

Endbericht

Ausgabe Auftraggeber (OÖ Landesregierung)

Fischökologische Bestandsermittlung an der Waldaist sowie Erhebung
des Glochidienbefalles im Rahmen des Flußperlmuschelprojektes
(FLUP)

1. Beprobungsjahr (1997)

Mag. Reinhard Haunschmid* & Dipl. Ing. Dieter Kozak[#]

*Zemannstraße 26a
4240 Freistadt

[#] Hagelgasse 21
4291 Lasberg

Berichtslegung: Februar 1998

Faktenentnahme ist nur nach Rücksprache mit einem der Autoren rechtlich zulässig.

b0433

Inhaltsverzeichnis

1. EINLEITUNG.....	2
2. MATERIAL UND METHODEN	3
2.1 Auswahl der Gewässerabschnitte	3
2.2 Elektro-Befischung.....	6
2.3 Breiten- und Tiefenverhältnisse	6
2.4 Chemisch-physikalische Parameter	6
2.5 Diversitätsindex und Äquität.....	6
2.6 Abundanz, Fangwahrscheinlichkeit und Biomasse (der Bachforelle).....	6
2.7 Längen-Frequenzanalyse (der Bachforelle).....	7
2.8 Längen-Gewichtsanalyse (der Bachforelle).....	7
2.9 Längen- und Gewichtswachstum (der Bachforelle).....	7
2.10 Allgemeine parasitologische Parameter	8
2.11 Einfluß des Glochidienbefalls auf die Kondition der Bachforelle.....	8
2.12 Verteilung der Glochidien am Wirt Bachforelle.....	8
2.13 Zusammenhang Länge der Bachforelle und Glochidienbefall.....	9
3. RESULTATE.....	9
3.1 Harbe Aist bei Neuhof (Strecke 1)	10
3.2 Waldaist unterhalb Weitersfelden (Strecke 2).....	12
3.3 Waldaist oberhalb Brücke Haidmühle (Strecke 3).....	14
3.4 Waldaist unterhalb Unterniederndorf (Strecke 4).....	16
3.5 Waldaist unterhalb Unterniederndorf (Strecke 4a)	18
3.6 Waldaist oberhalb Haslmühle (Strecke 5).....	19
3.7 Waldaist unterhalb Haslmühle (Strecke 6).....	21
3.8. Vergleich der Strecken und Zusammenfassung ausgewählte Themen.....	23
4. DISKUSSION.....	27
5. ZUSAMMENFASSUNG.....	32
6. DANKSAGUNG.....	34
7. LITERATUR.....	34

1. Einleitung

Die Vermehrung der Flußperlmuschel erfolgt durch die Befruchtung der Eier im Kiemensack des Elterntieres. Hier entwickeln sich die Larven, die nach Freiwerden eine parasitische Phase in den Kiemen von jungen Bachforellen durchlaufen (siehe Foto 1). Mit einer Größe von 0,4mm verlassen die Jungmuscheln ihren Wirt, um die nächsten Jahre im Bachsediment zu verbringen. Erst nach einigen Jahren kommen sie wieder an die Sedimentoberfläche und verbleiben dort (siehe MOOG et al. 1993).

Ein solcher vielfältiger Zyklus legt nahe, daß große Ansprüche an mehrere Habitatparameter gestellt werden. Meist reichen geringfügige Veränderungen der Habitatqualität aus, um in Folge mehrere Faktoren zu beeinflussen, die sich wiederum für die Muschel als ungünstig erweisen.

In den letzten Jahren wurde durch Kartierungen festgestellt, daß die Muschelbestände in Mitteleuropa drastisch zurückgegangen sind und eine Überalterung der Bestände stattgefunden hat. Die Ursachen dafür wurden bis dato in Österreich nicht näher eruiert.



Foto 1. Kiemenblättchen und Sekundärlamellen mit Glochidium (Pfeil).

Die Transmissionsrate der Glochidien und somit der Erfolg der Reproduktion eines Muschelbestandes hängt stark von der Wirtspopulation ab. Klarerweise nimmt bei einer geringen Jungfischabundanz (die Altersklassen 0+ und 1+ übernehmen den Hauptteil der Glochidien) die Transmissionsrate ab. Fehlende Reproduktion der Bachforelle, Hochwasserereignisse, Trockenheiten im Sommer, Versauerung des Gewässers u.a. mehr kommen als Ursachen für reduziertes Jungfischauftreten in Frage. Weiters könnte die Transmissionsrate durch jahrzehntelang durchgeführte Besatzmaßnahmen mit dänischen Zuchtfischen, die immunologisch nicht wie die heimischen Bachforellen geartet sein müssen, herabgesetzt worden sein. Besatzmaßnahmen mit anderen Fischarten wie der Regenbogenforelle reduzieren zudem als ungeeignete Wirte die Überlebensrate der Glochidien (GROH 1995).

Allgemein gesprochen unterliegt die Wirtspopulation - im vorliegenden Fall die Bachforellenpopulation - in der Regel einer gewissen Dynamik, die in einem Parasiten-Wirtsverhältnis klarerweise den Parasiten mitbeeinflusst (PENNYCUICK 1971). Zur Beurteilung dieses Verhältnisses ist unter anderem die Verteilung des Parasiten in der Wirtspopulation von großer Bedeutung. Bei vielen Parasiten wurde ein geklumpstes Auftreten nachgewiesen

Haunschmid & Kozak, FLUP Teil: Fische und Glochidien '97
 (ANDERSON & MAY 1978), d.h. daß die Varianz wesentlich größer als der Mittelwert ist.
 Anders ausgedrückt besitzen wenige Wirtsindividuen eine große Parasitenbürde.
 Weiters wird das Wirtsindividuum abhängig von der Befallsrate unterschiedlich
 beeinträchtigt. Diese Beeinträchtigung konnte bei einer großen Zahl von Parasiten anhand des
 Ernährungszustandes festgestellt werden (SCHÄPERCLAUS 1990).

2. Material und Methoden

2.1 Auswahl der Gewässerabschnitte

Die Auswahl der 7 Gewässerabschnitte erfolgte mit Ausnahme von Strecke 5 nach Ermittlung der Muschelbestandssituation durch Dipl. Ing. Ofenböck. Die Teststrecken sind in Abbildung 2.1 ersichtlich. Die Strecken 1-6 wurden qualitativ und quantitativ befischt und die Bachforelle als Wirt der parasitären Muschellarven näher untersucht. Zusätzlich wurden direkt unterhalb der Muschelbank bei Unterniederndorf nur 0+ Fische entnommen, um die Befallsintensität mit Glochidien zu bestimmen (im folgenden als Strecke 4a angeführt). Fotos 2-7 lassen neben den Gewässerabschnitten auch deren unmittelbares Umland erkennen.
 Strecke 1...Harbe Aist bei Neuhof; stark überalterter Muschelbestand mittlerer Dichte
 Strecke 2...Waldaist unterhalb Weitersfelden; kein Muschelbestand
 Strecke 3...Waldaist oberhalb Brücke Haidmühle; überalterter Muschelbestand geringer Dichte
 Strecke 4...Waldaist unterhalb Unterniederndorf; sehr hoher Jungmuschelbestand >5 Jahre
 Strecke 4a...Waldaist unterhalb Unterniederndorf; sehr hoher Jungmuschelbestand >5 Jahre
 Strecke 5...Waldaist oberhalb Haslmühle; geringer Muschelbestand
 Strecke 6...Waldaist unterhalb Haslmühle; hoher Jungmuschelbestand <5 Jahre

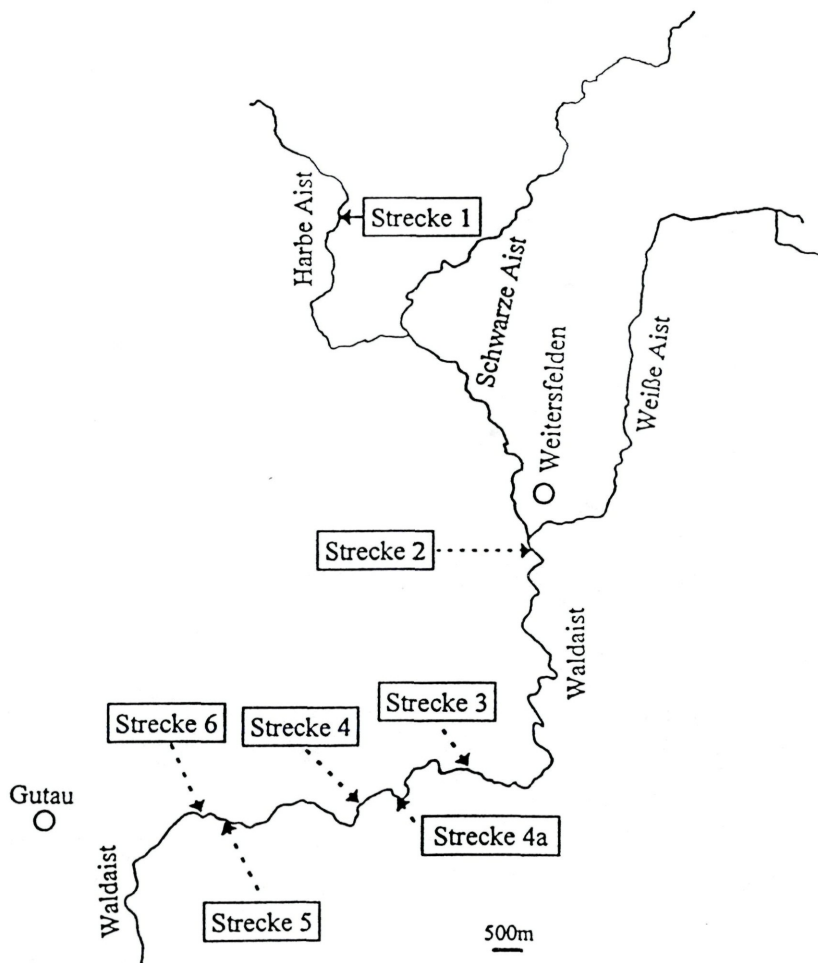


Abb. 2.1. Skizze des UntersuchungsGewässers mit den 7 Beprobungsstellen.

Entfernungen: $\overline{12} = 9,1 \text{ km}$; $\overline{23} = 7,3 \text{ km}$; $\overline{34a} = 2,8 \text{ km}$; $\overline{4a4} = 0,7 \text{ km}$; $\overline{45} = 3 \text{ km}$; $\overline{56} = 0,5 \text{ km}$



Foto 2. Harbe Aist bei
Neuhof (Strecke 1)



Foto 3. Waldaist unter-
halb Weitersfelden
(Strecke 2)



Foto 4. Waldaist oberhalb
Brücke Haidmühle
(Strecke 3)

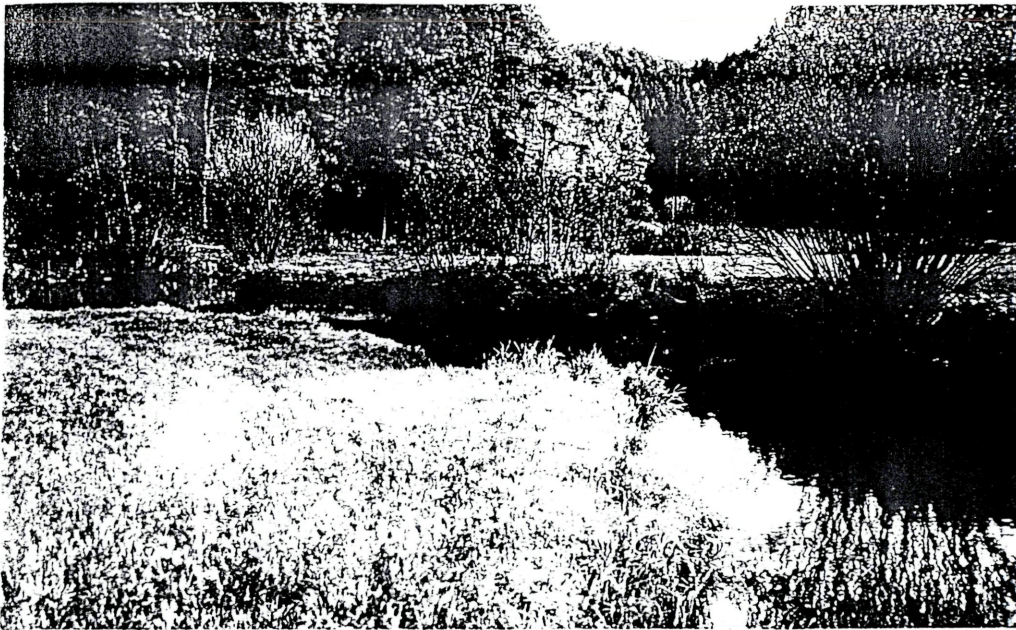


Foto 5. Waldaist unterhalb Unterniederndorf (Strecke 4)



Foto 6. Waldaist oberhalb Haslmühle (Strecke 5)



Foto 7. Waldaist unterhalb Haslmühle (Strecke 6)

2.2 Elektro-Befischung

4 der 6 jeweils etwa 100m langen Gewässerabschnitte wurden zwischen 24. und 27. September in zwei Durchgängen elektrisch abgefischt, bei Haidmühle und bei Unterniederndorf in 3 Durchgängen.

Für die Befischungen fand ein tragbares Rückenaggregat mit 450/750 Volt Gleichstrom und 1,5KW Leistung Verwendung. Der Wasserstand war dermaßen niedrig, daß ein Aggregat einen genügend großen Fangerfolg brachte.

Die gefangenen Fische wurden nach den einzelnen Durchgängen getrennt gehältert, für die Datenaufnahme (Gesamtlänge, Gesamtgewicht) mit Ethylenglykolmonophenylether (1:4000) betäubt und danach wieder in die Beprobungsstrecken entlassen.

An den meisten Strecken konnten Wildfische von den Besatzfischen aufgrund der Färbung unterschieden werden.

2.3 Breiten- und Tiefenverhältnisse

In den 6 Untersuchungsstrecken wurde alle 5m die Breite (Wasseranschlagkante) und die Maximaltiefe gemessen. Aus diesen Daten folgten Maximum-, Minimum-, Mittelwerte.

2.4 Chemisch-physikalische Parameter

Wassertemperatur, Leitfähigkeit und pH-Wert wurden am Befischungstag gemessen.

2.5 Diversitätsindex und Äquität

Um die Artenvielfalt und das Verhältnis der Arten zueinander zu beschreiben eignen sich der Diversitätsindex nach Shannon-Wiener und die sogenannte Evenness oder Äquität. Dabei wurde die Zahl der Fische aus den Durchgängen für jede Fischart summiert. Arten wie z.B. Koppe oder Schmerle waren jedoch durch geringeren Fangerfolg unterrepräsentiert. Der Diversitätsindex ist nach oben hin offen und berechnet sich wie folgt:

$$H_s = -\sum p_i \ln p_i$$

s....Gesamtzahl der Arten
p_i...relativer Anteil der Art i

Die Äquität ist eine Verhältniszahl und kann somit 1 nicht überschreiten. Sie berechnet sich als Quotient aus H_s/H_{\max} , wobei $H_{\max} = \ln s$ ist.

Je näher der Wert bei 1 liegt, desto ähnlicher sind sich die Abundanzen der Arten.

2.6 Abundanz, Fangwahrscheinlichkeit und Biomasse (der Bachforelle)

Die Abundanz- und Biomasseschätzungen (N) erfolgten für die Bachforelle nach ZIPPIN (1956) bei 2 Durchgängen mit der Formel:

$$N = \frac{c_1^2}{(c_1 - c_2)}$$

c₁..Anzahl bzw. Biomasse des ersten Durchgangs
c₂.. Anzahl bzw. Biomasse des zweiten Durchgangs

Der Standardfehler ($\pm SE$) wurde nach SEBER & LECREN (1967) berechnet.

3 Durchgänge waren dort notwendig, wo die Fangwahrscheinlichkeit beim 2. Durchgang weniger als 50% betrug. Eine Abundanzschätzung nach der LESLIE-DELURY Methode kann mit geringen Abweichungen von nur etwa 2% durchgeführt werden (SEBER & LECREN 1967) - Standardfehler werden deshalb nicht angegeben.

Die Berechnungen der Biomassen und Abundanzen wurden für Wildbachforellen sowohl gesamt wie auch für Fische <10cm, für Besatzfische hingegen nur gesamt durchgeführt und

auf 100m Bachlänge bzw. auf einen Hektar bezogen. Hinsichtlich der Intensität der Glochidieninfestation erschien der Bezug auf 100m Bachlänge zulässiger als jener auf den Hektar - letzteres ließ allerdings einen guten Vergleich mit anderen Flüssen zu -, da diese mit der Dichte der adulten Muscheln entlang des Flusses schwankte.
 Bei Fischarten, die in Hinblick auf die Flußperlmuschel unbedeutend sind (Aitel, Schmerle,...), erfolgte keine weitere Bearbeitung.

2.7 Längen-Frequenzanalyse (der Bachforelle)

Die Länge der Fische wurde mit deren Häufigkeiten in Zusammenhang gebracht und als Längen-Frequenzdiagramm deskriptiv bearbeitet. Eine Abgrenzung der Altersklasse 0+ war in der Regel gut möglich und damit auch die Abundanzbestimmung dieser für den Entwicklungszyklus der Flußperlmuschel wichtigen Altersklasse.

Im Längen-Frequenzdiagramm sind die Wildfische als weiße Säulen, Besatzfische als schwarze dargestellt.

2.8 Längen-Gewichtsanalyse (der Bachforelle)

Die Parameter der Längen-Gewichtsbeziehung $W = aL^b$ wurden für 6 Beprobungsstrecken erhoben, die Längen- und Gewichtsdaten logarithmisch transformiert und anschließend einer linearen Regressionsanalyse zugeführt (BAGENAL 1978).

Um isometrisches oder allometrisches Wachstum feststellen zu können, wurde der Regressionskoeffizient mit dem theoretischen Wert 3 anhand eines t-Testes verglichen (LOZAN 1992). Da mitunter noch der Fulton'sche Konditionsfaktor Anwendung findet, wurde er auch hier angeführt, obwohl seine Aussagekraft sehr begrenzt und an viele Bedingungen geknüpft ist. Der Konditionsfaktor für Bachforellen beträgt normalerweise um 1,0 (KAINZ, pers. Mit.). Weitere Abkürzungen in den Tabellen bedeuten:

a...Konstante der Längen-Gewichtsbeziehung

b...Exponent der Längen-Gewichtsbeziehung

r^2 ...Korrelationskoeffizient (=Anpassungsgüte der Berechnung an die beobachteten Werte)

t-Test...Feststellung, ob isometrisches oder allometrisches Wachstum vorherrscht

FG...Freiheitsgrade

Fulton-K...Fulton'scher Konditionsfaktor als Maß des Ernährungszustandes

SD_K...Standardabweichung des Fulton-Konditionsfaktors

2.9 Längen und Gewichtswachstum (der Bachforelle)

An Strecke 2 wurden exemplarisch 20 Bachforellen unterschiedlicher Größe entnommen, deren Otolithen freipräpariert sowie Längenrückberechnungen und Längenwachstumsberechnungen nach Von-Bertalanffy durchgeführt. Das Gewichtswachstum erfolgte nach der in HIBORN & WALTERS (1992) angeführten Methode, wobei im Resultatteil nur das maximal erreichbare Gewicht angeführt wurde.

Ohne weitere Erklärungen (dazu siehe HAUNSCHMID & KOZAK 1996) seien hier nur die Formeln angeschrieben:

$$l_t = l_{\infty} [1 - e^{-k(t-t_0)}] \dots \dots \dots \text{Längenwachstum}$$

$$w_t = w_{\infty} [1 - e^{-k(t-t_0)}]^b \dots \dots \dots \text{Gewichtswachstum}$$

Es sei außerdem festgehalten, daß durch die Lage der Untersuchungsstrecke (670m Seehöhe) das Wachstum vor allem zu jenem an Strecke 6 (Seehöhe 500m) verschieden sein könnte.

2.10 Allgemeine parasitologische Parameter

Die Parameter Prävalenz, Abundanz und mittlere Intensität wurden nach MARGOLIS et al. (1982) (siehe auch HAUNSCHMID 1992) leicht verändert und seien im folgenden kurz erklärt:

Prävalenz.....prozentualer Anteil der infestierten Fische (Kiemenbögen) an der Gesamtzahl der untersuchten Tiere (Kiemenbögen)

Abundanz.....durchschnittliche Anzahl Glochidien pro untersuchtem Fisch (Kiemenbogen)

mittlere Intensität.....durchschnittliche Anzahl Glochidien pro befallenem Fisch (Kiemenbogen)

Infrapopulation.....alle Individuen einer Parasitenart in einem individuellen Wirtstier

Weitere Begriffe stammen aus SCHÄPERCLAUS (1990):

Infestation.....Befall des Wirtes ohne Reproduktion auf oder in diesem

periodischer Parasit....Parasit, der Teil seiner Entwicklung in der Außenwelt durchmacht

2.11 Einfluß des Glochidienbefalls auf die Kondition der Bachforelle

Ein statistischer Vergleich des Ernährungszustandes (Fultonscher Konditionsfaktor war aufgrund des engen Längenbereiches der 0+Fische zulässig) der Bachforellen mittels Kruskal-Wallis Test wurde zwischen stark und leicht befallenen Tieren (als S bzw. L abgekürzt) durchgeführt, wobei die Trennung stark-leicht für jede Strecke (Ausnahme Strecke 1-3, da hier zu geringe Befallsintensitäten vorlagen) separat sowie nach Pools aller Daten erfolgte:

Strecke 4a: Trennung in Fische mit < 30 Glochidien

Strecke 4: Trennung in Fische mit < 20 Glochidien

Strecke 5: Trennung in Fische mit < 10 Glochidien

Strecke 6: Trennung in Fische mit < 100 Glochidien

gepoolte Daten: Trennung in Fische mit < 100 Glochidien

2.12 Verteilung der Glochidien am Wirt Bachforelle

Zwischen 20 und 30 juvenile Fische - meist 0+Tiere - wurden pro Untersuchungsabschnitt entnommen, tödlich betäubt und in 4%-igem Formaldehyd konserviert, mittels Stereomikroskop die Kiemenbögen herauspräpariert und die Anzahl sowie Größe (an Strecke 6) der Glochidien bestimmt. Als Bezugseinheiten wurden sowohl der Fisch mit der gesamten Kieme als auch der einzelne Kiemenbogen verwendet. Auf eine gezielte Entnahme von 1+Fischen, die laut MOOG et al. (1993) ebenfalls infestiert sein können, wurde verzichtet, da deren Untersuchung den zeitlichen Rahmen des Projektes gesprengt hätte.

Aus dem Zusammenhang zwischen Mittelwert (μ) und Varianz (σ^2) (siehe unten) wurde auf die Verteilungsart geschlossen (SOKAL & ROHLF 1995):

$\mu = \sigma^2$ random distribution

$\mu > \sigma^2$ regular distribution

$\mu < \sigma^2$ contagious (=geklumpte) distribution

Beobachtete Verteilungen am Wirt (nach Einteilung in Befallsklassen) und auf dem Kiemenbogen wurden also mit drei theoretischen Verteilungen verglichen: Poisson, negative Binomial- und positive Binomialverteilung. Bei Hinweis einer negativen Binomialverteilung anhand des χ^2 -Testes wurde mittels maximum-likelihood-Methode der k-Wert berechnet (TIMISCHL 1990); eine Gütebestimmung des Modells erfolgte wiederum mithilfe des χ^2 -

Testes. Der k-Wert gilt unter gewissen Voraussetzungen als Dispersionsindex, d.h. als inverser Gradmesser für die Klumpung der Verteilung.

Im folgenden sei noch die Formel für die Berechnung der 95%-igen Konfidenzlimits (CL) der transformierten Abundanz angeführt:

$$95\%CL = \left[\text{anti log} \left(y \pm t \sqrt{\frac{s_y^2}{n}} \right) - 1 \right] \cdot 10^x$$

y.....Mittelwert der transformierten Daten
 t....Tabellenwert der Student's-t-Verteilung
 (FG=n-1, $\alpha=0.05$)
 s_y^2Varianz der transformierten Daten
 n....Stichprobenumfang

Die 95%-igen Konfidenzlimits der arithmetischen Abundanz werden durch Multiplikation mit dem Faktor der logarithmischen Transformation berechnet (siehe ELLIOTT 1983).

Zur Durchführung eines Mittelwertvergleiches des Glochidienbefalls wurde bei Strecken, an denen eine geklumpete Verteilung der Glochidien auftrat, eine $\log(x+1)$ Transformation der Originaldaten sowie eine anschließende Überprüfung der Varianzhomogenität mittels Levene-Test angestrebt. Bei Annahme der Varianzhomogenität wurden die transformierten Daten einer Einweg-Varianzanalyse unterzogen und bei signifikanter Unterscheidung zumindest zweier Mittelwerte der Student-Newman-Keuls-Test ($\alpha=5\%$) verwendet (genaue Vorgangsweise siehe ELLIOTT 1983).

2.13 Zusammenhang Länge der Bachforelle und Glochidienbefall

Um die Unabhängigkeit des Glochidienbefalls von der Länge der 0+Fische zu ermitteln, wurden mehrere Kurvenanpassungen (linear und nicht-linear) mithilfe von SPSS versucht, was jedoch keinen gesicherten Zusammenhang ergab. Daher kann mit großer Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden, daß Unterschiede im Glochidienbefall auf die Länge der untersuchten Wirtstiere zurückzuführen sind.

3. Resultate

Allgemeine Gewässerdaten

Die Harbe Aist war mit 2,85m die Beprobungsstrecke kleinster Breite, während alle anderen um die 10m aufweisen. Eine ähnliche Tendenz zeigte sich bei der mittleren Maximaltiefe beim Vergleich der Beprobungsabschnitte (Tab. 3.1).

Die Temperaturwerte lagen etwa um 1°C geringer als z.B. an der Großen Mühl, wiesen jedoch wie auch Leitfähigkeiten und pH-Werte nur geringe Unterschiede zum gut untersuchten Gewässersystem der Mühl auf.

Das Gewässerkontinuum ist an der Waldaist durch Wehre teilweise gestört bzw. unterbrochen. An einigen Untersuchungsstrecken treten lokale Verbauungen auf. Als Restwasserstrecken sind die Beprobungsstellen 5 und 6 zu bezeichnen.

Tab. 3.1. Gewässerspezifische Parameter der Untersuchungsstellen.

	1	2	3	4	5	6
Gefälle [%]	1,6	2,6	0,6	1,1	2,9	2,5
Seehöhe	840	670	590	560	500	500
Länge [m]	94	100	74	100	100	100
Breite [m]	2,85	9,46	10,29	10,53	9,56	9,90

mittlere Maximaltiefe [cm]	27,4	57,9	73,7	77,1	60,6	56,8
Temperatur [°C]	9,0	7,5	8,0	9,0	9,5	9,5
Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	120	90	90	105	105	105
pH-Wert	6,7	6,9	7,0	7,0	7,1	7,1

Fischarten

Es wurden im gesamten Untersuchungsgebiet 7 Fischarten nachgewiesen.

Nicht miteinbezogen wurde ein Tigerfischexemplar, d.h. eine Kreuzung zwischen Bachforelle und Bachsaibling. Diese stellt keine eigenständige Art dar.

Die unten angeführte Artenliste (Tab. 3.2) enthält zu Arten noch Gefährdungsstatus nach SPINDLER (1995) sowie Schonzeit und Brittelmaß nach dem OÖ Fischereigesetz (OÖ LANDESFISCHEREI-VERBAND 1993).

Tab. 3.2. Fischarten der Waldaist sowie deren Status in Oberösterreich.

wissenschaftl. Name	deutsche Bezeichnung	Vorkommen	Gefährdung	Schonzeit in OÖ	Brittelmaß in OÖ
Salmonidae	Lachsartige				
<i>Salmo trutta f. fario</i>	Bachforelle	heimisch	gefährdet	16.9-15.3	25 cm
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Regenbogenf.	exotisch*	-	1.12-15.3	25cm
Thymallidae	Äschen				
<i>Thymallus thymallus</i>	Äsche	heimisch	nicht gefährdet	1.3-30.4	30cm
Cottidae	Koppen				
<i>Cottus gobio</i>	Koppe	heimisch	nicht gefährdet	1.2-30.4	-
Cobitidae	Schmerlen				
<i>Barbatula barbatula</i>	Bachschmerle	heimisch	nicht gefährdet	1.3-31.5	-
Cyprinidae	Karpfenartige				
<i>Leuciscus cephalus</i>	Aitel	heimisch	nicht gefährdet	keine	-
<i>Phoxinus phoxinus</i>	Elritze	heimisch	nicht gefährdet	1.4-31.5	-

*..werden nach §12 der OÖ. Fischereiverordnung als heimisch geführt (OÖ. LANDESFISCHEREI-VERBAND 1993).

Wenn nicht anders beschrieben beziehen sich die nachfolgenden Berechnungen auf die Hauptwirtsart der Flußperlmuschel, d.h. auf die Bachforelle.

3.1 Harbe Aist bei Neuhof (Strecke 1)

3.1.1 Arten

Es wurde nur die Bachforelle gefangen.

3.1.2 Fangstatistik

Die Fangwahrscheinlichkeit war mit 92% außerordentlich gut.

Die einsömmrigen Fische machten am Gesamtbestand nur 22%, bezogen auf die Biomasse noch wesentlich weniger aus (Tab. 3.3; Abb. 3.1). Betrachtet man die niedrige Abundanz der

0+Fische für 100m, so kann die Transmissionsrate der Glochidien auf diese Fischaltersklasse als gering erahnt werden, d.h. freigesetzte Muschellarven haben nur wenig Chancen einen geeigneten Wirt zu finden.

Abb. 3.3. Fangergebnisse der Bachforelle an Strecke 1.

	Anzahl pro 100m (\pm SE)	Fangwahrscheinlichkeit [%]	Biomasse [kg] pro 100m
gesamt	42 \pm 1	92	1,19
<10cm	9		0,03
Besatz	0		0

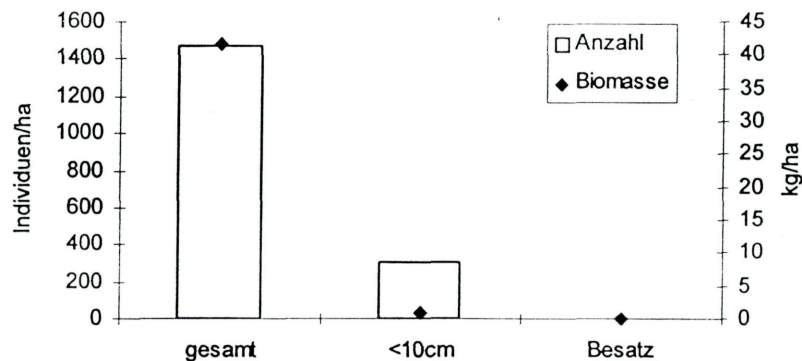


Abb.3.1. Abundanz und Biomasse der Bachforelle pro Hektar an Strecke 1.

Anhand des Längen-Frequenzdiagramms ließ sich die 0+Altersklasse gut von den anderen trennen (Abb. 3.2). Die Individuenanzahl dieser Altersklasse war jedoch als zu gering einzustufen.

Weiters wuchsen nur wenige Fische über 20cm, was suboptimale Verhältnisse wie z.B. wenige Unterstände, geringe Wassertiefen und kein ausreichendes Nahrungsangebot erahnen läßt.

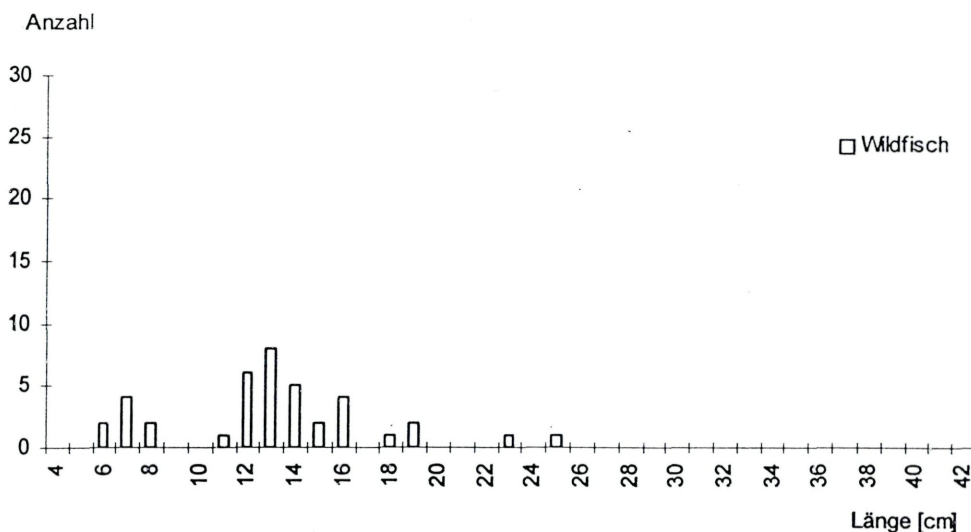


Abb. 3.2. Längen-Frequenz-Diagramm der Bachforelle an Strecke 1.

Der Konditionswert war gegenüber dem Richtwert von 1,0 niedrig, jedoch für Urgesteinsbäche mit natürlichem Charakter nicht ungewöhnlich. Bei den Fischen herrscht außerdem allometrisches, d.h. ungleichmäßig verlaufendes Wachstum vor (Tab. 3.4).

Tab. 3.4. Längen-Gewichtsparemeter, Wachstumsfeststellung (t-Test, Freiheitsgrade (=FG)), Fulton'scher Konditionsfaktor und Standardabweichung (SD_K) der Bachforelle an Strecke 1.

$a(x10^{-3})$	b	r^2	t-Test	FG	Fulton-K	SD_K
5,6	3,173	0,990	2,21	28	0,89	0,08

3.1.3 Bewirtschaftung

Die Strecke 1 fällt in das 1,5km lange Pachtgewässer von Dr. Wiesinger. Seit 10 Jahren werden im Herbst einsömmrige Bachforellen eingebracht. Zusätzlich wurden 2-3mal 500-700 fangfähige im April eingesetzt, von denen nur etwa 5-6 Stück (=1% der Besatzmenge) gelandet werden konnten (Tab. 3.5).

Die Besatzfische stammen aus einer nahegelegenen Fischzuchtanlage und werden auf drei Stellen im Gewässer eingebracht, u.a. auch an der Untersuchungsstrecke.

Jährlich im Sommer (bzw. bei Besatz mit fangfähigen im April) wird an 2-3 Tagen an der Wiesenstrecke bei Neuhof sowie vor der Mündung in die Schwarze Aist gefischt. Der Fangerfolg beschränkt sich pro Jahr auf 5-10 Fische mit Längen nahe dem Brittelmaß.

Tab. 3.5. Anzahl und durchschnittliche Länge der Besatzfische sowie geschätzter Ausfang pro Jahr.

	Anzahl	Länge [cm]	geschätzter Ausfang [Stück]
Bachforelle (einsömmrig)	ca. 1000	≤ 10	5-10
Bachforelle (fangbar)	500-700	25-30	5-6

3.1.4 Glochidienbefall

Da in diesem Abschnitt die Anzahl der 0+Fische sehr gering war, wurden nur 10 Fische - dazu mußten diese bis 200m unterhalb der Untersuchungsstrecke gefangen werden - einer parasitologischen Untersuchung zugeführt, wobei zudem bereits auf zwei 1+Fische zurückgegriffen werden mußte. Die durchschnittliche Größe aller untersuchten Fische lag bei 81,5mm ($SD=26,3$).

Es konnten keine Glochidien nachgewiesen werden.

3.2 Waldaist unterhalb Weitersfelden (Strecke 2)

3.2.1 Arten

Neben der Bachforelle kam die Koppe mit nur wenigen Exemplaren vor. Aufgrund stark unterschiedlicher Abundanzwerte der beiden Arten waren Diversitätsindex (0,10) und Äquität (0,14) außerordentlich klein.

3.2.2 Fangstatistik

Die Fangwahrscheinlichkeit war aufgrund der schlecht begehbaren Flußmorphologie eher gering. Trotzdem zeigten die kleinen Werte des Standardfehlers, daß die auf 100m Flußlänge geschätzte Abundanz akzeptiert werden kann (Tab. 3.6).

Die 0+Fische bildeten etwa 59% des Gesamtbestandes. Auf den Hektar bezogen wies das Gewässer in diesem Bereich eine hohe Individuendichte der 0+Fische auf, was sehr gute Reproduktionsbedingungen anzeigte (Abb. 3.3).

Tab. 3.6. Fangergebnisse der Bachforelle an Strecke 2.

	Anzahl pro 100m (\pm SE)	Fangwahrscheinlichkeit [%]	Biomasse [kg] pro 100m
gesamt	179 \pm 12	62	4,4
<10cm	106		0,272
Besatz	1		0,443

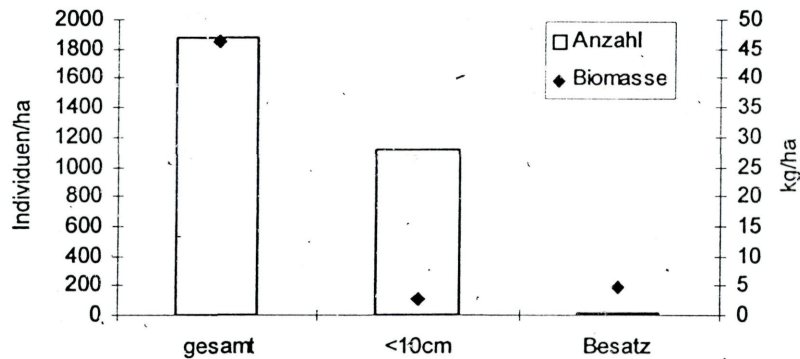


Abb.3.3. Abundanz und Biomasse der Bachforelle pro Hektar an Strecke 2.

Beim Längen-Frequenzdiagramm ließen sich mehrere Altersklassen gut trennen. Der Anteil der einzelnen Altersklassen wies auf einen günstigen Altersaufbau in dieser Beprobungsabschnitt hin. Die etwa 27cm große Bachforelle konnte nicht eindeutig den Wildfischen zugeordnet werden. Sonst gab es keinen Wildfisch, der das Fangmaß erreichte.

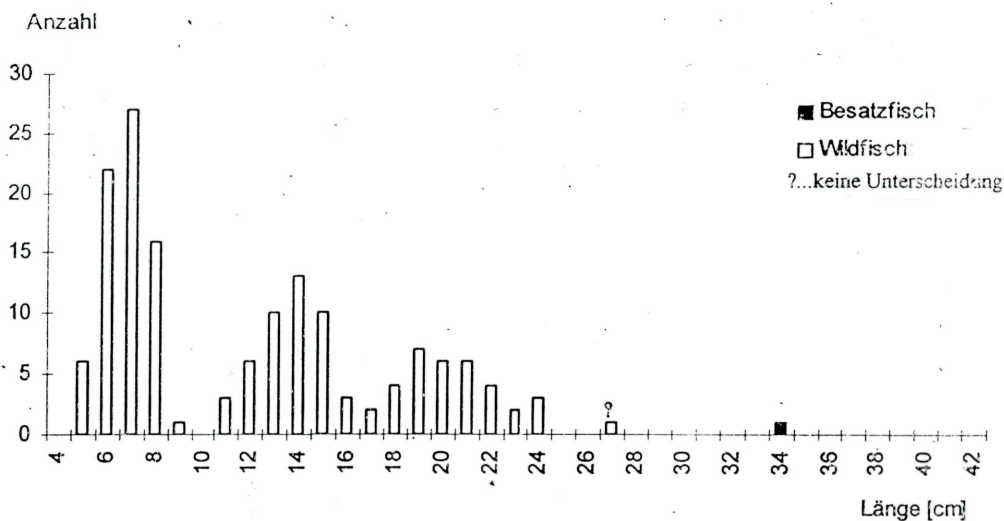


Abb. 3.4. Längen-Frequenz-Diagramm der Bachforelle an Strecke 2.

Es handelte sich um allometrisches Wachstum, der Fulton'sche Konditionsfaktor zeigte mit über 0,9 einen guten Ernährungszustand an (Tab. 3.7).

Tab. 3.7. Längen-Gewichtsparemeter, Wachstumsfeststellung (t-Test, Freiheitsgrade (=FG)), Fulton'scher Konditionsfaktor und Standardabweichung (SD_K) der Bachforelle an Strecke 2.

a($\times 10^{-3}$)	b	r^2	t-Test	FG	Fulton-K	SD_K
6,0	3,158	1,0	4,83	77	0,93	0,07

3.2.3 Bewirtschaftung

Die Strecke 2 liegt innerhalb der 1,5km langen Pachtstrecke des Fischereivereines "Unteres Mühlviertel". Es gelangen seit ca. 9 Jahren fangfähige Bachforellen und Regenbogenforellen ins Gewässer, wobei 3 mal pro Jahr je 20-30kg (davon 80% Bachforellen) besetzt wird, und zwar im April, Juni und August (Tab. 3.8).

Die Fische werden dabei an ca. 3 Stellen eingebracht, jedoch eher im oberen Bereich.

Ein Äschenbesatz wurde 1996 einmalig mit ca. 100 Stück und einer Gesamtlänge von <15cm durchgeführt.

Die besetzten Fischarten stammen nicht aus einer nähergelegenen Fischzuchtanlage.

Der Ausgang in den letzten Jahren ist annähernd 0, da so gut wie keine Befischung stattfindet.

Tab. 3.8. Anzahl und durchschnittliche Länge der Besatzfische sowie geschätzter Ausgang pro Jahr.

	Anzahl	Länge [cm]	geschätzter Ausgang [Stück]
Bachforelle	ca. 300	25-30	0
Regenbogenforelle	ca. 75	25-30	0

3.2.4 Glochidienbefall

Die Kiemenbögen von 15 juvenilen Bachforellen mit durchschnittlich 67mm Totallänge (SD=9,5) trugen keine Glochidien.

3.3 Waldaist oberhalb Brücke Haidmühle (Strecke 3)

3.3.1 Arten

Neben der Bachforelle wurden noch die Fischarten Äsche und Koppe gefangen. Sowohl ein geringer Diversitätsindex (0,41) wie auch Äquitätswert (0,37) ließen starke Dominanzstrukturen erkennen - das bedeutete im vorliegenden Fall eine hohe Abundanz der Bachforelle.

MOOG et al. 1993 wiesen unterhalb der Strecke 3 zusätzlich die Fischarten Elritze und Regenbogenforelle nach.

3.3.2 Fangstatistik

Aufgrund der morphologisch schwierigen Befischbarkeit wurden 3 Durchgänge absolviert. Die Strecke 3 zeigte die höchste Abundanz der Bachforelle von allen Beprobungsabschnitten auf, wobei jedoch der Anteil der einsömmrigen nur bei etwa 25% ausmachte. Auch der Besatzfischbestand war der höchste von allen Untersuchungsstrecken (Tab. 3.9; Abb. 3.5).

Tab. 3.9. Fangergebnisse der Bachforelle auf Strecke 3.

	Anzahl pro 100m	Fangwahrscheinlichkeit [%]	Biomasse [kg] pro 100m
gesamt	395	(3 Durchgänge)	23,3
<10cm	99		0,28
Besatz	13		4,1

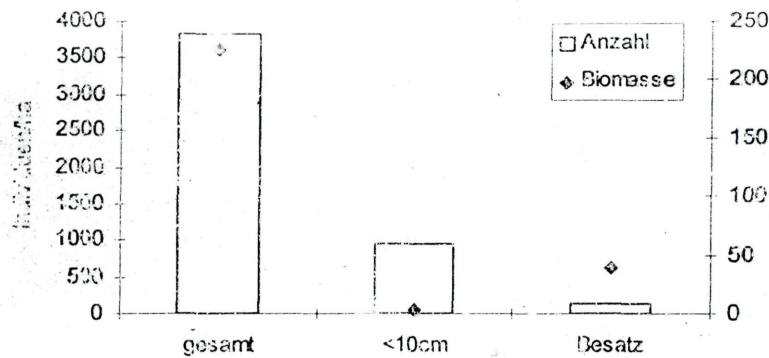


Abb. 3.5. Abundanz und Biomasse der Bachforelle pro Hektar an Strecke 3.

Während die 0+ Fische anhand des Längen-Frequenzdiagrammes gut separierbar waren, flossen die anderen Altersklassen untrennbar ineinander. Die Abundanz der 0+ Fische war gegenüber den anderen Altersklassen etwas gering.

Etwa 3 Wildfische erreichten in diesem Abschnitt das fangbare Maß.

Die Besatzfische hatten Längen zwischen 28 und 37cm (Abb. 3.6).

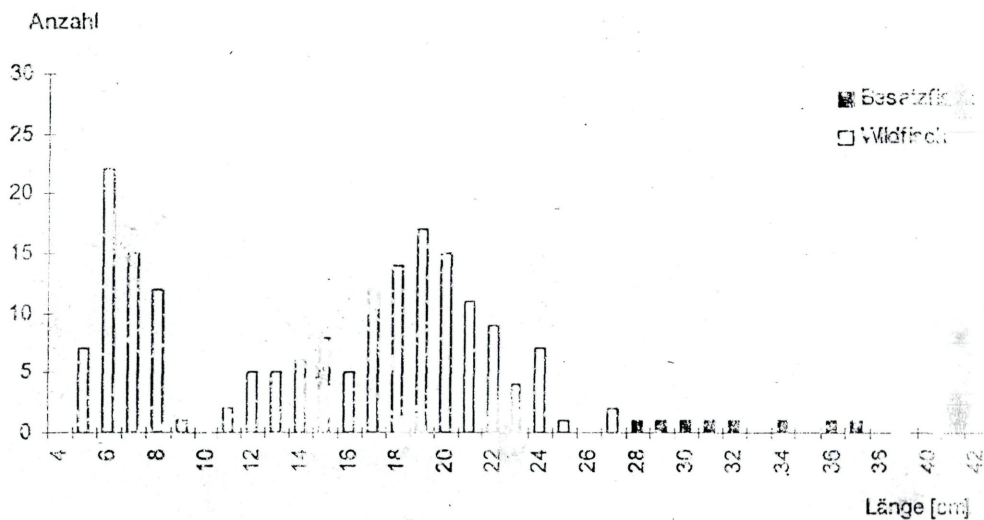


Abb. 3.6. Längen-Frequenz-Diagramm der Bachforelle an Strecke 3.

Der Regressionskoeffizient unterschied sich nicht signifikant von 3, was isometrisches Wachstum bedeutete. Der Fulton'sche Konditionsfaktor von 0,95 zeigte eine gute Ernährungssituation an (Tab. 3.10).

Tab. 3.10. Längen-Gewichtsparameter, Wachstumsfeststellung (t-Test, Freiheitsgrade (=FG)), Fulton'scher Konditionsfaktor und Standardabweichung (SD_K) der Bachforelle an Strecke 3.

a(x10 ⁻³)	b	r ²	t-Test	FG	Fulton-K	SD _K
8,0	3,058	0,99	1,56	113	0,95	0,06

3.3.3 Bewirtschaftung

Strecke 3 und 4 gehören zum Machtaabschnitt vom 1. Gruber. Die Bewirtschaftung von Strecke 3 und 4 wird in beiden Untersuchungsstrecken unter Punkt 3.4.3 angeführt.

3.3.4 Glochidienbefall

30 juvenile Bachforellen mit durchschnittlich 66,6mm Totallänge ($SD=9,5$) wurden untersucht, die Ergebnisse in Tabelle 3.11 zusammengefaßt. Die Maximalintensität lag bei 25

Glochidien pro Bechferseife bei den Kiemenbögen bei 10. Die Abundanz war hier die geringste von allen Untersuchungsstrecken, an denen Muschellarven nachgewiesen wurden. Die Effektivitätsrate für die Glochidien entsprach in beiden Fällen den positiven Ergebnissen der Bechferseife (100%).

1. Die ... des ...

	λ	λ_{eff}	λ_{eff}^2	λ_{eff}^3
Alumina (a=10)	0,3	0,3	0,09	0,027
Alumina (a=238)	0,7	1,4	1,96	3,724

n.s. keine Überabweichung mit der negativen Binomialverteilung

* 95%-ige Überlebenswahrscheinlichkeit mit der negativen Binomialverteilung

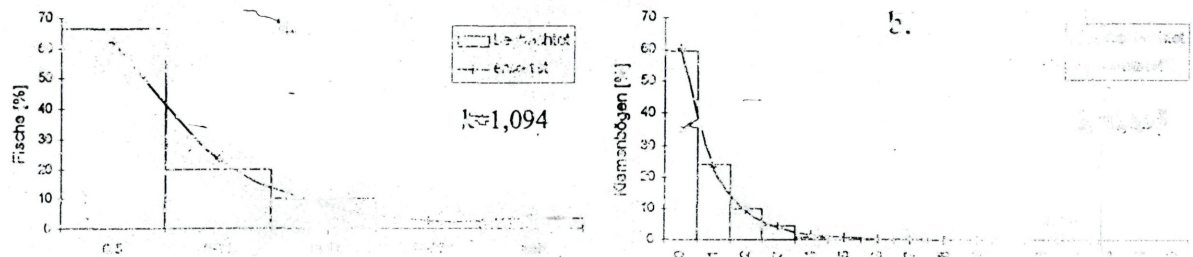


Abb. 3.7.a-b) Resonanzenergie E_{res} (in eV) als Funktion der Temperatur T (in K) für die Reaktion $\text{H} + \text{H}_2 \rightarrow \text{H}_2 + \text{H}$. Die Kurve zeigt die Resonanzenergie in Abhängigkeit von der Temperatur. Die Kurve ist in zwei Teile unterteilt: Der linke Teil zeigt die Resonanzenergie für die Reaktion $\text{H} + \text{H}_2 \rightarrow \text{H}_2 + \text{H}$ und der rechte Teil zeigt die Resonanzenergie für die Reaktion $\text{H} + \text{H}_2 \rightarrow \text{H}_2 + \text{H}$. Die Kurve ist in zwei Teile unterteilt: Der linke Teil zeigt die Resonanzenergie für die Reaktion $\text{H} + \text{H}_2 \rightarrow \text{H}_2 + \text{H}$ und der rechte Teil zeigt die Resonanzenergie für die Reaktion $\text{H} + \text{H}_2 \rightarrow \text{H}_2 + \text{H}$.

3.4 Waldaist unterhalb Unterniederhau (Strecke 4)

3.4.1 A.2.3

Die Nische hatte an der Gewölberede mit zahlenmäßig die größte Baum-
bachfalle, Regen, Kiefer, Eiche, Ahorn, Kiefer, Kiefer, Kiefer und Schmale, hatte die
größte Artenzahl aufweisen.

Daraus ergab sich ein Konzentrationsindex von 0,79 und eine Äquität von 0,41, was auf eine mäßige Gleichverteilung hindeutete.

3.4.2 Fangstatistik

2 Fangdurchgänge waren auf der hohen Brüstung eingebracht.

Die einstimmigen Notizen liefen unseren demnach knapp 40% des Bachföhrer (Tab. 3.12, Abb. 3.9). Es bedeutet, daß für diese Art gute Reproduktionsbedingungen herrschen.

Flusslauf: Bachfelle an Strecke 4.

	100%	(Fragwassercheinlichkeit)	100%
		[%]	
Durchschlag			

Abb. 18: 100-ges-frequenz-Diagramm der Nachfrager im Falle eines...

Es handelt sich um ein gewöhnliches Weizenbrot, das gut in Brotbackgeräten (1 Stk. 2,13)

	Produktion	Abnahme	Verkaufsmüllere	Verkaufsmüllere	Verkaufsmüllere	Verkaufsmüllere
	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)
Fleisch (nr 1)	20,1	19,1	20,1	20,1	20,1	20,1
Kleinfleisch	7,0	2,6	10,4	3,5	10,4	10,4

3.3.1 Gleichschaltung der Fall

Tab. 3.1.1.2. χ^2 -test: Die gleiche Kanten-Lösung, Verteilungstest als Anpassungstest an negative Binomialverteilung.

	2.5.1.3.1	Abweichung	Veränderung	mittlere Intensität	Veränderung	Anpassungszeit
Fisch (n=30)	50,3	47,7	2,6	50,9	2,6	2,5
Kornentfägen (n=23)	48,2	47,0	1,2	48,3	1,1	1,5

Es ist keine Überforderung der Jugendlichen. Die Schulverpflichtung

* 99% der Teilnehmer stimmten mit Ja. (Angabe von 0 normalverteilung)

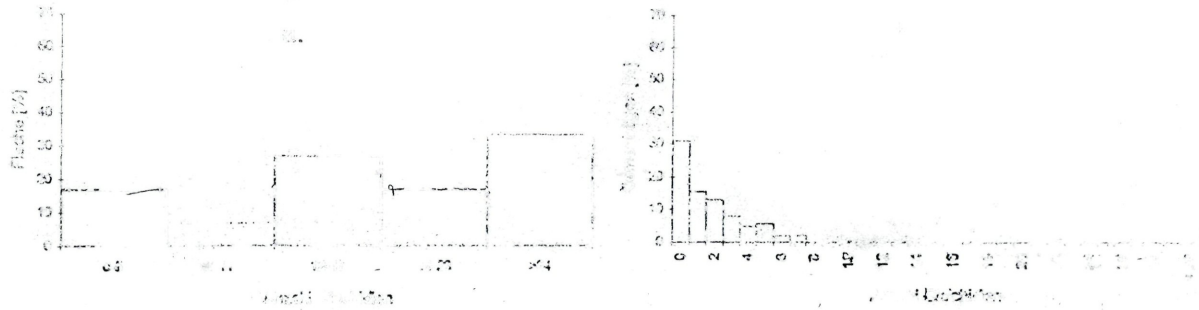


Abb. 3.11e: Transversale Hauptknotenverteilung der Chondridien am Fisch (a.) bzw. auf dem Kieferknorpel (b.) von *Stenacanth* 4c.

3.6.1 Area

232

In dieser Bachforellenart ist die Fängenigkeit 72% aufgrund geringer Konkurrenz gut. Die Bachforellenabundanz war die geringste aller Beprobungsstellen der Waibach, aber über dem der Herberstein. Die für den Entwicklungszyklus der Flußforelle wichtigen einströmigen Fließschnellen machten 44% der gesamten Bachforellenabundanz aus (Tab. 3.17).

2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100. 101. 102. 103. 104. 105. 106. 107. 108. 109. 110. 111. 112. 113. 114. 115. 116. 117. 118. 119. 120. 121. 122. 123. 124. 125. 126. 127. 128. 129. 130. 131. 132. 133. 134. 135. 136. 137. 138. 139. 140. 141. 142. 143. 144. 145. 146. 147. 148. 149. 150. 151. 152. 153. 154. 155. 156. 157. 158. 159. 160. 161. 162. 163. 164. 165. 166. 167. 168. 169. 170. 171. 172. 173. 174. 175. 176. 177. 178. 179. 180. 181. 182. 183. 184. 185. 186. 187. 188. 189. 190. 191. 192. 193. 194. 195. 196. 197. 198. 199. 200. 201. 202. 203. 204. 205. 206. 207. 208. 209. 210. 211. 212. 213. 214. 215. 216. 217. 218. 219. 220. 221. 222. 223. 224. 225. 226. 227. 228. 229. 230. 231. 232. 233. 234. 235. 236. 237. 238. 239. 240. 241. 242. 243. 244. 245. 246. 247. 248. 249. 250. 251. 252. 253. 254. 255. 256. 257. 258. 259. 260. 261. 262. 263. 264. 265. 266. 267. 268. 269. 270. 271. 272. 273. 274. 275. 276. 277. 278. 279. 280. 281. 282. 283. 284. 285. 286. 287. 288. 289. 290. 291. 292. 293. 294. 295. 296. 297. 298. 299. 300. 301. 302. 303. 304. 305. 306. 307. 308. 309. 310. 311. 312. 313. 314. 315. 316. 317. 318. 319. 320. 321. 322. 323. 324. 325. 326. 327. 328. 329. 330. 331. 332. 333. 334. 335. 336. 337. 338. 339. 340. 341. 342. 343. 344. 345. 346. 347. 348. 349. 350. 351. 352. 353. 354. 355. 356. 357. 358. 359. 360. 361. 362. 363. 364. 365. 366. 367. 368. 369. 370. 371. 372. 373. 374. 375. 376. 377. 378. 379. 380. 381. 382. 383. 384. 385. 386. 387. 388. 389. 390. 391. 392. 393. 394. 395. 396. 397. 398. 399. 400. 401. 402. 403. 404. 405. 406. 407. 408. 409. 410. 411. 412. 413. 414. 415. 416. 417. 418. 419. 420. 421. 422. 423. 424. 425. 426. 427. 428. 429. 430. 431. 432. 433. 434. 435. 436. 437. 438. 439. 440. 441. 442. 443. 444. 445. 446. 447. 448. 449. 450. 451. 452. 453. 454. 455. 456. 457. 458. 459. 460. 461. 462. 463. 464. 465. 466. 467. 468. 469. 470. 471. 472. 473. 474. 475. 476. 477. 478. 479. 480. 481. 482. 483. 484. 485. 486. 487. 488. 489. 490. 491. 492. 493. 494. 495. 496. 497. 498. 499. 500. 501. 502. 503. 504. 505. 506. 507. 508. 509. 510. 511. 512. 513. 514. 515. 516. 517. 518. 519. 520. 521. 522. 523. 524. 525. 526. 527. 528. 529. 530. 531. 532. 533. 534. 535. 536. 537. 538. 539. 540. 541. 542. 543. 544. 545. 546. 547. 548. 549. 550. 551. 552. 553. 554. 555. 556. 557. 558. 559. 560. 561. 562. 563. 564. 565. 566. 567. 568. 569. 570. 571. 572. 573. 574. 575. 576. 577. 578. 579. 580. 581. 582. 583. 584. 585. 586. 587. 588. 589. 590. 591. 592. 593. 594. 595. 596. 597. 598. 599. 600. 601. 602. 603. 604. 605. 606. 607. 608. 609. 610. 611. 612. 613. 614. 615. 616. 617. 618. 619. 620. 621. 622. 623. 624. 625. 626. 627. 628. 629. 630. 631. 632. 633. 634. 635. 636. 637. 638. 639. 640. 641. 642. 643. 644. 645. 646. 647. 648. 649. 650. 651. 652. 653. 654. 655. 656. 657. 658. 659. 660. 661. 662. 663. 664. 665. 666. 667. 668. 669. 670. 671. 672. 673. 674. 675. 676. 677. 678. 679. 680. 681. 682. 683. 684. 685. 686. 687. 688. 689. 690. 691. 692. 693. 694. 695. 696. 697. 698. 699. 700. 701. 702. 703. 704. 705. 706. 707. 708. 709. 710. 711. 712. 713. 714. 715. 716. 717. 718. 719. 720. 721. 722. 723. 724. 725. 726. 727. 728. 729. 730. 731. 732. 733. 734. 735. 736. 737. 738. 739. 740. 741. 742. 743. 744. 745. 746. 747. 748. 749. 750. 751. 752. 753. 754. 755. 756. 757. 758. 759. 760. 761. 762. 763. 764. 765. 766. 767. 768. 769. 770. 771. 772. 773. 774. 775. 776. 777. 778. 779. 780. 781. 782. 783. 784. 785. 786. 787. 788. 789. 790. 791. 792. 793. 794. 795. 796. 797. 798. 799. 800. 801. 802. 803. 804. 805. 806. 807. 808. 809. 810. 811. 812. 813. 814. 815. 816. 817. 818. 819. 820. 821. 822. 823. 824. 825. 826. 827. 828. 829. 830. 831. 832. 833. 834. 835. 836. 837. 838. 839. 840. 841.

| | Actual YTD | FY Budgeted | % |
|--------------------|------------|-------------|-----|
| Operating Expenses | \$60.8 | \$79.5 | 72% |
| Total | \$60.8 | \$79.5 | 72% |

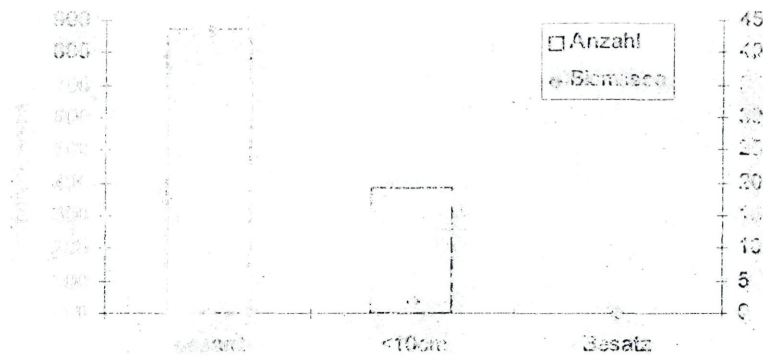


Abb. 3.12. Anzahl und Biomasse der Bachforelle pro Hektar an Strecke 5.

Das Längen-Frequenzdiagramm zeigte eine deutliche Lücke zwischen den Altersklassen 0+ und 1+. 6 Individuen hatten Längen >25cm (Abb. 3.13).

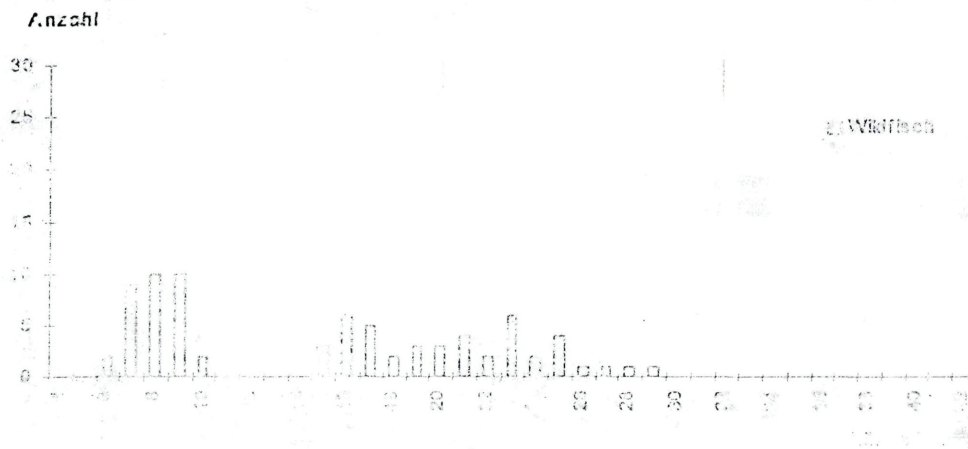


Abb. 3.13. Längen-Frequenz-Diagramm der Bachforelle an Strecke 5.

Isometrisches Wachstum und ein mäßiger Ernährungszustand charakterisierten die Fische dieses Untersuchungsabschnitts (Tab. 3.18).

Tab. 3.18. Leber-Gewicht pro Individuum, Wachstumsfeststellung (t-Test, Freiheitsgrade (=FG)), Fultsch-Koeffizient als Wachstumsfaktor und Fultsch-Abweichung (SD_F) der Bachforelle an Strecke 5.

| Größe | n | t | F | FG | Fu | n-K | SD _F |
|---------|----|----|-------|------|----|------|-----------------|
| 10-20cm | 21 | 59 | 0,420 | 0,74 | 42 | 6,90 | 0,4 |

3.6.3 Bewirtschaftung

Strecke 5 und 6 gehören zum Fischabschnitt von Ing. Ebner (Perg). Die Bewirtschaftung für beide Untersuchungsabschnitte ist unter Punkt 2.3.3 angeführt.

3.6.4 Glochidienfalle

30 juveniler Bachforellen mit durchschnittlich 25,3mm Totallänge (SD=9,3) wurden am 1. Juli 1997 in der Fingertalsee (Tab. 3.1) sammlungsgefaßt. Die stärksten Befälle an Glochidien trugen 15 Individuen, der schwächste Befall betrug 1 Kiemerbogen wie 73 Glochidien. Die Glochidien waren in 100% der Fälle identisch, d.h. es handelte sich um eine einzige Art. Die Glochidien waren in 100% der Fälle identisch, d.h. es handelte sich um eine einzige Art.

Tab. 3.19 Parasitologische Kenngrößen, Verteilungsart und Anpassungstest an negative Binomialverteilung.

| | Prävalenz (%) | Abundanz (x̄) | Varianz (σ²) | mittlere Intensität | Verteilung | Anpassungstest |
|----------------------|---------------|---------------|--------------|---------------------|------------|-------------------------|
| Fisch (n=19) | 0,5 | 16,1 | 174,4 | 17,3 | geklumpt | $\chi^2_2=7,6$
n.s. |
| Kiemensbogen (n=139) | 10,2 | 2,0 | 50,1 | 4,0 | geklumpt | $\chi^2_6=50,8$
n.s. |

n.s. keine Übereinstimmung mit der negativen Binomialverteilung

* 95%-ige Übereinstimmung mit der negativen Binomialverteilung

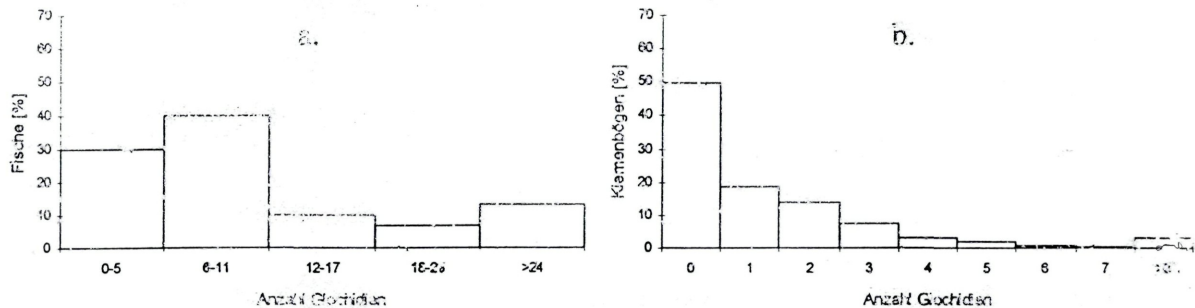


Abb. 3.14a-b. Prozentuale Häufigkeitsverteilung der Glochidien am Fisch (a.) bzw. auf dem Kiemensbogen (b.) an Strecke 5.

3.7 Walderst unterhalb Hasbühl (Strecke 6)

3.7.1 Arten

Neben Bachforelle wurden die Arten Äsche, Elritze, Aitel, Schmerle und Köpfe gefangen, wobei die Äsche lediglich durch zwei Exemplare vertreten war. Der Diversitätsindex lag bei 0,93, die Äquivalenz bei 0,55 auf Tagelichtverteilung hin.

Hingegen wurden von MOOG et al. 1993 in der Nähe von Strecke 6 nur Bachforelle, Regenbogenforelle und Elritze gefangen.

3.7.2 Fangstatistik

Die Fangwahrscheinlichkeit war annähernd gleich gut der oberhalb liegenden Strecke 5, die Abundanz jedoch deutlich höher. Die einsömmrigen Fische machten 48% des Gesamtbestandes aus (Tab. 3.20).

Tab. 3.20. Fangergebnisse der Bachforelle an Strecke 6.

| | Anzahl pro 100m (±SS) | Fangwahrscheinlichkeit [%] | Biomasse [kg] pro 100m |
|--------|-----------------------|----------------------------|------------------------|
| gesamt | 215 ± 8 | 71 | 9,8 |
| <10cm | 103 | | 0,482 |
| >10cm | 112 | | 0,217 |

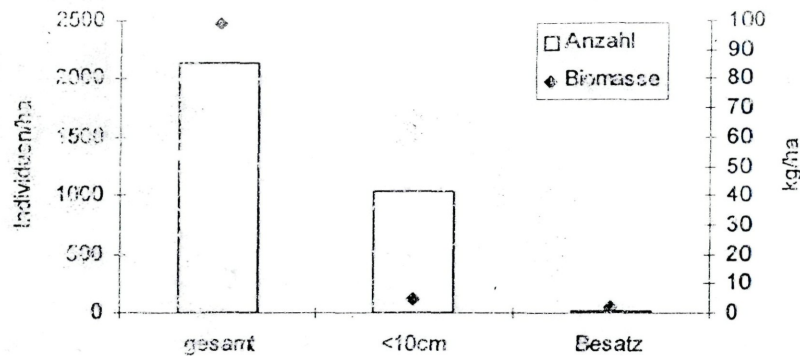


Abb. 3.15. Abundanz und Biomasse der Bachforelle pro Hektar an Strecke 6.

Anhand des Längen-Frequenzdiagrammes konnten die unteren Altersklassen gut unterschieden werden. 8 fangbare Wildfische und 1 Besatzfisch >25cm waren vorhanden (Abb. 3.16).

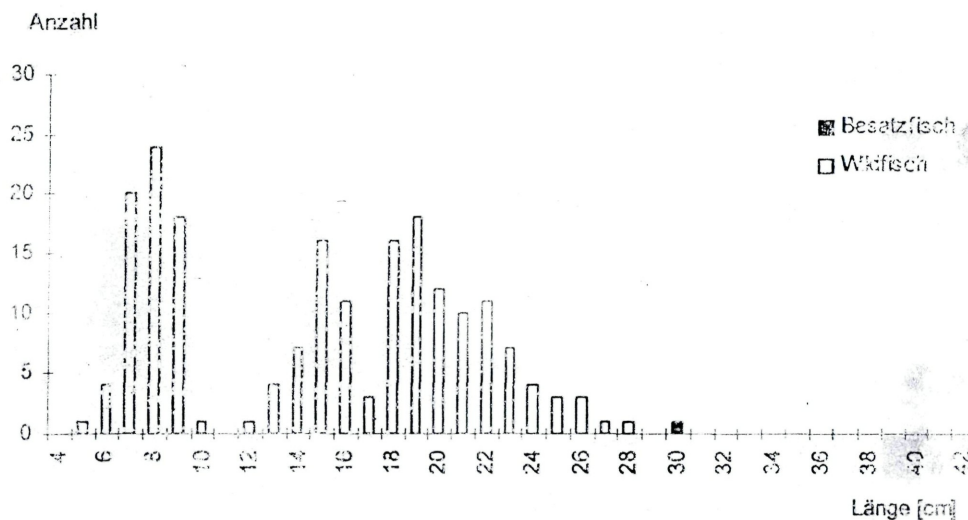


Abb. 3.16. Längen-Frequenz-Diagramm der Bachforelle an Strecke 6.

Der Ernährungszustand der Bachforellen war bei isometrischem Wachstum gut (Tab. 3.21).

Tab. 3.21. Längen-Gewichtsparameter, Wachstumsfeststellung (t-Test, Freiheitsgrade (=FG)), Fulton'scher Konditionsfaktor und Standardabweichung (SD_K) der Bachforelle an Strecke 6.

| $a(x10^{-3})$ | b | r^2 | t-Test | FG | Fulton-K | SD_K |
|---------------|-------|-------|--------|-----|----------|--------|
| 8,1 | 3,055 | 0,99 | 1,55 | 125 | 0,96 | 0,07 |

3.7.3 Bewirtschaftung

Die Strecken 5 und 6 fallen in den 3,5km langen Pachtabschnitt von Ing. Ebner. Es wird dort seit etwa 10 Jahren die gleiche jährliche Besatzmenge (30kg Bachforellen) eingebracht. Der Besatz erfolgt im Frühjahr. Die Fische stammen aus einer nahe gelegenen Zuchtanlage, in der die heimische Bachforelle vermehrt wird.

Die Besatzfische werden an 2-3 Stellen ausgesetzt. Regenbogenforellen dürften vom Oberlieger stammen.

Die Befischungintensität ist als sehr gering zu bezeichnen, d.h. 2 Fischer gehen 2Tage/Jahr auf Fang. Der Jahresfang (Besatz-+Wildfische) beträgt etwa 5kg oder 30 Stück, was 8% der eingesetzten Menge entspricht (Tab. 3.22).

Tab. 3.22. Anzahl und durchschnittliche Länge der Besatzfische sowie geschätzter Ausfang pro Jahr.

| | Anzahl | Länge [cm] | geschätzter Ausfang
[Stück] |
|-------------|---------|------------|--------------------------------|
| Bachforelle | ca. 375 | ca. 20 | ca. 30 |

3.7.4 Glochidienbefall

20 Bachforellen der Altersklasse 0+ mit durchschnittlich 75,8mm Totallänge (SD=9,3) wurden untersucht. Die höchste Befallsintensität der Wildfische lag bei 351 Glochidien am Fisch und 107 auf einem einzelnen Kiemenbogen. Die Glochidien hatten eine durchschnittliche Länge von 93µm (SD=14).

Der einzige Besatzfisch wurde aus Interesse ebenfalls auf Glochidienbefall hin untersucht, jedoch in keine weiteren Berechnungen miteinbezogen. Erstaunlich war jedoch, daß diese 30cm große Bachforelle etwa 10.000 Glochidien trug.

Die Häufigkeitsverteilungen entsprachen einer geklumpten Verteilungsform, jene der Glochidien am Fisch der negativen Binomialverteilung (Tab. 3.23; Abb. 3.17). Die Verteilung der Glochidien am Kiemenbogen war nicht ausgeprägt eingipfelig.

Tab. 3.23. Parasitologische Kenngrößen, Verteilungsart und Anpassungstest an negative Binomialverteilung.

| | Prävalenz
[%] | Abundanz
(μ) | Varianz
(σ^2) | mittlere
Intensität | Verteilung | Anpassungs-
test |
|------------------------|------------------|-----------------------|---------------------------|------------------------|------------|---------------------------|
| Fisch (n=20) | 100 | 125,3 | 9388 | 125,3 | geklumpt | $\chi^2_{11}=0,8$
* |
| Kiemenbogen
(n=160) | 95 | 15,7 | 245,2 | 16,5 | geklumpt | $\chi^2_{22}=196$
n.s. |

n.s. keine Übereinstimmung mit der negativen Binomialverteilung

* 95%-ige Übereinstimmung mit der negativen Binomialverteilung

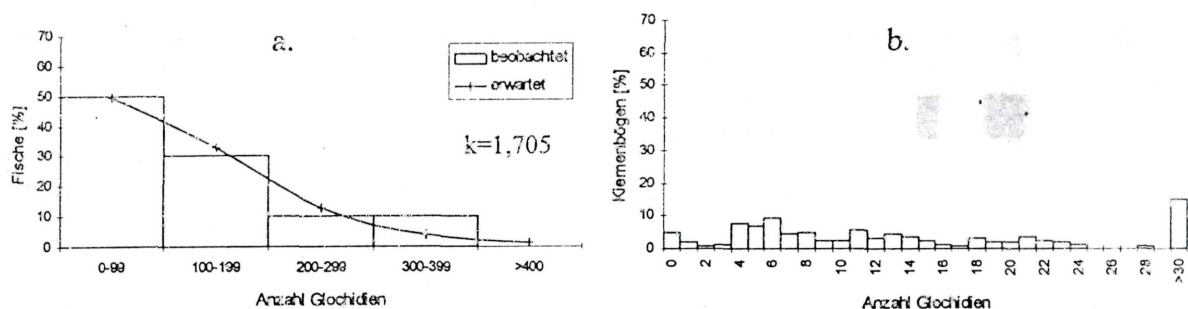


Abb. 3.17.a-b Prozentuale Häufigkeitsverteilung (beobachtet und errechnet) der Glochidien am Fisch (a.) bzw. auf dem Kiemenbogen (b.) an Strecke 6. Der k-Wert stellt den Dispersionsindex der negativen Binomialverteilung dar.

3.8. Vergleich der Strecken und Zusammenfassung ausgewählte Themen

3.8.1 Prozentuale Verteilung der Fischarten

Die Bachforelle stellte mit Ausnahme der Strecke 4 die bei weitem dominante Fischart dar. In der Regel waren Fischarten wie Koppe und Bachschmerle aufgrund ihrer schweren Fangbarkeit jedoch unterrepräsentiert (Tab. 3.24). Die Regenbogenforelle war mit nur einem Exemplar an Strecke 4 vertreten, was etwa 0,1% der Abundanz aller Arten entsprach.

Es ist zu betonen, daß ausschließlich Fließstrecken beprobt wurden. Da jedoch entlang der Waldaist einige Staubebereiche auftreten, sind in diesen Bereichen höhere Cyprinidenanteile zu erwarten.

Tab. 3.24. Prozentuale Verteilung der Fischarten an den einzelnen Untersuchungsstrecken.

| | Strecke 1 | Strecke 2 | Strecke 3 | Strecke 4 | Strecke 5 | Strecke 6 |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Bachforelle | 100 | 98 | 88 | 11 | 77 | 75 |
| Äsche | | | 2 | 4 | 2 | 1 |
| Koppe | | 2 | 10 | 3 | 11 | 7 |
| Bachschmerle | | | | 2 | 9 | 6 |
| Aitel | | | | 1 | 1 | 4 |
| Elritze | | | | 79 | | 7 |
| Regenbogenforelle | | | | <1 | | |

3.8.2 Längenwachstum

Die Altersbestimmung gestaltete sich bei den Otolithen einiger Fische aufgrund unklar ausgeprägter Wachstumsringe äußerst schwierig. Die Überlappungen der Konfidenzintervalle der Altersklassen konnte als sehr hoch bezeichnet werden.

Die höchst-mögliche physiologische Körpergröße blieb deutlich unter dem Brittelmaß (Abb. 3.18). Das errechnete maximale Gewicht betrug etwa 175g. Die größte Bachforelle, die sicher den Wildfischen zugeordnet werden kann, maß 24,4cm und wog 140g.

Der Brody-Wachstumskoeffizient (=K) erreichte 0,6. Im Vergleich dazu lagen die Werte im westlichen Mühlviertel zwischen 0,32 und 0,5, selten darüber.

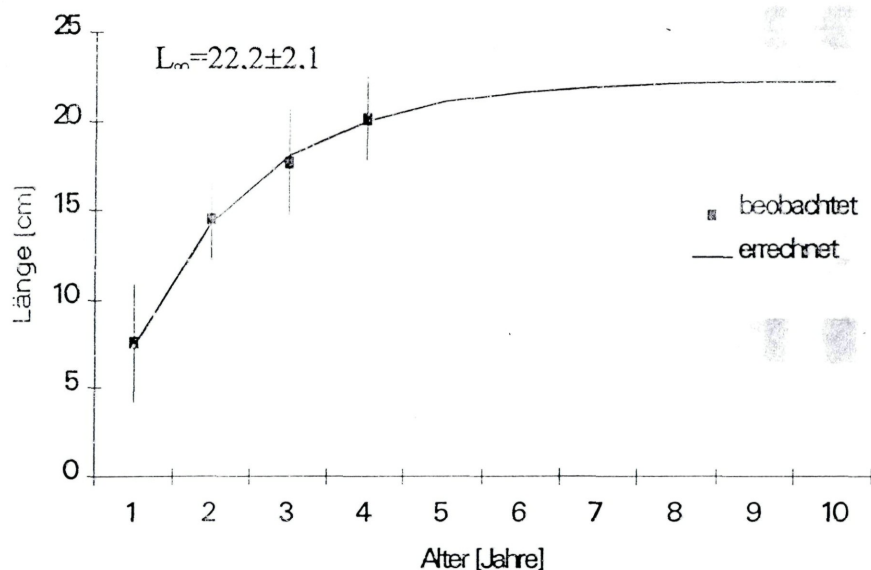


Abb.3.18. Längenwachstum der Bachforelle an der Waldaist (Probenahme an Strecke 2). Physiologisch erreichbare Endlänge ($L_{\infty} \pm$ Standardfehler). Beobachtete Mittelwerte \pm 95%-CL.

3.8.3 Glochidienbefall

Die Einweg-Varianzanalyse brachte beim Vergleich des Glochidienbefalls zwischen den Strecken 3-6 einen signifikanten Unterschied ($P < 0.0001$) (Abb. 3.19). Ein weiterer Vergleich dieser Strecken zeigte, daß die Fische an Strecke 6 gegenüber allen anderen Untersuchungsstellen signifikant höhere Glochidienabundanzen aufwiesen. Strecke 4, 4a und 6 sind unterhalb einer Muschelbank gelegen, 3 und 5 oberhalb. Die letzten beiden ließen zueinander keinen Unterschied erkennen (Tab. 3.25).

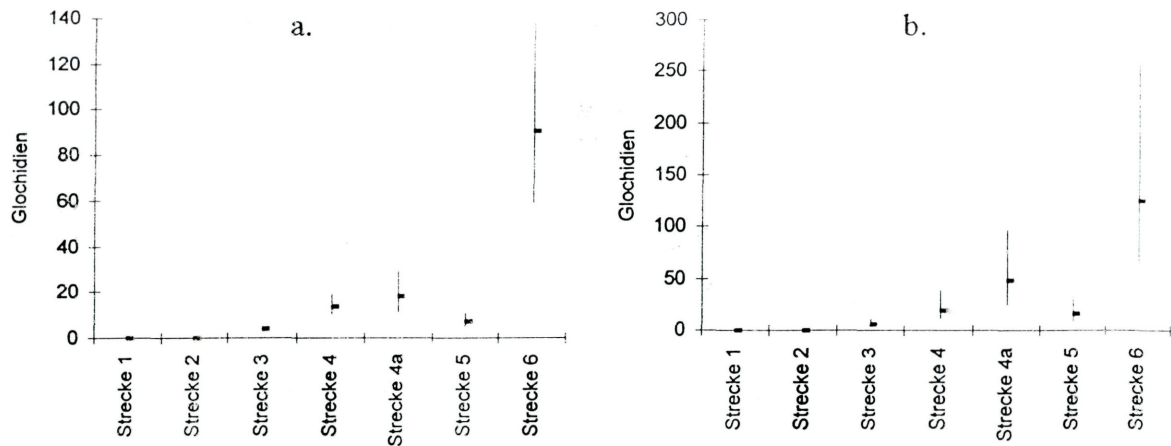


Abb. 3.19a-b. Geometrisches (a.) und arithmetisches Mittel (b.) des Glochidienbefalls sowie 95%-ige CL

Tab. 3.25. Vergleich der Glochidienmittelwerte der Strecken 3-6 mittels Student-Newman-Keuls-Test. * bedeutet signifikanten Unterschied.

| | Strecke 3 | Strecke 4 | Strecke 4a | Strecke 5 |
|------------|-----------|-----------|------------|-----------|
| Strecke 4 | * | | | * |
| Strecke 4a | * | | | * |
| Strecke 6 | * | * | * | * |

Die Prävalenzen am Fisch zeigten im Vergleich der einzelnen Untersuchungsstrecken nur geringfügige Unterschiede (Tab. 3.26). Dagegen schwankten die Prävalenzen auf den Kiemenbögen wesentlich stärker.

Strecke 3 und Strecke 5 liegen oberhalb eines starken Muschelbestandes und wiesen unter den Strecken mit Glochidiennachweis die geringsten Prävalenzen und Abundanzen auf dem Kiemenbogen auf. Die Untersuchungsstelle 4a befindet sich knapp unterhalb eines solchen, woraus sich höhere Abundanzwerte gegenüber der weiter flußabwärts gelegenen Strecke 4 ergaben. Die Prävalenzwerte waren hingegen ähnlich.

Wiederum die höchsten Werte waren an Strecke 6 zu finden.

Tab. 3.26. Vergleich der Prävalenz und Abundanz des Glochidienbefalls (am Fisch/auf dem Kiemenbogen) an den Untersuchungsstrecken.

| | Strecke 1 | Strecke 2 | Strecke 3 | Strecke 4 | Strecke 4a | Strecke 5 | Strecke 6 |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|------------|
| Prävalenz | 0 | 0 | 93,3/59,7 | 96,7/74 | 93,3/68,2 | 93,3/50,2 | 100/95 |
| Abundanz | 0 | 0 | 5,4/0,7 | 19,6/2,6 | 47,5/6,0 | 16,1/2,0 | 125,3/15,7 |

Die Abundanzverteilungen der Glochidien pro Fisch bzw. pro Kiemenbogen entsprachen über alle Untersuchungsstellen gepoolt einer geklumpten Verteilungsform, nicht jedoch einer negativen Binomialverteilung (Abb. 3.20; Tab. 3.27). Bei Betrachtung der einzelnen Untersuchungsstrecken ergaben sich bei überall vorhandener geklumpfter Verteilungsform wiederum unterschiedliche Unterarten (Negativ-binomialverteilt und nicht negativ-binomialverteilt wurden ermittelt). Der Dispersionsindex - wenn berechnet - lag bei allen Verteilungen $>0,8$. Der k-Wert der Verteilung am Fisch war an Strecke 6 am größten, was durch eine geringe Anzahl 0-Zähler sowie hohe Abundanz hervorgerufen wurde.

Die maximale Intensität besaß ein Fisch an Strecke 4a mit 432 Glochidien, jene des Kiemenbogens betrug an Strecke 6 107.

Die Prävalenz der gepoolten Daten lag bei ca. 81%, wobei diese aufgrund des Fehlens von Glochidien an den Strecken 1 und 2 nicht höher ausfiel; bei Weglassen dieser beiden Strecken bei 95%.

Gesamt wurden 4784 Glochidien gezählt, wobei 9 Bachforellen die Hälfte davon aufwiesen.

Tab. 3.27. Parasitologische Kenngrößen, Verteilungsart und Anpassungstest an negative Binomialverteilung.

| | Prävalenz [%] | Abundanz (μ) | Varianz (σ^2) | mittlere Intensität | Verteilung | Anpassungs-test |
|----------------------|---------------|--------------------|------------------------|---------------------|------------|----------------------------|
| Fisch (n=165) | 80,6 | 31,4 | 4370 | 38,9 | geklumpt | $\chi^2_{18}=49,8$
n.s. |
| Kiemenbogen (n=1320) | 54 | 4,0 | 93,4 | 7,3 | geklumpt | $\chi^2_{23}=51$
n.s. |

n.s. keine Übereinstimmung mit der negativen Binomialverteilung

* 95%-ige Übereinstimmung mit der negativen Binomialverteilung

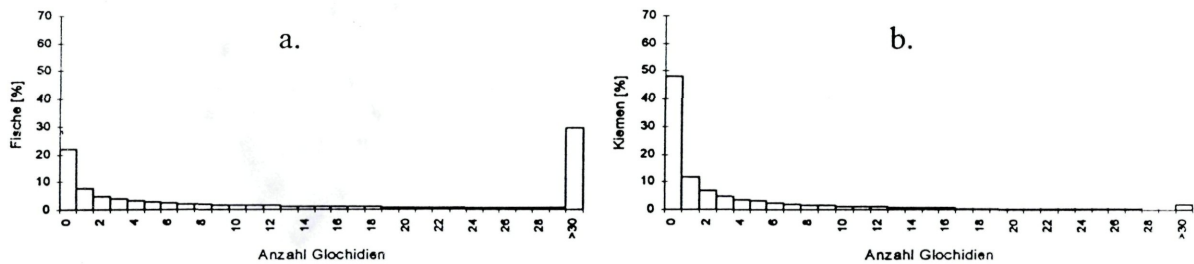


Abb. 3.20a-b Prozentuale Häufigkeitsverteilung (beobachtet und errechnet) der Glochidien am Fisch (a.) bzw. auf dem Kiemenbogen (b.) über alle Strecken gepoolt.

Beim Vergleich der Konditionsfaktoren nach Auftrennung in 2 unterschiedlich starke Infestationsgrade konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden (Kruskal-Wallis Test, $P > 0.05$) (Tab. 3.28). Bei Strecke 1 lag die durchschnittliche Länge der auf Glochidien untersuchten Bachforellen am höchsten, da aufgrund der äußerst geringen Abundanz der 0+ Fische auch auf zwei 1+ Tiere zurückgegriffen werden mußte.

Auch nach Poolen der Daten konnte kein Konditionsunterschied zwischen Fischen mit mehr bzw. weniger als 100 Glochidien ermittelt werden.

Tab. 3.28. Mittlere Länge und mittleres Gewicht der untersuchten Bachforellen sowie Konditionsvergleich zwischen leicht (L) und schwer (S) infestierten Individuen. \pm SE...Standardfehler

| | mittlere Länge [mm] | mittleres Gewicht [g] | mittlere Kondition (\pm SE) | | Signifikanz |
|------------|---------------------|-----------------------|--------------------------------|-------------|-------------|
| | | | L | S | |
| Strecke 1 | 81,5 | 7,1 | 1,08 (0,03) # | | - |
| Strecke 2 | 67,0 | 3,5 | 1,10 (0,02) # | | - |
| Strecke 3 | 66,6 | 3,5 | 1,11 (0,01) # | | - |
| Strecke 4 | 65,1 | 3,3 | 1,11 (0,02) | 1,07 (0,03) | n.s. |
| Strecke 4a | 64,9 | 3,2 | 1,11 (0,02) | 1,12 (0,03) | n.s. |
| Strecke 5 | 75,8 | 5,0 | 1,09 (0,02) | 1,11 (0,01) | n.s. |
| Strecke 6 | 76,9 | 5,5 | 1,20 (0,06) | 1,12 (0,02) | n.s. |

#...keine Trennung der Befallsstärke aufgrund fehlender oder zu geringer Glochidienabundanz

n.s....kein signifikanter Unterschied

4. Diskussion

Chemisch-physikalische Parameter

Zum Zeitpunkt der Befischung schwankt die Wassertemperatur zwischen den einzelnen Probenahmenplätzen gering, die Leitfähigkeiten können mit jenen anderer Mühlviertler Bäche verglichen werden (HAUNSCHMID & KOZAK 1997a).

Das stark braungefärbte Wasser an der Strecke 1 deutet auf einen niedrigen pH-Wert hin. Es muß davon ausgegangen werden, daß es hier im Jahresgang gesehen zu Minima kommt, die für Bachforellen gefährlich werden können, zumal in Gewässern des Kristallins ein absinkender pH-Wert mit einer Zunahme an gelöstem Aluminium und begleitenden Schwermetallen einhergeht (BUTZ & RYDLO 1996). Hierbei besonders in Mitleidenschaft gezogen sind Eier bzw. jüngere Altersklassen der Salmoniden (JEFFRIES & MILLS 1995). In Schottland konnten geringe pH-Werte und die damit einhergehende Beeinträchtigung der Forellen als limitierender Faktor der Fischpopulation nachgewiesen werden (TURNPENNY et al. 1988). Das Dosis-Wirkungsgefüge gestaltet sich jedoch komplex, da unter anderem der Ca-Ionengehalt die Sterblichkeit der Fische mitbeeinflusst (SAYER et al. 1991).

Die geringe Abundanz der für die erfolgreiche Fortpflanzung eines Flußperlmuschelbestandes so wichtigen 0+Bachforellen könnte an Strecke 1 auf diese Gegebenheiten zurückzuführen sein, den Beweis liefern jedoch nur länger geplante Untersuchungen.

Artenzusammensetzung

Der Diversitätsindex wie auch die Äquität nehmen vom Oberlauf nach unten erwartungsgemäß zu. Somit steigt auch das potentielle Wirtsspektrum der Flußperlmuschel durch Hinzukommen von Koppe und Elritze, die in England neben der Bachforelle als weitere Wirtsarten angeführt wurden (ELLIS 1978 in CONNEELY & MCCARTHY 1984). An der Waldaist hingegen kann die Elritze nach derzeitigem Wissenstand als Wirt ausgeschlossen werden.

HRUSKA & BAUER 1995 geben an, daß Salmoniden in Perlmuschelbächen zwischen 80 und 90% aller Fischindividuen ausmachen. Im vorliegenden Fall ist die höchste Abweichung von diesem Wertebereich an Strecke 4. Jedoch scheint weniger die prozentuale Verteilung der Fischarten als vielmehr die Abundanz geeigneter Wirtsfische eine Rolle zu spielen, da Strecke 4 mehr 0+ Fische aufweist als Strecke 5. Weiters ist in Betracht zu ziehen, in welcher Fischregion die untersuchten Gewässer anzusiedeln sind. An der unteren Grenze der Forellenregion kann der Anteil der Bachforelle auf unter 20% sinken (GROH 1995). Gewässerstrukturelle Veränderungen wie Wehranlagen mit Staubereich können die Artenzusammensetzung zugunsten der Cyprinidenbestände, die zur erfolgreichen Reproduktion der Flußperlmuschel keinen Beitrag leisten, stark beeinflussen. Die Regenbogenforelle spielt im Untersuchungsgebiet glücklicherweise eine untergeordnete Rolle. Eine Gefahr bezüglich Verdrängung der Bach- durch die Regenbogenforelle, die andernorts bereits existiert (PETER 1989), ist hier derzeit nicht gegeben.

Abundanz der Bachforelle

Nur selten wurden bisher Untersuchungen des Fischbestandes in Zusammenhang mit der Flußperlmuschel über einen längeren Zeitraum hindurch gemacht. Da jedoch die Wirtspopulation durch jährlich schwankende Rekrutierungsstärken eine Populationsdynamik aufweist (ELLIOTT 1994), sind einmalige Erhebungen des Wirtsbestandes nur bedingt aussagekräftig. GROH 1995 vergleicht mehrjährige Befischungsdaten der Bachforelle, wobei auffällig ist, daß in einigen Jahren die 0+Fische völlig fehlten. Er führt dies auf gewässerstrukturelle Mängel zurück. Wehranlagen mit Staubereich an der Waldaist verschaffen den Cypriniden einen Habitatvorteil und das Laichplatzareal der Salmoniden wird

reduziert. Teilweise dürfte auch die Wanderung der Salmoniden flussaufwärts unterbunden sein.

Schwer einzuschätzen ist derzeit der Einfluss der hydraulischen Veränderungen auf die Wirtspopulation.

Reaktionen des Muschelbestandes auf schwankende Populationsgrößen der Wirtsart müssen angenommen werden. CROFTON (1971b) formulierte dies theoretisch für metazoische Parasiten und simulierte den Zusammenhang zwischen Parasiten- und Wirtsanzahl.

Im vorliegenden Fall muß aufgrund der einmaligen Befischung die Interpretation der Fischabundanzen an den einzelnen Untersuchungsstrecken vorsichtig durchgeführt werden, vor allem, wenn für den gesamten Flußlauf gleiche Rekrutierungsraten und eine geringe Wandertätigkeit der Fische angenommen werden. Der natürliche Zusammenhang zwischen Rekrutierung und Laichfischbestand kann durch Modelle nach RICKER 1954 oder BEVERTON & HOLT 1957 beschrieben werden. Diese Modelle beschreiben eine dichte-abhängige Mortalität, die ein Populationswachstum über einen gewissen Wert nicht zuläßt. Beim Modell nach RICKER 1954 erweist sich ein zu hoher Laichfischbestand sogar als populationsmindernd.

Als Faktoren von dichte-abhängigen Prozessen gelten erhöhte Parasitentransmission, Konkurrenz um Stand- Futterplätze uvm. (ELLIOTT 1994). Weiters können aber auch abiotische (dichte-unabhängige) Ereignisse wie Hochwasser oder extremes Niedrigwasser die Populationsgröße verändern (SOLOMON 1985).

Neben diesen Größen beeinflusst auch die Bewirtschaftung den Fischbestand. Bei Einsatz von fangfähigen Besatzfischen können junge Altersklassen der Bachforelle diesen zum Opfer fallen und so dezimiert werden (SPINDLER, persönliche Mitteilung).

Die Abundanzen der 0+ Fische schwanken zwischen den untersuchten Gewässerabschnitten stark (305-1118 Tiere/ha), wobei in der Strecke 1 die geringsten Vorkommen sind.

Im Vergleich dazu weisen andere Mühlviertler Gewässer zwischen 200 und 4000 0+Bachforellen/ha auf (HAUNSCHMID & KOZAK 1997a). Die Werte an der Waldaist dürften somit als durchschnittlich für diese geologische Region gelten.

Auffallend unterschiedlich zu anderen Gewässern im Mühlviertel zeigt sich die 0+Abundanz in Bezug auf Gewässerbreite. Während die Harbe Aist die deutlich geringste Breite und 0+Abundanz aufweist, sind andere Mühlviertler Bäche bei Breiten <3m mit durchschnittlich mehr als 1000 0+Fischen/ha bestanden. Hierbei scheinen die Unterschiede jedoch nicht gewässermorphologisch bedingt zu sein, sondern die Ernährungssituation oder niedrige pH-Werte dürften die entscheidenden Faktoren darstellen. Eine geringe Verfügbarkeit von 0+Bachforellen sollte als möglicher Grund für die Reproduktionsprobleme der Flußperlmuschelbestände nicht unterschätzt werden. Bei Untersuchungsstrecke 1 konnte trotz des Muschelvorkommens kein Glochidienbefall festgestellt werden, da die dort vorgefundenen juvenilen Bachforellen wahrscheinlich Besatzfische sind, die erst im September eingebracht wurden.

Altersaufbau

An Untersuchungsstrecke 1 zeigt sich eine deutliche Störung des Altersklassenaufbaus. Wie bereits oben angeführt wäre eine geringe pH-Toleranz junger Entwicklungsstadien als Ursache denkbar.

Eine optimale Altersklassenverteilung ist an Strecke 2 zu erkennen, wobei die unimodalen Verteilungen der meisten Altersklassen klar abgegrenzt sind und der exponentielle Verlauf der Mortalitätskurve erahnt werden kann. Weiters dürfte die Rekrutierung in den letzten Jahren relativ gleichmäßig erfolgt sein.

Im Gegensatz dazu sind in Strecke 3, 4 und 6 in oberen Alterklassen teilweise gleiche bzw. höhere Anzahlen als in unteren. Weniger stark ausgeprägt ist diese Tendenz bei Strecke 5.

Kondition

Der durchschnittliche Ernährungszustand der Bachforelle erreicht an keiner Untersuchungsstrecke den in der Literatur angegebenen Richtwert von 1,0.

Während jedoch die Fische der Strecken 2-6 Konditionen über 0,9 hatten, weisen die Tiere der Harben Aist nur einen von 0,89 auf. Dies deutet auf suboptimale Verhältnisse hin, obwohl bei der Beurteilung der Kondition der gewässerspezifische Aspekt berücksichtigt werden muß (LECREN 1951; KÖHLER & MÜLLER 1990). Das heißt, daß Gewässer unterschiedlicher Ausprägung typische Konditionswerte bedingen können.

Die Kondition der Fische an Strecke 1 und 2 muß überdies vorsichtig interpretiert werden, da allometrisches, d.h. also ungleichmäßig verlaufendes Wachstum vorherrscht.

Heftige Infestation mit dem in dieser Untersuchung vorliegenden periodischen Parasiten kann zu schlechter Kondition oder zu erhöhter Sterblichkeit des Wirtsindividuums führen. Die Letalintensität wurde bisher nur an Salmoniden aus Zuchtanlagen (DAVIES 1953 in ROBERTS & SCHLOTFELDT 1985) sowie bei künstlichen Infektionen unter Versuchsbedingungen gefunden (JUNGBLUTH & UTERMARK 1981). Sie wird auch als der Regulationsmechanismus der Parasitenpopulation bei vielen metazoischen Parasiten verstanden (CROFTON 1971). Bei der Flußperlmuschel könnte die Größe des Bestandes jedoch durch die Immunität älterer Wirtstiere gesteuert werden (BAUER 1987a).

Die an der Waldaist herrschenden Befallsraten mit Glochidien sind zu gering, um einen signifikanten Einfluß auf die Kondition der Bachforelle nachweisen zu können. Bis zur Zeit der Befischung hätte sich bereits eine Abnahme des Ernährungszustandes entwickeln können. Offen bleibt die Frage, ob extrem stark befallene Tiere sehr rasch sterben oder zumindest ihren Standort verlassen. ELLIOTT 1994 stellte fest, daß abdriftende Jungfische oftmals moribund waren.

Dagegen fanden JUNGBLUTH & UTERMARK (1981) sogar bei Befallsraten >1000 Glochidien pro Fisch keine Beeinträchtigung. Allerdings wurden in deren Arbeit keine Angaben über die Meßmethode (Ernährungszustand oder anderes) getätigt.

Längenwachstum

Die Gesamtlängen der 0+-Fische sind ähnlich denen anderer Mühlviertler Gewässer. Hingegen waren die Endlängen und -gewichte an Strecke 2 geringer als bei vergleichbaren anderen Gewässern der Region (HAUNSCHMID & KOZAK 1997a). Somit muß die Waldaist an dieser Strecke als fischereilich wenig geeignet eingestuft werden. Dies wurde auch von Herrn Günter Reindl (Obmann des Fischereivereines Unteres Mühlviertel) bestätigt.

Bewirtschaftung der Gewässer

In allen untersuchten Gewässerabschnitten werden Besatzfische eingebracht, die Besatztermine sind Herbst, das Frühjahr oder 2-3malig über die Angelsaison verstreut. Die in der Regel vorherrschenden Nachteile des Herbstzeitpunktes wie z.B. bevorstehende Wintermortalität sind in HAUNSCHMID & KOZAK (1996) besprochen. Bezüglich mehrmaligem Besatz pro Saison fehlen derzeit noch seriöse Effektivitätsnachweise.

Neben Bachforellen werden an Strecke 2 auch Regenbogenforellen besetzt, an Strecke 3 und 4 Äschen.

Die besetzten Größen der Fischarten schwanken zwischen ca. 10cm (Bachforellen, Äschen) und ≥ 25 cm (Bachforelle, Regenbogenforelle). Ältere und somit größere Fische weisen geringere Überlebensraten auf als jüngere, was in erster Linie auf deren verminderte Anpassungsfähigkeit an das natürliche Gewässer und an Wildfische zurückzuführen ist (PETER 1987). Im westlichen Mühlviertel konnte eine Studie zeigen, daß die Menge an

fangfähigen Besatzbachforellen ziemlich rasch nach dem Besetzen abnimmt (HAUNSCHMID & KOZAK 1997b). Auch an Strecke 1 gibt der Bewirtschafter an, daß ihm nur kurz nach der Besatzdurchführung der Ausfang von Besatzfischen gelingt. Die Anzahl der gefangenen Besatzfische liegt bei den Strecken 3-6 zwischen 8 und 15% - im Vergleich dazu war der Anteil der geangelten Besatzfische an der Kleinen Mühl 2,5%. Jedoch muß betont werden, daß diese Werte stark vom Fangort abhängig sind, d.h. daß in der Nähe des Besatzortes der Anteil der gefangenen Fische höher ist. An der Kleinen Mühl steigt der Anteil so auf 14%. Die Befischungsintensität an diesen Gewässern kann nach den erhobenen Daten als gering eingestuft werden, an Strecke 2 wurde überhaupt nicht gefischt. An Strecke 1 und 5+6 wird an nur 2-3 Tagen pro Jahr geangelt.

Stellt man den Ausfang den fangbaren Wildfischen an den einzelnen Pachtstrecken am Ende der Saison gegenüber, so ist deren Zahl größer als der Ausfang. Bei dieser Betrachtung macht ein Besatz mit fangbaren wenig Sinn, zumal die Besatzfische sich auch negativ auf den Wildfischbestand auswirken können (HAUNSCHMID & KOZAK 1996). Bezogen auf den Muschelbestand ließe sich mit wenigen künstlich infestierten Bachforellen >25cm hohe Glochidiendichten erzeugen. Zur Umgehung der Wintermortalität müßten diese allerdings über einen längeren Zeitraum gehältert werden, um sie erst kurz vor dem Abfall der Glochidien ins Gewässer einzubringen (BAUER & EICKE 1986).

Der Besatz mit einsömmrigen Bachforellen ist der Vorzug zu geben, obwohl bei Überbesatz dichte-abhängige Probleme auftreten können (siehe oben). An Strecke 1 dürfte die natürliche Jungfischabundanz zu gering sein, um eine ausreichende Reproduktion des Flußperlmuschelbestandes zu gewährleisten, bzw. überhaupt fehlen. Dem kann nur durch Einbringen von einsömmrigen Bachforellen entgegengewirkt werden.

Glochidienbefall

MOOG et al. 1993 wiesen an der Harben Aist Flußperlmuscheln im Bereich der Untersuchungsstrecke 1 nach. Obwohl damals keine Jungmuscheln nachgewiesen werden konnten, lag die Vermutung nahe, daß ein Befall der Wirtsfische trotzdem stattfinden würde. Es konnten allerdings auch in der vorliegenden Untersuchung keine Glochidien an den Kiemen der wenigen juvenilen Bachforellen gefunden werden. Weiters wird vermutet, daß die gefangenen einsömmrigen Bachforellen verbliebene Besatzfische sind, die im September eingebracht wurden. Damit wäre kaum ein Naturaufkommen der Bachforelle an dieser Strecke gegeben und der Lebenszyklus der Flußperlmuschel gestört bzw. sogar unterbrochen. Nur die Einbringung von einsömmrigen Besatzbachforellen zum Zeitpunkt des Larvenausstoßes der Flußperlmuschel kann eine Infestation sicherstellen.

Es wäre aber auch möglich, daß die Muschellarven aufgrund der Temperaturverhältnisse in 840m Seehöhe erst später ausgestoßen werden, jedoch liegen einige Wochen zwischen dem von MOOG et al. 1993 angegebenen Ausstoßtermin Ende August/Anfang September und dem Befischungstermin.

Die Perlmuschel-lose Schwarze und Weiße Aist zeigen Auswirkung auf die Waldaist kurz nach deren Zusammenfluß (Strecke 3). Es fanden sich dort keine glochidientragenden Bachforellen.

Die Gründe für die Abwesenheit der Flußperlmuschel in diesen Bächen wurde bis jetzt noch nicht ermittelt.

MOOG et al. 1993 erhoben die Befallsrate der Bachforelle mit Glochidien unterhalb der Brücke Haidmühle, wo ein hoher Bestand adulter Muscheln vorliegt. Die durchschnittliche Bürde lag bei 102 Glochidien. Strecke 3 liegt oberhalb davon und die Fische sind mit einer

Abundanz von 5,4 wesentlich geringer befallen. Der Anteil der befallenen Fische hingegen unterscheidet sich kaum.

Die Glochidien der Bachforelle der Strecken 4 und 4a weisen ebenfalls ähnliche Prävalenzen, aber ganz unterschiedliche Abundanzen - 19,6 und 47,5 - auf. Trotzdem konnte kein signifikanter Unterschied zwischen der Befallsintensität direkt und 0,7km unterhalb des hohen Muschelbestandes ermittelt werden.

Entweder werden die Fische an Strecke 4 mit Larven von Muscheln zwischen den beiden Untersuchungsstellen versorgt, oder von der 0,7km entfernten Strecke 4a mit starkem Muschelbestand werden Glochidien dermaßen weit verdriftet. Die diffuse Wanderung von Bachforellen könnte ebenfalls eine Rolle spielen. Untersuchungen dazu fehlen bisher an der Waldaist.

Neben der Bachforelle kommen Glochidien auch bei der Äsche vor. Die 2 untersuchten einsömmrigen Individuen hatten ca. 50 Glochidien/Fisch. Entgegen der Resistenz der Äsche gegenüber Glochidien und deren Abwerfen kurz nach der Infestation (BAUER 1987c), ist anzunehmen, daß die Äsche an der Waldaist eine geeignete Wirtsart darstellt. Da die Rekrutierung der Jungäschen in Gewässern des westlichen Mühlviertels über mehrere Jahre betrachtet stark schwankt (HAUNSCHMID, unveröffentlicht), kann das Potential als Wirt aufgrund der einmaligen Abfischung an der Waldaist noch nicht klar definiert werden. Derzeit wird an Strecke 4 jedoch die Wirtsabundanz durch die Äsche von 56 Jungbachforellen/100m um 24 Jungäschen (=43% der 0+-Bachforellen) auf 80 Individuen gesteigert.

Oberhalb der Strecke 6 befindet sich ein starker Muschelbestand, der jede untersuchte 0+ Bachforelle mit durchschnittlich 125 Glochidien befallen hat. Dies ist auch der höchste feststellbare Mittelwert von allen 7 Untersuchungsstellen. Er gewährleistet eine erfolgreiche Reproduktion der Flußperlmuschel. Die gefundenen Jungmuscheln sind ein Indiz dafür, daß der Lebenszyklus der Flußperlmuschel hier ungestört ist.

Die höchste Infrapopulation mit 10.000 Glochidien wurde an einer etwa 30cm großen Besatzbachforelle gefunden. Da bei Wildfischen in dieser Größe durch Immunisierung kein Befall mehr stattfindet, kann das Besatztier vorher noch nicht mit Glochidien in Kontakt gekommen sein. Diese große Anzahl der Muschellarven ist durch einen hohen absoluten Wasserdurchsatz der Kiemen bedingt (BAUER 1987a). Verglichen mit der Befallsintensität der Wildfische an Strecke 6, trägt der Besatzfisch etwa dieselbe Bürde wie alle achtzig 0+Fische. Das entspricht 78% aller 0+Bachforellen auf 100m Flußlauf.

Allgemein läßt sich ableiten, daß zur Erhöhung der Glochidienmenge im Gewässer die künstliche Infestation großer Bachforellen von Belang sein könnte.

Die Strecke 5 ist nur etwa 500m oberhalb der Strecke 6 und somit auch der Muschelbank. Die Unterschiede der Prävalenzen sind gering, hingegen treten an Stelle 6 etwa 8mal mehr Glochidien pro Fisch auf.

Offen bleiben unter anderen die Fragen, ob und wie stark der Glochidienbefall mit der Entfernung von der Muschelbank abnimmt, zumal entlang der Waldaist Wehrstau ein eventuelles Absedimentieren der Muschellarven beschleunigen.

Es ist augenscheinlich, daß aufgrund der Verteilung der Flußperlmuschel innerhalb eines Gewässers starke Befallsschwankungen existieren. Bei der Interpretation bzw. Hochrechnung von Befallsraten über das gesamte Gewässer ist deshalb der Entnahmeort der Wirtstiere (unterhalb, oberhalb einer Muschelbank, vereinzelter Vorkommen) zu berücksichtigen, um eventuelle Überschätzungen der Befallsintensitäten zu vermeiden. Es kann angenommen

werden, daß die Anzahl der Wirtstiere und deren Befall direkt unterhalb eines starken Muschelbestandes zu dessen Rekrutierung bzw. überhaupt zu dessen Bestandsgröße führen. Daten über den räumlichen Wirkungsbereich der Wirtsfische auf eine Muschelbank stehen noch. Genauso fehlen Informationen über nicht-infestierten, in den Wirkungsbereich immigrierende und infestierten emigrierenden Bachforellen.

So beträgt die mittlere Intensität an der gesamten Waldaist 38,9 Glochidien. Das entspricht nur etwa einem Drittel jener an der Strecke 6.

YOUNG & WILLIAMS (1984) geben an, daß etwa 4 von 1 Million Glochidien ein Wirtstier befallen und davon nur 5% die parasitäre Phase überleben. Überträgt man die 95%-ige Sterblichkeit der Glochidien auf die 0+B-Fische der Waldaist, so treten an Strecke 6 auf 100m Flußlänge etwa 645 in die Sedimentphase über. An Strecke 5 und 3 sind dies lediglich 29 bzw. 27 Jungmuscheln, an Strecke 4 hingegen 55. Kleine und kleinste Muschelbestände, deren Individuen auf Selbstbefruchtung umschalten können (BAUER 1987b), könnten so durch hohe Wirtsabundanz genügend abfallende Jungmuscheln produzieren (Strecke 3). Die Rekrutierungsstärke der Jungmuschel direkt unterhalb eines starken Muschelbestandes (Strecke 6) ist somit unter Einbeziehung der Bachforellenabundanz um das 22-fache höher als oberhalb (Strecke 5). Das heißt, daß diese bei höherer Befallsrate noch weiter durch den Fischbestand gesteigert werden kann.

Prävalenz und Intensität wurden auch für den Kiemenbogen berechnet, was gegenüber dem Fisch den Vorteil hat, daß die Stichprobe wesentlich größer ist. Die Prävalenzen der Glochidien in der Fischpopulation sind bei den Strecken 3-6 ähnlich, die Abundanzen unterscheiden sich hingegen massiv. Prävalenzen an den Kiemenbögen wiederum zeigen starke Unterschiede und weisen auf verschiedene Befallsverhältnisse hin.

Obwohl die Kiemenbögen aufgrund deren Größenunterschiede nicht dieselben Beprobungseinheiten darstellen (siehe ELLIOTT 1983), besitzen sie bezüglich des Verhältnisses Prävalenz zu Befallsintensität mehr Aussagekraft.

Viele metazoische Parasiten sind im adulten oder Larvalstadium geklumpt innerhalb der Wirtspopulation verteilt (CROFTON 1971). Der Nutzen einer solchen Verteilung ist, daß nur wenige Wirtsindividuen den Großteil der Parasitenpopulation beherbergen und somit von der Wirtspopulation nur wenige Tiere stark beeinflusst sind (PENNYCUICK 1971).

In der vorliegenden Studie tritt diese geklumpfte Verteilungsform an allen Strecken mit Glochidienanwesenheit auf. An einigen kann diese weiters als negative Binomialverteilung identifiziert werden, was für viele andere Parasitenarten ebenfalls typisch ist (siehe in ANDERSON & MAY 1978). Die Aggregation fällt aber nicht so hoch aus wie z.B. bei Endoparasiten (HAUNSCHMID 1992).

Da die Stichprobenanzahl gering ist, kann bei manchen Verteilungen keine Eingipfeligkeit erkannt werden. Bei Betrachtung der Glochidienverteilung auf den Kiemenbögen wird eine solche in den meisten Fällen erreicht.

5. Zusammenfassung

Im Jahr 1997 wurde der Fischbestand und ausgewählte fischökologische Kenngrößen ermittelt sowie der Flußperlmuschel-Glochidienbefall an 0+Bachforellen und 2 Äschen an der Waldaist und der Harben Aist - einem Zubringerbach der Schwarzen Aist - im Rahmen des Flußperlmuschelprojektes näher untersucht.

Die sieben Probenahmestellen wurden abhängig vom Muschelvorkommen gewählt, wobei sowohl dichtes als auch seltenes Auftreten der adulten Muscheln ins Auge maßgeblich waren. Von den 7 nachgewiesenen Fischarten war die Bachforelle meist dominant mit einem Anteil von größer 70%. Nur an einer Untersuchungsstrecke hatte die Elritze einen Anteil von 79%. Die Diversität nach Shannon-Wiener und Äquität nahmen flußabwärts zu.

Die Abundanz der Bachforelle schwankte an den Untersuchungsstrecken zwischen 880 und 3840 Individuen/ha, jene der 0+Bachforellen zwischen 305 und 1118 Tiere/ha.

Fische, die zur Altersbestimmung in der Nähe von Weitersfelden entnommen wurden, zeigten rasches Wachstum, aber eine geringe physiologisch erreichbare Endlänge. An den unteren Untersuchungsstrecken war diese wie auch die Zahl der fangbaren Bachforellen höher.

Die Längen-Gewichtszunahme erfolgte nicht an allen Strecken isometrisch, der Ernährungszustand (Fulton'scher Konditionsfaktor) fiel nur an der Harben Aist unter 0,9.

Die untersuchten Gewässerabschnitte werden seit 10 Jahren bewirtschaftet. Der Modus der Bewirtschaftung für die einzelne Pachtstrecke unterscheidet sich in diesen Jahren kaum. Hingegen treten zwischen den Pachtstrecken Unterschiede beim Besatztermin, der verwendeten Fischarten und Größen auf.

An der Harben Aist und im Bereich Haslmühle werden nur einsömmrige bzw. Bachforellen mit etwa 20cm besetzt. Unterhalb Weitersfelden erfolgt Besatz mit fangbaren Bach- und Regenbogenforellen, bei Haidmühle mit fangbaren Bachforellen und ein-zweisömmrigen Äschen.

Die Befischungsintensität mit etwa 2-3 Tagen und 1-2 Anglern pro Jahr ist bis auf eine Strecke als gering einzustufen. Der Ausgang an Besatzfischen übersteigt an keiner Strecke 15%.

Die beiden untersuchten einsömmrigen Äschen wiesen entgegen den Erwartungen je ca. 50 Glochidien auf. Das Wirtsspektrum der Flußperlmuschel kann in Österreich damit erweitert werden.

Der juvenile Äschenbestand der beprobten Strecke vergrößert die ursprüngliche Wirtsabundanz um 43%.

Glochidien in den Kiemen der Bachforelle konnten an 5 der 7 untersuchten Strecken mit großen Abundanzunterschieden gefunden werden.

Der Befall lag an Bereichen direkt unterhalb eines hohen Muschelbestandes bei 47 bzw. 125, einige Hundertmeter unterhalb und oberhalb zwischen 5 und 20. Eine Ausnahme stellte die Harbe Aist mit sehr geringer Jungfischabundanz dar, an der trotz Vorkommens von adulten Muscheln, kein Glochidienbefall gefunden wurde. Zudem wird vermutet, daß alle 0+Fische Besatztiere waren, die im September eingebracht wurden.

Aus fehlender 0+Fischabundanz zur Zeit des Glochidienausstoßes resultiert somit die Unterbrechung des Lebenszyklus der Flußperlmuschel.

Die maximale Infrapopulation der Glochidien an Wildfischen lag bei 432, keine der höheren Befallsraten hatte eine meßbare Auswirkung auf den Ernährungszustand der Wirtsindividuen. Ein entnommener Besatzfisch mit ca. 30cm Gesamtlänge wies 10.000 Glochidien auf. Diese Infrapopulation entspricht dem Glochidienbefall von etwa achtzig 0+Bachforellen mit durchschnittlich 125 Glochidien/Fisch.

Die Glochidien waren innerhalb der Wirtsfische geklumpt verteilt, teilweise ließ sich eine negative Binomialverteilung an die Daten anpassen. Durch die geringe Stichprobengröße wurde die Verteilung der Glochidien an den Kiemenbögen untersucht. Bezüglich Prävalenz - schwankend zwischen 50 und 95% - ergab sich eine bessere Beurteilung als bei der Prävalenz an den Fischen, die an fünf Strecken 90% überstieg.

- SPINDLER T. (1995): Fischfauna in Österreich. Ökologie-Gefährdung-Bioindikation-Fischerei-Gesetzgebung. Band 53. Bundesministerium für Umwelt.
- TIMISCHL W. (1990): Biostatistik. Springer Verlag Wien New York.
- TURNPENNY A.W.H., DEMPSEY C.H., DAVIS M.H. & J.M. FLEMING (1988): Factors limiting fish population in the Loch Fleet system, an acidic drainage system in south-west Scotland. *Journal of Fish Biology* 32, 101-118.
- YOUNG M. & J. WILLIAMS (1984): The reproductive biology of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* (LINN.) in Scotland. I. Field studies. *Arch. Hydrobiol.* 99, 4, 405-422.
- ZIPPIN C. (1956): An evaluation of the removal method of estimating animal populations. *Biometrics* 12, 163-198.

Durch den Bachforellenbestand konnte die Abundanz der Glochidien an einer 100m langen Strecke unterhalb eines hohen Muschelbestandes gegenüber einer Vergleichsstrecke oberhalb vom Faktor 8 auf 22 erhöht werden. Eventuell könnten auch kleine Muschelbestände durch eine hohe Wirtsdichte genügend abfallende Jungmuscheln erzeugen.

6. Danksagung

Der OÖ. Landesregierung sei für die Projektsvergabe und Finanzierung gedankt. Ing. Kurt Hehenwarter, Mag. Wolfgang Heinisch, Ing. Thomas Nestler und Dipl. Ing. Thomas Ofenböck sei für die gute Zusammenarbeit herzlicher Dank ausgesprochen. Weiterer Dank gilt den Pächtern der Gewässerabschnitte, an denen die Untersuchung stattfand: Herrn Ing. Ebner, Herrn Dr. Gruber, Herrn Reindl und Herrn Dr. Wiesinger. Mag. Jutta Jahrl danken wir für die wie gewöhnlich zeitraubende intensive Durchsicht des Manuskriptes.

7. Literatur

- ANDERSON R.M & R.M. MAY (1978): Regulation and stability of host-parasite population interaction. *Journal of Animal Ecology* **47**, 219-247.
- BAGENAL T. (1978). *Methods for assessment of fish production in fresh waters*. IBP Handbook No. 3, Blackwell, Scientific Publ.
- BAUER G. (1987a): The parasitic stage of the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera* L.). II Susceptibility of brown trout. *Archiv für Hydrobiologie Suppl.* **76**, 4, 403-412.
- BAUER G. (1987b): Reproductive strategy of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera*. *Journal of Animal Ecology* **56**, 691-704.
- BAUER G. (1987c): The parasitic stage of the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera* L.). III Host relationships. *Archiv für Hydrobiologie Suppl.* **76**, 4, 403-412.
- BAUER G & L. EICKE (1986): Pilotprojekt zur Rettung der Flußperlmuschel (*Margaritifera margaritifera* L.). *Natur und Landschaft* **61**, Nr. 4, 140-143.
- BEVERTON R.J.H. & S.J. HOLT (1957): *On the dynamics of exploited fish populations*. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (London), Fisheries Investment Series 2 (19).
- BUTZ I. & M. RYDLO (1996): Fischbiologische Untersuchungen in einigen versauerungsgefährdeten Bächen des nördlichen Mühlviertels (OÖ). *Österreichs Fischerei* **1**: 11-26.
- CONNELLY J.J. & T.K. MCCARTHY (1984): The metazoan parasites of freshwater fishes in the Corrib catchment area, Ireland. *Journal of Fish Biology* **24**, 363-375.
- CROFTON H.D. (1971): A model of host-parasite relationships. *Parasitology* **63**, 343-364.
- ELLIOTT J.M. (1983): *Statistical analysis of samples of benthic invertebrates*. Freshwater Biological Association Scientific Publication.
- ELLIOTT J.M. (1994). *Quantitative ecology and the brown trout*. Oxford University Press Inc., New York.
- GROH K. (1995): Erfahrungen bei der Betreuung von Flußperlmuscheln - Artenschutzprojekten westlich des Rheins, 59-77. In "Arbeitstagung Schutz und Erhaltung der Flußperlmuschelbestände". Schriftenreihe: Lindberger Hefte 5.

- HAUNSCHMID R. (1992): *Acanthocephalus lucii* (Müller, 1776) (Acanthocephala: Echinorhynchidae), ein Parasit von *Perca fluviatilis* L. im Mondsee.
- HAUNSCHMID R. & D. KOZAK (1996): Fischereiökologische Studie Rohrbach, Enbericht.
- HAUNSCHMID R. & D. KOZAK (1997a): Ökologische Untersuchungen an Bachforellen (*Salmo trutta* f. *fario*) ausgewählter Gewässer im westlichen Mühlviertel (Oberösterreich). Österreichs Fischerei 7, 150-164.
- HAUNSCHMID R. & D. KOZAK (1997b). Effektivität von Besatzmaßnahmen mit fangfähigen Bachforellen in verschiedenen Flußtypen des Mühlviertels. Z. f. Fischkunde 4, 49-71.
- HILBORN R. & C.J. WALTERS (1992): Quantitative fisheries stock assessment - choice and dynamics. Chapman and Hall, N.Y. London.
- HRUSKA J. & G. BAUER (1995): Zusammenhänge zwischen der Populationsbiologie der Flußperlmuschel und der Gewässereutrophierung, 10-17. In "Arbeitstagung Schutz und Erhaltung der Flußperlmuschelbestände". Schriftenreihe: Lindberger Hefte 5.
- JEFFRIES M. & D. MILLS (1995): Freshwater Ecology. John Wiley & Sons.
- JUNGBLUTH J.H. & W. UTERMARCK (1981): Die Glochidiose der Salmoniden in Mitteleuropa: Infektion der Bachforelle *Salmo trutta fario* L. durch die Glochidien der Flußperlmuschel *Margaritifera margaritifera* (L.). Fisch und Umwelt 10, 153-165.
- KÖHLER C. & A. MÜLLER (1990): Statistische Untersuchungen zum Längen-Gewichtsverhältnis ausgewählter Fischarten aus dem Rhein. Fischökologie 1, 33-50.
- LECREN E.D. (1951): The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). Journal of Animal Ecology 20, 201-219.
- LOZAN J.L. (1992): Angewandte Statistik für Naturwissenschaftler. Verlag Paul Parey. Berlin Hamburg.
- MARGOLIS L., ESCH G.W., HOLMES J.C., KURIS A.M. & G.A. SCHAD (1982): The use of ecological terms in parasitology (report of an ad hoc committee of the american society of parasitologists). Journal of Parasitology 68, 131-133.
- MOOG O., NESEMANN H., OFENBÖCK T. & C. STUNDNER (1993): Grundlagen zum Schutz der Flußperlmuschel in Österreich. Bristol-Schriftenreihe. Band 3.
- OÖ. LANDESFISCHEREIVERBAND (1993): Fischerei und Gesetz. 3. Auflage. Linz.
- PENNYCUIK L. (1971): Frequency distributions of parasites in a population of three-spined sticklebacks, *Gasterosteus aculeatus* L., with particular reference to the negative binomial distribution. Parasitology 63, 389-406.
- PETER A. (1987). Untersuchungen über die Populationsdynamik der Bachforelle (*Salmo trutta fario*) im System der Wigger, mit besonderer Berücksichtigung der Besatzproblematik. Dissertation ETH Zürich.
- PETER A. (1989): Berichterstattung zu den fischereilichen Untersuchungen in den St. Galler Binnenkanälen, Regenbogenforellenproblematik, Manuskript.
- RICKER W.E. (1954): Stock and recruitment. Journal of Fisheries Research Board of Canada 11, 559-623.
- ROBERTS R.J. & H.J. SCHLOTFELDT (1985): Grundlagen der Fischpathologie. Verlag Paul Parey. Berlin und Hamburg.
- SAYER M.D.J., READER J.P. & R. MORRIS (1991): Embryonic and larval development of brown trout, *Salmo trutta* L.: exposure to aluminium, copper, lead or zinc in soft, acid water. Journal of Fish Biology 38, 431-455.
- SCHÄPERCLAUS W. (1990): Fischkrankheiten. Akademie-Verlag Berlin. Band 1+2.
- SEBER G.A.F. & E.D. LECREN (1967). Estimating population parameters from the catches large relative to the population. J. Anim. Ecol. 36:631-643.
- SOKAL R.R. & F.J. ROHLF (1995): Biometry. W.H. Freeman and Company. New York.
- SOLOMON D.J. (1985). Salmon stock and recruitment, and stock enhancement. Journal of Fish Biology, 27 (Supplement A): 45-57.

