

- Lindhorst-Emme, 1990: Forellenzucht – Bedarf, Produktion, Werbung, Absatz. Paul Parey, Hamburg und Berlin 1990
- Medgyesy, N., W. Wieser, 1982: Rearing whitefish (*Coregonus lavaretus*) with frozen zooplankton by means of a new feeding apparatus. *Aquaculture* 28, 327–337
- Storebakken, T., E. Austreng, 1987: Ration levels for Salmonids. I: Growth, survival, body composition and food conversion in atlantic salmon fry and fingerlings. II: Growth, feed intake, protein digestibility, body composition, and food conversion in rainbow trout weighing 0,5–1,0 kg. *Aquaculture* 60, 189–206 and 207–221
- Wallace, J. C., A. C. Kolbeinshavn, 1988: The effect of size grading on subsequent growth in fingerling arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.). *Aquaculture* 73, 97–100

Adresse der Autoren:

Marc Mößmer und Helmut Kummer, Institut für Wasservorsorge, Gewässergüte und Fischereiwirtschaft, Universität für Bodenkultur, Feistmantelstraße 4, A-1180 Wien

Marc Mößmer und Viktor de Verga

Untersuchungen zur Brutaufzucht bei Seesaiblingen (*Salvelinus alpinus*) und Coregonen (*Coregonus spp.*) Dichte, Aufzuchtssystem und Photoperiode

1. Einleitung und Problemstellung

Im Bereich der Aquakultur konzentrieren sich wissenschaftliche Arbeiten bislang auf die Entwicklung bzw. Erprobung geeigneter Futtermittel (Champigneulle 1988, Dabrowski & Poczyczynski 1988, Rüschi & Segner 1990) und widmen sich darüber hinaus selten solchen Parametern, die wesentlich zu einer Optimierung des Aufzuchtmanagements mit Trockenfutter beitragen.

1.1 Dichte

Die Aufzuchtdichte wird im allgemeinen in Stück/Liter bzw. kg/m³ (= Gramm/Liter) gemessen und bezieht sich auf die Dichte zu Ende einer Produktionsperiode. Die Dichte ist zusammen mit der Durchflußmenge ein wesentlicher wirtschaftlicher Faktor, der die bestmögliche Nutzung vorhandener Kapazitäten bestimmt.

Mit steigender Besatzdichte erhöht sich nach Steffens (1985) allerdings einerseits die physiologische Belastung, andererseits gewinnen soziale Verhaltensweisen wie Hierarchie und andere streßrelevante Verhaltensmuster hinsichtlich Größendifferenzierung an Bedeutung. Vor allem auch die steigenden technischen Anforderungen und das erhöhte Risiko (Krankheiten usw.) sind wesentlich bei der Entscheidung für die Aufzuchtdichte. Frühere Untersuchungen haben ergeben, daß Wachstum und Mortalität von künstlich aufgezogenen Fischen von der Aufzuchtdichte beeinflusst werden, und zwar sowohl positiv als auch negativ, je nach untersuchter Fischart und je nach Dichteniveau. Für die Negativ-Hypothese wird angeführt (Vijayan & Leatherland 1988, Holm et al. 1990), daß sich als Folge von chronischem Streß verminderter Zuwachs, schlechtere Futterverwertung, steigende Mortalität, erhöhte Krankheitsanfälligkeit, verstärkte Konkurrenz etc. einstellen können. Die Positiv-Hypothese (Wallace et al. 1988; Trzebiatowski et al. 1981, Wedemeyer 1976, Kjartansson et al. 1988; Kolbeinshavn et al., o. J.) wird von Wallace

et al. (1988) mit einer Änderung des Sozialverhaltens erklärt. Seesaiblinge etwa zeigen bei hohen Dichten ein starkes Schwarmverhalten, Unterdrückung aggressiven Verhaltens und Verlust von Hierarchiedominanz und somit einen günstigen Aufzuchterfolg.

Wedemeyer (1976) gibt an (unter Voraussetzung zufriedenstellender Wasserparameter), daß es kaum ein oberes Limit für die Aufzuchtdichte gibt, es sei denn, die Fische (Regenbogenforellen) behindern sich gegenseitig in ihrer Bewegungsfreiheit und Futteraufnahme.

Besatzdichten sind folglich wesentlich von Spezies, Alter und Größe, von Temperatur, Fütterungsrate, hygienischen Bedingungen, Wasserqualität, technischer Ausrüstung usw. wie auch von verhaltensbiologischen Interaktionen abhängig.

1.2 Aufzuchtssysteme

Bei Coregonen und Seesaiblingen kann die bislang relativ schwierige Aufzucht mit Trockenfutter heute aufgrund neuer Futtermittel erfolgreich durchgeführt werden. Deshalb ist es nun auch nötig, die Problematik der verwendeten Aufzuchtssysteme in die Untersuchungen mit einzubeziehen. Champigneulle (1988) weist darauf hin, daß während der ersten Aufzuchtphase der überwiegende Teil der Arbeitszeit für die Reinigung aufgewendet werden muß. Geeignete Systeme bieten daher neben verbessertem Aufzuchterfolg auch wirtschaftliche Vorteile in bezug auf Platzbedarf, Reinigungsaufwand und arbeitstechnischer Betreuung. Zwei unterschiedliche Aufzuchtssysteme, Rundbecken und Silo, sollen Aufschluß darüber geben, ob die untersuchten Fischarten eine spezifische Präferenz für eines der beiden Systeme zeigen. Jorgensen & Jobling (1989, 1990) berichten, daß Seesaiblinge in künstlicher Aufzucht bis 50% ihrer Nahrung (Trockenfutter) vom Boden aufnehmen. Weiters ist zufolge anderer Untersuchungen für die erste Fütterungsperiode von Salmoniden eine Wassersäule von ca. 10 cm am besten geeignet (Aulstad & Refstie 1975).

Das Aufzuchtssystem Silo wurde vor Beginn des Projektes neu entwickelt und auf der Grundlage der in Vorversuchen gewonnenen Kenntnisse in Handfertigung erstellt.

1.3 Photoperiode

Da das Futteraufnahmeverhalten von Salmoniden durch optische Reize gesteuert ist, liegt die Bedeutung von Licht auf der Hand. Allerdings sind hinsichtlich Intensität und Dauer der Beleuchtung die bisher vorliegenden Informationen relativ rar. Salmonidenbrut mit 0,4 g wächst nach Bohl (1982) unter intensivem Lichteinfluß besser, wobei eine Lichtintensität von 20 Lux empfohlen wird. Steffens (1985) diskutiert einerseits den Lichtfaktor bei Jungfischen als möglichen Wachstumsstimulator, da eine verkürzte Beleuchtung das Wachstum hemmt, andererseits berichtet er von mit dem Alter zunehmender negativer Phototaxis (Steffens 1981). Folglich sind unterschiedliche Reaktionen in Abhängigkeit von Alter und Fischart zu erwarten.

Die Stoffwechsellätigkeit und Verdauungsgeschwindigkeit (und damit das Wachstum) stehen mit der Aufzuchttemperatur in direktem Zusammenhang (de Verga & Kummer 1992). Darüber hinaus ist jedoch neben Art und Menge der Nahrung die Häufigkeit der Nahrungsaufnahme bedeutend. Die im Darm stattfindende Verdauung hängt mit der Gleichmäßigkeit und Dauer des Nahrungsdurchgangs durch den Darm zusammen (Steffens 1981).

Holm u. Mitarb. (1990) berichten, daß sie bei kontinuierlich gefütterten Regenbogenforellen im Vergleich zu anderen Fütterungsregimen den höchsten Biomassezuwachs feststellen konnten. Bei häufiger Fütterung wird der normalerweise zweiphasige Tagesrhythmus vieler Fischarten (Kausch 1972) überlagert.

In den durchgeführten Versuchen wurde einerseits eine ganztägige Beleuchtung (24 Stunden), andererseits gleiche Länge von Tag und Nacht simuliert (12 Stunden Licht, 12 Stunden Dunkelheit).

Ziel der Untersuchungen bei der Aufzucht von Maränenlarven bezüglich der Fütterungsperiodik ist, den Brütlingen in der Phase des Jugendwachstums das passende Futterangebot in richtiger Verteilung über den Tag zu bieten, damit sie ihr Wachstumspotential bestmöglich entwickeln. Dabei ist bekanntlich eine regelmäßige Fütterung von Vorteil, weshalb Bandfutterautomaten mit 12 oder 24 Stunden Laufdauer verwendet werden.

2. Material und Methode

Die Temperatur wurde elektronisch geregelt, täglich überprüft und gegebenenfalls korrigiert. In einem Protokoll wurde für jedes Versuchsbecken 2× täglich die Anzahl der Ausfälle und die Temperatur festgehalten. Durch kurzfristiges Absenken des Standrohres wurde der Bereich unter dem Gitter im Silo und Rundstrombecken 2× täglich grob gesäubert und sonstige Futterreste, Fäces und Tote abgesaugt. Desinfektion erfolgte 1× wöchentlich. Die Verabreichung des Trockenfutters erfolgte über Scharflinger Bandfutterautomaten. Alle 7 Tage erfolgte nach oberflächlichem Abtrocknen auf Filterpapier die Naßwägung einer Probe.

Zu den verwendeten Futtermitteln siehe Kummer & de Verga 1992.

Die Versuche wurden an der Universität für Bodenkultur im Fischzuchtlabor der Abteilung für Hydrobiologie, Fischereiwirtschaft und Aquakultur durchgeführt und vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft finanziert.

2.1 Dichte

Die Versuche wurden im Aufzuchtssystem Silo (siehe 2.2) durchgeführt. Das Volumen war durch ein Standrohr bis zu 12 Liter regulierbar. Bei Besatzdichten von 0,6/1,0/1,4/1,8 g/Liter zu Versuchsbeginn wurden Irrsee-Maränen in einem fünfwöchigen Versuch bei 16° C aufgezogen. Das Anfangsgewicht betrug 9,88 mg und ergab einen zahlenmäßigen Besatz von 60/100/140/180 Stück/Liter zu Beginn des Versuchs. Der Wasserdurchfluß war mit 1,2 Liter/Minute in allen Versuchen gleich. Als Trockenfutter kam Diät 3 (extrudierter Seesaiblingsstarter mit hohem Fettgehalt) zum Einsatz.

2.2 Aufzuchtssystem

Der Einfluß, den verschiedene Aufzuchtssysteme auf Wachstum und Mortalität ausüben, wurde anhand der Aufzucht von Coregonen (Renke und Maräne) und Seesaiblingen in Rundbecken und Silo ermittelt. Bei fünfwöchiger Versuchsdauer betrug die Aufzuchttemperatur 16° C bei Blaufelchen und Seesaibling, und 14° C bei Maräne.

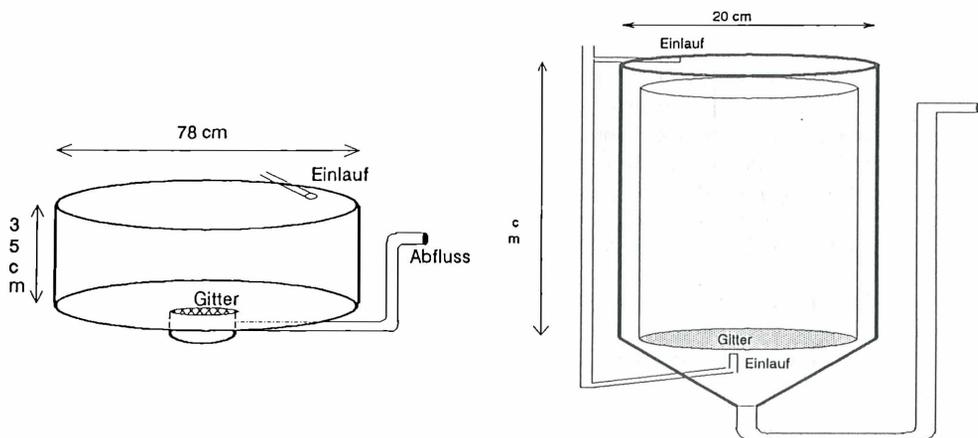


Abb. 1: Schematische Darstellung der verwendeten Aufzuchtssysteme Rundbecken und Silo.

Das Verhältnis Bodenfläche zu Wassermenge und -höhe im Rundbecken war (mit allen Folgen für die Hygiene) bei einem Wasserstand von 7 cm und einem Durchmesser von 70 cm gegenüber dem Silo mit 20 cm Durchmesser und 50 cm Wassersäule sehr hoch. Durch den im Silo befindlichen Einsatz mit bodenseitigem (auswechselbarem) Maschengitter sammelte sich kaum restliches Futter oder Fäces im unmittelbaren Aufenthaltsbereich der Fische. Für Betreuungsarbeiten konnten diese leicht und schonend mittels des inneren Einsatzes herausgenommen werden. Dadurch verkürzte sich die für den Reinigungsaufwand benötigte Zeit wesentlich.

Der Wasserzulauf betrug bei allen Versuchen etwa 1 l/min im Rundstrombecken und 1,2 l/min im Silo. Die theoretische Wassererneuerungszeit war im Rundstrombecken (80 Liter Volumen) mit 24 Minuten mehr als doppelt so hoch wie im Silo (10 Liter Volumen). Beide Systeme hatten einen zentralen, trichterförmigen Auslaß mit einem seitlichen Standrohr zur Regulierung der Wasserhöhe.

2.3 Photoperiode

Bei der Aufzucht von Maränenlarven mit Trockenfutter wurde die Wirkung einer zweiphasigen (12 Stunden Licht und Futter, 12 Stunden Dunkelheit ohne Futter) und einer kontinuierlichen (24 Stunden) Licht- und Futterperiodik im Rundstrombecken ermittelt. Die Lichtquelle während des vierwöchigen Versuchs war Neonlicht. Die Fütterung mittels Bandfütterautomaten erfolgte kontinuierlich über 12 bzw. 24 Stunden. Jeder Versuch erhielt während der ersten 2 Wochen dieselben Futtermengen und wurde danach wegen der starken Bedarfsdifferenzen (Größendifferenzen) an den tatsächlichen Futterbedarf angepaßt. Die Larven des Versuchs waren bei Beginn 5,4 mg schwer und wurden bei einer Temperatur von 16° C aufgezogen.

3. Ergebnisse

3.1 Dichte

Die Ergebnisse belegen, daß Dichteniveaus zwischen 60 Stk./Liter bis 180 Stk./Liter keine signifikante Wirkung auf Wachstum und Mortalität von Brütlingen zeigen, also bei »hoher« Dichte und sorgfältiger Aufzucht gute Aufzuchtresultate zu erzielen sind.

Tabelle 1: Ergebnisse der Dichte nach 5 Wochen Versuchsdauer

Stk./Liter	Endgewicht mg	tägliche Zunahme	Mortalität	Versuchs-ende g/l	Versuchs-ende Stk./l	Standard-abweichung	Variationskoeffizient
60	227	9,4%	66%	2,92	13	128	56%
100	217	9,2%	56%	7,79	36	139	64%
140	187	8,8%	66%	7,51	40	111	60%
180	208	9,1%	64%	11,8	57	112	54%

Wie aus Tabelle 1 ersichtlich, ergibt sich zu Versuchsende das höchste Durchschnittsgewicht von 227 mg bei der Dichte von 60 Stk./l, wogegen das niedrigste Stückgewicht von 187 mg bei 140 Stk./l festgestellt wurde. Das Endgewicht der höchsten Dichte (180 Stk./l) lag mit 208 mg nur geringfügig unter dem Höchstwert bei 60 Stk./l; mit 187 mg erreichte die Dichte von 140 Stk./l nur ein unwesentlich höheres Endgewicht als in 180 Stk./l.

Der t-Test (Vergleich der Mittelwerte) ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den verschiedenen Dichten. Für Freiheitsgrade von 120 bzw. 70 lagen die t-Werte unter der Grenze des 5-Prozent-Niveaus. Der Variationskoeffizient liegt im Bereich von 54%

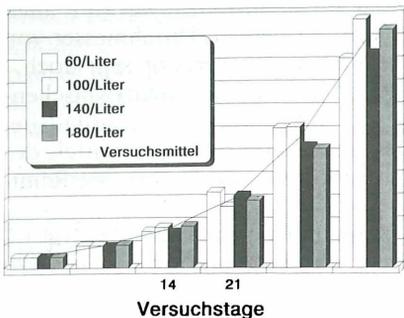


Abb. 2a: Durchschnittsgewichte unterschiedlicher Besatzdichten. Die durchgezogene Linie zeigt den Mittelwert aller Versuche.

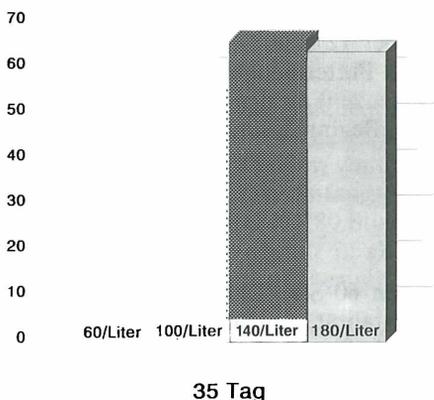


Abb. 2b: Mortalität der Dichten nach 5 Wochen Versuchsdauer.

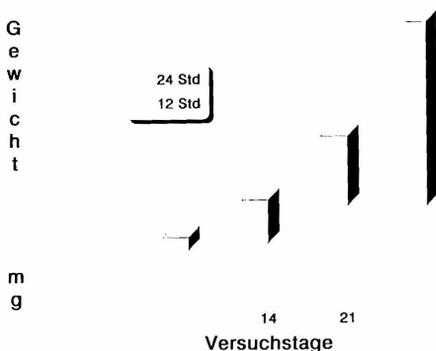


Abb. 3: Durchschnittsgewichte der Maränenbrut bei unterschiedlicher Fütterungs- und Beleuchtungsdauer.

G E W I C H T
bis 64%, also in einem engen Rahmen, was zeigt, daß die Wachstumsleistung unabhängig von Dichten dieser Größenordnung ist.

H
Die täglichen Zunahmen sind sehr hoch und liegen in einem engen Bereich zwischen 8,8% und 9,4%. Bei 140 Stk./l wird mit 8,8% ein schlechterer Zuwachs als bei der geringsten Besatzdichte 60 Stk./l mit 9,4% pro Tag erzielt.

I N
m g
Bei der Mortalität ergeben sich geringe Unterschiede. Der Versuch mit 100 Stk./l weist die geringste Gesamtmortalität von knapp 56% auf. Die Dichten von 60 Stk./l und 140 Stk./l weisen beide 66% Mortalität auf. Die höchste Besatzdichte von 180 Stk./l ergibt mit 64% etwas weniger Ausfälle als die geringste Dichte.

Die Dichten und Biomassen (in Gramm/Liter) liegen, da kein Ersatz für Mortalität und Wägungsentnahme getätigt wurde, zu Versuchsende für die Versuchsanordnung 60 Stk./l mit 2,9 g und 13 Überlebenden/Liter am niedrigsten. Die Dichten von 100 Stk./l und 140 Stk./l erreichten zu Versuchsende mit 7,8 g/l bei 36 Überlebenden/l und 7,5 g/l bei 40 Überlebenden/l etwa gleiche Endgewichte je Volumeneinheit. Mit 11,8 g/l und 57 Überlebenden/l verzeichnen die Maränen in 180 Stk./l die weitaus höchste Biomasse.

3.2 Photoperiode

Der Vergleich der 24- mit der 12-stündigen Beleuchtungsperiode zeigt für Maränenbrut bei ganztägiger Beleuchtung und Fütterung nach 4 Wochen ein knapp dreifach höheres Endgewicht, nämlich 49,5 g gegenüber 16,8 g. Dieser gravierende Unterschied spiegelt sich im täglichen Zuwachs mit 7,9% (Ganztagsbeleuchtung) gegenüber 3,8% (Halbtagsbeleuchtung) wieder.

Die Mortalität beider Versuche ist mit 75,4% und 76% gleich. Der Variationskoeffizient liegt für die 12-Stunden-Periode bei 36%, für die 24-Stunden-Periode bei 61%. Die Standardabweichung ist bei der 12-Stunden-Periode mit $sd = 6,0$ mg geringer als bei der 24-Stunden-Periode mit $sd = 30,2$ mg.

Tabelle 2: Ergebnisse halb- und ganztägiger Fütterung

Beleuchtung	Endgewicht	tgl. Zuwachs %	Mortalität	Standardabw. mg	Var.Koeffizient
12stündig	16,8	3,8	76,0	6,0	35,9%
24stündig	49,5	7,9	75,4	30,2	61,2%

3.3 Aufzuchtssysteme

Für verschiedene Fischarten erfolgte eine vergleichende Aufzucht in Silo und Rundstrombecken. Das Ergebnis zeigt, daß der Silo, unabhängig von Fischart und Futtermittel, zumindest gleichgute (Seesaibling) und teilweise wesentlich bessere (Blaufelchen) Aufzuchtresultate ermöglicht (vgl. Tabelle 3).

Bei **Maränen** ergibt sich ein deutlicher Unterschied zwischen beiden Aufzuchtssystemen. Der Vergleichsversuch des Futtermittels ohne Zusatz im Silo mußte abgebrochen werden.

Das Wachstum im Silo ergab im Vergleich zum Rundbecken eine ca. 20% höhere tägliche Zuwachsleistung (41 mg gegenüber 32 mg) bei gleichzeitig geringerer Mortalität (24% gegenüber 32%).

Bei **Blaufelchen** war die Mortalität im Silo mit 25% und 13% um mehr als die Hälfte geringer als im Rundbecken (52% und 31%). Die Fische erreichten bei täglichen Zuwachsleistungen von 6,2% und 9,0% im Silo, im Vergleich zu 4,6% und 6,2% im Rundbecken, fast das doppelte Endgewicht (38 g und 72 g im Silo, 23 g und 37 g im RB). Der Variationskoeffizient war im Silo geringer als im Rundbecken.

Tabelle 3: Wachstum, Mortalität, täglicher Zuwachs und statistische Parameter von je zwei Futtermitteln in Rundstrombecken und Silo

	Rundbecken	Rundbecken	Silo	Silo	Futter
	ohne LZP	mit LZP	ohne LZP	mit LZP	
Maränen 14° C					
Endgewicht mg	38	32	keine Ergebnisse	41	Diät 3
Mortalität %	41	32		24	
Tägl. Zuwachs %	5,5	5,0		5,8	
Standardabw. mg	14	12		17	
Var.-Koeff. %	36,8	38,5		41,7	
Blaufelchen 16° C					
Endgewicht mg	23	37	38	72	Diät 1
Mortalität %	52	31	25	13	
Tägl. Zuwachs %	4,6	6,2	6,2	9,0	
Standardabw. mg	19	29	19	29	
Var.-Koeff. %	61,1	55,0	31,3	49,8	
Seesaibling 16° C					
Endgewicht mg	138	208	148	264	Diät 3
Mortalität %	29	16	34	19	
Tägl. Zuwachs %	2,8	4,0	2,6	4,7	
Standardabw. mg	88	98	59	139	
Var.-Koeff. %	63,0	47,1	44,7	52,6	

Bei **Seesaiblingsbrut** ergeben sich kaum unterschiedliche Aufzuchtergebnisse. Aus der Mortalität kann man eine leichte Tendenz zur Bevorzugung des Rundbeckens ableiten.

Wachstum und tägliche Zuwachsleistung waren beim Futtermittel ohne LZP in Silo und Rundstrombecken ident, die Mortalität war im Silo mit 34% gegenüber 29% etwas schlechter. Der LZP-Zusatz im Futtermittel führte im Silo im Vergleich zum Rundbecken zu besserem Wachstum und höheren täglichen Zunahmen, allerdings auf Kosten einer etwas höheren Mortalität (19% gegenüber 16%).

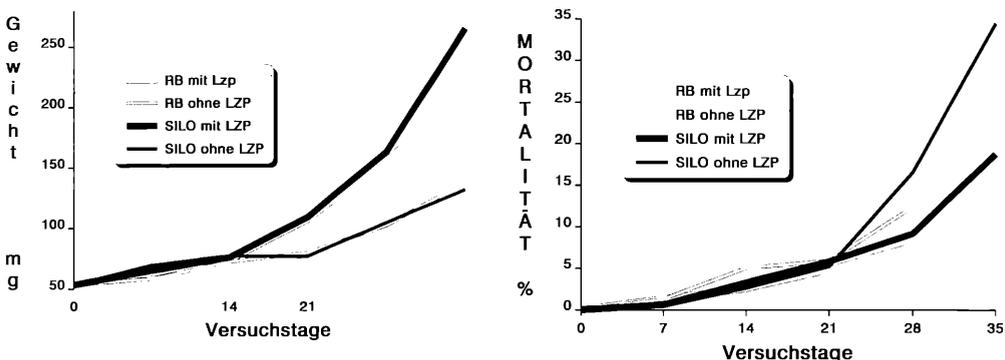


Abb. 4: Wachstum und Mortalität von Seesaiblingen bei 16°C in Rundbecken und Silo bei Verwendung verschiedener Futtermittel.

4. Diskussion

4.1 Dichte

Die Dichte, in der sich eine Fischart bei guten Überlebensraten und gutem Wachstum in intensiver Aquakultur halten läßt, ist bei der Bestimmung der Produktionskosten ein wichtiger Faktor. Da die optimale Dichte aber von vielen produktionsbedingten »Umwelt«-Faktoren abhängt, ist es notwendig, für jeden speziellen Fall entsprechende Vorversuche anzustellen. Obwohl Wallace et al. (1988) feststellen, daß im allgemeinen Übereinstimmung dahingehend besteht, daß Wachstumsrate und Dichte einander verkehrt proportional beeinflussen, fand Wallace für Brut von Regenbogenforellen sowohl bessere Wachstumsraten als auch geringere Mortalität. Champigneulle (1988) beobachtet im Vergleich von 100 und 200 Coregonenlarven/Liter kaum Unterschiede hinsichtlich Wachstum und Mortalität. Trzebiatowski et al. (1981) berichten für Regenbogenforellen von 3,3 kg/m³ bzw. 19,8 kg/m³ (entspricht 3,3 g/l und 19,8 g/l) von besserem Wachstum, höheren Futterquotienten und geringeren Mortalitäten.

Die Ergebnisse des vorliegenden Versuchs unterscheiden sich bei Besatzdichten von 60 Stück/Liter bis zu 180 Stück/Liter nicht signifikant. Ein auf die untersuchten Aufzuchtparameter negativ wirkendes Dichteniveau ist somit nicht erreicht und erst bei höheren Besatzzahlen anzunehmen.

Auffällige Verhaltensunterschiede zwischen den Versuchsgruppen konnten nicht festgestellt werden. Die Fische waren immer gleichmäßig über den gesamten Wasserkörper verteilt, und Hierarchiekämpfe bezüglich Futter- und Revieransprüchen fanden nicht in besonderem Ausmaß statt. Der von Kjartansson et al. (1988) beschriebene chronische, sozial induzierte Streß mit negativen physiologischen Folgen kam bei unseren Versuchen in keinem der Dichteniveaus zum Ausdruck. Symptome für chronischen Streß, wie Mortitätsanstieg bzw. Wachstumsabfall, traten nicht auf. Bei Nichtbeachtung der Entnahme für Wägungen konnte etwas mehr als ein Drittel der Ausgangsfischmenge abgefischt werden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß bei Ausgangsdichten von 18 mg/l kein erhöhtes Risiko bei fünfwöchiger Aufzucht der Larven gegeben war.

4.2 Aufzuchtssysteme

Der Unterschied zwischen beiden Systemen liegt im wesentlichen in ihren Strömungsbedingungen und der Höhe der Wassersäule. Durch die tangentiale Wasserzufuhr der Rundstrombecken nimmt die horizontale Kreisströmung zum Zentrum hin kontinuierlich ab, wodurch die Fische die Möglichkeit haben, einen jeweils adäquaten Strömungsbereich zu wählen. Im Silo erfolgt die Wasserzufuhr gleichzeitig von unten und oben und wird so gelenkt, daß sich vertikale Strömungswalzen bilden, die das Futter längere Zeit in Schwebelage halten. Auch bezüglich der Höhe der Wassersäule und der Bodenfläche gibt es wesentliche Differenzen. Der wohl wichtigste Unterschied zwischen beiden Aufzuchtssystemen ist die unterschiedliche Strömung in jeweils verschiedenen hohen Wasserkörpern.

Im Rundstrombecken mit horizontaler Kreisströmung sinkt das Futter aufgrund der geringen Tiefe schnell zu Boden. Damit verliert es automatisch an Attraktivität, sofern es nicht kurzzeitig wieder von der Strömung mitgerissen wird.

Für das Schwimmverhalten im Rundstrombecken gilt, daß die gesunden und starken Fische immer ganz am Rand in der stärksten Strömung stehen und so nur einen Teil des Beckens genutzt ist. Dagegen wird im Silo der ganze Wasserkörper als Aufenthaltsbereich angenommen.

Im Silo hat das Futter eine langsame Sinkgeschwindigkeit, da es von der teilweise aufwärtsgerichteten Strömung immer wieder gebremst wird. Die Fische lassen sich von den vertikalen Strömungswalzen auf und ab tragen und sind über den gesamten Wasserkörper verteilt.

Bei **Seesaiblingen** ergaben sich unterschiedliche Aufzuchtergebnisse: Einerseits zeigte sich im Silo eine leichte Tendenz zu besserem Wachstum, andererseits aber auch zu höherer Mortalität. Berichte von Jorgenson und Jobling (1989, 1990), wonach für eine günstige Aufzucht von Seesaiblingen eine ausreichende Bodenfläche notwendig sei, da die Fische bis zu 50% ihrer Nahrung vom Boden aufnehmen, konnten durch eigene Beobachtungen nicht erhärtet werden.

Für **Maränen und Blaufelchen** zeigt sich im Silo ein eindeutig günstigeres Wachstum und auch geringere Mortalität als im Rundbecken.

Der Silo hat auch einige weitere Vorzüge: Er zeigt gute Selbstreinigung und ist daher weniger betreuungsaufwendig. Durch die hohe Wassersäule kommt es darüber hinaus zu längerer Aufenthaltszeit des Futters im Freiwasser und somit zu besserer Futterausnutzung.

Die für die Reinigung im Silo aufzuwendende Zeit ist aufgrund der guten Selbstreinigung erheblich geringer anzusetzen als im Rundbecken.

4.3 Photoperiode

Aufgrund der hohen Temperatur von 16° C ist vor allem bei Brütlingen die Frequenz der Futteraufnahme besonders hoch und verlangt nach kontinuierlicher, ganztägiger Futterdarbietung. Diese schlägt sich in einem dreifach höheren Endgewicht nieder. Auch wenn diese Dauerbeleuchtung für unsere Breitengrade nicht naturgemäß ist, scheint es auf das Wachstum der Maränenlarven, wie Steffens (1985) ausführt, eher stimulierend zu wirken.

Die Tatsache, daß bei zwölfstündiger Beleuchtung die Mortalität gleich hoch wie bei Ganztagesbeleuchtung ist, aber das Wachstum wesentlich schlechter, unterstützt somit die Argumentation von Holm et al. (1990), daß kontinuierliche Futteraufnahmemöglichkeit das Wachstum erhöht.

5. Zusammenfassung

Bei Maränenlarven zeigt eine **Dichte** von 180 Stück/Liter im Vergleich zu niedrigeren Dichten (60 Stück/Liter) keinen signifikanten Unterschied hinsichtlich Wachstum, Mortalität und täglicher Zuwachsleistung.

Coregonen (Maränen und Blaufelchen) bevorzugen eindeutig das **Aufzuchtssystem** Silo mit vertikalen Strömungswalzen, wogegen die horizontale Strömung des Rundbeckens mit niedrigem Wasserstand tendenziell von Seesaiblingen bevorzugt wird.

Bei 24stündiger (gegenüber 12stündiger) **Beleuchtung und Fütterung** erreichen Maränenlarven in 4 Wochen ein knapp dreifach höheres Endgewicht.

Summary

Investigations on the rearing of larvae of *Salvelinus alpinus* and *Coregonus* spp.

Stocking densities of lake whitefish (*Coregonus* spp.), starting at 60 larvae/liter up to 180 larvae/liter show no significant density-related link in weight increase, mortality or daily growth.

Two cylindrical rearing systems, providing different water depth and current, are compared. Low water depth and high horizontal flow is preferred by *Salvelinus alpinus*. Lake whitefish (*Coregonus* spp.) show better weight increase regarding to vertical waterflow and 0,5 m water depth.

Full-day feeding and illumination of *Coregonus* spp. leads to a significant better end-weight compared with an 12 hour period.

Keywords

Coregonus spp.; *Salvelinus alpinus*; Wachstum, Mortalität, Aufzuchtssysteme, Besatzdichte, Photoperiode

LITERATUR

- Aulstad, D., T. Refstie 1975: The effect of water depth in rearing tanks on growth and mortality in salmon and rainbow trout fingerlings; Prog. Fish Cult. 37, 113-114
- Bohl, M. 1982: Zucht und Produktion von Süßwasserfischen, Verlagsunion Agrar, 1982, 129
- Champigneulle, A. 1988: A first experiment in mass rearing of Coregonid larvae in tanks with a dry food. Aquaculture 71, 249-261
- Dabrowski, K., P. Poczyczynski 1988: Laboratory experiment and mass rearing of coregonid fish fed exclusively on dry diets. Aquaculture 69, 307-316
- De Verga, V., H. Kummer 1992: Aufzucht von Maränen- und Seesaiblingsbrut in künstlichen Systemen bei unterschiedlichen Aufzuchttemperaturen. Österreichs Fischerei, Jg. 45, 277-282
- Holm, J. C., T. Refstie, S. Bo 1990: The effect of fish density and feeding regimes on individual growth rate and mortality in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*); Aquaculture 89, 225-232
- Jorgensen, E. H., M. Jobling 1989: Patterns of Food intake in Arctic Charr, *Salvelinus alpinus* (L.), monitored by radiography. Aquaculture 81, 155-160
- Jorgensen, E. H. Jobling 1990: Feeding modes in arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.): The importance of bottom feeding for the maintenance of growth. Aquaculture 86, 379-385
- Kausch, H. 1972: Stoffwechsel und Ernährung der Fische. In: Lenkeit, W., K. Breirem, E. Crasemann (1972): Handbuch der Tierernährung, 690-738. Bd. 2. Parey, Hamburg, Berlin
- Kjartansson, H., S. Fivlestad, J. M. Thomassen, M. J. Smith 1988: Effect of different stocking densities on physiological parameters and growth of adult Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) reared in circular tanks; Aquaculture 73, 261-274
- Kummer, H., V. de Verga 1992: Vergleich unterschiedlicher Futtermittel bei der Aufzucht von Coregonen und Seesaiblingsbrut in künstlichen Systemen. Österreichs Fischerei Jg. 45, 267-276
- Kolbeinshavn, A. G., J. Wallace (o. J.): A comparison of the effects of stocking density on growth and haematology of two salmonid species. Institut of Fisheries, University of Tromso, Norway
- Rösch, R., H. Segner 1990: Development of dry food for larvae of *Coregonus lavaretus* L. I. Growth, food digestion and fat absorption. Aquaculture 91, 101-115
- Steffens, W. 1985: Grundlagen der Fischernährung. VEB-Verlag Gustav Fischer, Jena, 15-18
- Steffens, W. 1981: Industriemäßige Fischproduktion. VEB-Deutscher Landwirtschaftsverlag, 100
- Trzebiatowski, R., J. Filipiak, R. Jakubowski 1981: Effect of stocking density on growth and survival of rainbow trout (*Salmo gairdneri* Rich.). Aquaculture 22, 289-295
- Wallace, J. C., A. G. Kolbeinshavn, T. G. Reinsnes 1988: The effect of stocking density on early growth in arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.). Aquaculture 73, 101-110
- Wedemeyer, G. A. 1976: Physiological response of juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) and rainbow trout (*Salmo gairdneri*) to handling and crowding stress in intensive fish culture. J. Fish. Res. Board Can. 33, 2699-2702
- Vijayan, M. M., J. F. Leatherland 1988: Effect of stocking density on the growth and stress-response in brook charr, *Salvelinus fontinalis*. Aquaculture 75, 159-170

Adresse der Autoren:

Marc Mößner und Mag. Viktor de Verga, Inst. f. Wasserversorgung, Gewässergüte und Fischereiwirtschaft, Abt. Hydrobiologie, Fischereiwirtschaft u. Aquakultur, Universität für Bodenkultur, Feistmantelstr. 4, A-1180 Wien

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichs Fischerei](#)

Jahr/Year: 1993

Band/Volume: [46](#)

Autor(en)/Author(s): Mößmer Marc, De Verga Viktor

Artikel/Article: [Untersuchungen zur Brutaufzucht bei Seesaiblingen \(*Salvelinus alpinus*\) und Coregonen \(*Coregonus* spp.\) Dichte, Aufzuchtssystem und Photoperiode 122-130](#)