

*with the author's compliments  
Russev*

31

Limnologie der Donau	Liefg. 3	242-271	Stuttgart, Juni 1967
----------------------	----------	---------	----------------------

## **Das Zoobenthos der Donau**

Von **Boris K. Russev**, Sofia

Untersuchungen über das Zoobenthos der Donau wurden während der letzten 10 Jahre hauptsächlich im Rahmen der Internationalen Arbeitsgemeinschaft Donauforschung der Societas Internationalis Limnologiae durchgeführt. Unabhängig von den auf verschiedenen Konferenzen angenommenen gemeinsamen Methoden und Arbeitsplänen verliefen die Untersuchungen der 8 Donauländer aus einer Reihe objektiver und subjektiver Gründe verschieden intensiv und in der Mehrzahl der Fälle unter Anwendung verschiedener Arbeitsmethoden. Die erhaltenen Resultate werden für jedes Donauland getrennt von den Quellen bis zur Mündung ausgewertet<sup>1)</sup>.

Bei der Bearbeitung der erhaltenen Untersuchungsergebnisse bedienen wir uns in bezug auf die Biozönologie in allgemeinen Zügen der von NEISVESTNOVA-ŽADINA (1937) vorgeschlagenen Terminologie, die hauptsächlich auf jenen zwei Faktoren (Charakter des Grundes und Strömungsgeschwindigkeit) beruht, die bei der Verteilung des Flußbenthos eine Hauptrolle spielen. Nach dieser werden die Bewohner des Flußgrundes in 7 Hauptbiozönosen eingeteilt: lithorheophile<sup>2)</sup> — des festen Substrates, argillorheophile — des plastischen Substrates (Lehm), phytorheophile — des Pflanzenwuchses, psammorheophile — des beweglichen Sandes und pelorheophile — des oxydierten Schlammes. Die übrigen zwei Biozönosen — des nicht wegspülbaren Sandes (psammophile) und des Schlammes, unter den Bedingungen des veränderten Gasregimes (pelophile), sind in den Flußbuchten anzutreffen, in denen keine Strömung vorhanden ist.

#### De u t s c h l a n d (Quelle — km 2201,3)

Der deutsche Donausektor wird von verschiedenen wissenschaftlichen Institutionen erforscht, die vor allem in den nachstehend benannten Abschnitten arbeiten.

Die Quellbäche Breg und Brigach und die Donau von Donaueschingen bis zur Donauesicherung werden vom Limnologischen Institut der Universität Freiburg/Br., Falkau im Schwarzwald, untersucht; die flußabwärts gelegene Strecke von Donaueschingen bis Ulm vom Staatlichen Institut für Seenforschung, Langenargen und von der Landesstelle für Gewässerkunde, Stuttgart, der Abschnitt von Kelheim bis Jochenstein (Landesgrenze) von der Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, während die Bayerische

<sup>1)</sup> Systematisches Verzeichnis des Zoobenthos siehe S. 40.

<sup>2)</sup> Dieser Fachausdruck, ein wenig umgeändert, ist von SHELFORD (1914) entlehnt, welcher die Bewohnergruppen der fließenden Gewässer als lithorheotaxis bezeichnet, d. h. als solche, die der Strömung und dem festen Grund gegenüber eine positive Reaktion aufweisen (positive Rheotaxis und Tigmotaxis) (NEISVESTNOVA-ŽADINA, 1937).

Biologische Versuchsanstalt, München, die Untersuchung der Donau von Ulm bis Jochenstein durchführt.

Über die Forschungsergebnisse des Limnologischen Instituts Falkau, Schwarzwald, finden wir Angaben in den Referaten, die 1958, 1959, 1960 und 1961 von J. SCHWOERBEL bei den Tagungen der Arbeitsgemeinschaft Donauforschung vorgetragen wurden. Außer diesen sind die ausführlichen Arbeiten von SCHWOERBEL über die Hydracarinae in diesem Donauabschnitt von besonderem Interesse (SCHWOERBEL 1956, 1957, 1962 und 1964). Die letzte gibt eine Zusammenfassung seiner Untersuchungen über die Donau-Hydracarinae; es sollen hier nur ganz kurz einige dieser Ergebnisse behandelt werden, die in bezug auf das Zoobenthos von Bedeutung sind, jedoch nicht die hyporheische Fauna betreffen.

Die Breg kann ihrem ganzen Laufe entlang zur Salmonidenregion gezählt werden. Nach dem Verhältnis der in ihr vorherrschenden kaltstenothermen Milbenarten unterscheidet SCHWOERBEL 6 Hydracarinae-Zonen.

Die Brigach kann überhaupt keiner Region oder Zone zugeordnet werden, da die einzelnen Abwassereinleitungen unmittelbar unter den Städten einen großen Teil der Fauna vernichten. So sind z. B. die Verunreinigungen der Brigach unter St. Georgen erheblich und unter Villingen derart bedeutend, daß sie die normalen Biozönosen völlig verändern; so zählt SCHWOERBEL (1964) unterhalb von Villingen bei Marbach 50 000 Tubificiden, 600 Larven von *Prodiamesa olivacea* und 800 Larven von *Chironomus* sp. auf 1 m<sup>2</sup>. Beim Zusammenfluß der Breg und Brigach unter Donaueschingen wurden in der Brigach 1850 Nematoden, 17 000 Tubificiden, 300 Larven von *Prodiamesa olivacea* und 2500 Larven von *Chironomus thummi* auf 1 m<sup>2</sup> gezählt.

Die Donau unter Donaueschingen gehört eigentlich zur Barbenregion oder zum Epipotamon, ihre Beeinflussung durch Abwässer ist jedoch so stark, daß auch hier in dieser Gewässerstrecke eine Zoneneinteilung von vorherrschenden charakteristischen Arten unsicher ist.

Die Untersuchungen der übrigen deutschen wissenschaftlichen Institutionen sind ausschließlich auf Fragen gerichtet, die sich mit der Güte des Donauwassers beschäftigen, mit der Verunreinigung und Selbstreinigung des Flusses, mit der Gütekartierung der Donau, die aber nicht Gegenstand des vorliegenden Unterkapitels sind. Die Angaben über den Artenbestand der Bodenfauna, die von den obenerwähnten Stellen ermittelt wurden, sind jedoch von besonderer Wichtigkeit.

Herrn Dr. MAUCH (Landesstelle für Gewässerkunde, Stuttgart), Herrn Dr. HAMM (Bayerische Biologische Versuchsanstalt, München) und besonders Herrn Dr. P. KOTHÉ (Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz) danke ich für die mir übersandte Faunenliste der deutschen Donau.

Aus der Zusammensetzung des Zoobenthos sowie auch aus den veröffentlichten Angaben im Referat „Der Gütezustand der Donau zwischen Donaueschingen und Ulm im Sommer 1964“ von Dr. MAUCH wird ersichtlich, daß „der Flußboden vorwiegend aus Steinen (Schotter und Hangschutt) besteht und die Böschungen reichen Uferpflanzenwuchs aufweisen“. Natürlich werden in diesem Donauabschnitt außer lithorheophiler und phytorheophiler Biozönose auch die übrigen

charakteristischen Biozönosen angetroffen (psammo-, pelo- und argillorheophile), aber in viel kleinerem Umfang. Die vorhandenen Angaben über den Donaugrund und die Biozönosen sind jedoch ziemlich spärlich; quantitative Untersuchungen der Bodenfauna wurden fast nicht durchgeführt.

Die Häufigkeitsstufen der Donaufauna zwischen Donaueschingen und Ulm, die von Dr. MAUCH gegeben wurden, und zwischen Kelheim und Jochenstein, von Dr. KOTHE für die Gütekartierung der Donau mitgeteilt, sind für die Saprobologie von Bedeutung, genügen aber nicht für eine Charakterisierung der Zoobenthosdynamik.

#### Österreich (km 2223—1872,7)

Herr Dr. E. WEBER übersandte mir Angaben bezüglich des Zoobenthos des österreichischen Donausektors und übermittelte eine Liste der Zoobenthos-Arten. Außer diesen bediente ich mich noch des Vortrages von E. WEBER über „Zoobenthosuntersuchungen in der österreichischen Donaustrecke“ vor der Arbeitsgemeinschaft Donauforschung und der Arbeiten von AN DER LAN (1962 und 1964), LIEPOLT (1959), PLESKOT (1953), RAUŠER (1957), POMEISL (1958) und WEBER (1964).

Die Strömungsgeschwindigkeit im österreichischen Teil der Donau, die hier als typischer Alpenfluß angesehen werden kann, beträgt bei einem Mittelwasserstand ungefähr 2,5 m/s, die Geschiebefracht größenordnungsmäßig etwa 1 Mio. t/Jahr. Diese hohen Werte bedingen, daß die Gewässersohle ständig in Bewegung ist, wodurch die Möglichkeit zu einer Besiedlung des Grundes genommen wird. Bloß der Uferbereich weist Organismen auf, jedoch nur auf einem schmalen Streifen von ungefähr 3—8 m. Tatsächlich ist fast die ganze österreichische Donau mit einer lithorheophilen Biozönose längs der Ufer bevölkert, nur an einigen Plätzen auf Moosbüscheln an Uferfelsen etc. sind einzelne Vertreter der phytorheophilen Biozönose anzutreffen. Sie werden praktisch fast an der ganzen Länge dieses Abschnittes festgestellt. Nach der Mündung der industriellen Abwässer unterhalb von Linz ist auf einer Strecke von einigen Kilometern eine mehr oder weniger starke Verödung des rechten Ufers zu beobachten. Eine ähnliche offensichtliche Vergiftung des Lebensraumes wird in der ungefähr 30 km langen Strecke unterhalb von Wien festgestellt, in welcher die empfindlichen Formen wie Ephemeriden stark zurückgehen und die an Abwasser anpassungsfähigeren Tiere, wie *Herpobdella* und *Asellus aquaticus*, in den Vordergrund treten.

Die Lebensbedingungen, der Artenbestand und die Biozönosen der Stauräume der österreichischen Donau sind von jenen des ungestauten Flusses verschieden. Sie werden im Unterkapitel V c „Stauregion“, behandelt.

#### Tschechoslowakei (km 1872,7—1708,2)

Frau Dr. E. LICHARDOVA-ERTLOVA, Bratislava, übersandte mir eine Liste mit 58 Zoobenthosarten, die von ihr im tschechoslowakischen Donau-Abschnitt festgestellt wurden. Ausführliche Angaben über Oligochaeta aus demselben Abschnitt finden wir bei HRABĚ (1941), über Ephemeroptera bei LICHARDOVA (1958), über Plecoptera bei RAUŠER (1957) und über Chironomidae bei ERTLOVÁ (1963). Eine vollständige bibliographische Ermittlung über die Hydrofauna des tschechoslowakischen Abschnitts der Donau während

der Periode 1918—1958 wurde von ERTL, ERTLOVÁ, LÁC, VRANOVSKY (1961) dargelegt. BRTEK (1953) ist der Meinung, daß die Fauna dieses Donaubezirkes zum Großteil aus mitteleuropäischen Arten besteht. Nur die pontokaspischen Relikte unterscheiden die Donau-Fauna von jener der übrigen mitteleuropäischen Flüsse; sie nähert sich dadurch der Fauna der südrussischen Flüsse. Eine besonders ausführliche Darstellung der ganzen Benthosfauna sowie über den Reinheitszustand des tschechoslowakischen Abschnittes der Donau finden wir in der Arbeit von BRTEK und ROTHSCHHEIN (1964). Spezielle Untersuchungen über die Biozönologie und Dynamik des Donau-Zoobenthos wurden jedoch bis jetzt nicht publiziert.

Die Donau tritt in die Tschechoslowakei als Fluß mit typischem Gebirgscharakter ein. Dies wird besonders an der zeitlichen Verteilung der Abflußmenge (45 % im 1. Halbjahr, 55 % im 2. Halbjahr) ersichtlich. Die Temperatur des Wassers überschreitet selten im Sommer 20° C, die Trübung erreicht ihr Maximum in den Frühjahrs- und Sommermonaten und das Minimum in den Herbst- und Wintermonaten. Die Strömungsgeschwindigkeit beträgt im oberen Teil 2—3,5 m/s, im unteren nur 0,75—1,8 m/s. Der Strom führt große Massen von Geschiebe. Das Gefälle der Donau verändert sich stufenweise etwa im Kilometer 1820 von 0,4 ‰ auf 0,1 ‰. Diese Veränderung führt zu einer Verminderung der Flußströmung und zur Ablagerung großer Geschiebemassen (etwa 6 Mio m<sup>3</sup> pro Jahr). Unterhalb von Komárno verringert sich das Gefälle auf etwa 0,06 ‰, welches dann die Donau auf einer Strecke von 400 km ohne Veränderung beibehält (BRTEK und ROTHSCHHEIN, 1964).

Diese kurze Charakteristik zeigt klar, daß die Bedingungen für eine Entwicklung der Grundfauna im tschechoslowakischen Abschnitt der Donau ziemlich ungünstig sind. Die Gewässersohle ist reich an Schotter und infolge der starken Strömung stets beweglich. Dies verschlechtert die Lebensbedingungen noch mehr, da die Benthosfauna ausdrücklich einen unbeweglichen Grund voraussetzt. Eben aus diesem Grunde sind die Ufer am besten besiedelt, besonders die großen Steine. Das Benthos ist jedoch hier dem ungünstigen Einfluß von zahlreichen Abwässern aus den städtischen und industriellen Zentren ausgesetzt.

#### Ungarn (km 1850,2—1433)

Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. E. DUDICH für die übersandte Liste der Benthos-Tiere, wie auch für die entsprechende Literatur über den ungarischen Donau-Sektor bestens zu danken.

Außer den von Herrn Prof. DUDICH zur Verfügung gestellten Unterlagen wurde auch das von A. BERCEK der Arbeitsgemeinschaft Donauforschung vortragene Referat „Über den Einfluß der hydrologischen Bedingungen auf die Besiedlungsmöglichkeiten einiger Biotop der mittleren Donau“ ausgewertet.

In diesem Referat behandelt der Autor hauptsächlich den großen Einfluß der Strömungsgeschwindigkeit und der Änderungen des Donau-Wasserspiegels auf die den Grund besiedelnden Organismen. Nach ihm zählen noch die ersten 40 km des ungarischen Donausektors (von dem das linke Ufer zur Tschechoslowakei gehört) „zur stark fallenden oberen Donau (0,43 ‰ Gefälle), die darauffolgenden

377 km dagegen zur sehr gleichmäßig charakterisierten mittleren Donau mit einem ausgesprochenen Mittellaufcharakter (0,06 ‰ Gefälle)“. Natürlich führt die starke Flußströmung, wie dies auch bei der Behandlung des oberen Abschnitts der Donau vermerkt wurde, in einem längeren Flußabschnitt zu einer verstärkten Geschiebebewegung und dadurch auch zu einer Loslösung und Abschwemmung von vielen Organismen vom Substrat. Am geschüttesten sind die Organismen unter den unbeweglichen großen Steinen, wo sogar „die von anderen Plätzen weggespülten Elemente Zuflucht finden können“. Ein großer Teil des ungarischen Donausektors (unterhalb der gemeinsamen Grenze mit der Tschechoslowakei) ist reguliert. BERCZIK gliedert dieses steinige Ufer in drei vertikale Zonen: die unterste liegt bei niedrigem Wasserstand unter Wasser, die mittlere wird vom Wasser für längere oder kürzere Zeit während des Jahres überschwemmt und die letzte ist die oberste Spritzzone.

Für die Parallel- und Querdämme und die Buhnen gelten grundsätzlich die gleichen oben erwähnten Verhältnisse, mit dem Unterschied, daß ihre Kronenhöhe im allgemeinen niedriger als die der Steinschüttungen der Uferlinie ist, weshalb die Spritzzone hier nur bei verhältnismäßig niedrigem Wasserstand entsteht. Andererseits wird ein wesentlicher Unterschied besonders bei Querdämmen und Buhnen beobachtet, wo der Einfluß der starken Flußströmung noch ungünstiger ist, unabhängig davon, daß die einzelnen Tierarten auch gute Möglichkeiten haben, dieser starken Strömung auszuweichen. In seinem Referat „Über Zoobenthos-Untersuchungen der ungarischen Donaustrecke“, das in Bukarest (IX. 1963) aus Anlaß der VIII. Tagung der Arbeitsgemeinschaft Donauforschung (SIL) gedruckt wurde, schreibt A. BERCZIK folgendes: „Entsprechend dem Mittellaufcharakter, welcher für die ganze untersuchte Strecke kennzeichnend ist, war die erwähnte Fauna, sowohl qualitativ als auch quantitativ ziemlich arm. Relativ dichter besiedelt waren bloß die größeren Kieselsteine (mit einem Durchmesser von mehr als 80—100 mm) und die feinen Ablagerungen der lenitischen Flußbett-Teile“. Der Autor entnahm Benthos-Proben mit einer Dredge an 7 Plätzen in der ungarischen Donaustrecke zwischen Komárom und Mohács.

Spezielle Untersuchungen über die Nematoden- und Chironomiden-Larven vom Periphyton der Landungsmolen der Donau zwischen Budapest und Mohács wurden von ANDRÁSSY (1960) und BERCZIK (1965) durchgeführt. ANDRÁSSY stellte insgesamt 13 Nematodenarten fest, unter welchen in größter Menge die Arten *Chromadorina bioculata*, *Chromadorina viridis* und *Nothotylenchus danubialis* anzutreffen sind. BERCZIK (1965) teilt insgesamt 14 Chironomidenarten von 16 Sammelstellen mit. Er ist der Meinung, daß die Periphytonüberzüge der schwimmenden Pontons die ausgeglichendsten und gleichmäßigsten Lebensverhältnisse bietenden Biotope bilden, da die Wasserstandsschwankungen die benetzte Fläche nicht verändern. Die Schwimmkörper folgen den Wasserstandsschwankungen, so daß das Periphyton ständig im Wasser in derselben Tiefe, ja sogar in derselben Entfernung vom Ufer bleibt.

## Jugoslawien (km 1433—845,6)

(Bearbeiter R. NEDELJKOVIĆ, Beograd)

Die Untersuchung der Bodenfauna in Jugoslawien erstreckte sich von Bezdán (km 1424) bis Prahovo (km 861) und über den Zeitraum 1960—1965. Jedes Jahr wurde eine andere Strecke des Stromes untersucht; die jeweiligen Längen der Strecken schwankten zwischen 30 und 180 km. So wurde im Jahre 1960 die Donaustrecke von Belegis bis Grocka (km 1196—1132) in die Untersuchung eingeschlossen, 1961 von Zemun bis Vinča (km 1177—1147), 1962 von Vinča bis Kostolac (km 1145—1092), 1963 von Golubac bis Prahovo (km 1040—861), 1964 von Bačka Palanka bis Slankamen (km 1303—1213) und 1965 von Bezdán bis Vukovar (km 1424—1332). Für jede dieser Strecken wurden 4—5 Querprofile festgesetzt und an jedem Profil die Proben jeweils vom linken und rechten Ufer, sowie aus der Flußmitte entnommen; die Wahl der Profile hing von verschiedenen Faktoren ab. Entlang des ganzen untersuchten Flußlaufes (etwa 560 km) sind 27 Profile zu verzeichnen, mit insgesamt über 90 Entnahmestellen. Die Untersuchungen wurden saisonmäßig drei- bis viermal im Jahre durchgeführt. Zur gleichen Zeit und in den gleichen Profilen untersuchte man den Chemismus und die bakterielle Population des Wassers, die Sedimentstoffe, das Phyto- und Zooplankton, die Ichthyofauna und die Ernährung der vorherrschenden Fischarten.

Die Probenentnahme der Bodenfauna erfolgte vorwiegend mit dem Bodengreifer, Typ Petersen, mit einer Greiffläche von 400 cm<sup>2</sup>. Die Proben mit Schlamm und feinkörnigem Sand wurden durch ein Sieb mit Maschenweite von 0,4 mm gesiebt und mit Ausnahme der Formen aus der Gruppe Mollusca auch gewogen.

Die Lage der Querprofile wurde nach den Kilometerzeichen des Flußlaufes fixiert, jene der einzelnen Entnahmestellen in den Profilen konnte dagegen in den meisten Fällen nicht genau festgesetzt werden.

An den untersuchten Profilen der jugoslawischen Donaustrecke waren folgende Biozönose-Typen festzustellen: psammorheophile, psammopelorheophile, pelorheophile, lithorheophile und argillorheophile.

Die psammorheophile Biozönose wird am öftesten angetroffen. 47 % aller Proben stammen vom sandigen Boden. Die Zusammensetzung und die quantitativen Merkmale dieser Biozönose sind entsprechend den Umweltbedingungen sehr mannigfaltig.

Die artenärmsten Proben stammten aus der Mitte des Flußbettes. Die führende Form dieser Lebensgemeinschaft ist *Cryptochironomus zabolotzkii*, an die sich in geringer Anzahl noch einige Formen der Chironomidae (*Paratendipes intermedius*, *Cryptochironomus demejerei*, *C. rolli*, *C. monstrosus* und andere vereinzelt festgestellte Arten) anschließen. Der Anteil der Chironomidae in der Flußmitte beträgt bis zu 100 %, jener der Oligochaeta höchstens bis zu 20 %. Die anderen Gruppen erscheinen zeitweilig und vereinzelt, wie z. B. Gammaridae (*Pontogammarus obesus*, *Chaetogammarus tenellus behningi*), Trichoptera (*Hydropsyche ornatula*). In diesen Proben fand man oft und in beträchtlicher Anzahl leere Schalen der Mollusca (die häufigsten und die zahlreichsten Arten: *Theodoxus transversalis*, *Lithoglyphus naticoides*, *Valvata piscinalis*, *Dreissena polymorpha*, *Pisidium amnicum* und andere). Sehr oft waren in der Flußmitte überhaupt keine Lebewesen festzustellen.

Zahlen- und gewichtsmäßig schwankte die Bodenfauna in diesen Biozönosen innerhalb von 0—1800 Ind/m<sup>2</sup> und 0—1365 mg/m<sup>2</sup>; am häufigsten betrug sie bis 100 Ind und 80 mg/m<sup>2</sup>.

Die psammorheophilen Biozönosen der Ufergebiete der Donau besitzen dagegen eine reichhaltigere Population und eine mannigfaltigere Zusammensetzung. Auch in diesen Lebensgemeinschaften überwiegen die Gruppen Chironomidae und Oligochaeta, wobei erstere, nicht mehr wie im Sand der Flußmitte, den Vorrang haben. *Cryptochironomus zabolotzkii* ist auch hier die führende Form und zwar nicht nur bei der Gruppe der Chironomidae. Stärker vertreten ist *Paratendipes intermedius*, weniger und seltener sind die Arten *Cryptochironomus demejerei*, *C. rolli*, *C. defectus*, *C. fuscimanus*, *Polypedilum scalaenum*, *Microtendipes chloris*, *Chironomus thummi*. Die Biozönosen des Sandes an den Donaufern sind bedeutend häufiger von Vertretern anderer Gruppen besiedelt. Es ist keine Seltenheit, daß sie über 50 % der gesamten Population darstellen. Unter ihnen haben die Amphipoda, die manchmal in den Proben vorherrschen, mit folgenden Arten eine größere Bedeutung: *Chaetogammarus tenellus behningi* (am häufigsten), *Pontogammarus obesus*, *Corophium curvispinum* und *Dikerogammarus haemobaphes fluviatilis*. Von den Trichoptera trifft man am häufigsten *Hydropsyche ornatula* an, *Neureclipsis bimaculata* dagegen selten.

Auf dem sandigen Boden der Donauufer schwankt die Anzahl und die Biomasse der Bodenfauna von 25 bis 1950 Ind/m<sup>2</sup> bzw. 5 bis 7800 mg/m<sup>2</sup>; die Mittelwerte betragen etwa 350 Ind und 450 mg/m<sup>2</sup>.

Die psammopelophile Biozönose wird ebenfalls des öfteren in der Donau angetroffen (27 % aller Proben) und bildet einen Übergang zu der eigentlichen pelorheophilen Lebensgemeinschaft. Das Verhältnis der Schlamm- zu den Sandmengen schwankt sehr stark. Die Anteile verschiedener Gruppen in dieser Biozönose sind sehr unbeständig, doch herrschen die Oligochaeten in den meisten Fällen vor (60, des öfteren auch 100 % je Probe). Der Chironomiden-Anteil schwankt sehr stark, von einigen Hundertsteln bis zu 90 %, ebenso die Zusammensetzung der Chironomidae; es wurden gegen 20 Arten festgestellt; vorherrschend ist *Chironomus thummi* und in weitaus kleineren Mengen reiht sich dann *Cryptochironomus zabolotzkii*, *Procladius Skuze*, *Polypedilum breviantennatum* Tschern.

Diese Biozönose erreicht sehr hohe Werte hinsichtlich Individuenzahl und Gewicht, besonders an einzelnen Stellen. Sie schwanken zumeist zwischen 500 bis 8000 Ind/m<sup>2</sup> und 0,7—6 g/m<sup>2</sup>, steigen aber bis zu 40 000—120 000 Individuen und 25—117 g/m<sup>2</sup>.

Die pelorheophile Biozönose ist für die ruhigeren Flußabschnitte mit Schlammböden kennzeichnend und ist nur in 5,5 % aller Proben vertreten. Das Vorherrschen der Oligochaeta in dieser Biozönose ist kennzeichnend; ihr Anteil schwankt am häufigsten zwischen 85—97 %. Chironomidae sind mit 5—15 %, nur ganz selten bis zu 40 % vertreten. Ihre qualitative Zusammensetzung mit ins-



gesamt 4—5 Arten ist viel ärmer im Vergleich zur vorerwähnten Biozönose; durch Anzahl und Frequenz zeichnet sich *Chironomus thummi* aus, in weiten Abständen folgt dann die Gattung *Procladius*; *Cryptochironomus defectus* und *Chironomus plumosus* L. sind selten anzutreffen. Die übrigen Gruppen sind in den Proben mit 2—5 % vertreten; einige Formen sind nur vereinzelt und zeitweilig anzutreffen.

In der pelorheophilen Biozönose betrug die Anzahl der Individuen 1000 bis 10 000 Ind/m<sup>2</sup> und die Biomasse 5—30 g/m<sup>2</sup>. Die Extremwerte der psammopeloreophilen Gemeinschaft werden nicht erreicht.

Die lithorheophile Biozönose auf dem Boden aus Kies und kleineren Steinen, des öfteren bei Anwesenheit gewisser Mengen von Sand und manchmal auch von Schlamm, kommt in 18 % aller Proben vor. In ihr wurde die größte Mannigfaltigkeit der Formen festgestellt. Der Anteil einzelner Gruppen in den Proben schwankt sehr stark. Auf reinem Boden aus Kies und Steinen trifft man am häufigsten Trichoptera mit einem Anteil von 10—90 %; *Hydropsyche ornatula* ist sehr zahlreich und herrscht in der Population vor. Der Anteil der *Neureclipsis bimaculata* ist gleichfalls wesentlich. Der Amphipoden-Anteil schwankt zwischen 10—75 %. Zu den oben erwähnten zwei Gruppen gesellen sich die Chironomiden mit einem Anteil von 10—60 %, manchmal aber auch bis zu 100 %; unter etwa 10 Arten herrschen *Cricotopus algarum* und *Ablabesmyia lentiginosa* vor. Lebende Mollusken-Formen gab es in beträchtlichen Mengen und ihr Anteil an der Population schwankte von 5—45 %. Am häufigsten begegnet man *Viviparus fasciata* und *Theodoxus danubialis*.

Wegen der Bodenbeschaffenheit konnte die Mehrzahl der Proben nur qualitativ ausgewertet werden; nach den wenigen quantitativen Ergebnissen zu schließen, schwankte die Anzahl der Organismen zwischen 400 und 2400 Ind/m<sup>2</sup> und die Biomasse zwischen 1—13 g/m<sup>2</sup>.

Die Zusammensetzung der lithorheophilen Biozönose ändert sich dagegen wesentlich, wenn sich der Boden neben Kies und Steinen auch aus kleineren Mengen Sand und Schlamm zusammensetzt. Am häufigsten trifft man dann Oligochaeta an, deren Anteil von 5—100 % schwankt. Ebenso haben die Mollusca mit 30—80 % und die Amphipoden mit 20—60 % einen hohen Anteil an der Population. Es herrschen *Corophium robustum* und *Chaetogammarus tenellus behningi* vor.

Nach den quantitativen Proben schwankt die Anzahl der Organismen von 50—450 Ind/m<sup>2</sup> und die Biomasse von 200—1700 mg/m<sup>2</sup>. An einer Entnahmestelle stiegen die Werte bis auf 32 000 Individuen und 55 g/m<sup>2</sup> an.

Die argillorheophile Biozönose ist am schwächsten und in nur 2,5 % der Proben vertreten. Eine kleinere Anzahl von Proben stammt von Lehmböden her mit etwas Sand. In den Proben herrschte immer eine Organismengruppe vor, so in einigen Proben die Gammaridae (*Pontogammarus obesus*, *Chaetogammarus tennellus behningi* und *Dikerogammarus haemobaphes fluviatilis*) mit

97 0/0, in anderen wieder Trichoptera (fast nur *Hydropsyche ornatula*), auch mit 100 0/0 und in gewissen Proben Oligochaeta mit ebenfalls 100 0/0igem Anteil.

Quantitativ schwankte die Population dieser Biozönose von 200—3800 Ind/m<sup>2</sup> und die Biomasse von 0,1—38 g/m<sup>2</sup>.

Die allgemeinen Merkmale der Verteilung der bestehenden Biozönosen sind folgende: In der Mitte des Flußbettes, entlang der gesamten jugoslawischen Donaustrecke, begegnen wir der psammorheophilen Biozönose, ebenso in den Uferzonen etlicher Profile, vorwiegend auf der Strecke von der ungarischen Grenze (km 1424) bis Bačka Palanka (km 1303). Die psammopelorheophile Biozönose ist besonders am linken Ufer, von Bačka Palanka (km 1303) bis Kostolac (km 1092) vorzufinden. Die lithorheophile Biozönose treffen wir des öfteren beim rechten Ufer von Bačka Palanka (km 1303) bis Zemun (km 1175) an, ebenso auf dem Sektor von Smederevo (km 1112) bis Kladovo (km 929). Die pelorheophile Biozönose wurde in der Nähe von Beograd (km 1167—1165) und auf der Strecke Smederevo—Golubac (km 1117—1040) festgestellt und zwar vorwiegend beim rechten Ufer, hingegen die argillorheophile Biozönose auf der Strecke Beograd—Vinča (km 1165—1145), vorwiegend am linken Ufer.

Im Laufe der ganzen Untersuchungsperiode verfolgte man auch die saisonbedingten Veränderungen der Bodenpopulation und zwar jedes Jahr in einem anderen Abschnitt. Infolge der Veränderung der Bodenbeschaffenheit unter dem Einfluß der dynamischen Kraft des fließenden Wassers und großer Schwankungen des Wasserstandes — besonders an den Stellen in den Uferabschnitten, die ohnehin nicht genau festgesetzt werden konnten — erlitt auch die Population auf solchen Böden sehr große Veränderungen. Ungeachtet des umfangreichen Materials, kann man deshalb die feinen Entwicklungsänderungen in der Saisondynamik der Biozönosen nicht verfolgen.

Da uns nunmehr die quantitativen Merkmale einzelner Biozönosen und deren Vorkommen entlang des Flußlaufes bekannt sind, können wir uns den nachstehenden Mittelwerten der Individuenanzahl und der Biomasse der Bodenfauna der Donau widmen. Entlang der Längsprofile der Donau von der ungarischen bis zur bulgarischen Grenze, stellten wir im Eingangssektor (km 1424—1332) und im Ausgangssektor (km 1040—861) ziemlich niedrige Mittelwerte des Zoobenthos fest (70—130 Ind/m<sup>2</sup>, bzw. 200—660 mg/m<sup>2</sup>). Das erklärt sich aus dem ungewöhnlich hohen Wasserstand bei der Probenentnahme im Eingangssektor, sowie aus einer ungenügenden Anzahl der Proben und unzureichenden Daten vom linken, rumänischen Donauufer im Ausgangssektor. Im Abschnitt 1196—1132 km wurden die höchsten Werte für Individuenanzahl und Biomasse des Zoobenthos (1240 Ind/m<sup>2</sup> und 3,0 g/m<sup>2</sup>) festgestellt. Im Sektor flußaufwärts (km 1303—1213) verzeichnete man 500 Ind/m<sup>2</sup> und 1,2 g/m<sup>2</sup> und schließlich auf dem bestbesiedelten Sektor flußabwärts 800 Ind/m<sup>2</sup> und 1,6 g/m<sup>2</sup>.

Wenn wir die Größe der Population in den Querprofilen mit den Mittelwerten des gesamten Donaulaufes an den beiden Ufern und in der Mitte des Flußbettes

in Vergleich setzen, kommen wir zu folgenden Daten: am rechten Ufer 970 Ind. und 2400 mg/m<sup>2</sup>; am linken Ufer 620 Ind. und 2700 mg/m<sup>2</sup> und in der Mitte des Flußlaufes 160 Ind. und 67 mg/m<sup>2</sup>. Und schließlich würden für den gesamten jugoslawischen Teil der Donau, nur orientierungshalber angegeben, diese Werte 580 Ind. und 1700 mg/m<sup>2</sup> betragen.

Um das Bild der Populationsgröße der Bodenfauna der jugoslawischen Donaustrecke zu vervollständigen, sei es uns erlaubt, noch einige extreme Werte anzuführen. Einerseits fand man in der Mitte des Flußbettes bei vielen Proben keine Bodenfauna, was andererseits an den Ufern eine Seltenheit war. Im Gegenteil, an gewissen Stellen, wie z. B. im Gebiet um Beograd (km 1177, 1172, 1165 und 1163), bei Smederevo (km 1117 und 1112) und bei Kostolac (km 1092) wurden sehr hohe Zahlen- und Gewichtswerte der Bodenfauna (von 10 000—120 000 Ind/m<sup>2</sup> und 20—117 g/m<sup>2</sup>) verzeichnet, was auf die Qualität der Sedimentstoffe (Sand und Schlamm) und die menschliche Einwirkung zurückzuführen ist.

#### Die Kataraktenstrecke (vom km 1042—955)

Untersuchungen über die Benthos-Fauna des Donau-Engpasses wurden zum ersten Male im Oktober 1942 und 1943 von dem bekannten rumänischen Zoologen BAČESCU (1948) durchgeführt. Er erforschte ausschließlich bei Niederwasser die Fauna der Bodenschwellen nicht weit von Varciorova, wo die „Donau 1,5 km Breite überschreitet und ihr schaumiges Wasser zwischen den vielen senkrechten Felsen mit einer Strömungsgeschwindigkeit von 5 m/s an einzelnen Stellen durchzwängt“. Besonders reich und verschiedenartig, was ihren faunistischen Bestand anbelangt, erwiesen sich die Klippen, die beim Fallen des Wassers bei Prigrad, in der Nähe des schiffbaren Kanals, herausragen und die der Kralina-Wand. Das zweite Untersuchungsobjekt war die steinige Sohle zwischen Oršova und der Insel Ada-Kaleh und das dritte die größten Flußtiefen (60 m bei hohem Wasserstand und 170 m Breite) bei Kasane, dem Bezirk zwischen Svinitza und Greben usw. Besonders interessant sind die quantitativen Angaben, die BAČESCU als Ergebnis seiner von ihm durchgeführten Untersuchungen macht. Am Ausgang der Kazanenge wurden beim Dredschen in 35 m Tiefe in den Facies „corophiides“ 550 000 Tiere auf 1 m<sup>2</sup> gefunden, unter welchen 378 707 Exemplare pontokaspische Organismen waren und von diesen wieder 349 187 Exemplare *Corophium* (81 % *Corophium maeoticum*, 15,5 % *C. curvispinum* und nur 4,4 % *C. robustum*). In den Corophiumschichten bei Svinitza stellt BAČESCU 370 000 bis 450 000 Tiere auf 1 m<sup>2</sup> fest, beim „Eisernen Tor“ mehr als 50 000 Exemplare *Jaera sarsi sarsi* und mehr als 8000 *Pelmatohydra* auf 1 m<sup>2</sup> Felsenfläche; im Bezirk Svinitza-Greben konnten nur mit einem einzigen Werfen der Dredsche in einer Tiefe von 30 m mehr als 100 kg Schichten mit *Corophium* abgerissen werden.

POPESCU und PRUNESCU-ARION (1960) publizierten ihre ausführlichen Angaben über das Zoobenthos in diesem Abschnitt auf Grund der Bearbeitung von 84 Proben aus dem Querprofil vom linken Ufer bis zur Mitte des Flusses. Die Proben

wurden in einem Abstand von je 50 m mit Hilfe einer Dredsche mit Harke (Typus BAČESCU) vom April bis Dezember 1958 gesammelt.

Dieser Donauabschnitt wird charakterisiert durch felsige Sohle, starke Neigung, starke Flußströmung, eine erhebliche Anzahl von gelösten und weggespülten Schwebestoffen, wenig entwickeltem Wasserpflanzenwuchs und an einigen Stellen durch große Tiefen. Diese Eigenheiten bedingen ihrerseits den Charakter der Sohle und ihre entsprechenden Biozönosen.

Die durchgeführten Untersuchungen ergaben, daß der Grund des Flusses zwischen dem km 1042 und 1040 in der Mitte sandig ist und uferwärts sandig-steinig, zwischen dem km 1040 und 880 steinig mit Schotter und Sand; zwischen dem km 990—965 ist die Sohle ihrer ganzen Länge nach felsig. Einen verhältnismäßig unterschiedlich gestalteten Grund treffen wir zwischen dem km 965—955 an: die steinige und sandige Sohle in der Mitte geht in Ufernähe von sandig-schlammigen in schlammigen Grund über, manchenmal mit Beimischungen von Pflanzenresten. Diese Charakteristik in der Einteilung der Sohle erweist die offensichtliche Vorherrschaft der lithorheophilen Biozönose. Nach den vorgenommenen Errechnungen von PRUNESCU-ARION (1960) fallen 97 % des Artenbestandes dieser Biozönose auf die Ordnung Amphipoda, 0,76 % auf die Ordnung Trichoptera und 0,70 % auf Triklada. Von den Amphipoden haben die Arten aus der Gattung *Corophium* (*C. curvispinum*, *C. robustum*, *C. maeoticum*) die größte Bedeutung; sie sind in diesem Bezirk am besten entwickelt. Manchenmal werden sie in einer Tiefe bis 70 m aufgefunden sowie auch auf weitläufigen Flächen mit felsigem Terrain (besonders zwischen dem km 1005 und 990), wo sie Substrat zur Entwicklung von anderen Organismen bilden und wertvolle Nahrung für die Fischfauna darstellen. In engem Zusammenhang mit der Entwicklung dieser Biozönose stehen auch die interessanten Beobachtungen dieser Autoren, nach welchen sich die Dichte der Organismen in Abhängigkeit vom Niveau der Donau und vom Zyklus der Entwicklung der Insektenlarven befindet. So wurde z. B. beim niedrigsten Wasserniveau die größte Menge an Organismen aufgefunden, da einige unter diesen (*Theodoxus*, *Lithoglyphus*), die besonders empfindlich für die Schwankungen des Wasserstandes sind (BAČESCU, 1948, S. 242), zusammen mit dem Wasser zurückweichen; die Larvenstadien der Trichopteren und Chironomiden erscheinen, nach denselben Autoren, sobald der Wasserstand fällt. So wurden im Juni 1958, bei einem Wasserstand von 341 cm, in Orsova 849 Exempl./Probe vermerkt. Im Dezember 1958, als der Wasserspiegel derselben Station auf 128 cm fiel, kam es zu einem Anwachsen der Zahl der Exemplare auf 20 079.

Die psammorheophile Biozönose verändert den Bestand und die Dichte der Organismenbesiedlung in Abhängigkeit von der Flußströmung. Bei schwächerer Strömung wird der Sandgrund schlammiger und gleichzeitig reicher an Organismen. Die durchschnittliche Jahresanzahl der psammorheophilen Biozönose beläuft sich auf 205 Exemplare/Pr. und die Durchschnittsbiomasse auf 0,648 g/Pr.,

was darauf hinweist, daß diese Biozönose eine ziemlich schwache Ansiedlung aufweist.

Die psammorheophile und psammopelorheophile Biozönose werden durch das Vorherrschen von Oligochaeta charakterisiert (42,9 %, bzw. 98,49 %). In ersterer umfaßt weiters Amphipoda 38,9 %, Trichoptera 7,8 % und Chironomidae 4 %, hingegen die psammopelorheophile Lebensgemeinschaft Gammariden und Chironomiden mit 0,23 %.

Im allgemeinen wurden von POPESCU und PRUNESCU-ARION (1960) die meisten Organismen in der lithorheophilen Biozönose (11 562 Exempl./Pr.) angetroffen, in der psammopelophilen Biozönose etwas weniger (10 511 Exempl./Pr.). Die allgemeine Durchschnittsbiomasse war hingegen erheblich größer in der psammorheophilen (57 150 g/Pr.) als in der lithorheophilen Biozönose (23 020 g/Pr.).

Außer diesen drei großen Biozönosen trafen POPESCU und PRUNESCU-ARION (1960) im gleichen Abschnitt auch Mikrobiotope mit Pflanzenresten, Periphyton u. a. an, für welche sie ebenso eine Liste der häufigsten Vertreter geben.

#### B u l g a r i e n (vom km 845—375)

Untersuchungen über das Zoobenthos erfolgten in der ganzen Breite und Länge des untersuchten Donauabschnittes während der Monate September, Oktober 1956, Mai, September 1957, April, Juni und Oktober 1958, Juni und Oktober 1959, Juni und September 1960, April 1961, Juni 1963, April, Juli und Oktober 1964 und Juli und September 1965. Die Untersuchungen wurden von einem Schiff vorgenommen, bei Teilnahme von Hydrologen, Hydrochemikern, Mikrobiologen und Hydrobiologen. Der jeweilige genaue Standort des Schiffes wurde in der Flußbreite mit einem Sextanten nach trigonometrischer Methode festgestellt. Die quantitativen Untersuchungen des Zoobenthos erfolgten mit Hilfe des Bodengreifers von PETERSEN (Gewicht 54 kg,  $\frac{1}{10}$  m<sup>2</sup>). Die gesammelten Proben wurden durch ein System von 5 Sieben filtriert und zusammen mit dem Rest des Grundes in 4 % Formalin fixiert.

Während der Periode 1956—1961 wurden die Untersuchungen an 5 ständigen Profilen durchgeführt (vor dem km 834, 747, 552, 493 und 381), desgleichen auch in nachstehend bezeichneten, ergänzend ausgewählten Profilen: während der Jahre 1956, 1957 und 1958 vor dem km 791, 704, 678, 497 und 432, während der Jahre 1959, 1960 und 1961 vor dem km 770, 461, 597, 466 und 404. An den fünf ständigen Profilen beobachtete man während der ganzen Untersuchungsdauer die jahreszeitlichen Schwankungen in der Dynamik und Ökologie des Donauzoobenthos und in den 10 zusätzlichen Profilen jeweils drei Jahre hindurch die quantitativen Veränderungen des Zoobenthos in den verschiedenen Abschnitten des Flusses. Somit ist der ganze bulgarische Donauabschnitt ungefähr alle 20 bis 40 km quantitativ untersucht worden.

In jedem der fünf ständigen Profile wurden die quantitativen Untersuchungen an 6 bis 8 Stellen durchgeführt, die einigermaßen gleichmäßig über die Flußbreite verteilt waren (am linken und am rechten Ufer je 2, zwischen der Mitte und dem rechten Ufer sowie zwischen der Mitte und dem linken Ufer je 1 und in der Mitte des Flusses 1—2). In jedem der übrigen Profile erfolgten die Untersuchungen an je 3 Stellen (am linken und am rechten Ufer und in der Flußmitte).

Im Juni 1960 erfolgte eine gründlichere Erforschung des Zoobenthos vor dem bulgarischen Ufer in 95 Profilen, die jeweils 5 km voneinander entfernt lagen, an 3—5 Stellen, die zwischen den beiden Ufern und der Flußmitte gleichmäßig verteilt waren.

Die Untersuchung der qualitativen Zusammensetzung des Zoobenthos erfolgte öfters und zu verschiedenen Jahreszeiten in einem Uferstreifen auf der bulgarischen Seite, 1—2 km oberhalb und unterhalb sämtlicher bulgarischer Donauhäfen, wie auch an anderen, charakteristischen Orten des bulgarischen Ufers, im ganzen an 34 verschiedenen Stellen.

Während der ganzen Periode, von September 1956 bis einschließlich April 1961, wurde das Zoobenthos quantitativ an 721 Stellen und die qualitative Zusammensetzung in der Periode von September 1956 bis Juni 1963 an insgesamt ca. 280 Stellen untersucht.

Die endgültigen Ergebnisse der Untersuchungen nach diesem Zeitraum liegen noch nicht vor.

In den Publikationen von RUSSEV 1957, 1959 a, b, c, 1960, 1962, 1963 a, b, c, 1966, sowie RUSSEV und MARINOV, 1964, sind die Hauptergebnisse der vorgenommenen Untersuchungen über die Donau für die Periode 1956—1961 dargelegt, die wir hier nur ganz kurz erwähnen wollen.

In dem von uns untersuchten Donauabschnitt konnten insgesamt 216 Zoobenthosarten festgestellt werden (ausschließlich der von den rumänischen Kollegen gefundenen sowie auch der in den Ufersümpfen und Niederungen lebenden Formen). Unter diesen kommen 44 Arten (RUSSEV, 1966, S. 130) verhältnismäßig oft in der Donau vor, von welchen wieder 17 Arten für die Produktivität des Flusses größte Bedeutung haben.

Nach unserer Untersuchung des bulgarischen Donauabschnittes hatten 65 % der untersuchten Stellen Sandboden, 25,8 % Kiesgrund, 4,7 % Schlamm- und 4,5 % Lehmboden. Das Dominieren des Sandgrundes und der schwache Anteil des Schlammbodens ist auf die verhältnismäßig starke mittlere Strömungsgeschwindigkeit zurückzuführen. Im allgemeinen ist eine Verminderung von Kies und Schlamm und eine entsprechende Zunahme von Sand- und Lehmflächen von West nach Ost festzustellen. So ist der Kies zwischen dem km 845 und 596 mit 35,2 % vertreten, der Sand mit 57,4 %, der Schlamm mit 6,0 % und der Lehmgrund mit 1,4 %. Zwischen km 595 und 373 ändern sich diese Verhältnisse wie folgt: 22,9 % entfallen auf Kies, 67,1 % auf Sand, 2,8 % auf Schlamm und 7,2 % auf Lehm.

Im Querschnitt der untersuchten Donaustrecke ist der Kies hauptsächlich vor dem rechten (bulgarischen) Ufer verbreitet, während der Sand in der Strommitte und auf dem linken (rumänischen) Flußufer vorherrscht. Der Lehm ist vorwiegend am linken und rechten Ufer anzutreffen und der Schlamm vornehmlich am linken Uferstreifen. Die beobachtete Gesetzmäßigkeit im Wechsel der Grundbeschaffenheit und der entsprechenden Biozönosen im Donauquerschnitt ist nach unserer Meinung auf das physikalisch-geographische Gesetz von BAER-BABINET<sup>3)</sup> zurückzuführen (RUSSEV, 1960).

Bei den durchgeführten Untersuchungen in 721 Stationen des erforschten Donauabschnittes konnten nur in 294 Stationen (d. s. 41,8 %) Rheobionte konsta-

---

<sup>3)</sup> Das Gesetz von BAER-BABINET besagt, daß infolge der Corioliskraft, die durch die Erdrotation hervorgerufen wird, die Flüsse der nördlichen Hemisphäre sich nach Westen verschieben und die der südlichen nach Osten.

tiert werden. Dieser niedrige Prozentsatz ist auf den höheren Anteil des Sandgrundes zurückzuführen, der nur bis 20,3 % faunistisch besiedelt ist, hingegen der Kies mit 81,2 %, der Schlammgrund mit 85,3 % und der Lehmboden mit 59,4 %.

Von den vier charakteristischen Biozönosen der Donau hatte die lithorheophile die besten Lebensbedingungen. Sie wies eine durchschnittliche Biomasse von 74,75 g/m<sup>2</sup> auf, von der 8,51 g/m<sup>2</sup> als Fischnahrung anzusprechen war (wirbellose Tiere ohne Mollusken) und 66,24 g/m<sup>2</sup> als Mollusken. Die pelorheophile Biozönose hatte ein Durchschnittsgewicht von 58,02 g/m<sup>2</sup>, wovon 45,09 g/m<sup>2</sup> auf Mollusken und 12,93 g/m<sup>2</sup> auf Nährtiere entfielen und die argillorheophile Biozönose 33,26 g/m<sup>2</sup>, davon 29,84 g/m<sup>2</sup> Mollusken und 3,42 g/m<sup>2</sup> Nahrungsbenthos. Die schlechtesten Lebensbedingungen hatte die psammorheophile Biozönose, die ein Durchschnittsgewicht von kaum 0,28 g/m<sup>2</sup> besaß und sich aus 0,03 g/m<sup>2</sup> Mollusken und 0,25 g/m<sup>2</sup> Fischnahrung zusammensetzte.

Die charakteristischen Zoobenthosarten für jede einzelne der Biozönosen stellten wir nach der Häufigkeit ihrer Funde fest. Die größte Bedeutung für die Donau haben, ohne die einzelnen Biozönosen zu berücksichtigen, *Hydropsyche ornatula-guttata*, gefolgt von *Chaetogammarus tenellus behningi*, *Corophium curvispinum*, *Lithoglyphus naticoides* und *Theodoxus transversalis*, deren festgestellte Häufigkeit 10 % im Vergleich zum ganzen untersuchten Donauabschnitt übersteigt.

Auf Grund unserer Ergebnisse gliedern wir die lithorheophile Biozönose in 5 Untergruppen:

1. Echte lithorheophile Biozönose;
2. Lithorheophile Biozönose der Schlacke (Russev, 1963 c);
3. Lithorheophile Biozönose des zoogenischen (Corophium) Schlammes;
4. Lithorheophile Biozönose der ripalen Steine und Felsen;
5. Lithorheophile Biozönose der mitgeschleppten oder versunkenen Stämme und Äste.

Die erste Untergruppe der lithorheophilen Biozönose lebt hauptsächlich auf dem subripalen<sup>4)</sup> Flußstreifen und entspricht völlig einer den Kies besiedelnden Fauna.

Die zweite Untergruppe bevölkert die Umgebung der Landungsmolen, wo die aus den Schiffen ausgeworfene Schlacke liegt. Die dritte Untergruppe ist ausschließlich im westlichen Gebiet des bulgarischen Donauabschnittes verbreitet. Die Schlammröhrchen, die von *Corophium* aktiv mit Hilfe der von der Donauströmung angeschwemmten Schlammteilchen gebildet werden, schaffen ziemlich günstige Lebensbedingungen für die Mehrzahl der auf dem Kies lebenden Zoobenthos-

<sup>4)</sup> SHADIN (1949, S. 539—540) nimmt die Übertragung der Meeresterminologie auf die Süßgewässer als fehlerhaft an, weshalb er den Terminus „ripal“ für die Uferzone vorschlägt, statt litoral und „subripal“ für den Übergangstreifen zwischen der Uferzone und den Tiefen.

arten. Die vierte Untergruppe bewohnt ausschließlich den Stein- und Felsstreifen im Ufergebiet des Stromes und die fünfte ändert beständig ihre Ortslage im Fluß.

Interessant sind die Unterschiede in den Lebensbedingungen der einzelnen Untergruppen der lithorheophilen Biozönose.

In bezug auf das Gewicht der Biomasse erreicht im untersuchten Donauabschnitt die lithorheophile Biozönose des Corophium-Schlammes ihr Maximum von 404,95 g/m<sup>2</sup> wirbellose Tiere ohne Mollusken, im Vergleich zur Biomasse von 118,50 g/m<sup>2</sup> im allgemeinen, wovon 52,56 g/m<sup>2</sup> auf Mollusken und 65,94 g/m<sup>2</sup> auf das Nahrungsbenthos entfallen. Das normale Durchschnittsgewicht der echten lithorheophilen Biozönose beläuft sich auf 69,28 g/m<sup>2</sup> (66,43 g/m<sup>2</sup> Mollusken und 2,85 g/m<sup>2</sup> Nährtiere) und jenes der lithorheophilen Biozönose der Schlacke auf 85,73 g/m<sup>2</sup>, davon 6,02 g/m<sup>2</sup> auf Fischnährtiere. Die Hohlräume, Blasen und Poren der Schlacke bieten eigenartige, aber ziemlich günstige Lebensbedingungen für wirbellose Tiere. Ihre Anzahl ist ungefähr dreimal größer, aber das durchschnittliche Stückgewicht ungefähr 2mal kleiner im Vergleich zu den kiesbesiedelnden Exemplaren. Folglich bietet die Schlacke günstigere Lebensbedingungen für die jüngeren Formen.

Die letzten zwei Untergruppen der lithorheophilen Biozönose wurden, ihrer Natur entsprechend, nicht quantitativ untersucht; deren Lebensbedingungen konnten auf dem Wege zahlreicher Beobachtungen festgestellt werden.

Die lithorheophile Biozönose der ripalen Steine und Felsen unterliegt zwei wesentlichen, ungünstigen Eigenheiten dieser Zone: Ein schnelles Fallen des Wasserspiegels verursacht erstens ein massenhaftes Zugrundegehen jener Arten, denen es nicht gelingt, sich rasch in größere Tiefen zurückzuziehen. Zweitens schaffen die häufigen, an das Ufer schlagenden Wellen, die durch vorüberziehende Schiffe und Kähne erzeugt werden, verhältnismäßig ungünstige Bedingungen für den Großteil der Lithorheobionten, ähnlich jenen, die in der supralitoral und litoral Zone der Meere und Seen auftreten. Diese ungünstigen Faktoren können in ihrer Wirkung auch nicht durch die günstigen ausgeglichen werden, nämlich durch die verminderte Strömungsgeschwindigkeit, die geringere Trübung und größere Durchsichtigkeit sowie durch die höhere Temperatur.

Die angeschwemmten oder im Fluß versunkenen Stämme und Äste mit der lithorheophilen Biozönose bezeichnen wir einerseits als zufälligen Biotop, als rettendes Substrat, an welches sich eine Reihe rheobionter Arten, nachdem sie gewaltsam von der Strömung losgerissen wurden, anheften, andererseits als Biotop, auf welchem eine Reihe von Arten gut gedeihen und dem sogar der Vorzug gegeben wird. Unabhängig davon jedoch vermittelt diese Einteilung der lithorheophilen Biozönose unserer Meinung nach keine klaren Lebensbedingungen und zwar wegen der ziemlich häufigen Lageveränderungen der Stämme und Äste in der Flußlänge und -breite, die durch die Strömung hervorgerufen werden.

Das allgemeine Durchschnittsgewicht des Zoobenthos beläuft sich auf 36,89 g/m<sup>2</sup>, von denen 33,27 g/m<sup>2</sup> auf Mollusken und 3,62 g/m<sup>2</sup> auf das Nahrungs-



benthos entfallen. Die größten Mengen an Biomasse ( $148,99 \text{ g/m}^2$ ) und an Mollusken ( $146,22 \text{ g/m}^2$ ) stellten wir im Profil vor der Stadt Nikopol fest (km 597) und an Nährtieren ( $19,03 \text{ g/m}^2$ ) im Profil vor dem Hafen Artschar (km 770). Das Profil im km 746,8 (westlich der Stadt Lom) hat jedoch die größte Bedeutung für die Produktivität unseres Donauabschnittes, wegen der ständig vorhandenen großen Biomasse an Nährtieren im Laufe verschiedener Jahreszeiten und Jahre.

Der westliche Bereich des untersuchten Donauabschnittes (zwischen km 845 und 596) ist erheblich reicher an Zoobenthos als der östliche (zwischen km 595 und 375). So beläuft sich dort die gesamte Durchschnittsbiomasse auf  $46,08 \text{ g/m}^2$ , das Gewicht der Mollusken auf  $40,56 \text{ g/m}^2$  und jenes des Nahrungsbenthos auf  $5,52 \text{ g/m}^2$ , während im östlichen Bezirk die Durchschnittsbiomasse nur  $16,70 \text{ g/m}^2$  erreicht, wovon der Anteil an Mollusken  $15,69 \text{ g/m}^2$  und an Nahrungsbenthos nur  $1,02 \text{ g/m}^2$  beträgt.

Die besseren Lebensbedingungen für das Zoobenthos im westlichen Abschnitt sind unserer Meinung nach auf folgende Ursachen zurückzuführen:

1. Geringeres Gefälle und verminderte Strömungsgeschwindigkeit (das Gefälle der Donau zwischen dem km 845 und 607 beträgt  $0,04\%$ , während es sich zwischen dem km 607 und 554 auf  $0,06\%$  erhöht). Die Strömungsgeschwindigkeit in der Achse des Fahrwassers zwischen km 845 und 595 erreicht  $2,45\text{—}5,57 \text{ km/ Stunde}$ , hingegen zwischen km 590 und 375  $3,14$  bis  $5,91 \text{ km/ Stunde}$ .

2. Größere Verbreitung des Kiesgrundes und verhältnismäßig geringeres Vorkommen des Sandbodens;

3. Geringere Verschmutzung des westlichen Bezirkes mit Fabriks- und Kanalabwässern im Gegensatz zum östlichen Bezirk, wo die Donau Abwässer aus Bukarest und Russe aufnimmt.

Die Biomasse des Zoobenthos steht in der Flußbreite in enger Abhängigkeit von der Beschaffenheit des Grundes, die einerseits dem Gesetz von BAER-BABINET unterworfen ist, andererseits den Veränderungen der Strömungsgeschwindigkeit. Im allgemeinen ist die durchschnittliche Gesamtbiomasse zwischen 0 und 100 m und 100 und 200 m Entfernung vom rechten Ufer am reichsten ( $89,65$  und  $49,34 \text{ g/m}^2$ ) zwischen 400 und 500 m ( $0,32 \text{ g/m}^2$ ) am ärmsten. Von 500 m an nimmt sie gegen das rumänische Ufer wieder zu, um dort  $5,52 \text{ g/m}^2$  zwischen 800 und 900 m vom rechten Ufer zu erreichen. Die Biomasse der Mollusken folgt in allgemeinen Zügen der durchschnittlichen Gesamtmenge und jene des Nahrungsbenthos zeigt charakteristische Veränderungen nur längs des rechten Ufers. Während sie zwischen 0 und 100 m  $6,95 \text{ g/m}^2$  beträgt, erreicht sie zwischen 100 und 200 m vom rechten Ufer  $8,81 \text{ g/m}^2$ . Unabhängig von der größeren Trübung und Stromgeschwindigkeit, der niedrigeren Temperatur und größeren Durchsichtigkeit des Wassers zieht das Nahrungsbenthos den subripalen Uferstreifen zwischen 100 und 200 m vor, um dem ripalen Streifen auszuweichen, der den ungünstigen Veränderungen des Wasserspiegels und dem nicht gleichmäßigen, durch die vorüberziehenden Schiffe hervorgerufenen Wellengang ausgesetzt ist.

Die Biomasse des Zoobenthos wird weiters fühlbar durch die Veränderungen des Flußwasserspiegels beeinflusst. Bei Hochwasser ist die Biomasse des Nahrungsbenthos am kleinsten ( $0,76 \text{ g/m}^2$ ); bei mittlerem Wasserspiegel beläuft sie sich auf  $1,94 \text{ g/m}^2$  und bei niedrigem Wasserstand erreicht sie den höchsten Wert ( $6,35 \text{ g/m}^2$ ). Dies ist unserer Ansicht nach auf folgende zwei Grundursachen zurückzuführen:

1. Bei Hochwasser verbreitert sich das Bett der Donau; gleichzeitig damit wird die vorhandene Benthosfauna allmählich auf die ganze Flußbreite verteilt und dadurch ihre Menge pro  $\text{m}^2$  vermindert. Bei niedrigem Wasserstand geschieht das Gegenteil.

2. Bei Hochwasser schwemmt die gewaltige Strömung einen Großteil der Grundfauna mit sich fort, die nicht in der Lage ist, dem Druck der Strömung zu widerstehen.

Im Frühling beläuft sich die allgemeine Durchschnittsbiomasse des Zoobenthos auf  $35,22 \text{ g/m}^2$ , von welcher  $32,49 \text{ g/m}^2$  auf Mollusken und  $2,73 \text{ g/m}^2$  auf das Nahrungsbenthos entfallen. Im Herbst erreicht sie  $38,90 \text{ g/m}^2$ , davon sind  $34,21 \text{ g/m}^2$  Mollusken und  $4,68 \text{ g/m}^2$  Nährtiere. Die im Vergleich zur Frühjahrsmenge größere Zoobenthosmenge im Herbst ist unserer Meinung nach einerseits auf den oben erwähnten Einfluß des Wasserspiegels, andererseits auf die jahreszeitlich verschiedene Entwicklung jeder einzelnen Art zurückzuführen.

#### Rumänien (km 488—0)

Für den rumänischen Abschnitt stellte mir Frau V. ENACEANU eine Liste der Zoobenthosarten und die entsprechende Literatur in dankenswerter Weise zur Verfügung.

Der Abschnitt zwischen dem km 1042 und 955 (Kataraktenstrecke) der Donau wurde bei Bulgarien behandelt, da er genau zwischen der mittleren und unteren Donau liegt. Zwischen dem km 955 und 488 führten die rumänischen Kollegen keine Zoobenthos-Untersuchungen der Donau durch. In ihrer Arbeit über die Benthos-Biozönosen der Donau, die zwischen Giurgiu und Cernavoda ermittelt wurden (km 488 bis 235) berichten ENACEANU und BREZEANU (1964) die Resultate ihrer Jahresuntersuchungen 1958 und 1959. Nach ihren Angaben ist der Sandgrund am weitesten verbreitet; er nimmt die Flußmitte ein und erstreckt sich längs dieses ganzen Abschnittes bei Tiefen zwischen 11 und 1 m. Der schlammige Grund, der mit Pflanzendetritus vermischt ist, befindet sich in Ufernähe. Zwischen der Mitte und dem Ufer stellen die Autoren eine schlammige Fazies fest. Der Lehmgrund liegt längs des Ufers bei Dervent sowie auch zwischen den Felsen des Malul Rosu.

Im Profil vor Giurgiu (km 488) zeigt die psammorheophile Biozönose  $2,47 \text{ g/Pr.}$  und die pelorheophile  $14,53 \text{ g/Pr.}$  Biomasse. Im Profil vor Dervent (km 355) ist die Biomasse viel größer:  $70 \text{ g/Pr.}$  in psammo-pelorheophiler,  $99 \text{ g/Pr.}$  in pelorheophiler und  $71 \text{ g/Pr.}$  in argillorheophiler Biozönose. Bei Bestimmung der einzelnen Zoobenthosgruppen vor Giurgiu ergab sich ein Vorherrschen von

Insektenlarven und Amphipoda. Vor dem linken Ufer und in der Zwischenzone von Dervent umfassen die Insektenlarven 42 % der Biomasse, in der argillorheophilen 58 % und in der psammo-pelorheophilen Biozönose 69 %. Der Anteil der Trichopteren beträgt 11,75 g und der Chironomiden 46,71 g/Pr. Vor dem rechten Ufer bei Dervent herrschen die Mollusken vor (85 % in der argillorheophilen und 64 % in der pelorheophilen Biozönose), unter denen die Art *Lithoglyphus naticoides* ein Gewicht zwischen 36 und 62 g/Pr. erreicht.

Die Untersuchungen von L. ELIAN und E. PRUNESCU-ARION (1964) über die Biozönose im Felsenbereich der unteren Donau bei Hirşova (km 252,3) wurden bei mittlerem und niedrigem Wasserstand im Oktober 1961 und bei hoher Wasserführung im April 1962 durchgeführt. Die Autoren benützten hauptsächlich einen Pfahlkratzer, mit dessen Hilfe die Felsen bis ungefähr 1 m unter dem Wasserspiegel abgekratzt wurden. Interessant ist der Fund zahlreicher Kolonien der Art *Urnatella gracilis Leidy* (Kamptozoa) an den Felsen bei Hirşova, die amerikanischer Herkunft ist und zum ersten Male in den rumänischen Gewässern (Kazan-Gebiet) von BACESCU (1954) konstatiert wurde. Andererseits erreicht die massenhafte Entwicklung der Art *Corophium robustum* auf den Felsen bei Hirşova an einzelnen Stellen 70—80 %. So wurde auf einem Felsenstück mit den Ausmaßen 5×4 cm (20 cm<sup>2</sup>) *C. robustum* in einer Menge von 84,76 % der Gesamtorganismen angetroffen. Die Arten *Dikerogammarus haemobaphes fluviatilis* und *Pontogammarus obesus* aus der Familie Gammaridae sind auf diesen Plätzen mit 21,27 % vertreten, die Arten aus der Klasse Gastropoda mit 29,79 %, aus der Klasse Bivalvia mit 8,69 % (vornehmlich *Dreissena polymorpha*) und aus der Klasse Polychaeta mit 2,8 %.

Die mitgeteilten 24 Vertreter dieser charakteristischen lithorheophilen Biozönose — unter diesen auch einige pontokaspische Repräsentanten — treten ziemlich massenhaft auf und dies nicht nur an den erwähnten Plätzen, sondern auch am ganzen bulgarischen Donau-Ufer sowie auch im Donau-Durchbruch und in Jugoslawien. Aus diesem Grunde nehmen die Autoren an, daß alle felsigen Abschnitte der Donau ähnliche biologische Bedingungen aufweisen. Unabhängig jedoch davon stellen ELIAN und PRUNESCU-ARION (1964) bei Vergleich des Abschnitts Hirşova mit jenem des Kazan fest, daß die Zahl der Arten und der Unterarten im Sektor Eisernes Tor—Kazan, viel größer als diese bei Hirşova ist. Letzterwählter Abschnitt unterscheidet sich andererseits von jenem der Kazanenge durch das engere, nur im Uferbereich befindliche felsige Biotop, während die Felsen im Kazan-Gebiet bis zur Mitte des Stromes reichen.

In ihrer Arbeit über die Hydrobiologie des Sulina-Donauarms berichtet V. POPESCU (1963) unter anderem auch die erhaltenen qualitativen und quantitativen Angaben über das Zoobenthos des für die Schifffahrt regulierten Abschnittes des Kanals, sowie auch über den übrigen nicht regulierten Teil. Insgesamt stellt die Autorin im Sulina-Arm 175 Zoobenthos-Arten fest. Von Interesse ist die Schlußfolgerung, daß die Produktivität des Benthos viel größer im nicht regulier-

tem Teil des Sulina-Armes oder in der Alten Donau ist. Hier herrscht der Schlammgrund mit pelorheophiler Biozönose vor, der vornehmlich von Oligochaeta und Chironomidae repräsentiert wird. Im regulierten Teil des Sulina-Armes wird die lithorheophile Biozönose durch *Cordylophora lacustris*, *Manayunkia caspica* und *Corophium* charakterisiert, die pelorheophile mit *Hypaniola kowalewskii*, *Hypania invalida* und Oligochaeta, die psammorheophile mit Amphipoda und *Proppapus volki*. Nicht weit von der Mündung der Donau in das Schwarze Meer herrschen in der lithorheophilen Biozönose *Balanus* sp. und *Jaera sarsi sarsi* vor und in der pelorheophilen Biozönose Oligochaeta, Amphipoda, Mysidaceae und Corbulomya. Die jahreszeitliche Dynamik dieser Biozönose behandeln die Autoren im Zusammenhang mit den ökologischen Bedingungen der Umgebung, bzw. mit dem Charakter des Grundes, der Stromgeschwindigkeit, der Schwebstoffmenge und dem Chemismus des Wassers.

In ihrer Arbeit über den St. Georgarm des Donaudeltas geben BREZEANU und PRUNESCU-ARION (1962) wertvolle qualitative und quantitative Angaben auch über das Zoobenthos auf Grund der Untersuchung von Proben, die während der Monate März, Juli, November 1960 und im Monat März des Jahres 1961 entnommen wurden. Ihre Untersuchungen über den Artenbestand des Zoobenthos führten sie mit der Dredge durch, diejenigen über den quantitativen Bestand mit den Bodengreifern MARINESCU I (225 cm<sup>2</sup>) und VAN VEEN (27 × 20 cm = 540 cm<sup>2</sup>). Insgesamt fanden sie 54 Benthosarten, vornehmlich Polychaeten, Oligochaeten, Mollusken, Amphipoden und Chironomiden. Im Laufe des ganzen St. Georgarmes stellen die Autoren einen an organischen Stoffen reichhaltigen schlammigen Boden fest, welcher über 50 % der Grundfläche bedeckt. Weiters sind hier auch Lehm und ganz selten Sand vertreten. Die dem ganzen Flußlauf entlang vorherrschende pelorheophile Biozönose ist durch die zweifellos dominierenden Polychaeten (*Hypania invalida*, *Hypaniola kowalewskii* und *Manayunkia caspica*) und Oligochaeten (Arten von der Gattung *Paranais*, *Clitelio*, *Tubifex* und *Peloscoclex*) vertreten, die sogar ihrer Menge nach mit 70 % die übrigen Tiere übertreffen. Nur in der Mitte des St. Georgarmes überwiegen manchmal die Arten aus der Ordnung Amphipoda.

L. POPESCU und J. MUNTEANU (1962) publizierten desgleichen die erhaltenen Resultate ihrer Untersuchungen über den Bestand und die Verteilung des Zoobenthos im St. Georgenarm (Ceatal Ismail—St. Georg). Die verbreitetste Fazies ist nach diesen Autoren der Sandgrund, besonders in der Uferzone, während im oberen Teil des Abschnitts die lehmigen und die lehmsandigen Böden vorherrschen, die erheblich reicher an Benthos-Organismen sind. So beläuft sich die gesamte Biomasse in der pelorheophilen Biozönose auf 29 kg/ha, in der psammorheophilen Biozönose auf 10 kg/ha und in der psammorheophilen Biozönose auf kaum 3 kg/ha. In der letzteren herrschen nach POPESCU und MUNTEANU (1962, S. 78) die Arten aus den Fam. Gammaridae und Tubificidae vor. In den pelo- und psammo-pelorheophilen Biozönosen überwiegen *Hypania invalida* und

die Arten aus der Fam. Tubificidae, die während der Sommermonate und im Herbst (besonders in der psammo-pelorheophilen Biozönose) zusammen mit den Insektenlarven<sup>5)</sup> eine große Rolle spielen.

In ihrem Bestreben, das ganze Einzugsgebiet der zum rumänischen Territorium gehörigen Donau bei ihren Untersuchungen zu erfassen, richteten die rumänischen Limnologen ihre Aufmerksamkeit auch auf eine Reihe linker Zuflüsse der Donau. Wir berücksichtigen hier nur solche publizierten Arbeiten über die Donauzuflüsse, in welchen wir Angaben über das Zoobenthos der Donau selbst vor oder nach der Mündung der entsprechenden Zuflüsse finden.

So geben BUSNITA, BREZEANU und PRUNESCU-ARION (1961) in ihrer Arbeit über den Einfluß der Zuflüsse Jiu und Olt auf die Donau gewisse Angaben über ihre durchgeführten Benthos-Untersuchungen, die in der Donau selbst bei der Mündung der Flüsse Jiu und Olt vorgenommen wurden. In der Donau stellten sie bei der Mündung des Jiu insgesamt 29 Zoobenthos-Arten fest, unter denen Oligochaeten, Ephemeropteren und besonders Chironomiden in der Mehrzahl sind. Nach diesen Autoren „erlauben die große Tiefe und die geringe Abschwemmung des Materials eine Ansiedlung einer interessanten und reichen Benthos-Fauna“. Bei der Mündung des Flusses Olt finden sie im ganzen 15 Zoobenthos-Arten.

In ihrer Arbeit über den Einfluß des linken rumänischen Zuflusses Argeş auf die Donau, behandeln BUSNITA, ENACEANU und BREZEANU (1961) die Ergebnisse der durchgeführten Benthos-Untersuchungen, die in der Donau selbst vor und nach der Mündung des Flusses Argeş erfolgten. Insgesamt stellten sie 13 Zoobenthos-Arten fest. Interessant sind die Verhältnisse zwischen den einzelnen Gruppen. So hatten die Chironomiden in der Donau vor der Mündung des Argeş 34 % Anteil, nach der Mündung 4 %; die Oligochaeten 24 bzw. 95 %, die Mysiden 18 bzw. 0,7 %; die Schnecken sanken von 17 auf 0 %, die Amphipoden von 3 auf 0 % und verschiedene Insekten von 4 auf 3 %. Diese Resultate zeigen klar, wie schädlich der Einfluß der stark verschmutzten Wässer des Argeş auf die Grundfauna der Donau selbst ist.

Außer den erwähnten Ergebnissen der durchgeführten Zoobenthos-Untersuchungen im rumänischen Abschnitt der Donau publizierten eine Reihe rumänischer Spezialisten ihre Untersuchungen über die Bodenfauna der Donau. Besonders müssen die Arbeiten von R. CODREANU (1949, 1950) über die neue Art *Palaeodendrocoelum romanodanubialis* (Turbellaria), von V. POPESCU (1960) über Polychaeta, von V. POPESCU und FR. BOTEA (1962) über Oligochaeta, von AL. V. GROSSU (1963) über Mollusca, von M. BACESCU (1937 u. a.) über Mysidacea, von E. PRUNESCU-ARION (1960) und E. PRUNESCU-ARION und L. ELIAN (1965) über Amphipoda, von V. CURE (1963) über Chironomidae hervorgehoben werden, sowie

---

<sup>5)</sup> Diese Feststellung der beiden Autoren erweckt gewisse Zweifel, weil einerseits ein Großteil der Insektenlarven gerade während der Sommermonate und im Herbst schon metamorphosiert ist und andererseits gerade diese Biozönose von ihnen vermieden wird, da sie vorwiegend die lithorheophile vorziehen.

auch Arbeiten einer Reihe anderer Autoren, die Auskünfte über die Donau-Grundfauna in Werken geben, welche die Fauna des ganzen Landes zusammenfassen.

#### Der sowjetische Donauabschnitt (Der Kilia-Donauarm)

Einzelne Gruppen aus der Bodenfauna des Kilia-Donauarmes wurden von einer Reihe Autoren (OSTROUMOV, 1897, SERNOV, 1911, BACESCU, 1940, CARAUSU, 1943 und einigen anderen) bearbeitet, die viel zur Feststellung des Artenbestandes beitrugen. Die erste wichtige Übersicht über den qualitativen Bestand des Zoobenthos in diesem Abschnitt und über einige Gesetzmäßigkeiten im Hinblick auf die Mengenentwicklung und Biozoologie bringt die Arbeit von MARKOVSKI (1955, S. 153—175). In seiner ausführlichen Arbeit über das Zoobenthos des sowjetischen Donauabschnitts behandelt OLIVARI (1961) erschöpfend wichtige qualitative und quantitative Fragen bezüglich der biologischen Drift der Donau, der Biozoologie, Saisondynamik, Stückzahl, Biomasse und der Produktivität des Benthos. In Anbetracht dessen, daß wir die von MARKOVSKI (1955) vorgeschlagene Einteilung und Benennung der Biozönosen bei der vorherrschenden Gattung nicht unterstützen (siehe Kritik über diese Frage von JAROSCHENKO, 1957, S. 51—53 und RUSSEV, Manuskript) und andererseits die von MARKOVSKI verwerteten Indexe bei den quantitativen Resultaten nach der Methode von SENKEVIĆ und BROZKI nicht benützen, stützen wir uns in dieser Zusammenfassung über das Zoobenthos ausschließlich auf die Arbeit von OLIVARI (1961), indem wir die Liste der Zoobenthosarten auch nach MARKOVSKI (1955) ergänzen.

Die Untersuchungen wurden mit Hilfe des Bodengreifers von PETERSEN (0,025 und 0,1 m<sup>2</sup>) durchgeführt. Im ganzen wurden 119 quantitative und 90 qualitative Proben während der Monate März, August 1953, April 1954 und September 1959 entnommen.

Die biologische Drift wurde mit dem Planktonmeter nach SCHIDKOV und KUSNETZOV untersucht.

Die Resultate zeigen, daß bei einer Stromgeschwindigkeit von über 0,6 m/s ein Teil des Bodensedimentes mit seinen Organismen von der Strömung näher oder weiter fortgeschwemmt wird. Bei einer Stromgeschwindigkeit von über 1 m/s werden die Bodenorganismen völlig vom Grund weggespült und in den Wasserschichten zerstreut. Wenn die Stromgeschwindigkeit auf 0,5 m/s fällt, können wir einen Ausgleich der sich am Grund befindlichen Organismenmengen mit jenen der Wasserschicht konstatieren: 365 Exemplare in der Drift und 330 Exemplare am Grund. Mit dem Fallen der Strömungsgeschwindigkeit in Grundnähe unter 0,5 bis 0,4 m/s (im August) lagern sich die Benthosorganismen von neuem auf der Flußsohle ab und bilden mehr oder weniger beständige Bodenzönosen.

Den Bestand der biologischen Drift der Donau bilden vorwiegend die Bewohner der vier charakteristischen Bodenzönosen der Donau (lithorheophile, psammorheophile, pelorheophile und argillorheophile), manchmal jedoch auch die Bewohner der stehenden Wasserbezirke (pelophile). Von den verschiedenen Bodenorganismen-Gruppen dominieren jährlich in der biologischen Drift die Hydren, die 35,4 % nach ihrer Stückzahl und 66,2 % der Biomasse einnehmen. An zweiter Stelle ihrer Stückzahl nach stehen die Turbellarien (25,1 %), gefolgt von Oligochaeta (17,3 %) und Chironomidae (12,2 %). Die übrigen Benthos-Organismen (Nematodes, Hydracarina, Ostracoda, Amphipoda, Ephemeroptera u. a.) umfassen ihrer Anzahl nach 10,0 % und nach der Biomasse 7,5 % der ganzen Organismenmenge der biologischen Drift.

Die biologische Drift hat im Mai ihren verschiedenartigsten Artenbestand, und ihre maximale Menge im März (1958). So werden bei größeren Abflußmengen (10 900—5700 m<sup>3</sup>/s) im Frühjahr und erheblichen Mengen Benthos-Organismen, die von der Strömung erfaßt werden (durchschnittlich 19,0—83,0 Exemplare/m<sup>2</sup>), jede Sekunde durch den Durchflußquerschnitt 154 970—833 300 Exemplare Bodentiere fortgeschwemmt. Für die ganze Untersuchungsperiode schwankte der festgestellte Verlust an Benthosorganismen durchschnittlich zwischen 4599 und 516 206 Ex/s.

Das Zoobenthos ist in diesem Teil der Donau verhältnismäßig ziemlich artenarm und von nur geringer Verschiedenartigkeit in der einzelnen Biozönose. Von besonderer Bedeutung für die allgemeine Charakteristik des Zoobenthos in diesem Abschnitt ist das fast völlige Fehlen von guten Entwicklungsbedingungen für litho- und phytorheophilen Biozönosen. Darum werden auch eine Reihe Vertreter der Wasserinsektenlarven, fast alle Weichtiere und viele andere Arten im Fluß nicht aufgefunden.

Einen wesentlichen Einfluß auf den Bestand und Umfang der Biomasse des Zoobenthos sowie auf dessen Verteilung auf die Breite und Länge der Donau übt die Strömungsgeschwindigkeit an der Gewässersohle aus. Aus diesem Grunde ist der Bestand des Zoobenthos im Frühjahr und zu Beginn des Sommers, wenn die Strömungsgeschwindigkeit groß ist, am ärmsten und einförmig. Im Profil bei der Stadt Wilkovo wurden im Schlammripal im Frühjahr 80 Exemplare/m<sup>2</sup> bei einer Biomasse von 0,02 g/m<sup>2</sup> gezählt, während vor der Stadt Ismail und Reni zur selben Zeit keine Bodenorganismen festgestellt wurden. Am besten ist das Zoobenthos in jeder Hinsicht in der zweiten Hälfte des Sommers und Herbstes bei schwacher Flußströmung vertreten. Zu dieser Zeit erreicht die maximale Biomasse des Zoobenthos 48,56 g/m<sup>2</sup>, bei 8640 Ex/m<sup>2</sup>. Übrigens erklären ebenso die gewonnenen Schlußfolgerungen über die biologische Drift der Donau diese Gesetzmäßigkeit.

Die Veränderungen der Biomasse des Zoobenthos im Laufe des Kilia-Donauarmes sind nicht gleichmäßig. So wurde im Profil vor der Stadt Reni, in der Uferripal-Region ein Zuwachs von 0,02 g/m<sup>2</sup> im Mai, bis 48,5 g/m<sup>2</sup> im Oktober festgestellt, während dieser Zuwachs in der Mitte des Flusses von 0,11 g/m<sup>2</sup> im Mai, bis 21,68 g/m<sup>2</sup> im August betrug. Im Profil vor der Stadt Ismail wurden in den Monaten März und Mai überhaupt keine Bodentiere gefunden, weder in der Mitte, noch am linken Ufer. Im August betrug die Biomasse des Zoobenthos zwischen 0,05 und 1,18 g/m<sup>2</sup> und im Oktober 18,56—36,55 g/m<sup>2</sup>. Im Profil vor der Stadt Wilkovo, in den Uferregionen, erreichte die Biomasse 0,02 g/m<sup>2</sup> im März, 0,24 g/m<sup>2</sup> im Mai und 27,1—20,6 g/m<sup>2</sup> zwischen August und Oktober, während in der Mitte des Flusses zwischen August und Oktober eine Schwankung in den Grenzen von 0,15 bis 1,7 g/m<sup>2</sup> zu beobachten war.

Im Kilia-Donauarm wurden drei charakteristische Biozönosen festgestellt:

Die argillorheophile Biozönose besiedelt das lehmige Ripal. Sie wird hauptsächlich von Oligochaeta, Larven von Trichoptera, Ephemeroptera, desgleichen

auch aus Gammaridae gebildet. Das Gewicht dieser Biozönose beträgt pro Jahr durchschnittlich  $8,74 \text{ g/m}^2$  bei einer Anzahl von 2609 Exemplaren auf den  $\text{m}^2$ .

In der pelorheophilen Biozönose herrschen nach der Stückzahl Oligochaeta vor (3452 Exemplare auf den  $\text{m}^2$ ), nach der Biomasse Mollusca (*Lithoglyphus naticoides* =  $5,96 \text{ g/m}^2$ ). Die Biomasse der Biozönosen beträgt im Durchschnitt  $11,74 \text{ g/m}^2$  bei  $3613 \text{ Ex/m}^2$ . Die Schwankungen bewegen sich zwischen 240 und  $17\,280 \text{ Exemplaren/m}^2$  und  $0,24$  und  $57,96 \text{ g/m}^2$ .

In der psammorheophilen Biozönose dominiert zahlen- und gewichtsmäßig der Amphipode *Pontogammarus sarsi*. Die Durchschnittsbiomasse der Biozönose beträgt  $4,46 \text{ g/m}^2$  bei  $791 \text{ Exemplaren/m}^2$ .

Bei einem Versuch, die Benthosmenge in Haupt- und Kilia-Donauarm (für fischereibiologische Zwecke) auszurechnen, gibt OLIVARI (1961, S. 163—164) folgende orientierende Angaben über diesen Donauabschnitt: die Gesamtfläche des Kilia-Donauarms beläuft sich auf  $8580 \text{ ha}$ . Von dieser Fläche entfallen ungefähr  $83\%$  auf Sand-,  $12\%$  auf Schlamm- und ungefähr  $5\%$  auf lehmige Bodenablagerungen. Wegen ungünstiger hydrologischer Bedingungen sind ungefähr  $50\%$  der Fläche des Sandgrundes ohne Lebewesen. Von diesen Angaben ausgehend, errechnet OLIVARI die Biomasse des Zoobenthos des Haupt- und Kilia-Donauarms für die untersuchte Periode. So beträgt die Biomasse der Sandflächen mit verschieden großer Schlammschicht  $159,80 \text{ t}$ , die Biomasse des Schlammes  $120,92 \text{ t}$ , und die des Lehms  $32,60 \text{ t}$ . Die Gesamtbiomasse des Benthos in den Deltaarmen beläuft sich auf  $811,17 \text{ t}$ . Die quantitativen Angaben und verschiedenen Koeffizienten nach russischen Literaturquellen auswertend, errechnet OLIVARI (1961, S. 163—164), obwohl nur in allgemeinen Zügen, auch die Jahresproduktion des Benthos des Kilia-Donaudeltas mit  $19\,235,08 \text{ t}$ . Auf Grund dieser Berechnungen kommt OLIVARI zu dem für die Fischereipraxis interessanten Endergebnis, daß die Benthosmenge in diesem Donauabschnitt genügt, die vorhandene Fischpopulation mit Nahrung zu versorgen.

### Zusammenfassung

Bestand und Menge der Bodenfauna sowie auch der Charakter ihrer einzelnen Biozönosen stehen mit der Strömungsgeschwindigkeit und der Beschaffenheit des Flußgrundes in engster Beziehung. Die Strömung wirkt einerseits direkt auf die Grundorganismen, die in ihrem Kampf ums Dasein spezielle physiologische und sogar morphologische Vorrichtungen zum Anheften und Widerstehen gegen ein Abspülen durch die Wasserflut ausbilden, andererseits indirekt, wobei die Stärke der Flußströmung von ausschlaggebender Bedeutung ist für das Abtreiben oder die Ablagerung verschiedener größerer oder kleinerer Schwebestoffe. Die Bodenablagerungen, in denen sich die einzelnen Biozönosen entwickeln, sind einerseits autochthonen Ursprungs und von der Geologie des Biotopes abhängig, andererseits allochthoner Herkunft. Arten von Bodenausbildungen, deren Einfluß den Charakter und die Verbreitung des Zoobenthos bestimmt, sind in den einzel-



nen Donauabschnitten ziemlich verschieden, was uns auch die erheblichen qualitativen Unterschiede des Zoobenthos erklärlich macht; darauf ist auch das Vorherrschen bestimmter Biozönosen zurückzuführen und die mengenmäßige Verteilung einzelner Benthosgruppen von den Quellen bis zur Donaumündung.

Im ganzen Strom wurden bis jetzt insgesamt 795 Zoobenthosarten festgestellt (314 im deutschen, 53 im österreichischen, 194 im tschechoslowakischen, 179 im ungarischen, 51 im jugoslawischen Donauabschnitt, 74 im Kataraktengebiet, 216 im bulgarischen, 274 im rumänischen und 93 im sowjetischen Donauabschnitt).

Wir verfügen noch über keine Angaben über die quantitative Verbreitung des Zoobenthos vom Quellgebiet bis zur Grenze zwischen Ungarn und Jugoslawien. Die hydrologischen Bedingungen der Donau sind in diesem Gebiet für die Zoobenthosentwicklung ziemlich ungünstig. Das große Gefälle verursacht eine erhebliche Stromgeschwindigkeit, die ihrerseits zu einer ständigen Bewegung der Gewässersohle führt. Eben deshalb ist ein Leben am Grund vornehmlich nur im nahen Uferstreifen der Donau möglich. Dies gilt besonders für den deutschen, österreichischen und den oberen Teil des tschechoslowakischen Donauabschnittes mit typisch alpinem Charakter.

Die durchgeführten quantitativen Untersuchungen des Zoobenthos der Donau von Jugoslawien bis zur Mündung ergeben die Möglichkeit, Schlußfolgerungen hinsichtlich der Gesetzmäßigkeiten der Zoobenthosverteilung am Ende der mittleren und unteren Donau zu ziehen, mit dem Vorbehalt, daß das von den rumänischen Kollegen verwendete Maß: Individuenzahl und Gramm/Probe dem Standardmaß: Individuenzahl und Gramm/m<sup>2</sup> nicht vergleichbar ist.

Von besonderer Bedeutung für das Zoobenthos ist die Verteilung der verschiedenen Bodenablagerungen in der Donau. Am verbreitetsten ist der Sandgrund, der 47 % der untersuchten Flächen in Jugoslawien und 65 % in Bulgarien einnimmt. Der Kiesgrund umfaßt 18 % in Jugoslawien und 25,8 % in Bulgarien, der Schlammgrund 5,5 % in Jugoslawien und 4,4 % in Bulgarien, der sandig-schlammige Boden 27 % in Jugoslawien. Im bulgarischen Donauabschnitt wird allgemein eine Verminderung an Kies und Schlammersedimenten von Westen gegen Osten zugunsten der sich vergrößernden Sand- und Lehmfächen beobachtet. Eine Veränderung der Grundablagerungen erfolgt merklich im sowjetischen Donauabschnitt, wo der Kiesgrund überhaupt fehlt und sehr ausgedehnte Schlammflächen vorkommen. Von den speziellen Biozönosen ist die pelorheophile am besten im jugoslawischen, rumänischen und sowjetischen Donausektor vertreten und an einzelnen Plätzen im jugoslawischen Abschnitt auch die psammopelorheophile. In der Kataraktenstrecke der Donau und im bulgarischen Teil gedeiht die lithorheophile Biozönose am besten, besonders jene des *Corophium*-Schlammes. Die schlechtesten Bedingungen für Benthosorganismen in der ganzen Donau hat die psammorheophile Biozönose, die unter dem Einfluß der durch die Strömungsgeschwindigkeit hervorgerufenen Veränderungen am unstabilsten ist.

Die Untersuchungen im Querschnitt des bulgarischen Donauabschnittes erbrachten, daß der Kies mit lithorheophiler Biozönose vornehmlich vor dem rechten Ufer verbreitet ist, der Sand mit psammorheophiler Biozönose in der Mitte und vor dem linken Ufer vorherrscht, der Lehmgrund mit argillorheophiler Biozönose hauptsächlich vor dem eigentlichen linken und rechten Ufer angetroffen wird; der Schlamm mit pelorheophiler Biozönose, soweit diese in der Donau vertreten ist, nimmt vornehmlich den linken Uferstreifen ein. Am reichsten an Benthosorganismen ist der Streifen in 100—200 m Abstand vom Ufer<sup>6)</sup>, gefolgt von der ufernahen Zone; die spärlichste Besiedlung weist in der rechten Flußhälfte jener Streifen auf, der sich 400 bis 500 m vom Ufer entfernt flußabwärts zieht. Die beobachtete Regelmäßigkeit im Wechsel der Grundbeschaffenheit und der zugehörigen Biozönosen in der Flußbreite ist unserer Meinung nach hauptsächlich auf das physikalisch-geographische Gesetz von BAER-BABINET zurückzuführen.

Die Biomasse des Zoobenthos wird empfindlich durch die Veränderungen des Donauwasserspiegels beeinflusst; sie ist im bulgarischen Abschnitt bei niedrigem Wasserstand mehr als dreimal größer als bei mittlerem Wasserstand und mehr als achtmal größer als bei Hochwasser. Dies wird einerseits auf die Verteilung der Benthosfauna im erheblich breiteren Flußbett zurückgeführt, am wahrscheinlichsten jedoch auf das Abtreiben eines Großteils der Organismen bei starker Strömungsgeschwindigkeit. Besonders bemerkenswert sind in dieser Beziehung die Ergebnisse der Untersuchungen der biologischen Drift im sowjetischen Donauabschnitt.

Der orientierende Gesamtüberblick zeigt, daß im allgemeinen die durchschnittliche Biomasse des Zoobenthos im jugoslawischen Abschnitt (1700 mg/m<sup>2</sup> ohne Mollusken) bedeutend kleiner ist als im bulgarischen Abschnitt (3622 mg/m<sup>2</sup> ohne Mollusken). Andererseits ist der westliche Bezirk des bulgarischen Abschnitts wesentlich reicher an Zoobenthos als der östliche, was auf das geringere Gefälle mit der verminderten Strömungsgeschwindigkeit, auf die größere Verbreitung von Kies und Schlamm und verhältnismäßig geringere Ausbreitung des Sandbodens sowie schließlich auch auf die geringere Verschmutzung des Donauwassers zurückzuführen ist. Die sowjetischen Untersuchungen über die Produktivität der Donau ergaben, daß die gesamte Biomasse des Zoobenthos im Kilia-Arm 811,17 t und die Jahres-Produktivität 19 235,08 t beträgt.

Die hier dargelegten Ergebnisse der internationalen Untersuchungen des Donau-Zoobenthos können nur als orientierend betrachtet werden, da die regulären Forschungen seitens des Großteils der Donauländer noch nicht abgeschlossen sind.

---

<sup>6)</sup> Im Vergleich zum Uferstreifen (0—100 m) finden hier die Rheobionten günstigere Entwicklungsbedingungen, da sie den Schwankungen des Wasserspiegels und der Wellenbewegung, die durch vorüberziehende Schiffe verursacht wird, nicht ausgesetzt sind.

## Schrifttum

- AN DER LAN, H. (1962): Zur Turbellarien-Fauna der Donau. — Arch. Hydrobiol. Suppl. Donauforsch., **XXVII**, I, 1, 3—27, Stuttgart.
- (1964): Zwei neue tiergeographisch bedeutsame Turbellarien-Funde in der Donau. — Arch. Hydrobiol. Suppl. Donauforsch., **XXVII**, I, 4, 477—480, Stuttgart.
- ANDRÁSSY, J. (1960): Nematoden aus dem Periphyton der Landungsmolen der Donau zwischen Budapest und Mohács. — Ann. Univ. Scient. Budapest, Sec. Biol., **3**, 3—21.
- ARION, E., ELIAN, L. (1965): Beitrag zum Studium der Fauna und der Ökologie der Gammariden im rumänischen Abschnitt der Donau. — Arch. Hydrobiol. Suppl. Donauforsch., **XXX**, II, 1, 65—79.
- BAČESCU, M. (1937): Prezența Mysidelor în porțiunea oltenească a Dunării. — Rev. științ. „V. Adamachi“, **XXIII**, I, 1—3.
- (1940): Les Mysidaces des eaux Roumaines. — Ann. Ic. Univ. Jassy, **XXVI**, f. 2.
- (1948): Quelques observations sur la faune benthonique du défilé roumain du Danube, son importance zoogéographique et pratique. La description d'une espèce nouvelle de mermithide *Pseudomermis cazanica* n. sp. — Ann. Sci. Jassy **31**, 240—253.
- (1954): Animale străine patrunse recent în bazinul Mării Negre cu speciale referințe asupra prezenței lui *Urnatella gracilis* în Dunăre. — Bul. Inst. Cerc. Pisc. **13**, 61—66.
- BREZEANU, GH., PRUNESCU-ARION, E. (1962): Beiträge zum hydrochemischen und hydrobiologischen Studium des St. Georgarms (Donaudelta). — Rev. biol., **VII**, 1, 158—168.
- BRTEK, J. (1953): Beitrag zur Erkenntnis der Verbreitung einzelner neuer oder weniger bekannten pontokaspischen Tierarten der Tschechoslowakischen Republik in der Donau. — Biologia, **VIII**, 4, 297—309, (tschech, Zus. deutsch).
- BRTEK, J., ROTHSCHHEIN, J. (1964): Ein Beitrag zur Kenntnis der Hydrofauna und des Reinheitszustandes des Tschechoslowakischen Abschnittes der Donau. — Biologické Prace, **X**, 5, 5—60.
- BUȘNITA, TH. (1962): Chemische und biologische Einwirkung der Nebenflüsse im rumänischen Landesbereich auf die Donau. — Arch. Hydrobiol. Suppl. Donauforsch., **XXVII**, I, 1, 119—130.
- BUȘNITA, TH., BREZEANU, GH., PRUNESCU-ARION, E. (1961): Hydrobiologische Untersuchungen der Flüsse Jiu und Olt und ihre Bedeutung für das Leben der Donau. — Rev. Biol., **VI**, No. 3, ARPR, 307—323 (russisch).
- BUȘNITA, TH., ENACEANU, V., BREZEANU, GH. (1961): Einfluß der Gewässer der Dimbowitzta und Argeș auf die Donau. — Rev. Biol., Acad. R. P. R., **6**, No. 2, 199—212 (russisch).
- CARAUSU, S. (1943): Amphypodes de Roumanie. I. Gammaridaes de type Caspien. — Inst. de țărmăritari piscicole al Romanici, Monogr., No. 1.
- CODREANU, R. (1949): Sur un nouveau Triclade oculé de défilé du Danube: *Palaeodendrocoelum romanodanubialis* n. g., n. sp. — Bull. Biol. Fr. et Belg., **LXXXIII**, 3, f. 3, Paris, 284—287.
- (1950): O nouă triclada epigea relictă din defileul Dunării: *Palaeodendrocoelum danubialis*, n. g., n. sp. — Acad. Rep. Popul. Rom. **III**, 16, 1—44.
- CURE, V. (1963): Contribuții la cunoașterea Tendipedidelor (larve) din sectorul românesc al Dunării. — Studii și cerc. de biol. Ser. Biol. animală. Acad. R. P. R., **XV**, No. 2, 247—272.
- CSIKI, E. (1918): Mollusca. — Fauna Regni Hungariae, **II**, 1—44.

- DUDICH, E. (1927): Neue Krebstiere in der Fauna Ungarns. — Arch. Balatonicum, **I**, 343—387 (ungarisch).
- (1947): Die höheren Krebse (Malacostraca) der Mitteldonau. — Fragm. Faunist. Hungar., **X**, 125—132.
- (1948): Die Tierwelt der Donau. — **III**, 166—180.
- DUDICH, E., KOL, E. (1959): Kurzbericht über die Ergebnisse der biologischen Donauforschung in Ungarn bis 1957. — Acta Zool. Hung., **V**, 331—339.
- ENACEANU, V., BREZEANU, GH. (1964): Über benthonische Biozöosen in der Donau, im Sektor Giurgiu-Černavoda. — Hydrobiologia, Bd. 5. Akad. Republ. Pop. Rom., 51—64.
- ELIAN, L., PRUNESCU-ARION, E. (1964): Biocoenotische Untersuchungen im Felsenbereich der unteren Donau (Abschnitt Hirşova). — Arch. Hydrobiol. Suppl. Donauforsch., **XXVII**, **I**, 4, 457—463, Stuttgart.
- ENTZ, B. (1943): Beiträge zur Kenntnis der Morphologie und Biologie des *Corophium curvispinum* G. O. S. forma *devium* Wundsch. — Magy. Biol. Kut. Int. Munk., Tihany, **XV**, 1—41 (ungarisch).
- ENTZ, G. (1909): Die Flußkrebse Ungarns. — Allattani Közlemények, **VIII**, 37—52, 97—110, 149—163 (ungarisch).
- ERTL, M., ERTLOVÁ, E., LÁC, J., VRANOVSKÝ, M. (1961): Literaturübersicht der Hydrofauna des tschechoslowakischen Abschnitts der Donau während der Jahre 1918—1958. — Biologia, Čas. Slov. Akad. Vied, **XVI**, Bratislava.
- ERTLOVÁ, E. (1963): Zur Kenntnis der Zuckmücken (Chironomidae) der Donau. — Biologia, Bratislava, **XVIII**, 8, 612—620.
- GROSSU, A. (1963): Nouvelle contribution à la connaissance des mollusques du cours inférieur du Danube. — Hydrobiologie, **IV**, R. P. Romine, 337—360 (rumänisch).
- HAZAY, G. (1881): Die Mollusken-Fauna von Budapest. — Malakozool. Blätter, N. F., **III—IV**, 1—187.
- HORVATH, G. (1918): Interessante Wasserwanze aus der Donau. — Allattani Közlemények, **XVII**, 73—75 (ungarisch).
- HRABĚ, S. (1941): K poznání dunajských Oligochaet. — Práce moravské přírodovědecké společnosti, **XIII**, f. 12, Brno.
- JAROSCHENKO, M. (1957): Die Hydrofauna des Dnjestr. — Akad. Wiss. SSSR, Filiale Moldau, 1—170 (russisch).
- KARAMAN, C. (1953): Die pontokaspischen Amphipoden der jugoslawischen Fauna. — Acta Musei Maced. Scient. Naturalium, **I**, No. 2, 21—60.
- KESSELYAK, A. (1938): Die Arten der Gattung *Jaera* Leach. — Zool. Jb., Abt. Syst., **LXXI**, 219—252.
- KOTHÉ, P. (im Druck): *Hypania invalida* (Polychaeta, Sedentaria) und *Jaera sarsi* (Isopoda) erstmals in der deutschen Donau. Arch. Hydrobiol. Suppl. Donauf.
- LICHARDOVÁ, E. (1958): Beitrag zur Kenntnis der Eintagsfliegen (Ephemeroptera) der periodischen Lachen auf der Schüttinsel. — Biologia, Čas. Slov. Akad. Vied, **XIII**, 2, Bratislava, 129—133 (tschechisch).
- LIEPOLT, R. (1959): Zwei Jahre Internationale Arbeitsgemeinschaft zur limnologischen Erforschung der Donau. — Österr. Wasserwirtsch., **II**, H. 7/8, 203—216.
- MARKOVSKI, J. (1955): Die wirbellose Fauna der ukrainischen Flußunterläufe, deren Lebensbedingungen und praktische Auswertung. III. Wasserbecken des kilijischen Donaudeltas. — Akad. Wiss. USSR, Kiew, 1—280 (russisch).
- MOTELICA, I. (1958): Contribuții la studiul răspindirii oligochetelor limnocolice in R. P. R. — St. și cerc. de biol. ser. biol. animală, **X**, nr. 4, 353—361.
- MODELL, H. (1924): Die Najaden Ungarns. — Ann. Mus. Nation. Hung., **XXI**, 175—187.

- OLIVARI, G. (1961): Das Benthos des sowjetischen Donauabschnitts. — Arb. Inst. Hydrobiol., No. 36, Kiew, 145—165 (russisch, Zus. engl.).
- OSTROUMOV, A. (1897): Kurzer Bericht über die hydrobiologischen Untersuchungen während des Jahres 1897. — Mitt. Ak. Wiss., **VIII**, 2 (russisch).
- PÉNZES, A. (1942): Die Lebewelt von Budapest. — Budapest, 1—236.
- PONGRÁCZ, S. (1914): Die Neuropteroiden Ungarns. — Rovartani Lapok, **XXI**, 109—155 (ungarisch).
- A denevérszárnyu vagy rajnai kérész (Oligoneuria rhenana Pict.) — Allattani Közlemények, **XXXII**, 184—185 (ungarisch).
- PONYI, E. (1958): Neuere systematische Untersuchungen an den ungarischen Dikero-gammarus-Arten. — Arch. Hydrobiol., **54**, 488—496.
- PLESKOT, G. (1953): Ephemeroptera. — Die Nordostalpen im Spiegel ihrer Landtierwelt. Verlag Wagner, Innsbruck.
- POMEISL, E. (1958): Plecoptera. — Catalogus faunae Austriae, Teil XII 6, Wien, 1—12.
- POPESCU, V. (1960): Contribuții la studiul policheților din Dunărea inferioară. — Comunic. Acad. R. P. R., **X**, No. 10, 847—852.
- (1963): Studiul hidrobiologic al brațului Sulina. — Hidrobiologia, **IV**, 215—257.
- POPESCU, V., BOTEA, F. (1962): Cercetări asupra oligocheților din Dunăre — brațul Sulina. — Rev. biol., No. 2, Acad. R. P. R. (russisch).
- POPESCU, L., MUNTEANU, I. (1962): Contribuții la cunoașterea componenței și repartiției bentosului în Dunăre (Sectorul Ceatal Ismail-Sf. Gheorghe). — Bul. Inst. cerc. și proiect. pisc., **XXI**, 4, 67—79.
- POPESCU, E., PRUNESCU-ARION, E. (1961): Contribuții la studiul faunei bentonice din Dunăre în regiunea cataractelor (km 1042—955). — St. și cerc. de biol. ser. biol. animală. **XIII**, No. 2, 237—256.
- PRUNESCU-ARION, E. (1960): Date asupra răspîndirii și desimii Amphipodelor în regiunea „Defileului Dunării”. — Comunic. Acad. R. P. R. **X**, No. 11, 973—977.
- RAUŠER, J. (1957): Zur Kenntnis der Steinfliegenfauna (Plecoptera) der Donau. — Zool. Listy **6**, 257—282 (tschedisch, Zus. deutsch).
- RICHNOVSZKY, A. (1863): Baja és környékének Mollusca-faunája. — Allattani Közlemények, **L**, 121—127 (ungarisch).
- RUSSEV, B. (1957): Über die Grundbewohner vor dem bulgarischen Ufer der Donau. — „Priroda“, Bulg. Akad. Wiss., **6**, 2 (bulgarisch).
- (1959): Quantitative Verteilung des Donaubenthos vor dem bulgarischen Ufer. — „Ribno stopanstvo“ (Fischereiwirtschaft), **5** (bulgarisch).
- (1959): „Vol de compensation pour la ponte“ de *Palingenia longicauda* Oliv. (Ephem.) contre le courant du Danube. — Compt. rend. Acad. bulg. sci., **12**, No. 2, 165—168 (franz., Zus. russisch).
- (1959): Beitrag zur Erforschung des Makrobenthos der Donau am bulgarischen Ufer. — Compt. rend. Acad. bulg. sci., **12**, No. 4, 345—348 (deutsch, Zus. russisch).
- (1960): Die Bedeutung des Gesetzes von Baer-Babinet zur Klärung der Zoobenthosverteilung in der Donau zwischen dem 375. und 845. km von der Mündung. — Compt. rend. Acad. bulg. sci., **13**, No. 3, 327—330 (deutsch, Zus. russisch).
- (1962): Die Insektenfauna der Donau vor dem bulgarischen Ufer. — Bull. of the test Station of Freshwater Pisciculture — Plovdiv, **1**, 115—128 (bulg., Zus. russisch und deutsch).
- (1963): Die Nahrung des Sterlets (*Acipenser ruthenus* L.) in der Donau vor dem bulgarischen Ufer. — Bull. of the test Stat. of Freshw. Piscic. Plovdiv, **2**, 49—72 (bulgarisch, Zus. russisch u. deutsch).
- (1963): Saprobiologische Bewertung des bulgarischen Sektors der Donau. — Bull.

- de l'Inst. centr. recherche sci. piscic. et de pecherie-Varna, **III**, 245—251 (bulgarisch, Zus. russisch u. deutsch).
- (1963): Anthropogene lithorheophile Biozönose im bulgarischen Donauabschnitt. — *Compt. rend Acad. bulg. sci.*, **16**, No. 5, 545—547 (deutsch, Zus. russisch).
- (1966): Das Zoobenthos der Donau zwischen dem 845. und 375. Flußkilometer. I. Zusammensetzung, Verteilung und Ökologie. — *Bull. de l'Inst. Zool. et Mus. Acad. bulg. sci.*, **XX**, 55—131 (bulgarisch, Zus. russisch u. deutsch).
- Das Zoobenthos der Donau zwischen dem 845. und 375. Flußkilometer. II. Biozönologie und Dynamik. — *Bull. Inst. Zool. et Mus. Acad. bulg. sci.* (im Druck).
- RUSSEV, B., MARINOV, T. (1964): Über die Polychaeten- und Hirudineenfauna im bulgarischen Sektor der Donau. — *Bull. de l'Inst. Zool. et Mus. Acad. bulg. sci.*, **XV**, 191—197 (bulgarisch, Zus. russisch u. deutsch).
- SCHWOERBEL, J. (1956): Über seltene und neue Milben aus dem südlichen Schwarzwald (Hydrachnellae, Acari). — *Arch. Hydrobiol., Suppl.* **XXIV**, Falkau, **III**, 67—85.
- (1957): Wassermilben aus dem Gebiet der oberen Donau (Acari, Hydrachnella). — *Mitt. Bad. Landesver. Naturkunde und Naturschutz N. F.*, **7**, 25—39.
- (1962): Zur Kenntnis der Wassermilbenfauna des südlichen Schwarzwaldes. 6. Beitrag: weitere Arten aus dem hyporheischen Grundwasser und aus Fließgewässern. — *Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz, N. F.* **8**, 251—260.
- (1964): Die Wassermilben (Hydrachnellae und Limnolacariidae) als Indikatoren einer biozönotischen Gliederung von Breg und Brigach sowie der obersten Donau. — *Arch. Hydrobiol. Suppl. Donauforschung*, **XXVII/I**, 4, 386—417.
- SEBESTYÉN, O. (1942): The fresh water sponges of Hungary. — *Fragm. Faunist. Hungar.*, **V**, 91—94.
- SERNOV, K. (1911): Kurzer Bericht über die Expedition zwecks Sammeln von Schwarzmeermaterial vor der bulgarischen und rumänischen Küste. — *Jb. Zool. Mus. Ak. Wiss.*, **XVI** (russisch).
- SHADIN, V. (1940): The Fauna of Rivers and Waterreservoirs (The Problem of Reconstruction of the Fauna of Rivers under the Influence of Hydrotechnical Buildings). — *Trav. Inst. Zool. Acad. Sci. URSS*, **V**, 3—4, Moskwa, 510—992.
- SÓOS, Á. (1963): New leeches (Hirudinea) from the fauna of Hungary. — *Ann. hist. nat. Mus. Nation. Hung.*, **LV**, 285—292.
- (1964): A revision of the Hungarian Fauna of Rhynchobdellid Leeches (Hirudinea). — *Opuscula Zool.*, Budapest, **V**, 107—112.
- SÓOS, L. (1915): A Nagy-Alföld Mollusca-faunájáról (Über die Molluskenfauna der Großen Ungarischen Tiefebene). — *Állattani Közlemények*, **XIV**, 147—174 (ungarisch).
- (1943): Die Molluskenfauna des Karpatenbeckens. — Budapest, **1**—479. (ungar.).
- (1955): Kagylók, Lamellibranchia. — *Magyarország Állatvilága, Fauna Hungariae*, **XIX, I**, 1—32 (ungarisch).
- (1956): Csigák, Gastropoda. — *Magyarország Állatvilága, Fauna Hungariae*, **XIX, 2**, 1—80 (ungarisch).
- SZALAY, L. (1927): Wassermilben aus der Donau. — *Állattani Közlemények*, **XXIV**, 70—76 (ungarisch).
- (1942): Die im Karpatenbecken bisher nachgewiesenen Hydrachnellae. — *Fragm. Faunist. Hungar.*, **V**, 99—118.
- (1964): Viziátkák, Hydracarina. — *Magyarország Állatvilága, Fauna Hungariae*, **XVIII**, 14, 1—387 (ungarisch).
- UJHELYI, S. (1959): Kérészek, Ephemeroptera. — *Magyarország Állatvilága, Fauna Hungariae*, **V**, 5, 1—96 (ungarisch).

- UNGER, E. (1916): Beiträge zur Kenntnis der Fauna und Ökologie der Donau. — *Allattani Közlemények*, **XV**, 262—281 (ungarisch).
- (1917): Neuere Beiträge zur Fauna der Budapester Donaustrecke. — *Allattani Közlemények*, **XVI**, 1—272 (ungarisch).
- (1918): A *Corophium devium* előfordulása a Dunában. — *Allattani Közlemények*, **XVII**, 148—149 (ungarisch).
- WAGNER, J. (1943): Die Pisidien Ungarns. — *Ann. Mus. Nation Hung.*, **XXXVI**, 1—10 (ungarisch).
- WEBER, E. (1964): Süßwasserpolychaeten in der österreichischen Donau. — *Arch. Hydrobiol. Suppl. Donauforsch.*, **XXVII**, **I**, 4, 381—385.
- ZICSI, A. (1963): Die Regenwurmfauna des unteren ungarischen Donau-Ufergebietes (*Danubialia Hungarica*, XXIV). — *Ann. Univ. Sci. Budapest, Sect. Biol.*, **VI**, 227 bis 242.

## Anschritt des Verfassers:

Doz. BORIS RUSSEV, Zoologisches Institut mit Museum, Bulgarische Akademie der Wissenschaften, Boulevard Russki 1. Sofia, Bulgarien.