

Der mikrobiologische Zustand des Kilia-Delta

Im Rahmen des Projektes "Ökologische Risikobewertung von Schwermetallen und organischen Schadstoffen für die Lebensaktivitäten von Wasserorganismen und die Selbstreinigungsprozesse in den Ästuarzonen großer Flüsse, am Beispiel des Kilia-Deltas der Donau" (INTAS 96-1745, <http://www.intas.be>) wurden Untersuchungen zur Wasserqualität (Chemie, Mikrobiologie, Saprobiologie) im Kilia-Arm des Donaudeltas durchgeführt. Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen sind bereits im Heft 4 von Donau aktuell publiziert worden.

Im Sommer 1998 wurden in den Hauptgewässern des Kilia-Deltas (Süßwasserseen, große Süßwasserarme, Becken im Vordeltabereich sowie Außenbuchten und Mündungen von Nebenflüssen, in denen die Salinität großen Schwankungen unterworfen ist) auch mikrobiologische Untersuchungen durchgeführt (siehe Karte).

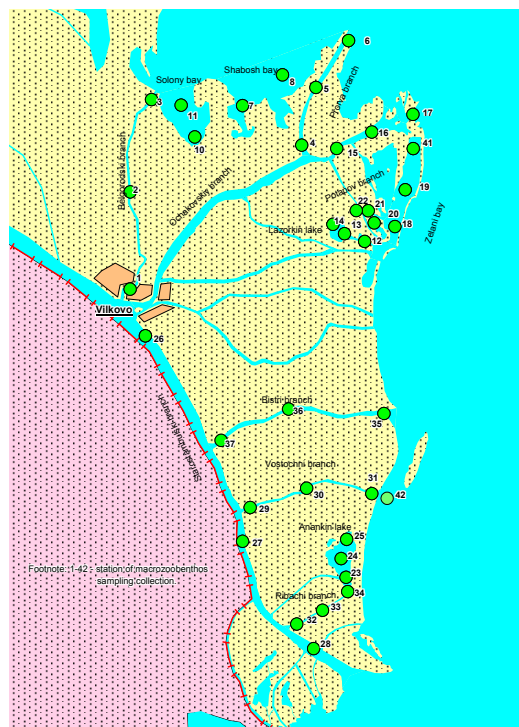
Die dabei erzielten Ergebnisse zeigen, dass das Kilia-Delta eine multifunktionale Ökotonzone mit starker Planktonentwicklung und intensiven mikrobiologischen Prozessen darstellt. Eine Analyse der Bakterienplankton-Daten ermöglichte die Beschreibung einer Reihe charakteristischer Zustände, die in der räumlichen und zeitlichen Entwicklung über viele Jahre unverändert blieben. Quantitativ wurde das Bakterienplankton in der Mündungsregion der Donau und im Kilia-Delta durch die hohen Wasserstände der Zuflüsse im Winter und im Frühjahr sowie durch anthropogene Einflüsse bestimmt. Der Bakteriengehalt des Donauwassers schwankte zwischen 2 und $63 \cdot 10^6$ Zellen/ml. Die Biomassenfracht der Bakterien (Frischgewicht) betrug in Abhängigkeit der Jahreszeit $14 - 103 \cdot 10^3$ Tonnen pro Monat und erreichte das Maximum unter Hochwasserbedingungen. In der Zusammensetzung des Bakterienplanktons dominierte die heterotrophe Mikroflora.

Der Gehalt saprophytischer Bakterien korrelierte mit der Gesamtkeimzahl und schwankte von Jahr zu Jahr zwischen $1,3$ und $11,1 \cdot 10^3$ Zellen/ml. Die Bakterienzahl im nordwestlichen Teil des Schwarzen Meeres wurde durch die Donau stärker als durch andere Flüsse beeinflusst. In der angrenzenden Meeresregion war die Bakterienzahl zehnfach höher als in der offenen See. Auch wurde in der Zone, in der sich Süßwasser und Salzwasser vermischen, die höchste Vielfalt saprophytischer Bakterien beobachtet. Darunter sind folgende Gattungen: *Bacterium*, *Chromobacterium*, *Pseudomonas*, *Mycobacterium*, *Micrococcus* und *Sarcina*.

Microbiological situation of the Kilia delta

The project entitled "Assessment of ecological risk from the heavy metal and organic contamination for vital activity of hydrobionts and self-purification processes in the estuarine zones of big rivers by the example of the Kilia delta of the Danube" (INTAS 96-1745, <http://www.intas.be>) allowed to conduct field studies in the Danube's Kilia arm delta (DKD) with regard to water quality (chemistry, microbiology, saprobiology). Chemical results have been published in Danube News No. 4.

During the expedition in summer 1998 the main groups of water basins from Kilia delta were investigated: large branches with fresh water; basins of the delta forepart – external bays and mouths of tributaries, where salinity regime is most dynamic; internal water basins of the delta – fresh water lakes etc. (see map).



Karte des Kilia-Deltas

Map of the Kilia Delta

Microbiological investigations identify the Kilia delta as a multifunctional ecotone zone with high level of plankton development and intense microbiological processes. Analysis of published data allowed to establish a number of regularities that remain unchanged in the spatial and temporal development of bacterioplankton during many years.

General number of bacterioplankton in the mouth region of the Danube and in Kilia delta is formed under the influence of branch inflows, high water levels in winter and spring, and anthropogenic impacts. Content of bacteria in the Danube water changed in a wide range, from 2 to $63 \cdot 10^6$ cells/ml. Monthly bacterial inflow (fresh weight), depending on the season within the year, constituted $14 - 103 \cdot 10^3$ tons and peaked during high-flood.

In the component structure of bacterioplankton heterotrophic microflora prevails.

The content of saprophytic bacteria correlated with the general number of bacterioplankton and fluctuated from year to year in the range of $1.3 - 11.1 \cdot 10^3$ cells/ml. Danube water influences the number of bacteria in the north-western part of the Black Sea more than the waters from other rivers. In the region of the sea adjacent to the mouth of Danube the number of bacteria is 10 times higher than in the open sea. In a zone of mixture of fresh and salty waters, the highest diversity of saprophytic bacteria was observed. The following genera were identified: *Bacterium*, *Chromobacterium*, *Pseudomonas*, *Mycobacterium*, *Micrococcus* and *Sarcina*.

Die frühen 1990er Jahre waren durch eine starke Entwicklung der saprophytischen Mikroflora charakterisiert. Dies ist ein Beleg für den Einfluss allochtoner Verunreinigungen im unteren Abschnitt der Donau.

Die mikrobiologischen Untersuchungen zeigten, dass die Gesamtkeimzahl und die Biomasse des Bakterienplanktons im Kilia-Delta im Sommer 1998 weiten Schwankungen unterworfen waren ($4,94 - 14,05 \cdot 10^6$ Zellen/ml, $0,72 - 3,03$ mg/l). Sie lagen damit weit über den Zahlen im Hauptstrom ($5,2 - 9,8 \cdot 10^6$ Zellen/ml). In der Nähe des Meeres verringerten sich diese Zahlen durch Sedimentation und abnehmende Zellgröße (Bazillen: $0,09 - 0,23 \mu\text{m}$, Kokken $0,17 - 0,49 \mu\text{m}$ und Sporen $0,28 - 0,62 \mu\text{m}$). Der überwiegende Teil des Bakterienplanktons des Kilia-Deltas bestand aus freilebenden, heterotrophen Bakterien und Mikrokolonien. Der Grad der bakteriellen Aggregation schwankte zwischen 22 und 65 %. Eine hohe Korrelation konnte zwischen dem Grad der bakteriellen Aggregation, der Intensität des Abbaus organischer Substanz und dem Schwebstoffgehalt beobachtet werden. Diese Korrelation weist auf eine hohe Selbstreinigungskraft des Donauwassers hin.

Die festgestellte Saprophytenzahl zeigte, dass die untersuchten Gewässer eine mittlere Verschmutzung aufwiesen. Hier wurden extreme Werte der Gesamtbakterienzahl ermittelt. Nur in der Shabosh-Bucht war die Verschmutzung nach diesem Parameter gering.

Zur Beurteilung der Tendenz und Intensität der ökologischen Prozesse wurde ein neuer Selbstreinigungs-Index angewandt. Dieser wurde als das Verhältnis von Bruttoproduktion (A) zum Abbau (R) der organischen Substanz innerhalb eines Tages definiert. Die Spanne der dabei ermittelten Werte war sehr groß. Die Ergebnisse zeigten hohe Produktions- und Abbauleistungen in einer ungefähr gleichen Anzahl von Fällen: $A > R$ an 19 Messstellen und $R > A$ an 17 Messstellen. In der Mehrzahl der Fälle war jedoch ein hohes Produktionspotential ($A > R$) typisch für die Deltaarme und ein intensiver Abbau ($R > A$) typisch für die Buchten.

Die durchgeführten Untersuchungen zeigten, dass das Bakterienplankton im Kilia-Delta aus freilebenden und aggregierten Bakterien (unter $1,5$ Mikrometer) bestand. Der heterotrophe Anteil dieser Bakteriengemeinschaft bewerkstelligt den eigentlichen Abbau und nimmt dabei Hauptschadstoffe wie chlororganische Pestizide und Schwermetalle auf. Allerdings zeigten Laborexperimente, dass ein Anstieg der Konzentration der o.g. Schadstoffe die Atmungsaktivität und die Anzahl der saprophytischen heterotrophen Bakterien stark reduziert. Deshalb sank auch die Aufnahme der o.g. Schadstoffe in natürlichen Gewässern. Eine hohe Selbstreinigungsleistung, wie die der Donau, schützt das Ökosystem vor anthropogenen Einflüssen und hält die Selbstregulierung aufrecht. In der Folge verringerte sich die Verschmutzung im Delta in Richtung Meer.

Die statistische Analyse der mikrobiologischen Daten und ein neu eingeführter Index für Bakterienentwicklung führen zum Schluss, dass die Struktur des Bakterienplanktons und die mikrobiologischen Prozesse die Hauptcharakteristika des Donau-Ökosystems darstellen. Diese Eigenschaften dienen als Indikatoren für den biologischen Zustand der seenartigen Gewässer und können als empfindliche Wassergüteindikatoren, insbesondere für die Klassifizierung stehender Gewässer, eingesetzt werden.

Irina Bashmakova, Kiew (Projektleiterin)
Dieter Müller, Koblenz (Koordinator)

The early 1990s were characterized by impetuous development of saprophytic microflora. This is an evidence of prevailing influence of processes of allochthonous pollution of the lower reaches of the River Danube.

Mikrobiological investigations carried out within this project have shown that general number and biomass of bacterioplankton in the Kilia delta during summer 1998 fluctuated over a wide range ($4.94 - 14.05 \cdot 10^6$ cells/ml, $0.72 - 3.03$ mg/l). It substantially exceeded the general numbers in the main channel of the river ($5.2 - 9.8 \cdot 10^6$ cells/ml). Approaching the sea, these parameters decrease due to sedimentation and decrease of cell size in the delta's water (Bacillus: $0.09 - 0.23 \mu\text{m}$, Coccus: $0.17 - 0.49 \mu\text{m}$, and Spores: $0.28 - 0.62 \mu\text{m}$). The prevailing part of the bacterioplankton in the Kilia delta is represented by free-living forms of bacteria and also by micro-colonies. The degree of the bacteria aggregation fluctuated between 22 and 65 %. High level of correlation was observed between the degree of bacterial aggregation, intensity of organic matter degradation and content of suspended matter. This correlation indicates a strong self-purification mechanism of the Danube water.

The number of saprophytes indicates that the reservoirs considered in the research are characterized by middle level of pollution. Here, extreme values of the general number of bacteria were observed. Only in the Shabosh bay the contamination according to this parameter was low.

To judge intensity and tendency of the processes in the ecosystems, a self-purification index (A/R) was applied. The latter was defined as the ratio of gross production (A) to degradation (R) of organic matter within a day. The range of the registered values of these parameters was very broad. Investigations have shown high production and degradation capacities with approximately equal number of cases with $A > R$ (19 stations) and $R > A$ (17 stations). In the majority of cases high production potential ($A > R$) was typical of branches, and intensive decomposition ($R > A$) was typical of gulfs.

The performed work demonstrated that the bacterioplankton in the Kilia delta consists of free-living and aggregated bacteria (less than 1.5 microns). The heterotrophic part of these bacterial communities performs the basic decomposition processes in the Delta by using as substratum the main pollutants, such as chlorine-organic pesticides and heavy metals. However, as laboratory experiments showed, the increase in concentration of the above pollutants strongly suppresses the respiration activity and the number of the saprophyte heterotrophic bacteria. Therefore the rate of utilization of the above pollutants in natural waters decreases. An efficient biological self-purification observed in the River Danube protects the ecosystem from anthropogenic influences and maintains its self-regulation. As a result, the level of the water pollution in the Delta decreases as the sea is approached.

Statistical analysis of microbiological data and calculation of a newly introduced index of bacterial development allows to conclude that the structure of the bacterioplankton and microbiological processes are the major characteristics of the River Danube ecosystems. These properties are indicative of the state of biological processes in reservoirs. They could be much wider used as sensitive indicators of the water quality, in particular, to classify water reservoirs.

Irina Bashmakova, Kyiv (project leader)
Dieter Müller, Koblenz (co-ordinator)

Das Makrozoobenthos des Kilia-Deltas

Diese Untersuchungen wurden ebenfalls im Rahmen des Projektes "Ökologische Risikobewertung von Schwermetallen und organischen Schadstoffen für die Lebensaktivitäten von Wasserorganismen und die Selbstreinigungsprozesse in den Ästuarzonen großer Flüsse, am Beispiel des Kilia-Deltas der Donau" (INTAS 96-1745), durchgeführt.

Daten über das Makrozoobenthos der unteren Donau liegen seit mehr als 100 Jahren vor. Unsere Untersuchungen beziehen sich jedoch lediglich auf die Zeit nach 1986. Anhand der hydrologisch-morphologischen Charakteristika der unteren Donau und der physikalisch-chemischen Wasserbeschaffenheit wurden die Gewässer des Kilia-Deltas vier Grundtypen zugeteilt: 1. Hauptstrom der Donau von der Mündung des Prut bis zur Stadt Vilkoovo (km 175 - km 20), 2. Stromarme des Kilia-Deltas unterhalb von Vilkoovo, 3. Seen des inneren Deltas, 4. Gewässer des Vordeltas (siehe Karte).



Karte des ukrainischen Teils der unteren Donau mit Untersuchungsstellen
Map of the Ukrainian part of the Lower Danube with sampling points

Mitte des vorigen Jahrhunderts wurden in den Stromarmen des Kilia-Deltas insgesamt 99 Makrozoobenthosarten festgestellt. In den Süßwasserseen wurden 84 und in den halbgeschlossenen Brackwasserseen sowie Gewässern des Vordeltas 74 Arten gefunden. Unsere Erhebungen erbrachten in den letzten 10 Jahren insgesamt 160 Makrozoobenthos-Taxa. Obwohl in den letzten 50 Jahren keine wesentlichen Änderungen in der Artenzahl festgestellt werden konnten, hat sich die Artenzusammensetzung der Biozönose wesentlich verändert.

Die Analyse der Struktur der benthischen Zoozönose zeigt, dass die Veränderungen in den letzten 50 Jahren vor allem auf die anthropogenen Verunreinigungen der Donau zurückzuführen sind. Ein Rückgang der Zahl der kaspischen und mediterranen Arten, aber auch diejenigen, die hohe Ansprüche an die Wasserqualität stellen, war die Folge. Diese Artenverarmung war mit einem Rückgang der Zahl dominanter Arten und zugleich mit einem Anstieg der Populationsdichte einiger Arten verbunden. Gleichzeitig nahm die Zahl der Arten zu, die gegenüber erhöhter Trophie und Saprobie unempfindlich reagieren.

Die saprobiologische Bewertung der Wasserqualität erfolgte durch Indikator-Organismen des Makrozoobenthos. Der

Makrozoobenthos of the Kilia delta

This work was also carried out in connection with the project "Assessment of ecological risk from the heavy metal and organic contamination for vital activity of hydrobionts and self-purification processes in the estuarine zones of big rivers by the example of the Kilia delta of the Danube" (INTAS 96-1745).

Studies on the macrozoobenthos of the lower Danube last now since more than 100 years. Our investigation covers a period from 1986 to the present. Hydrological-morphological features and physico-chemical indexes of the lower Danube suggest to define four basic water types: 1. main river-channel of the Danube from the mouth of River Prut to the town Vilkoovo (km 175 - km 20), 2. branches of the Kilia delta below the town Vilkoovo, 3. inner delta's lakes, 4. water basins of the forepart of the delta (see map).

In the middle of the previous century 99 species of macrozoobenthos were found in the branches of the Kilia delta; 84 species in fresh water lakes and 74 species in brackish semi-closed lakes and forepart basins. Our samplings covering more than ten years yielded in total 160 macrozoobenthic taxa. No principal changes of the species diversity for elapsed 50 years could be observed; however, their proportion has essentially changed.

The comparative analysis of the structure of macrozoobenthos of the lower Danube during the last 50 years shows that the changes are caused first of all by anthropogenous river pollution. A decrease in species richness was registered for invertebrates of the Caspian and Mediterranean complex, and organisms sensitive to ecology-sanitary criteria. Simultaneously an increase of taxa stable against a high trophity and saprobity was noted. A definite impoverishment of the structure of the benthic community together with a decrease of the quantity of dominant species and a distinct increase of their abundance were noticed.

Saprobilogic evaluation of water quality was based on macrozoobenthos species as indicators. The index of sap-

dabei errechnete Saprobienindex lag zwischen 1,7 und 3,65. Die höchsten Saprobiewerte wurden im Hauptstrom unterhalb der Mündung des Prut und flussabwärts der Städte ermittelt.

Gegenwärtig ergibt die Verteilung der makrozoobenthischen Indikatorarten kein klares Bild über die organischen Schadstoffeinträge. Trotzdem wurde versucht, Gesetzmäßigkeiten in der Verteilung der organischen Verunreinigung in den einzelnen Stromarmen herauszufinden. Eine stärkere Verunreinigung konnte im Belgorodski-Arm, an dem die Stadt Vilkoovo liegt, festgestellt werden. In der Mehrzahl der Fälle war der Saprobienindex an der Mündung der Deltaarme kleiner als an deren Anfang. Die inneren Seen waren durch eine mittlere Verunreinigung gekennzeichnet, die an allen Stellen (außer einer) ähnliche Saprobiewerte aufwies. Im Gegensatz dazu variierten die Saprobiewerte der Gewässer im Vordeltabereich stark. Die niedrigsten Werte wurden in der Mündung des Prorva-Arms und in der Zelani-Bucht festgestellt. Eine Korrelation dieser Werte mit Funden aus den anderen Bereichen war jedoch nicht erkennbar.

Der ukrainische Teil der unteren Donau wird der beta-alpha-mesosaprobien Zone zugeordnet. Schadstoffe gelangen hauptsächlich aus dem Fluss Prut und aus den Städten Reni, Kilia und Vilkoovo in den Hauptstrom. Im Kilia-Delta war das Wasser der inneren Seen am meisten verunreinigt, da aufgrund der verringerten Fließgeschwindigkeit eine verstärkte Sedimentation von Schwebstoffen mitsamt der adsorbierten Schadstoffe stattfindet. Eine hohe Selbstreinigungsfähigkeit konnte sowohl im Hauptstrom als auch in den Gewässern des Kilia-Deltas festgestellt werden.

Die ökologische Bewertung der Wasserqualität nach den ukrainischen Standardmethoden beruht auf der Berechnung eines mittleren Rangparameters zwischen dem Grad der Verunreinigung, der Saprobie und der Trophie des Gewässers. Die mit dieser Methode ermittelten Werte bewegten sich zwischen 2,7 im Potapov-Arm und 4,5 in der Mitte des Lazorkin-Sees. Insgesamt waren die inneren Seen durch eine mittlere Wasserqualität gekennzeichnet. Eine Verbesserung der Wasserqualität konnte im Hauptstrom zwischen der Stadt Vilkoovo und der Mündung ins Meer sowie in den Deltaarmen Ribachi, Vostochni und Potapov festgestellt werden. Der Starostambulski-Arm zeichnete sich auf seiner gesamten Länge durch eine mittlere Belastung aus. Die Wasserqualität in den Meeresbuchten war etwas besser als in den dazugehörigen Deltaarmen.

Ein Vergleich dieser Ergebnisse mit der Wasserqualität der ukrainischen Teils des Donau-Hauptstroms zeigte eine bessere Wasserqualität in den inneren Seen des Deltas. Dieser Befund bestätigte unsere Annahme über das hohe Selbstreinigungspotential des Kilia-Deltas.

Nach der ukrainischen Standardmethode wurde ein beträchtliches ökologisches Risikopotential im Bereich des Kilia-Deltas festgestellt. Dies ist das Hauptergebnis der im Jahre 1998 durchgeführten Untersuchungen; sie ergaben hohe Konzentrationen für Kadmium, Blei, Chrom, Kupfer, Phenol, Nitrit- und Nitrat-Stickstoff, BSB₅, O₂ und pH. Die internationale Klassifikation wies zusätzlich eine hohe Konzentration der chlor-organischen Pestizide aus.

Nach der ukrainischen Methode und der internationalen Klassifikation muss das Kilia-Delta als eine Zone mit einem beträchtlichen und inakzeptablem ökologischen Risikopotential eingestuft werden.

Irina Bashmakova (Projektleiterin), Kiew
Artem Lyashenko (biologische Untersuchungen), Kiew
Dieter Müller (Koordinator), Koblenz

robity was calculated to the range between 1.7 and 3.65. High values of saprobity are registered downstream of towns and also in the mouth of River Prut.

At present, the distribution of macrozoobenthic indicator-species gives no clear picture of inputs of organic pollutants. Nevertheless it was tried to elaborate regularities in distribution of organic pollution in the delta's branches. Increased pollution was indicated for the Belgorodski branch, where the town Vilkoovo is situated. In the majority of cases the level of saprobity at the end of the branches is lower than at their beginnings. Materials concerning internal lakes illustrate a medium level of saprobity, which on all stations (except one) was characterized by low variability. On the contrary, a broad range of values characterises the forepart pollution. Minimum values, registered in the mouth of the Prorva branch and the Zelani bay, do not correlate well with other locations, and further research is needed.

The Ukrainian part of the lower Danube is characterized as a beta-alpha mesosaprobic zone. Pollutants input to the main channel mainly stems from River Prut and from the towns Reni, Kilia and Vilkoovo. In the Kilia delta the most polluted waters are the internal lakes. Here, our investigations showed that, owing to decreasing flow velocities, sedimentation of suspended matter together with adsorbed pollutants is intensified. The obtained materials show high self-purification capacity of both the main channel and Kilia delta's waters.

Ecological evaluation of water quality according to the Ukrainian standard methods is based on the calculation of a mean rank parameter. This parameter determines the water quality category accounting for the degree of pollution, saprobity and trophy. The values of this parameter varied from 2.7 in the Potapov branch to 4.5 in the middle of the Lazorkin Lake. In general, the examined reservoirs were characterized by medium pollution. Moreover, the data allow to state some improvement in the water quality in the section from the town Vilkoovo to the sea. This results mainly from data analysis for branches Ribachi, Vostochni and Potapov. The Starostambulski branch was characterized by medium pollution over the whole stretch. The pollution level in sea gulfs was slightly lower than in the inflow branches.

Comparison of the obtained results with materials concerning the Ukrainian part of the Danube main channel clearly show some improvement in the water quality in the reservoirs of the delta. This confirms our conclusion about the high self-purification potential of the delta.

According to the Ukrainian standard method, substantial ecological risk is obvious in the region of the Kilia delta. This is deduced from the data of the summer expedition of 1998 yielding high concentrations of cadmium, lead, chromium, copper, phenols, nitrite and nitrate nitrogen, BOD₅, O₂ and pH. International classification would emphasize also the pollution with chloride-organic pesticides.

According to the Ukrainian method and the international classification the estuary of the Kilia delta is indicated as zone of substantial and intolerable ecological risk.

Irina Bashmakova (project leader), Kyiv
Artem Lyashenko (biological investigations), Kyiv
Dieter Müller (co-ordinator), Koblenz

Die Rolle der Muscheln bei der Umverteilung von Schwermetallen in aquatischen Ökosystemen

Auch diese Untersuchungen wurden im Rahmen des Projektes "Ökologische Risikobewertung von Schwermetallen und organischen Schadstoffen für die Lebensaktivitäten von Wasserorganismen und die Selbstreinigungsprozesse in den Ästuarien großer Flüsse, am Beispiel des Kilia-Deltas der Donau" (INTAS 96-1745), durchgeführt.

Mit der steigenden anthropogenen Beeinträchtigung unserer Umwelt wuchs auch das Interesse für die Erforschung des Transports und der Transformation von Schwermetallen und Übergangselementen in der Hydrosphäre.

Die Aufenthaltszeit von Schwermetallen in aquatischen Ökosystemen ist eine Funktion verschiedener physikalisch-chemischer Parameter. Beim Transport der Schwermetalle aus dem Wasser in das Sediment spielen auch Wasserorganismen, insbesondere Muscheln, eine große Rolle, in dem sie als aktive Filtrierer in beträchtlichem Maße zur Sedimentation von Schwebstoffen beitragen.

Durch unsere Arbeiten sollte die Rolle der wichtigsten im Benthos und Aufwuchs an verschiedenen Gewässern der südlichen Ukraine vorkommenden Muscheln bei der Umverteilung von Schwermetallen abgeklärt werden. Die Untersuchungen erfolgten am Donau-Sasyk-Kanal, in der Donau bei Vilkovo und im Kilia-Delta an Stellen mit hohen Muschel-populationsdichten (siehe Karte auf Seite 3).

Die Schwermetallkonzentrationen wurden im Wasser, Sediment und in den Schalen der Muscheln (*Dreissena sp.*, *Anodonta sp.* und *Unio sp.*) analysiert.

Die Schwermetallkonzentration im Wasser und in den Sedimentbereichen mit und ohne Muschelkolonien waren im allgemeinen gering. Signifikante Unterschiede in der Schwermetallkonzentration verschiedener Stellen waren nicht erkennbar. Auch konnte keine Korrelation zwischen der Konzentration der Schwermetalle im Wasser und im Sediment festgestellt werden. Die Konzentration der Schwermetalle in Sedimentbereichen mit Molluskenkolonien lag um den Faktor 1,3 (Cd), 1,6 (Fe), 1,8 (Cu), 1,9 (Zn) und 3,3 (Mn) höher als in den Sedimenten ohne Muschelkolonien. Dieser Konzentrationsunterschied ist auf die Filtrieraktivität der Muscheln zurückzuführen.

Die Analyse der Schwermetallkonzentrationen in den Schalen der Muscheln zeigte, dass diese selektiv in der Reihenfolge Fe>Mn>Zn>Cu>Cd absorbiert werden. Einige Individuen der *Unio*- und *Anodonta*-Arten wiesen mehrfach höhere Konzentrationen von Fe und Zn auf als der Durchschnitt. Dies entspricht Literaturangaben über "Superakkumulierer" und ist wahrscheinlich durch die beträchtlichen physiologischen Unterschiede der einzelnen Individuen bedingt.

Ein Vergleich der Schwermetallkonzentrationen im Sediment und in den Muschelschalen zeigte eine Korrelation zwischen der Metallkonzentration der Sedimente mit *Dreissena*-Kolonien und der Muschelschalen. Die Akkumulationskoeffizienten der Schwermetalle zeigten, dass die Konzentration aller Schwermetalle in den Muschelschalen beträchtlich höher war als im Wasser.

Aus der Literatur sind drei grundsätzliche Mechanismen zur Elimination von Schwermetallen aus dem Wasser bekannt: 1. physikalisch-chemische Adsorption, 2. Bildung und Sedimentation schwerlöslicher Metallformen, 3. Akkumulation durch Wasserorganismen. Unsere Untersuchungen zeigten, dass Muscheln an zwei dieser Prozesse beteiligt waren. Die hohe Schwermetallkonzentration in ihren Schalen und ihre

Role of bivalves in the redistribution of heavy metals in aquatic ecosystems

This work was also carried out in connection with the project "Assessment of ecological risk from the heavy metal and organic contamination for vital activity of hydrobionts and self-purification processes in the estuarine zones of big rivers by the example of the Kilia delta of the Danube" (INTAS 96-1745).

With increased anthropogenic impact on the hydrosphere, there has been a rise of interest in the aquatic transportation and transformation of heavy and transitional metals.

The residence time of heavy metals in aquatic ecosystems is a function of several physico-chemical factors. During the transport of heavy metals from water into bottom sediments also hydrobionts play a considerable role, especially bivalves, which are active filter-feeders and sedimentators.

We attempted to evaluate the role of bivalves, which are predominant in the benthos and periphyton in various water bodies in the southern Ukraine, in self-purification of water via redistribution of heavy metals. The investigation was performed on Danube-Sasyk Canal, stations near the town Vilkovo and within the Kilia delta, where these invertebrates are more abundant (see map, page 3).

The concentration of heavy metals was studied in the water, bottom sediments, and the shells of bivalves (*Dreissena sp.*, *Anodonta sp.*, and *Unio sp.*).

The amounts of heavy metals in the water and in bottom sediments in the regions with mollusk colonies and in areas of open bottom were not high and showed no clear trends. The data analysis indicates no significant difference in the degree of pollution of the different stations. Further, there was no relationship between the concentration of heavy metals in the water and in the bottom sediments. But the mean concentrations of all metals determined in the bottom sediments from beneath colonies of mollusks were higher than those in areas of open bottom by factors of 1.3, 1.6, 1.8, 1.9, and 3.3 for Cd, Fe, Cu, Zn and Mn, respectively. This apparently was the result of the biological activity of the mollusks.

Analysis of the concentrations of heavy metals in the shells of the bivalves indicated that the metals were selectively absorbed in the sequence Fe>Mn>Zn>Cu>Cd. A few individuals of the genera *Unio* and *Anodonta* had concentrations of certain elements (e.g., Fe and Zn) several times higher than the mean. This is in agreement with reports about such "superaccumulators" in mussel populations, and most probably results from considerable physiological differences in individual characteristics.

A comparison of the concentrations of heavy metals in the bottom sediments and mollusk shells indicates that there is a certain relationship between the concentrations of metals in bottom sediments beneath *Dreissena* populations and in their shells. The accumulation coefficients of heavy metals indicate that the concentrations of all heavy metals are considerably higher in the shells of the mollusks than in the water.

Three principal mechanisms of the removal of metals from water are described in the literature: 1. physicochemical adsorption, 2. formation and subsequent sedimentation of weakly soluble forms of metals, 3. accumulation by hydrobionts. Our results indicate that mollusks are actively involved in two of these processes. The high concentration of heavy metals in their shells and their considerable biomass per

beträchtliche Biomasse pro Flächeneinheit wies ihre wichtige Rolle als Bioakkumulatoren aus. Als aktive Filtrierer tragen sie beträchtlich zur Sedimentation von Schwebstoffteilchen als Agglutinate zusammen mit den adsorbierten schwerlöslichen Schwermetallen bei. Durch die von den Muscheln ausgelöste Biosedimentation ist die Konzentration von Schwermetallen in Sedimenten mit Muschelkolonien 1,4 bis 3 mal höher als in den muschelfreien Gebieten. Durch den Transfer von Schwermetallen aus dem Wasser in das Sediment beeinflussen die Muscheln die Wasserqualität ganz wesentlich.

Irina Bashmakova (Projektleiterin), Kiew
Taras A. Kchartchenko, (biol. Untersuchungen), Kiew,
Dieter Müller, (Koordinator), Koblenz

Donau-Management auf dem Prüfstand

Die Internationale Arbeitsgemeinschaft Donauforschung (IAD), Zinke Environment Consulting for Central & Eastern Europe und Fluvius Floodplain Ecology & Management organisierten vom 23.-30. November 2002 in Wien einen Studienaufenthalt einer Expertengruppe des Umweltprogramms im Dnjepr-Einzugsgebiet (Russland, Weißrussland, Ukraine).

Der Dnjepr ist durch Industrie- und Siedlungsabwässer stark verschmutzt und im Unterlauf durch übermäßige Wasserab-leitung zur landwirtschaftlichen Bewässerung stark beeinträchtigt. Zudem sind die Flusssedimente bei Tschernobyl durch giftige Schwermetalle stark kontaminiert.

Die Dnjepr-Delegation lernte bei Feldexkursionen und beim Besuch von Universitäten, Regierungs- und Nichtregierungsorganisationen wie Gewässerschutz im Donauraum betrieben wird. Solch ein internationaler wissenschaftlicher und praxisnaher Austausch ist nötig, um die an der Donau erfolgreich angewandten Strategien auch beim Dnjepr einzusetzen, um dessen alarmierenden ökologischen Zustand nachhaltig zu verbessern.

Jürg Bloesch, Dübendorf

Kurz-Infos

66. Vorstandssitzung der IAD und 3. Workshop der IAD-Fachgruppenleiter vom 22. bis 25. April 2003 in Bratislava
Infos: iad@breiling.org

Die **35. Konferenz der IAD** findet vom 25. bis 30. August 2003 in Novi Sad/YU statt.

Hauptthema: Wissenschaftliche Konzepte zur Umsetzung eines nachhaltigen grenzüberschreitenden Einzugsgebiets-Managements.

Wissenschaftliche Themen: 1. Ökologische und hydrologische Modellierung, 2. Ökologische Mikrobiologie/Genetik als Frühwarnsystem, 3. Aqua-Kulturen und Bewässerungen, 4. Fernerkundung, GIS und multimediale Anwendung, 5. Sozio-ökonomische Aspekte, Harmonisierung gesetzlicher Grundlagen und der Verwaltung in der Wasserwirtschaft.
Infos: matavuly@unsim.ns.ac.yu

Anschrift / Address:

Internationale Arbeitsgemeinschaft Donauforschung (IAD)
Schiffmühlenstrasse 120
A-1220 Wien
Tel./Fax: 0043-1/2632710
E-mail: iad@breiling.org
IAD-Homepage: <http://www.iad.gs>

unit bottom area indicate their role as bioaccumulators. In addition, as active biofiltering organisms, the mollusks play a considerable role in sedimentation of suspended particles as agglutinates, together with weakly soluble forms of metals adsorbed. As a result of the biosedimentation induced by bivalves, the concentration of heavy metals in bottom sediments beneath mollusk populations is 1.4 to 3.0 times higher than in other areas. So, by redistributing heavy metals from water into bottom sediments, bivalves have considerable influence on water quality.

Irina Bashmakova (project leader), Kyiv
Taras A. Kchartchenko (biol. Investigations), Kyiv
Dieter Müller (co-ordinator), Koblenz

Danube-Management in test

The International Association for Danube Research (IAD), Zinke Environment Consulting for Central & Eastern Europe and Fluvius Floodplain Ecology & Management organised from 23 to 30 November 2002 in Vienna a study tour of an expert group of the Environmental Programme in the Dnjepr River Basin (Russia, Belarus, Ukraine).

The Dnjepr River is heavily polluted by industrial and domestic waste water and severely impacted by excessive water abstraction for irrigation of agricultural land in its lower part. In addition, the river sediments are strongly contaminated near Tschernobyl by toxic heavy metals.

During field excursions and visits of universities, governmental and non-governmental organisations, the Dnjepr-delegation learned how water protection in the Danube River Basin is performed.

Such international scientific and practical exchange is necessary in order to adopt and implement the strategies successfully applied in the Danube River also in the Dnjepr River, as its alarming ecological state seeks for sustainable improvement.

Jürg Bloesch, Dübendorf

In brief

66th Meeting of the IAD country representatives and 3th Workshop of IAD-Expert Group Leaders, April 22-25, 2003, Bratislava. *Contact: iad@breiling.org*

The **35th IAD conference** will be held from 25 to 30 August 2003 at Novi Sad/YU.

General topic: Scientific concepts and implementation of sustainable transboundary river basin management.

Scientific topics: 1. Ecological and hydrological modeling, 2. Ecological microbiology/genetics as early warning system, 3. Aqua-culture and irrigation scheme, 4. Remote Sensing, GIS and Multimedia applications, 5. Socio-economic aspects and harmonisation of legislative and administration in water management.

Contact: matavuly@unsim.ns.ac.yu

Herausgeber / Editor:

Prof. Dr. Thomas Tittizer
Mozartstrasse 7
D-56154 Boppard
Tel./Fax: 0049-(0)6742-897793
E-mail: thomas@tittizer
Homepage: <http://www.thomas.tittizer.de>