©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

ÖSTERREICHS FISCHEREI

ZEITSCHRIFT FÜR DIE GESAMTE FISCHEREI

33. Jahrgang | Februar/März 1980 | Heft 2/3

T. Jäger, W. Nellen, W Schöfer, F. Shodjai

Der Einfluß von Salzgehalt und Temperatur auf Eier und Larven der Kleinen- und Großen Maräne, der Plötze und der Quappe

Einleitung

Adulte der Kleinen Maräne *(Coregonus albula)*, der Großen Maräne *(C. lavaretus)* und der Plötze *(R. rutilus)* dringen in Küstengewässer in höhere Salzgehalte bis über 18‰ vor (NELLEN 1965). Wenig wissen wir darüber, wie frühe Jugendstadien dieser Süßwasserfische auf Brackwasser reagieren (JÄGER 1979, SCHÖFER 1979).

Die Quappe *(L. lota)* ist eine limnische Art, die gegenüber Brackwasser weniger tolerant zu sein scheint. Zusätzlich verhält sie sich während der Laichzeit offenbar ausgesprochen stenotherm, da sie im Winter und oft unter dem Eis ihre Eier ablegt.

In Experimenten wurden die Salzgehalts- bzw. die Temperaturtoleranz früher Lebensstadien der vier Arten untersucht. Die Salzgehalte wurden mit künstlichem Seesalz eingestellt.

Ergebnisse

Kleine Maräne

Die Versuchstemperaturen wurden in allen Fällen bei 10°C gehalten. Eier im Augenpunktstadium akzeptierten einen Salzgehalt von 5‰ ohne Schaden. Da in diesem Milieu die Infektion mit *Saprolengia* geringer war als in der Kontrolle, erwies sich dieser geringe Salzgehalt sogar als vorteilhaft für das Schlupfergebnis. 50% der frisch geschlüpften Larven zeigten in den Kapillaren des Dottersacks eine leichte Erythrozytenakkumulation, die aber keinen sichtbaren Effekt auf das Überleben der Larven hatte.

Im weiteren wurden Larven und Jungfische während und nach der Metamorphose Salzgehalten von 5‰ bis 23‰ ausgesetzt, und zwar sowohl unmittelbar als auch schrittweise. Ein Experiment wurde beendet, wenn – im Fall der Larven – mindestens 7 Tage nach der Metamorphose kein Fisch mehr gestorben war, bzw. wenn – im Fall der Jungfische – 7 Tage lang die Anzahl der Überlebenden konstant blieb. Für jeden Versuch wurden 20 – 120 Tiere verwendet. Nahrung in Form von Artemia-Nauplien wurde stets ausreichend geboten.

Abbildung 1 zeigt, daß Dottersacklarven bei einem Salzgehalt bis zu 12‰ überleben können, wenn sie diesem ohne Anpassung ausgesetzt werden. 15‰ S wird nur bei schrittweiser Salzgehaltserhöhung vertragen. Die Überlebensrate fällt mit steigendem Salzgehalt. (Anzahl der Versuchstiere zu Beginn 50.)

Dieser Artikel ist die etwas geänderte deutsche Fassung der Arbeit „Influence of salinity and temperature on early life stages of *Coregonus albula, C. lavaretus, R. rutilus* and *L. lota*", die im Rapp. Proc. Verb. Reun, Sympos. on the Early Life History of Fishes, Woods Hole 1979, erscheinen wird.

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

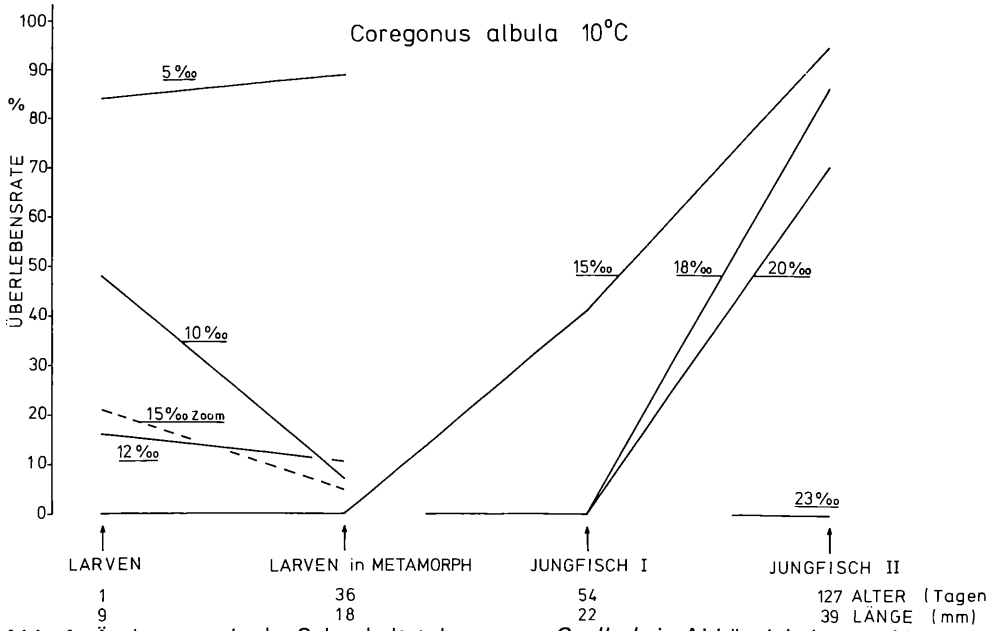

Abb. 1: Änderungen in der Salzgehaltstoleranz von *C. albula* in Abhängigkeit vom Alter. (Die Linien verbinden Punkte ermittelter Überlebensraten verschiedener Altersstadien bei dem angezeigten Salzgehalt.)

Heranwachsende Fische, die 10 12 Tage vor dem Abschluß der Metamorphose standen, waren weniger salzgehaltstolerant. Zwar wurde bis 5‰ S noch keine Reaktion beobachtet, jedoch erreichte die Sterblichkeit in diesem Stadium schnell 90%, wenn der Salzgehalt auf 10‰ erhöht wurde. Ältere Jungfische erwiesen sich als sehr viel weniger empfindlich. Bei einem Alter von 54 Tagen wurde 15‰ S relativ gut akzeptiert (Überlebensrate 40% mehr als 50 Tage, Anzahl zu Beginn 27 Fische). 18‰ S dagegen führte bei allen Fischen zum Tode. Die Toleranzgrenze der 18 Wochen alten Kleinen Maränen hatte sich erweitert. Bei 15‰, 18‰ und 20‰ S betrug die Überlebensrate über einen Zeitraum von 25 Tagen 95%, 85% und 70%. Ein Salzgehalt von 23‰ erwies sich als tödlich. Jedoch überlebten wenige Fische sogar einen Salzgehalt von 32.5‰ über mehr als einen Monat, d.h. bis zum Abbruch des Versuchs, wenn die Anpassung schrittweise über 30 Tage von Süßwasser bis zu dieser Salinität erfolgte.

Erste Wachstumsversuche ließen erkennen, daß bis zu einem Salzgehalt von 15‰ die Larven und Jungfische gegenüber der Süßwasserkontrolle nicht beeinträchtigt sind.

Große Maräne

Eier der Großen Maräne wurden bei Salzgehalten von 1,8‰, 3,5‰, 8,6‰ und 10,2‰ erfolgreich befruchtet. Die Wasseraufnahme in den perivitellinen Raum und die Größenzunahme des Eies infolge des Quellvorgangs zeigte gegenüber der Kontrolle keine Unterschiede. Bis zu 10,2‰ S schlüpften Larven aus den Eiern. Aufgrund technischer Schwierigkeiten konnten jedoch keine exakten Mortalitätsstudien an den sich entwickelnden Eiern in Abhängigkeit vom Salzgehalt durchgeführt werden.

Beobachtungen an den Embryonen in Eiern, die bei 5‰ S erbrütet wurden, zeigten 13 Tage vor dem Schlüpftermin eine gegenüber Süßwasser signifikant erhöhte Herzschlagfrequenz (34,6 ± 2,4 Schläge pro min gegenüber 26,4 ± 2,2 Schlägen pro min, n in beiden Fällen 9).

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

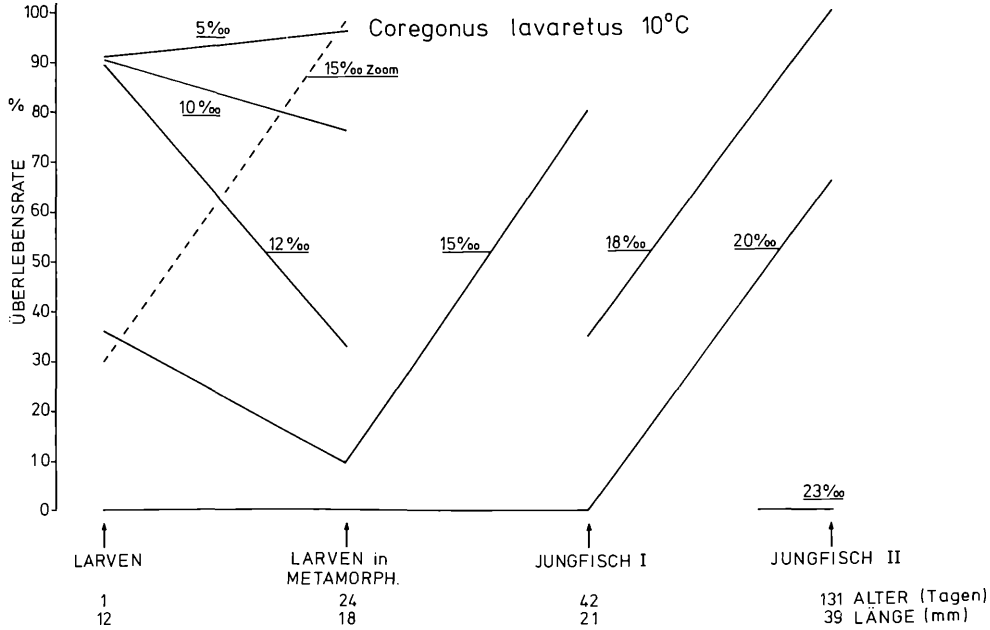

Abb. 2: Änderungen in der Salzgehaltstoleranz von *C. lavaretus* in Abhängigkeit vom Alter.

Die Larven und Jungfische der Großen Maräne erwiesen sich als salzgehaltstoleranter im Vergleich zur Kleinen Maräne (Abb. 2). Jedoch wurde auch hier die obere Grenze für die 18 Wochen alten Tiere zwischen 20‰ und 23‰ S gefunden. Eine schrittweise Anpassung bis zu einem Salzgehalt von über 25‰ ist jedoch durchführbar. Jüngste Versuche mit 6 Monate alten Blaufelchen aus dem Bodensee zeigten, daß auch diese ein direktes Einsetzen in 25% S mit geringem Verlust akzeptierten.

Dottersacklarven der Großen Maräne, die Salzgehalte bis 15‰ tolerierten und deren Wachstum über 100 Tage lang verfolgt wurde, zeigten keinerlei Beeinträchtigungen gegenüber der Kontrolle.

Plötze

Eier wurden entweder in Süßwasser bei 14,6°C befruchtet und dann nach 10 - 20 min in Salzgehalte von 1,8‰, 3,5‰, 5,2‰, 6,9‰, 8,6‰ und 10,2‰ überführt oder auch unmittelbar in diesen Salzgehalten befruchtet. Die verschiedenen Methoden beeinflußten die weitere Eientwicklung in den Salzgehalten unterschiedlich.

Bei einer Eibefruchtung im Süßwasser vergrößerte sich der Eidurchmesser infolge der Wasseraufnahme des perivilletinen Raums auf 130%. Dieser Vorgang war nach etwa 45 min abgeschlossen (Abb. 3).

Eine Eibefruchtung bei 1,8‰ S führte lediglich zu einem größeren Eidurchmesser (Abb. 3). 3,5‰ S und höhere Salzgehalte verlängerten jedoch den Prozeß der Wasseraufnahme und der Eidurchmesser war nach 48 h bis auf 160% des ursprünglichen Maßes angewachsen. Die Aussage von YAMAMOTO (1961), daß einwertige Ionen die Ausschüttung der Cortex-Vakuolen in den perivitellinen Raum hinein verlangsamen und die Angaben von ZOTIN (1958), daß solche Ionen den Härtungsprozeß von Lachseiern negativ beeinflußen, mögen zur Erklärung unserer Beobachtungen beitragen.

Alle Eier, die in einem Salzgehalt von 3,5‰ und mehr befruchtet worden waren, starben im weiteren Verlauf der Entwicklung ab, obwohl die Befruchtungsrate bis 10,2‰ S

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

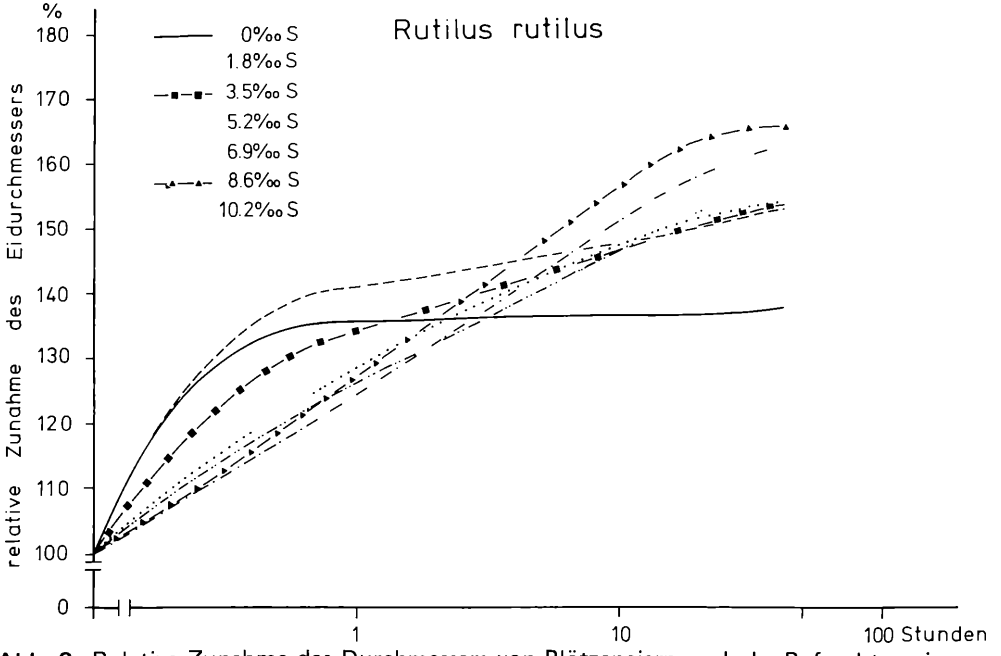

Abb. 3: Relative Zunahme des Durchmessers von Plötzeneiern nach der Befruchtung in verschiedenen Salzgehalten. (Nach SCHÖFER 1979 verändert.)

mit der Kontrolle identisch war (> 95%). Bei 1,8‰ S verlief die Eientwicklung und der Schlüpfvorgang nahezu normal.

Bei Eiern, die in Süßwasser befruchtet und erst danach den genannten Salzgehalten ausgesetzt wurden, verlief die Embryonalentwicklung zwar z. T. vollständig, im Vergleich zur Kontrolle traten aber Störungen auf (Abb. 4): Im Süßwasser begannen die Embryonen am 11. Tag im Entwicklungsstadium IX (s. Abb. 5) aus dem Ei zu schlüpfen. Am 13. Tag hatten alle Larven das Ei verlassen. Bei 8,6‰ und 10,2‰ S schwollen die befruchteten Eier, nachdem sie aus dem Süßwasser überführt worden waren, weiterhin an und meist platzte die Eihülle während des 2. Tages. Eine Embryonalentwicklung setzte nicht ein. Bei Salzgehalten zwischen 1,8‰ und 6.9‰ verließen die Embryonen allgemein die Eihülle früher als in der Kontrolle. Die ersten Larven wurden bereits auf dem Stadium III (s. Abb. 5) geboren. Vom Beginn des Augenpunktstadiums an traten in allen Salzgehalten vermehrt Embryonen auf, die die Eischale verlassen hatten. Es handelte sich hierbei jedoch nicht um einen normalen Schlupfvorgang. Die Prolarven fielen aus der in Auflösung begriffenen Eischale heraus und ihre Weiterentwicklung erfolgte frei am Boden des Erbrütungsgefäßes. Die Sterblichkeit der Eier und insbesondere der freien Prolarven nahm mit steigendem Salzgehalt zu.

Infolge der erhöhten Sterblichkeit der freien Embryonen sanken ab einem Salzgehalt von 3,5‰ die Überlebenskurven vom Entwicklungsstadium VI (Augenpunktstadium) bis IX (Schlüpfen im Süßwasser) parallel zu den Kurven, die die Anzahl der noch intakten Eier beschreiben (Abb. 4).

Diese Ergebnisse lassen vermuten, daß die biochemischen Prozesse, die im perivitellinen Raum und am Chorion des Plötzeneis stattfinden, wesentlich von der Beschaffenheit des umgebenden Wassers zum Zeitpunkt der Befruchtung abhängen:

– Wird das Ei bei erhöhtem Salzgehalt des Wassers befruchtet, kann es sich bis zu einem gewissen Grad adaptieren. Das Chorion erhärtet und bleibt bis zum Schlüpfen der Larve

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

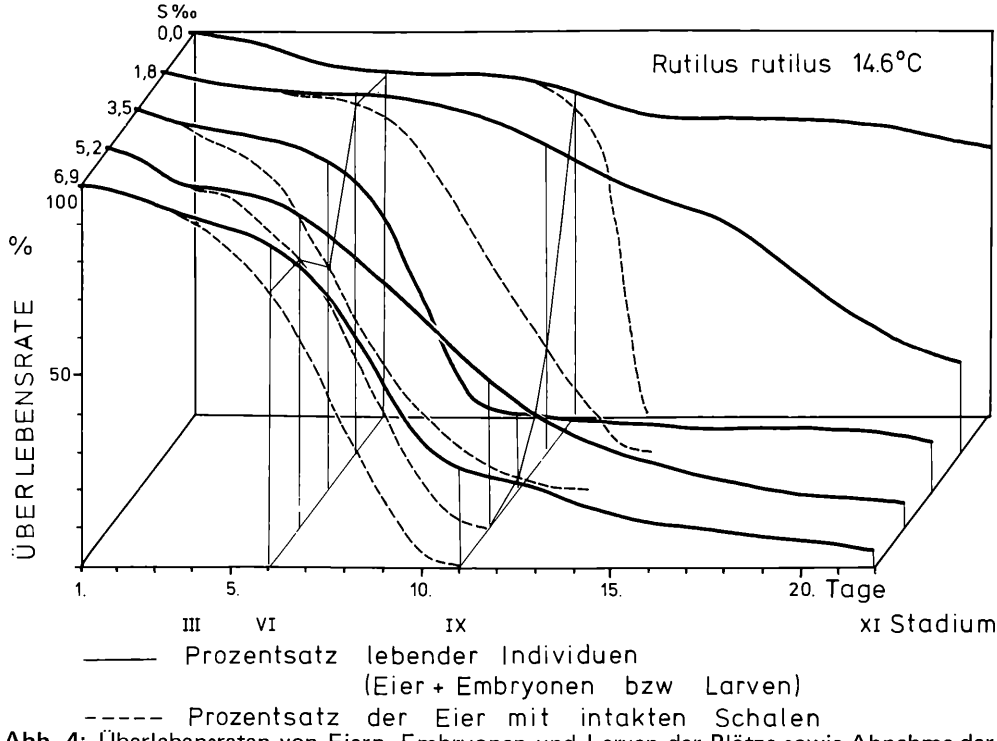

Abb. 4: Überlebensraten von Eiern, Embryonen und Larven der Plötze sowie Abnahme der Eier mit intaktem Chorion bei verschiedenen Salzgehalten. (Die Kurven wurden graphisch an übergreifende 3-Tagesmittel angepaßt. Nach SCHÖFER 1979 verändert.)

fest. Schon ab 3,5‰ S jedoch stirbt der Embryo in jedem Fall ab. Das deutet darauf hin, daß Salzwasser in den perivitellinen Raum eindringt und das frühe Vielzellen-Stadium irreversibel schädigt.

– Wird das Ei im Süßwasser befruchtet und danach in oligohalines Brackwasser gesetzt, jedoch ohne daß der Prozeß der Wasseraufnahme schon vollständig abgeschlossen zu sein braucht, scheint der perivitelline Raum bereits einen Zustand erreicht zu haben, der die sehr empfindlichen frühen Teilungsstadien vor einer vollständigen Schädigung infolge einer erhöhten Ionenkonzentration schützt. Obwohl das Chorion im weiteren Verlauf der Embryonalentwicklung langsam unstabil wird, erreichen die Embryonen z. T. ein Stadium, das gegenüber Brackwasser etwas weniger empfindlich ist. Solche Prolarven können dann selbst außerhalb der Eihülle eine Zeitlang schwachem Salzwasser widerstehen.

Larven, die sich unter einem bis auf 6,9‰ erhöhten Salzgehalt entwickeln konnten, adaptierten sich aber nicht auf Dauer an ein solches Außenmedium. Auf der anderen Seite waren sie auch nicht irreversibel geschädigt, wenn sie in Süßwasser umgesetzt wurden, wuchsen sie normal zu Jungfischen heran.

Eine größere Brackwasserresistenz entwickelte sich erst mit zunehmendem Alter der Plötze (Abb. 6). 20 Tage alte Postlarven zeigten bei 3,5‰ S bereits zu 100% ein langfristiges Überleben über die Metamorphose hinaus. Selbst bei 10,2‰ S überlebten rund 40% der Fische gleichen Alters. Bei 80 Tagen alten Jungfischen lag die Toleranzgrenze zwischen 11,5 und 12,6‰ S. In Situ wurden in einer Brackwasserförde der Ostsee ein Jahr alte Plötzen in 13‰ S gefangen. Erwachsene Fische finden sich jedoch bei noch höheren Salzgehalten auf den Fischernetzen.

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

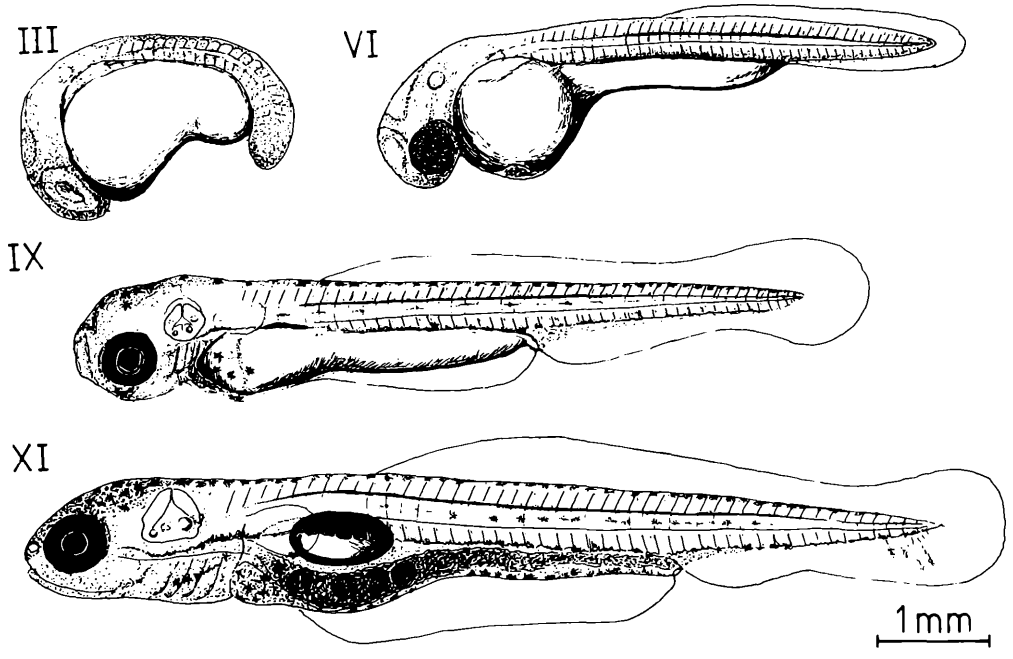

Abb. 5: Frühe Entwicklungsstadien der Plötze.

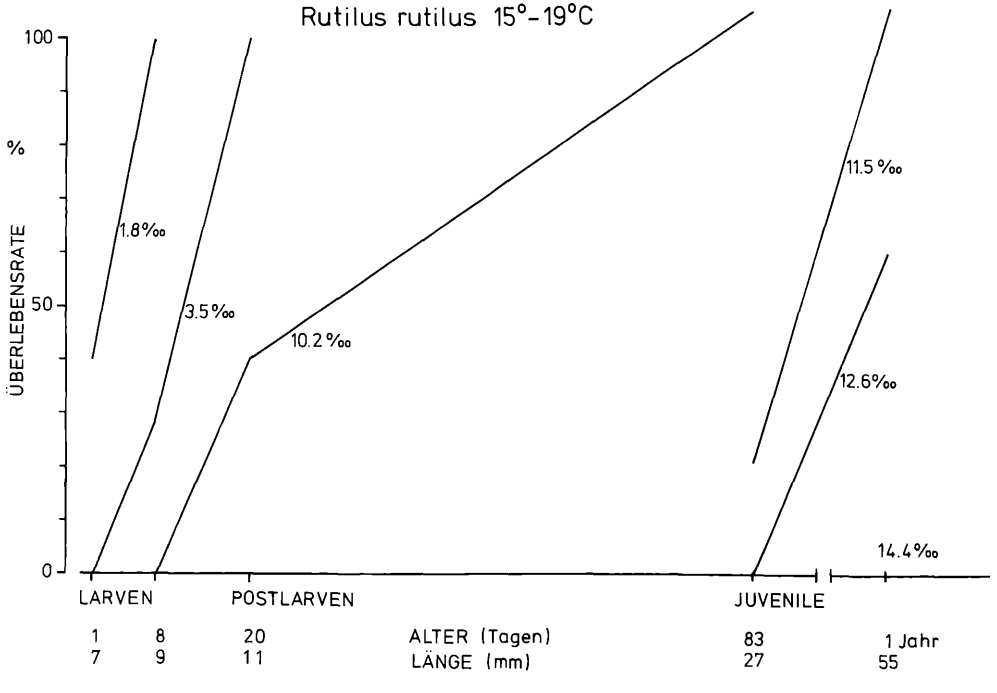

Abb. 6: Änderungen in der Salzgehaltstoleranz von *R. rutilus* in Abhängigkeit vom Alter.

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

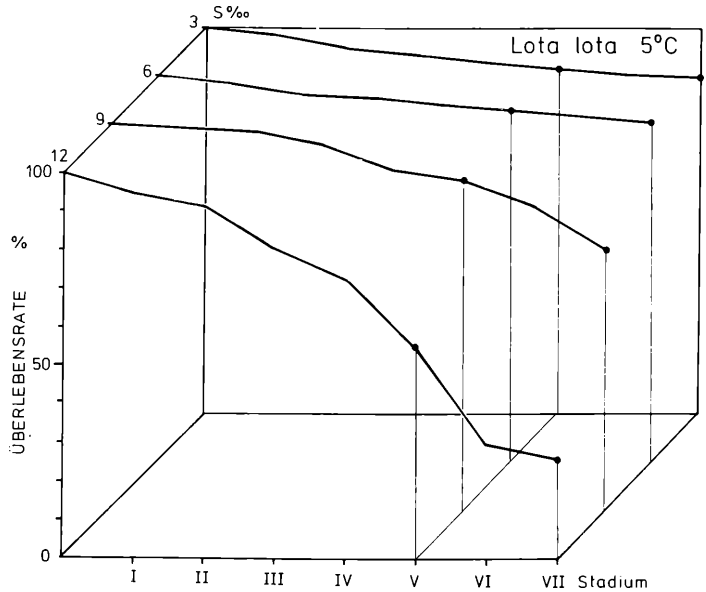

Abb. 7: Überlebensraten von Quappeneiern bei verschiedenen Salzgehalten. (Im Stadium VII sind 50% der Larven geschlüpft.)

Quappe

Obwohl die Quappe ein Vertreter der sonst rein marinen Familie der Gadiden ist, scheint sie sich streng limnisch zu verhalten, und auch adulte Fische dringen nicht mehr ins Brackwasser vor. Umso erstaunlicher ist es, daß die Entwicklung der Quappeneier, angefangen von der Befruchtung bis zum Schlüpfen der Larve, noch bis 12‰ S beobachtet werden konnte (Abb. 7). Die Überlebensrate blieb bis 6‰ S gegenüber der Kontrolle gleich. Bei 9‰ S begannen die Larven noch mit der Futteraufnahme. Aus technischen Gründen konnten die Versuche zur weiteren Salzgehaltsresistenz der frühen Lebensstadien der Quappe nicht fortgesetzt werden.

In Übereinstimmung mit dem Laichverhalten der Quappe erwiesen sich die Eier während ihrer Entwicklung als extrem stenotherm. Toleriert wurde nur ein enger Temperaturbereich von ca. 1° bis 7°C, wobei lediglich eine Temperatur nahe 4°C auch zu hohen Überlebensraten führte (Abb. 8). Am empfindlichsten gegenüber suboptimalen Temperaturen erwiesen sich die sehr frühen Embryonalstadien (Abb. 9). Daß eine Temperatur von 4°C ein deutliches Optimum darstellt, kommt auch in den in Tabelle 1 dargestellten Larvengrößen zum Ausdruck.

Tabelle 1: Länge der frisch geschlüpften Quappenlarven in Abhängigkeit von der Entwicklungstemperatur sowie Inkubationszeit der Eier.

°C	n	L_t Larve mm	s	Inkubationszeit in Tagen
2	35	3,74	± 0,08	52
4	40	3,90	± 0,08	31
6	30	3,60	± 0,04	21
7	18	3,30	± 0,09	18

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

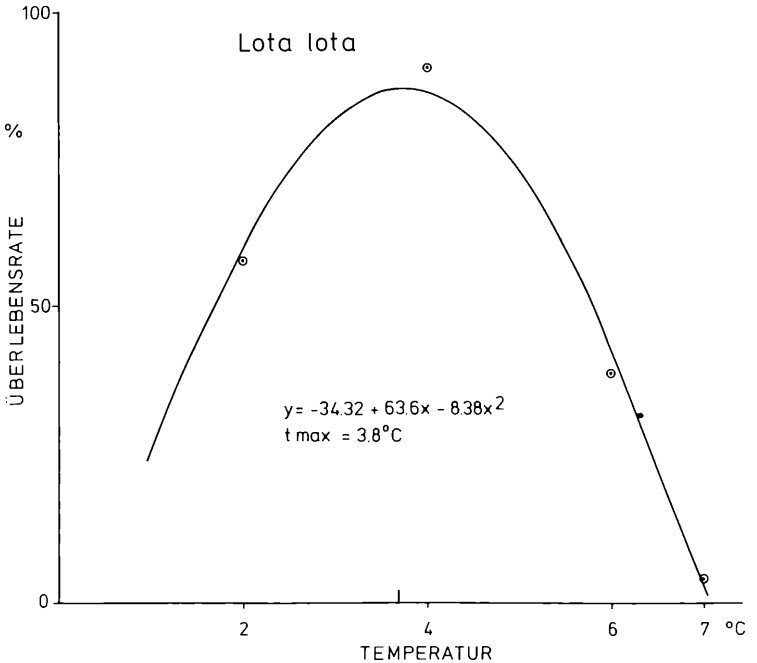

Abb. 8: Überlebensraten von Quappeneiern bis zum Schlüpfen bei unterschiedlichen Erbrütungstemperaturen.

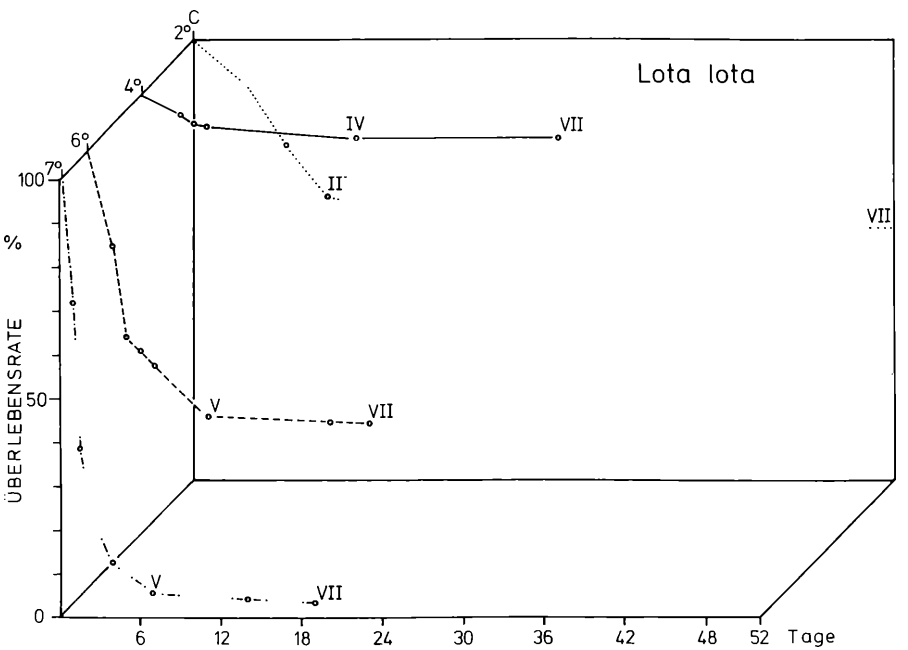

Abb. 9: Änderungen in der Überlebensrate von Quappeneiern in Abhängigkeit vom Entwicklungsalter und der Temperatur.

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

Die tiefe Temperatur von 4°C ist lediglich während der frühen Ontogenese von Bedeutung. Die Larven dagegen begannen mit der Futteraufnahme erst, wenn die Wassertemperatur über 8°C gesteigert wurde. Erstaunlicherweise tolerierten diese dann Temperaturen bis 20°C.

Diskussion

Die physiologischen Reaktionen der frühen Lebensstadien der vier Süßwasserarten wurde vornehmlich unter ökologischen Gesichtspunkten geprüft. Da sich im Küstenbereich häufig Übergangszonen zwischen Süß- und Brackwasser finden, ist die Frage nach der Adaptationsfähigkeit von limnischen Fischarten an erhöhte Salzgehalte einmal von regionalem Interesse. Generell ist sie insofern von Bedeutung, als daß auch in Binnengewässern zuweilen industriell bedingte Versalzungen eintreten. Letztere sind hinsichtlich der Ionenzusammensetzung des Salzes meist allerdings verschieden von einer natürlich gegebenen Brackwassersituation, so daß unsere Versuchsergebnisse nicht ohne Vorbehalt auf künstlich hervorgerufene Versalzungen übertragen werden können. Weiterhin weisen die Ergebnisse auf phylogenetische Zusammenhänge hin:

Die Reaktionen der Eier und Larven der Kleinen und der Großen Maräne sowie der Plötze stimmen gut mit der Fortpflanzungsökologie dieser Arten überein. *C. albula* besiedelt in erster Linie Seen Englands, Norddeutschlands und Polens. In Skandinavien und Rußland gibt es daneben Bestände in Fließgewässern, die z.T auch in den nördlichen Teil des Bottnischen und Finnischen Meerbusens eindringen. Beide Teile der Ostsee zeichnen sich durch oligohalines Brackwasser aus. In Küstengewässern des Weißen Meeres soll *C. albula* bis 28‰ S vorkommen (SVÄRDSON 1957, SCOTT und CROSSMANN 1973, USTYUGOV 1976).

C. lavaretus dagegen bildet anadrome Bestände auch in der westlichen Ostsee und im Nordseebereich, wo die Fische bis zu Salzgehalten von über 30‰ vordringen.

Beide Coregonenarten besitzen nicht klebende, sondern am Boden flottierende Eier und zumindest *C. lavaretus* laicht im Unterlauf von Fließgewässern (THIENEMANN 1937, LINDROTH 1957). So ist es nicht ausgeschlossen, daß junge Larven oder sogar schon die Eier selbst in den Aestuarbereich transportiert und mit einer Brackwassersituation konfrontiert werden.

Geht man davon aus, daß die Knochenfische sich primär im Süßwasser entwickelt haben (REMANE 1967), dann scheint *C. lavaretus* eine Art zu sein, die sich möglicherweise zu einem marinen Fisch entwickelt. In der Tat befindet sich die Art offensichtlich in einer raschen Phase ihrer Evolution, worauf die vielen Unterarten in ihrem Verbreitungsgebiet hindeuten (NELLEN 1979). Heute finden sich die meisten Bestände in Binnengewässern, am Ende der letzten Eiszeit jedoch war vermutlich *C. lavaretus* in Nordeuropa allgemein ein anadromer Fisch (THIENEMANN 1926).

C. albula scheint weniger erfolgreich anadrome Bestände bilden zu können, was auch in der höheren Empfindlichkeit ihrer ebenfalls halb-pelagischen Eier zum Ausdruck kommt.

Die Plötze besitzt stark am Substrat haftende Eier. Die Familie der Cyprinidae wird vornehmlich von limnisch-stenohalinen Arten repräsentiert, von denen einige jedoch, wie die Plötze, als Adulte ins Brackwasser vordringen. Jedoch dürfen wir annehmen, daß die Gruppe der Karpfenartigen sich genetisch in Binnengewässern entfaltete und sich hier im Verlauf der Evolution außerordentlich gut etabliert hat. Die hohe Empfindlichkeit ihrer frühen ontogenetischen Stadien selbst gegenüber geringen Salzgehalten mag ein guter Hinweis dafür sein.

Die Quappe scheint ein vollkommen angepaßter Süßwasserfisch zu sein, der Brackwasser strikt meidet. Jedoch ist diese Eigenschaft wahrscheinlich als ein sekundärer Prozeß in der Entwicklungsgeschichte dieser Art zu betrachten. Da sonst alle Gadiden marine Arten darstellen, eroberte *L. lota* den Süßwasserbereich offensichtlich vom Meer aus wieder zurück. Die hohe Salzgehaltstoleranz der Quappeneier wird von uns als ein Anzeichen für die marine

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

Abstammung dieser Art gedeutet. Das extrem stenotherme Verhalten der Eier deuten wir ebenfalls in dieser Richtung. Süßgewässer zeichnen sich im Vergleich zum Meer für gewöhnlich durch eine größere Instabilität ihrer Umweltfaktoren aus. Da die Quappe zu den Gadiden gehört, ist es nicht verwunderlich, daß es sich bei ihr um einen Winterlaicher handelt. Wenn man davon ausgeht, daß die frühen Entwicklungsstadien dieses Fisches sich ähnlich wie die nahe verwandter, mariner Arten bei wenig schwankenden Umweltverhältnissen entwickeln und dies sogar eine Voraussetzung für einen ungestörten Entwicklungsprozeß ist, dann ist im Süßwasser eine solche Umweltstabilität am ehesten im Winter unter dem Eis gegeben, wo die Temperatur recht konstant 4°C beträgt.

Die Eier typischer Süßwasserfischarten, insbesondere die von Frühjahrs- und Sommerlaichern, tolerieren einen beträchtlichen Temperaturbereich während ihrer Entwicklung. Nach KOKUREWICZ (1970) akzeptieren Plötzeneier Temperaturen zwischen 7° und 24°C, wobei das Optimum für die Überlebensrate über mehrere °C reicht (LIEDER 1955). Dasselbe gilt für Barscheier (LIEDER 1955). Selbst die Eier von Winterlaichern unter den primären Süßwasserfischen scheinen im Vergleich zu Quappeneiern einen größeren Temperaturbereich tolerieren zu können. *C. laveretus*-Larven entwickeln sich aus Eiern, die bei konstanten Temperaturen zwischen 1° und 10°C erbrütet wurden, wobei 2° - 6° oder 7°C das Optimum darstellt (EINSELE 1961, BETTE 1970). Nach COLBY und BROOKE (1970) entwickeln sich die Eier von *C. artedii* bei konstanten Wassertemperaturen von 0,5° bis 10°C, das Optimum reicht von 2° bis 9°C. Im Gegensatz zu den Quappenlarven nimmt die Länge der Coregonenlarven mit abnehmender Entwicklungstemperatur zu. Wie EINSELE (1961) berichtet, entwickeln sich selbst die Eier von *Salvelinus alpinus* noch bei Temperaturen von 6° 7°C relativ gut, obwohl die Art in turbulentem Wasser bei sehr niedrigen Temperaturen ablaicht und das Optimum für die Embryonalentwicklung bei 0°C liegt.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß unter den 4 untersuchten Süßwasserfischarten allein die Brut der Plötze eine extreme Empfindlichkeit gegenüber einem erhöhten Salzgehalt des umgebenden Wassers zeigt. Dies, sowohl wie die größere Toleranz der Brut von zwei Maränenarten und der Quappe deutet auf phylogenetische Zusammenhänge hin.

Zusammenfassung

Die Reaktion früher Entwicklungsstadien von *Coregonus albula, C. lavaretus, R. rutilus* und *L. lota* auf Salzgehalt und Temperatur wurde untersucht.

Insbesondere zeigen Eier und Larven der Großen Maräne eine relativ hohe Salzgehaltstoleranz (Abb. 2). Dieses steht in Einklang mit der Fortpflanzungsökologie der Art. Von ihr sind anadrome Wanderformen bekannt, die im Unterlauf von Fließgewässern laichen. Die nicht am Substrat haftenden Eier, insbesondere aber die Larven, können somit früh ins Brackwasser verdriftet werden.

Die Kleine Maräne scheint kaum anadrome Populationen zu besitzen. Ihre Larven reagieren auf Brackwasser empfindlicher (Abb. 1).

Eier und Larven der Plötze zeigen so gut wie keine Salzgehaltstoleranz (Abb. 6), obwohl adulte Fische von Zuflüssen aus in Brackwasserbuchten vordringen und bis etwa 18% angetroffen werden.

Die Eier der Quappen entwickelten sich im Gegensatz zu denen der Plötze noch bei relativ hohem Salzgehalt (Abb. 7), obwohl weder sie noch die Adulten der Art natürlicherweise in Brackwasser zu finden sind. Im Gegensatz zu anderen Süßwasserfischen zeichnet sich die Quappe durch ein extrem stenothermes Verhalten hinsichtlich der Entwicklung ihrer Eier aus (Abb. 8).

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

Die Ergebnisse werden phylogenetisch gedeutet:

- Coregonen befinden sich noch in einem relativ rasch fortschreitenden Evolutionsprozeß und sie sind möglicherweise dabei, auch fortpflanzungsbiologisch den marinen Raum zu erschließen.
- Die Plötze ist als ein Vertreter der fast ausschließlich limnischen Familie Cyprinidae ein fest etablierter Süßwasserfisch. Dabei laichen die Fische aber auch im Unterlauf von Flüssen. Ein Verdriften der Eier und früher Larvenstadien ist wenig wahrscheinlich, da beide ans Substrat fixiert sind.
- Die Quappe scheint als einziger limnischer Gadide sekundär wieder in den limnischen Bereich vorgedrungen zu sein. Dabei könnte sich bei den frühen Embryonalstadien noch eine relativ gute Salzgehaltsverträglichkeit erhalten haben. Die stenotherme Reaktion der sich entwickelnden Eier ist mit der Situation der im Winter laichenden marinen Vertreter der Gruppe vergleichbar.

Summary

Reactions of early life stages of *Coregonus albula, C. lavaretus, R. rutilus* and *L. lota* to salinity and temperature were investigated.

The eggs and larvae of the white fish proofed to be most resistant against increased salinities (fig. 2). This is in accordance with the reproduction biology of the species of which migrating anadromous populations are known. Those spawn in the lower parts of rivers and it is likely that the non adhesive eggs and especially the larvae soon may drift into a brackish water environment.

Contrary to the white fish sea-migrating populations of the cisco are almost unknown. Larvae of this species react more sensitive against increasing salinities of the water (fig. 1).

Eggs and larvae of the roach are most sensitive regarding increasing salinities (fig. 6), though adults of the species resist salinities up to 18% under natural conditions.

Eggs of the burbot still develop at relatively high salinities (fig. 7), though the adults are not found in brackish water areas. Contrary to other fresh water fish species the eggs of the burbot are extremely stenotherm when the embryo develops (fig. 8).

The results are interpreted under phylogenetic aspects as follows:

- Coregonids are probably still in a process of relatively quick evolution. It is likely that they do conquer the marine environment not only at a later life stage like salmons, for instance, but that they are developing to high salinity resistance from the very beginning of their life.
- The sensitivity of roach eggs to even a low increase of salinity characterises this species as a well established fresh water fish, as it is true for almost all species of the family Cyprinidae. As the eggs as well as the early larvae stage of roach are fixed to the substratum and hidden between plants there is no danger for a drifting away into brackish water areas even when the fish spawn in the lower parts of rivers.
- For the burbot as the only limnic representative of the family Gadidae it is supposed that it secundaryly reentered the fresh water environment from the sea and that it is likely that the relatively high salinity resistance of its early embryonic stages is an inheritance of the marine origin of its ancestors. The extreme stenothermal reaction of its eggs which develop often underneath the ice is comparable with the situation of marine gadid species which usually also are winter spawner.

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

LITERATUR:

BETTE, T 1970: Umweltfaktoren und Mißbildungen bei der Brut von Blaufelchen *(Coregonus wartmanni* BLOCH). Diss. Univ. München, Naturwiss. Fak. Hohenheim, 66 pp.

COLBY, P J and L. T BROOKE, 1970: Survival and development of lake herring *(Coregonus artedii)* eggs at various incubation temperatures. In: Lindsey, C. C. and C. S. Woods (Eds.), Biology of coregonid fishes, Univ. Manitoba Press, Winnipeg, 417 - 428.

EINSELE, W 1961: Fischereiwissenschaft. Verh. Int. Ver. Limnol. 14, 806 819

JÄGER, T., 1979: Untersuchungen zur Salzgehaltstoleranz und zur Aufzucht der Larven und Jungfische von *Coregonus lavaretus* L. und *C. albula* L. Diplomarbeit, Kiel.

KOKUREWICZ, B., 1970: The effect of temperature on embryonic development of *Tinca tinca* L. and *Rutilus rutilus* L. Zoologica Poloniae 20.

LIEDER, U., 1955: Über die Temperaturempfindlichkeit von Fischeiern. Dt. Fischerzeitung 2, 12 15.

LINDROTH, A., 1957: A study of the whitefish (Coregonus) of the Sundsvall Bay district. Rept. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 38, 70 108.

NELLEN, W., 1965: Beiträge zur Brackwasserökologie der Fische im Ostseeraum. Kieler Meeresforsch. 21, 192 198.

1979: Neuere Ergebnisse zur Systematik und Biologie der Coregonen und ihre Bedeutung für die Aquakultur. Der Fischwirt, 10 und 11, 69 74.

REMANE, A., 1967: Die Geschichte der Tiere, in: G. HEBERER, Die Evolution der Organismen, Band I, 3. Auflage, 589 677

SCHÖFER, W., 1979: Untersuchungen zur Fortpflanzungsfähigkeit der Plötze *(Rutilus rutilus)* im Brackwasser. Archiv f. Hydrobiologie 86, 371 395

SCOTT, W B. and E. J CROSSMANN, 1973: Freshwater fishes of Canada. J. Fish. Res. Bd. Can. Bull. 184, 966 pp.

SHODJAI, F., 1977: Ein Beitrag zur Embryonal- und Larvalentwicklung der Quappe *(Lota lota* L.) in Abhängigkeit von der Temperatur. Diplomarbeit, Kiel.

SVÄRDSON, G., 1957: The coregonid problem. VI. The palearctic species and their intergrades. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 38, 267 356.

USTYUGOV, A. F., 1976: Origin of 2 ecological forms of siberian cisco *Coregonus-albula-Sardinella* from Yenisei River basin USSR. VOPR IKHTIOL 16 (5), 773 783.

THIENEMANN, A., 1926: Die Süßwasserfische Deutschlands. Eine tiergeographische Skizze. Handb. Binnenfisch. 3A, 551 S.

1937: Die Schlei und ihre Fischereiwirtschaft. Der Schleischnäpel *(Coregonus lavaretus balticus)*. Schriften des Naturwiss. Vereins Schleswig-Holstein 22, 190 208.

YAMAMOTO, T 1961: Physiology of Fertilisation in Fish Eggs. Intern. Rev. Cytol. 12, 361 - 405.

ZOTIN, A. I., 1958: The mechanism of hardening of the salmonid egg membrane after fertilization or spontaneous activation. J Embryol. Exptl. Morphol. 6, 546 - 568.

Anschrift der Verfasser: Institut für Meereskunde an der Universität Kiel,
Düsternbrocker Weg 20, D-2300 Kiel

Manfred Rydlo und Elisabeth Danecker
Bundesinstitut für Gewässerforschung und Fischereiwirtschaft in Scharfling

Erhöhung von Karbonathärte (SBV) und pH-Wert in sauren Oberflächenwässern bei Kontakt mit Kalkschotter

Weiche (kalkarme), saure Wässer bilden für viele Teichwirtschaften ein Problem. Solche Wässer entstehen dort, wo sich Niederschlagswasser mit Humussäuren und Kohlensäure anreichern kann (Fichtenwaldboden, Hochmoore), oder wo es wenig Kalk im Boden vorfindet, entweder weil es zu rasch abfließt, oder weil es sich um Gebiete mit silikatischen Gesteinen handelt (Granit, Kristallinische Schiefer).

Der aus dem Boden gelöste Kalk verleiht dem Wasser seine *Karbonathärte* (= *S*äure-*b*indungs*v*ermögen oder SBV). Es wird hart, zugleich verliert es seine saure Reaktion, sein pH-Wert steigt bis in einen Bereich um 7, wo sich ein gewisses Gleichgewicht einstellt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Österreichs Fischerei

Jahr/Year: 1980

Band/Volume: 33

Autor(en)/Author(s): Jäger T., Nellen Walter, Schöfer W., Shodjai F.

Artikel/Article: Der Einfluß von Salzgehalt und Temperatur auf Eier und Larven der Kleinen- und Großen Maräne, der Plötze und der Quappe 33-44