

ÖSTERREICH'S FISCHEREI

ZEITSCHRIFT FÜR DIE GESAMTE FISCHEREI, FÜR LIMNOLOGISCHE,
FISCHEREIWISSENSCHAFTLICHE UND GEWÄSSERSCHUTZ - FRAGEN

26. Jahrgang

November/Dezember 1973

Heft 11/12

Dr. Elisabeth Danecker

Forellenbesatz nach Sekundenlitern

*Meinem verehrten Lehrer, Herrn Dr. Franz Berger, Lunz,
herzlichst zum 70. Geburtstag gewidmet.*

Die Frage, wie stark ein Forellenteich, ein Aufzuchtstrog oder ein Fließkanal besetzt werden kann, wird in der Praxis meist mit Faustregeln und ohne nähere Begründungen beantwortet. In der vorliegenden Arbeit soll versucht werden, die Zusammenhänge zwischen Forellenbesatz und Sauerstoffgehalt des Wassers bei Fütterung mit vollwertigen Trockenfuttern darzustellen.

1. Der Sauerstoffgehalt des Wassers

Fische können nur in sauerstoffhaltigem Wasser leben. Die Menge Sauerstoff, welche pro Liter gelöst sein kann, hängt wiederum von der Wassertemperatur und vom Atmosphärendruck ab. Je kälter das Wasser und je höher der Gasdruck darüber, desto mehr Sauerstoff (oder irgend ein anderes Gas) kann gelöst sein. Durch diese Gesetzmäßigkeit wird die Sauerstoff-Sättigungskonzentration des Wassers vorgeschrieben, d. h. jene Konzentration, die sich unter bestimmten Temperatur- und Druckverhältnissen bei gutem Kontakt mit der Luft (durch Stürzen, Sprudeln, Strömen) einstellt und stabil erhält.

2. Die Sauerstofffracht

1 Liter/sek sauerstoffgesättigtes Wasser, welches z. B. mit 10° C in einen Teich eintritt,

bringt gleichzeitig 11,5 mg Sauerstoff/sek mit. Die Sauerstofffracht pro Tag beträgt bei 1 Liter/sek Zufluß $11,5 \times 86.400 = 993.600$ mg oder 994 g. Die physiologisch nutzbare Fracht ist allerdings geringer, da die Fische nicht imstande wären, diese Menge bis auf Null aufzubrauchen.

Es sollte in einem Fischwasser aber auch kein Verbrauch bis auf eine Konzentration herab erfolgen, bei denen die Fische (Forellen bei 1,5 bis 2,5 mg/l) in Gefahr kommen, zu ersticken. Eine für Berechnungen in der Praxis gut verwendbare Sauerstofffracht wird daher besser so ermittelt, daß man eine Mindestsauerstoffkonzentration fordert, die möglichst nicht unterschritten werden soll. Diese sollte nach verschiedenen Autoren 5 mg betragen. ELLIOTT 1969 schlägt für Lachssetzlinge sogar 6 mg/l vor. Tabelle 1 zeigt die Sauerstoff-Sättigungskonzentrationen und Sauerstofffrachten bei verschiedenen Temperaturen.

3. Der Sauerstoffverbrauch von Fischen

Über den Sauerstoffverbrauch von Fischen liegen viele Untersuchungen vor. Der Fisch atmet einem allgemeinen Gesetz zufolge umso intensiver, je kleiner er ist, und ferner als Kaltblüter umso intensiver, je wärmer

Tabelle 1: Sättigungskonzentrationen und praktisch verwertbare Sauerstofffrachten bei verschiedenen Temperaturen und 760 mm Druck (Meereshöhe)

Temperatur ° C	Sättigungskonzentration Sauerstoff mg/l	Davon prakt. verwertbar: mg/l	Prakt. verwertb. Sauerstofffracht von 1 l/sek pro Stunde in g
0	14,7	9,7	35
5	12,9	7,9	28
10	11,5	6,5	23
15	10,3	5,3	19
20	9,4	4,4	16
25	8,6	3,6	13

das Wasser ist. Gefütterte, in Bewegung befindliche und aufgeregte Fische brauchen mehr Sauerstoff als ungefütterte und ruhige. Hält man die physikalischen Eigenschaften des Wassers dagegen, so ergibt sich, daß gerade dann wenig Sauerstoff zur Verfügung steht, wenn sich der Verbrauch durch Erwärmung des Wassers erhöht.

Der Sauerstoffbedarf von Fischen läßt sich durch Messungen direkt bestimmen, oder indirekt aus Futtergabe, Futterverwertung und Zuwachs errechnen. Die auf so verschiedenen Wegen gewonnenen Ergebnisse stimmen zufriedenstellend miteinander überein.

Bei der direkten Messung werden die Fische in ein durchflußloses Gefäß (offen oder geschlossen) gesetzt und eine Weile darin belassen. Die Sauerstoffkonzentration des Wassers, die sich von Versuchsbeginn an immer mehr vermindert, wird laufend kontrolliert. Aus den pro Zeiteinheit erhaltenen Konzentrationsdifferenzen wird der Verbrauch der Fische pro kg und Stunde berechnet. (Ein solcher Versuch wird in RYDLO und KRAMBERGER 1973 beschrieben.)

Bei dieser Methode verbrauchen die Fische oft kaum Bewegungsenergie, da keine Strömung besteht, doch führt ihre Irritation bei den Manipulationen zu Versuchsbeginn gelegentlich zu anfänglich überhöhten Verbräuchen und der ständig abnehmende Sauerstoffgehalt des Wassers mit Sicherheit zu einer Verbrauchsanpassung, d. h. zu

immer kleiner werdenden Verbrauchszahlen. Bei der Auswertung erhebt sich dann die Frage, welches Teilstück der gewonnenen Kurve als normaler Verbrauch im Teich oder Fließkanal anzusehen ist.

Eine andere Versuchseinrichtung besteht darin, die Fische in eine durchströmte Kammer zu setzen und die Sauerstoffkonzentrationen des zu- und abfließenden Wassers zu messen. Hier schwimmen die Fische gegen den Strom und verbrauchen schon dadurch mehr Sauerstoff als in der oben beschriebenen Anordnung. Ein Vergleich von Ergebnissen, die unter so verschiedenen Bedingungen gewonnen wurden, ist dann oft schwierig.

Es soll daher hier nicht auf die Verbrauchszahlen für Forellen aus den Versuchen einzelner Autoren zurückgegriffen werden, sondern auf eine allgemeine Formel. WINBERG 1956 kommt nach vergleichenden Studien der Ergebnisse aus verschiedenen Arbeiten zum Schluß, daß der Sauerstoffverbrauch bei Fischen durch die Formel $T = \alpha \cdot G^k$ berechnet werden kann.

T = Totalmetabolismus = Sauerstoffverbrauch eines Fisches in mg pro Stunde

α = Stoffwechselliveau = Sauerstoffverbrauch eines Fisches von 1 g Gewicht in mg/Std. bei 20° C, im Mittel 0,42

G = Gewicht des Fisches in g

k = Gewichtsexponent, im Mittel 0,8.

Während der Gewichtsexponent k für verschiedene Fischarten, ebenso wie für

Warmblüter nur wenig von 0,8 abweicht (ein gewisser Einfluß des physiologischen Zustandes der Tiere von Saison zu Saison wurde beobachtet) gibt es beim Wert α starke Abweichungen vom Mittelwert durch Temperatur und Aktivität (Bewegung, Futterraufnahme und Verdauung). In der Literatur werden häufig drei Niveaus von α unterschieden: Das Standardniveau, das Routineniveau und das Aktivitätsniveau. Entsprechend können beim Sauerstoffverbrauch (T) berechnet werden:

Standardverbrauch: Ein Mindestverbrauch, der in unserem Zusammenhang wenig interessant ist.

Routineverbrauch: Fische können sich frei bewegen, die Futterraufnahme führt zu keinem Zuwachs, es wird gerade nur der Gewichtsverlust, welcher durch die Atmung eintritt, ausgeglichen.

Aktivitätsverbrauch: Gegeben bei voller Fütterung und Bewegungsaktivität.

Der Wert α kann bei 20° für den Routineverbrauch nach WINBERG 1956 im Mittel mit 0,42 mg angenommen werden. Die Verbräuche unter natürlichen Bedingungen sind im allgemeinen etwa zweimal so hoch wie beim Routineverbrauch, entsprechen also einem mittleren α von 0,84 mg. Nach PALOHEIMO und DICKIE 1966 steigt bei mittleren Futterrationen die Atmung ebenfalls auf das Doppelte des Routineverbrauchs, bei einer „ad libitum“-Fütterung (Fische können nach Belieben fressen) allerdings auf das 4,5- bis 5fache.

Bei der Berechnung der Sauerstoffverbräuche von Forellen nach der allgemeinen Formel ergab sich deshalb zunächst die schwierige Frage, das auf die meisten Fälle zutreffende Stoffwechsellniveau zu wählen. Nach hier am Institut (unveröffentlicht, bzw. Werte aus RYDLO u. KRAMBERGER 1973) gewonnenen Ergebnissen bei Atmungsversuchen mit gefütterten Forellen und nach den in der Praxis der Forellenzucht anwendbaren Besatzzahlen wurde mit einem Niveau von $\alpha = 1,00$ mg gerechnet.

Wie schon erwähnt, steigt der Sauerstoffverbrauch auch mit der Wassertemperatur. Der Zusammenhang zwischen Atmung und Temperatur wurde von EGE und KROGH 1914 in der sogenannten Normalkurve dargestellt, welche auch für Fische volle Gültigkeit hat. Die Kurve ist durch eine mathematische Formel nicht auszudrücken. Mit Hilfe der Faktoren aus dieser Kurve können bei verschiedenen Temperaturen gewonnene Werte über Sauerstoffverbräuche vergleichbar gemacht werden. In Tabelle 2 wird eine einfache Art der Umrechnung durch Prozentzahlen gezeigt:

Tabelle 2: *Einfluß der Temperatur auf die Atmung:*

Sauerstoffverbräuche ausgedrückt in Prozent des Verbrauches bei 20° C (aus WINBERG 1956)

Temperatur ° C	Sauerstoffverbrauch %
5	19
10	37
15	63
20	100
25	150

Mit der Formel $T = \alpha \cdot G^{0,8}$ kann nun der Sauerstoffverbrauch eines Fisches von bestimmtem Gewicht für 20° C, und mit Hilfe der Tabelle 2 der Sauerstoffverbrauch eines Fisches von bestimmtem Gewicht bei verschiedenen Temperaturen errechnet werden. Vom Verbrauch dieses einen Fisches kann dann auf den Verbrauch von 1 kg dieser Größe pro Stunde geschlossen werden. In Tabelle 3 wurde eine solche Berechnung für fünf verschiedene Größen durchgeführt.

Setzt man die Sauerstofffrachten aus Tabelle 1 mit den Zahlen aus Tabelle 3 in Beziehung, so kann man errechnen, wieviele Kilogramm Forellen durch 1 Liter Wasser/sek versorgt werden können und erhält Tabelle 4.

Tabelle 3: Sauerstoffverbrauche von verschieden großen Forellen in mg/kg/Stunde bei verschiedenen Temperaturen, berechnet nach der Formel $T = \alpha \cdot G^{0,8}$, $\alpha = 1,0$ mg (= Verbrauch eines 1g schweren Fisches pro Stunde), Aktivitätsverbrauch.

Bezeichnung	Angefütterte Brut	Vorstreckbrut	1sömmerig	2sömmerig	Speisefisch
Stückgewicht g	0,25	1	20	100	250
Länge cm	2,5	4	12	20	27
Stück kg	4000	1000	50	10	4
5° C	251	190	105	76	63
10	488	370	204	148	122
15	830	630	347	252	208
20	1320	1000	550	400	330

Tabelle 4: Menge der Forellen in kg, welche durch 1 l/sek sauerstoffgesättigtes Wasser bei verschiedenen Temperaturen versorgt werden können. Verbleibende Sauerstoffkonzentration 5 mg/l. Berechnung mit dem Sauerstoff-Aktivitätsverbrauchen von Tab. 3.

Stückgewicht g	0,25	1	20	100	250
5° C	111	147	266	368	444
10	47	62	112	155	188
15	23	30	54	75	91
20	12	16	29	40	48

4. Der Sauerstoffbedarf bei Verdauung von 1 kg Trockenfutter.

Das Problem des Sauerstoffbedarfes kann auch so gesehen werden, daß man nicht mehr fragt, wieviel der Fisch atmet, sondern wieviel Sauerstoff benötigt wird, um 1 kg Trockenfutter zu verdauen.

In der Literatur stehen hier drei Zahlen zur Verfügung: Eine von WILLOUGHBY 1968, welche besagt, daß für die Verdauung von 1 kg Trockenfutter insgesamt 220 g (umgerechnet aus „100 g per pound“) benötigt werden. Es handelt sich um einen empirischen Wert aus über 10 Jahren Beschäftigung mit diesem Thema. Eine von HUISMANN 1972, welcher bei der Verfütterung von 1 kg Trouvit im Mittel insgesamt 179 g Sauerstoff berechnete. Schließlich noch eine von STRATFORD 1972, nach welcher für 1 kg Trouvit 90 g Sauerstoff verbraucht werden.

In einer Durchstromanlage ist die Futtermenge, welche durch den zur Verfügung stehenden Sauerstoff pro Tag verwertet werden kann, leicht festzustellen, wenn man weiß: Sauerstoffkonzentration des zufließenden Wassers (S_z), Sauerstoffkon-

zentration des abfließenden Wassers (S_a , sollte 5 mg/l betragen), Durchstrom in l/sek (D). Mit diesen Zahlen wird die Tagesfracht Sauerstoff in g ermittelt und durch den Sauerstoffbedarf von 1 kg Trockenfutter in g dividiert. Die allgemeine Formel lautet also:

$$\frac{(S_z - S_a) \cdot D \cdot 86,400}{S_f} = \text{kg Trockenf./Tag}$$

Nehmen wir die Zahl von WILLOUGHBY 1968, nämlich 220 g für 1 kg Trockenfutter, so lautet die Formel bei einer Restkonzentration von 5 mg/l und Durchstrom von 1 l/sek:

$$\frac{(S_z - 5) \cdot 1 \cdot 86,4}{220} = \frac{(S_z - 5)}{2,5} = \text{kg Trockenfutter/Tag (grob gerechnet)}$$

Die gleiche Formel nach HUISMANN 1972 ergibt:

$$\frac{(S_z - 5)}{2} = \text{kg Trockenfutter/Tag}$$

Die Formel nach STRATFORD 1972, welcher eine Verwertung des Futters binnen 10 Stunden voraussetzt, ergibt:

$$\frac{(S_z - 5) \cdot 1 \cdot 36,0}{90} = \frac{(S_z - 5)}{2,5} = \text{kg Trockenfutter/Tag}$$

Weiß man wieviel Trockenfutter pro Tag verwertet werden kann, so kann man diese Menge mit den in den Fütterungstabellen zu findenden Futterprozenten gleichsetzen und so auf die Menge Fische kommen, welche pro Sekundenliter bei der betreffenden Temperatur zu halten sind. Ein Beispiel: Wieviel kg Vorstreckbrut (1 g/Stück) kann bei 10° C und 1 l/sek bei Fütterung gehalten werden?

Wir brauchen dazu die Tabelle 1 und setzen in die obige Formel ein:

$$\frac{11,5 - 5}{2,5} = \frac{6,5}{2,5} = 2,6 \text{ kg Trockenfutter/Tag}$$

2,6 kg Trockenfutter/Tag sind laut Tabelle von Trouvit 3,9% des Gesamtgewichtes der Forellen. Das Gesamtgewicht, das mit 1 l/sek versorgt werden kann, ist 66 kg. In Tabelle 4 finden wir einen ähnlichen Wert, nämlich 62 kg.

Eine Berechnung für 20° C ist nach dieser Methode allerdings sinnlos, denn die Ansichten, wieviel bei dieser Temperatur gefüttert werden soll, gehen stark auseinander. Manche Tabellen hören bei 15° C auf. Andere steigern die Futterprocente stetig bis 20° C (z. B. EARL - LEITRITZ), bei anderen zeigt sich über 16° C eine Abnahme.

Tabelle 5: Menge von Forellen in kg, welche durch 1 l/sek sauerstoffgesättigtes Wasser versorgt werden können. Zahlen abgelesen aus den Kurven von Abb. 1. Verbleibende Sauerstoffkonzentration 5 mg/l.

Bezeichnung	Angefütterte Brut und Vorstreckbrut bis 1 g	1sömm. um 20 g	2sömmerige und Speisefische ab 100 g
Temp. 5°	125	250	450
10	60	125	200
15	30	75	100
20	10	30	50

6. Bemerkungen zur praktischen Anwendung

Die hier aufgestellten Zahlen und der zu ihrer Gewinnung aufgezeigte Weg ist in erster Linie geeignet, das Verständnis für die Funktion des Sauerstoffs als Produktionsfaktor zu fördern und den Forellenzüchter darüber zu orientieren, wieviel

Versucht man für 5, 10 und 15° C eine Berechnung mit den zwei Divisoren 2 und 2,5 sowie nach den Prozentzahlen von verschiedenen Futtertabellen (z. B. Trouvit und Clark), so ergeben sich im allgemeinen Zahlen über denen von Tab. 4. Die beste Übereinstimmung der Zahlen untereinander als auch mit denen von Tabelle 4 besteht bei 1-g-Fischen. Die Berechnung des Sauerstoffverbrauches mit $\alpha = 1,0 \text{ mg}$ scheint Werte zu ergeben, die höher liegen, als in der Praxis zu erwarten.

5. Wieviel kg Forellen können mit 1 Sekundenliter versorgt werden?

In die Abb. 1 wurden sämtliche aus dem Sauerstoffverbrauch der Forellen und aus dem Sauerstoffverbrauch für 1 kg Trockenfutter gewonnenen Werte eingezeichnet. Es zeigt sich, daß Speisefische und 2sömmerige eine Gruppe bilden, ebenso angefütterte Brut und Vorstreckbrut. Die Kurven wurden daher nur für drei Größenklassen gezogen, und zwar so, daß sich leicht merkbare mittlere Zahlen für die Praxis ergeben, die in Tabelle 5 nochmals zusammengestellt sind:

Spielraum er zur Verfügung hat. Die Anwendung in der Praxis unterliegt dann noch den verschiedensten Modifikationen.

Wichtig ist es, die Besatzzahlen als Endzahlen zu betrachten, d. h. als Ziel der Belastung des Sekundenliters. Sie tritt durch das Wachstum der Fische allmählich ein. Dadurch kommt der Teichwirt beim Neu-

besatz eines Teiches oder Kanals, wenn die ungewohnte Umgebung und die Irritation der Fische allein ein gewisses Risiko darstellen, zunächst gar nicht in die Lage, die Belastung des Sekundenliters bedenken zu müssen. Ein anderer Fall sind Hälter. In diesen werden Fische plötzlich zusammengedrängt, aber nicht gefüttert. Dies erleichtert zwar die Situation, doch sollten die Sauerstoffeigenschaften des Wassers in diesem Fall gut bekannt sein.

Besetzt man kleinräumige Systeme (Tröge, Kanäle) von vornherein nach dem Durchfluß in l/sek, so kommt man leicht auf eine zu hohe Dichte pro cbm. Eine allgemeine Regel, wie dicht Forellen gehalten werden dürfen, läßt sich aber leider nicht aufstellen.

Forellen können unglaublich dicht gehalten werden, vorausgesetzt, daß sie in diese Dichte hineinwachsen. Man erreicht dabei zuweilen Zahlen, welche der Transportdichte (Fisch Wasser wie 1 : 5) entsprechen.

So einen Versuch beschreibt z. B. ACHLEITNER 1967. Er fütterte Regenbogenforellen in einem Aquarium ohne wesentliche Verluste, bis eine Dichte von 1 : 5 erreicht war. Hier hörte das Wachstum der Tiere auf. Sie wogen bei Versuchsende insgesamt 192 kg (bei 91 g Stückgewicht) und hatten 1,5 l/sek Durchfluß. Dies ergibt 128 kg/Sekundenliter. Die Temperaturen lagen zwischen 7 und 11° C.

Bei eigenen Fütterungsversuchen wurde beobachtet, daß eine Verlangsamung des Wachstums und eine Verschlechterung des Futterquotienten bei einer Dichte von 1 : 6 und 1 : 5 eintraten. Es handelte sich in diesem Fall um Regenbogenforellen, die bei 9° C von 0,4 auf 1 g Gewicht gefüttert wurden. Die Belastung pro Sekundenliter betrug allerdings nur 14 kg/l/sek maximal.

Noch ein Beispiel zur Frage der Dichte: In einem Seeausfluß wurden in einem Käfig Regenbogenforellen ohne Schwierigkeiten auf 4 g Stückgewicht und bis zu einer Dichte von 130 kg/cbm (rd. 1 : 8) heran-gefüttert. Die Temperaturen lagen zeitweise bei 20° C. Der Durchstrom ist in diesem

Fall leider nicht bekannt, dürfte aber sehr hoch gewesen sein.

Ein Besatz genau nach Sekundenliter scheint sicherer in großen Räumen zu funktionieren, wo kurzfristige Sauerstoffschwankungen leichter ausgeglichen werden können. In Teichen beginnt die Oberfläche eine Rolle bei der Sauerstoffversorgung zu spielen. Man kann als Faustregel annehmen, daß 100 qm eine Sauerstoffmenge liefern, welche dem Zufluß von 1 l/sek sauerstoffgesättigtem Wasser von Oberflächentemperatur entspricht. Auch Wasserpflanzen beginnen das Sauerstoffregime zu beeinflussen, sowohl als Erzeuger als auch Verzehrter, und führen unter Umständen zu beträchtlichen Tag-Nacht-Schwankungen. Nicht einmal Quellen müssen eine ständig gleichbleibende Sauerstoffkonzentration haben (DANECKER 1971). Da Forellen, wie andere Fische, imstande sind, ihren Verbrauch tieferen Sauerstoffkonzentrationen anzupassen, können sie solche Schwankungen bis zu einem gewissen Grad ausgleichen, umso leichter, je mehr Raum zur Verfügung steht.

Eine nicht recht abschätzbare Rolle spielen oft die Exkremate der Fische, die Sauerstoff zehren und deshalb ausgeschwemmt oder abgesaugt werden müssen, sofern nicht der Teichboden für einen natürlichen Abbau sorgt. Hier muß der Durchstrom auch eine mechanische Leistung erbringen, die nach Form des Behälters oder Teiches sowie Anlage des Abflusses beträchtlich verändert werden kann. Mit dem selben Wasser und gleicher Literzahl/sek kann damit die Belastungshöhe des Sekundenliters durchaus verschieden sein.

Auch das Verhalten der Fische spielt beim Besatz nach Sekundenlitern eine Rolle: Die Ausnutzung des Raumes oder des Durchstroms muß bei Bachforellen, die sich am Boden versammeln, geringer sein, als bei Regenbogenforellen, welche sich über den Querschnitt verteilen.

Die möglichen Belastungen des Sekundenliters sind auch speziell unter dem in einer Anlage vorherrschenden Temperaturen zu sehen. Die hohen Zahlen bei 5° C sind eher Hälterzahlen, als Teichzahlen. Die in der

Forellenzucht am meisten anzutreffenden Temperaturen sind auch heute noch Grundwasser- und Quelltemperaturen. Deshalb werden die Besatzzahlen um 10° C am meisten gebraucht werden, doch sollte man sich jedenfalls beim Besatz nach den höchsten zu erwartenden Temperaturen richten. Ist das Wasser von vornherein nicht sauerstoffgesättigt, so ist mit dem Besatz pro Sekundenliter ebenfalls zurückzugehen, und zwar um den Prozentsatz, um den die tatsächliche Konzentration unter dem Sättigungswert liegt. Ein solcher Fall kann leicht bei der Verwendung von Quellwasser eintreten.

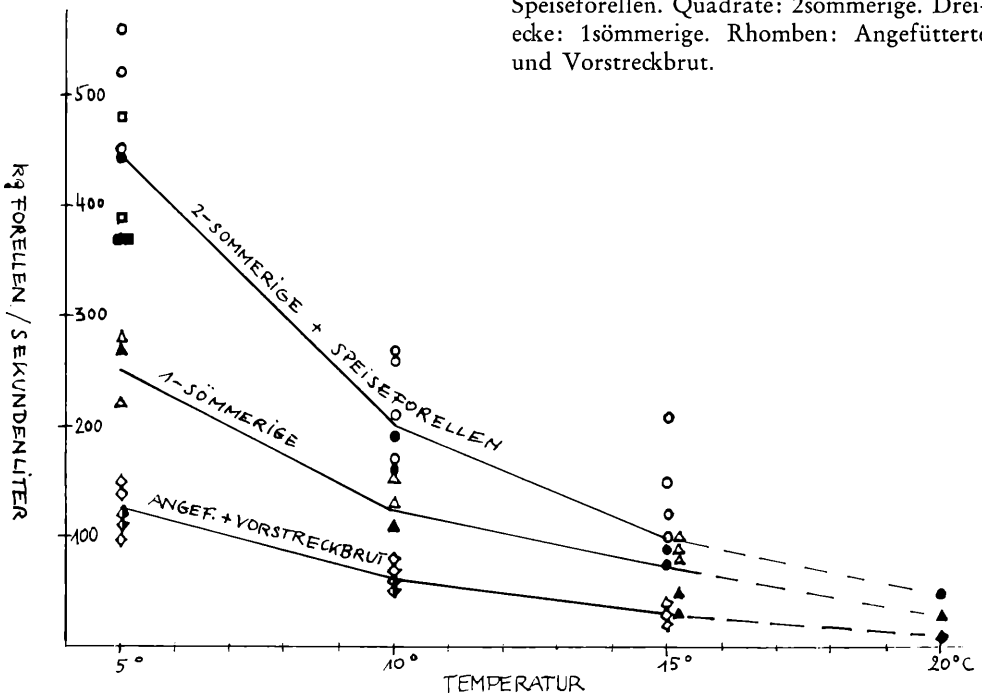
Bei Gewässern, die man nicht kennt — das gilt für Durchstromsysteme als auch für Teiche —, sollte man eine volle Auslastung des Sekundenliters nicht schon im ersten Jahr anstreben, sondern erst Erfahrung sammeln.

Zusammenfassung:

Die vorliegende Arbeit versucht das Verständnis für die Funktion des Sauerstoffes

als Produktionsfaktor in der Forellenzucht zu erweitern. Es wird das Verhalten des Sauerstoffes im Wasser beschrieben und eine Tabelle der Sauerstofffrachten bei verschiedenen Temperaturen aufgestellt. Aus dem Vergleich dieser Frachten mit dem Sauerstoffbedarf der Forellen einerseits und den Sauerstoffbedarfen für die Verdauung von 1 kg Trockenfutter andererseits werden runde Zahlen für den Forellenbesatz pro Sekundenliter erarbeitet. Verschiedene Möglichkeiten der Modifikation bei Verwendung dieser Zahlen in der Praxis werden aufgezeigt.

Abb. 1: Forellenbesatz pro Sekundenliter. Werte berechnet aus $T = \alpha \cdot G^{0,8}$ (volle Zeichen) und aus $(S_z - 5) : 2 = 1 \text{ kg Trockenfutter}$ und $(S_z - 5) : 2,5 = 1 \text{ kg Trockenfutter (leere Zeichen)}$. Runde Zeichen: Speiseforellen. Quadrate: 2sömmerige. Dreiecke: 1sömmerige. Rhomben: Angefütterte und Vorstreckbrut.



Literatur:

Achleitner, H. 1967: Aquarierversuche mit Regenbogenforellen, Österr. Fischerei, 4, S. 55

Czerny, R. 1960: Wasser-, Abwasser- und Fischereichemie, VEB Verl. Technik, Berlin

- Danecker, E. 1971: Zum Sauerstoffverhalten von Quellen, Quellteichen und Brunnen, Österr. Fischerei, 8/9, S. 126
- Earl Leitzitz 1969: Die Praxis der Forellenzucht, Verl. Paul Parey, Hamburg und Berlin
- Elliot, J. W. 1969: The Oxygen Requirements of Chinook Salmon, Progr. Fish Cult. 31, S. 67
- Huismann, E. A. 1972: Mathematische Parameter insbesondere von Sauerstoff und Temperatur in Bezug auf die Fütterung, Münchener Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie, 23, S. 137
- Paloheimo, J. E. and Dickie, L. M. 1966: Food and Growth of Fishes. II Effects of Food and Temperature on the Relation Between Metabolism and Body Weight, J. Fish. Res. Bd. Canada, 23, S. 869
- Rydlo, M. und Kramberger, N. 1973: Vergleichende Messungen des Sauerstoffverbrauches und lebensnotwendiger Sauerstoffmindestkonzentrationen bei einigen Salmonidenarten. Österr. Fischerei, 8/9, S. 136
- Stratford, P. 1972: Some Economic Considerations in Trout Production, Fourth Fishery Management Training Course, Two Lakes, Romsey, Hampshire, 6.—8. 10. 1972
- Willoughby, H. 1968: A Method for Calculating Carrying Capacities of Hatchery Troughs and Ponds, Progr. Fish Cult., 30, S. 173
- Winberg, G. G. 1956: Rate of Metabolism and Food Requirements of Fishes, Fish. Res. Bd. Canada, Translation Series No. 194, 1960

Hanny W e r d e r, Basel

Untersuchungen über Befruchtungsfähigkeit von konserviertem Sperma des Seesaiblings aus dem Zugersee

EINLEITUNG

1./1. *Allgemeines*

Die bekanntesten Vertreter der Seesaiblinge in der Schweiz sind die Zugerrötel im Zugersee und der Omble chevalier des Genfersees. Weniger bekannt sind der Aemmel und der Hamel im Thuner- und Brienersee. Im Boden- und Neuenburgersee kommt der Seesaibling als Zwergform vor.

Der Zugerrötel wiegt im Mittel etwa 120 g. Während Jahrhunderten war der Zugerrötel Hauptfisch im Zugersee, einem tiefen, spärlich durchströmten Voralpensee (maximale Tiefe: 198 m; durchschnittliche Tiefe: 84 m). Der Rötél, ein Tiefenfisch, fand daher im Zugersee recht günstige Bedingungen.

Während der Laichzeit tragen die Zugerrötel ein besonders schönes Hochzeitskleid. Die gefleckten Seiten schimmern metallisch glänzend. Der Bauch ist orange oder blutrot gefärbt; daher auch die Bezeichnung „Rötél“

Der mittlere Jahresertrag an Zugerröteln betrug im letzten Jahrhundert an die hunderttausend Stück. Diesen Reichtum verstanden die Fischer zu fördern und zu erhalten, indem sie schon frühzeitig Laichfischfang betrieben. Zudem wurden und werden die Laichstellen der Rötél alljährlich mit frischem Kies versehen, was sowohl der natürlichen Fortpflanzung als auch dem Laichfischfang förderlich ist.

In den letzten Jahren ist die Rötelfischerei aus verschiedenen Gründen sehr stark zurückgegangen. Deshalb wird heute der Laichfischfang streng überwacht, um möglichst allen Rogen (Fischeier) in der kantonalen Fischbrutanstalt zu sammeln und nach künstlicher Befruchtung aufzuziehen.

1./2. *Motiv und Ziel dieser Arbeit*

Da offenbar zu Beginn der Laichzeit (ca. Mitte November bis Mitte Dezember) zuerst die Männchen auf den bekuesten Plätzen eintreffen, ergibt der Fischfang vorerst ca. 75% Männchen (Milchner) und nur 25% Weibchen (Rogner). Allmählich nimmt

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichs Fischerei](#)

Jahr/Year: 1973

Band/Volume: [26](#)

Autor(en)/Author(s): Danecker Elisabeth

Artikel/Article: [Forellenbesatz nach Sekundenlitern 185-192](#)