©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

Wissenschaft

Österreichs Fischerei *Jahrgang 63/2010* *Seite 214 – 226*

Bewertung kleiner Bäche hinsichtlich ihrer Lebensraumeignung für juvenile Bachforellen

Christina Riedl & Günther Unfer

Institut für Hydrobiologie und Gewässermanagement, Department Wasser – Atmosphäre – Umwelt, Universität für Bodenkultur, Max-Emanuel-Straße 17, 1180 Wien

Abstract

Assessment of habitat suitability for juvenile brown trout in small brooks

The subject of this study was to assess brooks concerning their habitat suitability for juvenile brown trout. In particular, differences in habitat features and habitat use of juvenile brown trout of six small brooks in Lower Austria were surveyed.

Habitat quality was visually mapped. To quantify the microhabitat use of the different life stages of brown trout, the brooks were probed by spot sampling electro-fishing. Based on the combination of the results of both surveys, a new assessment method for the habitat suitability of brooks for juvenile brown trout has been developed.

The results of the habitat mapping show that all six brooks vary in their habitat features because of differing river types, discharge regimes, sediment transport and surrounding environment. The analysis of the spot sampling data clearly demonstrates that different life-stages of brown trout use distinct microhabitat types. Young of the year preferably use pocket pools and aquatic vegetation, whereas one year old brown trout occupy undercut banks and habitats which were classified as adult-habitat. Yearlings and adults tend to use nearly the same habitats. Intraspecific competition and abiotic conditions are considered as significantly influencing habitat use. The applicability of the assessment method has shown that differences in the calculated suitability of brooks correlate with habitat diversity; the higher the microhabitat diversity is, the higher the suitability of brooks.

Einleitung

Welche Lebensraumeigenschaften muss ein Gewässer aufweisen, um für juvenile Bachforellen geeignet zu sein? Dieser Frage wurde in einer im Rahmen des Projekts »Troutcheck« durchgeführten Diplomarbeit nachgegangen. Gegenstand der Arbeit war einerseits die Eruierung der Habitatverfügbarkeit für und andererseits die Untersuchung der Habitatansprüche von juvenilen Bachforellen in sechs Bächen des niederösterreichischen Alpenvorlandes. Die daraus resultierenden Ergebnisse wurden zur Entwicklung einer Bewertungsmethode verwendet, die die Lebensraumeignung der sechs Bäche für juvenile Bachforellen eruiert.

Die Überlebensfähigkeit von juvenilen Bachforellen wird von vielen abiotischen und biotischen Bedingungen beeinflusst. Neben der Kondition und Konstitution des Fisches selbst, der Populationsstruktur und dem Nahrungsangebot spielt auch die Habitatausstattung der Gewässer eine wichtige Rolle.

Gerade in den letzten Jahrzehnten wurden viele Studien durchgeführt, die sich mit der Bedeutung der Beziehung zwischen Lebewesen und Lebensraum (»fish-habitat relation«) beschäftigen (Northcote & Lobón-Cerviá, 2008). Das Vorhandensein von alters- und stadienbezogen geeigneten Habitaten stellt eine Grundvoraussetzung für die Entwicklung und Sicherung von

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

Fischpopulationen dar (Bovee, 1982; Gore & Nestler, 1988; House & Boehne, 1985). Die verschiedenen Altersstadien der Bachforellen zeigen eine besonders starke Bindung an Strukturen (Jungwirth et al., 2003). Durch das Vorhandensein verschiedener stadienspezifischer Habitate wird der intraspezifische Konkurrenzdruck reduziert und die Koexistenz mehrer Altersstadien innerhalb eines Gewässerabschnitts erhöht (Rosenzweig, 1981). Untersuchungen von Jungwirth und Winkler (1983) oder Eklöv und Greenberg (1998) haben gezeigt, dass in reich strukturierten Gewässern die Bachforellendichten um ein Vielfaches höher sind als in strukturarmen Gewässerabschnitten. In diesem Sinne können Habitatanalysen zum Schutz und zur Verbesserung der Aufwuchsbedingungen von Fischen herangezogen werden.
In der vorliegenden Arbeit fungierte die Habitatausstattung als Gewässerbewertungsinstrument für juvenile Bachforellen. Diese Art der Qualitätsbewertung von Fischgewässern ist Bestandteil vieler Fragestellungen im Bereich der angewandten Gewässerökologie. Habitatuntersuchungen dienen beispielsweise der Vorhersage von »stream carrying capacity«, also zur Beurteilung der abiotischen Tragfähigkeit eines Gewässers hinsichtlich bestimmter Biozönosen (Heggenes et al., 1999). Des Weiteren werden diese dazu verwendet, um Aussagen über mögliche Populationsdichten einzelner Arten machen zu können (Baldes & Vincent, 1969; Heggenes et al., 1999). Außerdem werden Habitatuntersuchungen als Bewertungsinstrument zur Erfolgskontrolle von Revitalisierungsmaßnahmen herangezogen (Bovee, 1982; Gore & Nestler, 1988).
Trotz der zahlreichen Erkenntnisse in diesem Themengebiet gibt es wenige Arbeiten, die sich mit Lebensraumausstattung auf Mikrohabitatebene (Wesche, 1980) beschäftigen. Normalerweise werden Habitataufnahmen auf Mesohabitatebene durchgeführt. Mesohabitate sind als Gewässerabschnitte gleicher hydromorphologischer Ausprägung wie beispielsweise Kolk, Furt oder Rinne anzusehen. Innerhalb eines Mesohabitats gibt es wiederum kleiner strukturierte Teillebensräume. Diese unmittelbaren Aufenthaltsorte von Individuen werden als Mikrohabitate bezeichnet. Zur Eruierung von Habitatansprüchen und Habitateignung juveniler Bachforellen ist v. a. die Mikrohabitatebene entscheidend, da Jungfische aufgrund ihrer Größe nur eine geringe Fläche innerhalb des Gewässers aktiv nutzen.
Um die Versuchsbäche hinsichtlich ihrer Eignung für juvenile Bachforellen zu bewerten, wurde eine Habitatkartierung mit anschließender Punktbefischung durchgeführt. Aus der Verschneidung der Ergebnisse der beiden Arbeitsschritte wurde eine Gewässerbewertungsmethode entwickelt.
Hier angeführt die wichtigsten Hypothesen, die im Zuge dieser Arbeit geprüft wurden:

- Es gibt deutliche Unterschiede hinsichtlich der Habitatverfügbarkeit in den einzelnen Versuchsbächen.
- Unterschiedliche Altersstadien nutzen verschiedene Mikrohabitattypen unterschiedlich stark.
- Die Qualität geeigneter Mikrohabitattypen für 0+Bachforellen wird durch das Vorhandensein von Adultfischen vermindert.
- Je heterogener die Mikrohabitatausstattung, umso geeigneter ist das Gewässer für juvenile Bachforellen.

Untersuchungsgebiet

Die untersuchten Gewässer befinden sich im südlichen Niederösterreich und sind der Bioregion Kalkvoralpen und der Ökoregion Alpen zugeteilt (Hydrologischer Atlas, 2003). Winkelbach, Lackenbach und Göstlingbach sind im Raum Lunz am See situiert und dem Einzugsgebiet der Ybbs zuzuordnen. Die Versuchsbäche Eidechselbach, Lackenbach und Kalter Gang befinden sich im Raum Gutenstein und entwässern in die Piesting. Gemein ist allen Versuchsbächen, dass sie innerhalb des Untersuchungsgebiets weitgehend unverbaut sind, keine systematisch morphologischen und keine hydrologischen Beeinträchtigungen aufweisen. Darüber hinaus zeigen die Versuchsbäche die gleichen geologischen Charakteristiken (Karbonatgestein) und sind großräumig dem Donau-Einzugsgebiet zuordenbar.
Die Morphologie eines Gewässers ist entscheidend für die Habitatausstattung sowohl auf Meso- als auch auf Mikrohabitatebene. Im Folgenden werden die Ähnlichkeiten und Differenzen der Gewässer anhand der wichtigsten ökomorphologischen Parameter erläutert.

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

Die Gewässerumlandsituation beeinflusst die Habitatausstattung eines Gewässers wesentlich. Das Gewässerumland des Winkelbachs ist forstwirtschaftlich extensiv genutzt und besteht aus einer Tannen-Buchen-Fichten-Vergesellschaftung. Der Lackenbach ist im Vergleich mit den anderen Gewässern am stärksten anthropogen überformt und befindet sich fast ausschließlich im Siedlungsgebiet. Göstlingbach und Kalter Gang sind in land- und forstwirtschaftlich ähnlich strukturiertem Umland und teilweise in Siedlungsraum eingebettet. Das Gewässerumland des Eidechselbachs hingegen ist stark extensiv genutztes Grünland, dem Gewässer steht der gesamte Talboden zur Verfügung. Der Weißenbach liegt in einem engen Seitental der Piesting, wo anstehender Fels die laterale Ausdehnung des Gewässers stark einschränkt.
Die untersuchten Gewässer sind alle der Oberen Forellenregion zuzuordnen. Aufgrund ihrer Dimensionen und ihres Abflussgeschehen sind diese Gewässer als »kleinere Bäche« anzusehen, die in erster Linie als Laichgewässer von Bachforellen genutzt werden. Winkelbach, Göstlingbach, Lackenbach und Kalter Gang weisen hohe Geschiebedynamik und Mittelwasserabflüsse zwischen 150 und 250 l/s auf. Dies bedingt die Dominanz von größeren Substratklassen und die starke Variation der Wassertiefen. Eidechselbach und Weissenbach haben hingegen geringere Abflüsse (50–100 l/s) und sehr geringe Geschiebedynamik, was eine Dominanz feiner Substratklassen zur Folge hat.
Winkelbach, Lackenbach, Göstlingbach und Kalter Gang haben im Untersuchungsgebiet Gewässerbreiten zwischen 2 und 7 m. Eidechselbach und Weißenbach haben Gewässerbreiten zwischen 1,4 und 3,2 m. Der Unterschied in der Gewässerbreite spielt im Zusammenhang mit dem Gefälle eine entscheidende Rolle für die Strukturausstattung des Gewässers. So bringen vor allem die Gewässer des Einzugsgebiets der Ybbs aufgrund ihrer vergleichbar großen Gewässerbreiten und dem hohem Gefälle (bis zu 4,7%) eine andere Habitatausstattung hervor als die Bäche des Einzugsgebiets der Piesting.

Foto 1: Streckenbeispiel Winkelbach

Foto 2: Streckenbeispiel Weißenbach

Foto 3: Streckenbeispiel Lackenbach

Foto 4: Streckenbeispiel Göstlingbach

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

Foto 5: Streckenbeispiel Eidechselbach

Foto 6: Streckenbeispiel Kalter Gang

Methodik

Habitatkartierung

Ziel der Habitatkartierung war es, die Unterschiede der Versuchsbäche hinsichtlich ihrer Lebensraumausstattung zu untersuchen. In dieser Arbeit lag der Fokus auf juvenilen Bachforellen, daher wurde bei der Kartierung hauptsächlich versucht, Juvenilhabitate zu quantifizieren. Die Kartierungsmethode basiert auf der Aufnahme von Lebensraumverhältnissen anhand einer hierachisch organisierten Habitatklassifikation nach Frisell et al. (1986) (siehe Abb. 1) und wurde für Jungfischerhebungen adaptiert. Hierbei wurde zwischen zwei Betrachtungsebenen, der Mesohabitat- und der Mikrohabitatebene, unterschieden.

Die angewandte Habitatkartierung ist eine stark visuell orientierte Methode, bei der die hydromorphologische Ausprägung eines Gewässers erfasst wird. Die Habitataufnahmen wurden an allen Gewässern bei Niederwasser durchgeführt, um so das minimale Habitatangebot aufnehmen zu können. Der Untersuchungsabschnitt wurde flussauf begangen und in einem ersten Schritt in Mesohabitate, in dieser Arbeit in fünf Kategorien »pool« (Kolk), »riffle« (Furt), »glide« (Rinner, Gleite), »riffle/pool« (kurze Furt-Kolk-Abfolgen), »step-pool« (Abfolge kleinräumiger Kolke (<1 m^2) in einem abgetreppten Gewässerabschnitt), abgegrenzt. Das Mesohabitat bildete die Untersuchungseinheit, in der folgende Parameter erhoben wurden: absolute Länge und Breite, Wassertiefe, Fließgeschwindigkeit, Substratverteilung. Jeder dieser Para-

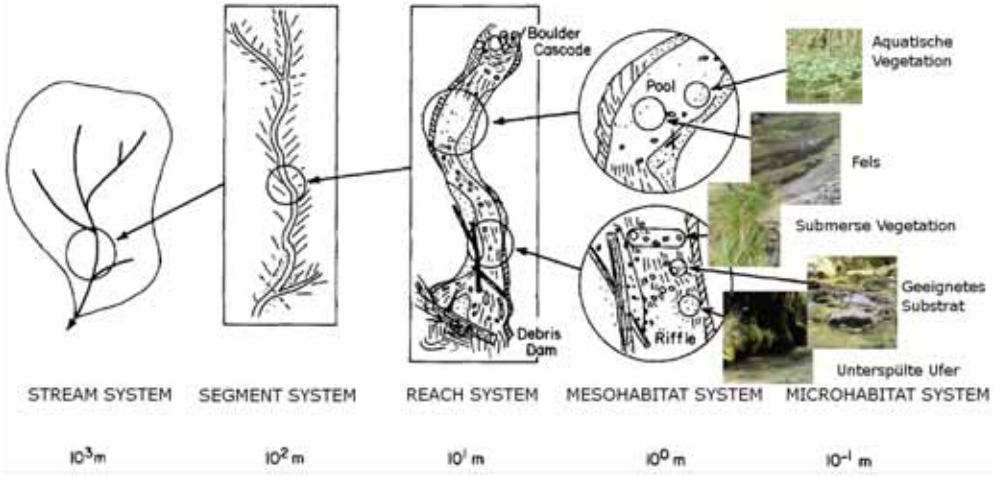


Abb. 1: Auf Jungfischerhebungen adaptierte Darstellung der Habitatklassifikation nach Frisell et al., 1986 (Abbildung verändert übernommen aus Frisell et al., 1986)

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

meter wurde in Klassen unterteilt, wobei der flächenmäßige Anteil der jeweiligen Klasse an der Gesamtfläche der Betrachtungseinheit erhoben wurde. Einen weiteren wichtigen Aufnahmeschritt stellte die Erfassung der Mikrohabitate, also die Erfassung der unmittelbaren Juvenil- und Adulthabitate, dar. In der vorliegenden Arbeit wurden Mikrohabitate anhand von Deckungsstruktur und abiotischen Kenngrößen definiert.

Abb. 2: Aufnahmeschritte zur Eruierung der Habitatausstattung; 1) Abgrenzung von Mesohabitaten, 2) Aufnahme der abiotischen Kenngrößen innerhalb eines Mesohabitats, 3) Kartierung der Mikrohabitatverteilung innerhalb eines Mesohabitats

Jede Art von Deckungsstruktur (z. B. Totholz) führt zur Ausprägung von Mikrohabitaten innerhalb eines Mesohabitats, die spezielle abiotische Bedingungen aufweisen und somit eine räumlich abgrenzbare Einheit (kleiner als 1 m^2) darstellen. Es wurde zwischen folgenden Mikrohabitattypen unterschieden:

- **Adulthabitate** (Bereiche, die Wassertiefen ≥ 25 cm und oft Fließgeschwindigkeiten ≥ 25 cm/s aufweisen und somit Einstandsmöglichkeiten für größere (adulte) Bachforellen bieten)
- **Unterspülte Ufer**
- **Ufergehölze**
- **Submerse Vegetation**
- **Aquatische Vegetation**
- **Totholz/Wurzelstöcke**
- **pocket pools** (seichte Kolke mit geringer Größe (< 1 m^2 Fläche) innerhalb eines Mesohabitats)
- **Geeignetes Substrat** (Bereiche, die Substrat aufweisen, das groß genug ist, um einem Jungfisch Einstand zu bieten (Durchmesser größer ca. 60 mm [Bagliniere et al., 1999])
- **Blockwurf**
- **Bauwerke** (alle flussbaulichen Maßnahmen außer Blockwurf, die von den Fischen als Strömungs- und Sichtschutz genutzt werden können)
- **Fels**
- **Ungeeignetes Habitat** (Bereiche, die für Fische aufgrund von zu geringen Wassertiefen, zu hohen Fließgeschwindigkeiten, Überfällen oder fehlender Deckung ungeeignet sind)

Die Verteilung der Mikrohabitattypen innerhalb eines Mesohabitats basiert ebenfalls, wie die Erfassung der abiotischen Parameter, auf einer Schätzung des flächenmäßigen Anteils.
Eine wichtige rechnerische Größe zur Eruierung der Mikrohabitatdiversität der Versuchsbäche stellt der Shannon-Index (Shannon, 1948) dar. Mit Hilfe dieses Heterogenitätsmaßes wurde überprüft, wie groß die Diversität der Mikrohabitatverteilung in den einzelnen Versuchsbächen ist. Je diverser die Mikrohabitatausstattung, umso höher ist der Shannon-Index und somit auch die Habitatdiversität. Zur Normierung des Shannon-Index wurde der höchstmögliche Shannon-Index H_{max} berechnet, welche sich bei Gleichverteilung, in diesem Fall pi = 1/12 ergibt. Dadurch ergeben sich Werte zwischen 0 und 1, wobei 0 für keine und 1 für die größte Mikrohabitatdiversität steht.

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

$$H = -\sum_i p_i * \log_2 p_i$$

Formel 1: Gleichung zur Berechnung des Shannon-Indexes (»pi« stellt hierbei den Anteil des jeweiligen Mikrohabitattyps an der Gesamtfläche des jeweiligen Versuchsbaches dar)

Punktbefischung

Die an den Versuchsbächen durchgeführten Elektrobefischungen (Punktbefischungen) dienten der Untersuchung der Habitatnutzung. Hierbei wurde eruiert, welche der aufgenommenen Habitattypen in welcher Dichte von Bachforellen besetzt werden. Bei dieser Art der qualitativen Elektrobefischung wurde ein 3-Phasen-Aggregat mit 1,5 kW Leistung und mit 400-600 V Spannung eingesetzt. Es wurde eine Anode mit einem Durchmesser von 10 cm verwendet, um die Fangwahrscheinlichkeit kleiner Fische zu erhöhen. Jedes Mikrohabitat wurde durch 30 s langes Eintauchen der Anode beprobt. Die narkotisierten Fische wurden bestimmt, vermessen und anschließend wieder freigelassen. Um Doppelfänge zu vermeiden, wurde ein Mindestabstand zwischen den Befischungspunkten von 3 bis 5 m gewählt. Um eine statistisch tragfähige Stichprobe zu erhalten, wurde jeder der in der Habitatkartierung erhobenen Mikrohabitattypen mit mindestens 30 Befischungspunkten pro Versuchsbach beprobt. Insgesamt wurden für diese Studie 1913 Mikrohabitate (Punkte) befischt.

Gewässereignungsindex

Zur Entwicklung eines Bewertungssystems wurden die Daten der Habitatkartierung mit den Daten der Punktbefischung verschnitten. Die Beurteilung kleiner Fließgewässer wird hierbei über die Habitatverfügbarkeit für 0+ und 1+Bachforellen vorgenommen. Dies erfolgte anhand einer Gewichtung der nutzbaren Habitattypen auf Basis der Ergebnisse der **Nutzungsintensität**.

Die Nutzungsintensität stellt das Nutzungsverhalten eines Altersstadiums immer in Bezug zu allen anderen Alterstadien dar. Hierfür wurden aus der Anzahl der Fische/Befischungspunkt über alle Altersstadien und Versuchsbäche Mittelwerte gebildet. Diese Mittelwerte stellen somit die durchschnittliche Nutzung eines Mikrohabitattyps dar. Anschließend wurde die Abweichung vom Mittelwert für jede Altersklasse im Bezug zu allen Altersstadien des jeweiligen Mikrohabitattyps berechnet.
Folglich wurden die Nutzungsintensitäten statistisch klassifiziert und einem Gewichtungsfaktor zwischen 1 und 6 zugeordnet.

Tab. 1: **Gewichtungsfaktoren der Mikrohabitattypen für die jeweiligen Altersstadien**

Alter	MIH1	MIH2	MIH3	MIH4	MIH5	MIH6	MIH7	MIH8	MIH9	MIH10	MIH11	MIH12
0+	1	4	6	3	4	4	4	4	6	2	2	0
1+	6	5	2	6	6	3	4	4	1	6	4	0

MIH1	Adulthabitat	MIH5	Totholz/Wurzelstöcke	MIH9	pocket pool
MIH2	Unterspülte Ufer	MIH6	Blockwurf	MIH10	Bauwerke
MIH3	Aquatische Vegetation	MIH7	Submerse Vegetation	MIH11	Fels
MIH4	Ufergehölz	MIH8	Geeignetes Substrat	MIH12	Ungeeignetes Habitat

Zur Bewertung werden die vorkommenden Mikrohabitate (relativer Flächenanteil im gesamten untersuchten Gewässerabschnitt in %) mit dem jeweiligen Gewichtungsfaktor multipliziert und aufsummiert. Die Berechnung der Eignung erfolgte für beide Altersstadien (0+ und 1+ Bachforellen) getrennt.

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

$$GEI_{0+} = \sum_{i=1}^{12} MIH_i * GF_i^{0+} \qquad GEI_{1+} = \sum_{i=1}^{12} MIH_i * GF_i^{1+}$$

GEI_{0+}: Gewässereignungsindex für 0+Bachforellen
GEI_{1+}: Gewässereignungsindex für 1+Bachforellen
MIH_i : relativer Flächenanteil des jeweiligen Mikrohabitattyps
GF_i^{0+} : Gewichtungsfaktor des jeweiligen Mikrohabitattyps für 0+Bachforellen
GF_i^{1+} : Gewichtungsfaktor des jeweiligen Mikrohabitattyps für 1+Bachforellen
i = 1 (1) 12

Durch die Addition von 0+Eignung und 1+Eignung erhält man eine Gesamtbewertungssumme, die den Gewässereignungsindex für juvenile Bachforellen darstellt.

$$GEI = GEI_{0+} + GEI_{1+}$$

GEI: Gewässereignungsindex für juvenile Bachforellen

Ergebnisse und Diskussion

Die untersuchten Gewässer weisen aufgrund von Gewässertyp, Abflussverhältnissen, Geschiebedynamik, Geologie und Gewässerumlandsituation stark divergierende Mikrohabitatausstattungen auf.

Tab. 2: **Charakteristika der Versuchsbäche hinsichtlich der Mikrohabitattypen** (+ typisch, – atypisch)

	Winkelbach	Lackenbach	Göstlingbach	Eidechselbach	Weißenbach	Kalter Gang
Adulthabitat		+			-	
Unterspülte Ufer	-			+		
Aquatische Vegetation						
Ufergehölz				+		
Totholz				+		
Wurzelstöcke						
Blockwurf		+				
Submerse Vegetation				+		
Geeignetes Substrat				-		
pocket pool	+			-		
Bauwerke						
Fels	+		+	-		-
Ungeeignetes Habitat					+	

Tab. 2 stellt die mittels Residualtest eruierten Unterschiede der Versuchsbäche hinsichtlich der Habitatverfügbarkeit dar. Hierbei ist zu beachten, dass die Charakteristika des jeweiligen Baches immer im Vergleich zu den übrigen Untersuchungsgewässern zu sehen ist. Im Winkelbach beispielsweise sind *pocket pools* und *Fels* typisch und *Unterspülte Ufer* atypisch, was auf das vorhandene Substrat und die Gefälleabtreppung zurückzuführen ist. Der Lackenbach, mit seiner gestreckten Linienführung und seinen größeren Wassertiefen (>25 cm), zeichnet sich durch einen großen Anteil an *Adulthabitaten* aus. Der Eidechselbach weist im Vergleich zu den anderen Gewässern eine Vielzahl an typischen und atypischen Mikrohabitattypen auf, die durch den stark unterschiedlichen Gewässertyp erklärbar sind. Der Eidechselbach, als Quellbach mit kaum vorhandenem Geschiebetrieb, ist somit im Vergleich mit den übrigen Bächen kaum mit *Geeignetes Substrat*, *pocket pools* oder *Fels* ausgestattet. Für dieses Gewässer sind *Unterspülte Ufer*, *Ufergehölz*, *Totholz* und *Submerse Vegetation* typisch. Das Vorkommen dieser Mikrohabitattypen ist auf die mäandrierende Form des Gewässers mit starkem Uferbewuchs, bestehend aus Gehölzen und Hochstauden, zurückzuführen. Das zeigt, dass der Gewässertyp und die Umlandsituation einen wesentlichen Einfluss auf die Mikrohabitatverteilung eines Gewässers haben.
In diesem Zusammenhang wurde auch untersucht, ob die Mesohabitattypologie einen nennenswerten Einfluss auf das Vorhandensein der einzelnen Mikrohabitate hat. Sowohl mittels ANOVA (Eta-Quadrat < 0,338) als auch mittels Kreuztabellen-/Clusteranalyse konnten groß-

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

teils keine signifikanten Einflüsse bzw. Zusammenhänge zwischen Mikro- und Mesohabitat festgestellt werden. Folglich ist eine detaillierte Aufnahme der Mesohabitate für die Bewertung der Habitatqualität für Jungfische nicht notwendig. Die Erhebung der Lebensraumausstattung könnte darüber hinaus noch optimiert werden. So würde eine Kombination aus qualitativen Aufnahmen der Mikrohabitate (wie durchgeführt) und einer quantitativen Erhebung der abiotischen Parameter auf Mikrohabitatebene in einem repräsentativen Gewässerabschnitt die Mikrohabitatausstattung und deren wesentliche Einflussgrößen besser abbilden als die durchgeführte Mesohabitatkartierung. Des Weiteren sollte das Set an aufzunehmenden Mikrohabitattypen in Form von Habitatfunktionen, die mittels abiotischer Kriterien charakterisierbar sind, zusammengefasst werden.

Aus den Analysen der Punktbefischungen (Gesamtfang: n = 2236) geht hervor, dass 0+Bachforellen und 1+Bachforellen ein stark divergierendes Nutzungsverhalten haben. So nutzen 0+ eher kleinräumig strukturierte Mikrohabitate wie *pocket pool* oder *Aquatische Vegetation*. 1+ hingegen bevorzugen Strukturen mit größeren Wassertiefen und höheren Fließgeschwindigkeiten wie *Adulthabitat* oder *Unterspülte Ufer.* 1+ und größere Bachforellen (>1+) weisen ein fast deckungsgleiches Nutzungsverhalten auf.

Die großen Unterschiede von 0+ und 1+ hinsichtlich der Besetzung der vorhandenen Mikrohabitattypen lassen den Schluss zu, dass die Größe des Fisches eine entscheidende Rolle bei der Habitatnutzung spielt. So werden Mikrohabitate, die sehr kleinräumig Sicht- und Strömungsschutz bieten (wie *Aquatische Vegetation*, *Geeignetes Substrat*, *Submerse Vegetation*), vorwiegend von 0+Bachforellen besetzt. Für andere Altersstadien scheint die Nutzung dieser, aufgrund der Relation von Körpergröße zu Habitatgröße, wenig attraktiv. Je großflächiger die Habitate strukturiert sind, wie etwa *Adulthabitat*, *Bauwerke* und *Fels*, umso größere Fische besetzen diese Habitate (siehe Abb. 4). Die Nutzung dieser Bereiche wird auch durch Größe, Verfügbarkeit, Nahrungsangebot und innerartliche Konkurrenz stark beeinflusst. Folglich bleibt, bei natürlichem Populationsaufbau, die Nutzung solcher Bereiche höheren Altersstadien vorbehalten.

Die Habitatnutzung durch Bachforellen wird durch eine Vielzahl von Faktoren bestimmt. Die Analyse der Resultate zeigt, dass innerartliche Konkurrenz eine wesentliche Einflussgröße ist. Abb. 3 zeigt, dass bei den Mikrohabitattypen *Adulthabitat*, *Geeignetes Substrat*, *Totholz/Wurzelstöcke* und *pocket pool* eine inverse Korrelation zwischen 0+ und >1+Bachforellen besteht. Im Adulthabitat kann diese Korrelation wirklich als ein Beispiel für innerartliche

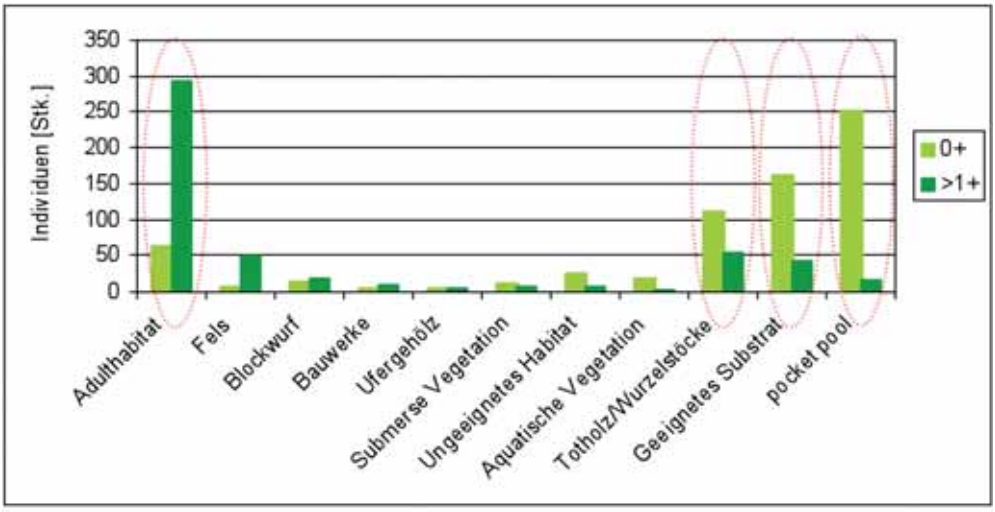
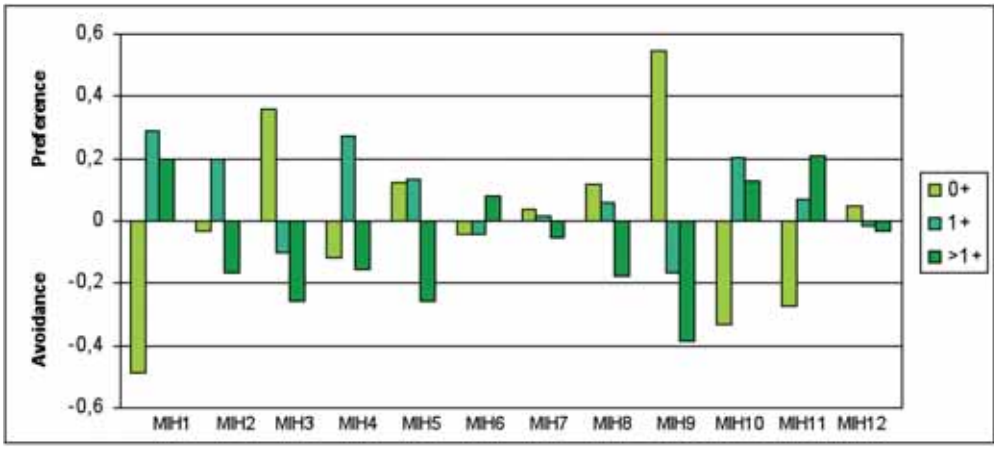


Abb. 3: Gegenüberstellung der Fangzahlen von 0+ und >1+Bachforellen in den beprobten Mikrohabitattypen

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

Konkurrenz gesehen werden. Das heißt, je höher die Zahl an Adulten ist, desto geringer ist die Habitatqualität einzelner Mikrohabitattypen für 0+Bachforellen. Überdies gilt auch, je geringer die Zahl an Adulten, desto größer ist die Habitatqualität für 0+ und die zu erwartende Anzahl an 0+. Die Mikrohabitattypen *pocket pool*, *Geeignetes Substrat* und *Totholz/Wurzelstöcke* weisen zwar auch eine inverse Korrelation zwischen den beiden Altersstadien auf, jedoch ist hier der Grund nur indirekt innerartliche Konkurrenz. Die niedrige Zahl an >1+Bachforellen in diesen Mikrohabitattypen ist auf die für >1+ ungeeigneten abiotischen Bedingungen zurückzuführen. Folglich ist der Populationsaufbau eine wesentliche Einflussgröße bei der Habitatwahl. Abweichungen von einer ausgewogenen Popultationsstruktur können anthropogen (z. B. durch Besatz oder Ausfang) oder natürlich (z. B. hydrologische Extremereignisse) verursacht werden. Weitere wichtige Einflussgrößen stellen die in den Habitaten vorherrschenden Wassertiefen, Fließgeschwindigkeiten und Substratverteilungen dar. Aufgrund unterschiedlicher Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten ist die Nutzung des gleichen Habitattyps durch verschiedene Altersstadien in den Bächen möglich. So werden beispielsweise *Unterspülte Ufer* im Eidechselbach aufgrund der geringen Wassertiefen vor allem von 1+ genutzt. Im Gegensatz dazu nutzen diesen Habitattyp im Winkelbach hauptsächlich Adulte. Dies zeigt sehr deutlich, dass die Habitatqualität einzelner Mikrohabitattypen sehr gewässerspezifisch ist und Generalisierungen nur bedingt möglich sind.
Detaillierte Angaben zum Nutzungsverhalten können über die Nutzungsintensität gemacht werden. Diese gibt Auskunft darüber, wie stark beziehungsweise wie schwach die beprobten Mikrohabitattypen genutzt werden. Die Nutzungsintensität bildet somit das Nutzungsverhalten eines Altersstadiums immer in Bezug zum Nutzungsverhalten aller Altersstadien ab.



MIH1	Adulthabitat	MIH5	Totholz/Wurzelstöcke	MIH9	pocket pool
MIH2	Unterspülte Ufer	MIH6	Blockwurf	MIH10	Bauwerke
MIH3	Aquatische Vegetation	MIH7	Submerse Vegetation	MIH11	Fels
MIH4	Ufergehölz	MIH8	Geeignetes Substrat	MIH12	Ungeeignetes Habitat

Abb. 4: Präferierte Nutzungen der Mikrohabitate durch 0+,1+ und >1+Bachforellen

Pocket pool und *Aquatische Vegetation* werden ausschließlich von 0+ stark genutzt. Dieses Nutzungsverhalten ist auf die die kleinräumige Ausprägung dieser Habitate zurückzuführen. *Pocket pools* sind generell zu seicht und zu klein, um von anderen Altersstadien genutzt zu werden. *Aquatische Vegetation*, die in den sechs Versuchsbächen hauptsächlich aus niedrigen Wasserpflanzen (Sumpf-Vergissmeinnicht) und fädigen Algen besteht, bietet aufgrund der Größe nur Unterstandsmöglichkeiten für 0+. Von Sömmerlingen gemieden werden Adulthabitate, Unterspülte Ufer, Bauwerke und Fels.

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

Unterspülte Ufer und *Ufergehölz* werden nur von 1+ überdurchschnittlich genutzt. Grund dafür ist die morphologische Ausprägung dieser Habitattypen. So sind *Unterspülte Ufer* und *Ufergehölze* in den untersuchten Bächen zumeist zu kleinräumig ausgeprägt, um von Adulten genutzt werden. Die geringe Nutzung dieser Habitattypen durch 0+ ist wahrscheinlich in der hohen Dichte von 1+Fischen begründet.
Totholz/Wurzelstöcke, *Submerse Vegetation* und *Geeignetes Substrat* werden von 0+ und 1+ fast gleichermaßen genutzt. Die Größe der Einstandsfläche dieser Habitate ist nur groß genug für diese beiden Altersstadien, wodurch die Nutzung durch Adulte sehr beschränkt ist. Diese Aussage trifft besonders auf *Geeignetes Substrat* zu. Unter *Geeignetem Substrat* werden Bereiche der Gewässersohle angesehen, die Korngrößen zwischen Meso- und Makrolithal (Baglinière et al., 1999) aufweisen und daher nur als Aufenthaltsorte für juvenile Bachforellen dienen.
Obwohl *Unterspülte Ufer* und *Totholz/Wurzelstöcke* zumeist funktionell als gleichwertig anzusehen sind, werden sie von den Altersstadien unterschiedlich genutzt. Im Gegensatz zu 1+Bachforellen, welche beide Mikrohabitattypen bevorzugen, nutzen 0+Bachforellen nur *Totholz/Wurzelstöcke* überdurchschnittlich. Adulte Bachforellen hingegen meiden beide Mikrohabitattypen.
Blockwurf wird nur von >1+Bachforellen überdurchschnittlich genutzt. Anscheinend sind die darin vorhandenen Hohlräume groß genug, um von Adulten besetzt zu werden.
Adulthabitate, *Fels* und *Bauwerke* werden von 1+ und >1+ gleichermaßen genutzt, was wiederum das sehr ähnliche Nutzungsverhalten der beiden Altersstadien verdeutlicht.
Die Nutzungsintensität gibt auch Auskunft darüber, welche Mikrohabitattypen ein Gewässer aufweisen muss, um für Juvenile geeignet zu sein. Je höher die Nutzungsintensität eines Mikrohabitattyps ist, desto bedeutender ist dieser für das jeweilige Altersstadium. Demnach soll ein Gewässer mit *pocket pools*, *Aquatische Vegetation*, *Unterspülte Ufer*, *Adulthabitat*, *Ufergehölz* und *Totholz/Wurzelstöcke* (siehe Abb. 4) ausgestattet sein, um als Juvenilgewässer fungieren zu können. Diese Erkenntnisse stellten auch die Grundlage für den entwickelten Gewässerbewertungsindex (GEI) dar (Tab. 3). Hohe Lebensraumeignung basiert demnach auf einem Set von Juvenilen stark genutzten Mikrohabitattypen (*pocket pools*, *Aquatische Vegetation*, *Unterspülte Ufer*, *Adulthabitat*, *Ufergehölz* und *Totholz/Wurzelstöcke*). Dies ist nötig, um die unterschiedlichen Habitatansprüche von 0+ und 1+ abzudecken. Die Anwendung der entwickelten Bewertungsmethode hat gezeigt, dass einzelne Mikrohabitattypen die Gewässereignung nicht so stark beeinflussen wie ein Set an bevorzugten Mikrohabitattypen.

Tab. 3: **Bewertung der Versuchsbäche anhand des Gewässereignungsindex (GEI) und anhand des Shannon-Index**

Versuchsbach	GEI	Abweichung vom Höchstwert (%)	GEI 0+	GEI 1+	Shannon-Index
Winkelbach	608,96	14,35	293,03	315,94	0,62
Lackenbach	607,24	14,59	241,21	366,02	0,65
Göstlingbach	620,24	12,76	248,65	371,59	0,68
Eidechselbach	710,97	0	286,64	424,32	0,73
Weißenbach	546,37	23,15	274,73	271,64	0,61
Kalter Gang	624,79	12,12	253,58	371,21	0,62

Im Eidechselbach kommen beispielsweise *pocket pools*, die von 0+ am stärksten genutzt werden, nur zu einem geringen Anteil vor. Die übrigen stark genutzten Habitattypen wie *Aquatische Vegetation*, *Unterspülte Ufer*, *Ufergehölz* sind aber quantitativ stark vertreten und führen somit zur der sehr guten Gewässereignung des Eidechselbachs. Winkelbach, Lackenbach, Göstlingbach und Kalter Gang weisen im Vergleich zu den anderen Versuchsbächen eine mittlere Eignung für juvenile Bachforellen auf (siehe Tab. 3). Der Weissenbach zeigt aufgrund der gerin-

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

gen Flächenanteile an *Adulthabitat*, *Unterspülte Ufer* und *Aquatische Vegetation* (siehe Tab. 2) eine geringere Gesamteignung. Darüber hinaus beeinflusst der große Anteil an *Ungeeignetem Habitat* das Bewertungsergebnis des Weissenbachs entscheidend.
Betrachtet man den GEI für die einzelnen Altersstadien (0+, 1+) zeigt sich, dass beispielsweise der Weißenbach und Winkelbach hohe Bewertungssummen für 0+ haben, also vergleichsweise viel Lebensraum für dieses Altersstadium bieten, aber hinsichtlich des 1+Habitats den anderen Bächen hinterherhinken (Tab. 3). Im Zentrum unserer Betrachtungen stand aber die Gesamteignung (GEI) für beide Juvenilstadien. Aufgrund des divergierenden Nutzungsverhaltens der beiden Altersstadien ist es unumgänglich, Gewässer hinsichtlich ihrer Lebensraumqualität sowohl für 0+ als auch 1+ zu bewerten, um so Aussagen über die Eignung für juvenile Bachforellen machen zu können.
Aus den Resultaten ist klar ersichtlich, dass nicht einzelne stark genutzte Habitate für die Gewässereignung ausschlaggebend sind, sondern die Summe der stark genutzten Mikrohabitate. Somit bewertet diese Methode das Gewässer anhand ihrer Mikrohabitatverteilung und nicht anhand einzelner dominierender Habitattypen. Über die Relevanz der zahlenmäßigen Unterschiede zwischen den Bewertungssummen der einzelnen Bäche können nur schwer Aussagen getroffen werden. Die Unterschiede zwischen Eidechselbach und Weissenbach sind deutlich und können anhand der differenzierten Habitatausstattung begründet werden (siehe Tab. 2). Die Unterschiede zwischen Winkelbach, Lackenbach, Göstlingbach und Kalter Gang sind von den Bewertungssummen her nur gering und die Mikrohabitatausstattung dieser Gewässer ist nicht stark divergierend. Daher bedarf es der Bewertung vieler Bäche anhand dieser Bewertungsmethode, um die Ergebnisse besser beurteilen zu können.
Eine Hypothese in Bezug auf die Gewässereignung war: Je höher die Mikrohabitatdiversität ist, desto höher ist die Gewässereignung für juvenile Bachforellen. Zur Überprüfung dieser Annahme wurde eine Regressionsanalyse durchgeführt. Folglich wurden die Resultate der Berechnung des Shannon-Index, welcher als ein Maß für die Habitatdiversität angesehen werden kann, in Bezug zu den Bewertungssummen der einzelnen Versuchsbäche gesetzt.
Mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0{,}709$ und einem Korrelationskoeffizient von $R = 0{,}842$ konnte der Zusammenhang zwischen Mikrohabitatheterogenität und Gewässereignung bewiesen werden. Demnach sind Gewässer, die eine diverse Mikrohabitatstruktur aufweisen, besser für Juvenile geeignet, als jene die eine monotone Habitatausstattung haben (siehe Tab. 3).
Um Aussagen über die Anwendbarkeit und Effizienz der entwickelten Bewertungsmethode treffen zu können, sollte eine Validierung mit einem möglichst großen Datensatz erfolgen. Hierbei ist die Einhaltung bestimmter Rahmenbedingungen (gleiche Aufnahmemethodik, vergleichbare Gewässersituation etc.) unumgänglich, um objektive Erkenntnisse gewinnen zu können. Zur Validierung der Bewertungsmethode müssten die Bachforellendichten von möglichst vielen Gewässern und Gewässertypen mittels Elektrobefischung quantitativ erhoben werden. Der Beprobungszeitpunkt sollte sich, wie in vorliegender Arbeit, jedenfalls mit dem Kartierungszeitpunkt decken. Darüber hinaus ist zu beachten, dass davor keine hydrologischen oder morphologischen Extremereignisse stattgefunden haben, die die Populationsstruktur wesentlich beeinflusst haben könnten. Es sollten nur morphologisch und hydrologisch unbeeinträchtigte Gewässer mit natürlichen Bachforellenpopulationen beprobt werden. Folglich sollten die Populationen auch nicht durch Besatzmaßnahmen beeinflusst sein.
Da die Habitatnutzung an nicht vollkommen unbeeinflussten Bachforellenpopulationen untersucht wurde, wäre eine erneute Erhebung des Nutzungsverhalten von Juvenilen anzustreben. Hierbei sollten grundsätzlich unbeeinflusste Gewässer entsprechender Größe untersucht werden. Das heißt, es dürften in den Jahren davor keine Besatzmaßnahmen oder hydrologische Extremereignisse stattgefunden haben. Auch die Untersuchung verschiedener Gewässertypen würde die Erkenntnisse bezüglich der Mikrohabitatnutzung von Juvenilen erweitern.
Zur Vervollständigung des Wissens über die Habitatnutzung wäre eine Untersuchung dieser im Winter notwendig. Einige Quellen haben gezeigt, dass sich die Lebensraumansprüche im Verlauf der Jahreszeiten deutlich ändern (siehe beispielsweise Hubert et al., 1994).
Außerdem sollte der Einfluss innerartlicher Konkurrenz anhand eines eigenen Feldversuchs

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

überprüft werden. Dazu sollte ein Gewässer in repräsentative Abschnitte unterteilt werden. Durch Entnahme beziehungsweise den Besatz einzelner Altersstadien aus/in abgegrenzten Abschnitten könnte die Bedeutung von intraspezifischer Konkurrenz in Bezug auf die Habitatnutzung eruiert werden.

Die Bedeutung der Habitatausstattung für das Vorhandensein von Bachforellen in einem Gewässer wird stark verschleiert, wenn andere dichteregulierende Mechanismen in den Vordergrund treten. Bei Nahrungsüberangebot oder Änderungen des Temperaturregimes beispielsweise spielt die Habitatausstattung im Hinblick auf die Bachforellendichte eine untergeordnete Rolle.

Darüber hinaus muss auch die zeitliche Begrenztheit der Mikrohabitatausstattung und der Mikrohabitatnutzung beachtet werden. So sind im Winter (niedrige Temperaturen, Niederwasserabfluss) einerseits andere Mikrohabitattypen verfügbar, und andererseits werden die vorhandenen Mikrohabitattypen auch anders genutzt (Heggenes et al., 1993). Folglich sind die Erkenntnisse dieser Arbeit (Erhebungen wurden im August und September 2008 durchgeführt) nur auf die Sommer- und Herbstmonate anwendbar.

Neben der Anwendbarkeit der Bewertungsmethode steht auch die Übertragbarkeit dieser auf andere Gewässer beziehungsweise Gewässertypen zur Diskussion. Folglich kann die Bewertungsmethode nur an jenen Gewässertypen angewendet werden, an denen auch die Habitatnutzung untersucht wurde. Beispielsweise in kristallinen Gewässern ist von völlig anderen Mikrohabitatausstattungen auszugehen, wodurch eine erneute Habitatnutzungsuntersuchung notwendig wäre. Aus der Literatur ist eine Studie (Mäki-Petäys et al., 2002) bekannt, die besagt, dass eine gewässerspezifische Betrachtung generell vorzuziehen ist. Dennoch geht aus dieser Arbeit hervor, dass unter Einhaltung bestimmter Bedingungen (vergleichbare Geologie, Einzugsgebietsgröße, Hydrologie, Gewässertyp, Umlandsituation) die Übertragbarkeit von Nutzungspräferenzen zumindest auf regionaler Ebene grundsätzlich möglich ist (Mäki-Petäys et al., 2002).

Die entwickelte Bewertungsmethode basiert auf der Tatsache, dass die Habitatausstattung einen wesentlichen Einfluss auf Artenvielfalt und Individuendichte von Fischzönosen hat. Dennoch sollten auch andere ökologische Einflussgrößen wie Temperatur, Wasserqualität oder eine intakte Nahrungskette (Orth, 1987) bei der Bearbeitung dieses Themas berücksichtigt werden, um der Komplexität der aquatischen Ökosysteme gerecht zu werden.

LITERATUR

Bagliniere J. L., Maisse G., 1999, »Biology and ecology of the brown and sea trout«, Springer-Praxis series in aquaculture & fisheries, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York

Baldes R. J., Vincent R. E., 1969, »Physical Parameters of Microhabitats Occupied by Brown Trout in an Experimental Flume«, Transaction of the American Fisheries Society, Vol. 2, 230–238

Bovee K. D., 1982, »A guide to stream habitat analysis using the instream flow incremental methodology«, U.S. Fish and Wildlife Service, FWA/OBS-78/33

Eklöv A. G., Greenberg L. A., 1998, »Effects of vertificial instream cover on the density of 0+ brown trout«, Fisheries Management and Ecology, Vol. 5, 45–53

Frisell C. A., Liss W. J., Warren C. E., Hurley M. D., 1986, »A hierarchical framework for stream habitat classification: viewing streams in a watershed context«, Environmental Management, Vol. 10, 199–214

Gore J. A., Nestler J. M., 1988, »Instream flow studies in perspective« Regulated Rivers: Research and Management, Vol. 2, 93–101

Hawkins C. P., Kerschner J. L., Bisson P. A., Bryant M. D., Decker L. M., Gregory S.V., McCullough, Overton C. K., Reeves G. H., Steedmanet R. J., Young M. K., 1993, »A hierarchical approach to classifying stream habitat features«, Fisheries, Vol. 18, 3–12

Heggenes J., Krog O. M. W., Lindas O. R., Dokk J. G., Bremnes T., 1993, »Homeostatic behavioural responses in a changing environment: brown trout (*Salmo trutta*) become nocturnal during winter«, Journal of Animal Ecology, Vol. 62, 295–308

Heggenes J., Bagliniere J. L., Cunjak R. A., 1999, »Spatial niche variability for young Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*S. trutta*) in heterogeneous streams«, Ecology of Freshwater Fish, Vol. 8, 1–21

Hubert W. A., Harris D. D., Wesche T. A., 1994, »Diurnal shifts in use of summer habitat by age-0 brown trout in regulated mountain stream«, Hydrobiologia, Vol. 284, 147–156

Hydrologischer Atlas, 2003, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft; Projektleitung: Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und Konstruktiven Wasserbau, Universität für Bodenkultur, Wien

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

Jungwirth M., Winkler H., 1983, »Die Bedeutung von Flussbettstruktur für Fischgemeinschaften«, Österreichische Wasserwirtschaft, Vol. 35, 229–234
Jungwirth M., Haidvogel G., Moog O., Muhar S., Schmutz S., 2003, »Angewandte Fischökologie an Fließgewässern«, Fakultas Verlags und Buchhandels AG, Wien
Mäki-Petäys A., Hussko A., Erkinaro J., Muotka T., 2002, »Transferability of habitat suitability criteria of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*)«, Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, Vol. 59, 218–228
Northcote T. G., Lobón-Cerviá J., 2008, »Increasing experimental approaches in stream trout research – 1987–2006«, Ecology of Freshwater Fish, Vol. 17, 349–361
Orth D. J., 1987, »Ecological considerations in the development and application of instream flow-habitat models«, Regulated Rivers: Research & Management, Vol. 1, 171–181
Rosenzweig M. L., 1981, »A theory of habitat selection«, Ecology, Vol. 62, 327–335
Shannon C. E., 1948, »A Mathematical Theory of Communication«, Bell System Technical Journal, Vol. 27, 379–423, 623–656
Wesche T. A., 1980, »The WRRI cover rating method-development and application«, University of Wyoming, Water Resources Research Institute Series, Publication 78, Laramie

Kontakt zu den Autoren: christiana.riedl@eawag.ch, guenter.unfer@boku.ac.at

Fischereiwirtschaft und Fischereibiologie

OECD-Workshop »Vormarsch des Aquakultursektors«

OR Mag. Gabriela König
Abt. III 2, BMLFUW

Am 15. und 16. April 2010 fand in Paris der vom OECD-Fischereikomitee organisierte Workshop »Advancing the Aquaculture Agenda« statt.
Ziel war, die Lage des Aquakultursektors darzustellen und die künftigen Anforderungen sowie Verbesserungsmöglichkeiten zu analysieren. Vortragende aus aller Welt – von der Universität Hawaii bis zum Netzwerk der aquatischen Zentren im asiatisch-pazifischen Raum (NACA) – präsentierten die neuesten Erkenntnisse. Im Folgenden einige ausgewählte Höhepunkte:
Derzeit liegt die Weltaquakulturproduktion zum größten Teil in den Händen der Entwicklungsländer: Über 93% der Produktion findet dort statt. Der Löwenanteil von über 91% entfällt auf asiatische Länder (Stand 2008)[1]. 62,4% der Produktion wurde von China bestritten. Weit abgeschlagen lagen in weiterer Folge Indonesien (5,6%), Indien (5,1%) und Vietnam (3,6%). Erst an 11. Stelle dieser Statistik lag übrigens der erste europäische Produzent, Norwegen; auf den Plätzen 19 und 20 folgten Spanien und Frankreich.
Die Weltaquakultur besteht zu 47,57% aus mariner und zu 46,17% aus im Süßwasser Betriebener. Der Rest entfällt auf Brackwasser-Aquakultur. Wichtigste Aquakultur-Fischart ist der Karpfen. 2007 stammten 21% der in der EU konsumierten Meeresfrüchte aus der Aquakultur (Österreich: ca. 9%)[2].
Für die Zukunft gehen Experten davon aus, dass sich der zu erwartende Klimawandel mit Temperaturanstieg und häufigerem Auftreten von Trockenheit und Überflutungen nachteilig auf die Nahrungsmittelsicherheit und -versorgung auswirken wird, vor allem in tropischen Gebieten. Es gilt also, sich darauf entsprechend einzustellen. Aber auch aus anderen Gründen ist die Aquakultur wichtig:
Fisch ist ein wichtiges Nahrungsmittel, da er viele wertvolle Nährstoffe enthält. Infolge weltweit durch die Fischerei bereits stark beanspruchter Fischbestände kommt der Aquakulturproduktion steigende Bedeutung zu. Dies hat sich auch schon in den vergangenen Jahren

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Österreichs Fischerei

Jahr/Year: 2010

Band/Volume: 63

Autor(en)/Author(s): Riedl Christina, Unfer Günther

Artikel/Article: Bewertung kleiner Bäche hinsichtlich ihrer Lebensraumeignung für juvenile Bachforellen 214-226