

# Die Struktur der benthalen Zoozönosen im bulgarischen Donauabschnitt und ihre Wandlungen unter Einwirkung des Menschen

*Boris Russev*

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

Die quantitativen Untersuchungen des Zoobenthos im bulgarischen Donauabschnitt, die 18 mal in verschiedenen Jahreszeiten im Zeitraum 1956—1973 durchgeführt wurden, gestatten einen Einblick in die eingetretenen Veränderungen der Struktur der benthalen Zoozönosen unter Einwirkung des Menschen. Die Untersuchungen wurden in 1036 Probeentnahmepunkten in der Länge und Breite des bulgarischen Donauabschnittes durchgeführt u. zw. vorwiegend in den Zeiträumen: 1956—1958, 1959—1961, 1964 und 1971—1973. Die Artenzusammensetzung, die Gesamtdichte und Biomasse zeugen von einer günstigen Entwicklung des Zoobenthos während der ersten Periode. In der zweiten Periode tritt bereits eine Beeinträchtigung dieses Optimalzustandes ein. Im Jahre 1964 verringerte sich die Gesamtbioasse des Zoobenthos um das 3,5-fache (P y c e в, 1974), während in der folgenden Periode von neuem eine gewisse Verbesserung eintrat, die sich in der Vermehrung der Gesamtdichte — und Biomasse äußerte, was unserer Auffassung nach von der Aufspeicherung des Stauwerks am „Eisernen Tor“ bedingt war.

Die gesamte Dichte und Biomasse spiegeln allerdings nicht immer völlig adäquat die eintretenden Änderungen im Zoobenthos infolge von Störungen der ökologischen Harmonie des Stromes. Es ist anzunehmen, daß gewisse wirbellose Tiere, die den auf das Milieu einwirkenden Faktoren gegenüber widerstandsfähiger sind, sich im Gegensatz zu anderen Gruppen massenhafter entwickeln, ohne daß dadurch die gesamte Dichte und Biomasse wesentlich beeinträchtigt würde. Dies gibt uns den Anlaß dazu, uns der Dynamik der prozentualen Verhältnisse zwischen den einzelnen Gruppen der wirbellosen Tiere während der erwähnten Perioden zu bedienen, um die Veränderungen in der Struktur der benthalen Zoozönosen unter Einwirkung des Menschen aufzudecken.

In der Folge sollen die lithorheophile Zoozönose, die lithorheophile Zoozönose des zoogenen Schlammes, die pelorheophile, argillorheophile und die psammorheophile Zoozönose gesondert für sich betrachtet werden. Die phytorheophile Zoozönose ist fast gar nicht vertreten, während die übrigen Zweige der lithorheophilen Zoozönose relativ selten im bulgarischen Donauabschnitt vorkommen (P y c e b, 1967), aus welchem Grunde wir sie hier auch nicht weiter berücksichtigen.

Die Vertreter der Mollusken werden gesondert von den übrigen wirbellosen Tieren behandelt, da ihre schweren Schalen sich störend auf die normalen Gewichtsverhältnisse zwischen den Gruppen auswirken würden. Die Vertreter der Ordnung Amphipoda werden gleichfalls gesondert als Familie Gammaridae und Familie Corophiidae behandelt u.zw. wegen ihrer ausschließlich großen Bedeutung für die Produktivität des Stromes.

Die lithorheophile Zoozönose weist eine durchschnittliche Gesamtbiomasse von 69 g/m<sup>2</sup> auf, worunter 66 g/m<sup>2</sup> Weichtiere sind. Der Kiesboden nimmt 25,28% der erforschten Sohlenfläche ein. Die prozentuale Gegenüberstellung der einzelnen Gruppen der wirbellosen Tiere dieser Zoozönose zeugt von einer ausgesprochen betonten Dominanz der Vertreter der Familie Corophiidae (vor allem *Corophium robustum* Sars und *C. curvispinum* Sars) im Vergleich zu den anderen Gruppen u.zw. sowohl in bezug auf die Dichte als auch auf die Biomasse. Während in den ersten drei Perioden ihre Anzahl 92,31% und die Biomasse 75,80% erreichten, sank im Zeitraum 1971—1973 ihre Anzahl auf 54,04% und die Biomasse auf 24,36% (Tabl. 1). Ziemlich charakteristische Vertreter dieser Biozönose sind die Larven der Ordnung Trichoptera (vertreten hauptsächlich durch die *Hydropsychae* gr. *ornatula* McLachlan). In der Periode 1956—1958 erreichte ihre Dichte 14,65% und im Zeitraum 1971—1973—10,23%. Ihr prozentualer Anteil an der Biomasse sank gleichfalls in der letzten Periode u.zw. auf 32,17% (gegenüber 59,75% in der Periode 1959—1961). Auch die Larven der Ordnung Ephemeroptera verloren an Bedeutung. Ihre Dichte sank von 0,23% auf 0,12% und die Biomasse von 0,60% auf 0,11%. Die Ordnung Odonata (bloß *Gomphus flavipes* Charpentier) verminderte zahlenmäßig von 0,06% auf 0,00% und in bezug auf die Biomasse von 1,24% gleichfalls auf 0,00%. Im Gegensatz zu diesen Gruppen, die in größerem oder geringerem Maße in reinen Gewässern günstigere Lebensbedingungen finden, gewinnen die Oligochaeten und die Larven der Familie Chironomidae an Bedeutung, die im allgemeinen Verunreinigungen gegenüber resistenter sind. So wuchs die Dichte der Oligochaeten von 9,99% auf 13,22% und ihre Biomasse von 9,51% (in der ersten Periode) und zwischen 2 und 3% in der zweiten und dritten Periode auf 10,08% in der letzten Periode an. Die Dichte der Chironomidae nahm von 0,76% auf 1,38% und die Biomasse von 0,55% auf 8,55% zu.

Der prozentuale Anteil der Mollusken in bezug auf Dichte und Biomasse wuchs gleichfalls in der Periode 1971—1973 an. Beeindruckend ist der völlige Schwund in der letzten Periode der Vertreter der Polychaeta, Odonata und Heteroptera aus dieser Zoozönose.

Die lithorheophile Zoozönose des zoogenen (*Corophium*) Schlammes ist vor dem bulgarischen Donauufer verhältnismäßig schwach vertreten, ist aber andererseits von wesentlicher Bedeutung für die Gesamtproduktion der Donau, da die Populationsdichte hier ziemlich

Tabelle 1

Prozentuale Verhältnisse zwischen den einzelnen Zoobenthosgruppen der lithorheophilen Zoozönoseder Donau

	Dichte				Biomasse			
	1956—1958	1959—1961	1964	1971—1973	1956—1958	1959—1961	1964	1971—1973
Hydrozoa				0,71				0,02
Turbellaria	0,68	1,77	0,66	1,64	0,24	0,51	0,57	0,72
Nematoda	1,51	0,62	0,80	0,07	0,20	0,05	0,21	0,01
Acanthocephala		0,02						
Oligochaeta	9,99	3,05	0,83	13,22	9,51	2,91	2,17	10,08
Polychaeta	0,40	4,42	0,03		0,49	2,69	0,09	
Hirudinea	0,03	0,01	0,01	0,05	0,15	0,22	0,06	0,03
Isopoda	0,31	1,02	0,01	0,88	0,05	0,33	0,06	0,13
Gammaridae	4,01	3,08	4,57	17,66	15,01	5,44	16,70	23,85
Corophiidae	67,33	84,59	92,31	54,04	21,31	26,64	75,80	24,36
Ephemeroptera	0,23	0,11	0,10	0,12	0,60	0,22	0,98	0,11
Odonata	0,06	0,02	0,01		1,24	0,94	0,20	
Heteroptera	0,04	0,01			0,50	0,14		
Trichoptera	14,65	0,52	0,29	10,23	50,15	59,75	3,01	32,17
Chironomidae	0,76	0,78	0,37	1,38	0,55	0,15	0,15	8,55

Tabelle 2

Prozentuale Verhältnisse zwischen den einzelnen Zoobenthosgruppen der lithorheophilen Zoozönose des Corophiumschlammes

	Dichte				Biomasse			
	1956—1958	1959—1961	1964	1971—1973	1956—1958	1959—1961	1964	1971—1973
Turbellaria	7,63	2,14	0,41	2,02	1,70	0,89	0,08	0,71
Nematoda	0,33	1,05	0,10	0,14	0,08	0,23	0,01	0,01
Acanthocephala		0,02				0,03		
Oligochaeta	0,23	1,20		0,03	0,49	2,70	27,61	0,07
Polychaeta	0,01	0,04			0,01	0,15		
Hirudinea	0,01							
Isopoda	0,34	0,02		0,02	0,11	0,02		0,01
Gammaridae	3,49	0,62	0,50	2,12	9,78	6,52	3,56	7,26
Corophiidae	87,01	94,54	96,51	93,03	84,97	87,82	52,96	83,01
Ephemeroptera	0,03	0,05	0,06		0,20	0,81	0,95	
Odonata			0,10				4,49	
Trichoptera	0,93	0,01	2,33	2,63	2,65	0,01	10,35	8,39
Chironomidae		0,26		0,02		0,08		0,01

bedeutend ist (durchschnittlich 122 g/m<sup>2</sup> wirbellose Tiere, davon 40 g/m<sup>2</sup> Weichtiere).

Die diese Biozönose bildenden Krebsartigen — die Corophiidae bewahren während aller Forschungsperioden ihre absolute Dominanz (zwischen 87

und 97%). Die Vertreter der Turbellaria und Gammaridae verlieren allmählich an Bedeutung, indem ihr prozentualer Anteil sowohl in bezug auf die Dichte als auch auf die Biomasse geringer wird, während die Trichoptera an Bedeutung gewinnen. Die übrigen Gruppen sind völlig bedeutungslos. Ihr Vorkommen liegt unter 1%, während die Polychaeta (nur die Art *Hypania invalida* (Gruber), die Hirudinea, Mollusca, Ephemeroptera und Odonata in den letzten eine oder zwei Perioden in dieser Biozönose überhaupt nicht vorkommen (Tabl. 2).

Die pelorheophile Zoozönose weist eine durchschnittliche Biomasse von  $47 \text{ g/m}^2$  auf, wovon  $37 \text{ g/m}^2$  Weichtiere sind.

Die Schlammablagerungen umfassen 6,37% vom erforschten Stromabschnitt. Hier nehmen die Vertreter der Oligochaeta eine vorherrschende Stellung ein, besonders in betreff der Biomasse, während in Hinsicht auf die Anzahl in den letzten drei Perioden die Corophiidae am häufigsten vertreten sind.

Für die Larve der *G. flavipes* bietet diese Biozönose günstigere Entwicklungsbedingungen (zwischen 2,19 und 3,70% der Biomasse) als die anderen Zoozönosen. Hier vermindern sich die Vertreter der Mollusca, Trichoptera und Chironomidae, während die Dichte und Biomasse der Gammaridae zunimmt. In den letzten eine oder zwei Perioden sind die Polychaeta, Hirudinea, Isopoda, Ephemeroptera in dieser Zoozönose überhaupt nicht vertreten (Tab. 3).

Die Angaben über die Veränderungen der prozentualen Verhältnisse zwischen den einzelnen Gruppen der wirbellosen Tiere in dieser Zoozönose sind nicht besonders kennzeichnend. Die ist unserer Auffassung nach einerseits auf das ziemlich geringe Vorkommen dieser Zoozönose im erforschten Donauabschnitt und andererseits auf ihren unstabilen Charakter zurückzuführen. An gewissen Stellen, an denen wir in einer Jahreszeit Schlammablagerungen vorfanden, entdeckten wir zu anderen Jahreszeiten Sandablagerungen und umgekehrt. Die Ursache hierfür liegt wohl in der großen Strömungsgeschwindigkeit vor dem bulgarischen Ufer (in der Größenordnung von  $1 \text{ m/s}$ ), die die abgelagerten Schwebstoffe in Jahreszeiten, in denen die Wassermenge und die Strömungsgeschwindigkeit größer sind, wegschwemmt.

Die argillorheophile Zoozönose weist eine durchschnittliche Biomasse von  $26,35 \text{ g/m}^2$  auf. Davon sind  $22,604 \text{ g/m}^2$  Weichtiere. Der Lehmboden umfaßt 4,05% der Fläche des erforschten Stromabschnittes.

Die Arten *Hydropsychae* gr. *ornatula* (Trichoptera), *Palingenia longicauda* (Olivier) und *Ephoron virgo* (Olivier) (Ephemeroptera) bilden die Leitformen in dieser Zoozönose in bezug auf die Biomasse. Was die Dichte anbetrifft, so sind die Gammaridae und besonders die Corophiide von größerer Bedeutung. Einzig im Jahre 1964 konnte eine unerwartete Zunahme der Art *Hypania invalida* (Polychaeta) auf 27,25% in bezug auf die Dichte und auf 38,59% hinsichtlich der Biomasse beobachtet werden (Tab. 4). In der letzten Periode waren die Gruppen Polychaeta, Isopoda und Odonata in dieser Zoozönose überhaupt nicht vertreten. Die zunehmende Bedeutung der Gammaridae und vor allem der anteilmäßige Rückgang der Oligochaeta, Mollusca, Ephemeroptera und Trichoptera sowohl in bezug auf Dichte als auch auf Biomasse führen zu einer Wandlung der Struktur der Zoozönose; andererseits aber läßt ihre unbedeutende Verbreitung im Stromabschnitt keine wesentlichen Schlüsse zu.

Die psammorheophile Zoozönose weist eine durchschnittliche Biomasse von  $0,243 \text{ g/m}^2$  auf. Davon sind  $0,027 \text{ g/m}^2$  Weichtiere. In

Tabelle 3

Prozentuale Verhältnisse zwischen den einzelnen Zoobenthosgruppen  
der pelorheophilen Zoozönose

	Dichte				Biomasse			
	1956—1958	1959—1961	1964	1971—1973	1956—1958	1959—1963	1964	1971—1973
Turbellaria		0,94	1,01	0,11		0,41	0,16	0,07
Nematoda		1,41		0,31		0,09		0,08
Oligochaeta	87,94	39,43	1,09	28,78	84,01	55,18	52,99	17,40
Polychaeta	0,11	0,92			0,04	1,21		
Hirudinea	0,23				0,97			
Mysidacea						0,01		
Isopoda			0,10				0,05	
Gammarida	0,70	0,03	1,30	2,27	0,46	0,07	3,59	2,39
Corophiidae	1,74	57,10	96,46	67,19	0,79	42,73	39,93	74,67
Ephemeroptera		0,01				0,08		
Odonata	0,11	0,01	0,05	0,10	2,19		3,27	3,70
Trichoptera	2,08	0,04		0,25	2,33	0,04		0,90
Chironomidae	6,85	0,09		0,99	8,25	0,06		0,77
Ceratopogonidae	0,23				0,97			

Tabelle 4

Prozentuale Verhältnisse zwischen den einzelnen Zoobenthosgruppen  
der argillorheophilen Zoozönose

	Dichte				Biomasse			
	1956—1958	1959—1961	1964	1971—1973	1959—1961	1956—1958	1964	1971—1973
Turbellaria	0,30	0,50	0,45	0,46	0,04	0,28	0,19	0,14
Nematoda		17,76	1,15			3,41	0,32	
Oligochaeta	20,66	19,08		3,23	3,96	7,59	1,47	0,65
Polychaeta		0,44	27,25			1,73	38,59	
Gammaridae	15,74	9,45	25,50	59,91	22,96	17,22	21,80	67,09
Isopoda		0,50	0,23			0,13	0,07	
Decapoda		0,06				10,52		
Corophiidae	35,95	28,87	34,88	26,27	4,25	13,21	4,98	4,26
Ephemeroptera	2,82	8,35	7,13	0,46	7,23	14,65	25,80	2,97
Odonata		0,06				0,20		
Heteroptera		0,06				0,28		
Trichoptera	24,53	11,54	2,95	8,29	61,56	40,27	6,29	24,86
Chironomidae		3,32	0,23	1,38		0,51	0,24	0,03
Ceratopogonidae			0,23					

666 Punkten wurden Sandablagerungen festgestellt. Sie bildeten 64,29% der Fläche des erforschten Stromabschnittes. Davon sind 78,94% nicht besiedelt.

Die Vertreter der Familie Gammaridae insbesondere die Arten *Pontogammarus sarsi* Martinov und *P. maeoticus* (Sov.) herrschen in dieser

Tabelle 5

Prozentuale Verhältnisse zwischen den einzelnen Zoobenthosgruppen der psammorreophilen Zoozönose

	Dichte				Biomasse			
	1956—1958	1959—1961	1964	1971—1973	1956—1958	1959—1961	1964	1971—1973
Turbellaria	1,57	0,47		4,62	0,07	0,40		0,87
Nematoda	0,76	0,47		0,20	0,10	0,08		0,01
Oligochaeta	22,44	16,50	2,74	14,06	18,65	26,79	11,67	24,62
Polychaeta		35,80	0,45			20,14	0,90	
Hirudinea		0,13				0,20		
Isopoda	0,38	0,44			0,05	0,15		
Gammaridae	30,93	7,02	39,01	67,07	42,31	19,28	45,52	60,21
Corophiidae	22,36	35,33	47,94	5,02	8,18	20,03	16,54	3,77
Ephemeroptera	2,29	1,13	1,00		1,81	1,45	10,20	
Odonata	1,15	0,03	0,15		11,25	1,05	1,28	
Trichoptera	8,49	1,51	1,87	7,83	13,49	9,92	5,55	10,39
Chironomidae	8,49	1,12	5,93	1,21	3,50	0,49	8,03	0,14
Ceratopogonidae		0,05	0,92			0,02	0,32	

schwach besiedelten Zoozönose nach Anzahl und Dichte vor. Ihre Bedeutung nahm besonders in der Periode 1971—1973 (67,07% der Dichte und 60,21% der Biomasse) zu. Die Gruppen Oligochaeta, Mollusca, Corophiidae, Trichoptera und Chironomidae waren ebenfalls relativ gut in dieser Zoozönose vertreten, doch verlieren sie in großen Zügen allmählich an Bedeutung. Die Larven der Ordnung Ephemeroptera und besonders die Arten *Ametropus* sp., *Brachycercus minutus* Tshernova und *Ephoron virgo* (Olivier) sind speziell dem Leben im Sand angepaßt. Im Jahre 1964 betrug die Dichte 1%, doch die Biomasse erreichte 10%. Die Art *G. flavipes* (Odonata) bildete 11,25% der Biomasse in der ersten Periode der Forschungen (Tab. 5). In der letzten Periode verschwanden völlig die Vertreter der Polychaeta, Hirudinea, Isopoda, Ephemeroptera und Odonata. In der Struktur dieser Zoozönose machte sich in der letzten Periode eine gewisse Vereinfachung bemerkbar. Die Bedeutung der besonders angepaßten Arten wächst in Gegensatz zu der der zugewanderten Arten an. Dieser Umstand gibt uns Anlaß zur Annahme, daß sich die ökologischen Bedingungen in dieser Zoozönose überhaupt verschlechtert haben.

## Schlußbemerkungen

Die lithorreophile Zoozönose ist wohl am empfindlichsten allen in den Flüssen auftretenden Veränderungen gegenüber. Dies wurde auch von den Untersuchungen der Struktur dieser Zoozönose der Donau in 4 verschiedenen Perioden bestätigt. Sehr deutlich ist die Tendenz nach einer Zunahme der Bedeutung der Gruppen Oligochaeta, Mollusca und Chironomidae in bezug auf Dichte und Biomasse ausgedrückt sowie die Verringerung der Bedeutung der Ephemeroptera. Die Anpassungsfähigkeit der Gruppen Oligochaeta und Chi-

ronomidae als Ganzes gegenüber den Veränderungen des Milieus und besonders der Zunahme der organischen Stoffe im Wasser gegenüber ist bedeutend deutlicher ausgeprägt als bei den im Vergleich zu denselben den Veränderungen gegenüber weit empfindlicheren Ephemeropteren. Dies zeugt von einer Verschlechterung der Lebensbedingungen auf der Stromsohle infolge der zunehmenden Verunreinigung.

Diese Folgerung wird auch durch die in der psammorheophilen Zoozönose eintretenden Wandlungen bestätigt. Die Arten *Pontogammarus sarsi* und *P. maoticus* (Gammaridae), deren Existenz besonders an die Lebensbedingungen dieser Zoozönose angepaßt ist, gewinnen an Bedeutung, während der prozentuale Anteil fast aller übrigen Gruppen geringer wird.

Die übrigen Zoozönosen sind bedeutend schwächer in der Donau vertreten, aus welchem Grunde auch die Veränderungen in ihrer Struktur ohne weitere Bedeutung sind.

Eine gewisse Unruhe verursacht das völlige Fehlen in den letzten einer oder zwei Perioden den Art *Hypania invalida* (Polychaeta) in allen Zoozönosen, der Unterart *Jaera sarsi sarsi* Valkanov (Isopoda) in der pelo-, argillo- und psammorheophilen Zoozönose, der Art *G. flavipes* (Odonata) in der lithorheophilen, der lithorheophilen Zoozönose des Corophiumschlammes, in der argillo- und psammorheophilen Zoozönose sowie aller Vertreter der Ordnung Ephemeroptera in der lithorheophilen Zoozönose des Corophiumschlammes, in der pelo- und psammorheophilen Zoozönose.

Die Zusammenfassung der bei den Forschungen erhaltenen Angaben veranschaulicht ausdrucksvoll die auf der Stromsohle eingetretenen ökologischen Veränderungen. Unserer Auffassung nach beruhen diese Veränderungen auf den Eingriff des Menschen u.zw. vor allem auf der Verunreinigung durch die Haushalts- und Industrieabwässer der großen Städte sowie durch die linken und rechten Nebenflüsse und nicht an letzter Stelle infolge der verschiedenen wasserbaulichen Vorhaben.

Die von uns dargelegten Erwägungen über die Notwendigkeit der Verwendung von hydrobiologischen Angaben zur Feststellung der Änderungen im saprobiologischen Zustand der Donau werden unabhängig von den einlaufenden Bioindikatorenangaben (R u s s e v, 1972) durch die zweckmäßige Gegenüberstellung der prozentualen Anteile der einzelnen Zoobenthosgruppen ergänzt.

Eingegangen am 9. XII. 1975

## L i t e r a t u r

- Р у с е в, Б. 1967. Зообентосът на река Дунав между 845-ия и 375-ия речен километър. II. Биоценология и динамика. — Изв. Зоол. инст. БАН, XXIII, 33—78.
- Р у с е в, Б. 1974. Зообентосът на река Дунав между 845-ия и 375-ия речен километър. III. Плътност и биомаса. — Изв. Зоол. инст. БАН, XL, 175—194.
- R u s s e v, B. 1972. Die Bedeutung des Zoobenthos in bezug auf das Verfolgen der Veränderungen im saprobiologischen Zustand der Donau. — Mitt. Zool. Inst. BAW, XXXIV, 15—19.

# Структура бентосных зооценозов в болгарском секторе реки Дуная и ее изменение под воздействием человека

Борис Русев

(Резюме)

На основании количественных исследований зообентоса в болгарском секторе реки Дуная, проведенных 18 раз в 1036 пунктах в разные сезоны, прослежены наступившие изменения в структуре бентосных зооценозов под влиянием человека. Использована динамика в процентных отношениях между отдельными группами беспозвоночных в течение четырех характерных периодов (1956—1958, 1959—1961, 1964 и 1971—1973 гг.), которая отражена в пяти приложенных таблицах.

В литореофильном зооценозе, который наиболее чувствителен к наступающим в реках изменениям, наблюдается тенденция к увеличению значения групп *Oligochaeta* и *Chironomidae* за счет *Ephemeroptera*. В псаммофильном зооценозе возрастает значение видов *Pontogammarus sarsi* и *P. maoticus* (*Gammaridae*), которые специально приспособлены к жизни в этом зооценозе, тогда как участие почти всех остальных групп уменьшается в процентном отношении. В последние один или два периода полностью отсутствуют представители *Polychaeta* во всех зооценозах и *Isopoda*, *Odonata* и *Ephemeroptera* — в некоторых или в большинстве зооценозах. Эти результаты, независимо от показаний биоиндикаторов, указывают на ухудшение условий жизни на дне реки. Использование процентных соотношений между отдельными зообентосными группами оказалось целесообразным в качестве метода прослеживания изменений в сапробиологическом состоянии реки Дуная.