Untersuchung zur Verfügung standen, gehörten der Altersklasse 3⁺ (= 4jährig) an. Wenn sich die Annahme, daß Seesaiblinge als geschlechtsreif angesprochen werden können, wenn das Gonadengewicht der Männchen 1%, das der Weibchen 2% des Körpergewichtes übersteigt (*Pechlaner*, 1969), auch auf die Coregonen des Achensees übertragen läßt, waren 50% der 4jährigen Männchen, aber kein 4jähriges Weibchen geschlechtsreif. Von den 5jährigen Coregonen hatten alle die Geschlechtsreife erreicht.

3.2. Geschlechtsverhältnisse

Die Sexualziffer sagt aus, wie viele Männchen auf 100 Weibchen kommen. Bei den Achensee-Coregonen wurde nach den gesamten Fängen eine Sexualziffer von 104 erhoben. *Lampert* (1971) errechnete für die Schluchseefelchen ein Verhältnis von 112 Männchen auf 100 Weibchen. Bei den Laichfängen werden gewöhnlich erheblich mehr Männchen als Weibchen gefangen. Die Gründe dafür liegen im unterschiedlichen Verhalten der Geschlechter während der Laichzeit. Zu Beginn der Laichzeit überwiegen auf den Laichplätzen die Männchen, am Schluß dagegen die Weibchen. Die Netze scheinen zur Laichzeit den Männchen gefährlicher zu sein, weil beim Laichakt die Männchen der Bodenlaicher nahe am Grund stehen, während sich die Weibchen über den Stellnetzen aufhalten (*Steinmann*, 1950).

Auch im Achensee scheint die Laichzeit einen Einfluß auf das Geschlechtsverhältnis in den Fängen zu haben (Tab. 1).

Tabelle 1: Sexualziffer der Coregonen in den Fangmonaten (gesamte Fangzeit)

Monat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Weibchen	39	15	14	13	10	11	74	17	35	25	18	16	287
Männchen	55	18	6	16	12	6	41	11	21	21	23	69	299
Sexualziffer	141	120	43	123	120	55	55	65	60	84	128	431	104

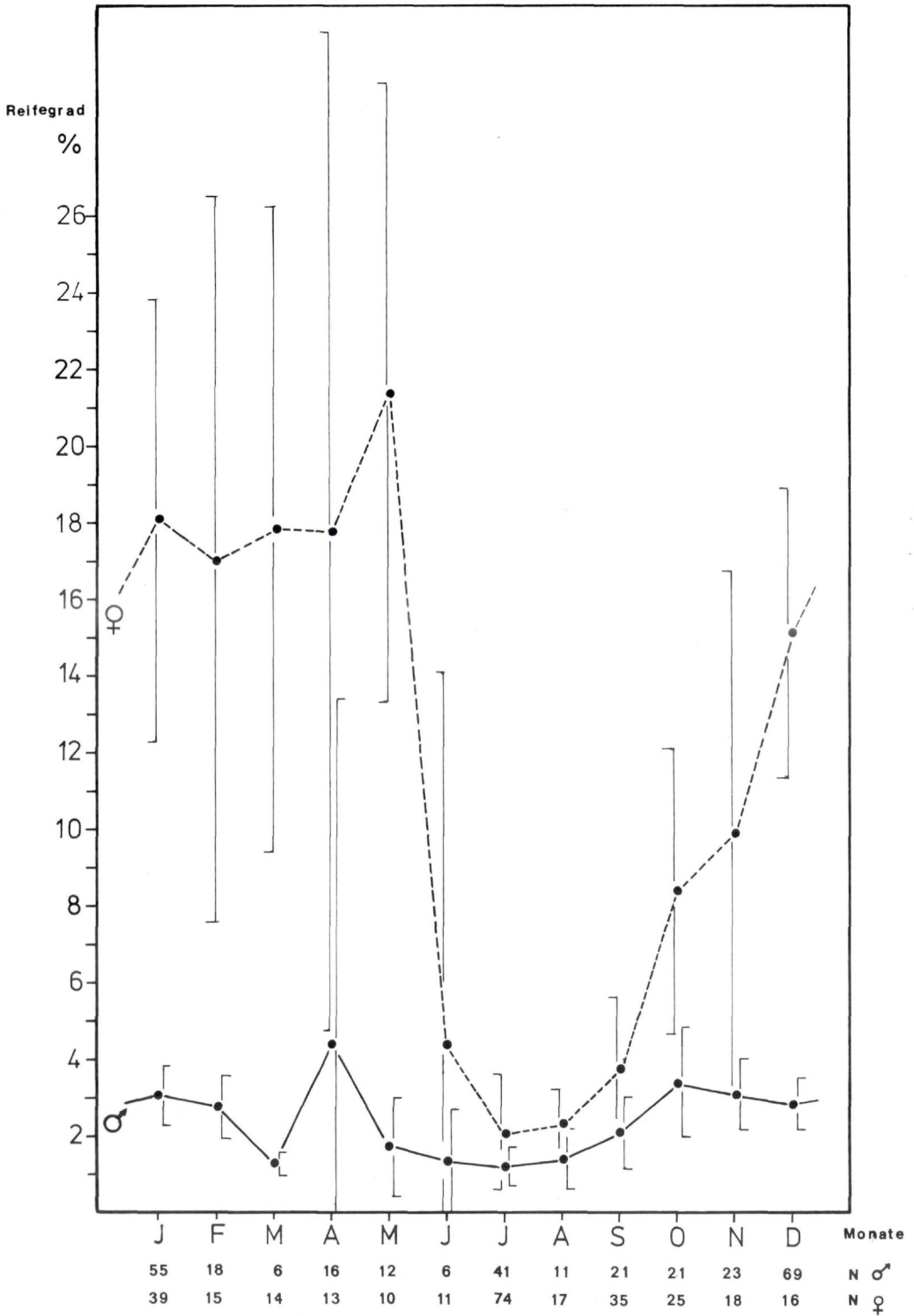
Die Sexualziffern schwanken, wie aus Tabelle 1 zu ersehen ist, im Laufe eines Jahres ziemlich stark. In den Monaten Juni bis Oktober liegen sie unter 100, während der langen Laichzeit überwiegt zumeist die Zahl der Männchen.

In den einzelnen Altersklassen war das Geschlechtsverhältnis nicht konstant. Abbildung 2 zeigt die prozentuellen Anteile der Geschlechter in den Altersklassen. Bei den älteren (und größeren) Fischen sind die Weibchen häufiger als die Männchen. *Alm* (1959) sieht den Grund darin, daß die Männchen auf Grund größerer Aktivität früher weggefangen werden.

3.3. Laichzeit

Der Entwicklungszustand der männlichen und weiblichen Gonaden wird durch den Reifegrad ausgedrückt. Von den Reifegraden wurden Monatsmittel, nach Geschlecht getrennt, berechnet. Diese Mittelwerte und ihre Standardabweichungen sind in Abbildung 3 dargestellt. Das relative Gonadengewicht der Männchen steigt von seinem tiefsten Mittelwert im Juli (1,15 %) an und erreicht im Oktober 3,34 %. Von Oktober bis April ist die Mehrzahl der Männchen laichbereit, danach sinkt der mittlere Reifegrad wieder ab und erreicht den tiefsten Stand im Juli. Die starken Schwankungen sind wohl abhängig vom Zahlenverhältnis der laichreifen Männchen zu denjenigen, die das Laichgeschäft schon beendet haben. Der Wert im Monat April ist besonders hoch (4,4 %) und hat die größte Standardabweichung ($s = 9,0027$) wegen eines Männchens (293 mm, 187 g), das eine extrem hohe Maturität von 37,97 % hatte. Es wurden von Oktober bis zum Juli vollreife Männchen gefangen, die Milch abgaben.

Die Maturität der Weibchen steigt ebenfalls von Juli an und erreicht etwa im Jänner einen sehr breiten Gipfel, der bis zum Mai andauert. Der höchste Mittelwert wurde im Mai mit 21,42 % gefunden. Vom Monat Mai sinken die Mittelwerte rapide ab und erreichen — wie bei den Männchen — im Juli den tiefsten Wert. Die maximale Maturität, die bei einem Weibchen (289 mm, 147 g, Fangmonat April) festgestellt wurde, betrug 40,82 %. Das erste Weibchen, das zum größten Teil schon abgelaiht hatte, wurde am 30. Oktober gefangen. Im November waren es 5,26 %, im Dezember 6,25 %, im Jänner 2,56 %, im Feber 25 %, im März 28,57 %, im April 7,14 % und im Juni 18,18 % der Rogner, die eindeutig abgelaiht hatten. Im Juni gab es aber auch noch Weibchen, die vollreif waren (ein Weibchen mit 33,33 %). Daraus kann geschlossen werden, daß die Achensee-Coregonen eine ungewöhnlich lange Laichperiode haben, nämlich von Ende Oktober bis weit in den Juni hinein. Der größte Teil der Coregonen dürfte aber im Feber und März laichen.



In den Mägen der Achensee-Saiblinge wurde zwischen November und April Coregonenlaich gefunden (Schulz, 1975), in den Mägen der Coregonen zwischen Februar und Mai (Schulz, 1979). Diese Beobachtungen bestätigen die Ergebnisse der Maturitätsberechnungen.

Ab November zeigten beide Geschlechter einen starken Laichauschlag, der bis Mai registriert wurde.

3.4. Laichplatz

Nach *Wagler* (1941) und *Steinmann* (1950) können Coregonen der Alpenregionen die unterschiedlichsten Laichgewohnheiten haben. Manche Schwebsippen steigen dicht an die Oberfläche und paaren sich über den tiefsten Stellen (Blaufelchen des Bodensees, Schluchseefelchen). Uferlaicher suchen sich zur Eiablage Plätze an der Halde (Sandfelchen des Bodensees, verschiedene Coregonen der schweizerischen Seen). Tiefenlaicher haben ihre Laichplätze in großen Tiefen, oft mehr als 100 m tief (Edelfisch des Vierwaldstättersees, die Féras des Genfersees, der Kilch des Bodensees).

In vielen Seen schließen sich die Coregonen vor dem Abläichen zu geschlossenen Schwärmen zusammen (*Auerbach, Maerker und Schmalzl*, 1924; *Wagler*, 1941; *Steinmann*, 1950). Aus Echogrammaufzeichnungen während der Laichsaisons 1972/73 und 1973/74 läßt sich schließen, daß die Achensee-Coregonen nicht an der Oberfläche laichen. Auch für die Bildung von Laichschwärmen konnten keine Anhaltspunkte gefunden werden. Nach Angaben der einheimischen Fischer sollen die Coregonen in großen Tiefen (unterhalb von 70 m) laichen. Es wird vermutet, daß sie die beschotterten Teile der Steilabhänge aufsuchen.

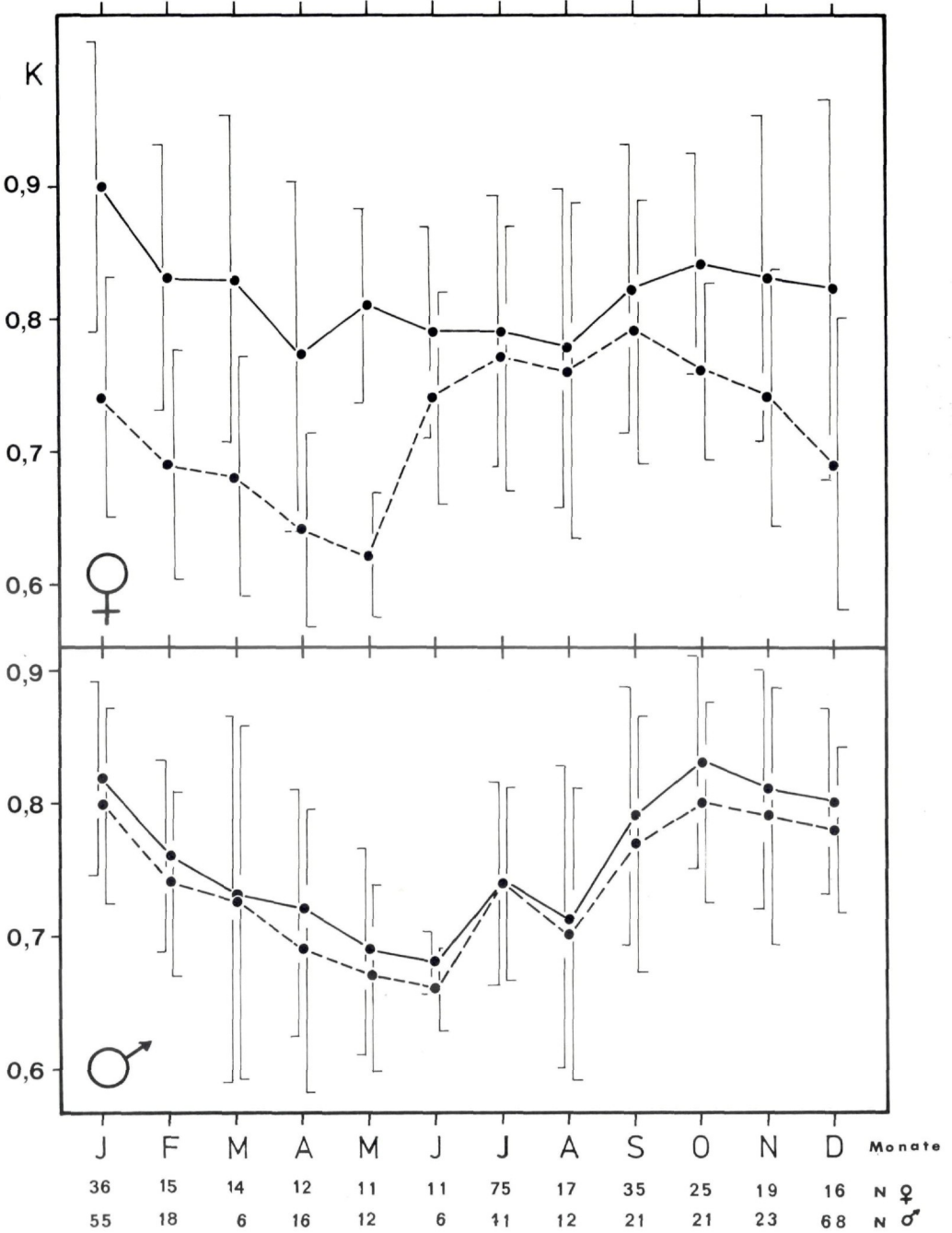
Tabelle 2: Monatsmittel der Reifegrade der Coregonenmännchen in den Alterklassen 3⁺ bis 10⁺

Alter	3 ⁺	4 ⁺	5 ⁺	6 ⁺	7 ⁺	8 ⁺	9 ⁺	10 ⁺
Jänner	—	2,13	2,82	2,99	3,19	3,04	2,97	3,65
Feber	—	—	4,14	2,67	2,33	1,61	2,98	—
März	—	1,41	1,28	0,73	1,32	—	—	—
April	—	—	1,96	1,96	9,78	—	—	—
Mai	—	1,52	1,12	1,74	1,37	—	4,67	—
Juni	—	—	0,42	3,20	2,89	—	—	—
Juli	—	0,77	0,96	1,31	1,36	—	—	0,32
August	0,41	0,58	1,15	1,81	2,09	—	—	1,18
September	—	1,92	1,51	1,87	1,64	4,42	—	2,85
Oktober	—	0,24	2,61	3,77	4,24	—	—	—
November	—	3,24	3,61	2,66	3,01	3,51	2,05	2,88
Dezember	1,90	2,51	2,93	2,77	3,08	3,14	3,18	—

Abb. 3: Monatsmittel und Standardabweichungen der Reifegrade in der gesamten Fangzeit (jeweils für die Monatsmitte eingetragen).

Durchbrochene Linie: Weibchen
durchgehende Linie: Männchen.

Die Zahlenreihen am unteren Abbildungsrand geben die Zahl der Weibchen und Männchen in den Fangmonaten an.



3.5. Maturität, bezogen auf Altersklassen

Es wurde geprüft, ob zwischen dem Alter der Coregonen und dem Grad ihrer Laichreife ein Zusammenhang besteht. Dazu wurden bei den Männchen und Weibchen die Monatsmittel der Maturität für die einzelnen Altersklassen (3^+ – 10^+) errechnet (Tabellen 2 und 3).

Tabelle 3: Monatsmittel der Reifegrade der Coregonenweibchen in den Altersklassen 3^+ bis 10^+

Alter	3^+	4^+	5^+	6^+	7^+	8^+	9^+	10^+
Jänner	—	—	19,35	17,24	19,03	17,88	17,30	19,20
Feber	—	—	12,22	20,22	16,09	24,51	—	—
März	—	—	18,73	17,43	13,23	—	—	—
April	—	2,30	3,06	24,29	21,84	—	—	5,73
Mai	—	—	23,55	20,20	21,91	24,00	—	—
Juni	—	1,94	1,73	5,84	—	—	—	—
Juli	—	1,31	1,94	1,68	4,00	1,94	1,62	1,82
August	—	2,61	2,15	2,69	2,74	1,59	—	—
September	1,11	2,17	3,80	3,76	3,56	4,40	4,12	4,68
Oktober	—	10,00	7,40	8,55	8,74	—	—	—
November	0,44	—	7,50	11,15	10,85	—	—	17,89
Dezember	—	—	13,92	14,91	14,07	17,34	—	20,10

Obwohl sich in den einzelnen Altersklassen die Körperlängen sehr überschneiden und obgleich die Variationsbreite der Reifegrade in den einzelnen Fangmonaten, bedingt durch die »verzetzelte Laichzeit«, recht unterschiedlich ist, läßt sich doch die Tendenz erkennen, daß bei beiden Geschlechtern mit dem Alter auch die mittlere Maturität ansteigt.

3.6. Färbung, Größe und Zahl der Coregoneneier

Die Farbe der Eier war meistens blaßgelb, doch hatten sie häufig auch andere Schattierungen, wie gelborange, rotorange, dunkelrotorange und rotbraun. *Steinmann* (1950) hält die Farbe des Laichs nicht für artspezifisch. Er ist der Meinung, daß sich in der Eifarbe die vorangegangene Ernährung ausprägen.

Aus den Fängen des Jahres 1972 wurden vollreife Eier (je 3 Stück von 10 Weibchen unterschiedlicher Länge) unter dem Stereomikroskop vermessen.

Der mittlere Durchmesser betrug 2,23 mm (2,0–2,35 mm).

Wagler (1941) gibt für die Coregonen des Bodensees folgende Eigrößen an: Blaufelchen 2,4 mm; Gangfisch 2,8 mm; Sandfelchen 2,98 mm. Die gequollenen Eier der Schluchseefelchen haben einen mittleren Durchmesser von 2,02 mm ($\pm 0,15$) (*Lampert* 1971).

Abb. 4: Monatsmittel und Standardabweichungen der Konditionsfaktoren K und K' in der gesamten Untersuchungsperiode (jeweils für die Monatsmitte eingetragen).

Durchgehende Linie: Konditionsfaktor K

durchbrochene Linie: Konditionsfaktor K' (siehe Text).

Die Zahlenreihen am unteren Abbindeungsrand geben die Anzahl der Männchen und Weibchen in den einzelnen Fangmonaten an.

Die Durchmesser der Eier der Tegernsee-Coregonen liegen zwischen 1,9 und 2,3 mm (Durchschnitt 2,06) nach *Wagler* (1941) und zwischen 1,95 und 2,6 mm nach *Kölbing* (1974).

Bei 7 Weibchen unterschiedlicher Größe wurde die Zahl der Eier ermittelt.

Tabelle 4: Absolute und relative Eizahl von 7 Coregonenweibchen

Länge (mm)	Gewicht (g)	K-Faktor	Maturität(%)	abs. Eizahl	rel. Eizahl	Eigewicht (mg)
262	170	0,95	18,03	8859	5211	5,9
282	179	0,80	19,41	10595	5919	5,9
288	180	0,75	19,60	8301	4612	7,7
295	205	0,87	17,55	9060	4420	8,9
302	244	0,89	21,15	10448	4282	12,1
308	248	0,85	21,93	11745	4736	11,5
311	271	0,90	21,46	12324	4547	12,8

Trotz der geringen Fischzahl, die für eine gesicherte Aussage nicht ausreicht, zeigt sich doch die Tendenz, wie sie auch *Kraft, Nümann und Peters* (1963) für die Bodensee-Blaufelchen gefunden haben:

Coregonen mit geringerem Körpergewicht produzieren kleinere und relativ mehr Eier als schwere.

Während des ganzen Jahres wurden Weibchen gefangen, die mehr oder weniger verdorbene Eier in der Leibeshöhle hatten. Diese Eier waren braun, undurchsichtig, ledrig und meistens, vermutlich durch Materialverlust oder Resorption (*Wunder* 1936), zusammengedrückt. Manchmal wurden nur wenige schlechte Eier gefunden, oft war es aber eine ganze Gonade, die verdorben war. Die Menge der Weibchen mit schlechtem Laich schwankte im Laufe des Jahres (Tab. 5).

Tabelle 5: Prozentuelle Anteile der Weibchen mit »verdorbenen« Eiern an der Gesamtzahl der in den einzelnen Monaten gefangenen Weibchen

Monat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
%	7,69	12,50	7,14	21,43	20,00	27,27	18,42	5,88	8,57	20,00	21,05	12,50

3.7. Beeinflussung der Kondition durch die Fortpflanzung

Der körperliche Zustand der Fische wird als Konditionsfaktor K (linearisierte Längen-Gewichts-Relation, Berechnung in: 2. Methodik der Untersuchungen) angegeben. Der Verlauf der Kondition der Achensee-Coregonen im Jahresgang ist in Abbildung 4 dargestellt, wobei Männchen und Weibchen getrennt berechnet wurden. Die monatlichen K-Mittelwerte sind mit einer durchgehenden Linie verbunden. Die schlechteste Kondition haben die Coregonen zu Ende der Laichzeit, einerseits, weil sie durch die Ablage der Geschlechtsprodukte Gewicht verloren haben und andererseits, weil sie während der lange anhaltenden Laichzeit fast keine Nahrung zu sich nehmen (*Schulz*, 1979) und folglich stark abmagern. Nach Einsetzen der verbesserten Ernährungslage von Juni an steigen die Mittelwerte der K-Faktoren und erreichen im Oktober ihren höchsten Wert (Weibchen: $K = 0,84$; Männchen: $K = 0,83$).

Um beurteilen zu können, wie sehr sich das Reifen der Geschlechtsprodukte auf die Längen-

Gewichts-Relation auswirkt, wurde der Faktor K' berechnet. Er entspricht dem Faktor K , berücksichtigt aber nur das reine Körpergewicht nach Abzug des Gonadengewichtes. Die monatlichen K' -Mittelwerte in Abbildung 4 wurden mit einer durchbrochenen Linie verbunden.

Der Verlauf dieser Kurve (K') weicht, besonders bei den Weibchen, stark vom Verlauf der Konditionskurve (K) ab. Da die Weibchen in der Zeit, in der sie den Laich produzieren, kaum Nahrung zu sich nehmen, sind sie gezwungen, Speicherfett und Körpereweiß abzubauen. Das eigentliche Körpergewicht nimmt dadurch ab, und im Mai erreicht der K' -Mittelwert den tiefsten Stand mit 0,62. Bei den Männchen liegt der tiefste K' -Wert im Monat Juni (0,66). Nach Einsetzen der Nahrungsaufnahme erholen sich die Fische körperlich schnell wieder.

4. Diskussion

Die Coregonen des Achensees waren zum Teil ab dem vierten Jahr (3^+), vollständig ab dem fünften Jahr (4^+) geschlechtsreif. Es ist schon lange bekannt, daß bei den kleinen Coregonenarten, bei denen das Wachstum nach einigen Jahren geringer wird oder ganz aufhört, die Geschlechtsreife in niedrigerem Alter eintritt, während die großen Arten, die zeitlebens wachsen, die Geschlechtsreife erst in höherem Alter erreichen (Huitfeldt-Kaas, 1927; Elster, 1944; Runnström, 1944; Alm, 1959).

Steinmann (1951) fand, daß die kleinwüchsigen Coregonenformen der Alpenseen schon mit zwei bis drei Jahren geschlechtsreif werden.

Wagler (1941) hob hervor, daß es offensichtlich eine Eigentümlichkeit der Kleinfelchen sei, früher reif zu werden als die Großfelchen.

Elster (1944) hat die Beziehung zwischen Alter und Wachstumsraten verschiedener Populationen von Blaufelchen behandelt und kam zum Ergebnis, daß der Prozentsatz der reifen Individuen innerhalb einer Altersgruppe mit der Größe steige. Aus diesem Grund erlangt eine Population mit besserem Wachstum die Geschlechtsreife früher als eine langsamwüchsige.

Nach Nümann (1963) bewirkte die Eutrophierung des Bodensees bei den Blaufelchen einen schnelleren Abwachs, der mit einer Vorverlegung der Geschlechtsreife verbunden war.

In den Netzfängen wurde ein Verhältnis von 104 Coregonenmännchen zu 100 Weibchen gefunden. Zur Laichzeit überwiegen die Männchen, während außerhalb der Laichzeit eher mehr Weibchen gefangen werden. Die Sexualzahl wurde von früheren Autoren vielfach überbewertet. Wagler (1941), Elster (1944) und Steinmann (1950) sind der Ansicht, daß sich auf Grund von Netzfängen keine richtigen Geschlechtsverhältnisse errechnen lassen und nehmen an, daß das tatsächliche Zahlenverhältnis etwa 1:1 lauten dürfte.

Die Coregonen des Achensees haben eine ungewöhnlich lange Laichzeit, die lückenlos von Ende Oktober bis zum Juni, insgesamt fast 8 Monate dauert.

Im allgemeinen sind die Coregonen Winterlaicher. Die Laichreife der meisten Coregonen wird durch die Änderung der Temperaturverhältnisse des Wassers herbeigeführt. Kopfmüller und Scheffelt (1924) haben eine kritische Temperatur von 7° gefunden. Wenn keine meteorologischen Störungen, wie Wetterumschläge, Stürme oder Wassertrübungen auftreten, spielt sich der gesamte Laichvorgang in wenigen Tagen (5-6) ab (Haempel 1930). Man spricht von »geschlossenem« Laichen.

Im Fischereibuch des Kaisers Maximilian I. von 1504 finden sich über die Laichzeit der Achensee-Coregonen folgende Angaben: »... die im laich sein / der sich anhebt umb sand Niclastag (6. Dezember) und wert ungeverlichen acht tag nach Weichnechten / ... « (zit. bei *Diem*, 1963).

Man kann daraus folgern, daß die Coregonen des Achensees Winterlaicher waren, deren »geschlossene« Laichzeit in neuerer Zeit durch Milieuänderungen gestört wurde. Das Laichgeschäft wird nun von »verzettelten Trupps« (*Haempel*, 1930) vollzogen und zieht sich daher über längere Zeit hin.

Auch aus anderen Seen sind Fälle von sommerlaichenden Coregonen bekannt. *Wagler* (1934) meldet vom Kilch des Ammersees eine Laichzeit von Juli bis August. *Steinmann* (1950) nennt mehrere Populationen der schweizerischen Seen, die im Sommer laichen, z. B. den Edelfisch des Vierwaldstättersees, der von Juli bis in den September hinein laicht, den Kropfer und den Brienzlig des Thunersees, die im Spätsommer zum Laichen kommen. Die Sommerlaicher unter den Coregonen sind in den meisten Fällen Tiefenlaicher, bei denen die Temperatur als laichauslösender Faktor keine besondere Rolle spielen kann. Da die Achensee-Coregonen in Tiefen laichen, in denen Temperaturen zwischen 3,5 und 5⁰ vorherrschen, können wir schließen, daß der Laichvorgang nicht durch die Temperaturänderung, sondern durch eine Reihe von anderen Faktoren ausgelöst wird.

Während manche Schwebfelchensippen im freien Wasser an der Oberfläche, jedoch über großen Tiefen laichen, ziehen manche Coregonen die flachen Uferregionen, wieder andere die Halden in mittleren Tiefen, wieder andere schließlich den tiefsten Grund der Seebecken vor. Als Laichsubstrat dienen Sand, Kies, felsige oder steinige Ufer, Makrophyten am oberen Teil der Halde oder der Sand- und Schlammgrund der Tiefen (*Steinmann*, 1950). Da wohl die meisten Coregonen während der Nacht laichen, haben sie kein buntes Hochzeitskleid. *Fabricius* und *Lindroth* (1954) beobachteten das Laichverhalten von Coregonen des Indalsälven in Schweden. Die Laichvorgänge spielten sich in Flußaquarien während der Nacht ab. Die Coregonen verteidigten keine Territorien, jagten und bissen sich nicht, es waren die »friedlichsten Fische«, die die Autoren jemals beobachtet hatten. Vor dem Laichen standen sie oft stundenlang mit gespreizten Flossen im freien Wasser, sie »segelten«. Dann näherte sich ein Männchen einem Weibchen, die Körper berührten sich seitlich und vollführten wellenförmige Bewegungen. Dicht aneinandergedreht entleerten sie die Geschlechtsprodukte ins Wasser. Damit die Körper beim Laichen besser haften, bilden beide Geschlechter den sogenannten Perl- oder Laichausschlag aus. *Meisenheimer* (1921) und *Wagler* (1941) deuten diese verhornten Oberhautgebilde als Haft- und Kontaktorgane, die dem Schleim entgegenwirken. *Nüsslin* (1907, zit. bei *Fabricius* und *Lindroth*, 1954) sagt ihnen zusätzlich eine taktile Stimulation während des Laichaktes nach. Auf den Bauchflossen, die während des »Segelns« und während des Laichvorganges besonders stark gespreizt werden, sind einige Reihen kleiner brauner Flecken und ein heller Streifen am Vorderrand zu sehen (*Fabricius* und *Lindroth*, 1954).

Während *Wagler* (1941) feststellte, daß große Felchen relativ mehr, sehr kleine relativ weniger Eier haben, fand *Elster* (1944), daß die relative Eizahl für alle 26 bis 42 cm langen Coregonen und für alle Altersklassen von 2-7 Jahren konstant ist und im Durchschnitt 3200 Eier pro 100 g

Körpergewicht beträgt. *Kraft, Nümann und Peters* (1963) fanden *Waglers* Ansicht bestätigt: die Blaufelchen des Bodensees haben die Tendenz, daß Felchen mit geringem Körpergewicht kleinere und relativ mehr Eier produzieren als schwerere. Für die Größenklassen 28 bis 34 cm errechneten sie 4300 bis 4400 Eier pro 100 g Körpergewicht. Die Eizahlen, die für die Achensee-Coregonen gefunden wurden, liegen etwa in der gleichen Größenordnung.

Überraschend hoch ist der Prozentsatz der Weibchen, die schlechte Eier in der Leibeshöhle haben. Die Ursachen dürften darin liegen, daß die Weibchen durch Störungen während der normalen Laichzeit nicht in der Lage sind, ihren Laich zu entleeren. Der Laich kann dann entweder verspätet unbefruchtet und nicht entwicklungsfähig abgestoßen werden oder die Eier werden im weiblichen Körper zurückgehalten und rückgebildet (*Wunder* 1936). Dabei können dann Schädigungen wie dauernde Sterilität oder Zysten im Ovar die Folge sein.

5. Zusammenfassung

5.1. Von den gefangenen 4jährigen Männchen hatten etwa 50 %, von den 4jährigen Weibchen noch keines die Geschlechtsreife erlangt. Die 5jährigen Coregonen (4⁺) waren alle geschlechtsreif.

5.2. Die Achensee-Coregonen haben eine überaus lange, »verzettelte« Laichzeit von Oktober bis zum Juni. Der größte Teil dürfte im Februar und März ablaichen.

5.3. Bei beiden Geschlechtern steigt mit dem Alter auch das durchschnittliche relative Gonadengewicht.

5.4. Coregonen mit geringerem Körpergewicht produzieren kleinere und relativ mehr Eier als schwerere.

5.5. Für jeden Fisch wurden die Konditionsfaktoren K und K' errechnet. Die Kondition im Jahresgang spiegelt die Ernährungslage und den Reifegrad wider. Aus der Differenz zwischen K und K' während der Keimzellenentwicklung läßt sich ermesen, daß die Coregonen gezwungen sind, zur Bildung der Geschlechtsprodukte Körpereweiß abzubauen.

6. Literatur

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

Auerbach, M.; *Maerker*, W. und *Schmalz*, I. (1924): Hydrographisch-biologische Bodenseeuntersuchungen. — I. Mitteilung Arch. f. Hydrobiol., Suppl. 3.

Bagenal, T. B. (1967): A short review of fish fecundity.

In: Gerking S.D. (ed.) The biological basis of freshwater production. Blackwell, Oxford: 89-111.

Bagenal, T. B. und *Braun*, E. (1971): Eggs and early life history. — IBP Handbook No 3: Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters (edited by *Ricker*, W. E.), 2. Ausgabe: 166-198.

Diem, H. (1963): Beiträge zur Fischerei Nordtirols. B. Die Fischerei in den natürlichen Gewässern in der Vergangenheit. — Veröffentlichung des Museum Ferdinandeum in Innsbruck. 43: pp. 132.

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. f. Fischerei u. Hilfswiss. 42: 169-357.

- Fabricius*, E. und *Lindroth*, A. (1954): Experimental observations on the spawning of whitefish, *Coregonus lavaretus* L. in the stream aquarium of the Hölle laboratory at River Indalsälven. — Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 35: 105-112.
- Haempel*, O. (1930): Fischereibiologie der Alpenseen. — Die Binnengewässer. Einzeldarstellungen aus der Limnologie und ihren Nachbargebieten 10: 259 pp.
- Huitfeldt-Kaas*, H. (1927): Studier over aldersforholde og veksttyper hos norske ferskvandsfisker. — Oslo: 358 pp.
- Kölbing*, A. (1974): Der Starnberger See und die seinem Trophiezustand angemessene Bewirtschaftungsweise des Coregonenbestandes. Veröff. Zool. Staatssamml. München, 17: 1-108.
- Kopfmüller*, A. und *Scheffelt*, E. (1924): Blaufelchenlaich und klimatische Faktoren. — Schr. Ver. Gesch. Bodensees, Heft 53: 35-56.
- Kraft*, A. v.; *Nümann*, W. und *Peters*, H. M. (1963): Untersuchungen über die Fruchtbarkeit des Blaufelchens (*Coregonus wartmanni* BLOCH) im Bodensee. — Schweiz. Z. Hydrol. 25, 1: 84-118.
- Lampert*, W. (1971): Untersuchungen zur Biologie und Populationsdynamik der Coregonen im Schluchsee. Arch. Hydrobiol./Suppl. 38, 3: 237-314.
- Meisenheimer*, J. (1921): Geschlecht und Geschlechter im Tierreich. — Band 1, Jena.
- Nikolsky*, G. V. (1963): The ecology of fishes. — Academic Press, London and New York: 352 pp.
- Nümann*, W. (1963): Die Auswirkung der Eutrophierung auf den Eintritt der Reife, auf die Eizahl und Eigröße beim Bodenseeblaufelchen (*Coregonus wartmanni*). — Allgemeine Fischerei-Zeitung, Jg. 88, 8: 2. pp.
- Nümann*, W. (1966): Reife und Laichzeit, erblich determiniert oder von Umweltfaktoren bestimmt? — Österreichs Fischerei 19: 3-8.
- Pechlaner*, R. (1969): Hochgebirgsseen als Lebensraum für Salmoniden. — Zool. Anzeiger, Suppl. 32: 750-757.
- Runnström*, S. (1944): Om smärtingen från några Jämtlandssjöar. — Sv. Fiskeritidskr.: 25-29.
- 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.
- Schulz*, N. (1978): Untersuchungen an Coregonen (Pisces: Salmonidae) im Achensee (Tirol, Österreich). — Ber. nat.-med. Ver. Innsbruck 65: 139-162.
- Schulz*, N. (1979): Untersuchungen zur Nahrungsaufnahme der Coregonen (*Coregonus wartmanni* BLOCH) im Achensee (Tirol, Österreich). — Ber. nat.-med. Ver. Innsbruck 66 (im Druck).
- Schwertfeger*, F. (1975): Ökologie der Tiere. — Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, Band 3: 451 pp.
- Steinmann*, P. (1950-1951): Monographie der schweizerischen Koregonen. Beitrag zum Problem der Entstehung neuer Arten. —
(1950): Schweiz. Hydrol. 12, 1: 109-191.
(1950): Schweiz. Hydrol. 12, 2: 340-491.
(1951): Schweiz. Hydrol. 13, 1: 54-155.
- Wagler*, E. (1934): Die Coregonen in den Seen des Voralpengebietes. — Int. Rev. ges. Hydrobiol. 30, 1/2: 1-48
- Wagler*, E. (1941): Die Coregonen. — Handbuch der Binnenfischerei Mitteleuropas, In: R. Demoll und H. N. Maier, Stuttgart, 3, 6: 371-494.
- Wunder*, W. (1936): Physiologie der Süßwasserfische Mitteleuropas. — Handbuch der Binnenfischerei Mitteleuropas. In: R. Demoll und H. N. Maier, Stuttgart, II B: 340 pp.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Norbert Schulz
Kärntner Institut für Seenforschung
Flatschacher Straße 70
A-9020 Klagenfurt

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Veröffentlichungen des Tiroler Landesmuseums Ferdinandeum](#)

Jahr/Year: 1979

Band/Volume: [59](#)

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

Artikel/Article: [Untersuchungen zur Fortpflanzung der Coregonen \(*Coregonus wartmannii* BLOCH\) im Achensee \(Tirol, Österreich\). 35-48](#)