

VERTEILUNG UND WANDERVERHALTEN DER MÜHLKOPPE (*COTTUS GOBIO* L.) IN EINEM ASTATISCHEN BACHABSCHNITT

Sabine Fischer

ABSTRACT

The aim of this study was the investigation of the population density and the migratory behaviour of the bullhead (*Cottus gobio* L.) in permanent as well as intermittent stretches of the second order gravel stream "Oberer Seebach", Lower Austria. For the estimation of the population density the multiple capture-recapture method was used. The movements of the bullheads were monitored closely by marking the fish individually with Visible Implant Tags. Data from freeze-core-catches since 1984 were analyzed to get information about the vertical distribution of the fish within the bedsediments. Establishment of a stable population of bullheads is not possible in the temporary stretches. Stretches consisting of isolated pools during low discharge have an abundance four times smaller than that of perennial stretches which are permanently connected with downstream reaches. The permanent stretches have the highest mean abundance (123 ± 36 Ind./100m²) and the bullheads have a significantly higher condition factor. A high percentage of bullheads is non-migratory. Most of the observed movements were shorter than 100 m and mainly upstream. The frequency of movements increases with rising water level. Most extreme variations in discharge triggered longitudinal movements and not vertical ones as expected. Outside the study area juvenile bullheads were caught up to a depth of 30 cm within the interstitial. The density of the fish decreased rapidly with increasing depth.

EINLEITUNG

Im Gegensatz zu vielen anderen wirtschaftlich nicht oder wenig relevanten Fischarten ist die Mühlkoppe (*Cottus gobio* L.) vergleichsweise gut untersucht. Ein Großteil der bisher veröffentlichten Literatur beschreibt die Biologie des nachtaktiven Grundfisches in relativ naturnahen Fließgewässern (MCCLEAVE 1964, CHIARA et al. 1987, DOWNHOWER et al. 1990, WATERSTRAAT 1992). In zunehmendem Maße erkennt man jedoch die Bedeutung der Fischart als Indikator für anthropogene Eingriffe (BARANDUN 1990, BLESS 1990, ROTH & UTZINGER 1993).

In der vorliegenden Arbeit werden die Wanderbewegungen, die Etablierung, der Aufbau und die Struktur eines Koppenbestandes in periodisch trockenfallenden sowie permanent wasserführenden Abschnitten einer Restwasserstrecke untersucht. Der Obere Lunzer Seebach bietet sich für Vergleiche aufgrund unterschiedlicher Hydrologie besonders an: Abschnitte die längerfristig durch Versickerung austrocknen grenzen an solche, in denen Restpools auch bei Niederwasser bestehen bleiben. Weiter bachabwärts ist das Gewässer ganzjährig wasserführend. Durch die zeitweilige Austrocknung werden die Koppen zu vertikalen oder horizontalen Wanderungen gezwungen. Kenntnisse über die Verteilung und Bewegung von Mühlkoppen in solchen astatischen Bachabschnitten ermöglichen Rückschlüsse auf allgemeine Verhaltensweisen im Restwasser von Wasserkraftwerken. Ein weiteres Ziel dieser Untersuchung ist die Erarbeitung von

grundlegenden Kenntnissen über die Tiefenverteilung der Koppe.

UNTERSUCHUNGSGEBIET

Der Obere Seebach entwässert ein etwa 20 km² großes, stark verkarstetes Gebiet in den nördlichen Kalkalpen Niederösterreichs nahe der Marktgemeinde Lunz am See.

Das Bett des sommerkalten, voralpinen Baches 2. Ordnung wird von Schottern mit einem mittleren Durchmesser von $23,1 \pm 2,0$ mm (LEICHTFRIED 1988) aufgebaut. Der untersuchte Abschnitt (Abb. 1) liegt in einer Talweitung auf 630 m Seehöhe und weist eine relativ natürliche morphologische

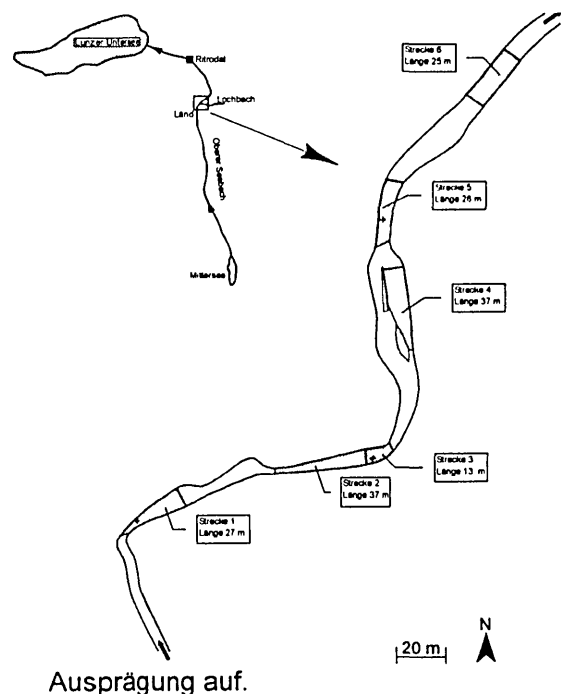


Abb. 1: Karte des Untersuchungsgebietes am Oberen Lunzer Seebach mit Lage der Strecken 1 - 6. + tiefste Stelle der Pools in Strecke 1, 3 und 5.

In drei hydrologisch unterschiedlichen Gewässerabschnitten wurden jeweils zwei Strecken ausgewählt:

- Die **Strecken 1 & 2** (100 und 120 m²) fallen mehrmals im Jahr bei geringem Abfluß oberflächlich trocken. Der Seebach fließt dann über mehrere hundert Meter nur im Schotterkörper.
- Die zwei unterhalb gelegenen **Strecken 3 & 4** (50 und 180 m²) trocknen bei Niederwasser ebenfalls stark aus. Das oberflächliche Kontinuum ist dann unterbrochen, es verbleiben aber immer Restpools.
- Die **Strecken 5 & 6** (110 und 90 m²) sind ganzjährig wasserführend. In den Jahren 1997 und 1998 blieb das Fließwasserkontinuum bachabwärts ganzjährig erhalten.

MATERIAL UND METHODEN

Die elektrische Befischung der Strecken erfolgte mit einem am Rücken tragbaren Elektroaggregat während der Fangperioden Oktober 1997 und März, Mai/Juni und August 1998. An 4 bis 5 Tagen pro Fangperiode wurde jede wasserführende Strecke in einem Durchgang von 15 bis 30 min befischt. Zur Ermittlung der **Bestandsdichte** in den einzelnen Strecken wurde die multiple Fang-Wiederfang-Methode verwendet. Den gefangenen Mühlkoppen wurden nummerierte Mikrofilmplättchen mit den Maßen 3 x 1,7 mm unter die dünne, durchsichtige Haut unterhalb des Kinns injiziert. Die dreistelligen Nummern waren auch nach mehreren Monaten noch einwandfrei durch die Haut hindurch lesbar. Nach der Markierung wurden die Koppen ins Gewässer zurückgesetzt. Aus dem Anteil markierter Tiere im nach 1 bis 5 Tagen durchgeführten Wiederfang konnte der Gesamtbestand einer Strecke nach folgender Formel von SEBER (1965) berechnet werden:

$$N = \frac{(m+1)(c+1)}{(r+1)} - 1$$

N= Anzahl der Fische in der Population
 m= Anzahl markierter Fische in der Population
 c= Anzahl der Fische in einer einzelnen Probe
 r= Anzahl markierter Fische in dieser Probe

Im Rahmen der Elektrobefischung wurde das Gewicht und die Totallänge der gefangenen Koppen ermittelt. Die gewonnenen Daten wurden einerseits in Längenfrequenzdiagrammen, die zur Abgrenzung von Längenkohorten und zur Bestimmung der **mittleren Längen** einzelner Altersgruppen dienen, ausgewertet.

Andererseits konnte der **Konditionsfaktor** nach Fulton (K) berechnet werden (BAGENAL 1978), der einen Vergleich des Ernährungszustandes („Fitneß“) der Koppen in den einzelnen Strecken sowie zu verschiedenen Fangperioden erlaubt:

$$K = (100w)/l^3$$

w=Totalgewicht in g
 l = Totallänge in cm

Die beschriebene individuelle Markierung ermöglichte die Erfassung der **Migration** einzelner Koppen sowohl innerhalb einer Fangperiode, als auch zwischen den einzelnen Beprobungsterminen. Die **Vertikalverteilung** der Koppen im Sediment wurde in drei Strecken mit Freeze-Coren (genaue Beschreibung in KLEMENS 1983) und mit Vertikalsamplern untersucht. Zum Bau dieser zum Fang von Koppen in verschiedenen Tiefen im Bachsediment entwickelten Sonden wurden PVC-Rohre verwendet. Sie wurden mit Öffnungen versehen, die in mit Fliegenmaden und Mehlwürmern beköderte Fangkammern führen. Die Sampler wurden etwa 1 m tief ins Sediment eingegraben und im Juli und August 1998 regelmäßig beködert und kontrolliert.

ERGEBNISSE

BESTANDSCHARAKTERISTIK

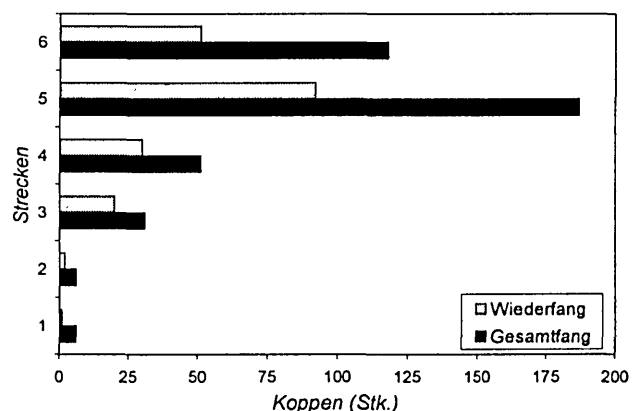


Abb. 2: Gesamtfang (n=399) und Wiederfang (n=196) von Okt. '97 bis Sept. '98.

Zwischen Oktober 97 und September 98 wurden 399 Koppen in den Strecken 1 – 6 markiert. 49% davon wurden ein- oder mehrmals wiedergefangen. Abb. 2 gibt eine Vorstellung von der Effektivität des Wiederfangs. Koppen unter einer Länge von 60 mm wurden nicht erfaßt. Das Fehlen der Altersklassen 0+ und 1+ ist einerseits durch die gröÙenselektive Fangmethode bedingt, andererseits Ausdruck geringer oder fehlender Juvenilbestände.

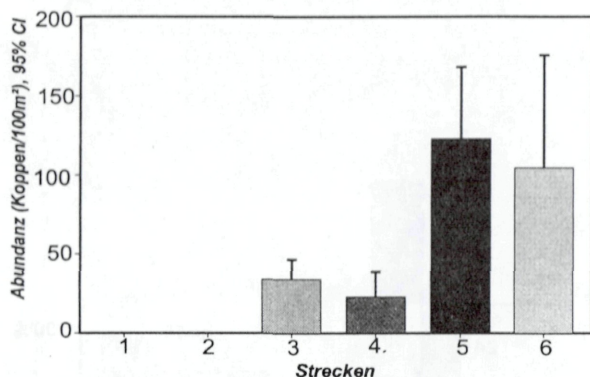


Abb. 3: Abundanzen (Individuen/100m²), 95% CI.

Die Abundanzen in den hydrologisch unterschiedlichen Abschnitten zeigt Abb. 3. Der Bestand der astatischen Strecken konnte nicht berechnet werden, da die Koppen diese Abschnitte nur kurzzeitig besiedeln. Die Bestandsdichten der von Niedrigwasser stark beeinflussten Strecken 3 & 4 sind signifikant niedriger als die der perennierenden Strecken 5 & 6 (Mann-Whitney U-Test, $p < 0,05$). Die höchste Abundanz hat Strecke 5 mit 123 ± 36 Individuen/100m². Details der Bestandsberechnung sind in Tab. 1 aufgelistet.

Tab. 1: Ergebnis der Bestandsberechnung (nach SEBER 1965). n = Anzahl der in die Berechnung des Mittelwertes eingegangenen Einzelwerte, Str.=Strecke.

Bestandsdichte (Indiv./100m²)				
	Str. 3	Str. 4	Str. 5	Str. 6
\bar{x}	34	23	123	105
95% CI	10	13	36	53
STABWN	14	19	55	71
n	8	9	9	7

Das Längenfrequenzdiagramm in Abb. 4 veranschaulicht die Altersstruktur des Koppenbestandes im Oberen Seebach. Für die Situation in den astatischen Bachabschnitten ist es jedoch nicht repräsentativ, da hier die Altersklassen 0+ und 1+ fehlen und nur wenige Individuen des Jahrganges 2+ auftraten.

In der Altersklasse 0+ wurden im Herbst 1998 Exemplare mit 19 bis 30 mm Totallänge gefangen. Die Kohorte der 1+ Koppen ist im Diagramm ausgeprägt und reicht bis zu einer Totallänge von 50-55 mm. Die Jahrgänge 2+ und 3+ stellen einen großen Teil des Gesamtfanges dar. Koppen mit einer Länge >120 mm (4+/5+) wurden nur mehr vereinzelt gefangen. Das größte Exemplar hatte eine Totallänge von 133 mm (Fang am 25.05.1998).

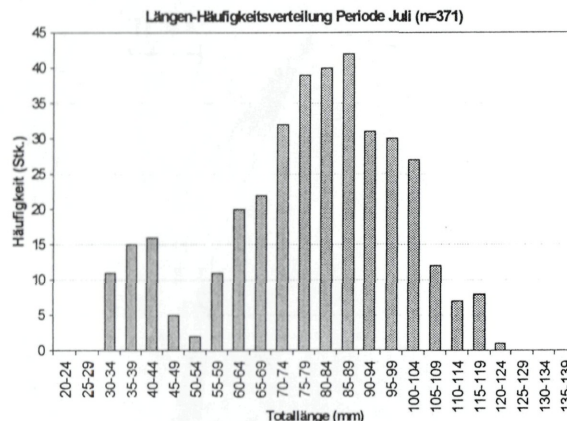


Abb. 4: Längen-Häufigkeitsverteilung im Monat Juli.

Bei der Betrachtung der für die Koppen in den Strecken 3 – 6 errechneten Konditionsfaktoren (Abb. 5) fällt der große Unterschied zwischen den astatischen Strecken 3 & 4 und den ganzjährig wasserführenden Strecken 5 & 6 auf. Ein Mittelwertvergleich der Konditionsfaktoren mittels 1-Weg-Varianzanalyse ANOVA kombiniert mit dem „Student-Newman-Keuls-Test“ ergibt hochsignifikante Unterschiede ($p < 0,001$). Das gleiche statistische Testverfahren ergibt weiters signifikante Unterschiede der Konditionsfaktoren während der vier Fangperioden, wobei der Zustand der Koppen im März am Schlechtesten ist.

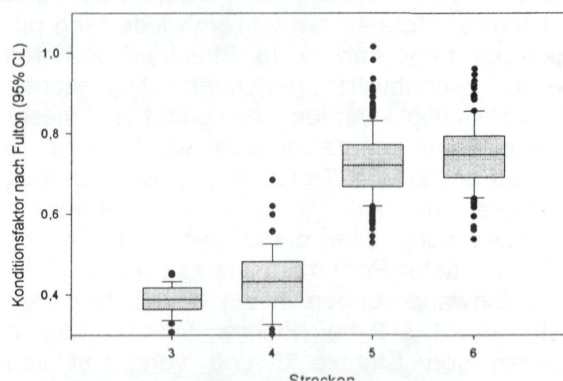


Abb. 5: Konditionsfaktoren nach Fulton (95% CL) in den Strecken 3 – 6.

WANDERVERHALTEN

Der Anteil „stationärer“ Koppen ist hoch: 60 - 72% wurden während des gesamten Untersuchungszeitraumes nie außerhalb ihrer ursprünglichen Strecke registriert. Die Migrationsrate beträgt nur 28 - 40% (Abb. 6). Insgesamt konnten bei 96 Individuen Wanderungen protokolliert werden. Nur 5% der migrierten Koppen legten größere Distanzen als 150 m zurück. Die Maximaldistanz die nachgewiesen werden konnte, liegt bei etwa 310 m.

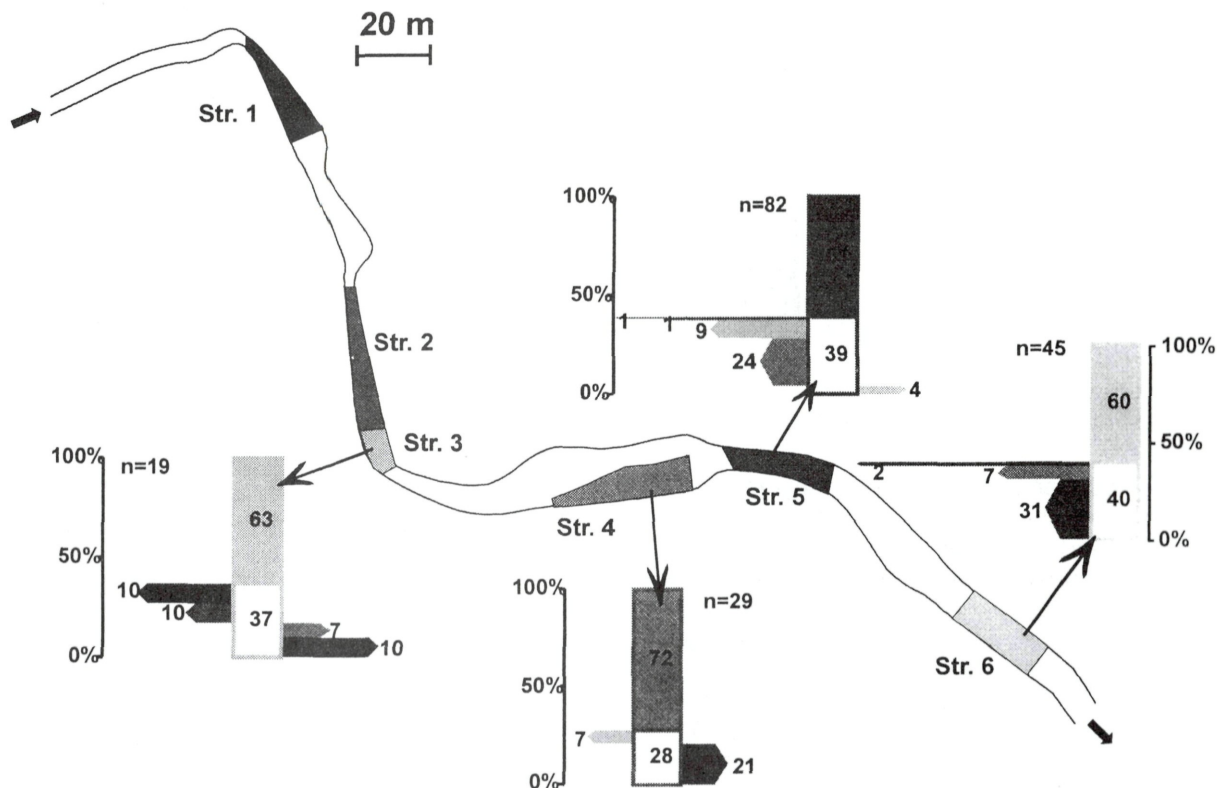


Abb. 6: Skizze des Studienggebietes am Oberen Seebach mit den Strecken 1-6. Die Balkengrafik zeigt den Anteil (in %) der in der gleichen Strecke gebliebenen („stationären“) sowie ausgewanderten Koppen am Gesamt wiederfang (=n) pro Strecke und Jahr. Die Migrationen sind als %-Anteil am Gesamt wiederfang nach der Zielstrecke aufgeschlüsselt.

Die Wanderungen zwischen den Strecken sowie die Anteile der stationären und migrierten Koppen am Gesamt wiederfang pro Strecke zeigt Abb. 6. In Strecke 6 konnten keine bachabwärts gerichteten Migrationen berücksichtigt werden, da unterhalb dieser Strecke nur dreimal gefischt wurde. Klar zu erkennen ist die Tendenz der Koppen aus Strecke 4 und 6 in die Strecke 5 abzuwandern, da diese ein attraktiveres Habitat (tiefer Pool mit Wurzelstock) darstellt. Die Einwanderungen in die beiden obersten Strecken 1 & 2 bei höheren Wasserständen gehen von Strecke 3 und vereinzelt von Strecke 5 & 6 aus. In den beiden perennierenden Strecken 5 & 6 ist der bachaufwärts gerichtete Wandertrend ganz deutlich.

Austrocknungsereignisse sowie Wasserstandsänderungen haben großen Einfluß auf die Intensität und Richtung der Migration. Die Wasserstände des Oberen Seebaches (Abb. 7) können in kurzer Zeit stark ansteigen und ebenso rasch wieder abfallen - ein typisches Kennzeichen für einen Bergbach mit verkarstem Einzugsgebiet. Die zwei temporären Strecken 1 & 2 fallen unter einem Wasserstand von 135 cm trocken. Zwischen Okt. '97 und Sept. '98 trat dieses Ereignis an 78 Tagen ein. Die Trockenperioden erstrecken sich von einigen Tagen bis zu einem Monat.

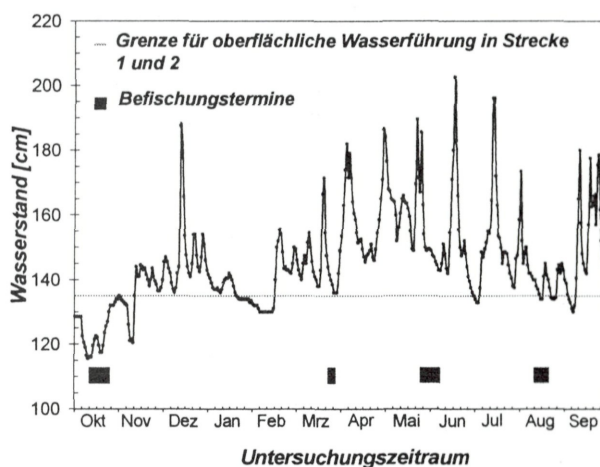


Abb. 7: Wasserstand von Okt. '97 bis Sept. '98, abgelesen am Pegel „Seebach-Zufluß“.

Der Zusammenhang zwischen den Migrationen und dem Wasserstand wird besonders deutlich, wenn man die Wasserstände vor und während der geeigneten Fangperioden mit den zugehörigen Migrationsraten (Abb. 8) vergleicht. Ein niedriger Wasserstand wie im Oktober schränkt die Migrationsmöglichkeiten ein. Die wenigen beobachteten Wanderbewegungen sind bachaufwärts gerichtet. Im August wechselte sich Mittelwasser mit niedrigen Wasserständen ab.

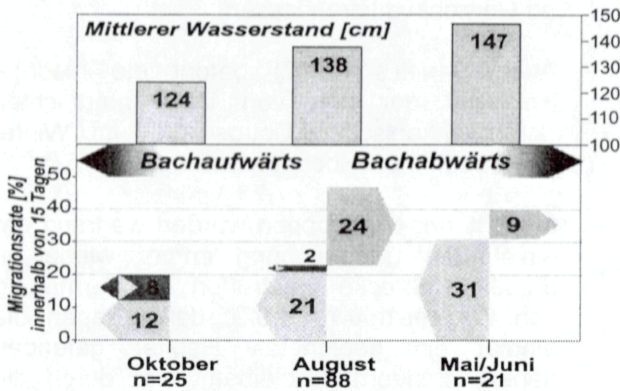


Abb. 8: Migrationsraten während der Fangperioden (15 Tage) in Abhängigkeit vom Wasserstand.

Nun ist die Migrationsrate insgesamt hoch, der Anteil bachaufwärts wandernder Koppen entspricht etwa dem Anteil bachabwärts wandernder. Eine längerfristige Periode mit hohen Wasserständen wie vor der Fangperiode Mai/Juni, führt zu vermehrter Bachaufwärts-Wanderung.

Da der Koppfang mit den Freeze-Coren und Vertikalsamplern während der Untersuchungsperiode nicht erfolgreich war, wurden zur Auswertung der Tiefenverteilung 46 Koppen herangezogen die seit 1984 mit Freeze-Coren gefangen wurden. Der Großteil davon stammt aus der obersten Tiefenstufe von 0 - 10 cm (Abb. 9). Aufgrund der hohen Rauigkeit der Sedimentoberfläche ist nicht eindeutig festzustellen, ob diese Individuen bereits ins „Lückenraumsystem“ eingedrungen waren oder nicht. Die Individuendichte und damit die Fangwahrscheinlichkeit nimmt mit zunehmender Tiefe drastisch ab. Unterhalb von 20 cm konnten kaum mehr Koppen nachgewiesen werden. Allerdings wurde ein einzelnes Individuum in einer Tiefe von 60 - 70 cm gefangen.

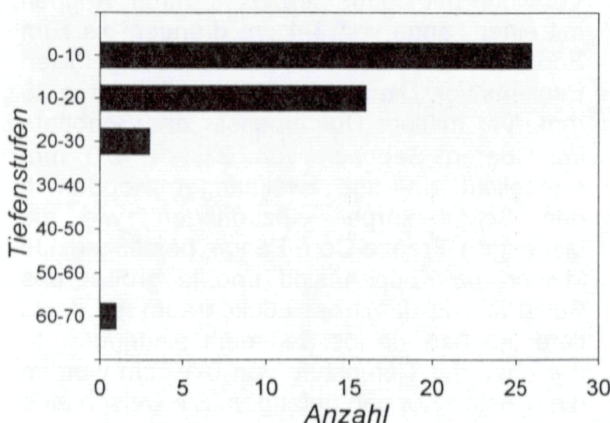


Abb. 9: Anzahl der mit Freeze-Coren in verschiedenen Tiefenstufen im Sediment gefangenen Koppen.

Ein- und zweijährige Koppen dringen ins Lückenraumsystem des Schotterkörpers vor. Größere Individuen wurden nur an der Oberfläche nachgewiesen. In Abb. 10 werden die Totallängen von an der Oberfläche (mit Elektrofischung) sowie in unterschiedlichen Tiefenstufen (mit Freeze-Coren) gefangenen Koppen verglichen. Der „Mann-Whitney U-Test“ bestätigt einen signifikanten Unterschied zwischen den Längen der Koppen im Sediment und jenen an der Oberfläche ($p < 0,001$). Die Längen der Koppen in den drei Tiefenstufen 0 - 10, 10 - 20 und 20 - 30 cm unterscheiden sich untereinander jedoch nicht signifikant (multipler Mittelwertvergleich „Student-Newman-Keuls-Test“).

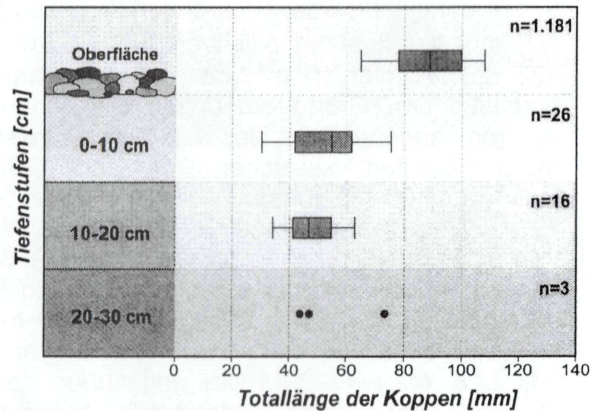


Abb. 10: Totallängen (mm) von an der Oberfläche sowie in verschiedenen Tiefenstufen im Sediment gefangenen Koppen.

DISKUSSION

Die multiple Fang-Wiederfang-Methode war bei den vorliegenden Rahmenbedingungen die effizienteste Methode zur Abschätzung der Mühlkoppbestände. Beachtet man die Tatsache, daß die Fische aus den Untersuchungsstrecken jederzeit abwandern konnten, die Größenselektivität der Fangmethode sowie die teilweise schwere Erreichbarkeit der narkotisierten Fische (Schwimmbase fehlt, Steckenbleiben im Lückenraum), so ist die Wiederfangrate von 49% bemerkenswert hoch. STAHLBERG-MEINHARDT (1994) erreicht mit der „successive removal“-Methode nach DE LURY (1947) nur eine durchschnittliche Wiederfangrate von 22%.

Die Auswirkungen der häufigen Austrocknung zeigen sich deutlich in der Individuendichte der temporären Strecken 1 & 2. Bei höheren Wasserständen werden diese zwar immer wieder durch adulte Koppen von flußab kolonisiert, die kurze Zeit der Wasserführung reicht aber für die Etablierung eines Bestandes nicht aus.

Es scheint, daß die Koppfen dem zurückweichenden Wasser folgen und sich schließlich in den Pools konzentrieren. Da in beiden Strecken nur Koppfen >80 mm gefangen wurden, ist anzunehmen, daß Adulte weit mobiler sind als Juvenilstadien. In den Übergangsstrecken 3 & 4 kann sich nur ein viermal geringerer Bestand als in den ganzjährig wasserführenden Strecken halten. Die bei Niederwasser zurückbleibenden Restpools ermöglichen den Koppfen das Überleben. Juvenile konnten nicht nachgewiesen werden, was entweder erhöhte Mortalitäten oder Abdrift vermuten läßt. Inwieweit dabei die ausgeprägten Abflussschwankungen eine Rolle spielen ist unbekannt.

In den ganzjährig wasserführenden Strecken 5 & 6 liegt der Bestand zwischen 105 ± 53 und 123 ± 36 Adulten/100m² und entspricht damit durchaus den Größenordnungen die andere Autoren angeben. In der Literatur werden meist Dichten zwischen 4 und 260 Individuen/100 m² genannt (ORSÄG & ZELINKA 1974, WELTON et al. 1983, DANIELS 1987, WATERSTRAAT 1992, MARCONATO et al. 1993, STAHLBERG-MEINHARDT 1994). Es gibt jedoch auch Maximalwerte wie 7500 Koppfen/100 m² (inklusive Juveniler) in einem Fluß in England (MILLS & MANN 1983). Die gegenüber den oberen Abschnitten deutlich höheren Koppfenabundanzen lassen auf weit bessere Lebensbedingungen in den Strecken 5 & 6 schließen. Da die Morphologie (Substrat, Bettausformung etc.) der Strecken nicht voneinander abweicht, scheinen die permanente Wasserführung und die damit verbundenen hydrologischen und biologischen Rahmenbedingungen für die höhere Bestandsdichte maßgeblich zu sein. Trotz der verhältnismäßig hohen Abundanz und des guten Ernährungszustandes adulter Koppfen waren auch in diesen Abschnitten kaum Juvenilstadien nachweisbar. Die Ergebnisse weisen somit indirekt auf die Sensibilität der juvenilen Koppfen hin.

Die Konditionsfaktoren zeigen ein ganz deutliches Bild: die „Fitneß“ der Koppfen in den Übergangsstrecken 3 & 4 ist signifikant niedriger als die der Koppfen in den ganzjährig wasserführenden Strecken. Der geringe Koppfenbestand der beiden oberen Strecken läßt auf eine niedrige Beuteabundanz schließen. Möglicherweise bietet das während des Jahres mehrmals ausschließlich unterirdisch fließende und im Schotterkörper gefilterte Wasser den Beutetieren der Koppe nur eine schlechte Nahrungsgrundlage. Der schlechte Konditionsfaktor im März deutet auf

die harten Wintermonate hin, die die Koppfen an Gewicht verlieren lassen.

Auch DANIELS (1987) betont die niedrige Kondition der drei von ihm untersuchten nordamerikanischen Cottus-Arten im Winter und das „Fitneß-Hoch“ im Sommer.

60-72% der Mühlkoppfen wurden während der einjährigen Untersuchung immer wieder in derselben Strecke angetroffen. Die Vermutung von WATERSTRAAT (1992), daß Koppfen die einmal ein geeignetes Habitat gefunden haben, standorttreu bleiben, wird durch die vorliegende Untersuchung bestätigt. Als wichtigstes Motiv für die Wanderungen, deren Großteil als relativ kleinräumig bezeichnet werden kann, wird die Suche nach attraktiven Mikrohabitaten und der Dichteausgleich gewertet. Da die Koppfen außer zur Laichzeit solitär leben und zumindest während der Laichzeit territorial sind (MORRIS 1954, SMYLY 1957, MILLS & MANN 1983) müssen „überzählige“ Koppfen bei zu hohen Dichten in andere Gewässerabschnitte ausweichen (BLESS 1990). Perioden mit hohen Abflüssen veranlassen Koppfen zu erhöhter Migrationsaktivität. Das Motiv ist eine kleinräumige longitudinale (vor allem flußaufwärts gerichtete) und laterale (Ausnutzen des breiteren benetzten Bachbettes) Ausbreitung. Das Absinken des Abflusses auf Niederwasserniveau führt in der Regel zum Rückzug in die tiefen Kolkbereiche. In den oberen astatischen Bereichen sind solche geringen Abflüsse mit empfindlichen Bestandsreduktionen (Mortalitäten) verbunden.

Zur Fähigkeit der Mühlkoppfen ins Bachsediment einzudringen war bisher wenig bekannt. ADAMICKA (1987) publizierte den bisher tiefsten Fang in 60 cm Tiefe. Es konnte jedoch nur ein Individuum von 36 mm Länge in dieser Tiefe nachgewiesen werden. PHILLIPS & CLAIRE (1966) führten in einem Aquarium Versuche mit *Cottus perplexus* durch. Koppfen mit einer Länge von 3-4 cm drangen bis zum Boden eines 36 cm hoch mit Schotter gefüllten Beckens vor. Die mittlere Korngröße betrug 29 mm. Der mittlere Durchmesser des Schotters im Oberen Seebach von $23,1 \pm 2,0$ mm ermöglicht ein- und zweijährigen Koppfen in den Schotterkörper einzudringen, wie die bisherigen Freeze-Core-Fänge bestätigen. Je kleiner die Koppfen sind und je größer das Substrat und damit der Lückenraum ist, desto tiefer können sie ins Sediment eindringen. In der obersten Tiefenstufe von 0-10 cm wurden die meisten Koppfen gefangen. Sie weisen eine mittlere Länge von $53,8 \pm 7$ mm auf. Aufgrund des deutlichen Längenunterschiedes zu den mit Elektrofischung an der Oberfläche

gefangenen Koppen ist trotz der Rauigkeit der Sedimentoberfläche anzunehmen, daß diese Individuen bereits ins eigentliche Lückenraumsystem eingedrungen waren.

DANKSAGUNG

Diese als Diplomarbeit durchgeführte Untersuchung wurde durch ein Förderstipendium der Universität Salzburg, sowie Beiträge der Abteilung Kultur und Wissenschaft des Amtes der NÖ Landesregierung und der SIL Austria finanziell unterstützt. Besonders danken möchte ich Univ.Prof.Dr. Gernot Bretschko und Mag. Helmut Kummer für ihre Anleitung und Betreuung. Die Mitarbeiter der Biologischen Station Lunz haben sehr zum Gelingen der Arbeit beigetragen. Ihnen und allen, die mir bei der Freilandarbeit oder in anderer Weise geholfen haben, sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

LITERATUR

- ADAMICKA, P. (1987): Nahrungs-untersuchungen an der Koppe (*Cottus gobio* L.) im Gebiet von Lunz. Österr. Fischerei **40**: 8-10.
- BAGENAL, T. (1978): Methods for assessment of fish production in fresh waters. Third edition. Blackwell Scientific Publications, Oxford, London, Edinburgh, Melbourne, 365pp.
- BARANDUN, J. (1990): Auswirkungen von Ausbreitungsbarrieren auf das Vorkommen von Groppen (*Cottus gobio*) – Anregungen für den Artenschutz. Nat. u. Landsch. **65**: 66-68.
- BLESS, R. (1990): Die Bedeutung von gewässerbaulichen Hindernissen im Raum-Zeit-System der Gropppe (*Cottus gobio* L.). Nat. u. Landsch. **65**: 581-585.
- CHIARA, G., M. SPECCHI & M. B. DANCEVICH (1987): Preliminary note on the structure of a population of *Cottus gobio* L. (Osteichthyes, Scorpaeniformes) of the Roggia Venchiaredo (Friuli-Venezia Giulia, Northeastern Italy). Quaderni E. T. P. – Udine **15**: 1-8.
- DANIELS, R. A. (1987): Comparative life histories and microhabitat use in three sympatric sculpins (Cottidae: *Cottus*) in northeastern California. Environ. Biol. Fishes **19**: 93-110.
- DE LURY, D. B. (1947): On the estimation of biological populations. Biometrics **3**: 145-167.
- DOWNHOWER, J. F., P. LEJEUNE, P. GAUDIN & L. BROWN (1990): Movements of the chabot (*Cottus gobio*) in a small stream. Pol. Arch. Hydrobiol. **37**: 119-126.
- KLEMENS, W. E. (1983): Zur Problematik quantitativer Probenahmen in Bettsedimenten von Schotterbächen unter besonderer Berücksichtigung des Zoobenthos. Jber. Biol. Stat. Lunz **6**: 25-47.
- LEICHTFRIED, M. (1988): Bacterial substrates in gravel beds of a second order alpine stream (Project Ritrodat-Lunz, Austria). Verh. Internat. Verein. Limnol. **23**: 1325-1332.
- MARCONATO, A., A. BISAZZA & M. FABRIS (1993): The cost of parental care and egg cannibalism in the river bullhead, *Cottus gobio* L. (Pices, Cottidae). Behav. Ecol. Sociobiol. **32**: 229-237.
- MCCLEAVE, J. D. (1964): Movement and population of the mottled sculpin (*Cottus bairdi* Girard) in a small Montana stream. Copeia **3**: 506-513.
- MILLS, C. A. & R. H. K. MANN (1983): The bullhead *Cottus gobio*, a versatile and successful fish. Rep. Freshw. Biol. Ass. **51**: 76-88.
- MORRIS, D. (1954): The reproductive behaviour of the river bullhead (*Cottus gobio* L.), with special reference to the fanning activity. Behaviour **7**: 1-32.
- ORSÁG, L. & M. ZELINKA (1974): Zur Nahrung der Arten *Cottus poecilopus* Heck. und *Cottus gobio* L. Zool. Listy **23**: 185-196.
- PHILLIPS, R. W. & E. W. CLAIRE (1966): Intragravel movement of the reticulate sculpin, *Cottus perplexus* and its potential as a predator on salmonid embryos. Trans. Am. Fish. Soc. **95**: 210-212.
- ROTH, C. & J. UTZINGER (1993): Ökologie der Gropppe (*Cottus gobio* L.) und deren Eignung als Indikatorfisch für den chemischen und morphologischen Zustand eines Fließgewässersystemes. Diplomarbeit, Abt. für Umweltnaturwissenschaften XB, ETH Zürich (unveröffentlicht), 138pp.
- SEBER, G. A. F. (1965): A note on the multiple-recapture census. Biometrika **52**: 249-259.
- SMYLY, W. J. P. (1957): The life-history of the bullhead or miller's thumb (*Cottus gobio* L.). Proc. Zool. Soc. London **128**: 431-453.
- STAHLBERG-MEINHARDT, S. (1994): Verteilung, Habitatansprüche und Bewegungen von Mühlkoppe (*Cottus gobio* L.) und Bachforelle (*Salmo trutta* L.) in zwei unterschiedlich anthropogen beeinflussten Fließgewässern im Vorharz. Dissertation, Zoologisches Institut der Technischen Universität Braunschweig (unveröffentlicht), 197pp.
- WATERSTRAAT, A. (1992): Populationsökologische Untersuchungen an *Cottus gobio* L. und anderen Fischarten aus zwei Flachlandbächen Norddeutschlands. Limnologica **22**: 137-149.
- WELTON, J. S., C. A. MILLS & E. L. RENDLE (1983): Food and habitat partitioning in two small benthic fishes, *Noemacheilus barbatulus* L. and *Cottus gobio* L. Arch. Hydrobiol. **97**: 434-454.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahresbericht der Biologischen Station Lunz](#)

Jahr/Year: 1999

Band/Volume: [1995-98_016](#)

Autor(en)/Author(s): Fischer Sabine

Artikel/Article: [Verteilung und Wanderverhalten der Mühlkoppe \(*Cottus gobio* L.\) in einem astatischen Bachabschnitt. 75-81](#)