

T. Rehahn:

Warmwasserkleinteiche – ein neuartiges Verfahren zum Vorstrecken von Karpfen (*Cyprinus carpio* L.) und anderen Cypriniden

1. Einleitung

Die Speise- und Besatzkarpfenproduktion in Europa erfolgt heute noch überwiegend nach dem Muster extensiver Teichbewirtschaftung. Produktionssicherheit und Ertrags-
höhe sind daher wesentlich durch das Standortklima festgelegt. Als Folge zunehmender
Internationalisierung des Speisekarpfengeschäfts gerät die heimische Erzeugung ver-
stärkt unter Preisdruck, insbesondere durch Einfuhren aus Ländern mit klimatischem
Vorteil. In vielen traditionellen Teichwirtschaftsregionen Mitteleuropas fällt die Karp-
fenproduktion bereits unter das Grenzertragsniveau. Mangels natürlichen Wärmeange-
bots ist die Konkurrenzfähigkeit der inländischen Erzeugung durch herkömmliche
Intensivierungsmaßnahmen nur noch bedingt auszuweiten. Weitere Steigerungen in der
Fütterungsintensität, Düngung und Teichpflege und im Mechanisierungsgrad wirken
sich nur dann zusätzlich ertragsfördernd aus, wenn die entsprechenden klimatischen
Voraussetzungen gegeben sind.

1.1 Produktionsfaktor Klima

Für das natürliche Ertragspotential der Teiche ist die Länge der jährlich nutzbaren Kul-
turperiode (= produktive Wachstumsdauer) sowie das dabei herrschende Temperatur-
niveau von entscheidender Bedeutung. In überzeugender Weise belegen die Unter-
suchungen von u. a. Buschkiel (1933, 1939) und Bank (1967) den Einfluß beider Kompo-
nenten auf das Wachstum von Karpfen in Teichen: Bei Wegfall einer winterbedingten
Produktionspause und ganzjährig hohen Wassertemperaturen erreichten Karpfen euro-
päischer Herkunft in weniger als einem halben Jahr das Gewicht vermarktungsfähiger
Speisefische (Bsp. aus Venezuela) bzw. nach 3 bis 6 Monaten die Geschlechtsreife (Bsp.
aus Indonesien).

Kurze, 3 bis 4^{1/2}monatige Kulturperioden bedingen hierzulande lange Umtriebszeiten
von 3 bis 4 Jahren in der Speisekarpfenproduktion. Hinzu kommt das niedrige Tempe-
raturniveau, welches sich bei Werten von ca. 16° C bis 19° C nur an der unteren Grenze
des Vorzugsbereiches bewegt. Unter 15° C ist schon kein wirtschaftlicher Zuwachs mehr
möglich (Huet 1975). Auch Temperatureinbrüche, wie sie im Frühjahr häufig auftreten,
sind ihrer Streßwirkung zufolge negativ zu beurteilen. So kann ein sprunghafter Tempe-
raturrückgang z. B. von 25° C auf unter 10° C bei Karpfen zum Tod führen (Albrecht
1974).

1.2 Problematik der Teichwirtschaft im Waldviertel

Die Möglichkeiten der landwirtschaftlichen Bodennutzung in der flachwelligen, auf
einem Hochplateau gelegenen Landschaft des Waldviertels sind durch das rauhe Klima
erheblich eingeschränkt. Vorwiegend Wald und Grünland, unterbrochen durch kleine
und mittelgroße Teichflächen in zerstreuter Lage prägen weithin das Landschaftsbild im
Waldviertel. Vernähte Böden in Geländemulden und Tallagen ließen meist bei ihrer
Urbarmachung keine andere Nutzung als das Anlegen von Teichen und Stauwehren zu.

Die Mehrzahl aller Teiche konzentrieren sich im Oberen und Mittleren Waldviertel, in 500 bis 700 m Seehöhe, zwischen der Grenze zur CSSR und dem Kampfluß. Man bezeichnet die Waldvierteler Teiche oft als die südliche Fortsetzung der Böhmisches Teichplatte, was jedoch der Eigenständigkeit dieser Teichwirtschaftsregion im geschichtlichen Verlauf nicht ganz entsprechen dürfte. Heute stellt das Waldviertel mit einer, in den vergangenen Jahren auf rund 1400 ha leicht angestiegenen Gesamtteichfläche das größte Karpfenerzeugungsgebiet Österreichs dar. Da die Böden des Einzugsgebietes extrem kalkarm sind, ist die Fruchtbarkeit der Teiche von Natur aus niedrig (Kainz 1983). Der Bewirtschaftungsgrad, welcher sich auf Kalkung, z. T. auch Düngung und Beifütterung erstreckt, ist vergleichsweise gering bis mäßig. Planansky (1983) gibt die Karpfendurchschnittserträge im Waldviertel mit 300 bis 400 kg pro Hektar und Jahr an.

Niedrige Jahresdurchschnittstemperaturen (Zwettl, 540 m: 6,6° C) sowie späte Frühjahrserwärmung bilden im Waldviertel für eine erfolgreiche Teichwirtschaft die eigentlichen Hemmnisse. Während die Wachstumsbedingungen für zwei- und dreisömmrige Karpfen gerade noch als zufriedenstellend gelten, erweist sich die Nachzucht schon extrem schwierig. Spätfröste und länger anhaltende Kälteperioden kennzeichnen das Wetter von Mai und Juni. Dementsprechend verzögert sich der natürliche Abläichtermin; meist kann vor Juli nicht über vorgestreckte Karpfenbrut verfügt werden.

Je nach Aufzuchtmethode erzielt man im Waldviertel bis zum Ende des ersten Aufzuchtjahres selten Überlebensraten von 30% oder mehr. Häufig erfassen die Ausfälle 90% des Brutbestandes. Größtenteils treten die Verluste bereits während der ersten 4 bis 8 Lebenswochen der Brut auf. Trotz klimatisch »angepaßter« Verspätung von Brutgewinnung und Brutaufzucht bleibt das Risiko meist hoch; nicht zuletzt, weil die Vorstreckperiode zu dieser Zeit zufolge stark rückläufigen Nahrungsaufkommens unverändert lang anhält. Die in der Hauptsache aus Zooplankton bestehende Nahrung weist im Mittel keine ausreichende Dichte auf und unterliegt zudem beträchtlichen Schwankungen in ihrer endogenen Dynamik, je weiter der Sommer voranschreitet. Auch Nahrungskonkurrenten und Bruträuber breiten sich zunehmend aus. Nahrungsmangel schwächt die Kondition des Brutbestandes abrupt und fördert Befall und Verbreitung mit Parasiten wie *Dactylogyrus vastator* erheblich. Zeitweilig tritt *Dactylogyrus vastator* sogar epidemieartig auf und trägt dann maßgebliche Verantwortung für Massenbrutsterben, wie dies zuletzt während des kalten Sommers 1984 nachzuweisen war.

Die Forderung nach hohen Überlebensraten alleine genügt jedoch nicht; gerade im Waldviertel erfordern lange Winter und das häufige Wechselspiel zwischen Zufrieren der Teiche und Eisbruch eine besonders konditionsstarke, widerstandsfähige Brut. Notwendigerweise muß somit das Produktionsziel des ersten Aufzuchtjahres auch auf eine hohe mittlere Stückmasse im Herbst ausgerichtet sein. Geht aufgrund verspäteten Aufzuchtbeginns Produktionszeit verloren, wirkt sich dies besonders am Ende der Kulturperiode aus, da dann nicht mehr absolut hohe Stückzuwachswerte erzielt werden. Die zur sicheren Überwinterung im Waldviertel erforderliche Stückmasse sollte mindestens 50 g betragen. Wird diese Stückmasse nicht erreicht, steigt die Gefahr der Anfälligkeit gegenüber Frühjahrsvirämie (SVC) signifikant.

1.3 Temperatur und Entwicklung der Karpfenlarve: Aufzuchtbiologische Konsequenzen

Die Dauer der Entwicklung vom befruchteten Ei bis zum Schlüpfen der Larve ist in erster Linie durch die Wassertemperatur festgelegt. Als Optimaltemperatur der Erbrütung gelten 20–24° C (Horvath & Tamas 1981). Innerhalb dieser Spanne besteht zwischen Entwicklungsdauer und Temperaturhöhe eine annähernd lineare Beziehung. Als Wert für das Tagesmittel der Temperatur multipliziert mit der Anzahl der Tage gelten hier 60 bis 70 Tagesgrade. Eine gleiche Anzahl von Tagesgraden ist für das erste Brutstadium, die Periode der endogenen Dottersackernährung, erforderlich. Die

Geschwindigkeit der weiteren morphologischen und physiologischen Ausdifferenzierung variiert gleichfalls hochrangig mit der Wassertemperatur.

Ab dem Schlüpfen sind drei Stadien der Brutentwicklung zu unterscheiden, die bei der intensiven Aufzucht näher beachtet werden müssen.

1. Der postembryonale Larvenabschnitt (= erstes Brutstadium) erstreckt sich vom Schlüpfzeitpunkt über die Dauer der Dottersackernährung bis zum Beginn der aktiven (exogenen) Nahrungsaufnahme. Die Schwimmblase ist noch nicht luftgefüllt. Die Larve haftet mittels klebriger Sekrete der Stirndrüse an geeigneten Substraten.
2. Im zweiten Brutstadium erfolgt die Metamorphose zum Jungfisch. Die Schwimmblase ist gefüllt, Mund und Verdauungskanal sind ausgebildet. Aus dem prä-mordialen Flossensaum differenziert sich die endgültige Flossengestalt. Die Lebensweise der Larve ist »nektonisch«, d. h. die Bewegung erfolgt aktiv, die Schwimmbewegungen sind u. a. zur Nahrung hin orientiert. Die Metamorphose ist abgeschlossen, wenn die Körperlänge des Fisches etwa 13 mm beträgt (entspricht ca. 18 mg).
3. Das arttypische Exterieur ist erkennbar: die Flossenabschnitte sind voneinander abgegrenzt, die Pigmentierung weit vorangeschritten und der Beschuppungstyp sichtbar. Dieses Stadium wird auch als postlarvales Stadium bezeichnet (bis etwa 100 mg).

Mit zunehmendem Entwicklungsgrad steigt die Umwelttoleranz, niedrige und instabile Temperaturverhältnisse verlieren an Einfluß.

Ab dem zweiten Brutstadium kommt dem Nahrungsfaktor eine überaus wichtige Rolle zu. Die larvale Periode zwischen Freißbeginn und abgeschlossener Metamorphose stellt innerhalb der Brutentwicklung den sensibelsten Abschnitt dar. Das Wachstum darf zu keinem Zeitpunkt durch Nahrungsmangel blockiert oder durch abiotische Faktoren (Temperatur, O₂ usw.) limitiert werden. Dem intensiven Stoffwechsel und Fehlen jeglicher Reservesubstanzen zufolge prägt kurzzeitiger Nahrungsmangel bereits nach wenigen Stunden irreversible Hungersymptome aus. Versuche erbrachten bei Anfütterung mit Salinenkrebsnauplien (*Artemia salina*) tägliche Bedarfswerte von 400% der Brutmasse (Hoogendorn & Huisman 1982). Unter optimalen Umweltbedingungen verdoppelt sich anfänglich die Körpermasse der Vorstreckbrut etwa alle zwei Tage. Wichtige Faktoren, deren Kontrolle und Steuerung insbesondere in Aufzuchtssystemen große Bedeutung zukommt, sind Gehalt an gelöstem Sauerstoff (mind. 4,5 mg/l) sowie geeignete chemische Qualität des Aufzuchtswassers (pH 6,5–8,0; max. 0,1 mg/l NO₂⁻; max. 0,5 mg/l NH₄⁺). Die optimale Aufzuchttemperatur liegt bei 25 bis 28° C. Hohe Wachstumsleistung und Überlebensrate der Brut setzen daher entsprechende Umweltbedingungen voraus. Nur unter Voraussetzungen, bei denen sich das genetisch fixierte Wachstumspotential der Brut wirklich entfalten kann, erfolgt auch ein rasches, komplikationsfreies Durchwandern des problematischen Larvenstadiums.

1.4 Herkömmliche Brutaufzuchtverfahren

In der Praxis bewährt hat sich das sogenannte Vorstrecken freißfähiger Karpfenbrut (= K₀) in flachen, schnell erwärmenden und nahrungsreichen Teichen, die zur Verhinderung einer Vermehrung von Bruträubern und Parasiten erst wenige Tage vor Einsetzen der Karpfenbrut bespannt werden. Durch das Vorstreckverfahren soll der anfangs noch recht unbeholfenen Brut unter geschützten Verhältnissen bei niedrigen Verlustziffern über die kritische Lebensperiode hinweggeholfen werden. Im Hinblick auf die Planmäßigkeit dieses Verfahrens ist von Anfang an eine genaue, auch dem Nahrungsangebot angepaßte Besatzregelung notwendig. Die Bewirtschaftung der selten über 0,1 Hektar großen Vorstreckteiche läßt sich vergleichsweise leicht intensivieren. Sehr wichtig ist es, dem Hochkommen der Nahrungsorganismen für Brut (Rotatorien, Copepoden, Cladoceren etc.) beste Voraussetzungen zu bieten. Dies ist durch sorgfältige Bodenvorbereitung (Trockenlegen, Leguminoseneinsaat, Bodenbearbeitung), Kalkung (zur Desinfektion und Stabilisierung des Säurebindungsvermögens) und Düngung (z. B. organische

Wirtschaftsdünger und ggf. mineralischer Ausgleich) und andere Maßnahmen möglich (vgl. Fachliteratur). Kostenmäßige Aufwendungen, die den Vorstreckabschnitt betreffen, schlagen sich, selbst bei hoher Bewirtschaftungsintensität, nur unwesentlich in den Gesamtbetriebsausgaben nieder. Sie können jedoch zu beträchtlichen Ertragssteigerungen führen, wenn die entsprechenden (klimatischen) Voraussetzungen bestehen.

Die Besatzdichte in den Vorstreckteichen ist den örtlichen Gegebenheiten zufolge verschieden. Je nach Vorstreckdauer, angestrebter Stückmasse und Aufzuchtbedingungen werden 5 bis 20 K_o pro m² (= 50.000 bis 200.000 K_o/ha) empfohlen (Schäperclaus 1961, Hofmann 1967, Huet 1975). Die Vorstreckperiode soll 6 Wochen nicht übersteigen.

Nur unter sehr günstigen klimatischen Voraussetzungen sind höhere Besatzzahlen (mehrere Mill. K_o/ha) bei gleichzeitig kurzer Vorstreckperiode möglich (Horvath & Tamas 1981). Unter ungarischen Verhältnissen genügen, als Vorstreckziel, Stückmassen von 0,3 g. Die Erzeugung von Fischbrut mit einigen Gramm Stückmasse ist nach Ansicht von Horvath & Tamas (1981) nicht Zweck des Vorstreckens: während der verlängerten Periode frißt die Brut aufgrund des immer ungünstiger werdenden Nahrungsangebotes kleinere Artgenossen. Ohne erheblichen Zuwachs vermindert sich die Überlebensrate, auch der Gesundheitszustand der Brut verschlechtert sich.

Im Waldviertel werden die Brutvorstreckteiche sehr dicht besetzt. Die Werte variieren zwischen 50 und 250 K_o/m² (= 0,5 bis 2,5 Mill. K_o/ha), im Mittel liegt die Dichte bei 100 K_o/m² (= 1,0 Mill. K_o/m²). Die Abfischung der Teiche erfolgt, wenn die Karpfenbrut mindestens 0,8 bis 1 g schwer ist. Hierfür werden etwa 5 bis 8 Wochen benötigt. Angaben zum Vorstrecken von Karpfenbrut, wie sie im Waldviertel während der Jahre 1983 und 1984 aus zwei bzw. drei Teichen ermittelt werden konnten, sind Tabelle 1 zu entnehmen. In beiden Bonitierungsjahren konnten die Vorstreckteiche jeweils erst nach dem 5. Juli abgefischt werden, obwohl überall künstlich (im Warmwasserbruthaus) gewonnene Karpfenbrut eingesetzt worden war.

Tabelle 1: Vorstreckzeitplan sowie Wachstum, Überlebensrate und Ertrag bei Aufzucht von künstlich gewonnener Karpfenbrut in Freilandteichen der Vorstreckversuchsanlage Ratschenhof/Zwettl in den Jahren 1983 und 1984

	LANGER TEICH		MAUERTEICH		TEICH	Ø
	1983	1984	1983	1984	H. RES. 1984	
Besatzdatum	6. 6.	17. 5.	6. 6.	19. 5.	15. 5.	27. 5.
Abfischungsdatum	12. 7.	5. 7.	7. 7.	5. 7.	6. 7.	7. 7.
Vorstreckdauer	36 Tage	50 Tage	31 Tage	48 Tage	53 Tage	44 Tage
Besatzdichte	100 K _o /m ²	150 K _o /m ²	100 K _o /m ²	250 K _o /m ²	50 K _o /m ²	130 K _o /m ²
Anfangsgewicht	2,3 mg	2,1 mg	2,3 mg	2,1 mg	2,1 mg	2,2 mg
Endgewicht	1110 mg	570 mg	830 mg	*)	650 mg	780 mg**)
Mittl. tägl. Gewichts- zunahme (mtG)	18,7%	11,9%	20,9%	*)	11,4%	14,3%**)
Überlebensrate	42,5%	37,5%	30,0%	0%	48,7%	23,6%**)
Ertrag	47,2 g/m ²	32,1 g/m ²	24,9 g/m ²	0 g/m ²	15,8 g/m ²	24,0 g/m ²

*) Totalausfall

***) berechnet als gewogenes Mittel

1.5 Neue Wege der Brutaufzucht

Die Überwindung negativer Witterungseinflüsse auf das Vorstreckverfahren läßt sich nur durch Aufzucht in geschlossenen Räumen realisieren. Allerdings gibt es in der Praxis noch kein geeignetes Verfahren, um unter kontrollierten Umweltbedingungen Karpfenlarven bereits von Freßbeginn an mit konfektioniertem Trockenfutter – vergleichbar der Brutaufzucht einiger Salmonidenarten aufzuziehen (Rehahn 1986). Unter laboratoriumsmäßiger Anordnung glückten zwar entsprechende Versuche in manchen Fällen, doch blieben sie bisher ohne Nachahmung in der Praxis.

Versuche mit Lebendfutter (Netzplanktonfänge, *Artemia salina*-Nauplien) erbrachten dagegen stets sichere Aufzuchterfolge. Der kosten- und arbeitsmäßige Aufwand für Beschaffung und Anzucht aus Dauereiern (bei *Artemia*) rechtfertigt jedoch keine wirtschaftliche Anwendung als alleinige Nahrungsration.

Kossmann (1970) fütterte künstlich gewonnene Karpfenbrut im Aquarium mit Salinenkrebснаuplien an und stellte die Brut zwischen dem 8. und 16. Tag auf Trockenfütterer-nährung um. Es wurden für 120.000 eingesetzte K_0 ca. 3 l Artemieneier verbraucht. Nach 14 Tagen erfolgte die weitere Aufzucht der Brut in Langstromrinnen, welche im Gegensatz zu den Aquarien keine besonderen Reinigungsprobleme stellten. Nach achtwöchiger Vorstreckdauer betrug die mittlere Stückmasse allerdings nur 0,25 g. Das nicht vollauf zufriedenstellende Zuwachsergebnis begründet der Autor damit, daß der Eintrag des nötigen Sauerstoffs zeitweilig nur über eine Drosselung der Wassertemperatur zu erreichen war (niedrigere Temperatur: höherer Sättigungswert und geringerer Respirationbedarf). Bei gesicherter Sauerstoffversorgung ließen sich für Karpfenbrut in späteren Untersuchungen gute Aufzuchtergebnisse erzielen, wenn die Anfütterung zunächst mit lebender Naturnahrung erfolgte und die Umstellung auf Trockenfutter bei einer Stückmasse von ca. 15 bis 70 mg vorgenommen wurde (z. B. Kainz 1974, Albrecht et al. 1977, Bryant & Matty 1981, Hamackova et al. 1985). Kontrollgruppen, die bei ausschließlicher Zooplanktonernährung gehalten wurden, zeigten zwar in den ersten 2 bis 3 Lebenswochen höhere Zuwachsleistungen sowie höhere Überlebensraten, jedoch nicht in allen Fällen auch eine gleichniedrige oder geringere Individuenstreuung («Auseinanderwachsen«).

Der Frage nach der frühestmöglichen Umstellung der Karpfenbrut von Lebend- auf Trockenfutter gehen Bryant & Matty (1981) nach. Sie fanden als Adaptierungsgröße für den Nahrungswechsel bei Stückmassen von 9,5 bis 14,3 mg bereits einen erheblichen Anstieg der Überlebensrate und im Zuwachs der Brut. Dabrowski (1984) zufolge sind Untersuchungen zur Umstellungsgröße von Karpfenbrut allerdings nur sinnvoll, wenn das Aufzuchtssystem einerseits eine ausreichende Wasserhygiene gewährleistet, andererseits Futtermittel verwendet werden, deren physiologischer Wert bereits bekannt ist. Er weist in diesem Zusammenhang auf die Erfahrung hin, daß Futtermittel auf Basis von Hefe und gefriergetrockneter Leber von junger Karpfenbrut besonders gut verwertet werden. Forellenbrutfutter, wie es dagegen in vielen Untersuchungen verwendet wird, besitzt meist hohe Fischmehlgehalte. Mit gutem Erfolg gelang Dabrowski (1984) unter Verwendung eines hochwertigen Trockenfuttermittels die Umstellung schon bei einer Stückmasse von 4,3 mg. Es ist abzusehen, daß weitere Versuche, in denen Wasserhygiene und Qualität des Trockenfuttermittels gleichermaßen im Vordergrund stehen, zu neuen und noch überraschenderen Ergebnissen führen werden. Hier schließt sich möglicherweise der Kreis zu den bisher vorliegenden Untersuchungsbefunden über die alleinige Anfütterung mit Trockenfuttermittel, wobei der Erfolg nur mehr vom Aufzuchtssystem bestimmt wird (vgl. Charlton & Bergot 1984).

1.6 Ausnutzung des Treibhauseffektes

Becken- und Rinnenaufzucht stellen hohe Anforderungen an die Installations- und Wärmetechnik. In der Teichwirtschaft kann – bei geringerem Anspruch – mittels Folien-

abdeckung von Vorstreckteichen der Wärmehaushalt des Wassers günstig beeinflusst werden.

Eine schwimmende, luftgepolsterte Folienuflage («Noppenfolie») verwendete Proske (1978) zur Sicherung des Vorstreckverfahrens bei Karpfenbrut. Nur ein kleiner, ca. 10% großer Teil des Teiches wurde abgedeckt. Trotz wiederholter Nachfröste im Mai und Juni gab es bei der eingesetzten Brut (K_0) keine Verluste. Gleichzeitig kam es in benachbarten Teichwirtschaften beinahe zu Totalausfällen der Jungbrut. Proske (1978) berichtet, daß die Brut aktiv den Folienschutz aufsuchte.

Der Vorteil einer ganzflächigen Überdachung von Vorstreckteichen mittels einfacher bzw. doppelter Folielage in 2 m Höhe über dem Wasserspiegel wurde in der UdSSR Mitte der siebziger Jahre von Ivanova (1980) erstmals genau festgestellt. Die Temperaturen der überdachten Teiche lagen im Mittel um $3,1^\circ\text{C}$ über den Werten der offenen Kontrollteiche. In folienabgedeckten Teichen ließ sich die mittlere Stückmasse der vorgestreckten Karpfenbrut um 74%, die Überlebensrate um 16% steigern (\emptyset 1974–1978). Über ähnliche Erfolge in der DDR berichtet Fuhrmann (1982). Seinen Ergebnissen zufolge wird das Temperaturregime durch Foliensabdeckung stabilisiert. Die Vorteile liegen vor allem in der Dämpfung der absoluten sowie mittleren täglichen Temperaturminima (Tabelle 2).

Tabelle 2: Wirkung einer Foliensabdeckung auf den Wärmehaushalt von Vorstreckteichen (Tiefe 70 cm) während einer 35tägigen Versuchsperiode (Angaben nach Fuhrmann 1982)

	Teich ohne Foliensabdeckung	Teich mit Foliensabdeckung	Differenz
mittl. tägl. Wassertemp.	20,0°C	23,2°C	+ 3,2°C
mittl. tägl. Minimum	17,8°C	21,7°C	+ 3,9°C
mittl. tägl. Maximum	22,3°C	24,6°C	+ 2,3°C
absolutes Minimum	11,9°C	18,1°C	+ 6,2°C
absolutes Maximum	30,1°C	32,0°C	+ 1,9°C

Nach polnischen Erfahrungen stellen jedoch Foliensüberdachungen die Temperaturverhältnisse nicht sicher; insbesondere wenn zum Zeitpunkt der Brutaufzucht noch niedrige Außentemperaturen vorherrschen (Lirski et al. 1978). Nach einem in der japanischen Aalzucht bereits bewährten Verfahren unternahmen Lirski und Mitarb. den Versuch, freßfähige Karpfenbrut zeitlich vorverlegt in mittels Röhren beheizten, folienüberdachten Erdteichen vorzustrecken. Die Brut befand sich dabei in feinmaschigen Käfigen, welche in den Teich eingehängt waren. Für den Wasserdurchstrom der Käfige sorgte eine pumpenbetriebene Umwälzanlage. Die Temperatur des Wassers lag dabei stets zwischen etwa 20 und 26°C . Die Foliensabdeckung diente hauptsächlich der Begrenzung von Wärmeverlusten.

Die Aufwärmung des Wassers kann auch mit Hilfe von Sonnenkollektoren erfolgen. Die Bereitstellung ausreichender Wärme erfordert jedoch entweder den Einsatz von Technologie mit hohem Wirkungsgrad oder entsprechend großdimensionierte Kollektorflächen einfacher Bauart. Das Problem diskontinuierlicher Einstrahlung ist dadurch noch nicht gelöst. Daher werden ferner Warmwasserspeicher bzw. eine zusätzliche Wärmequelle erforderlich. Eine Übersicht über die Nutzungsmöglichkeiten von Solarenergie in der Fischzucht geben Berka & Kouril (1980).

2. Problemorientierte Lösungsansätze

2.1 Der produktionsbiologische Aspekt

In Hinblick auf eine konkurrenzfähige Karpfenerzeugung gelten für das Waldviertel besonders zwei Forderungen, denen mittels geeigneter Brutaufzuchtstrategien zu entsprechen ist (vgl. 1.2):

- Absicherung der eigenen Versorgung mit vorgestreckter Karpfenbrut (*Gewährleistung eines jährlichen Brutumtriebes*)
- Ausnutzung der Kulturperiode vom Frühjahr an unter maximaler Verwertung des Naturnahrungsaufkommens in den Teichen (*Gewährleistung hoher Stückmassen bis Wintereintritt*)

Als vordringliches Ziel gilt eine Minderung des Vorstreckrisikos mittels Überwindung restriktiver Klimateinflüsse. Die Bemühungen sind vorwiegend auf zwei Ansatzpunkte konzentriert: Beeinflussung des Wärmehaushaltes und Aufbau einer adäquaten Nahrungsproduktion, speziell von Zooplankton. Die Leistung des Vorstreckverfahrens ist dabei nach der Witterungsunabhängigkeit und Effizienz zu bewerten. Die Effizienz ergibt sich aufgrund folgender Einzelkriterien:

- Vorstreckdauer und Flächennutzungsintensität
- mittlere Stückmasse und Ertragsleistung
- Homogenität des Bestandes (Streuung der Stückmassen)
- Überlebensrate
- Kondition der Brut
- Gesundheitszustand

2.2 Der sozio-ökonomische sowie betriebstechnische Aspekt

Weitere Rahmenbedingungen, welche hinsichtlich maximaler Wirtschaftlichkeit und Akzeptanz zu erfüllen sind, betreffen vor allem:

- Höhe der Investitions- und Betriebskosten
- Eigenleistungsanteil bei Erstellung
- vorhandenes und zu erwerbendes Know-how
- Wartungs- und Bedienungsaufwand
- Störanfälligkeit
- Reproduzierbarkeit der Ergebnisse

Um Karpfenbrut witterungsunabhängig mit hoher Betriebssicherheit vorzustrecken, kann unter dargestellten Umständen auf Zusatzwärme nicht verzichtet werden (vgl. 1.6). Für das Verfahren selbst ist deshalb der energiewirtschaftliche Gesichtspunkt von ausschlaggebender Bedeutung. Zur Diskussion stehen nur billige Formen von Energie, welche sich kostengünstig meist nur an Ort und Stelle verwerten lassen (Kühlwärme, Holzabfälle, Stroh, Biogas, etc.). Fragen der Standortwahl und Betriebsorganisation (einzelbetrieblich / überbetrieblich) sind, speziell auch im Hinblick auf das jeweilige Energiedargebot, fallweise zu entscheiden.

3. Aquakulturtechnologie im Waldviertel

Nachfolgend wird ein modifiziertes Vorstreckverfahren für Karpfenbrut vorgestellt, welches ein Höchstmaß an Witterungsunabhängigkeit unter eingangs genannten Voraussetzungen bietet. Als Planungs- und Durchführungsgrundlagen gelten die Rahmenbedingungen gemäß 2.1 und 2.2. Das Verfahren wurde 1982 als Projektstudie durch das Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung in Auftrag gegeben und konnte bis 1984, in zahlreichen Versuchsanordnungen erprobt, zur Praxisreife entwickelt werden. Die Aufzuchtmethode beruht im wesentlichen auf Erfahrungen mit Warmwassertechno-

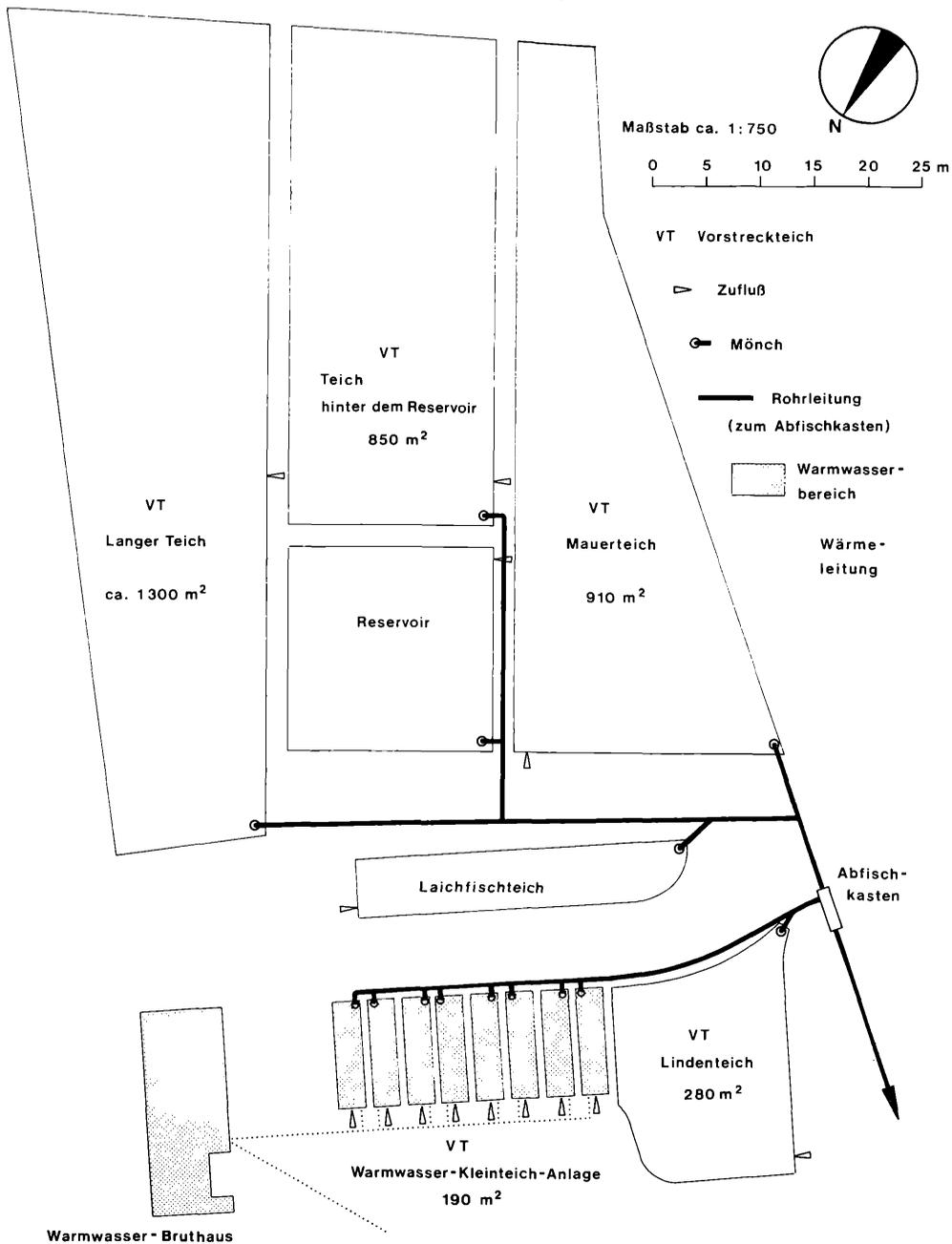


Abbildung 1: Schematischer Lageplan der Vorstreckanlage mit angegliederten Warmwasservorstreckteichen in Ratschenhof bei Zwettl.

logie in Durchflußsystemen. Das hier eingesetzte Verfahren unterscheidet sich von diesen jedoch grundsätzlich in zwei Aspekten: im Wasserregime und im Ernährungsmodus.

Die Aufzucht der Karpfenbrut wird in Standteichen ohne bzw. mit nur geringem Frischwasserzufluß durchgeführt. In Hinblick auf die Anfütterung spielt die autochthone Zooplanktonproduktion im Teich selbst eine herausragende Rolle. Das eingestaute Wasser wird mittels am Teichgrund installierter Wärmetauscher erwärmt (s. 3.1.2). Dabei unterliegt das Temperaturregime einer genauen Kontrolle und kann dem Betriebsablauf entsprechend gesteuert werden. Zwecks Minimierung von Wärmeverlusten sowie als Sperre gegen unerwünschte Außeneinflüsse sind die Aufzuchtteiche von einer dichtschießenden, aber lichtdurchlässigen Konstruktion überbaut.

Die aus acht Warmwasserkleinteichen bestehende Pilotanlage wurde in Ratschendorf bei Zwettl auf dem Vorstreckgelände eines Karpfenerzeugungsbetriebes (ca. 80 ha Gesamtteichfläche) errichtet und in das dortige Wirtschaftsgeschehen auch strukturell integriert (s. Abb. 1). Zum Vorstreckbereich des Betriebes gehört außerdem ein Warmwasserbruthaus (Baujahr 1974) mit Einrichtungen zum Aufwärmen von Laichkarpfen sowie zur Erbrütung und kurzzeitigen Bruthälterung.

Die Untersuchungen im Rahmen der Studie waren im zeitlichen Ablauf wie folgt gegliedert:

1982: Errichtung und Probelauf der Pilotanlage

1983: a) Untersuchungen über den Einfluß der Jahreszeit (Tageslänge, endogene Planktondynamik) auf das Vorstreckergebnis bei Karpfenbrut

b) Untersuchungen über die Wirkung einer selektiven Zooplanktonvergiftung

1984: Bestimmung der optimalen Brutbesatzdichte

Ferner wurde die Variation des Zooplanktonaufkommens einer genauen Betrachtung unterzogen, insbesondere in Hinblick auf reproduzierbare Ergebnisse bei der Aufzucht von Karpfenbrut in Warmwasserkleinteichen.

3.1 Aufbau und Konstruktion der Versuchsanlage

3.1.1 Aufzuchtteiche

In der Aufsicht sind die beheizbaren Vorstreckteiche (»Warmwasserkleinteiche«) rechteckig; ihre Länge beträgt ca. 10 m, die Breite ca. 2,5 m (Abb. 2). Die Uferböschung fällt nach allen Seiten senkrecht ab; Teichbodenfläche und Wasseroberfläche sind daher gleich groß.

Die lotrechten Innenseiten der durch Bodenaushub eingetieften Erdteiche sind mittels Holzstützwänden vor einem Abbruch der Hangkante geschützt. In den Teichboden abgesenkte Rundhölzer sorgen für den erforderlichen Andruck der Planken. Der Teichgrund besteht aus natürlichem Erdmaterial. Eine Abdichtung des Untergrundes wurde nicht vorgenommen. Die Teichtiefe mißt ca. 0,9 m (Einstau bis 0,6 m, Freibord 0,3 m). Das Sohlgefälle beträgt knapp 1‰.

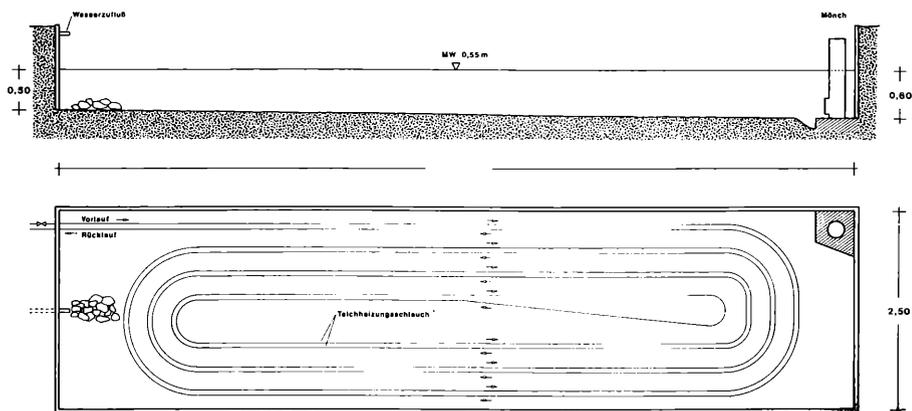
Jeweils zwei nebeneinanderliegende Warmwasserkleinteiche bilden aufgrund der Überdachung eine »räumliche Einheit«. Die Unterkonstruktion des Daches besteht aus Kanthölzern, die Abdeckung aus acrylbeschichteten Hohlkammerplatten. Die Außenansicht mit den insgesamt vier Raumeinheiten zeigt Abbildung 3. Materialbedarf sowie Konstruktionsmaße jeder Raumeinheit (= zwei Warmwasserkleinteiche und Überdachung) sind in Tabelle 3 aufgelistet.

Tabelle 3: **Materialverbrauch für zwei Warmwasserkleinteiche (je 25 m²) mit Überdachung sowie Außenmaße der Dachkonstruktion**

Materialbedarf	Menge	Bezeichnung	Größe, Ausführung
A. WARMWASSER- KLEINTEICHE	260 lfm	Plankenholz	25×4 cm, Fichte ungehobelt
	100 lfm	Rundholz	Ø ca. 10 cm, Fichte entrindet
	48 Stück	Drahtanker	Schenkellänge ca. 50 cm
B. ÜBERDACHUNG	200 lfm	Kantholz	15×5 cm, Fichte ungehobelt
	384 lfm	Kantholz	8×2 cm, Fichte ungehobelt
	1 Stück	Tür mit Rahmen	ca. 190×80 cm
	1 Stück	Fenster, klappbar	ca. 60×40 cm
	114 m ²	Hohlkammerplatte div. Nägel, Schrauben, Beschlüge etc.	Stärke 4,5 cm

Dachkonstruktionsmaße

überdachte Fläche	68,7 m ²
Länge, gesamt	11,25 m
Breite, gesamt	6,10 m
Firsthöhe	2,50 m
Dachneigungswinkel	39°

**Abbildung 2:** Längsschnitt und Grundriß eines Warmwasserkleinteiches mit 25 m² Wasserfläche

Die Ausstattung jedes Warmwasserkleinteiches umfaßt:

1. Vorregelbare Teichbeheizung mit individueller Feinregelung. Als Heizfläche dient Polybutenrohr (Ø 20 mm), wie für Fußbodenheizungs-bau verwendet. In jedem Teich ist eine Heizschlauchlänge von rund 100 m verlegt (= 4 lfm pro m²). Das Schlauchrohr wird auf Blechschienen, ca. 5 über dem Teichgrund, mittels Steckklemmen fixiert. Die Schlauchführung erfolgt als Doppelspirale, d.h. je ein Vor- und Rücklaufstrang parallel, in einer Ebene.

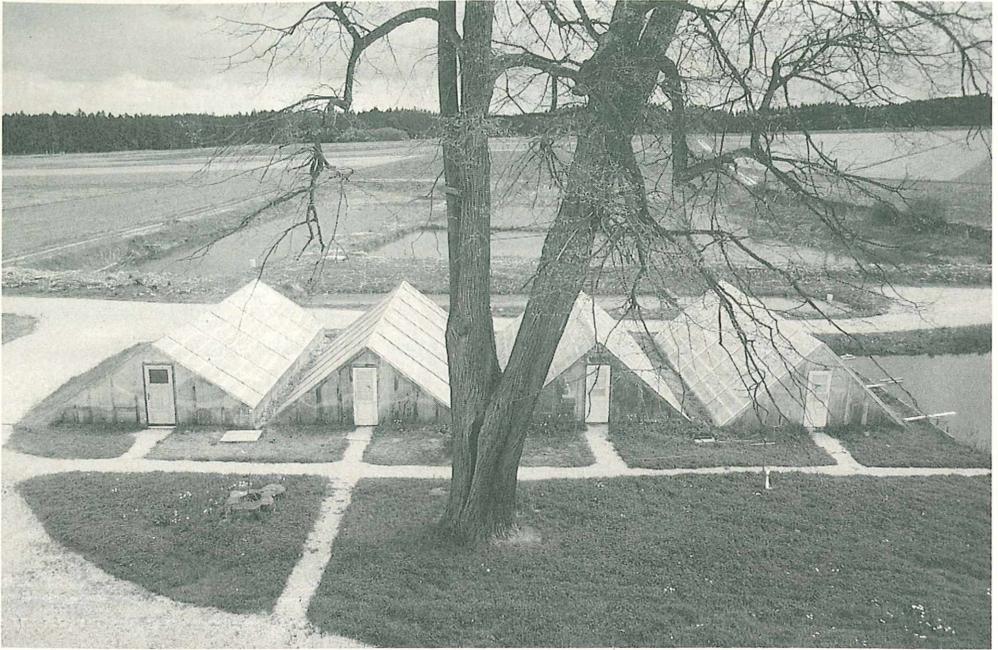


Abbildung 3: Gesamtansicht der Pilotanlage in Ratschenhof

2. Zufluß und Abfluß, stirnseitig gegenüberliegend (vgl. Abb. 2). Als Abfluß dient ein Mönch in Doppelrohrbauweise mit offenem Mantelrohr und verschlossenem Grundablaß. Der Mönch hält den Pegel bei Frischwasserzufluß auf konstantem Niveau. Die Höhe der Überlaufkante wird durch die Innenrohrlänge bestimmt (steckbare Innenrohrstücke). Eine Gittermanschette als Rohraufsatz verhindert das Entweichen von Fischbrut (Abb. 4). Die Abfischung erfolgt hinter dem Mönch. Die Entfernung zum Abfischkasten beträgt etwa 25 bis 50 m (vgl. Abb. 2). Die Absenkung des Wasserspiegels erfolgt durch Abfluß über das Innenrohr; bei Pegel unter 10 cm erfolgt das vollständige Entleeren am Grundablaß nach Öffnen des Schraubdeckels.
3. Technische Belüftung (Ringkanalgebläse) ist über maximal 5 Ausströmer pro Teich möglich. Die Eintauchtiefe jedes Ausströmers ist durch Verschieben der Befestigung des Luftschlauches an einer über der Wasseroberfläche verspannten Leine variabel.

3.1.2 Wärmeversorgung

Es ist zwischen einem Primärkreislauf (Kesselwasserkreislauf) und Sekundärkreislauf (Heizkreislauf) zu unterscheiden. Der Wärmeübergang erfolgt mittels Wärmeaustauscher. Im Sekundärkreis kann die Wärmeanlieferung thermostatgeregelt erfolgen (Automatikbetrieb). Die Wärmeleistung ergibt sich aus den vorgewählten Einstellungen für Vorlauftemperatur und Umwälzgeschwindigkeit. Die Automatisierung ist daher nur für den Betriebsfall konstant zu haltender Teichtemperatur geeignet. Die Wärmenachlieferung erfolgt, sobald der Fühler im Referenzteich das Unterschreiten eines Sollwertes meldet. Im Fall der Aufwärmung muß die Regelung hingegen manuell vorgenommen werden, was aufgrund der zeitabhängigen Temperaturerhöhung im Aufzuchtteich erforderlich ist. Der Temperaturanstieg pro Zeiteinheit ist vor allem durch die Differenz zwischen Vorlauf- und Rücklauftemperatur in Relation zur aktuellen Teichwassertempe-

WASSERSTAND (cm)

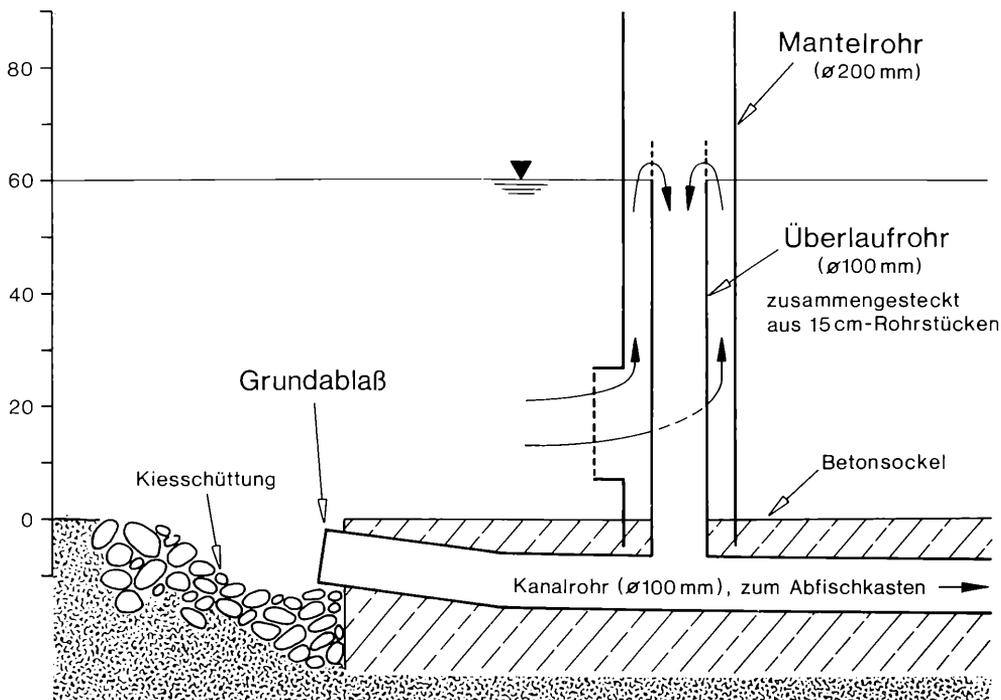


Abbildung 4: Schematischer Schnitt durch einen Doppelrohrmönch

ratur gegeben. Die Handsteuerung ermöglicht freie Wahl von Vorlauftemperatur sowie Drehzahl der Umwälzpumpe. Zur Feinregelung bzw. Absperrung für jeden der aus dem Sekundärkreis parallel angespeisten Heizschlauchkreise dient ein entsprechendes Ventil am Vorlauf.

Die Regelung des Primärkreises bzw. die Wärmeabgabe aus dem Kessel erfolgt ebenfalls mittels Temperaturdifferenzen. Als Heizquelle mit kurzen Betriebsanfahrts- und -schaltzeiten dient eine mit Holzhackschnitzel (HHS) betriebene Vorofenfeuerung. Die Feuerungsanlage besteht aus HHS-Vorratsbehälter (mit Trocknung), Zwischenlagerbehälter, Ausbringungsschnecken und Antriebsaggregaten, Rückbrandsicherung (Sprinkleranlage), Vorofen mit Verbrennungsluftgebläse (»Stoker-Prinzip«) und Verbindungskanal zum Kessel (Gashals). Entsprechende Steuerungseinrichtungen erlauben einen vollautomatischen, wärmeverbrauchsabhängigen Betrieb.

Kostenmäßig ist HHS sehr günstig zu bewerten, wenn Bergungs- und Transportaufwand niedrig sind. Holzhackschnitzel sind aus Abfallprodukten z. B. von Forstbetrieben (Schlagabraum) und Sägewerken zu gewinnen. Die ggf. erforderliche Zerkleinerung erfolgt maschinell mittels Anbautrommelhacker (an Schlepperzapfwelle) mit hoher Schlagkraft.

Außer dem Zweck der Beheizung von Aufzuchtteichen dient die Wärmeversorgung der Raumbeheizung (Bruthaus, etc.) sowie der Brauchwasserbereitung. Die max. Heizkesselleistung beträgt 80.000 kcal/h. Die Vorlauftemperatur im Kesselkreis beträgt bei Bedarf bis zu 90°C, im Sekundärkreis bis zu 70°C.

3.2 *Vorstrecken von Karpfenbrut in Warmwasserkleinteichen: Betriebssystem*

Die Vorbereitung der Warmwasserkleinteiche beginnt etwa 10 bis 14 Tage vor Einsetzen der K_0 . Während dieser Zeit erfolgt die Aufwärmung des eingestauten Wassers sowie der Aufbau einer geeigneten Nährtierpopulation. Um den höchstmöglichen Effekt aller aufzuchtrelevanten Umweltfaktoren zu erzielen, sollte der Beginn der Vorbereitungsmaßnahmen auf den voraussichtlichen Brutbesatztermin genau abgestimmt sein.

Über die Höhe der Besatzdichte entscheidet das Zooplanktonaufkommen; als Richtwert kann von 1000 K_0/m^2 ausgegangen werden. Die Umstellung der Brut auf Trockenfutterernährung erfolgt so früh wie möglich (anbieten und beobachten!), die ausschließliche Zooplanktonernährung sollte nicht länger als 5 bis 8 Vorstrecktage andauern.

Zum Vorstrecken in Warmwasserkleinteichen genügen 25 bis 30 Tage. Stückmassen von 0,3 bis 1,0 g reichen zum Übersetzen ins Freiland aus. Für eine zügige und problemlose Abfischung ist diese Größe ebenfalls ideal.

Der Termin, zu welchem die vorgestreckte Karpfenbrut verfügbar sein soll, ist der einzig ausschlaggebende Faktor für die zeitliche Abstimmung aller vorhergehenden Produktionsschritte. Durch Zurückrechnen ergeben sich dann die Termine für den Besatz und entsprechend für den Beginn der Vorbereitungsarbeiten. Wird die Karpfenbrut im betriebseigenen Warmwasserbruthaus gewonnen – wie in unserem Fall –, sind die Einzelschritte natürlich terminmäßig aufeinander abzustimmen. Ein vollständiger Organisationskalender, wie er sich in Verbindung mit eigener Brutgewinnung als vorteilhaft erwies, wird unter Pkt. 3.3 vorgestellt.

3.2.1 *Schaffung optimaler Vorstreckbedingungen in Warmwasserkleinteichen*

Das Management betrifft im einzelnen Temperaturregime (s. 3.2.2) und Wasserqualität. Hinsichtlich der Wasserqualität ist doppeltem Anspruch zu genügen: Erzielung hoher natürlicher Produktionsraten (»hohe Fruchtbarkeit«) einerseits und günstiger abiotischer Lebensbedingungen für die Karpfenbrut und Fischnährtiere andererseits. Erstgenanntes ist durch angepaßte Kalkung und Düngung zu erzielen, zweites mittels regelmäßiger Meßkontrollen für eine Reihe von Parametern ständig zu prüfen, um ggf. rechtzeitiges Eingreifen zu ermöglichen (s. 3.2.5).

Das Bewirtschaftungskonzept für die Warmwasserkleinteiche bis Einsetzen der Karpfenbrut (K_0) umfaßt der Reihe nach folgende Schritte:

- Desinfektion des trockenliegenden Teichbodens (Branntkalk in Wasser zu Kalkmilch aufgerührt, mit Gießkanne ausgebracht). Aufwandmenge s. Tab. 4;
- oberflächige Einarbeitung der eingetrockneten Kalkkruste, dabei Lockerung der Bodenkrume;
- Ausbringung (Schütten) von Bodenkalk (kohlen-saurem Kalk), s. Tab. 4, auf den noch trockenen Boden (wirksame Melioration, besonders auf Urgesteinsböden); Verlegung der vormontierten Heizschlauchrohre (Füllen, Entlüften und Prüfung auf Dichtheit erfolgen im Anschluß);
- Bespannung der Warmwasserkleinteiche. Das Wasser wird einem fischleeren Reservoirteich entnommen. (Aufgrund unzureichenden geodätischen Gefälles der stationären Zuleitung zur Versuchsanlage wurden die Teiche mittels Tauchpumpe und einer über Land geführten, flexiblen Druckleitung bespannt. Diese Vorrichtung eignete sich auch zur gezielten Entnahme aus einer beliebigen Reservoirtiefe). Abbildung 5 zeigt das Einleiten des gepumpten Spannungswassers in einen Warmwasserkleinteich;
- Einschaltung der Teichbeheizung (s. 3.2.2);
- Ausbringung von organischem Dünger, ev. auch von Superphosphat sowie weitere Gaben von kohlen-saurem Kalk. Die aufgewandten Mengen und Teilgaben sind in Tabelle 4 angegeben;

– Kurzzeitige Inbetriebnahme der Belüftungseinrichtung fördert die Verteilung der über die Wasseroberfläche eingebrachten Dünger- bzw. Kalkgaben.

Die Initialzündung für das erforderliche Zooplanktonaufkommen erfolgt über die mit dem Bespannungswasser verfrachteten Organismen, in älteren Warmwasserkleinteichen zusätzlich noch über die am Boden befindlichen Dauerstadien.

Tabelle 4: **Kalkung und Düngung von Warmwasserkleinteichen**

Aufwandmenge je 100 m² Teichfläche. Angaben in Klammern: nur bei Bedarf erforderlich

	Gesamt	Aufteilung		Anmerkungen:	
		Boden	Wasser		
			1. Teilgabe	2. Teilgabe	
Branntkalk (CaO)	10 kg	10 kg	—	—	als Kalkmilch
Kohlensaurer Kalk (CaCO ₃)	30 kg (40 kg)	20 kg	10 kg	(10 kg)	SBV bestimmen
Hühnermist	5-10 kg	—	5 kg	0-5 kg	getrocknet oder kompostiert
Superphosphat	(0,3 kg)	—	(0,3 kg)	—	wenn N/P-Verhältnis weit (Analyse)

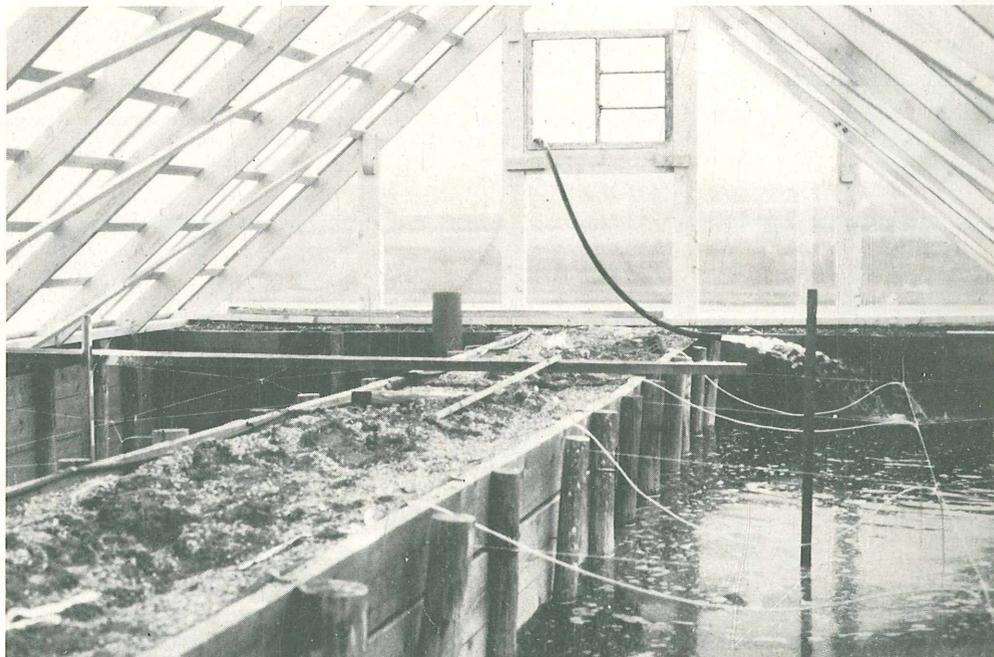


Abbildung 5: Einleitung von gepumptem Bespannungswasser (unter Druck) in einen Warmwasserkleinteich. Zu Beginn der Bespannung ist eine Prallfläche erforderlich, z. B. ein schräg zum Wasserstrahl aufgestellter Gitterrost, der bei höherem Wasserstand wieder entfernt werden kann. Ohne diesen Schutz käme es durch die Fugen des Wandverbaues zu Hinterspülungen bzw. zu tiefen Mulden am Boden.

3.2.2 Temperaturregime in Warmwasserkleinteichen

Die Aufwärmung des eingestauten Wassers erfolgt unmittelbar nach Beendigung der Bespannung. Der Temperaturanstieg soll anfänglich, unter Vermeidung sprunghafter Änderungen, einen sehr flachen Verlauf nehmen. Solange die Temperatur noch unter 14°C liegt, beträgt die Steigerung pro Tag etwa 1°C, bei höherer Wassertemperatur kann der tägliche Anstieg 1,5–2°C betragen. Die Steuerung der Aufwärmung erfolgt über die Vorlauftemperatur im Heizkreis.

Die Soll-Temperatur bei Einsetzen der Brut beträgt 20–22°C; das ist der gleiche Wert, bei dem die Erbrütung und Hälterung der Larven bis Freischwimmen bzw. Freßbeginn im Bruthaus erfolgte.

Wird die K_0 -Brut in ein kälteres System, also in einen noch nicht genügend aufgewärmten Teich, übersetzt, sind hohe Verluste nicht auszuschließen. Als Notmaßnahme kommt, tritt dieser Fall ein, nichts anderes als bedächtiges »Herabtemperieren« in Frage, was jedoch keine echte (= physiologische) Adaptierung darstellt. Der Überwechsel in ein um 0,5–1°C höher temperiertes Medium wird von der Brut offenbar besser vertragen.

Die Aufwärmung der Vorstreckteiche wird auch nach Besetzen fortgeführt, bis die Wassertemperatur etwa 27°C beträgt. Diese Temperatur stellt hinsichtlich der Wachstumsgeschwindigkeit für Karpfenbrut den Optimalwert dar. Steigert man die Temperatur um max. 1°C pro Tag, wird das Wärmeoptimum gegen Ende der ersten Vorstreckwoche erreicht. Negative Auswirkungen, bedingt durch den zweiten Aufwärmabschnitt, konnten quantitativ weder bei der Karpfenbrut noch am Zooplanktonaufkommen festgestellt werden (ein sehr wohl beobachteter Rückgang der Abundanzen bei Rotatorien wurde durch erheblich stärkeres Crustaceenaufkommen stets gänzlich kompensiert, vgl. 4.2). Bis ca. 3 bis 5 Tage vor Abfischungstermin wird die Vorstrecktemperatur auf konstant 27°C gehalten. Zur Gewöhnung der vorgestreckten Brut an die Freilandtemperaturen wird die Teichheizung abgeschaltet.

Leichtes Aufquirlen der Wasseroberfläche mittels Belüftungsbetriebs beseitigt den Temperaturgradienten, welcher sich als Folge des Treibhauseffektes bei starker Einstrahlung im Teich aufbaut (während der Beheizung kommt es im Teich nur dann zu einer Schichtung, wenn die Einstrahlung die ruhige Wasseroberfläche über den Sollwert hinaus auf-

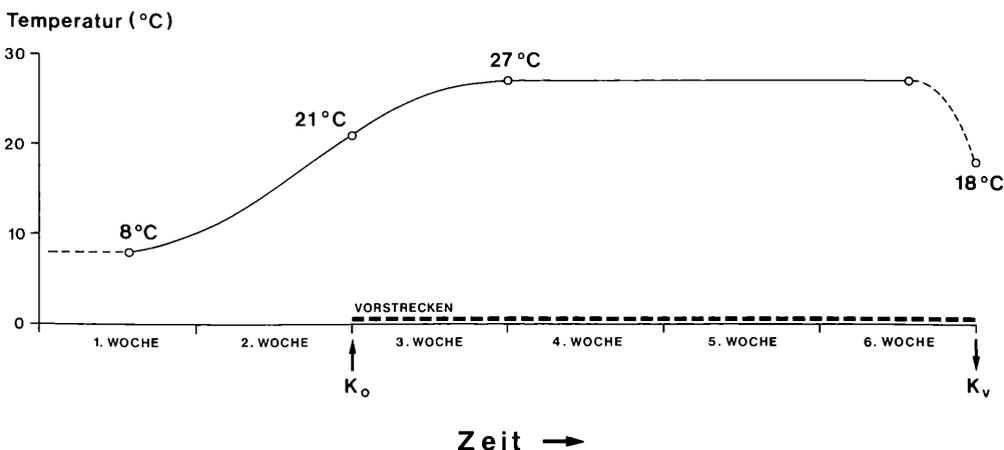


Abbildung 6: Temperaturschema bei 4wöchiger Vorstreckperiode in Warmwasserkleinteichen. Die Bespannung erfolgt bis Mitte der ersten Betriebswoche, die Karpfenbrut (K_0) wird zu Beginn der dritten Woche bei einer Wassertemperatur von 21°C eingesetzt. Der durchgezogene Teil der Temperaturkurve bezeichnet den Betriebsabschnitt mit, die gestrichelten Teile die Abschnitte ohne Beheizung.

heizt; ansonsten überwiegen Konvektionsströmungen – vom Teichboden ausgehend – und damit völlig homotherme Verhältnisse). Die Abkühlungsgeschwindigkeit schwankt zwischen 2 und 4°C pro Tag (vgl. auch 3.2.4).

Abbildung 6 zeigt den idealen Verlauf einer Temperaturkurve, wie sie unter den besprochenen Maßgaben anzustreben ist. Die Abbildung gibt ferner zu erkennen, daß für eine 4wöchige Vorstreckperiode eine 5½- bis 6wöchige Gesamtbetriebsdauer der Warmwasserkleinteicheinrichtung im Rahmen einer Vorstreckumtriebsperiode erforderlich ist. Die insgesamt 5 Wochen dauernde Heizperiode gliedert sich in eine 2½ wöchige Aufwärmphase und in einen gleich langen Abschnitt bei konstant einzuhaltender Optimaltemperatur.

3.2.3 Ernährung und Fütterung der Karpfenbrut in Warmwasserkleinteichen

Während der ersten Lebensstage im Warmwasserkleinteich ernährt sich die Karpfenbrut von Zooplankton. Das Anfangswachstum der Brut geht in dieser Zeit zügig voran. Damit ein kontinuierliches Nahrungsangebot gesichert bleibt, darf nicht bis zum Rückgang der vermehrungsfähigen Planktonbiomasse abgewartet werden, ehe auf eine andere Futterquelle gewechselt wird. Der Zeitpunkt, zu dem die Karpfenbrut im Teich zu ziehen beginnt, ist der allerspäteste Hinweis auf eine rapide Nährtierabnahme.

Nach der Verwertung des Zooplanktons stellt ein handelsübliches Trockenfuttermittel die Ernährungsbasis dar. Die Erfahrungen zeigten, daß die Umstellung der Brut bei mittleren Stückmassen zwischen 15 und 20 mg (ca. 12–13 mm Länge) relativ rasch erfolgt. Als erstes Trockenfuttermittel eignet sich Forellenbrutfutter (mit 48–50% Rohprotein) der feinsten Granulatgröße (Durchmesser ab 0,2–0,3 mm; je nach Hersteller als

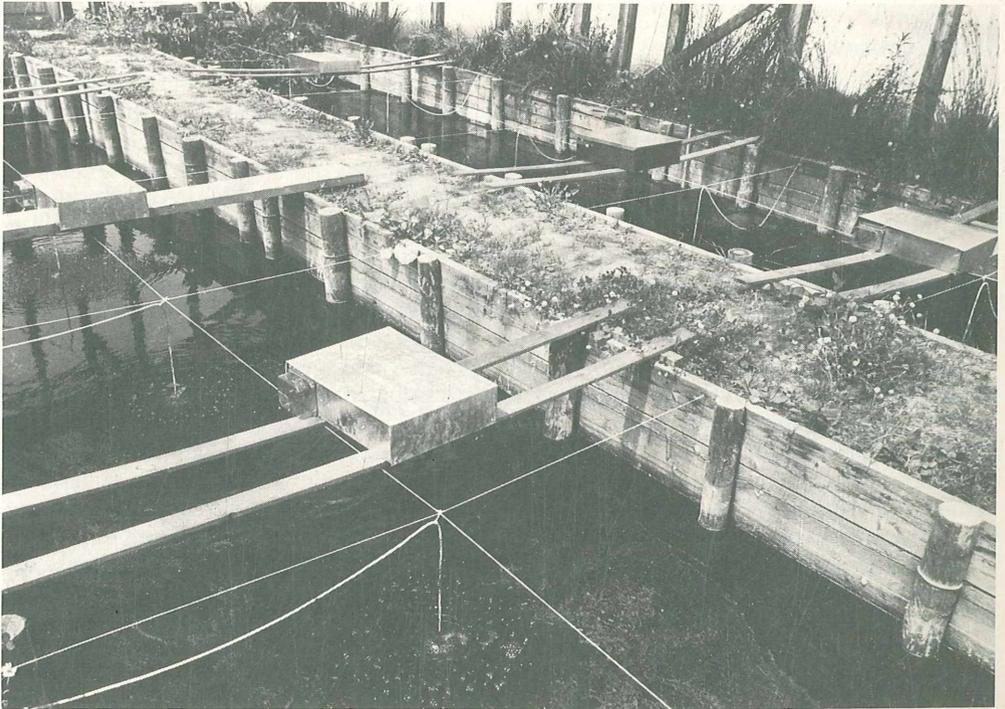


Abbildung 7: Mittels Bandfutterautomaten (mit Uhrwerkantrieb) erfolgt die kontinuierliche Futterzuteilung. Das Wasser wird gleichzeitig mit geringer Intensität belüftet.

Größe »00« oder »0« bezeichnet). Siebung ist nicht erforderlich. Die ersten Futtergaben erfolgen von Hand breitwürfig über die Wasseroberfläche, alle weiteren von festen Futterstellen aus. Als Futterspender erwiesen sich Bandfutterautomaten besonders geeignet. Pro Warmwasserkleinteich (25 m²) wurden drei oder vier Futterautomaten über der Teichmitte plaziert (s. Abb. 7). Die Fütterungsintensität liegt zwischen 5 und 10% der Besatzmasse (eingesetzte Stückzahl x aktuelle mittlere Stückmasse), die tägliche Fütterungszeit erstreckt sich über 10 bis 15 Stunden.

Aufgrund der hohen Luftfeuchtigkeit ist es ratsam, die Futterspur nicht breit, sondern angehäufelt aufzulegen. Die Transportbänder müssen alle zwei Tage gereinigt werden. Die Futterdosierung erfolgt zwar im Überschuß, doch sollten visuelle Kontrollen zur genauen Bemessung erfolgen. Auch das Zooplankton kann zeitweise wieder eine gewisse Rolle spielen; insbesondere, wenn es sich unbehelligt vom Freßdruck der Brut regenerieren konnte. Folglich sollte der Beitrag des Zooplanktons auch in der Phase der Trockenfütterernährung nicht gänzlich unbeachtet bleiben.

Mit dem Heranwachsen der Karpfenbrut erfolgt eine entsprechende Steigerung in den verabreichten Futtergranulatgrößen; bei unklaren Verhältnissen werden übergangsweise verschiedene Größen gemengt. Bei der Wahl der Anschlußfuttermittel bleibt man am besten im Programm eines Herstellers.

Zwei Tage vor Abfischungstermin wird die Fütterung eingestellt, um stoffwechselbedingten Streß auszuschließen.

Eine kurzzeitige Rücknahme der Fütterungsintensität bzw. vorübergehende Fütterungseinstellung ist erforderlich, wenn hohe Ammoniumgehalte im Wasser festgestellt werden (Gefahr der Kiemennekrose) oder der Sauerstoffgehalt im Tagesmittel unter 35–40% des Sättigungswertes absinkt.

3.2.4 Technische Belüftung und Wasserqualität

Als Nachteil bezüglich ausreichenden atmosphärischen Sauerstoffeintrages erweist sich die windgeschützte Abdeckung der Warmwasserkleinteiche. Der Sauerstoffbedarf muß daher aus anderer Quelle gedeckt werden. Nur bedingt geeignet ist hierfür die Primärproduktion, da diese im Gegenzug einer tagsüber hohen O₂-Freisetzung einen entsprechend großen nächtlichen Respirationsbedarf stellt. Eine Zunahme der Algenbiomasse hebt einerseits das O₂-Niveau im Tagesmittel an, bedingt aber durch starke Amplitudenschwankungen Sauerstoffmangel während der frühen Morgenstunden und Übersättigung am Nachmittag. Schwankungen dieses Ausmaßes müssen für die Brut bereits als Stressor gelten. Es ist daher zweckmäßig, die Düngung maßvoll vorzunehmen (algenfiltrierende Zooplankter, insbesondere Cladoceren, stellen unter diesem Aspekt eine sehr wichtige Organismengruppe im Warmwasserkleinteich dar). Der Eintrag von Sauerstoff ist am sichersten über eine ständig leicht bewegte Wasseroberfläche zu erreichen. Dabei wird nicht nur die Kontaktfläche Luft – Wasser vergrößert, sondern auch die Bildung einer Kahmhaut (als Diffusionssperre) unterbunden. Die Einstellung der Belüftungsintensität muß vor allem während der ersten Aufzuchtstage nach Augenmaß erfolgen: Turbulenzen, durch aufsprudelnde Luft verursacht, gefährden nämlich Zooplankton (Cladoceren werden aufgetrieben) und Karpfenbrut erheblich.

Eine gewisse Verschlechterung der Wasserqualität und damit Sauerstoffzehrung kennzeichnet den Abschnitt der Brutaufzucht nach Umstellung auf Trockenfütterernährung. Bisher ausreichende Maßnahmen (leichte Belüftung der Wasseroberfläche, Ausgleich der Wasserverluste durch Frischwasserzufuhr) müssen nun durch wirkungsvollere ersetzt werden. Intensive Belüftung fördert vor allem den aeroben Abbau und senkt die Belastung des Wassers mit Ammonium bzw. Ammoniak. Über den Frischwasserzufluß kann die Qualität auf zweierlei Wege verbessert werden: durch Verdünnung oder durch Austausch. Der Verdünnungseffekt besitzt freilich nur begrenzte Wirkung, da der

Wasserstand um maximal 15 cm (rund 25 %) erhöht werden kann. Bei Wasseraustausch fließt ein der zugesetzten Wassermenge entsprechendes Volumen ab. Fließen dem Warmwasserkleinteich aus der stationären Zuleitung z. B. 8 l/min. zu, dann errechnet sich bei Einstauhöhe von 60 cm eine theoretische Erneuerungszeit des Wassers von rund 31 Stunden. Da das zufließende Wasser eine niedrigere Temperatur als das eingestaute Wasser besitzt, unterschichtet es den Wasserkörper, würde also in einem Modell nur älteres und daher belastetes Wasser verdrängen. Die Maßnahme der Durchflußentsorgung ist jedoch auf einen Heizenergiebedarf angewiesen, der die kalorische Leistung während der Aufwärmphase um ein Mehrfaches übertrifft. Beträgt die zu überbrückende Temperaturdifferenz z. B. 10°C, so ist bei 8 l/min. Durchfluß der 5,13fache Energiebedarf aufzubringen im Vergleich zum nicht durchflossenen Teich, dessen Temperatur um 1,5°C pro Tag erhöht wird.

Meist wird ein Wasserdurchsatz in dieser Menge nicht erforderlich sein. Höherer Frischwasserzufluß (Durchfluß) kann gegen Ende der Vorstreckperiode zur Herabtemperierung des Karpfenbesatzes auf Freilandwassertemperaturen angewandt werden (vgl. 3.2.2).

3.2.5 Begleitende Maßnahmen

Die gezielte Überwachung wichtiger chemischer und physikalischer Parameter stellt für das Management von Warmwasserkleinteichen ein wesentliches Anliegen dar, was aufgrund des intensiven Stoffwechselgeschehens verständlich ist. Die Meßbefunde sollen als wichtige Entscheidungshilfe dienen und vor allem aus ihrer Tendenz heraus sprechen; dies bedingt jedoch eine dichte Meßfolge.

Routinemäßig werden folgende sechs Parameter erfaßt:

- Temperatur
- gelöster Sauerstoff
- pH-Wert
- Säurebindungsvermögen (SBV)
- Ammonium/Ammoniak
- Nitrit

In der Auflistung handelt es sich um die gleichen Parameter, deren Rolle in der Teichwirtschaft ohnedies geläufig ist und deren größenordnungsmäßige Bestimmung meist in Form von Schnelltests erfolgt.

In Warmwasserkleinteichen sind die notwendigen Meßintervalle viel kürzer als im träge reagierenden, kühlen Freilandteich. Mehrmals täglich sind Temperatur, z. T. auch Sauerstoffgehalt zu messen. Wird dies bei der Geräteauswahl berücksichtigt, wird man sich für leicht zu handhabende und vor allem schnell einsatzbereite Geräte entscheiden (Digitalthermometer, Sauerstoffmeßgerät). Die pH-Messung erfolgt ebenfalls elektrometrisch. Für die Durchführung der übrigen Bestimmungen reichen, insbesondere in Hinblick auf Genauigkeit usw., halbquantitative Analysensysteme (Aquaquant, Mikroquant) vollkommen aus.

Auch auf die genaue Ermittlung des Zooplanktons kann nicht verzichtet werden. Die Untersuchung erfolgt mindestens zweimal: das erste Mal einige Tage vor Einsetzen der Brut und unmittelbar vor Besetzen ein weiteres Mal. Auswertung und Interpretation sollten jedoch in der Hand des Fachberaters oder eines sachkundigen Mitarbeiters liegen.

3.3 Zeitschema

Im Hinblick auf die Koordination der Termine für Brutgewinnung und Teichvorbereitung (s. 3.2) sowie unter dem Aspekt kostenbewußter Energiebewirtschaftung bewährte sich zur Brutvorstreckung in Warmwasserkleinteichen ein Zeitschema, wie es in Tabelle 5 kalendermäßig ausgeführt wird.

Tabelle 5: **Bewirtschaftungskalender zum Vorstrecken von Karpfenbrut in Warmwasserkleinteichen** (unter Berücksichtigung des Terminplans bei eigener K₀-Gewinnung im Warmwasserbruthaus)

WARMWASSERBRUTHAUS		WARMWASSERKLEINTEICHE			
Temperatur ° C					
VORBEREITUNGSTAGE	1.	<i>(Laichkarpfen seit ca. 5 Wochen vorgewärmt)</i>	(trockener Teichboden) Kalken (s. 3.2.1)		
	2.		Bodenbearbeitung (s. 3.2.1)		
	3.		9	Bespannen u. Aufwärmen (s. 3.2.1; 3.2.2)	
	4.		10	Düngung/Kalkung, 1. Teilgabe (s. Tab. 4)	
	5.		11		
	6.	Ablaichen, Zugerglaserbrütung	20–22	12	
	7.	Zugerglaserbrütung	20–22	13	
	8.	Zugerglaserbrütung	20–22	14–15	Z
	9.	Schlüpfbeginn	20–22	16–17	
	10.	<i>(Brut im Dottersackstadium)</i>	20–22	18–19	Düngung, 2. Teilgabe (s. Tab. 4); (Z)
	11.	<i>(Brut im Dottersackstadium)</i>	20–22	19–20	
	12.	<i>(Brut beginnt frei zu schwimmen)</i>	20–22	20–21	Kalkung, 2. Teilgabe (s. Tab. 4); Z
AUSSETZEN DER FRESSFÄHIGEN K ₀		20–22	EINSETZEN DER FRESSFÄHIGEN K ₀		
AUFZUCHTTAGE		1.	21–23	(Planktonernährung)	
		2.	23–24	(Planktonernährung)	
		3.	24–25	(Planktonernährung)	
		4.	25–26	(Planktonernährung)	
		5.	26–27	(Planktonernährung)	
		6.	27	Umstellung auf Trockenfutter	
		7.	27	Trockenfutter	
		8.	27	Trockenfutter	
		9.	27	Trockenfutter	
		10.	27	Trockenfutter	
		11.	27	Trockenfutter	
		12.	27	Trockenfutter	
		13.	27	Trockenfutter	
		14.	27	Trockenfutter	
		15.	27	Trockenfutter	
		16.	27	Trockenfutter	
		17.	27	Trockenfutter	
		18.	27	Trockenfutter	
		19.	27	Trockenfutter	
		20.	27	Trockenfutter	
		21.	27	Trockenfutter	
		22.	27	Trockenfutter	
		23.	27	Trockenfutter	
		24.	27	Trockenfutter; Heruntertemperierung (Heizung aus; s. 3.2.2)	
		25.	24	Trockenfutter; Heruntertemperierung	
		26.	22	Trockenfutter; Heruntertemperierung; Ende der Fütterung	
		27.	20	Trockenfutter; Heruntertemperierung	
		28.	18	Abfischung K _V	

Z = Zooplanktonuntersuchung

4. Ergebnisse und Erfahrungen

4.1 Temperatur und Energiebedarf

Das Temperaturregime (s. 3.2.2) erwies sich trotz verschiedener Außenbedingungen während der Versuchsjahre mit Abweichungen von max. $\pm 1,5^\circ\text{C}$ von Ende März an realisierbar. Damit ist die Voraussetzung einer witterungsunabhängigen Brutaufzucht von wärmetechnischer Seite erfüllt.

Pro 100.000 abgefischte K_v sind für die gesamte Heizperiode ca. 35 m^3 HHS (Fichte) erforderlich. Rechnet man pro m^3 Schüttvolumen ein Gewicht von ca. 245 kg, so ergibt sich daraus ein Holzverbrauch von rund 8,6 t. Diese Menge entspricht dem Heizwert von 2.680 l Heizöl (Ölgleichwert von HHS: 3,2 kg/l).

4.2 Nahrungsökologische Untersuchungen

Das natürliche Nahrungsaufkommen für die Karpfenbrut lag der Biomasse zufolge in den Warmwasserkleinteichen stets über den Werten von Freilandvorstreckteichen.

Im Unterschied zu Freilandteichen tritt in Warmwasserkleinteichen eine Verschiebung zugunsten hoher Crustaceengehalte, insbesondere bei Nauplien und Copepodiden, fast regelmäßig nach 5–10tägiger Aufwärmzeit auf. So stellten in zehn Warmwasserkleinteichen zum Zeitpunkt des Besetzens mit K_0 die Nauplien mit einem Anteil von 50,5% noch vor den Rotatorien mit 31,3% die individuenreichste Gruppe innerhalb des Zooplanktons dar.

Das Nährtieraufkommen zwischen dem zweiten und sechsten Brutvorstrecktag wird in Tabelle 6 wiedergegeben. Die auf die steigende Rotatorienzahl zurückgehende Gesamtzunahme ist offenbar charakteristisch für die Zooplanktondynamik in Warmwasserkleinteichen. Auch bei einer hohen Brutbesatzdichte ($1000 \text{ K}_0/\text{m}^2$) war die Zooplanktonproduktion des Teiches bis zum Zeitpunkt der Umstellung auf Trockenfutter ausreichend.

Eine chemische Zooplanktonregulierung mittels Dipterex erbrachte in Warmwasserkleinteichen keine Vorteile, wie man es aufgrund positiver Erfahrungen in ungarischen Freilandteichen erwartet hatte (vgl. Horvath & Tamas 1981).

Tabelle 6: **Mittlere Dichte (Ind./l) und prozentuale Zusammensetzung des Zooplanktons in Warmwasserkleinteichen nach Besetzen mit K_0**
(Besatzdichte $500\text{--}1000 \text{ K}_0/\text{m}^2$)

	Alter der Karpfenbrut nach Besetzen		
	1,5 d	3,5 d	5,5 d
Rotatorien	163 (21,6%)	432 (46,1%)	635 (61,8%)
Nauplien	526 (69,6%)	420 (44,8%)	374 (36,4%)
Crustaceen (ohne Nauplien)	67 (8,8%)	85 (9,1%)	19 (1,8%)
Gesamt	756 (100,0%)	937 (100,0%)	1028 (100,0%)

4.3 Abfischungsergebnisse

Unter Voraussetzung eines optimalen Wärme- und Nahrungsangebotes zeichnet sich die Massenbrutaufzucht in Warmwasservorstreckteichen durch geringe Stückverluste, hohe Zuwachseleistungen und kurze Vorstreckdauer aus. Gegenüber herkömmlichem Freilandaufzuchtverfahren erzielt man bei 6mal so hoher Flächennutzungsintensität durchschnittlich einen 12,5fachen Mehrertrag (s. Tab. 7).

Tabelle 7: **Vergleich der Abfischungsergebnisse nach Brutvorstreckung.** Durchschnittswerte (gewogene Mittel) aus Warmwasserkleinteichen (n = 4) und Freilandteichen (n = 5; vgl. Tab. 1)

WARMWASSERKLEINTEICHE		FREILANDVORSTRECKTEICHE	
VORSTRECKDAUER	26 Tage	VORSTRECKDAUER	44 Tage
Besatzdichte	750 K ₀ /m ²	Besatzdichte	130 K ₀ /m ²
Stückmasse	0,28 g	Stückmasse	0,78 g
mittl. tägl. Gewichtszunahme	20,9%	mittl. tägl. Gewichtszunahme	14,5%
Überlebensrate	90,0%	Überlebensrate	23,6%
Ertrag	18,7 kg/100 m ²	Ertrag	2,4 kg/100 m ²
Ertragsleistung (pro 28 Tage)	20,2 kg/100 m ²	Ertragsleistung (pro 28 Tage)	1,5 kg/100 m ²

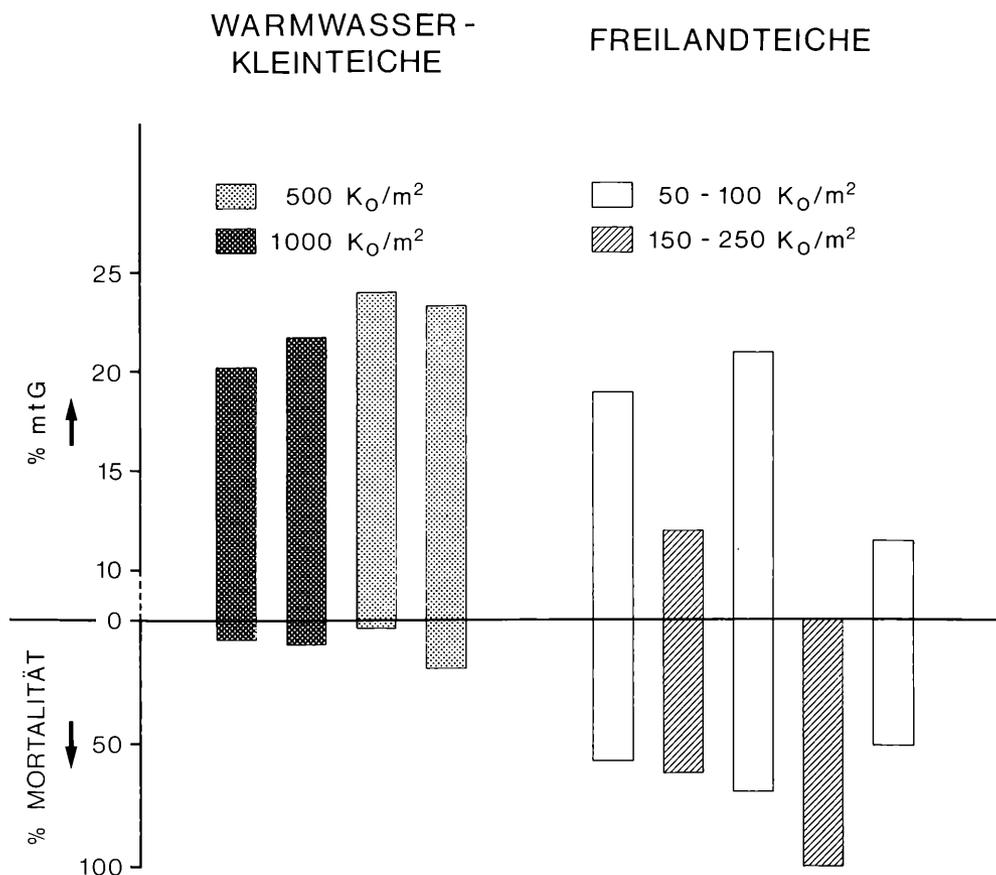


Abbildung 8: Mittlere tägliche Gewichtszunahme (mtG) und Mortalität in Abhängigkeit vom Brutaufzuchtverfahren. Jede Säule stellt das Ergebnis eines Teiches dar.

Wie Abb. 8 zeigt, erweist sich das Warmwasserverfahren in Hinblick auf die Absicherung der K_v -Produktion als äußerst zuverlässig. Die Abweichungen der einzelnen Ergebnisse in den verschiedenen Jahren sowie der Parallelen sind sehr gering. Auf Vergleichsbasis der Variationskoeffizienten* betragen die Schwankungen der Werte für die mittlere tägliche Gewichtszunahme (= mtG) in Warmwasserkleinteichen nur 12%, für die Überlebensrate sogar nur 9% der jeweiligen Abweichungsverhältnisse in Freilandvorstreckteichen.

4.4 Wachstum der Karpfenbrut bis zum Herbst

Durch Anwendung des Warmwasservorstreckverfahrens kann die im Frühjahr in allen Teichen besonders reichlich vorhandene Zooplanktonnahrung um so effektiver verwertet werden, je früher die vorgestreckte Karpfenbrut ins Freiland übersetzt wird.

Bis Herbst erreichen die Karpfen – je nach Fütterungs- und Haltungsbedingungen sowie Temperaturverhältnissen – eine bis zu 8mal höhere Stückmasse als Fische in herkömmlichen Aufzuchtssystemen. Allerdings wurde festgestellt, daß sich der Wachstumsvorsprung in wärmeren Jahren deutlicher zeigt als in kühlen. In Tabelle 8 sind die Zuwachsergebnisse der Karpfenbrut von 1983 – einem Jahr mit relativ warmem Sommer zusammengestellt.

Tabelle 8: **Bedeutung des Vorstreckverfahrens auf den Karpfenbrutzuwachs im ersten Aufzuchtjahr bei gleichartiger Haltungsintensität im Streckteich**

	<i>Vorstreckmethode</i>		Wachstumsvorsprung in %
	Warmwasserkleinteich (Beginn 18. 4.)	Freilandteich (Beginn 6. 6.)	
STRECKTEICH: Besatz am	17. 5.	11. 7.	
MITTL. STÜCKMASSE			
— bei Besetzen (als K_v)	0,55 g	0,94 g	
— am 25. 8.	200 g	24 g	+ 733,3
— am 23. 10.	334 g	41 g	+ 714,6

Um Anfang Mai Besatzgut für Freilandteiche zur Verfügung zu haben, beginnt die Brutaufzucht in Warmwasserkleinteichen Anfang April. Dieser Termin bedeutet im Vergleich zum Freilandbeginn eine Vorverlegung um 6 Wochen. Aufgrund der um etwa 14 Tage kürzeren Vorstreckdauer ergibt sich ein gesamter Zeitgewinn von rund 2 Monaten (s. Tab. 9).

Dieser der Streckperiode (s. Tab. 9) zugute kommende Zeitgewinn beträgt bei vorangegangener Vorstreckung im Warmwasser 61 Tage; die Streckperiode, in welcher der eigentliche Stückzuwachs im ersten Aufzuchtjahr erfolgt, verlängert sich damit also um 77%.

(Da keine Herbstabfischungen – mit Ausnahme 1983 – stattfanden, können über etwaige Überwinterungsverluste keine Zahlenangaben gemacht werden. Eine mittlere Stückmasse von 50 g wurde jedoch in allen Jahren überschritten, daher kann angenommen werden, daß konditionsbedingte Ursachen für Verluste entfallen.)

*) Standardabweichung in Prozent vom Mittelwert

Tabelle 9: **Durchschnittliche Dauer der Wachstumsperiode im ersten Aufzuchtjahr von Karpfenbrut im Waldviertel (Kulturperiode bis 29. 9.)**

	<i>Vorstreckmethode</i>	
	Warmwasserkleinteich	Freilandteich
I. VORSTRECKPERIODE (K_0-K_v)		
Beginn	11. 4.	25. 5.
Ende	7. 5.	8. 7.
Dauer	26 Tage	44 Tage
II. STRECKPERIODE (K_v-K_l) IM FREILANDTEICH		
II. Beginn (= Ende Vorstrecken)	7. 5.	8. 7.
Ende	25. 9.	25. 9.
Dauer	140 Tage	79 Tage

5. Perspektiven

(1) Aufgrund des im ersten Aufzuchtjahr erzielten Wachstums – 1983 wurde immerhin fast die Stückmasse zweisömrriger Karpfen erreicht – wirkt sich der Vorsprung vor gleichaltrigen Karpfen auch im zweiten und dritten Jahr entsprechend aus. Besatzgut aus dem früh vorgestreckten Brutbestand (s. 4.4) wuchs im zweiten Aufzuchtjahr auf eine mittlere Stückmasse von 1.345 g ab. Wenngleich Karpfen dieser Größe auch in Österreich nicht über den Großhandel absatzfähig sind, so gehen in anderen Ländern Karpfen dieser Stückmasse bereits als Konsumware in den Handel. Auf dem österreichischen Markt werden Karpfen über 1,8 kg bevorzugt aufgenommen. Hohe Anteile untergewichtiger Fische (weniger als 1,6 kg) bringen dem Erzeuger beträchtliche Preisabzüge. Im Waldviertel ist das oft Grund genug, Karpfen ein weiteres Jahr im Abwachsteich zu belassen, um aufgrund der natürlichen Sortierung den Marktanforderungen besser zu entsprechen. Ist das Fischmaterial jedoch im zweiten Aufzuchtjahr schon so schwer wie ein leichter Dreijähriger, erspart dies mit Sicherheit das vormals oft benötigte vierte Umtriebsjahr; der Erzeuger erzielt bereits im dritten Aufzuchtjahr den vollen Preis für die gesamte Speisekarpfenernte.

(2) Die Diskussion über die Wirtschaftlichkeit des hier vorgestellten Brutaufzuchtverfahrens ist nicht allein über die Energiekosten, sondern auch über die Anlageninvestition zu führen: Ist die Nutzung der Warmwasserkleinteiche auf die einmalige Produktion nämlich des eigenen K_v -Bedarfs im Frühjahr ausgerichtet, entfällt die Belastung der jährlichen Abschreibungskosten in voller Höhe auf das Erzeugnis und kann mit zwei- bis dreijähriger Verspätung erst über die Einnahmen aus Speisekarpfenverkäufen refundiert werden. Bei mehreren aufeinanderfolgenden Vorstreckproduktionen, in denen sowohl Besatzgut zum Verkauf wie für den Eigenbedarf gewonnen wird, teilen sich die Investitionskosten auf – der Kostenanteil pro Fisch sinkt.

Vorstreckung von Karpfenbrut läßt sich, beizeitigem Beginn, in zwei aufeinanderfolgenden »Wellen« durchführen, wobei eine der beiden Ernten verkauft wird; z. B.

1. Welle: Anfang März bis Mitte April; K_v werden auf dem europäischen Markt als »Frühimport« angeboten;

2. Welle: Mitte April bis Mitte/Ende Mai; K_v für Eigenbesatz

Den eigenen Bedarf erst aus der zweiten Welle zu beziehen bringt den Vorteil, daß der Abfischungstermin hinsichtlich Brutgröße und Außenwitterung flexibel bestimmt werden kann.

Im Anschluß an die Karpfenaufzucht besteht die Möglichkeit, die Warmwasserkleinteiche zum Vorstrecken anderer Fischarten weiterzuverwenden.

Positive Erfahrungen wurden in der Anlage in Ratschenhof beispielsweise bei der Aufzucht von Schleienbrut gewonnen; auch Welsbrut ließ sich mit gutem Erfolg in Warmwasserkleinteichen vorstrecken.

Unter den Cypriniden, die man im Anschluß an Karpfen im Warmwasser vorstrecken kann, sind außer Schleie aufgrund ähnlicher Haltungsansprüche auch die Pflanzenfresser (Amur, Tolstolob) sowie die Goldorfe zu erwähnen. Denkbar erscheint auch, Besatzgut im Rahmen von Artenschutzprogrammen aufzuziehen.

Inwiefern sich Erfahrungen vom Karpfen auf andere Fischarten übertragen lassen, hängt vom Nahrungsanspruch, vor allem von der frühzeitigen Umstellung von Lebendfutter auf Trockenfutter ab; das ist im Einzelfall zu prüfen.

Was die Kombination bzw. Auswahl verschiedener Fischarten betrifft, werden letztendlich die Marktverhältnisse entscheiden; Möglichkeiten aufgrund des Warmwasservorstreckverfahrens bestehen jedoch – wie gezeigt wurde – in vielfältiger Weise.

Im Vordergrund sämtlicher Ausführungen stand das Verfahren selbst – quasi als das Resümee zahlreicher Versuchsabschnitte. Auf die Wiedergabe der Varianten und ihrer Ergebnisse im einzelnen mußte an dieser Stelle daher verzichtet werden. Detaillierergebnisse können jedoch dem Abschlußbericht und anderen bisher erschienenen Arbeiten entnommen werden (Jungwirth & Rehahn 1983, Rehahn 1984; Rehahn 1985).

6. Zusammenfassung

Vorstrecken von Karpfenbrut in klimatischen Grenzertragsregionen ist durch ein hohes Risiko hinsichtlich Überlebensrate und Stückzuwachs gekennzeichnet. Absicherung der Brutaufzucht kann nur unter Einsatz von Warmwassertechnologie wirksam vorgenommen werden.

Ein in die Teichwirtschaft integrierbares und kostengünstiges Massenaufzuchtverfahren für Brut von Karpfen und anderen Fischarten wird vorgestellt: Beheizbare, ca. 25 m² große Teiche unter Glas werden im zeitigen Frühjahr mit freßfähiger Fischbrut (aus künstlicher Vermehrung) besetzt. Für Karpfen beträgt die Dichte bis zu 1.000 K₀/m². Zum Besatzzeitpunkt beträgt die Temperatur des eingestauten Wassers 20–22 °C; im Verlauf der Brutaufzucht wird die Temperatur auf 27 °C gesteigert.

Das natürliche Zooplanktonaufkommen in den beheizten Teichen bildet die alleinige Erstnahrung der Brut. Nach 5–8 Aufzuchttagen erfolgt die Umstellung auf Trockenfüttermittel (Forellenfutter).

Nach einer 26tägigen Aufzuchtperiode erreichte die Karpfenbrut im Rahmen der Vorstreckversuche bereits eine mittlere Stückmasse von 0,3 g. In der Höhe der Überlebensrate (80–95 %) und in der Ertragsfähigkeit (bis 27,2 kg/100 m² nach 4 Wochen) unterscheidet sich die Warmwasserkleinteich-Methode von herkömmlichen Vorstreckverfahren deutlich.

Unter den Bedingungen des Waldviertels (Niederösterreich) kann die Karpfenbrut aufzucht im Durchschnitt um 6 Wochen früher beginnen. Schnelles Vorstreckwachstum sichert das rechtzeitige Besetzen der Streckteiche ab Anfang Mai; im Frühling und Frühsommer reichlich vorhandene Naturnahrung in Freilandteichen wird maximal verwertet.

Durch frühzeitigen Vorstreckbeginn in Warmwasserkleinteichen steht eine um 61 Tage (= 77 %) längere Wachstumsperiode im Freiland-Streckteich zur Verfügung. Es konnte nachgewiesen werden, daß die Karpfenbrut im ersten Aufzuchtjahr – auch unter weniger günstigen klimatischen Voraussetzungen – auf ein Mehrfaches ihrer sonst erreichten Stückmasse abwächst (Versuch 1983: Ø 334 g anstelle 41 g bei herkömmlicher Vorstreckung). Am Ende des zweiten Aufzuchtjahres konnten bereits kleine Speisefische

mit über 1,3 kg Stückmasse abgefischt werden. Bei dreijährigem Umtrieb erreicht man nicht nur hohe Hektarerträge, sondern sichert damit auch die zum erfolgreichen Absatz auf dem österreichischen Speisefischmarkt erforderliche Größensortierung mit Stückmassen von mind. 1,8 kg.

Summary

Preliminary experiences in an indoor warm water pond system for rearing fry of common carp (Cyprinus carpio L.) and other cyprinids.

Under extreme climatic conditions the carp production in particular rearing larvae to resistant fingerlings is characterized by many risks. For overcoming main effects of inappropriate weather conditions a reliable method for mass rearing is needed.

Mainly accommodated to low costs a warm water rearing system for most feasible growth and survival of carp fry is developed and tested in practice. This system works as following: At the beginning of spring, water in earthen and glass covered ponds (surface area 25 m²) is warmed up continuously by heated tubes inside. When ponds are stocked with larvae the temperature is 20–22°C; later in optimum, however, the running temperature is 27°C.

For the first days stocked larvae have to nourish only on genuine live organisms (viz. zooplankton). Immediately after a 5–8 days' period larvae utilize dry diets.

The total growth period lasts 25–30 days; 10–14 days are necessary each time to prepare the ponds.

Carp stocking density depends on the supply of live food. Best results can be achieved when stocking density is about 5–10 times higher than in a common system outdoor. In highly stocked experimental ponds the daily growth and survival rate were 21% and 90%, respectively, over a period of 26 days. When fishing these ponds the mean fry weight was about 0.3 g.

In order to extend the system it is profitable to start rearing as early as possible. Under the climatic conditions of the experimental station in Lower Austria small fingerlings can be moved into outdoor ponds in May. According to this date the rearing of larvae in heated nursery ponds must be started early in April. In comparison with a common system outdoor, fish farmer can gain 61 days (77%) of outdoor period by using this procedure in the first rearing year. Because of the longer growth period the average carp weight increased from 41 g (control group) to 334 g in 1983. Furthermore, results of trials demonstrated that total production cycle can be shortened or, when time is unchanged fish come on the market in better conditions.

In short the warm water system proves to be appropriate in mass production of fingerling by controlling almost all naturally repressive rearing factors as well as in granting high individual weight at the end of the year because of a longer period outdoor.

LITERATUR:

- Albrecht, M. L., 1974: Untersuchungen zur Kälteadaptation von Warmwasserkarpfen (*Cyprinus carpio* L.). Z. Binnenfisch. DDR, 21: 103–114.
- Albrecht, M. L., Steffens, W., Schicknick, H., 1977: Versuche zur Aufzucht von Karpfenbrut (*Cyprinus carpio* L.) mit Trockenmischfutter. Z. Binnenfisch. DDR, 24: 331–335.
- Bank, O., 1967: Karpfenzucht und Karpfenfrostung in Venezuela. Allg. Fisch. Z., 92: 377–378.
- Berka, R., Kouřil, J., 1980: K problémům využívání solární energie v chovu ryb (On the problems of utilization of solar energy in fish culture); Orig. in Tschechisch. Bul. VURH Vodňany, 16 (2): 46–48.
- Bryant, P. L., Matty, A. J., 1981: Adaption of carp (*Cyprinus carpio*) larvae to artificial diets. 1. Optimum feeding rate and adaption age for a commercial diet. Aquaculture, 23: 275–286.
- Buschkiel, A. L., 1933: Teichwirtschaftliche Erfahrungen mit Karpfen in den Tropen. Z. Fischerei, 31: 619–644.
- Buschkiel, A. L., 1939: Stoffwechsel im tropischen Teich, fischereibiologisch betrachtet. Arch. Hydrobiol. Suppl. 16: 156.

- Charlon, N., Bergot, P., 1984: Rearing systems for feeding fish larvae on dry diets. Trial with carp (*Cyprinus carpio* L.) larvae. *Aquaculture*, 41: 1-9.
- Dabrowski, K., 1984: Influence of initial weight during the change from live to compound feed on the survival rate and growth of four cyprinids. *Aquaculture*, 40: 27-40.
- Fuhrmann, B., 1982: Untersuchungen über ein energie- und futtersparendes Vorstreckverfahren von Brut des Silberkarpfen (*Hypophthalmichthys molitrix*) in mit Folie abgedeckten Kleinteichen und Becken. *Z. Binnenfisch.* DDR, 29: 136-141.
- Hamáčková, J., Kouřil, J., Macháček, J., 1985: Odkrem raného plůdku kapra startérovými krmivy CSF-A a Start (Feeding of early carp fry with starter feeds (CSF-A and Start); Orig. in Tschechisch. *Bul. VURH Vodňany*, 21 (3): 3-11.
- Hofmann, J., 1967: *Der Teichwirt*. 2. Aufl., 248 S. Hamburg, Berlin: Parey.
- Hogendoorn, H., Huisman, E. A., 1982: Fortpflanzung und Brutaufzucht. In: Bohl, M. (Hrsg.), *Zucht und Produktion von Süßwasserfischen*: 87-119. Frankfurt/M.: DLG-Verlagsunion Agrar.
- Horvath, L., Tamas, G., 1981: Aufzucht und Vorstrecken von Karpfen, Grasfischen und Schleien. In: Tölg, I. (Hrsg.) *Fortschritte in der Teichwirtschaft*: 15-74. Hamburg, Berlin: Parey.
- Huet, M., 1975: *Textbook of Fish Culture. Breeding and Cultivation of Fish*. 2nd ed., 436 pp. West Byfleet, Surrey (UK): Fishing News (Books) Ltd.
- Ivanova, Je., 1980: *Tepliy dlya molodi*. (Orig. in Russisch). *Rybov. i Rybolov*. Heft 2: 6-7.
- Jungwirth, M., Rehahn, T., 1983: *Aquakulturprojekt Stift Zwettl. Neue Methoden zur Aufzucht von Karpfenbrut in folienüberdachten und beheizbaren Kleinteichen*. Wiener Mitteilungen, Sonderband »100 Jahre Kulturtechnik und Wasserwirtschaft«: 245-257.
- Kainz, E., 1974: Fütterungsversuche mit Karpfenbrut (*Cyprinus carpio* L.). *Österr. Fisch.*, 27: 21-34.
- Kainz, E., 1983: Zum Chemismus einiger Karpfenteichzuflüsse in Österreich. *Österr. Fisch*, 36: 156-164.
- Kossmann, H., 1970: Versuch zur Erhöhung der Zuwachsleistung von Karpfen in Teichwirtschaften durch gezielte Bruterzeugung im Warmwasser. 1. Mitteilung: Die Aufzucht von vorgestreckter Karpfenbrut im Warmwasserhaus. *Der Fischwirt*, 20: 255-263.
- Lirski, A., Littak, A., Pietrzak, B., Wozniowski, M., 1978: *Podchów wylegu karpia w stawie pod tunelem foliowym*. (Orig. in Polnisch.) *Gosp. ryb.*, 30 (5): 12-15.
- Planansky, A., 1983: Die österreichische Teichwirtschaft - ihre Entstehung und ihr heutiger Stand. In: *Fischerei einst und jetzt. Kataloge NÖ Landesmuseum, Neue Folge*, 132: 77-85. Wien: Amt d. NÖ Landesregierung, Kulturabteilung.
- Proske, C., 1978: *Sonnenenergie-Nutzung in der Fischerei*. *Der Fischwirt*, 28: 51-53.
- Rehahn, T., 1984: Untersuchungen über den gezielten Einsatz von Warmwasser-Technologie in der Karpfenteichwirtschaft des Waldviertels. *Österreichische Wasserwirtschaft*, 36: 177-186.
- Rehahn, T., 1985: Untersuchungen über den Einsatz einer standortangepaßten Warmwassertechnologie zum Vorstrecken von Karpfen (*Cyprinus carpio* L.) in klimatisch benachteiligten Teichwirtschaftsregionen. In: Jungwirth, M. und Rehahn, T.: *Abschlußbericht zum Aquakulturprojekt Stift Zwettl 1982-1984*. Wien: Bundesmin. f. Wissensch. u. Forsch.
- Rehahn, T., 1986: *Qualitative Aspekte bei der Bewertung von Naturnahrung in der extensiven Karpfenteichwirtschaft*. *Österr. Fisch.*, 39: 105-112.
- Schäperclaus, W., 1961: *Lehrbuch der Teichwirtschaft*, 2. neubearb. Aufl., 582 S. Berlin, Hamburg: Parey.

M. Jungwirth

Intensivierungsmöglichkeiten der Brutaufzucht und Setzlingsproduktion bei der Äsche (*Thymallus thymallus*, L.)

Abstract:

Today hatching of grayling (*Thymallus thymallus* L.) is limited to the few fish-raising establishments which have live zooplankton at their disposal or rear fish extensively in nursery ponds. However, intensive production of fingerlings have failed so far because of the lack of suitable artificial starter diets. In the development of a modern rearing

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichs Fischerei](#)

Jahr/Year: 1986

Band/Volume: [39](#)

Autor(en)/Author(s): Rehahn Th.

Artikel/Article: [Warmwasserkleinteiche - ein neuartiges Verfahren zum Vorstrecken von Karpfen \(*Cyprinus carpio* L.\) und anderen Cypriniden 138-163](#)