

77 1129
10 2000

Die Eintagsfliegen (*Ephemeroptera*) in Forellenbächen der Beskiden. II. - Produktion

VON

MILOS ZELINKA*

ABSTRACT

The first part (1969) dealt with the abundance and biomass of the may-flies (Ephemeroptera). On the basis of the measurement of length of all may-flies and of the determination of the respective weight (according to the curve expressing the relation length : weight) the production for each month was calculated. The annual average for *Baetis rhodani* amounted to 5,317 g/m², for *Rhithrogena semicolorata* 12,478 and for the species belonging to the genus *Ecdyonurus* 8,47 g/m². The relation between the annual production and average annual biomass was nearly the same in all three species = 1 : 8,37. These three taxa formed 76% of the biomass. After addition of the remaining taxa of mayflies the production of Ephemeroptera in the two brooks under investigation totalled 27,152 g/m² = 271,52 kg/ha per year.

Der erste Teil dieser Arbeit (ZELINKA 1969) behandelte die Charakteristik der Versuchsbäche, die Methodik und die Ergebnisse der Forschungen über die Abundanz und Biomasse der Ephemeropterenlarven. Die Charakteristik der Bäche ergänze ich mit den Angaben über den Chemismus. Beide Bäche, ihre obere und untere Abschnitte, haben praktisch gleiche Zusammensetzung des Wassers. Typisch ist die ständig höhere Alkalität, als Folge des höheren Gehaltes des Kalziums, sodaß sich die Gesamthärte um 10° d.H. bewegt; eine Ausnahme bildet nur Schneewasser. Die Sauerstoffsättigung sinkt nur selten wenig unter 100%, der Sauerstoffgehalt war nie unter 9 mg/l O₂. In übrigen siehe Tab. I.

Bei den drei wichtigsten Taxonen der Ephemeropteren (siehe ZELINKA 1969) haben wir genügend Material zur Verfügung gehabt, um den Anwuchs während des Jahres verfolgen zu können. Das sämtliche Material wurde gemessen, jede Einzelne wurde dann in die zugehörige Größengruppe eingereiht und so konnte man auch

*Anschritt des Verfassers: Zoologisches Institut der Universität, Kotlářská 2, Brno, Tschechoslowakei.
Eingegangen January 8, 1972.

TABELLE I

Die chemische Charakteristik der Versuchsbäche. (Minimale und maximale Werte aus 6 Probenentnahmen im Jahre 1969 und 1970.)

Angabe	Bach		Lušová		Brodská	
	oberer Abschnitt	unterer Abschnitt	oberer Abschnitt	unterer Abschnitt	oberer Abschnitt	unterer Abschnitt
Temperatur °C	0 — 15,0	0 — 14,7	0 — 15,0	0 — 15,5		
pH	7,4 — 8,15	7,4 — 8,2	7,3 — 8,2	7,4 — 8,35		
Azidität mval	0,0 — 0,1	0,0 — 0,08	0,03— 0,1	0,0 — 0,08		
Alkalität mval	0,76 — 3,35	0,8 — 3,5	0,75— 3,6	0,8 — 3,6		
ges. Härte ° d.H.	4,0 — 11,0	4,4 — 11,4	4,0 — 11,1	4,7 — 11,3		
Ca mg/l	24,3 — 67,2	26,5 — 68,6	23,6 — 65,8	27,2 — 67,2		
Mg mg/l	2,6 — 8,6	3,0 — 7,7	3,0 — 7,3	3,0 — 8,6		
O ₂ mg/l	8,9 — 12,9	9,1 — 12,6	9,0 — 14,3	9,1 — 14,3		
O ₂ Sättigung %	89 — 100	89 — 102	90 — 118	91 — 118		
NH ₄ mg/l	0 — 0,70	0,05— 0,10	0,05— 0,40	Sp. — 0,08		
NO ₃ mg/l	2,9 — 16,0	2,9 — 20,0	3,7 — 20,0	2,8 — 13,5		
NO ₂ mg/l	0,01 — 0,07	0,01— 0,03	0,01— 0,03	0,003— 0,03		
PO ₄ mg/l	0,015— 0,05	0,015	0,00— 0,04	0,005		

die Verschiebung der Längegruppen zwischen einzelnen Probenentnahmen feststellen. Die entsprechenden Zunahmen haben wir dann aus den Kurven der Länge-Gewichtverhältnisse der einzelnen Arten abgerechnet (ZELINKA 1971). Wir haben nicht die Instare verfolgt. Für die Feststellung der Produktion halten wir für wesentlich, den Anwuchs der Länge und das entsprechende Gewicht zu erfassen. Die Verluste bewerten wir mit 50% Zunahme der Biomasse, das bedeutet, daß wir mit der durchschnittlichen Dauer des Lebens in dem Zeitabstand der Probenentnahmen rechnen.

In der Tab. 2 ist der Beispiel der Berechnung der Produktion der Gattung *Baetis rhodani* in dem Zeitabschnitt von 2.3. bis 13.4.1967 angeführt. In der Spalte A + B ist die Summe der Individuen der einzelnen Längegruppen in beiden Probenentnahmen eingeführt. Das entsprechende durchschnittliche Gewicht des Individuums und die entsprechenden Gewichtszunahmen liegen in der Spalte C + D vor. Die Gesamtzunahme, welche auf der Grundlage der Verschiebung der Larven in den Längegruppen berechnet war, steht in der Spalte E. Ebenso haben wir bei der Schätzung der Produktion in

TABELLE II

Vorgang der Berechnung der Produktion der Larven von *Baetis rhodani* auf der Lokalität Lušová, unterer Abschnitt—Stromlinie.

Längegruppe	A 2.3.1967		B 13.4.1967		C Gewicht des Individuums	D Gewichtszunahme des Individuums	E Gesamtzunahme (Produktion) in dem Zeitintervall
	n/m ²	mg/m ²	n/m ²	mg/m ²	mg	mg	mg/m ²
bis 2 mm	60	12,0	0	0	0,2	0,2	0
2—3 mm	86	34,4	14	5,6	0,4	0,5	6,3
3—4 mm	38	34,2	63	56,7	0,9	0,9	33,7
4—5 mm	25	45,0	17	30,6	1,8	1,4	23,8
5—6 mm	8	25,6	29	92,8	3,2	1,8	75,2
6—7 mm	4	20,0	23	115,0	5,0	2,2	94,3
7—8 mm	0	0	23	165,6	7,2	3,8	126,9
über 8 mm	0	0	17	187,0	11,0		132,4
S =	221	171,2	186	653,3	—	—	492,6

dem Zeitintervall aller Probenentnahmen verfahren. Für die bessere Möglichkeit der Vergleichung, haben wir die durchschnittlichen Tageszunahmen für einzelne Zeitabschnitte berechnet, aus denen dann die Monats- und Jahreszunahmen (Tab. 3—5). Es handelt sich insgesamt um Durchschnitte aus 3 Lokalitäten (Lušová oberer und unterer Abschnitt, Brodská unterer Abschnitt).

Die Larven der Art *Baetis rhodani* haben in den Bächen eine zweite Generation und verschiedene Größen der Larven findet man praktisch das ganze Jahr hindurch. In den Berechnungen der Produktion sind allerdings diese zwei Generationen nicht unterschieden. Zum größten Anwachsen kommt in den Frühlings- (1. Generation) und Sommermonaten (der Rest der 1. + 2. Generation), über den Winter ist die Produktion sehr niedrig. Der durchschnittliche Jahresanwuchs beträgt 5,317 g/m² der torrentillen Zone, das bedeutet 53,17 kg/ha in einem Jahre. Diese Art lebt praktisch nur in der Stromlinie, welche 80% der Fläche des Baches umfaßt; darum macht die Jahresproduktion der Larven der Art *Baetis rhodani* 42,54 kg/ha der Bäche.

Die Art *Rhithrogena semicolorata* hat nur eine Generation, das Schlüpfen dauert aber mindestens zwei Monate. Die Larven kriechen aus den Eiern sukzessiv, so daß in jeder Probe wieder mehrere Längegruppen sind. Die höchste Produktion ist in Frühlings-

TABELLE III

Abschätzung der Produktion der Larven von *Baetis rhodani* PICT. (Mittelwerte aus 3 Lokalitäten.)

Datum der Probenentnahme	n/m ²	mg/m ²	ø Gewicht des Individuums mg	Gewichtszunahme (Produktion) mg/m ²		
				während des Monats	gesamt	ø täglich im Monat
16.—17. 5.1966	262	1.297,0	4,95	—	—	—
20.—22. 6.1966	446	624,8	1,40	Juni	810,2	27,0
18.—19. 7.1966	361	851,3	2,36	Juli	691,5	22,3
15.—16. 8.1966	280	384,5	1,37	August	523,8	16,9
12.—13. 9.1966	340	752,4	2,21	September	455,4	15,2
10.—11.10.1966	305	249,9	0,82	Oktober	247,4	7,9
14.—15.11.1966	222	189,2	0,85	November	101,1	3,4
				Dezember	56,8	1,8
25.—26. 1.1967	140	180,3	1,29	Januar	72,5	2,3
				Februar	131,6	4,7
1.— 2. 3.1967	191	198,9	1,04	März	354,6	11,4
12.—14. 4.1967	248	668,5	2,70	April	773,9	25,8
24. 5.1967	394	1.892,7	4,80	Mai	1.097,8	35,4
S =	3.189	7.289,5	23,79	S pro Jahr =	5.317	—
\bar{x} =	290	662,7	2,29	443,0	—	14,57

monaten, die kleinste im Sommer. Die ganze Jahresproduktion ist die höchste von allen vertretenen Arten der Ephemeropteren und macht 12,478 g auf 1 m² der torrentillen Zone aus. Auf 1 Hektar bedeutet das 124,78 kg pro Jahr und weil diese Art auch nur in der Stromlinie lebt, bedeutet das 99,82 kg auf 1 ha der Bäche in einem Jahre.

Die dritte (mit Rücksicht auf die Produktion) wichtigste Gruppe von Eintagsfliegen, bilden die Vertreter der Gattung *Ecdyonurus* dar. Die Berechnung der Produktion ist etwas kompliziert, weil es sich um zwei häufige Arten handelt: *Ecdyonurus torrentis* KIMM., die im Juni und Juli, und *Ecdyonurus submontanus* LANDA, die im August und September schlüpft. Daneben kommen hier noch ganz selten die Arten *Ecdyonurus forcipula* PICT. und *Ecdyonurus* sp. (*austriacus*? KIMM.) vor. Kleinere Larven, die man nicht ganz sicher determinieren kann, finden wir in allen Jahreszeiten und darum konnten wir nicht bei der Berechnung der Produktion auf einzelne Arten

TABELLE IV

Abschätzung der Produktion der Larven von *Rhithrogena semicolorata* CURT.
(Mittelwerte aus 3 Lokalitäten.)

Datum der Probenentnahme	n/m ²	mg/m ²	ø Gewicht des Individuums mg	Gewichtszunahme (Produktion) mg/m ²		
				während des Monats	gesamt	ø täglich im Monat
16.—17. 5.1966	116	1.712,3	14,76	—	—	—
20.—22. 6.1966	87	1.255,3	16,42	Juni	634,3	21,1
18.—19. 7.1966	17	225,8	13,28	Juli	255,3	8,2
15.—16. 8.1966	3	61,8	20,60	August	40,1	1,3
12.—13. 9.1966	23	33,3	1,45	September	192,0	6,4
10.—11.10.1966	209	303,6	1,45	Oktober	397,4	12,8
14.—15.11.1966	193	371,1	1,92	November	351,9	11,7
				Dezember	296,6	9,6
25.—26. 1.1967	172	601,4	3,50	Januar	408,9	13,2
				Februar	846,5	30,2
1.—2. 3.1967	281	841,1	2,99	März	1.831,5	59,1
12.—14. 4.1967	458	3.019,2	6,59	April	3.407,9	113,6
24.—25. 5.1967	994	7.088,9	7,13	Mai	3.815,9	123,1
S =	2.553	15.514	90,09	S pro Jahr = 12.478		—
\bar{x} =	232	1.411	6,08	1.040	—	34,19

Rücksicht nehmen. Die Larven der Gattung *Ecdyonurus* leben in der Stromlinie sowie bei den Ufern und bei Berechnung haben wir mit dem Verhältnis von 80 (Stromlinie) zu 20 (Ufer) gerechnet. Die Ergebnisse in der Tab. 5 sind Mittelwerte, die für die ganze Fläche des Baches gelten. Die Jahresproduktion beträgt bei der Gattung *Ecdyonurus* 8,47 g/m², also 84,7 kg/ha des Baches in einem Jahre. Die Unterschiede zwischen dem Uferanteil und der Stromlinie sind verhältnismäßig klein.

Die Summe für diese drei Taxonen beträgt 22,706 g/m², oder 227,06 kg/ha der Bäche innerhalb eines Jahres. Es ist interessant, daß in allen drei Fällen die Jahresproduktion etwas mehr als achtfach höher ist, als die durchschnittliche Jahresbiomasse:

$$\left. \begin{array}{l}
 \textit{Baetis} \quad \quad \quad = 8,02 \text{ x} \\
 \textit{Rhithrogena semicolorata} = 8,84 \text{ x} \\
 \textit{Gattung Ecdyonurus} \quad = 8,25 \text{ x}
 \end{array} \right\} \text{Durchschnitt} = 8,37 \text{ x}$$

TAB. V

Abschätzung der Produktion der Larven der Gattung Ecdyonurus (Mittelwerte aus 3 Lokalitäten).

Datum der Probenentnahme	n/m ²	mg/m ²	ø Gewicht des Individuums mg	Gewichtszunahme (Produktion) mg/m ²		
				während des Monates	gesamt	ø täglich im Monat
16.—17. 5.1966	40	743,0	18,6	—	—	—
20.—22. 6.1966	74	1.243,7	16,8	Juni	824,7	27,5
18.—19. 7.1966	53	1.059,3	20,7	Juli	827,4	26,7
15.—16. 8.1966	26	608,3	23,4	August	507,7	16,4
12.—13. 9.1966	66	337,5	5,1	September	709,5	23,7
10.—11.10.1966	211	971,3	4,6	Oktober	1.019,0	32,9
14.—15.11.1966	147	1.469,9	10,0	November	740,8	24,7
				Dezember	511,5	16,5
25.—26. 1.1967	104	1.313,0	12,6	Januar	541,3	17,5
				Februar	627,2	22,4
1.— 2. 3.1967	95	599,6	6,3	März	630,4	20,3
12.—14. 4.1967	112	1.144,6	10,2	April	707,9	23,6
24.—25. 5.1967	111	1.758,3	15,8	Mai	822,4	26,5
S =	1.039	11.285	144,1	S pro Jahr =	8.470	—
\bar{x} =	94	1.025,9	10,86	705,8	—	23,21

Wir können also rechnen, daß die Produktion der übriggebliebenen Arten der Ephemeropteren ungefähr in demselben Verhältnis zur Biomasse sein wird. Die drei Haupttaxonen bilden etwa 76% der Biomasse aller Ephemeropteren, die in den Versuchsbächen vertreten sind (ZELINKA 1969). Wenn wir also 24% der Produktion der übriggebliebenen Arten zurechnen (= 4,446 g/m²), beträgt die Gesamtjahresproduktion der Ephemeropteren 27,152 g/m², das bedeutet 271,52 kg/ha der Bäche innerhalb eines Jahres.

Wenn wir dieses Ergebnis mit der durchschnittlichen Biomasse der Ephemeropterenlarven, die in der Arbeit ZELINKA's (1969) angeführt ist, vergleichen, dann sehen wir, daß die hier angeführte Summe etwas höher ist, als die Biomasse multipliziert mit dem Faktor 8,37. Dies ist dadurch verursacht, daß wir bei der Berechnung der Produktion nur drei Lokalitäten bewertet haben (ohne Brodská – oberer Abschnitt). Die weggelassene Lokalität wurde nicht systematisch besucht, so daß eine Berechnung der Produktion

nicht möglich wurde und die kleinere Zahl der Probenentnahmen hat sich auch in der Verminderung der Biomasse ausgedrückt.

Wir sind uns aller Fehler, welche bei unserem Vorgang der Abschätzung der Produktion der Ephemeropterenlarven entstehen, bewußt. Wir sind aber der Meinung, daß diese Fehler nicht so groß sind, als bei der Anwendung der globalen Formeln (z.B. HYNES & COLEMAN 1968, FAGER 1969) und daß sich unsere Ergebnisse der Wirklichkeit nähern. Die angewendete Berechnungsmethode entspricht prinzipiell der Formel nach HAMILTON (1969). Zum Unterschiede von ihm operieren wir mit dem festgestellten Gewicht und nicht mit den Volumeneinheiten der Organismen, weil wir das für genauer ansehen (siehe auch MARVAN & ZELINKA 1971).

ZUSAMMENFASSUNG

Der erste Teil (1969) behandelte die Abundanz und Biomasse. Auf Grund der Länge-Messung aller Ephemerlarven und des Abzählens des entsprechenden Gewichtes von der Kurve der Beziehung Länge : Gewicht wurde der Zuwachs für jeden Monat ausgerechnet. Dieser machte im Jahresdurchschnitt für *Baetis rhodani* 5,317 g/m², für *Rhithrogena semicolorata* 12,478 und für das Genus *Ecdyonurus* 8,47 g/m² aus. Bei allen drei Arten war die Beziehung zwischen der Jahresproduktion und der mittleren Biomasse beinahe die gleiche = 1 : 8,37. Diese 3 Arten bildeten 76% der Biomasse. Nach Zurechnung der übrigen Ephemerlarven macht der gesamte Zuwachs in den untersuchten Bächen 27,152 g/m² = 271,52 kg/ha pro Jahr aus.

LITERATUR

- FAGER, E. W. - 1969 - Production of stream Benthos: a critique of the method of assessment proposed by HYNES & COLEMAN (1968). *Limnol. Oceanogr.* 14: 766—770.
- HAMILTON, L. A. - 1969 - On estimating annual production. *Limnol. Oceanogr.* 14: 771—782.
- HYNES, H. B. N. & COLEMAN, M. J. - 1968 - A simple method of assessing the annual production of stream Benthos. *Limnol. Oceanogr.* 13: 569—573.
- MARVAN, P. & ZELINKA, M. - 1971 - Diskussion zur Methodik der Abschätzung der Produktion des Zoobenthos in fließenden Gewässern. Im Druck.
- ZELINKA, M. - 1969 - Die Eintagsfliegen (*Ephemeroptera*) in Forellenbächen der Beskiden. I. Abundanz und Biomasse. *Fac. Sci. Nat. Univ. Purkynianae Brunensis* 10, Biol. 25, 8: 155—166.
- ZELINKA, M. - 1971 - Die Längegewichtverhältnisse einiger Eintagsfliegenlarven (*Ephemeroptera*). Im Druck.