

## Wachstumsvergleich zweier Bachforellenpopulationen (*Salmo trutta*, L.) in einem Kristallin- und Kalkgewässer

CHRISTIAN MITTERLEHNER, STEVE WEISS, STEFAN SCHMUTZ

Abteilung für Hydrobiologie, Fischereiwirtschaft und Aquakultur, Univ. f. Bodenkultur, Max-Emanuel-Straße 17, A-1180 Wien

### Abstract

#### Comparison of the growth rates of brown trout (*Salmo trutta*, L.) in a crystalline stream (Kleiner Kamp) and a limestone stream (Traisen)

The maximum growth rates of brown trout have been computed from temperatures, using a growth model for trout on maximum rations. Comparisons of observed and computed growth rates demonstrated that fish in the crystalline stream generally reached a higher percentage of their theoretical growth rate than in the limestone stream. Variation in growth rates of brown trout in rivers are largely explained by different temperature regimes.

### Einleitung

Im Rahmen einer Studie an der Universität für Bodenkultur Wien, Abt. Hydrobiologie, wurden die Wachstumsleistungen von Bachforellen in einem Kristallin- (Kleiner Kamp) und in einem Kalkgewässer (Traisen) näher untersucht (Mitterlehner, 1997). Es ist allgemein bekannt, daß Forellen in Kalkgewässern meist größer werden als in Kristallingewässern (Frost et al., 1967).

Umweltbedingte Faktoren, die das Fischwachstum beeinflussen, sind Qualität und Quantität der Nahrung, Wassertemperatur, Strömung, dichteabhängige Konkurrenz, Streß sowie die Wasserqualität (Wootton, 1990). Endogene Wachstumsfaktoren werden vom Genotyp, dem physiologischen Zustand und der Größe des Fisches bestimmt. Die spezifische Wachstumsrate nimmt mit zunehmendem Alter ab, da der Grundstoffwechsel stärker zunimmt als die Nahrungsaufnahme. Zusätzlich muß Energie für die Produktion der Geschlechtsprodukte aufgebracht werden.

Unterschiede im Gehalt an gelöstem Calcium zwischen Kristallin- und Kalkgewässer haben keine Auswirkungen auf das Wachstum der Fische (Wingfield, 1940). Weiters konnten keine verringerten Wachstumsraten von Bachforellen bei einem pH > 4,4 und einer Calcium-Konzentration > 7 µmol/l festgestellt werden (Sadler & Lynam, 1986).

In vorliegender Arbeit wird vor allem untersucht, inwieweit höhere Wassertemperaturen und ein gleichmäßiger saisonaler Verlauf im Kalkgewässer höhere Wachstumsraten begünstigt (Edwards et al., 1979). Kristallingewässer hingegen werden vielfach durch Oberflächenwasser gespeist und zeigen in der Regel weit stärker schwankende Temperaturen.

### Untersuchungsgebiete

Der Kleine Kamp ist ein weitestgehend naturbelassener »Braunwasserbach« im Granithochland der Böhmisches Masse und liegt im untersuchten Abschnitt nahe der Ortschaft Schönbach auf einer Seehöhe von rund 650 m ü. A. Der mittlere Durchfluß beträgt 0,75 m<sup>3</sup>/s bei einer mittleren Breite von 5–6 m. Die während der Untersuchung gemessenen Leitfähigkeiten lagen zwischen 65–85 µS/cm. In der befischten Strecke mit der Flußordnungszahl 4 kommen neben

der Bachforelle noch Aalrutte (*Lota lota*), Äsche (*Thymallus thymallus*) und Koppe (*Cottus gobio*) vor.

Die Traisen entspringt in den nördlichen Kalkalpen. Der Untersuchungsabschnitt mit der Flußordnungszahl 3 liegt nahe der Ortschaft Türnitz auf einer Seehöhe von 500 m ü. A. Der mittlere Durchfluß beträgt 1 m<sup>3</sup>/s, die durchschnittliche Gewässerbreite 6 m. Die gemessenen Leitfähigkeiten lagen zwischen 340 und 380 µS/cm. Außer der Bachforelle kommen noch Regenbogenforelle (*Oncorhynchus mykiss*) und Koppe vor.

## Methodik

Die Elektrofischungen erfolgten zwischen April 1995 und Juli 1996. Zum Bestimmen individueller Wachstumsleistungen wurden Bachforellen > 18 cm mit VI-tags markiert. Eine generelle Altersbestimmung erfolgte über Otolithenlesungen. Zur Beschreibung des Längenwachstums wurde das Modell nach v. Bertalanffy verwendet (vgl. Ricker, 1975).

Die spezifische Gewichtswachstumsrate wurde nach der Formel  $G\% = 100 \cdot (\ln W_2 - \ln W_1) / t$  berechnet, wobei  $W_1$  und  $W_2$  Anfangs- und Endgewicht nach  $t$  Tagen bedeuten. Installierte Temperaturfühler zeichneten in einem 2-Stunden-Intervall die Wassertemperatur auf.

Elliott (1975, 1995) entwickelte ein auf Labor- und Freilandversuche basierendes mathematisches Modell, mit dem man das maximale Wachstum von Bachforellen, in Abhängigkeit von der Temperatur, berechnen kann.

$$Wt = [Wo^{b+bc} (T - T_{lim}) t / \{ 100 (T_n - T_{lim}) \}]^{1/b}$$

Wt: Gewicht nach  $n$  Tagen (g)

T: Temperatur (°C)

Tl: untere Wachstumsgrenze (3,56° C)

Wo: Anfangsgewicht (g)

Tlim: Wachstumsgrenze

Tu: obere Wachstumsgrenze (19,48° C)

b: Konstante (0,308 ± 0,002 SE)

t: Anzahl der Tage

c: Konstante (2,802 ± 0,016 SE)

Tm: optimale Wachstumstemperatur

Die untere und obere Temperaturgrenze, bei der kein Wachstum stattfindet, liegt bei 3,6° C bzw. 19,5° C. Das Modell ist gültig für Fischgewichte von 5–350 g. Die größte Wachstumsrate, bei Fütterung mit Naturnahrung, wurde bei 13,1° C erreicht. Das Wachstumsmodell ermöglicht es zu klären, inwieweit unterschiedliche Temperaturverhältnisse und nicht andere Umweltbedingungen oder genetische Faktoren die Wachstumsraten von Bachforellenpopulationen bestimmen.

## Ergebnisse und Diskussion

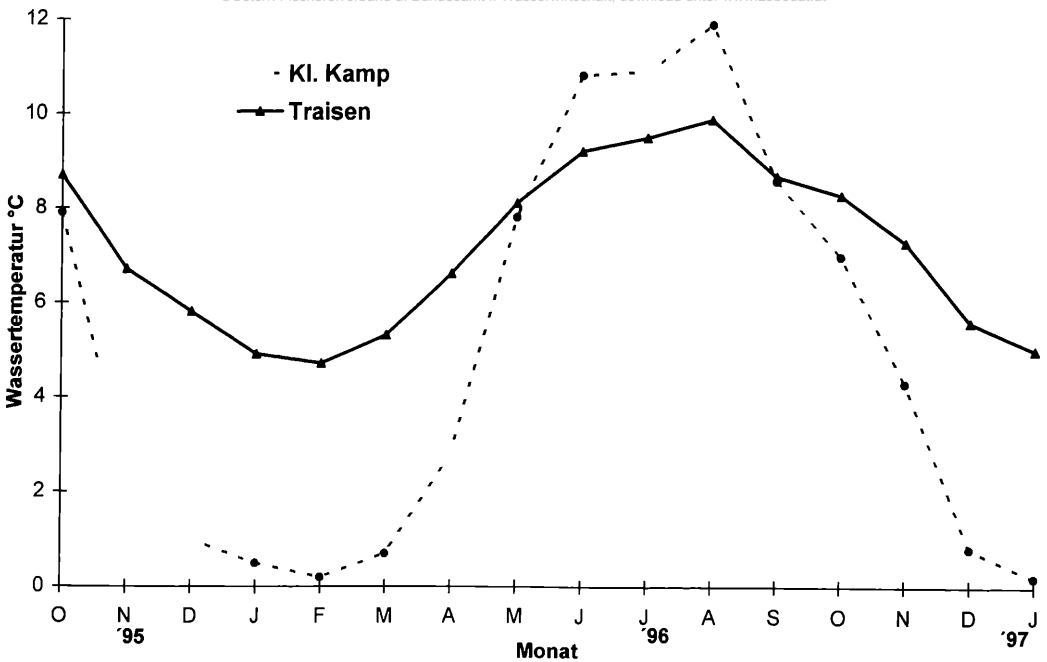
Während des gesamten Befischungszeitraumes wurden am Kleinen Kamp von insgesamt 2201 Bachforellen Daten erhoben, wobei die größte Bachforelle eine Länge von 35 cm aufwies. An der Traisen erreichten einige wenige von insgesamt 6118 vermessenen Bachforellen Längen > 60 cm. Die Ergebnisse der Otolithenrückberechnungen sind in Tabelle 1 angeführt. Bis zum Ende des 2. Winters (Zweisömmerige) liegt die mittlere Wachstumsleistung von Bachforellen aus dem Kleinen Kamp etwas über jener an der Traisen, was auch anhand der Längenhäufigkeitsverteilungen bestätigt werden kann (Mitterlehner, 1997). Nach dem Erreichen der Geschlechtsreife (3. Winter) nimmt das Wachstum von Bachforellen aus dem Kleinen Kamp ab.

### Tab. 1: Vergleich des Längenwachstums durch Otolithenrückberechnung

Die Anzahl der in die Berechnung eingegangenen Fische ( $n$ ), die mittlere Länge (cm) nach Abschluß des Winters sowie die theoretische Endlänge ( $L_\infty$ ) sind angegeben. Der in Klammer gesetzte Wert entspricht der Standardabweichung.

	$n$	1. Winter	2. Winter	3. Winter	4. Winter	$L_\infty$
Kl. Kamp	114	9,6 (1,2)	15,8 (1,5)	20,1 (1,7)	22,9 (0,9)	29,1
Traisen	164	7,4 (1,5)	15,7 (2,0)	20,8 (2,1)	25,0 (2,5)	34,7

Die Kurve der mittleren Monatstemperaturen (Abb. 1) zeigt einen relativ homothermen Verlauf an der Traisen ( $\bar{\varnothing}$  4,7–9,9° C) und starke Temperaturschwankungen am Kleinen Kamp



**Abb. 1:** Vergleich der mittleren Monatstemperaturen zwischen dem Kleinen Kamp und der Traisen

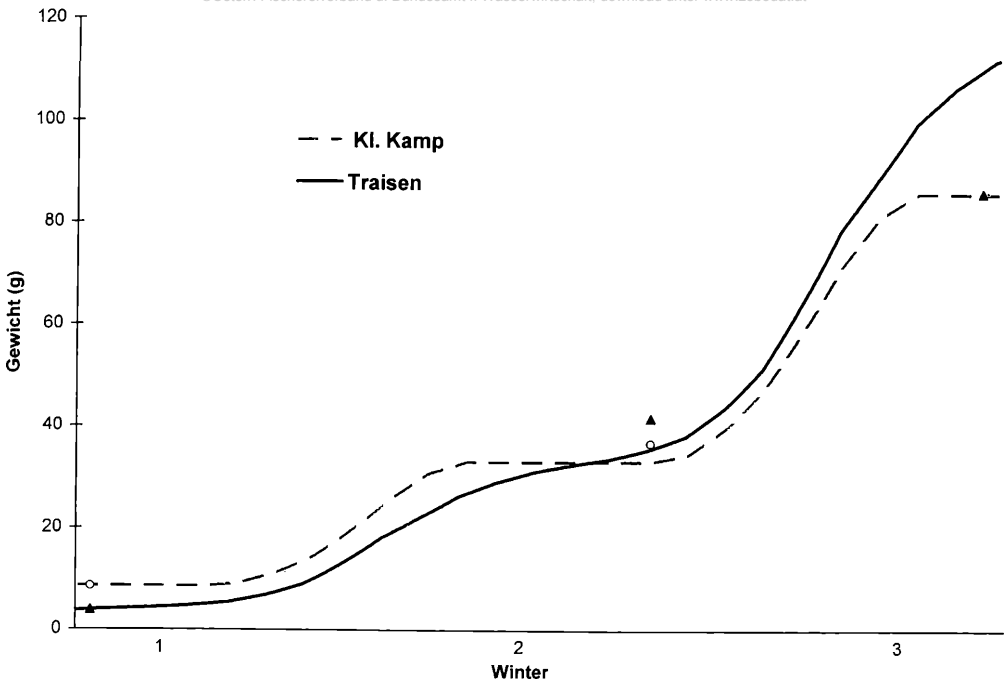
( $\bar{\sigma}$  0,2–11,9° C). Nicht selten liegen im Kleinen Kamp von November bis April mittlere Wassertemperaturen  $< 3,6^{\circ}$  C vor, unter denen kein Wachstum möglich ist (Elliott, 1995). Zuweilen sind im Winter große Teile des Gewässers eisbedeckt.

Abbildung 2 zeigt die theoretischen Gewichtswachstumskurven nach dem Modell von Elliott (1995), bei einem mittleren Ausgangsgewicht der Bachforellen nach Ende des 1. Winters von 8,5 g am Kleinen Kamp und 4 g an der Traisen. Deutlich zu erkennen ist die winterliche Wachstumsstagnation am Kleinen Kamp. Tatsächlich erreichten Bachforellen bis zum Ende des 2. Winters (2. Lebensjahr) am Kleinen Kamp 111% und an der Traisen 117% des berechneten Wertes des Wachstumsmodells. Ebenso höhere Wachstumsraten als das Modell vorhersagt, konnte Jensen (1990, 1995) bei 1+ Bachforellen in Norwegen beobachten.

In ihrem 3. Lebensjahr (2+) erreichten Bachforellen am Kleinen Kamp mit einem Ausgangsgewicht von 38 g 81% des berechneten Wertes und an der Traisen 78%. Vergleichbare Ergebnisse erhielt Edwards (1979), der 10 britische Bachforellenpopulationen in Kristallin- und Kalkgewässern untersuchte. Bei einem Ausgangsgewicht von 18–32 g erreichten die Bachforellen in Kristallingewässern durchschnittlich 80% der maximalen Gewichtswachstumsrate, in Kalkgewässern 70%.

Am Kleinen Kamp wurden im Mai 1995 306 Bachforellen individuell markiert, wovon im September desselben Jahres 80 Stück wiedergefangen wurden. An der Traisen konnte von April bis September 1995 von insgesamt 186 Bachforellen die individuelle Wachstumsleistung erhoben werden.

Für jeden Fisch wurde das theoretische Wachstum laut Wachstumsmodell berechnet und mit dem tatsächlich erzielten Gewicht verglichen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 dargestellt. Am Kleinen Kamp werden durchschnittlich 73% und an der Traisen 58% der laut Modell berechneten maximalen Gewichtswachstumsrate erreicht. Der Verlust an Energie und Gewicht durch



**Abb. 2:** Theoretische Gewichtswachstumskurven für Bachforellen aus dem Kleinen Kamp und der Traisen nach dem Wachstumsmodell nach Elliott (1995) sowie das tatsächlich erreichte Gewicht (●-Kleine Kamp, ▲-Traisen)

die Produktion und Ablage der Geschlechtsprodukte sowie Laichwanderungen werden im Wachstumsmodell nicht berücksichtigt (Elliott, 1979). Somit ist eine geringere Wachstumsrate, als es das Modell vorhersagen würde, zu erwarten.

Generell lagen die Wachstumsraten von Bachforellen am Kleinen Kamp im Vergleich zum Wachstumsmodell gleich oder sogar über jenen an der Traisen. Abgesehen von der Wassertemperatur sind übrige Faktoren, die das Wachstum von Bachforellen an der Traisen beeinflussen, offensichtlich nicht günstiger als am Kleinen Kamp. Die aufgrund des Wachstumsmodells an der Traisen zu erwartende Gewichtswachstumsrate wird bei den individuell markierten Bachforellen zum Teil deutlich unterschritten. Dies läßt darauf schließen, daß hier aufgrund höherer mittlerer Fischbiomassen (267 kg/ha) die Konkurrenz um Nahrung größer ist als am Kleinen Kamp (Ø 73 kg/ha) (vgl. Weiss und Schmutz, 1997). Vor allem die starke Eisbildung während des Winters bewirkt am Kleinen Kamp geringere Fischdichten und ein niedrigeres Maximalalter der Bachforellen, wie Otolithenlesungen zeigten. Generell unterliegt der Bachforellenbestand im Kleinen Kamp im Jahresverlauf starken Schwankungen hinsichtlich Stückzahl und Gesamtbiomasse und weist während der kurzen Wachstumsperiode eine vergleichsweise hohe Produktion auf.

Das Temperaturregime eines Fließgewässers ist hauptverantwortlich für Unterschiede in den Wachstumsraten von Bachforellenbeständen. Dieser Aspekt sollte bei der Beurteilung von Wachstumsleistungen sowie bei der Festlegung von Brittelmaßen unbedingt berücksichtigt werden.

#### Tab. 2: **Wachstumsvergleich individuell markierter Bachforellen**

Das mittlere gemessene Gewicht (g) zu Beginn ( $G_1$  gem) und am Ende der Wachstumsperiode ( $G_2$  gem) sowie das nach dem Wachstumsmodell erreichbare Maximalgewicht ( $G_2$  ber) sind

angegeben  $G_{w,gem}$  und  $G_{w,ber}$  entsprechen den tatsächlich gemessenen bzw. den berechneten spezifischen Gewichtswachstumsraten. Die Standardabweichung ist in Klammer gesetzt.

Gewässer	$G_{1,gem}$	$G_{2,gem}$	$G_{2,ber}$	$G_{w,gem}$	$G_{w,ber}$	$G_{w,gem}/G_{w,ber}$
Kl. Kamp	120 (43)	171 (56)	195 (61)	0,32 (0,15)	0,44 (0,05)	0,73
Traisen	130 (40)	176 (56)	218 (64)	0,21 (0,13)	0,36 (0,02)	0,58

#### LITERATUR

- Edwards, R. W., Densem, J. W. & P. A. Russell, 1979. An assessment of the importance of temperature as a factor controlling the growth rate of brown trout in streams. *Journal of Animal Ecology* 48, 501–507.
- Elliott, J. M., 1975. The growth rate of brown trout (*Salmo trutta*) fed on maximum rations. *Journal of Animal Ecology* 44, 805–821.
- Elliott, J. M., 1979. Energetics of freshwater teleosts. In *Fish and phenology: anabolic adaptiveness in teleosts; Symposia of the Zoological Society of London*, 44. (ed P. S. Miller), pp. 29–61. Academic Press, London.
- Elliott, J. M., Hurley, M. A. & R. J. Fryer, 1995. A new, improved growth model for brown trout, *Salmo trutta*. *Functional Ecology*, 9, 290–298.
- Frost, W. E. & M. E. Brown, 1967. *The Trout*. Collins, London.
- Jensen, A. J., 1990. Growth of young migratory brown trout *Salmo trutta* correlated with water temperature in Norwegian rivers. *Journal of Animal Ecology*, 59, 603–614.
- Jensen, J. W. & T. Berg, 1995. The annual growth rate cycle of brown trout. *The Progressive Fish Culturist*, 57, 231–237.
- Mitterlehner, C. J., 1997. Vergleich des Wachstums der Bachforelle, *Salmo trutta* L., in ausgewählten österreichischen Fließgewässern. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur Wien.
- Ricker, W. E., 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, 191: 382 p., Departement of the Environment Fisheries and Marine Service.
- Sadler, K. & S. Lynam, 1986. Some effects of low pH and calcium on the growth and tissue mineral content of yearling brown trout, *Salmo trutta*. *Journal of Fish Biology*, 29, 313–324.
- Weiss, S. J. & S. Schmutz, 1997. Die Effektivität von Bachforellenbesatz (*Salmo trutta*) und dessen Einfluß auf autochthone Bestände. Studie im Auftrag der nö. Landesregierung. Wien, Abt. Hydrobiologie, BOKU.
- Weiss, S. J. & S. Schmutz (in Druck). Performance of hatchery-reared Brown Trout and their affects on wild fish in two small Austrian streams. *Transactions of the American Fisheries Society*.
- Wingfield, C. A., 1940. The effect of certain environmental factors on the growth of brown trout (*Salmo trutta*, L.). *Journal of Experimental Biology*, 17: 435–448.
- Wootton, R. J. 1990. *Ecology of teleost fishes*. Chapman & Hall, London.

## Der DVP-Stab

**Depth-Velocity-Position Bar:** Ein multifunktionales Gerät für morphometrische Aufnahmen an Fließgewässern

PIOTR PARASIEWICZ, BERNHARD HÖGLINGER, CHRISTIAN HOFMANN  
*Universität für Bodenkultur, Abt. für Hydrobiologie, Fischereiwirtschaft  
 und Aquakultur, Max-Emanuel-Straße 17, A-1180 Wien*

### Abstract

**Depth-Velocity-Position Bar:** A multifunctional tool for morphometric measurements in running waters.

The measurement of physical habitat components in small rivers can be a complicated and time-consuming task due to complexity and dynamic of this systems. To achieve exact results the collection of large amounts of data in the shortest possible time is required. For assessment/modelling purposes following physical micro habitat variables are usually taken into account: channel geometry, water depth, mean column velocity and near bottom velocity. Simultaneous collection of these variables combined with automatic data logging significantly reduces sampling time. The DVP-Bar (**Depth-Velocity-**

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichs Fischerei](#)

Jahr/Year: 1998

Band/Volume: [51](#)

Autor(en)/Author(s): Mitterlehner Christian, Weiss Steven, Schmutz Stefan

Artikel/Article: [Wachstumsvergleich zweier Bachforellenpopulationen \(\*Salmo trutta\*, L.\) in einem Kristallin- und Kalkgewässer 228-232](#)