

## Die Grössencharakteristiken der Larven als Quelle ökologischer und biologischer Information bei der Art *Epeorus assimilis* Eaton (Ephemeroptera)

*Natschko Natshev*

*Institut für Zoologie bei der Bulgarischen Akademie der Wissenschaften, Sofia*

### Einleitung

Die Angaben über die Anzahl der Larven verschiedener Körperlänge einer bestimmten rheobionten Art sowie die Verteilung der Larven in der Länge des Flußlaufes und nach Jahreszeiten dienen immer noch in ungenügendem Maße als Quelle biologischer Information. Entsprechende Angaben sind nur in der Arbeit von Леванидова, Леванидов (1965) anzutreffen.

Die Verwertung der Angaben über die erwähnte Verteilung stand im Vordergrund bei den Untersuchungen der Eintagsfliege *Epeorus assimilis* Eaton im Flußlauf der „Blagoevgradska Bistritza“. An dieser Stelle möchte ich nochmals dem Dozenten B. Russev meinen Dank aussprechen für seine Anteilnahme bei der Wahl des Themas und für seinen Beistand bei der Arbeit am Manuskript. Gleichfalls danke ich dem Dozenten L. Zwelkov für das Interesse, das er meiner Arbeit entgegenbrachte und für die wertvollen Konsultationen.

### Material und Methodik

Bearbeitet wurden 1710 Larven aus dem unverschmutzten Teil des Flusses „Blagoevgradska Bistritza“. Die Proben (107) wurden im Laufe von 3 aufeinanderfolgenden Jahren (1970—1973) an 7 Stationen gesammelt. Die Entfernung zwischen dem ersten und letzten Probenentnahmepunkt betrug 35 km, ihr Höhenunterschied 1450 m. Die drei höchstgelegenen Stationen wurden wegen ihrer Unzugänglichkeit im Winter und Frühjahr dreimal jährlich begangen; die Station „Dobro Pole“ — monatlich und die übrigen, tiefer gelegenen Stationen fünfmal im Laufe eines Jahres. Die Vergleichbarkeit der Angaben beruht auf der Gleichzeitigkeit der Entnahme jeder einzelnen Probe. Diese Bedingung wurde

streng eingehalten. Im Laufe einer bestimmten Zeit wurden durchschnittlich ca. 40 Steine bearbeitet, deren Volumen gewöhnlich 2—3 l betrug. Bei ihrer Aufstellung nebeneinander nehmen sie eine Fläche von annähernd 1 m<sup>2</sup> ein, während ihre gesamte Oberfläche sich grob berechnet auf ca. 2,5 m<sup>2</sup> beläuft. Allerdings sind diese Beziehungen von rein orientierender Bedeutung, da nicht alle Larven ins Handnetz geraten und dort verbleiben. Diese Umstände läßt uns die erhaltenen Angaben in Zusammenhang mit der Bodenfläche als geringer einschätzen als die tatsächlichen. Die Länge der einzelnen Individuen wurde mit Hilfe von Millimeterpapier bestimmt. Zur Gewichtsbestimmung wurden 226 Individuen mit bestimmten Ausmaßen und erhaltenen Organen benutzt. Jeweils eine Stunde vor dem Abwiegen wurde der Konservierungsalkohol durch Wasser ersetzt. Unmittelbar vor dem Wiegen wurden die Larven auf Filterpapier getrocknet.

## Quantitative Analyse der Larven verschiedener Körperlänge

### *Anzahl der Larven und Anzahlindex*

Die Anzahl der Larven nimmt mit der Zunahme ihrer Körpergröße progressiv ab. Von 450 Larven, die sich im Entwicklungsstadium befanden, erreichten nur 9 Larven die Größe 12, d. h. 12 mm Länge (Tab. 1). Da die Ausmaße des Imagos ohne die fadenförmige Anhänge ca. 13—16 mm betragen, wurden diese Ausmaße auch für die vor der Metamorphose stehenden Nymphen angenommen (die letzte Häutung wirkt sich ganz unbedeutend auf die Körperlänge aus). Die Anzahl der Nymphen mit einer Körperlänge von 13 mm und darüber hinaus läßt sich schwer feststellen, da ein Teil von ihnen sich stets im Zustand der Metamorphose befindet. Aus diesem Grunde ist es zweckmäßiger, die Anzahl der bis zur Metamorphose überlebenden Larven nach der eine Länge von 12 mm erreichenden Nymphen zu bestimmen. Von 50 Larven überlebt eine Nymphe. Diese Zahl, bezogen auf die Vollensekten, ist sicherlich etwas zu hoch, da es nicht möglich ist, die Sterblichkeit der über 12 mm erreichten Nymphen zu bestimmen und entsprechend in Abzug zu bringen.

Die Anzahl der absterbenden Larven läßt sich in kein Verhältnis zu den Individuen verschiedener Größe bringen. Bei den bereits entwickelten Larven tritt ein erhöhtes Absterben bei den Individuen der Größen 9 und 12 auf (d. h. bei den Individuen von 9 und 12 mm Länge). Die Größe 9 erreicht die Hälfte der 8 mm langen Larven und einzig im Stadium zwischen Größe 11 und 12 ist die Zahl der absterbenden Larven größer als die der überlebenden. Wahrscheinlich steht die größere Sterblichkeit der Larven dieser Größe mit der Häutung in Zusammenhang. Auf eine Probe, d. h. auf 1 m<sup>2</sup> Bodenfläche oder auf 40 Steine mit einer Gesamtoberfläche von ca. 2,5 m<sup>2</sup> entfallen durchschnittlich 16 Larven.

Über die Verteilung der Larven verschiedener Körperlänge nach Jahreszeiten und Stationen ließe sich nur dann diskutieren, wenn es sich um vergleichbare Mengen handelt. Fünf Larven der Größe 1 und soviel der Größe 6 in einer Probe bedeutet bei weitem noch nicht, daß diese Gruppen gleichwertig vertreten sind, d. h. entsprechend ihrer Anzahl. Wenn man von der Anzahl der gesammelten Larven dieser Ausmaßen (Tab. 1) ausgeht, so läßt sich feststellen, daß die gesammelten Larven von der Probe um die Durchschnittszahl der Larven der Größe 1 schwankt und annähernd um das Fünffache die Anzahl der Larven der Größe 6 übertrifft. Die einzige Möglich-

Tabelle 1  
Anzahl der Larven verschiedener Körperlänge

Länge, mm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	16	17
Expl*	450	306	235	223	151	108	67	68	37	24	20	9	4	4	3	1
Let**		144	71	72	43	43	41		31	13	4	11				

\* Expl — gesammelte Larven mit der angegebenen Körperlänge; \*\* Let — abstrebende Larven bei Erreichung der angegebenen Körperlänge

Tabelle 2  
Prozentuelle Anteile der Larven verschiedener Körperlänge

Länge, mm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	16	17
P*	26,3	17,9	13,7	13,0	8,83	6,31	3,92	3,98	2,16	1,40	1,17	0,53	0,23	0,23	0,17	0,06
Sv**		68,0	52,2	49,5	33,5	24,0	14,9	15,1	8,22	5,33	4,44	2,00	0,89	0,89	0,67	0,22

\* P — prozentuelle Anteile der Larven verschiedener Größen; \*\* Sv — Larven, die entsprechende Größe erreichen in %

Tabelle 3  
Gewicht der Larven verschiedener Körperlänge

Länge, mm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	16	17
Iw, mg	0,13	0,26	1,02	2,45	4,87	8,69	13,0	18,9	20,0	32,7	41,2	58,2	74,5	65,1	112	119
Sw, mg	59,7	79,5	240	546	739	939	871	1287	740	785	825	524	298	260	336	119
Aw, mg	0,56	0,74	2,24	5,11	6,87	8,77	8,14	12,0	6,92	7,33	7,71	4,90	2,78	2,43	3,14	1,11
Letw, mg		37,4	72,4	29,4	351	374	533	533	620	425	165	641				
Swp, %	0,69	0,92	2,77	6,32	8,51	10,8	10,1	14,9	8,56	9,08	9,54	6,06	3,45	3,01	3,89	1,37

\* Iw — individuelles Gewicht der Larven der verschiedenen Größen; Sw — Gewicht der Larven der entsprechenden Größe; Aw — Durchschnittsgewicht der gesammelten Larven von der entsprechenden Größe; Letw — Gewicht der absterbenden Larven bei Erreichen der angegebenen Länge; Swp — Gewichtsanteil der Larven der entsprechenden Größe

keit abzuschätzen, ob die Larven, welcher Größe auch sei, die von einer Station stammen, viel oder wenig sind, ist die Gegenüberstellung ihrer durchschnittlichen Anzahl aus den Proben von einer Station mit der durchschnittlichen Anzahl der Larven aus allen Proben. Aufschluß darüber gibt auch das Verhältnis zwischen den erwähnten Durchschnittszahlen. Dieser Wert für alle Größen zeigt an, ob die Anzahl von einer bestimmten Lokalität mit dem für den gesamten Flußlauf festgestellten mittleren Wert zusammenfällt, größer oder geringer ist. Bei einem Verhältnis=1 liegt eine Koinzidenz der lokalen und der für den gesamten Flußlauf ermittelten Durchschnittszahl vor. Ein Quotient größer als 1 zeugt von einem größeren Vorkommen an einer bestimmten Stelle, während ein Wert kleiner als 1 eine an einer bestimmten Lokalität unter dem Gesamtdurchschnitt liegende Anzahl anzeigt. Die Inkomodität, mit Dezimalzahlen zu operieren, fällt weg, wenn man den Wert des Verhältnisses mit 100 multipliziert. Dabei erhält man einen Anzahlindex (*AI*), der sich wie folgt ausdrücken läßt:

$$AI = \frac{n}{N} \cdot 100.$$

Darin bedeuten *n* die durchschnittliche Anzahl der Larven gleicher Körperlänge aus den Proben von einer bestimmten Station und *N* die Durchschnittszahl der Larven ein und derselben Körperlänge aus allen Proben. Der Index 100 zeigt eine Übereinstimmung der lokalen Durchschnittswerte mit den Mittelwerten für den gesamten Flußlauf an. Ein Index über 100 zeigt an, daß die Larven einer bestimmten Größe in der entsprechenden Station dominieren. Die Zahl 50 als Index zeugt von einem zweimal geringeren Vorkommen usw.

Auf diese Weise verwandelt sich die Stückzahl der gesammelten Exemplare von einem Ausmaß in einen Index der Anzahl. Die Anwendung desselben gestattet die quantitative Gegenüberstellung von Larven verschiedener Körperlänge.

#### *Prozentueller Anteil der Larven und struktureller Index*

Der prozentuelle Anteil der Larven mit verschiedener Körperlänge hängt nicht bloß von ihrer jeweiligen Anzahl ab. Oftmals erreichen die Larven der verschiedenen Größen ihren maximalen Anteil an der Zusammensetzung der Art auch bei einer dem Durchschnitt liegenden Anzahl. Solchenfalls fällt der maximale Anteil nicht mit der Anzahl der Larven zusammen und dieselben werden in verschiedenen Stationen und verschiedenen Jahreszeiten festgestellt. Diese Fälle erlauben eine umfassendere Auslegung der Angaben. Daraus geht hervor, daß die Anwendung einer einzigen quantitativen Kenngröße leicht irreführen kann. Die Vergleichbarkeit der Daten über Larven verschiedener Körperlänge läßt sich wiederum mit Hilfe eines Indexes erreichen u. zw. des sogenannten strukturellen Indexes — in der Folge mit *SI* bezeichnet. Derselbe läßt sich wie folgt ausdrücken:

$$SI = \frac{p}{P} \cdot 100.$$

Darin bedeuten: *p* den prozentuellen Anteil der Larven einer bestimmten Körperlänge von allen, von einer zu untersuchenden Station, gesammelten

Exemplare;  $P$  den Prozentsatz derselben Größe Larven gesammelt aus dem ganzen Flußlauf (Tab. 2). Die  $SI$ -Werte werden analog den  $AI$ -Werten gedeutet.

Die biologische Interpretation der Daten beider Indexe kann für sich allein oder zusammen in Abhängigkeit von jedem konkreten Fall ausgenützt. Wenn in einer Station die Larven aller Größen in dominierender Anzahl auftreten, so können die vorherrschenden Larven nach dem strukturellen Index bestimmt werden. Eine große Anzahl von Larven geringer Körpergröße bekundet eine von nicht langer Zeit stützfundene Vermehrung. Aus dem prozentuellen Auftreten der großen Larven kann geschlossen werden, ob eine baldige Metamorphose aus dem Wasser bevorsteht oder ob diese bald beendet sein wird.

Die strukturelle Kenngröße der Larven einer bestimmten Größe kann auch durch das Verhältnis des Größen- $AI$  und des  $AI$  der Art ausgedrückt werden:

$$SI = \frac{AI \text{ der Größe}}{AI \text{ der Art}}$$

Die auf diese Weise berechneten strukturellen Indexe weisen geringe Abweichungen auf.

#### *Gewicht der Larven und Gewichtsindex*

Das Gewicht der Larven der verschiedenen Größen nimmt ungleichmäßig zu. Die größten Gewichtswerte wurden bei den Larven der Größe 6, 11 und besonders 8 (Tab. 3) festgestellt. Das individuelle Gewicht wächst bis zur Größe 13 an, allerdings ist für das Gewicht der Larven der verschiedenen Größengruppen die Anzahl der gesammelten Exemplare maßgebend, die bei den größeren Exemplaren bedeutend geringer wird. Den größten Gewichtsverlust weisen die Larven der Größengruppen 9 und 12 auf. Dem individuellen Gewicht der Größengruppen über 13 mm läßt sich anfänglich eine unerklärliche Abnahme feststellen, doch wächst danach das Gewicht von neuem an. Die bis zur Metamorphose überlebenden Larven weisen eine 13—17-fache Längen- sowie 560—900-fache Gewichtszunahme auf.

Die oben angeführten Angaben erlauben eine Bestimmung in großen Zügen des Gesamtgewichtes der Larven im gesamten Flußlauf. Auf 1 m<sup>2</sup> Bodenfläche des Flusses entfallen 111 mg Larven; im Verlauf ihrer Entwicklung gehen ca. 30 mg Larven ein. Alle Larven der Art im untersuchten Flußabschnitt weisen ein Gesamtgewicht von über 16 kg auf. Von diesen Larven sterben in Gewicht ausgedrückt 4 kg ab und ca. 0,9 kg Larven reifen bis zur Metamorphose heran. Das Gewicht der Nymphen der Größengruppe 13 kann als nicht sehr unterschiedlich vom Gewicht der Völlinsekten angenommen werden. Dieses Gewicht ist 18 mal geringer als das Gewicht der Larven. Der Gewichtsprozentsatz der sich im Zustand der Metamorphose befindlichen Individuen unterscheidet sich beträchtlich von Prozentsatz ihrer Anzahl. Während von 100 Larven der Größe eins 2 die Metamorphose überstehen, metamorphosieren 100 mg Larven derselben Größengruppe Nymphen mit einem Gewicht von 877 mg. Die Zahlen zeugen von einer 50-fachen Verringerung der Anzahl und einer 9-fachen Zunahme des Gewichtes der Art während der Entwicklung im Larvenzustand.

Auf die einzelnen Größengruppen bezogen bietet der Gewichtsindex ( $GI$ ) keine verschiedene Information von  $AI$ . Dieser Index bietet nur Angaben über das durchschnittliche Gewicht der Larven aller Größengruppen und läßt sich wie folgt ausdrücken:

$$GI = \frac{\omega}{W} \cdot 100.$$

Hier bedeuten  $\omega$  das durchschnittliche Gewicht der Larven aus den Proben der zu untersuchenden Station und  $W$  das durchschnittliche Gewicht der aus dem gesamten Flußlauf stammenden Larven. Die Werte des  $GI$  werden ähnlich dem  $AI$  gedeutet. Der Umstand, daß alle drei Kenngrößen sich auf und dasselbe Material beziehen, gestattet den Vergleich zwischen ihnen, der noch durch den einheitlichen Ausdruck erleichtert wird.

## Verteilung der Larven verschiedener Körperlänge im Flußlauf

Die Durchschnittsangaben aus allen Jahreszeiten und den einzelnen Jahren erbringen den Nachweis, daß in jeder Station Larven von einer bestimmten Körperlänge dominieren. Mit anderen Worten — jede Station weist spezifische Größen der sie besiedelnden Larven auf. Dieser Umstand steht wahrscheinlich in Zusammenhang mit den von den erwachsenen Individuen gelegten Eiern in dem Flußlauf. Bei einer gleichmäßigen Verteilung in dieser Hinsicht könnten sich kaum die festgestellten spezifischen Größen in den einzelnen lokalen Stationen abheben.

In Tabelle 4 sind die Stationen entsprechend ihrer Lage den Fluß entlang angeordnet. Ferner findet eine Anordnung der Larven entsprechend der dominierenden Größe in den einzelnen Stationen statt. So z. B. dominieren in der Station „Tscherna Skala“ die Larven der Größengruppe 1, in der Station „Biwolarnika“ — jene der Größengruppe 2,3, in der Station „Kartala“ — der Größengruppe 4 bis 8, in der Station „Dobro Pole“ Larven mit einer Körperlänge von 9 mm und mehr. Diese Aufeinanderfolge zeugt von einer biologischen Drift und zwar von einem einzigen Ausgangspunkt aus. Diese Stelle im Flußlauf befindet sich oberhalb der Station mit den kleinsten Larven, d. h. oberhalb der Station „Tscherna Skala“ u. zw. irgendwo am Anfang des Flußtales. Sollten die Eier im ganzen Flußlauf gleichmäßig verteilt gelegt werden, so würde sich die spezifische Larvenbesiedlung der Station „Tscherna Skala“ nur durch eine aktive Fortbewegung der kleinsten Larven der Strömung entgegen erklären lassen, was aber in Anbetracht ihrer Schwimmlichkeiten absurd anzunehmen ist.

Die festgestellten maximale  $AI$  und  $SI$  der Larven verschiedener Körperlänge in den einzelnen Stationen können folgendermaßen erklärt werden: die im obersten Abschnitt des Flusses gelegten Eier werden in die Region der Station „Tscherna Skala“ abtransportiert u. zw. als Larven der Größengruppe 1. Bis ihre Körperlänge um 1—2 mm zunimmt, treibt sie die Strömung weiter abwärts, wo sie dann in der Station „Biwolarnik“ erscheinen. In der Station „Kartala“ erreichen sie bereits eine Länge von 4 bis 8 mm. Im Laufe ihrer biologischen Drift bis zur Station „Dobro Pole“ verdoppeln sie bereits ihre Länge und hier oder einige Kilometer weiter flußabwärts findet dann die Metamorphose statt.

Das Bild, geprägt von den spezifischen Größen, in der Station „Tscherna Skala“ wiederholt sich auch in der Station „Slavovo“. Flußabwärts von „Slavovo“ dominieren in jeder folgenden Station immer größere Larven. Die spezifischen Größen der Larven oberhalb von Blagoevgrad unterscheiden sich kaum von jenen der Station „Dobro Pole“, d. h. man beobachtet eine Wiederholung alle 16—20 km den Flußlauf entlang. Nach einer durchschnittlichen Verdriftung von 18 km während der Zeit ihres Heranwachsens müssen

Tabelle 4

Verteilung der Larven verschiedener Körperlänge im Flußlauf nach Stationen lt. AI. u. SI

Index Länge, mm	AI																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	16	17	
Tscherna Skala	145	66	55	37	55	55	35	18	33	50		139					
Biwolarnika	79	132	182	128	94	132	159	53	33	50	117			278			
Kartala	55	62	66	160	134	143	159	141	65	50		139					
Dobro Pole	61	29	45	51	65	62	113	118	109	195	135	71	214				
Slawowo	162	149	103	90	66	66	32	10	98	61	35	83					
Bistriza	168	282	251	263	255	178	74	95	137	30	35	250		167	444	667	
Blagoevgrad	73	58	70	48	71	125	127	212	157	91	246	83	167	333	222		

Tabelle 5

Verteilung der Larvenanzahl nach Grössen und Monaten in der Station „Dobro Pole“ lt. AI.

Länge, mm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Januar	103	23	91	112	94	33	106	53	98	454	175		
Februar	79	35	61	48		33	159	106		303	175	417	
März	83		23	72	35	49	79		294	454	1052	625	
April	16			16		33	106	53	98	151	351		
Mai						66		53					
Juni	24	12							98				
Juli	63	81	30	48	24								833
August	63	23	167	112	213	66							1666
September	39	23	30	48	118	198	370	53	196				
Oktomber	24	35	61	96	142	132	317	529	294	606	175		
November	151	70	45	32	71	99	53	264	98				
Dezember	95	35	30	32	71	33	59	264	196	454			

die Vollinsekten zur Kompensation dieser Strecke, dieselben 18 km in entgegengesetzter Richtung d. h. flußaufwärts fliegen.

R u s s e v (1973) berichtet über 21 Eintagsfliegen, die Kompensationsflüge ausführen. Darunter wird die Art, Gegenstand unserer Untersuchungen allerdings nicht erwähnt. Die weiter oben angeführten Angaben bilden einen indirekten Nachweis hierfür, daß auch diese Art Kompensationsflüge ausführt.

Es fällt in Augen, daß in den Stationen, die von kleinen Larven besiedelt sind, nur eine oder zwei Größengruppen dominieren, während in den von größeren Larven besiedelten Stationen Larven von 5—6 verschiedenen Körperlängen dominieren. Dies spricht dafür, daß mit einem Anwachsen der Larven bis zu einer Länge von 4—5 mm die Larven einen weit größeren Widerstand der Strömung leisten.

Die oben angeführten Angaben gelten für die in den jeweiligen Stationen dominierenden Larvengrößen. Eigentlich wiederholen sich diese Zyklen, d. h. die biologische Drift der Larven und die Kompensationsflüge der Vollinsekten nicht nur zweimal den Flußlauf aufwärts, die angeführten Kilometer werden nicht unbedingt bei jedem Individualflug eingehalten, die

SI																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	16	17	
193	88	74	50	73	73	47	23	43	66		175					
69	114	158	111	82	114	138	45	28	43	103		202				
61	68	72	176	147	157	175	153	71	54		144					
101	48	75	84	107	103	189	193	178	317	227	112	386				
146	135	93	81	60	60	29	9	87	54	32	71					
80	134	120	124	121	85	35	45	64	14	17	112		86	233	330	
89	71	85	58	86	153	155	255	188	109	304	96	221	441	298		

erwachsenen Individuen legen ihre Eier nicht einzig und allein in der Anfangsregion des Flusses, und nicht alle Larven werden genau 18 km abgetrieben. Die für die einzelnen Stationen charakteristischen Larvengrößen sind wohl dominierend, doch sind sie selbstverständlich nicht die einzigen.

### Verteilung der Larven verschiedener Körperlänge der Station „Dobro Pole“ nach Monaten

Am besten beginnt man mit der Betrachtung der Tabelle 5 ab Juni u. zw. unter Berücksichtigung der neuen sommerlichen Generation, indem die noch nicht metamorphosierten Larven von 9 und 13 mm von der Betrachtung ausgeschlossen werden.

Augenfällig bei dieser Betrachtung ist der Umstand, daß in jedem Monat von den dominierenden Larven betont die Larven einer Größe hervortreten. Ihre Anzahl nimmt zu und übertrifft bedeutend die Anzahl der Larven der anderen Größen. Dies will besagen, daß ein großer Teil der erwachsenen Individuen fliegen und legen ihre Eier für eine kurze Zeit (gemeint ist hier die Dauer des Massenfluges; der Flug dieser Art dauert überhaupt einige Monate). Es handelt sich wahrscheinlich um einige Tage oder eine Woche. Bei einer länger dauernden Massenflug würden sich mit ihrer Anzahl die Larven nicht von einer, sondern von mehreren Größengruppen abheben, wegen ihrer Anwachsen für dieselbe Zeit. Unter diesem Aspekt spiegelt die maximale Anzahl während der verschiedenen Monate die Menge der sich gleichzeitig entwickelnden Larven wider.

Die ersten Larven der neuen Generation erreichen die Station im Juni. Es liegt die Annahme nahe, daß dieselben von in der nächstliegenden Station gelegten Eiern stammen. Jeden folgenden Monat führt die Strömung der Station weitere Larven zu u. zw. solche, deren Entwicklung an immer weiter aufwärts liegenden Stellen beginnt. Ab Juni wächst der Wert der maximalen Anzahl gewöhnlich an. Daraus läßt sich der Schluß ziehen, daß das Eierlegen während des Massenfluges entlang des Flusses oberhalb der Station nicht gleichmäßig erfolgt und mit Anwachsen der Entfernung von der Station zunimmt.

Die jeden Monat zunehmende Körperlänge der Larven, die die größte Anzahl aufweisen, ist eine Widerspiegelung des monatlichen Wachstums



der Larven, deren Entwicklung zur gleichen Zeit einsetzt. Entsprechende Angaben werden am besten von solchen Stationen gewonnen, wo die Larven eine der unmittelbar vor der Metamorphose stehenden Individuen naheliegende Körperlänge aufweisen.

Die Bestimmung des monatlichen Wachstums der Larven kann nach dem Wechsel der Lokalität seitens der zahlenmäßig dominierenden Größengruppen erfolgen. Bei einer Betrachtung der Angaben über die Sommergeneration der Larven kann eine durchschnittliche Zunahme der Körperlänge im Juli von 1 mm, im August von 3 mm, im September von 2 mm, im Oktober von 3 mm angenommen werden. Das Vorkommen von Larven mit größeren Ausmaßen als jene der zahlenmäßig vorherrschenden Larven kann zweierlei gedeutet werden. Entweder könnte es sich um Larven handeln, die aus vor dem Massenflug gelegten Eier geschlüpft sind, oder aber könnten es Larven sein, die einer schnelleren Entwicklung ausgesetzt sind. Ihre Anzahl läßt erkennen, was für ein Teil der Larven in der Entwicklung fortgeschrittener ist.

Im November entfällt die maximale Anzahl auf die Größengruppe 8, nachdem bereits im Oktober die Größengruppe 10 die Höchstzahl gestellt hatte. Larven von 10 und 11 mm kommen nicht mehr vor. Dies bedeutet, daß diese die Metamorphoseausmaße erreicht haben und metamorphosiert sind. Daraus läßt sich auf eine Längenzunahme während des erwähnten Monats von 3 mm schließen. Von November ab spiegelt der höchste AI die Entwicklung von Larven wider, die um zwei Monate jünger sind als jene, die ihr Jugendstadium im Wasser beendet haben, da die im Dezember dominierende Größengruppe die gleiche ist wie im Oktober. Die Längenzunahme beträgt im Dezember 2 mm, im Januar 0,5 mm, im Februar 2 mm. Im März fällt dann wiederum die maximale Anzahl von 12 mm-trigen Exemplaren auf solche mit einer Körperlänge von 11 mm zurück. Zur Annahme einer geringeren Längenzunahme als im Februar liegt kein Grund vor. Dies wiederum legt die Annahme nahe, daß ein Teil der Larven angefangen haben zu metamorphosieren. Es liegt kein Wechsel der Lokalitäten mit höchstem AI vor, doch ist der Wert von AI um das dreifache kleiner und es fehlen Larven der Größe 12. Dies läßt auf eine monatliche Zunahme von 2 mm schließen. Der Frühjahrsflug während dieses Monats ist offensichtlich. Er findet entsprechend zwei, drei Monate früher statt als von Schöenemund (1930) und Landa (1962) angegeben. Im Mai fehlen Larven der Größengruppe 9, 10 und 11. Dies spricht von einer durchschnittlichen Zunahme von 3 mm. Eine solche Zunahme der Körperlänge weisen auch Larven der Wintergeneration im Juni auf (Tab. 5).

Eine monatliche Zunahme von 2 mm setzt eine 6—7-monatliche Entwicklung der Larven voraus. Aufgrund der Länge der Larven läßt sich auch ganz grob auf das Alter derselben schließen. Die durchschnittliche Entwicklung der Larven innerhalb von 6 Monaten läßt uns auch die Länge der täglich infolge der Verdriftung zurückgelegten Strecke ahnen. Im oberen Lauf des Flusses beträgt sie 88 m und im unteren 111 m.

Die im Juni aus den Eiern ausgeschlüpften Larven haben die Möglichkeit (Tab. 5), ihre Entwicklung zum Vollinsekt innerhalb von 5 Monaten zu beenden und noch im Herbst desselben Jahres zu metamorphosieren. Die zweite Metamorphose im Oktober erklärt das Vorhandensein der kleinen Larven in dieser Station während der Winter- und Frühlingsmonate. Es handelt

**Tabelle 6**  
*Verteilung der Larvenanzahl im Flusslauf nach Grössen und Jahreszeiten lt. AI*

Länge, mm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	16	17
Januar	53	242	299	288	295	338	172	212	245	227	219	104				
April	4	6	8	36	47	58	79	66	98	76	131	104		208	278	
Juni	31	38		18	17	9	23	38	70	43	125	178	238	357	317	476
August	267	120	151	137	94	38	15	15	14	22	59	59				
Oktober	110	175	151	133	159	170	212	196	140	130	50	59				

**Tabelle 7**  
*Verteilung der Larvenanzahl im August und Oktober nach Grössen und Stationen lt. AI*

Monaten	August												Oktober											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Länge, mm											151													
Tscherna Skala	47	151	112	165	132	106						365	104	15	64	213	363	476	53	98	151			417
Biwolarnika	55	233	470	304	71	33						95	12	76	30	189	396	476	159	98	151			
Kartala	55	116	167	417	213	33						95	23	30	64	142	317	423	196	98	606			175
Dobro Pole	63	23	167	112	213	66						24	35	61	96	94	53	529	294	98	175			
Slawowo	635	140	76	16								71	291	182	192	33	198	106	159	196	151			
Bistriza	730	268	15				106	98				87	513	424	449	425	198	106	159	196	151			
Blagowgrad	333	12	15									32	245	273	64	47	66	53	53					

sich hier um die Wintergeneration der Larven. Höchstwahrscheinlich ist bei manchen Eiern des herbstlichen Imagos infolge des Eintritts des Winters die Entwicklung stark verzögert, oder dieselben geraten in einen Zustand winterlicher Diapause, da ja auch im April kleine Larven vorkommen. Im Winter vermischen sich beide Larvengenerationen. Eine Scheidung tritt erst nach dem Massenflug im März ein, zur Zeit, in der in der Station nur Larven der Wintergeneration zurückbleiben. Ihre Entwicklung endet im Juli u. zw. einen Monat nach dem Erscheinen der Sommerlarven.

Die Ausführungen über die höchste Anzahl stehen nicht in Widerspruch zum Auftreten einer zweiten jährlichen Generation der Art. Ein Vorsprung von 3—7 Monaten kann nicht unbemerkt bleiben, deshalb ist auch ein Verwechseln von Larven zweier Generationen ein und derselben Größe kaum anzunehmen.

### Verteilung der Larven verschiedener Körperlänge nach Jahreszeiten

Die spezifischen für die einzelnen Jahreszeiten Larven-Ausmaße zeigen in großen Zügen keine Abweichungen von dem uns bereits bekannten Wachstum der Larven von der Station „Dobro Pole“ (Tab. 5. und 6).

Die Angaben über August in Tabelle 7 lassen erkennen, wie die Entwicklung der Larven temporal im Flußlauf verläuft, d. h. ob die Entwicklung gleichzeitig verläuft. Die spezifischen Eigentümlichkeiten in den einzelnen Stationen und während der einzelnen Jahreszeiten machen allerdings dieses Problem kompliziert, da an sich nur ihrer Größe nach wenig voneinander abweichende Larven verglichen werden können.

Die Larven von der Station „Dobro Pole“ haben in ihrer Entwicklung jene aus der Region oberhalb Blagoevgrads (Tab. 7) um 4 mm überholt, was in Anbetracht des monatlichen Wachstums hier einen Vorsprung von einem Monat darstellt. Ähnlich sind auch die Größenunterschiede zwischen den Larven der Stationen „Tscherna Skala“ und „Slavovo“. Entgegen den Erwartungen weisen die Larven aus den niedriger gelegenen Stationen eine verzögerte Entwicklung auf.

Anders lauten die Angaben über Oktober (Tab. 7). Wenn man die monatliche Zunahme von 3 mm für den folgenden Monat zur Körperlänge der größten Larven dieses Monats hinzufügt, kann angenommen werden, daß im November ein Teil der Larven die Vormetamorphosengröße erreichen wird und außer in der Station „Dobro Pole“ auch in einigen anderen Stationen metamorphosieren wird. Der Zeitraum Juni—November ist zu kurz, als daß die Entwicklung aller Larven abschließen könnte. Aus diesem Grunde metamorphosieren auch nur die ersten Larven der Sommergeneration im Herbst desselben Jahres. Der Prozentsatz der im Herbst metamorphosierenden Larven der Juni-Larven der Sommergeneration ist ziemlich hoch — 15%. Der siebenmal höhere Wert als der oben erwähnte Prozentsatz (Tab. 1—2%) spiegelt den ungünstigen Einfluß des Winters auf die überwinternden Larven wider. Aus diesem Grunde sind auch die Ergebnisse der Frühjahrs- und Herbstmetamorphose nicht sehr verschieden, obwohl im Herbst nicht alle Larven metamorphosieren.

## Verteilung der Larvenanzahl und -gewicht unter Berücksichtigung des lokalen und jahreszeitlichen Spezifikums der Larvengrößen

Die Anzahl der Larven während der einzelnen Jahreszeiten zeugt von einer gewissen Abhängigkeit von den Vermehrungsperioden. Während der Vermehrungsperiode sind die erwachsenen Individuen auf dem Flug, und die Anzahl der Larven müßte geringer sein. So verhält es sich allerdings nur während der Vermehrung im Frühjahr. Beim zweiten jährlichen Flug im Herbst bewegt sich die Anzahl der Larven im Fluß etwas über dem durchschnittlichen Stand (Tab. 8). Im Juni kann man neben einzelnen Nymphen der Wintergeneration (Tab. 5) bereits einige, wenn auch wenige Larven der Sommergeneration antreffen. Ihre Summierung wirkt sich nicht wesentlich auf die Anzahl der Art aus; sie bleibt gering. Das Vorkommen von Larven beider Generationen im Winter erklärt allerdings ihre hohe Anzahl zu dieser Jahreszeit. Diese Erwägungen zeigen, daß sich die Änderungen in der Anzahl der Larven nicht nur durch die Vermehrungsperioden erklären lassen.

Die Gewichtsverteilung der Larven nach Jahreszeiten zeugt von einer Dominanz des  $GI$  vor den Flügen des Imagos im Januar und Oktober und eines maximalen  $GI$ 'es vor dem Frühlingsflug (Tab. 8).

Tabelle 8

Verteilung der Larvenanzahl und Gewicht nach Jahreszeiten lt.  $AI$  u.  $GI$

Monaten	I	IV	VI	VIII	X
$AI$	210	28	29	143	145
$GI$	208	83	85	38	129

Die Verteilung der Larven-Anzahl und- Gewicht u. zw. nach Jahreszeiten und Stationen kann in Zusammenhang mit ihrer Größe gebracht werden. Im Winter dominieren zahlenmäßig die Larven von zweiter bis elfter Größe, wobei die Größen, die die maximale Anzahl und das maximale Gewicht bilden (Tab. 1, 3 und 6) miteinbeschlossen sind. Dies erklärt die ziemlich großen und ähnlichen Werte des  $AI$ 'es und des  $GI$ 'es (Tab. 8). Die geringe Anzahl im Frühjahr ist eine Folge des Frühjahrsfluges. Der dreifache Wert des  $GI$ 'es derselben Jahreszeit ist auf das Vorherrschen großer Larven zurückzuführen. Auf dieselbe Weise läßt sich das Verhältnis zwischen dem  $AI$  und  $GI$  im Juni erklären. Eine Gegenüberstellung beider Indexe vom August weist einen annähernd viermal höheren Wert des  $GI$ 'es und einen geringsten  $AI$  für alle Jahreszeiten auf. Im August dominieren Larven der Größen eins bis vier. Dieser Bereich umfaßt die zahlenmäßig maximal vertretenen Larven, doch ist das Gewicht dieser kleinen Larven freilich gleichfalls gering. Im Herbst entfällt das größte Gewicht auf die Larven von dominierender Größe, doch ist ihrer Dominanz zu dem Zeitpunkt geringer als im Winter, und dieser Umstand senkt entsprechend den Wert des herbstlichen  $GI$ 'es (Tab. 1, 3, 6, 8).

Tabelle 9

Verteilung der Larvenanzahl und Gewicht nach Stationen lt. AI u. GI

Index	Tscherna Skala	Biwolarnika	Kartala	Dobro pole	Slavovo	Bistriza	Blagoewgrad
AI	75	115	91	60	110	211	82
GI	38	89	91	98	50	156	146

Tabelle 10

Verteilung der Larvenanzahl und Gewicht in der Station „Dobro Pole“ nach Monaten lt. AI u. GI

Monaten	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
AI	85	62	72	23	6	12	48	81	69	104	90	75
GI	106	100	225	79	15	39	68	38	98	241	74	126

Die Stationen, die eine höhere Anzahl aufweisen, sind von kleinen Larven besiedelt (Tab. 4 und 9). Die Gewichtsdominanz der Larven läßt eine Abhängigkeit nicht bloß von den spezifischen Ausmaßen, sondern auch von ihrer Anzahl in den einzelnen Larvensiedlungen erkennen. Der hohe GI oberhalb von Blagoewgrad steht in Zusammenhang mit dem Vorherrschen von großen Larven in der Station, während die Gewichtsdominanz unterhalb vom Dorf Bistriza mit der hohen dort zu vermerkenden Anzahl verbunden ist (Tab. 4 und 9).

In der Station „Dobro Pole“ werden zwei Gewichtsmaxima verzeichnet u. zw. im März und Oktober (Tab. 10). Das ist die Zeit vor dem Frühjahrs- und Herbstflug; zu welcher Zeit in der Zusammensetzung der Larven dieser Stationen die herangewachsenen Nymphen (Tab. 5) vorherrschen. Sie wirken sich auf die Anzahl nicht aus, doch führen sie zu einer doppelt so großen Gewichtskennzahl (Tab. 10).

### Abschließende Bemerkungen

Die vorliegende Untersuchung ist ein Versuch zu einer biologisch sinnvollen Deutung der Ergebnisse der quantitativen Analyse der gesammelten Larven mit verschiedener Körperlänge, sowie zu einer Erklärung ihrer Verteilung im Flußlauf und nach Jahreszeiten. Hierbei werden drei quantitative Charakteristika der Larven in Betracht gezogen: Anzahl, prozentueller Anteil und Gewicht. Davon bezieht sich nur die Anzahl sowohl auf die Larven der verschiedenen Größengruppen als auf alle Larven überhaupt. Der prozentuelle Anteil wird nur in bezug auf das Vorkommen der verschiedenen Größengruppen bestimmt, während das Gewicht aller Larven in Betracht gezogen wird. Alle Angaben wurden nach den Formeln dreier origineller Indizes der Anzahl, der Struktur und des Gewichts bearbeitet, die sie vergleichbar machen.

Die quantitative Analyse der gesammelten Larven verschiedener Körperlänge enthalten Informationen, die Grund zur Annahme bieten, daß

nur 2 von 100 die Entwicklung beginnende Larven bis zur Metamorphose überleben und daß die Durchschnittszahl der Larven, die auf 1 m<sup>2</sup> Bodenfläche entfallen, sich auf 16 beläuft. In Hinsicht auf das Gewicht kann behauptet werden, daß die Nymphen, die die Metamorphose erreichen, um das neunfache schwerer sind als die Larven am Anfang ihrer Entwicklung, während das individuelle Gewicht einen 700-fachen Unterschied zwischen Beginn und Ende der Entwicklung aufweist. Das Gesamtgewicht der Larven im Flußlauf wird auf 16 kg geschätzt, das der eingehenden Individuen auf 4 kg und das der Individuen, die die Metamorphose erreichen, auf 0,9 kg.

Die Verteilung der Larven verschiedener Körperlänge auf den gesamten Flußlauf kann mit dem massenhaften Eierlegen an zwei Stellen des Flußlaufes und der treibenden Wirkung der Strömung (der biologischen Drift) und der verschiedenen Widerstandsfähigkeit der Larven dieser treibenden Kraft gegenüber verbunden werden. Eine eingehende Untersuchung dieser Verteilung läßt eine Fortschwemmung der Larven auf einer Strecke von 18 km bis zum Eintritt ihrer Metamorphose verfolgen und einen allem Anschein nach langen Kompensationsflug der Völlinsekten feststellen; ferner eine 100 m lange tägliche Drift, die höchste Anzahl in den mit kleinen Larven besiedelten Stationen und eine geringere Widerstandsfähigkeit der Strömung gegenüber seitens der kleinen Larven.

Die Verteilung der Larven verschiedener Körperlänge nach Monaten und Jahreszeiten läßt sich durch das Wachstum der Larven nach den Vermehrungsperioden erklären. Die Angaben von der Station „Dobro Pole“ weisen auf eine monatliche Zunahme der Körperlänge von 2 mm, eine 6 Monate anhaltende Entwicklung, einen um zwei Monate früher als im Schrifttum angegeben stattfindenden Frühlingsflug, auf eine zweite Metamorphose im Herbst, sowie auf eine nicht sehr unterschiedliche Ergiebigkeit der Frühjars- und der Herbstmetamorphose. Die Verteilung der Larven von verschiedener Körperlänge nach Jahreszeiten zeugt von einer Verzögerung der Entwicklung der Larven von den weiter flußabwärts liegenden Station um ca. einen Monat. Dieselbe Verteilung erklärt gleichfalls die hohe Anzahl während des Winters durch das Vorkommen von Larven zweier Generationen und die hohe Anzahl in den Wintermonaten gleichfalls als eine Schutzreaktion der Art gegenüber der letalen Wirkung des Winters.

*Eingegangen am 9. I. 1976*

## L i t e r a t u r

- Леванидова, И. М., Я. В. Леванидов, Суточные миграции донных личинок насекомых в речной струе. — Зоол. журн., XLIV, 3, 373—385.  
Landa, VI. 1969. Jepice-Ephemeroptera. — In: Fauna CSSR, 18, p. 347.  
Russev, B. 1973. Kompensationsflug bei der Ordnung Ephemeroptera. — In: Proceed. First. Intern. Conf. Ephemeroptera, 1970, Leiden, Brill, 132—142.  
Schoenemund, E. 1930. Eintagsfliegen oder Ephemeroptera. — In: Dahl's, Die Tierwelt Deutschlands, 19, p. 106.

## Размеры личинок как источник экологической и биологической информации у вида *Epeorus assimilis* Eaton (Ephemeroptera)

Начко Начев

(Резюме)

Материал собирался с 1970 по 1974 г. с семи станций, расположенных по течению реки Благоевградска Бистрица. Расстояние между первой и последней станциями равно 35 км, а высота спада — 1450 м. Собрано и измерено 1750 личинок. Все пробы собирались в течение одинакового отрезка времени и одним и тем же сачком. Средняя численность, процент и вес личинок с различной длиной тела относятся к площади около 1 м<sup>2</sup> дна или для сорока на дне лежащим камням размерами от 2 до 3 dm<sup>3</sup>, общая поверхность которых равна приблизительно 2,5 м<sup>2</sup>. На 1 м<sup>2</sup> речного дна приходится в среднем 16 личинок.

Число личинок прогрессивно уменьшается с увеличением длины их тела. Анализ этих данных позволяет определить количество достигших метаморфоза личинок. В нашем случае до метаморфоза достигают 9 из 450 личинок (2%). Перед метаморфозом нимфы в 9 раз тяжелее начинающих свое развитие личинок, в то время как индивидуальный вес в начале и конце личиночной стадии различается в 700 раз.

Распределение личинок с различной длиной тела анализируется сравнительными количественными данными. Прилагаются три оригинальных индекса численного, процентного и весового участия личинок с различной длиной тела. Изложение базируется главным образом на данных численности. Использовались средние показатели собранных в реке проб. Сопоставление их с локальными (или сезонными) количествами личинок определенной длины тела достигается отношением обеих величин. Численный показатель этого отношения характеризует исчерпательно локальное (или сезонное) распространение личинок с определенной длиной тела, а также показывает, доминируют ли они в указанном месте или нет.

Результаты исследований показывают, что на различных станциях доминируют личинки с определенной длиной тела. Размеры доминирующих на различных станциях личинок распределяются последовательно по течению. В выше всего расположенных станциях преобладают самые мелкие личинки. К середине реки — личинки с размерами перед метаморфозом. Ниже по течению снова начинают доминировать личинки с последовательно возрастающими размерами.

Описанное распределение личинок с различной длиной тела по течению реки объясняется вероятной массовой откладкой яиц в двух пунктах по протяжению реки, сносом личинок течением (биологический дрейфт) и различными возможностями личинок бороться против течения.

Углубленное исследование этого распределения дало возможность установить 18 км сноса личинок течением за время до их метаморфоза и, вероятно, соответственно столь же длинный компенсационный полет взрослых; 2 мн месячного прироста; 6-месячный срок развития личинок; 100 м суточного дрейфта; второй осенний метаморфоз; близкая результативность весеннего и осеннего метаморфоза.