

ZEITSCHRIFT FÜR FISCHEREI UND DEREN HILFSWISSENSCHAFTEN
 Herausgeber: Deutsche Demokratische Republik –
 Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin
 Chefredakteur: Professor Dr. Dr. h. c. H. H. Wundsch, Berlin-Friedrichshagen
 Sonderdruck aus Band XV N. F. (1967), Heft 1/2

Aus dem Max-Planck-Institut für Kulturpflanzenzüchtung Hamburg-Volksdorf
 Direktor Prof. Dr. R. v. Sengbusch

R. v. SENGBUSCH, Ch. MESKE, W. SZABLEWSKI und B. LÜHR

**Gewichtszunahme von Karpfen in Kleinstbehältern,
 zugleich ein Beitrag zur Aufklärung des Raumfaktors***

Eingegangen: 27. 4. 1966

Mit 8 Abbildungen und 1 Tabelle

Einleitung

Die Durchführung von züchterischen Arbeiten an Nutzfischen ist in der Teichwirtschaft durch eine Reihe von Faktoren so erschwert, daß eine kontrollierbare Aufzuchtmethode und Halungsweise gefordert werden muß. Die laufende Kontrolle der Zuchtfische ist bei der Teichhaltung nicht gegeben. Es ist beispielsweise bisher nicht möglich gewesen, die Zuwachsleistung von Karpfen exakt festzustellen. Die Individualauslese schnellwüchsiger Exemplare und die Nachkommenprüfung ist unter ständiger Beobachtungsmöglichkeit erheblich besser vorzunehmen als im Naturteich. Die kontrollierbare Entwicklung vom Ei bis zum geschlechtsreifen Fisch ist im Teich nicht durchführbar. Vor allem ist es dort unmöglich, die für die Durchführung von exakten Experimenten unbedingt notwendigen konstanten Umweltbedingungen zu schaffen, da eine Fülle von unkontrollierbaren, schwankenden Faktoren das Leben im Teich beeinflusst.

Um züchterische und physiologische Arbeiten an Karpfen durchführen zu können, bemühten wir uns daher um die Entwicklung einer Methode zur kontrollierbaren Haltung und Aufzucht unter Laboratoriumsbedingungen. Diesem Vorhaben stand zunächst die Erfahrungstatsache entgegen, daß früher in Aquarien gehaltene Karpfen im Wachstum stagnierten und erst nach dem Wiedereinsetzen in natürliche Gewässer Gewichtszunahmen zeigten.

So berichtete bereits HOFFBAUER (1902) über den Versuch, Karpfen in Aquarien heranwachsen zu lassen. Karpfen aus dem Teich wogen ca. 10mal soviel wie gleich lange in Aquarien gehaltene Geschwistertiere. LANGHANS (1928) setzte Karpfen am Ende ihres ersten Sommers in Aquarien, wo sie trotz bester Fütterung nach vier Jahren lediglich 3–22 g wogen. Diese Fische wuchsen dann im Teich in einem halben Jahr auf durchschnittlich 440 g heran, ein Beweis auch dafür, daß die jahrelange „Zurückdrängung des Wachstums, die in diesem Falle durch die ungünstigen Raumverhältnisse des Aquariums hervorgerufen wurde, das Wachstumsvermögen nicht schädlich beeinflusste“ (LANGHANS) (vgl. dazu auch WALTER 1930, MANN 1960). SEILER (1938) konnte nach einer Reihe von Experimenten selbst mit Hilfe einer Wasserklä rung mittels eines Kies-Kohle-Filters nur ein ganz geringfügiges Wachstum von Aquarienkarpfen erzielen. Auch dreijährige Gambusien, die SAMOCH-

* Herrn Prof. Dr. Franz SCHWANITZ zum 60. Geburtstag gewidmet.

WALOWA (1941) in Aquarien aufwachsen ließ, unterschieden sich in Gewicht und Größe kaum von 10 Monate alten Artgenossen, die in Freiheit lebten. In jüngster Zeit berichteten MIACZYNSKI und RUDZINSKI (1961), daß nach mehrjähriger Haltung von Karpfen im Aquarium ohne nennenswertes Wachstum nach dem Aussetzen in Teiche schnelle Gewichtszunahme erfolgte. Gleiches hat SAGER (1963) an Goldfischen (*Carassius carassius auratus*) festgestellt. Nach KRUPAUER (1963) wuchs Karpfenbrut im Aquarium praktisch nicht, denn die Jungfische wogen nach einem halben Jahr durchschnittlich 0,2–0,47 g, gleichaltrige aus dem Teich dagegen 192 g.

Als Ursache dieser offensichtlichen Wachstumshemmung in Aquarien macht man den sog. „Raumfaktorenkomplex“ verantwortlich, dessen eigentlicher Charakter weitgehend unbekannt ist. In erster Linie soll es die Enge des zur Verfügung stehenden Lebensraumes sein, die das Wachsen der Versuchstiere über eine bestimmte Größe hinaus verhindert (GOETSCH 1924, LANGHANS 1928 a, 1928 b, LANGHANS und SCHREITER 1928). WILLER (1928) versucht den Raumfaktorenkomplex näher zu analysieren und teilt ihn auf Grund seiner Versuche mit Forellen in Bruttrögen in „Exkretionsfaktor“, „Auslauffaktor“ und „Intelligenzfaktor“ ein. Schließlich wird zwischen einem absoluten und einem relativen Raumfaktor unterschieden, wobei der absolute durch die Raumgröße der Behälter, der relative durch die ungünstigen Verhältnisse wie Sauerstoffmangel, Futterreste, gegenseitige Beunruhigung usw. in kleinen Behältern bedingt sein soll (LECHLER 1934, SCHÄPERCLAUS 1961).

Im Gegensatz zu diesen Befunden stehen allerdings die Beobachtungen an einigen Raubfischen, wie Hecht und Wels. Das Wachstum von Hechten in Aquarien ist z. B. aus dem Berliner Aquarium bekannt. Genauere Untersuchungen hat SCHOLZ (1932) angestellt, der sehr exakte Fütterungsversuche an Hechten in Aquarien durchführte und die Gewichtszunahmen der Fische genau registrierte. Da es sich bei den Versuchen allerdings nur um Junghechte handelte, betrug die Zunahmen jeweils nur wenige Gramm (vgl. auch WUNDER 1927).

STEFFENS (1961) hat Fütterungsversuche an Zandern in Aquarien durchgeführt und geringe Gewichtszunahmen feststellen können. Es schien bisher so, daß Raubfische eher in Aquarien zunehmen können als Friedfische, „die bei der Haltung in Becken viel von ihrer Wüchsigkeit einbüßen“ (SCHOLZ).

Da nach unserer Ansicht die Reinigung des Wassers eines der Hauptprobleme der Aquarienhaltung darstellt und entscheidenden Einfluß auf das Wachstum von Karpfen in engen Gefäßen hat, hielten wir die Lösung dieser Aufgabe für besonders vordringlich.

Methode

Wir entwickelten daher eine Methode, bei der das Aquarienwasser ständig ab- und zufließt und innerhalb eines geschlossenen Wasserkreislaufes biologisch geklärt wird (v. SENGBUSCH, MESKE und SZABLEWSKI 1965). Die Fische, in unseren Versuchen Karpfen, werden hierbei in Polyäthylen-Becken von 60 × 40 × 20 cm Größe gehalten, die bis zur Abflußöffnung 40 l Wasser fassen. Das aus den einzelnen Becken auslaufende Schmutzwasser wird zunächst zum Absetzen grober Sinkstoffpartikel in einem Sammelrohr zu Vorklärbecken geführt. Aus diesen läuft es in ein Schlammbecken, in dem ca. 12 cm tief Grabenschlamm eingelagert ist. Das Wasser fließt in einer Schichthöhe von ca. 10 cm über den Schlamm, in dem eingesetzte Tubificiden eine ständige Durchlüftung und Umlagerung des Substrates bewirken. Eingeleitete Frischluft trägt zum

aeroben Abbau der organischen Abwasserbestandteile bei. Spezielle mikrobiologische Untersuchungen konnten nicht durchgeführt werden, doch läßt der gemessene Sauerstoffgehalt auf vorwiegend aerobe Bakterientätigkeit schließen, die Oxydation und Mineralisation der organischen Bestandteile des Fisch-

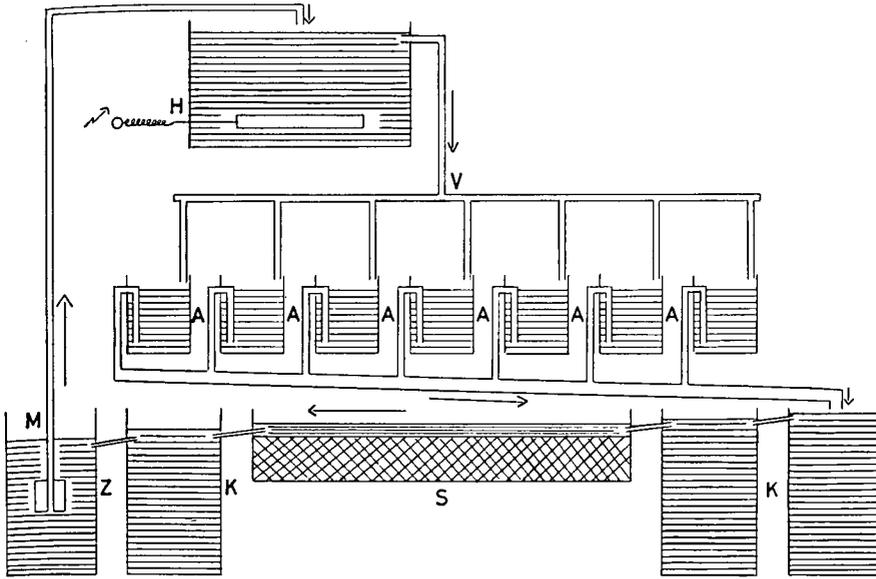


Abb. 1 Schema der Wasserführung

Das von den einzelnen Aquarien (A) abgeleitete verunreinigte Wasser wird nach Passieren von Vorklärbecken (K) zur biologischen Reinigung über das Belebtschlammbecken (S) geführt. Nach Durchfluß durch Nachklärbecken (K) wird das gereinigte Wasser aus der Zisterne (Z) mittels einer Tauchpumpe (M) in das Aufheizgefäß (H) geleitet, wo die eingebaute elektrische Heizung in Verbindung mit einem Thermostaten für die Einhaltung der konstanten Wassertemperatur sorgt. Durch das Verteilersystem (V) gelangt das Wasser wieder in die einzelnen Fischbecken (A).

abwassers zur Folge hat. Nach Passieren von Nachklärbecken wird das biologisch gereinigte Wasser durch eine Tauchpumpe in ein hoch gelegenes Gefäß gebracht, in dem eine elektrische Heizung eingebaut ist. Ein vorgeschalteter Thermostat sorgt für Einhaltung der gewünschten Wassertemperatur, die bei unseren Versuchen im Mittel um 24°C lag. Durch eine Anzahl von ableitenden Rohren wird das Wasser den einzelnen Aquarien wieder zugeführt (Abb. 1). In den Fischbecken wird einer der handelsüblichen Ausströmersteine befestigt, aus denen zur Sauerstoffanreicherung von einem Luftverdichter angesaugte Frischluft strömt. Es hat sich als günstig erwiesen, den in den Absetzbecken niedergegangenen Schmutz im Abstand von einigen Wochen mit einer Pumpe vom Grunde abzusaugen. Das in der beschriebenen Weise ständig in geschlossenem Kreislauf zirkulierende Wasser ermöglicht einen sehr starken Besatz der einzelnen Fischbehälter. Die beschriebenen Plastikbecken von 40 l Kapazität

waren mit bis zu 7 kg Lebendgewicht Karpfen besetzt (Abb. 2). Das Verhältnis von Fisch zu Wasser (in kg) betrug zuletzt nur noch 1 : 98, auf die ganze Anlage berechnet.



Abb. 2 Eines der verwendeten Plasticaquarien von 40 l Inhalt, besetzt mit 8 K₂ im Gesamtgewicht von 6985 g.

Rechts oben im Bild ist die Wasserzuführung, rechts unten die Wasserableitung und die Luftzufuhr zu erkennen.

Die Fütterung der Karpfen erfolgte zu Beginn des Versuchszeitraumes mit Fertigfutter für Karpfen und Forellen unter zeitweiliger Zugabe von Tubificiden und Wasserflöhen. In der zweiten Hälfte des Versuchszeitraumes wurde ausschließlich (bis auf spezielle Versuchsgruppen) Forellenfertigfutter gegeben. In Abhängigkeit von der Größe der Fische erhielten sie 5 g, 4 g, 3 g Futter, bezogen auf 100 g Lebendgewicht pro Tag. Es wurde 6mal täglich im Abstand von 2 Stunden gefüttert.

Bis Ende November 1965 wurden alle Fische wöchentlich gewogen. Seitdem konnten die allgemeinen Wägungen nur in mehrwöchentlichen Abständen durchgeführt werden.

Material

Unsere Versuche führten wir bisher ausschließlich an Karpfen (*Cyprinus carpio*) durch. Diese besorgten wir uns anfangs von verschiedenen Teichwirt-

schaften, so daß das verwendete Fischmaterial genetisch nicht einheitlich war. Auch innerhalb der einzelnen Gruppen bestanden Rassenunterschiede, die rein äußerlich in Beschuppung und Körperform (Längen-Höhen-Quotient, relative Kopfgröße) deutlich wurden, die aber möglicherweise auch Mitursache unterschiedlicher Gewichtszunahmen waren.

Wir begannen die Versuche im November 1964. Um diese Jahreszeit war es naturgemäß außerordentlich schwierig, zwei- und einsömmerige Karpfen zu erhalten. Von einigen Zweisömmerigen setzten wir nach einigen Vorversuchen 3 Stück in eines unserer oben beschriebenen Plastikaquarien ein. Diese Tiere wogen Ende November 1964 als Zweisömmerige nur 140 g im Durchschnitt. Eine andere Gruppe von 90 Fischen bestand aus einsömmerigen Karpfen und Goldorfen. Das durchschnittliche Stückgewicht dieser Tiere lag Ende November 1964 bei 10 g. Diese Fische wurden zunächst gemeinsam in Plastikbecken gehalten. Am 26. April 1965 wurden die Goldorfen aussortiert.

Im Mai 1965 bezogen wir dann 500 einsömmerige Karpfen mit durchschnittlichem Stückgewicht von 22,0 g. Direkt nach der Übernahme dieser Fische erkrankte der größte Teil von ihnen mit den typischen Symptomen der infektiösen Bauchwassersucht. Ca. 200 K_1 gingen ein, der Rest von 300 Stück hatte noch im Juli 1965 ein Stückgewicht von durchschnittlich nur 28,2 g. Durch Injektionen mit Leucomycin konnten wir die anderen Fischgruppen vor Erkrankung bewahren.

E r g e b n i s s e

Mit Hilfe der geschilderten Methode gelang es uns, die Karpfen in Aquarien heranwachsen zu lassen. Die Gewichtszunahmen sind außerordentlich groß und liegen im allgemeinen weit über der Zuwachsrate von Teichkarpfen. Die oben beschriebenen Gruppen von Versuchsfischen nahmen in unseren Aquarien in der folgenden Weise zu:

1. Gewichtsentwicklung bei zweisömmerigen Karpfen (K_2):

Am 25. November 1964 setzten wir 3 Karpfen von $1\frac{1}{2}$ Lebensjahren (geschlüpft Sommer 1963) und einem Stückgewicht von nur 140 g gemeinsam in eines unserer 40-l-Plastikbecken ein. In diesem wuchsen sie unter den oben geschilderten Bedingungen unabhängig von der Jahreszeit heran, bis wir sie beim Stückgewicht von ca. 2000 g in ein größeres Glasaquarium umsetzten. Dort nahmen sie weiter zu und erreichten nach insgesamt einem Jahr, am 29. November 1965, Stückgewichte von 2815 g, 2285 g und 2210 g. Die Gewichte der bis dahin wöchentlich gewogenen Tiere wurden dann erst am 16. März 1966 neu festgestellt. Sie betragen zu diesem Zeitpunkt bereits 4600 g, 4180 g und 3580 g. Die Gewichtsentwicklung dieser Tiere von Beginn der Aquarienhaltung an veranschaulicht Abbildung 3. Die Abbildung 4 zeigt ein Exemplar dieser Gruppe einmal im September 1965 mit 1525 g, einmal 4 Monate später, im Januar 1966 mit 3800 g Gewicht. Im Aquarium hatte dieser K_3 sein Körpergewicht innerhalb von 4 Monaten mehr als verdoppelt, und zwar während des Winters.

2. Gewichtsentwicklung bei einsömmerigen Karpfen (K_1):

Der Beginn unserer Versuche zu Winteranfang 1964/65 brachte, wie oben erwähnt, Schwierigkeiten bei der Beschaffung von geeignetem Fischmaterial mit sich. Wir nahmen daher anfangs eine Gruppe von 90 Fischen in Haltung, die jeweils zur Hälfte aus Karpfen und aus Goldorfen bestand. Von einem geg-

meinsamen durchschnittlichen Stückgewicht von 10 g am 25. November 1964 wuchsen sie in den Plastikbecken auf 60,8 g Stückgewicht am 26. April 1965 heran.

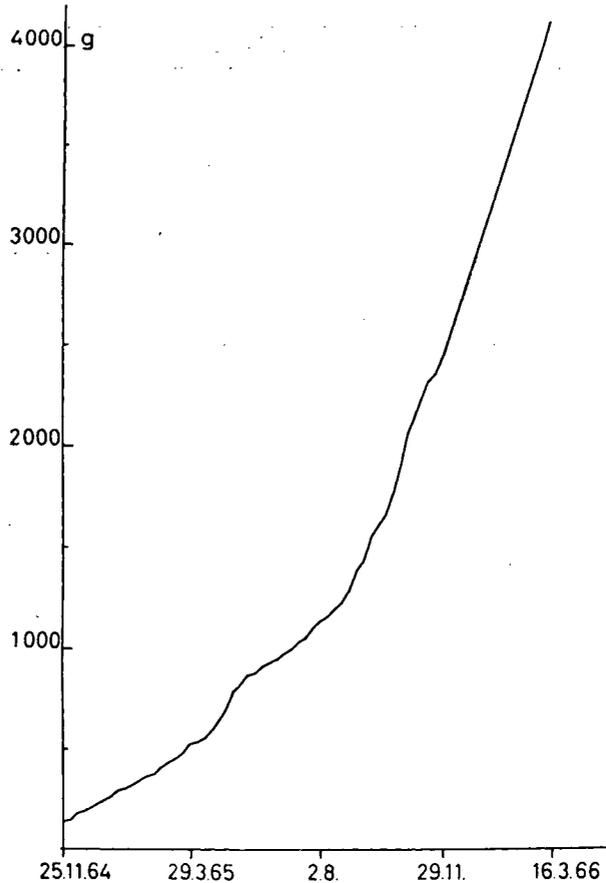


Abb. 3 Zunahme des durchschnittlichen Stückgewichtes von 3 Karpfen innerhalb von 15½ Monaten. Alter zu Beginn des Versuches: 1½ Jahre.

Hier erfolgte die Herausnahme der Goldorfen. Die Karpfen erreichten nach einem Jahr Aquarienhaltung am 29. November 1965 ein durchschnittliches Stückgewicht von 805 g. In dieser Gruppe von 47 Karpfen zeichneten sich einige durch besondere Frohwüchsigkeit aus. Bei absolut gleichen Umweltbedingungen wogen diese Vorwüchser am Ende des Versuchsjahres 1755 g, 1625 g und 1395 g, also zum Teil mehr als doppelt soviel wie der Durchschnitt. Nach 1½ Lebensjahren, davon eines im Aquarium, übertrafen die Gewichte dieser Karpfen diejenigen gleichaltriger Teichkarpfen beträchtlich, die bekanntlich am Ende ihres zweiten Sommers 300–400 g wiegen sollten.

Die letzte Wägung wurde am 16. März 1966 durchgeführt und ergab ein durchschnittliches Stückgewicht der Gruppe von 1278 g. Die erwähnten Vorwüchser kamen bereits auf 3010 g, 2980 g und 2680 g. Die Gewichtskurve auf



Abb. 4 Oben: K₃ nach 9monatiger Aquarienhaltung im September 1965.
Gewicht 1525 g.

Unten: Das gleiche Exemplar nach 13monatiger Aquarienhaltung im Januar 1966.
Gewicht 3800 g. Einsetzgewicht im November 1964 140 g.

Abbildung 5 gibt die Durchschnittszunahme der zu Beginn der Haltung einsömmerigen Karpfen wieder. Beachtenswert ist, daß sowohl die Gruppe der Zweisömmerigen als auch die Einsömmerigen mit Stückgewichten von 140 g bzw. 10 g zu Beginn der Aquarienhaltung weit unter dem Normalgewicht ihrer Altersklassen gelegen hatten.

Eine andere Gruppe von 300 K₁, die wir im Mai 1965 bezogen hatten und die Überlebende einer Epidemie der infektiösen Bauchwassersucht darstellten, wies im Juli 1965 erst ein durchschnittliches Stückgewicht von 28,2 g auf. Sie wuchsen bis zum 29. November 1965 auf durchschnittlich 200 g pro Fisch heran. Mitte März 1966 hatten sie ein durchschnittliches Stückgewicht von 358 g erreicht (Abb. 6). Vorwüchser aus dieser Gruppe von 300 Fischen wogen zu Ende Februar 1966 bereits 1500 g, also fünffach soviel wie der Durchschnitt. Innerhalb eines guten halben Jahres hatten diese Karpfen um das 50fache ihres Eingangsgewichtes zugenommen!

Wir haben bei unseren Versuchen eine genaue Dosierung der verabreichten Futtermengen vorgenommen. Der Futtermverbrauch wurde regelmäßig mit der

Gewichtszunahme der Karpfen verglichen und der Futterquotient ermittelt. Im Durchschnitt lag dieser während der gesamten Versuchszeit bei ca. 3. Wir haben jedoch bisher das größte Gewicht unserer Arbeit auf die Erzielung von

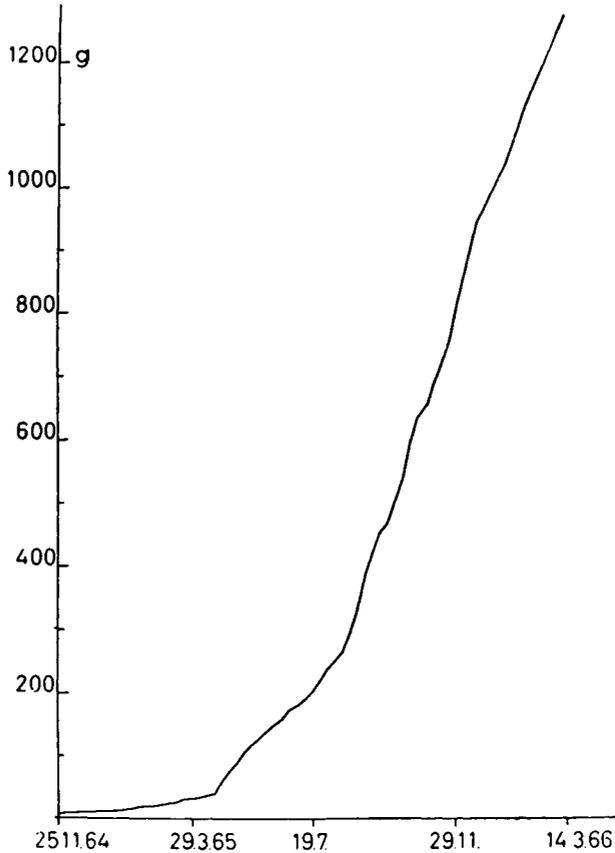


Abb. 5 Zunahme des durchschnittlichen Stückgewichtes von 47 Karpfen innerhalb von 15½ Monaten. Alter zu Beginn des Versuches: ½ Jahr.

Gewichtszunahmen in Aquarien überhaupt gelegt. Begonnene Versuchsreihen machen es sehr wahrscheinlich, daß bei häufigeren Futtergaben (bisher 6mal täglich) von geringerer Einzeldosis ein noch weitaus günstigerer Futterquotient erzielbar sein wird. Ferner ist anzunehmen, daß sich durch die systematische Erprobung der besten Nährstoffkombination ein noch günstigeres Futtermisch zusammenstellen läßt. Der Gehalt an Eiweiß ist z. B. bei dem verabreichten Fertigfutter mit ca. 30% für ältere Karpfen relativ hoch. Die erzielten Gewichtszunahmen sind jedoch auch bereits bei der von uns gewählten Futtersorte und -ration teilweise erstaunlich hoch. Der auf Abbildung 4

gezeigte Karpfen nahm beispielsweise innerhalb von 3 Wochen 560 g, innerhalb von 6 Wochen 895 g zu, dabei wöchentlich bis zu 220 g. Die wöchentlichen Gewichtszunahmen lagen bei manchen Becken zeitweise über 30%! Innerhalb

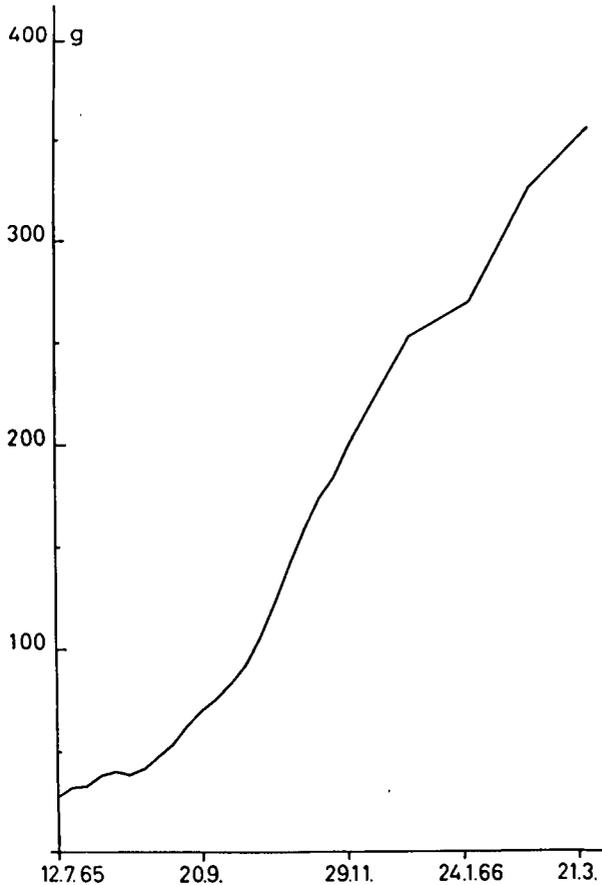


Abb. 6 Zunahme des durchschnittlichen Stückgewichtes von 300 Karpfen innerhalb von 8 Monaten. Alter zu Beginn des Versuches: 1 Jahr.

von 4 Wochen wurden Verdoppelungen der Gesamtgewichte einiger Becken festgestellt. Auf Tabelle 1 ist eine unserer wöchentlich aufgestellten Zuwachslisten wiedergegeben. Wie diese Tabelle lehrt, ist es mit Hilfe der neuen Methode möglich geworden, die Zuwachslösungen bei Karpfen exakt festzustellen. Bei genau kontrollierbaren Futtermengen sind Mastleistungsprüfungen, wie sie sonst in der Tierzucht üblich sind, nun auch für die Fischzucht durchführbar.

Tabelle 1

Becken	Anzahl Alter	Gewichte 30. 8. 1965 in g	Gewichte 6. 9. 1965 in g	Zunahme seit 30. 8. in g	Durchschn. Stückgew. 6. 9. 1965 in g	Prozentuale Zunahme 23. 8.—30. 8.	Prozentuale Zunahme 30. 8.—6. 9.	Futter- verbrauch 30. 8.—6. 9. in g	Futter- quotient
1a	3 K ₃	3 865	4 165	+ 300	1 388	+ 5,2	+ 7,8	778	2,6
	1 K ₃	1 235	1 320	+ 85		+ 5,1	+ 6,9		
	1 K ₃	1 230	1 310	+ 80		+ 2,9	+ 6,5		
	1 K ₃	1 400	1 535	+ 135		+ 7,3	+ 9,6		
	47 K ₂	15 765	18 095	+ 2 330	385	+ 12,7	+ 14,8		
7a	5 K ₂	1 310	1 625	+ 315	325	+ 16,4	+ 24,0	4 503	1,9
7b	5 K ₂	1 755	2 030	+ 275	406	+ 15,5	+ 15,7	497	1,6
8a	4 K ₂	1 830	1 985	+ 155	496,3	+ 12,3	+ 8,5	415	1,5
8b	9 K ₂	2 715	3 050	+ 335	338,9	+ 12,7	+ 12,3	460	3,0
8c	10 K ₂	2 905	3 640	+ 735	364	+ 10,3	+ 25,3	695	2,1
9c	5 K ₂	2 245	2 525	+ 280	505	+ 13,6	+ 12,5	968	1,3
9c	9 K ₂	3 005	3 240	+ 235	360	+ 11,5	+ 7,8	690	2,5
								778	3,3

Diskussion

Neben der biologischen Klärung des Wassers ist die relativ hohe und konstante Temperatur von 24°C ein wesentlicher Grund der erzielten guten Gewichtszunahmen. Bekanntlich laufen die biochemischen Stoffwechselfvorgänge in Abhängigkeit von der Wärme ab. Nach der van't Hoff'schen Regel findet für je 10°C Temperaturerhöhung eine Verdoppelung bis Verdreifachung des Stoffwechselablaufes statt.

Auf dem stark beschleunigten Stoffwechsel und auf dem reichlichen Nahrungsangebot basieren auch die schnellen Gewichtszunahmen von Karpfen in den Tropen.

Schon alte Angaben (1902) berichten z. B. von Karpfen, die in Mexiko in 3 Jahren von „fingerlang“ auf 16 Pfund heranwuchsen. Ausführliche Untersuchungen liegen von BUSCHKIEL (1932 a, b, 1933, 1939) vor. Er konnte in den tropischen Gewässern Javas galizische Karpfen beobachten, die nach 3 Lebensmonaten 690 g wogen, 36,5 cm lang waren und bereits die Geschlechtsreife erlangt hatten!

Daß sich auch in unseren Breiten warme Sommer günstig auf das Wachstum der Teichfische auswirken, ist jedem Teichwirt bekannt. TIMMERMANS (1962) stellte hierzu eingehende Beobachtungen an, in denen er die Abhängigkeit des Stückgewichtszuwachses von der Lufttemperatur nachweist. Das schnelle Wachstum der Karpfen in den Tropen ist eindeutig nicht genetisch bedingt. KEIZ (1963) verglich die Wachstumsleistung von importierten Satzkarpfen aus Israel, die dort oft schon mit einem Jahr geschlechtsreif werden, in deutschen Teichen mit einheimischen Karpfen. Es ergaben sich dabei keine nennenswerten Unterschiede im Wachstum der einheimischen und der eingeführten Karpfen. Daß die Temperatur den entscheidenden Faktor des schnellen Abwachsens der Karpfen in wärmeren Ländern darstellt, erhellt auch aus den Ausführungen von SALEH (1964). Dieser vergleicht die Lufttemperaturen von

Syrien und Deutschland, woraus sich für Karpfen in syrischen Gewässern eine Wachstumsperiode von $7\frac{1}{2}$ Monaten im Jahr ergibt gegenüber nur 3 Monaten jährlich in Deutschland.

Experimentell untermauerte diese Beobachtung CRIDLAND (1962), der in großen Tanks von 1150 l Fassungsvermögen bei *Tilapia zilli* eine deutliche Wachstumszunahme bei höheren Wassertemperaturen nachwies, deren Optimum für diesen Fisch bei 31 °C lag.

In unseren Versuchen ist neben der Wasserklärung und der Einhaltung einer relativ hohen Wassertemperatur die Verabreichung hochwertigen Futters ein weiterer wesentlicher Faktor der guten Gewichtszunahmen. Bei der Fütterung mit Karpfen- und Forellenfertigfutter unter anfänglicher Zugabe von Zierfischfertigfutter und Tubificiden ist der Eiweißgehalt der Nahrung höher als bei der Ernährung der Teichkarpfen. Durch die kontrollierte Fütterung konnte vermieden werden, daß sich überschüssige Futterstoffe im Becken ansammelten. Aus den Versuchen ist ersichtlich, daß beim Zusammenwirken der drei Faktoren Wasserreinigung, hohe Wassertemperatur und hochwertige und reichliche Ernährung, auch in engsten Behältern gute Gewichtszunahmen von Karpfen zu erreichen sind.



Abb. 7 Stark besetztes Plastikaquarium mit insgesamt 6260 g Karpfen Lebendgewicht. Trotzdem weiterhin gute Gewichtszunahmen (vgl. Text).

Der jahrzehntelang diskutierte „Raumfaktorenkomplex“ ist keine unbekannte Größe mehr. Die Ergebnisse unserer Versuche lehren, daß die Enge der Versuchsgefäße die Fische jedenfalls nicht am Wachstum hindert. Ein „ab-

soluter Raumfaktor“ existiert in dem bisher angenommenen Maß nicht, jedenfalls nicht für Karpfen.

Die dicht gedrängt stehenden Fische wachsen nach wie vor weiter. Die auf Abbildung 7 gezeigte Gruppe von 29 Karpfen nahm beispielsweise unter diesen Bedingungen innerhalb von 4 Wochen um 31,8% zu. (Gesamtgewicht am 24. Januar 1966: 4750 g, am 21. Februar 1966: 6260 g, Futterquotient 1 : 2,7).

Ein „relativer Raumfaktor“ besteht nur insofern, als bei zunehmender Fischmasse sich naturgemäß die Wasserqualität verschlechtert. Zur Zeit laufende Versuche sollen weitere Klärung in bezug auf die Komponenten des sogenannten relativen Raumfaktors bringen.

Die eingangs erwähnte Zielsetzung unserer Versuche liegt auf dem Gebiet der Züchtungsforschung. Sowohl für die Aufzucht grätenarmer Mutanten (v. SENGBUSCH 1963) als auch für alle anderen züchterischen Arbeiten, wie Fragen der Inzucht und der Heterosiszüchtung, muß eine kontrollierbare Aufzucht und Haltung der Versuchstiere angestrebt werden. Wir glauben, diesen Zielen mit unserer neuen Methode ein großes Stück nähergekommen zu sein. Die angestrebte Aufzucht vom Ei bis zum geschlechtsreifen Fisch wird sich – analog unserer bisherigen Ergebnisse – in kürzerer Zeit durchführen lassen, als es die natürlichen Verhältnisse erlauben würden.

Ein von uns untersuchter Rogner, der im Sommer 1964 geschlüpft war, zeigte nach einem Jahr Aquarienhaltung am 14. Dezember 1965 eine durchschnittliche Eigröße von 1,4 mm. Das Fischgewicht betrug 1220 g, das Rogengewicht 100 g, das sind 8,2%.

Anfang April 1966 wiesen Rogner der gleichen Gruppe, also ebenfalls K₂, Gonadengewichte von 17,6%, 17,9% und 18% auf (Fischgewichte: 940 g, 1820 g und 1775 g; Gonadengewichte: 165 g, 325 g und 320 g).

Der weibliche Karpfen der Teichwirtschaft erreicht seine Geschlechtsreife bekanntlich erst im 4. Lebensjahr. Bei diesem Vergleich deutet sich bereits an, in welchem Maße die früher eintretende Geschlechtsreife im Aquarium eine Beschleunigung aller züchterischen Arbeiten in der Nutzfischzucht bewirken wird.

Wenn alle aus der Teichwirtschaft stammenden, in die Aquarienhaltung eingesetzten Fische prophylaktisch gegen die häufigsten Krankheiten behandelt werden, dürften durch die Haltung in Leitungswasser, durch Fertigfutterernährung und durch die ständige Kontrollmöglichkeit jeden Versuchstieres Erkrankungen parasitärer und bakterieller Art weitgehend ausgeschaltet werden.

Auf ernährungsphysiologischem Gebiet ergibt die neue Haltungsmethode die Möglichkeit, in exakten Experimenten die besten Bei- und Alleinfutterstoffe für Nutzfische ausfindig zu machen. Die Zuwachsleistung der Karpfen beruht in erster Linie auf der Futterverwertung. Bisher war es unmöglich, diese Zuwachsleistung in absoluter Weise festzustellen, da der Teich zu viele unkontrollierbare Faktoren aufweist. SCHÄPERCLAUS (1961) schreibt zur Schwierigkeit der Individualauslese, daß „wir bei der Bewertung der Karpfen durch Einzelfütterungsversuche in Aquarien auf unüberwindliche Schwierigkeiten gestoßen sind“.

Mit Hilfe der neuen Methode ist es nun durchaus möglich geworden, diese exakten Einzelfütterungsversuche durchzuführen. Die schwankenden unkontrollierbaren Einflüsse, denen der Karpfen im Teich durch die verschiedensten Faktoren ausgesetzt ist, wie unterschiedlicher Teichboden, Teichbehandlung, Düngung, Witterung, Wasserqualität, natürliche Feinde, Schäden durch Abwässer, Parasitenbefall, stärkste Temperaturschwankungen im Laufe des

Jahres, fallen bei der Aufzucht im Aquarium weg. Es eröffnet sich zum ersten Mal die Möglichkeit der vollkommen kontrollierbaren Aufzucht unter absolut konstanten Umweltbedingungen.

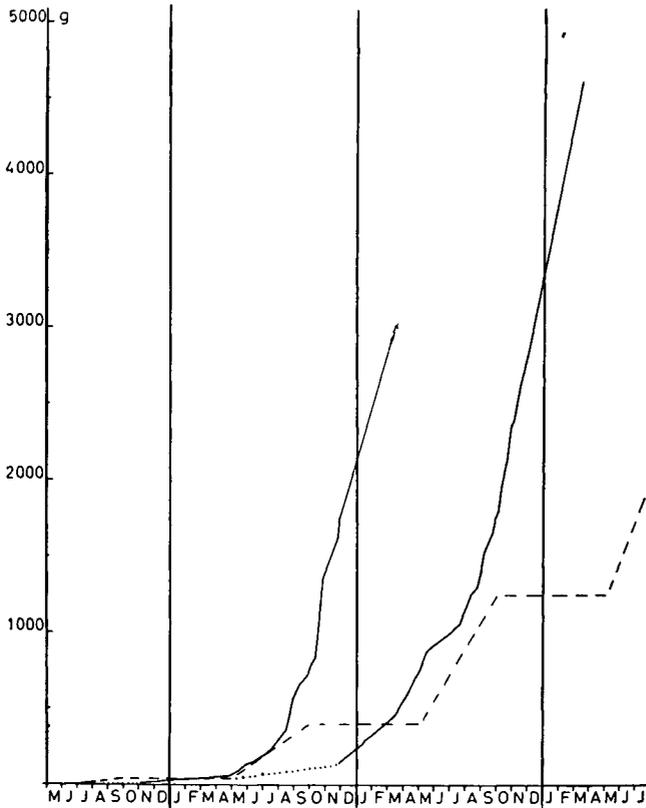


Abb. 8 Im Aquarium erzielte Gewichtszunahmen von Karpfen zweier Altersklassen (ausgezogene Linien) im Vergleich zum Wachstum im Teich (punktirierte Linie).

Inwieweit die Haltung im geschlossenen Wasserkreislauf bei biologischer Wasserreinigung auch zur Produktion von Speisefischen dienen kann, ist noch offen. Eine Intensivhaltung von Nutzfischen ist weitgehend von der Erprobung neuer, wirtschaftlich rentabler Alleinfuttermittel mit Hilfe der neuen Aquarienhaltung abhängig. Bei der neuen Methode erfolgt die Aufzucht von Zuchtmaterial oder eventueller Konsumware auf kleinstem Raum, und da durch künstlich erzeugte konstante Temperaturen die Winterpause wegfällt, ist ein Vergleich mit dem Wachstum der Teichfische erlaubt.

Abbildung 8 gibt einen Vergleich des Wachstums der Teichkarpfen mit demjenigen von Karpfen, die im Aquarium herangezogen wurden. Die Kurven geben die im Aquarium erzielten Gewichtszunahmen von Karpfen zweier

Altersklassen wieder und einen Einblick in die Möglichkeiten, die sich mit Hilfe des neuen Verfahrens evtl. auch für die Produktion von Speisekarpfen ergeben können.

Man könnte erwägen, die im Sommer geschlüpften Karpfen im Herbst in „Überwinterungshäuser“ zu nehmen, in denen sie auf engstem Raum in geheiztem Wasser gehalten werden. Durch ständige Fütterung mit geeigneten Trockenfuttermitteln könnten die Karpfen ihr Wachstum während des Winters fortsetzen, dann im Frühling wieder in den Teich ausgesetzt werden und auf diese Weise bereits bis zum zweiten Herbst zum schlachtfähigen Speisefisch abwachsen. Die großen Überwinterungsverluste der K_1 würden gleichzeitig auf ein Minimum reduziert werden.

Ein Vergleich der Abbildungen 5 und 6 zeigt die Unterschiede in der Gewichtsentwicklung dieser gleichaltrigen Karpfengruppen. Die K_1 der Abbildung 5 hatten in warmem Wasser und bei guter Fütterung im Aquarium überwintert, die K_1 der Abbildung 6 dagegen erlebten ihren ersten Winter im Teich.

Überlegungen über die eventuelle Ausnutzung der neuen Methode für die Praxis sind weitgehend von der Entwicklung eines vollwertigen, rentablen Karpfenalleinfutters sowie der Nutzbarmachung billiger Wärmequellen abhängig. Hierbei wäre an die Ausnutzung von warmen Kühlwässern der Industrie, z. B. der Kraftwerke, zu denken.

Z u s a m m e n f a s s u n g

Es wird über eine neuartige Aquariumhaltung von Nutzfischen mit geschlossenem Wasserkreislauf berichtet, bei der das aus den Fischbecken abfließende Schmutzwasser eine biologische Reinigung in einem Belebtschlammbecken erfährt. Bei dieser Haltung erreichen Karpfen (*Cyprinus carpio*) bei Wassertemperaturen von 24°C und fast ausschließlicher Trockenfütterernährung beträchtliche Gewichtszunahmen. Wie das Wachstum der Fische auf engstem Raum deutlich macht, existiert der sogenannte „absolute Raumfaktor“ für Karpfen nicht. Angestrebt wird eine kontrollierbare Aufzucht vom Ei bis zum geschlechtsreifen Fisch für die Durchführung züchterischer Arbeiten sowie für Untersuchungen auf dem Gebiet der Ernährungsphysiologie. Ein Vergleich mit der Wachstumsgeschwindigkeit der Teichkarpfen gibt zu Überlegungen über eine eventuelle Auswertung der neuen Methode zur Speisefischproduktion Anlaß.

S u m m a r y

The author reports on a new method to keep crop fish in recirculating closed water aquarium tanks. The dirty water of the tank runs into an activated sludge basin where it is biologically oxidized. Carp (*Cyprinus carpio*) kept in such a manner at where it is biologically oxidized. Carp (*Cyprinus carpio*) kept in such a manner at 24°C water temperature and fed mainly on dry ration gained a considerable weight increment. The growth of fish totally enclosed indicates that the so-called "absolute space factor" does not exist for carp. The aim is a controllable rearing of fish from egg to maturity. This method therefore would be a good progress in further research on dietary physiology and pisciculture. Compared with the growth rate of pond carp this new method eventually should be evaluated for the production of panfish.

Р е з ю м е

Сообщается о новом способе содержания промысловой рыбы в аквариумах с непрерывно циркулирующей водой, при котором стекающая загрязненная вода проходит биологическую очистку в установке для активирования ила. В таких условиях содержания, при температурах воды 24°C и почти исключительном кормлении сухим кормом, карп (*Cyprinus carpio*) достигал значительного прироста. Как показывает рост

рыб на минимальном участке т. н. «абсолютный пространственный фактор» в отношении карпа недействителен. Для проведения племенной работы и исследований в области физиологии питания целесообразно выращивать рыбу с икринки до половозрелого возраста в подконтрольных условиях. Сравнение скорости роста подопытной рыбы с таковой прудовых карпов возбуждает вопрос о возможности использования нового метода для производства товарной рыбы.

Literaturverzeichnis

- ANONYM: Schnelles Wachstum von Karpfen. Allg. Fischereiztg. N. F. **17**, 246 (1902).
- BUSCHKIEL, A.: Studien über das Wachstum von Fischen in den Tropen. I. Über Karpfen in Indien und ihr Wachstum. Internat. Rev. d. gesamten Hydrobiol. u. Hydrographie **27** (1932 a).
- Das Ergebnis einiger Versuche zur Feststellung des maximalen Wachstums bei Karpfen. Fischerei-Ztg. Neudamm (1932 b).
- Teichwirtschaftliche Erfahrungen mit Karpfen in den Tropen. Z. f. Fischerei **31** (1933).
- Stoffwechsel im tropischen Teich, fischereibiologisch betrachtet. Arch. f. Hydrobiologie. Suppl. **16** (Trop. Binnengewässer **8**) 156 (1939).
- CRIDLAND, C. D.: Laboratory experiments on the growth of *Tilapia* spp. The effect of light and temperature on the growth of *T. zillii* in aquaria. Hydrobiologia (Den Haag) **20**, 155 (1962).
- GOETSCH, W.: Lebensraum und Körpergröße. Biol. Zentralblatt **44** (1924).
- HOFFBAUER, C.: Über den Einfluß des Wasservolumens auf das Wachstum der Fische. Allg. Fischereiztg. N. F. **17**, 103 (1902).
- KEIZ, G.: Vergleich der Wachstumsleistung importierter Satzkarpfen aus Israel mit Karpfen Wielenbacher Herkunft. Allg. Fischereiztg. **88**, 551 (1963).
- KRUPAUER, V.: Vliv velikosti životního prostředí na růst kapra. Českoslov. Rybářství, H. **6**, 85 (1963).
- LANGHANS, V.: Zur Raumfaktorfrage. Nachrichtenblatt für Fischzucht u. Fischerei **1**, H. **6**, 122 (1928 a).
- Der „Raumfaktor“ in der praktischen Teichwirtschaft. Nachrichtenblatt für Fischzucht u. Fischerei **1**, H. **6**, 7 (1928 b).
- , und T. SCHREITER: Die Raumfaktorversuche an der staatlichen Forschungsstation für Fischzucht und Hydrobiologie in Hirschberg. Nachrichtenblatt für Fischzucht u. Fischerei **1**, H. **10** (1928).
- LECHLER, H.: Über das Wachstum der Fische. 1. Teil. Die Wirkungskräfte des Wachstums. Z. f. Fischerei **32**, 281 (1934).
- MANN, H.: Das Wachstum vorwüchsiger und zurückgehaltener Karpfen. Allg. Fischereiztg. **85**, 272 (1960).
- MIACZYŃSKI, T., und E. RUDZIŃSKI: Wzrost karpi początkowo przetrzymanych w akwariach. Acta hydrobiologia (Krakau) **3**, 165 (1961).
- SAGER, H.: Die Gestalt des Goldfisches *Carassius auratus* (L.) und ihre Modifikabilität. Z. wiss. Zool. Abt. A **168**, 321 (1963).
- SALEH, K.: Einfluß der Temperatur auf das Wachstum der Fische. Fischwirt **14**, 131 (1964).
- SAMOCHWALOWA: Der Einfluß des Sonnenlichtes auf *Gambusia*. Isw. An SSSR. Biol. Nr. **1** (1941).
- SCHÄPERCLAUS, W.: Lehrbuch der Teichwirtschaft. Parey Berlin u. Hamburg (1961).
- SCHOLZ, C.: Experimentelle Untersuchungen über die Nahrungsverwertung des ein- und zweisömmrigen Hechtes. Z. f. Fischerei **30**, 523 (1932).
- SEILER, R.: Die Fütterung des Karpfens, beurteilt nach Aquarienversuchen. Internat. Revue der gesamten Hydrobiol. u. Hydrographie **36**, 1 (1938).
- v. SENGBUSCH, R.: Fische „ohne Gräten“. Der Züchter **33**, 284 (1963).
- , Ch. MESKE und W. SZABLEWSKI: Beschleunigtes Wachstum von Karpfen in Aquarien mit Hilfe biologischer Wasserklärung. Experientia **21**, 614 (1965).
- STEFFENS, W.: Ausnutzung von Fischnahrung durch den Zander (*Lucioperca lucioperca* L.). Verh. Internat. Verein. Limnol. **16**, 746, Stuttgart 1961.

TIMMERMANS, J. A.: Influence de la température sur la production piscicole en étang. Bull. franc. Piscicult. **35**, 67 (1962).

WALTER, E.: Das Wachstum zurückgehaltener Karpfen. Fischereiztg. **34** (1931).

WILLER, A.: Der Raumfaktorenkomplex in der Forellenzucht. Mittlg. d. Fischereivereins f. d. Prov. Brandenburg, Ostpreußen u. die Grenzmark. **20**, 131 (1928).

WUNDER, W.: Sinnesphysiologische Untersuchungen über die Nahrungsaufnahme bei verschiedenen Knochenfischarten. Z. vergl. Physiologie **6** (1927).

Anschriften der Verfasser:

Prof. Dr. R. v. Sengbusch

Dr. Ch. Meske

W. Szablewski

Dipl.-Landw. Barbara Lühr

2000 Hamburg-Volksdorf

Waldredder 4