

# **Struktur und Dynamik der pelagischen, benthischen und aggregatassoziierten Biozöosen, ihrer Wechselwirkungen und Stoffflüsse**

BMBF-Projekt 0339606

**Abschlussbericht**

**Elbe-Ökologie**

**01.12.1998 – 30.06.2002**



Universität Hamburg



seit 1558

Hrsg.: **Heike Zimmermann-Timm**

**2004**



# **Struktur und Dynamik der pelagischen, benthischen und aggregatassoziierten Biozönosen, ihrer Wechselwirkungen und Stoffflüsse**

BMBF-Projekt 0339606

## **Abschlussbericht**

### **Elbe-Ökologie**

**01.12.1998 – 30.06.2002**

Herausgeberin: PD Dr. Heike Zimmermann-Timm

MitarbeiterInnen: Dipl.- Biol. Henry Holst<sup>1)</sup>  
Dipl.-Biol. Sandra Kröwer<sup>2)</sup>  
Dipl.-Biol. Ute Wörner<sup>1)</sup>  
PD Dr. Heike Zimmermann-Timm<sup>1), 2), 3)</sup>

<sup>1)</sup> Institut für Hydrobiologie  
und Fischereiwissenschaft,  
Hydrobiologische Abteilung,  
Universität Hamburg,  
Zeiseweg 9  
D-22765 Hamburg

<sup>2)</sup> Institut für Ökologie,  
AG Limnologie,  
Friedrich-Schiller-Universität  
Jena,  
Carl-Zeiss-Promenade 10,  
D-07745 Jena

<sup>3)</sup> Derzeitige Postanschrift:  
Potsdam-Institut für  
Klimafolgenforschung e.V.,  
Telegrafenberg A31,  
D-14412 Potsdam

**Projektleitung:**

**Prof. Dr. Hartmut Kausch**  
(Universität Hamburg)

**PD Dr. Heike Zimmermann-Timm**  
(Friedrich-Schiller-Universität Jena  
seit November 2002: Potsdam-Institut für  
Klimafolgenforschung)

**Koordination:**

**PD Dr. Heike Zimmermann-Timm**  
(Friedrich-Schiller-Universität Jena,  
seit November 2002 Potsdam-Institut für  
Klimafolgenforschung)

**ProjektmitarbeiterInnen:** **Dipl.- Biol. Henry Holst**  
(Universität Hamburg)

**Dipl.-Biol. Sandra Kröwer**  
(Friedrich-Schiller-Universität Jena)

**Dipl.- Biol Ute Wörner**  
(Universität Hamburg)

Neben den ProjektmitarbeiterInnen und AutorInnen haben folgende Personen dankenswert zum Projekt beigetragen:

Prof. Dr. Hartmut Arndt (Universität zu Köln), Linda Beyer (Berlin), Dipl.-Biol. Solveig Bühring (Universität Hamburg), Vigo Christophersen (Universität Hamburg), Dr. Gerhard Daut (Friedrich-Schiller-Universität Jena), Dr. Christof Engelhardt (IGB, Berlin), Dr. Helmut Fischer (IGB, Berlin), Prof. Dr. Wilhelm Foissner (Universität Salzburg), Dr. Leopold Füreder (Universität Innsbruck, Österreich), Dr. Hans-Peter Grossart (ICBM; Oldenburg), Volkmar Haus (Friedrich-Schiller-Universität Jena), Dipl.-Biol. Anja Jacobi (Universität Hamburg), Dipl.-Biol. Antje Kakuschke (Universität Hamburg), Dr. Hans-Peter Kozerski (IGB, Berlin), Dr. Lothar Krienitz (IGB, Berlin), Petra Kürbs (Universität Hamburg), Dipl.-Biol. Thea Linke (Universität Hamburg), Dipl.-Biol. Mirko Lunau (Universität Oldenburg), Hubert Müller (Friedrich-Schiller-Universität Jena), Peter Öhrlich (Universität Hamburg), Melanie Overbeck (Universität Hamburg), Dipl.-Biol. Elisabeth Pohlen (Friedrich-Schiller-Universität Jena), Dipl.-Biol. Andreas Plank (Friedrich-Schiller-Universität Jena), Dipl.-Biol. Ute Risse-Buhl (Friedrich-Schiller-Universität Jena), Ursula Schäfer (Friedrich-Schiller-Universität Jena), Dr. Anja Scherwass (Universität zu Köln), Dipl.-Biol. Stefan Schubert (Friedrich-Schiller-Universität Jena), Dipl.-Biol. Daniela Schubotz (Friedrich-Schiller-Universität Jena), Dr. Bettina Sonntag (Universität Innsbruck) Herr Stefan (Friedrich-Schiller-Universität Jena), Cindy Tefs (Friedrich-Schiller-Universität Jena), Dipl.-Biol. Jörg Weiss (Friedrich-Schiller-Universität Jena).

Zu nennen ist auch die Hilfe der Wasser und Schifffahrtsämter Lauenburg (Herr Wolter), Magdeburg (Herr Knuth, Herr Wenig) und Dresden (Herr Barkowski, Herr Corte, Herr Grundmann, Herr Mende) und die ARGE Elbe in Hamburg (Herr Bergemann).

Das Rotationsgefäß sowie ein Wasserschöpfer wurden aus Geldern der Titelgruppe 71 "Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses" der Friedrich-Schiller-Universität Jena für PD Dr. Heike Zimmermann-Timm gebaut.

# Inhalt

1. Einleitung
2. Ergebnisse
  - 2.1 Plankton
  - 2.2 Aggregate
  - 2.3 Benthos
  - 2.4 Bioindikation
  - 2.5 Nahrungsbeziehungen
3. Bedeutung der erzielten Forschungsergebnisse
4. Einreichen der Vorhabensziele
5. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse und andere Ereignisse, die Einfluß auf das Vorhaben hatten
6. Ergebnisse, die inzwischen von dritter Seite bekannt geworden sind und für die Durchführung des Vorhabens relevant waren
7. Erfindungen, Schutzrechtanmeldungen etc.
8. Mittelverbrauch und Einhaltung des Zeitplans
9. Veröffentlichungen
10. Zitierte Literatur
11. Anhang



## 1. Allgemeine Einleitung

Die Fließgewässer zeichnen sich gegenüber Seen durch eine große Uferentwicklung, kurze Verweilzeit des Wassers und ständige Mixis aus. Dies wirkt sich in erster Linie auf ihren Stoffhaushalt aus, betrifft aber auch unmittelbar die Besiedlung des Freiwassers und der Sedimente.

Das Pelagial größerer Flüsse, ab 5. Ordnung, kann ein sehr artenreiches Plankton beinhalten, das sich in seiner Zusammensetzung und Menge im Flussverlauf verändert. Nach Schwoerbel (1994) wurde die zeitliche und räumliche Verteilung des Pico-, Nano- und Mikroplanktons in großen Fließgewässern bisher nicht oder nur sporadisch untersucht. Diese 1994 getätigte Aussage verliert tatsächlich erst Ende des 20. Jahrhunderts ihre Gültigkeit.

Für das Plankton der Elbe, d.h. Phyto- und Zooplankton (Amöben, Ciliaten, Flagellaten, Rotatorien und Crustaceen), konnten wir zu unterschiedlichen Situationen über 537 Stromkilometer qualitative und quantitative Unterschiede im Längsverlauf vorführen. Zusätzlich wurde eine Elbe-Bereisung von der Elbe-Quelle bis zur Mündung in die Nordsee durchgeführt. Nicht nur Hauptstrom und angrenzende Bühnenfelder, sondern auch Altarme, Zuflüsse und angrenzende Tümpel fanden bei unseren Untersuchungen Beachtung. → **Kapitel 2.1**

Die Tatsache, dass bei unseren Arbeiten zwischen im Freiwasser suspendierten und an Aggregate assoziierten Organismen unterschieden wurde, stellt weltweit eine Besonderheit dar. Vergleichbare Datensätze lagen bisher nur für den marinen Lebensraum, Ästuar und Seen vor. → **Kapitel 2.2**

Die tierische Besiedlung der Stromsohle großer Fließgewässer ist von der Korngrößenverteilung der Sedimente und somit den Stauhaltungen in den Flüssen und den chemischen Belastungen der Gewässer beeinflusst, aber auch von biogeographischen Gegebenheiten abhängig (Kinzelbach 1990, Schwoerbel 1999). Ähnlich wie beim Plankton wurden innerhalb dieses Projektes erstmalig Untersuchungen zur qualitativen und quantitativen

Verteilung des Mikrozoobenthos am Beispiel der Ciliaten im Längsschnitt und zu unterschiedlichen Situationen durchgeführt. → **Kapitel 2.3**

Qualitative und Quantitative Untersuchungen an Plankton, Benthos und Aggregaten ermöglichten Aussagen zur Bioindikation am Beispiel des Fließgewässers Elbe. → **Kapitel 2.4**

Erstmalig liegt außerdem eine Analyse der Stoffflüsse zwischen den einzelnen trophischen Ebenen unter lenitischen und lotischen Bedingungen vor. → **Kapitel 2.5**

## 2. Projektergebnisse im Überblick

Innerhalb der folgenden Unterkapitel werden die für das Projekt relevanten Ergebnisse zusammenfassend dargestellt. Für Details wird auf Veröffentlichungen und Manuskripte im Anhang, Diplomarbeiten sowie vorhergegangene Zwischenberichte verwiesen.

### 2.1 Plankton

Das Freiwasser der größeren Flüsse ab 5. Ordnung kann ein sehr artenreiches Plankton transportieren, jedoch handelt es sich immer um Arten, die auch in anderen stehenden Gewässern verbreitet sind. Somit gibt es kein arteigenes Potamoplankton. Die Zusammensetzung und Menge des Potamoplanktons hängt von vielen Faktoren ab, die auch in stehenden Gewässern eine Rolle spielen, aber in turbulenten Fließgewässern vielfach quantitativ anders wirksam sind.

Offenbar aus hydraulischen Gründen verschwinden flussabwärts die großen Zooplankter, während kleinere Plankter, v.a. Rotatorien und Protozoen, dominieren. Die Vermehrung des Planktons im Fluss ist begrenzt durch die kurze Verweilzeit des Wassers.



Untersuchungen zum Chlorophyll *a*- Gehalt ergaben einen Anstieg im **Chlorophyll *a*** stromabwärts ( $30 - 180 \mu\text{g l}^{-1}$ ). Maximale Werte wurden in den Sommermonaten gemessen. Nährstoffkonzentrationen, Grazer, Licht, Temperatur und Trübung sind in den Längsprofilen von entscheidendem Einfluß.

Die Gesamtabundanzen der **planktischen Bakterien** zeigen, dass stromabwärts eine Zunahme der Bakterien von  $3 * 10^6 - 17 * 10^6$  Bakterien  $\text{ml}^{-1}$ ) zu verzeichnen ist. Besonders ausgeprägt ist diese Veränderung während der Sommersituation.

Für die **heterotrophen Flagellaten** werden Werte bis zu  $2 * 10^3 \text{ ml}^{-1}$  gefunden. Eindeutige Tendenzen im longitudinalen Verlauf sind für diese Gruppe nicht nachweisbar. Jahreszeitliche Beobachtungen zeigen deutliche Abundanzmaxima während der Sommermonate.

7-175 **Ciliaten**  $\text{ml}^{-1}$  wurden in der Elbe bei Havelberg quantifiziert. Hohe Abundanzen werden im Frühjahr gefunden, maximale Werte dagegen werden im Sommer erreicht.

Auch bezüglich der **Rotatorien** lässt sich eine Zunahme der Abundanz stromabwärts verzeichnen. Im Spätsommer konnten sogar bis zu 15000 Rotatorien  $\text{l}^{-1}$  im Wehr Geesthacht nachgewiesen werden, vergleichbar hohe Abundanzen wurden in der Literatur bisher nicht beschrieben. Bemerkenswert ist die Dominanz beutegreifender Rotatorienarten. *Trichocerca pusilla* scheint eine sehr gut an die Fließgewässerbedingungen angepasste Rotatorienart zu sein, da sie im Flussverlauf eine große longitudinale Stabilität aufweist.

Die signifikanten **Crustaceen**abundanzen beschränken sich auf den Stromabschnitt zwischen Magdeburg (km 325) und Geesthacht (km 583) und nehmen stromabwärts zu ( $3 - 32$  Individuen  $\text{l}^{-1}$ ). Die relativ geringen

Abundanzen sind, wie Freilandbeobachtungen und Experimente zeigen, in Turbulenz und Trübung begründet. Ihre Zusammensetzung ergibt sich aus dem Sediment, dem Litoral sowie angrenzenden Nebengewässern.

Für alle Planktonkomponenten ist stromabwärts, bedingt durch die längere Verweilzeit des Wasserkörpers, eine Abundanzzunahme zu beobachten.

Die Saisonalität mit Veränderungen in Temperatur und Licht scheinen bedeutsam.

Ein quantitativ erheblicher Eintrag von Plankton in die Mittelelbe aus den Staustufen auf tschechischem Gebiet konnte nicht nachgewiesen werden. Kleinräumige Auswirkungen der Staustufenbesiedlung auf den jeweiligen Unterlauf sind allerdings durchaus festzustellen.

Der Anbindungsgrad an den Hauptstrom, Wasserführung und Morphologie des Nebengewässer sind dafür verantwortlich, ob sie sich als Inocula für das Potamoplankton eignen. An der Elbe erwiesen sich die Einträge aus den Zuflüssen Schwarze Elster, Mulde, Saale und Ohre für die Bakterien, Protozoen, Rotatorien und Crustaceen als vernachlässigbar gering. Die temporären Tümpel entlang der Mittelelbe zeichnen sich hinsichtlich der Rotatorien und Crustaceen durch Artenarmut und hohe Abundanzen aus. Ihre Bedeutung für die permanente Besiedlung des Hauptstromes ist gering.

Am Beispiel der Rotatorien konnte keine signifikanten Unterschiede zwischen den Abundanzen von Organismen der Bühnenfelder und dem Hauptstrom festgestellt werden.

Entgegen der von Schwoerbel (1999) und Gosselain *et al.* (1994) vertretenen Meinung kann das Grazing des Zooplanktons durchaus eine massgebliche Verringerung der Biomasse anderer Fließgewässerplankter (z.B. Phytoplankton) bedingen. In diesem Zusammenhang sollte auch das Kapitel 2.5 Beachtung finden.

*Henry Holst, Heike Zimmermann-Timm & Hartmut Kausch (2002): Longitudinal and transversal distribution of planktonic organisms in the potamal of the river Elbe (Germany) during late summer.- International Review of Hydrobiology 87, 2-3: 267-280.*

Henry Holst, Mirko Lunau, Heike Zimmermann-Timm & Hartmut Kausch (in Vorbereitung): Longitudinal dynamics of Zooplankton in a large lowland river, the Elbe.- J. Plankton Res.

Jacobi, Anja (2002): Untersuchungen an Phyto- und Zooplankton auf mögliche Schädigungen durch die Wehrpassage am Geesthachter Stau.- Diplomarbeit Universität Hamburg.

Mirko Lunau (2001): Untersuchungen zur räumlichen Verteilung und zum Nahrungsspektrum der pelagischen Crustaceen in der Mittel-elbe.- Diplomarbeit Universität Hamburg.

Ute Risse (2003): Pelagische Ciliaten in der Elbe – Welche Rolle spielt die Turbulenz?.- Diplomarbeit Friedrich-Schiller-Universität Jena.

Ute Risse & Heike Zimmermann-Timm (2003): Turbulenz und Stauung – Einfluß von Querverbauungen auf die Ciliatenverteilung im Rhithral der Elbe.- Erweiterte Zusammenfassung der Deutschen Gesellschaft für Limnologie (DGL) – Tagungsbericht 2002: 449-454.

Ute Risse-Buhl & Heike Zimmermann-Timm (in Vorbereitung): The importance of water retention for pelagic ciliates in the longitudinal profile of the River Elbe.- Freshwater Biology

Cindy Tefs (2003): Untersuchungen zur Bedeutung von Sedimentation und Resuspension für das Phytoplankton der Elbe.- Diplomarbeit Friedrich-Schiller-Universität Jena.

Cindy Tefs & Heike Zimmermann-Timm (2003): Algen der Elbe in ungeahnten Tiefen – Vergleichende Untersuchungen zur Verteilung der Algen im Längsverlauf und im Sediment der Elbe.- Erweiterte Zusammenfassung der Deutschen Gesellschaft für Limnologie (DGL) – Tagungsbericht 2002: 439-442.

## 2.2. Aggregate

Der Zusammenschluß von lebenden und toten organischen Materialien zu Aggregaten, d.h. Gebilden unterschiedlicher Form und Größe, wurde für Fließgewässer bisher nicht mit vergleichbarem Aufwand untersucht. Daher war für Untersuchungen zur Aggregatzusammensetzung, -abundanz, -größe und -besiedlung auch die Etablierung neuer Probenahmemethoden erforderlich.

Elbeaggregate bestehen vorwiegend aus Detritus, mineralischen Partikeln und Algen, die durch Mucopolysaccharide zusammengehalten werden.

Es zeigte sich, dass in Fließgewässern relativ kleine Aggregate dominieren, die hohe Abundanzen erreichen. So wurden in der Elbe Aggregatgrößen <

50  $\mu\text{m}$  und  $\geq 50 \mu\text{m}$  unterschieden. Die maximal beschriebene Aggregatgröße lag mit 1000  $\mu\text{m}$  im Staubereich bei Geesthacht. Grundsätzlich dominierten die kleinen Aggregatgrößen ( $> 50 \mu\text{m}$ ) in Bereichen großer Turbulenz bzw. zu Zeiten hoher Wasserführung.

Im Längsprofil der Elbe wurden 320-1200 Aggregate  $\text{ml}^{-1}$  festgestellt, wobei die geringste Abundanz flussaufwärts festgestellt wurde.

Bakterien, Flagellaten, Ciliaten und zeitweise auch mehrzellige Organismen sind obligat oder fakultativ an die Aggregate assoziiert. Der Anteil aggregatassoziierteter Bakterien schwankte zwischen 2 – 20 % und bei den Ciliaten zwischen 17 – 73 %, zu nennen sind bei den Ciliaten vor allem Hymenostomata und Oligotrichia. Ein großer Anteil aggregatassoziierteter Organismen war im mittleren Bereich der Elbe festzustellen. Vor allem dort, wo Mulde und Saale in die Elbe gelangen sind viele der Flagellaten an Aggregate assoziiert. Häufig wurden in den Wintermonaten große Mengen an Organismen auf den Aggregaten gefunden.

Anzahl und vor allem auch die Größe der Aggregate waren für deren Besiedlung entscheidend.

*Helle Ploug, Heike Zimmermann-Timm & Bernd Schweizer (2002): Microbial communities and respiration rates on micro-aggregates: Their quantitative significance on carbon turnover in the Elbe estuary.- Germany Aquat. Microb. Ecol. 27: 241-248.*

*Falko Wagner, Heike Zimmermann-Timm & Wilfried Schönborn (2003): The Bottom Sampler – a new technique for sampling bed sediments in streams and lakes.- Hydrobiologia 505: 73-76.*

*Ute Wörner, Heike Zimmermann-Timm & Hartmut Kausch (2002): Aggregate-Associated Bacteria and Heterotrophic Flagellates in the River Elbe – Their Relative Significance along the Longitudinal Profile from km 46 to km 583. Internat. Rev. Hydrobiol. 87, 2-3: 255-266.*

*Heike Zimmermann-Timm (1999): Tripton.- In: von Tümpling, W. & G. Friedrich (eds): Methoden der biologischen Gewässeruntersuchung.- Gustav Fischer Verlag, 26-34.*

*Heike Zimmermann-Timm (2002): Characteristics, Dynamics and Importance of Aggregates in rivers – An Invited Review.- Internat. Rev. Hydrobiol. 87, 2-3: 197-240.*

*Heike Zimmermann-Timm, Marcus Hoberg, Stefan Müller & Henry Holst (2002): The influence of channel topography on estuarine aggregates: seasonal changes in occurrence, characteristics and colonization in the Elbe Estuary.- Arch Hydrobiol./Large Rivers.- Arch. Hydrobiol. Suppl. 141/3-4: 263-283.*

## 2.3 Benthos

Untersuchungen zum Mikrozoobenthos der Fließgewässer sind rar und wurden bisher nur sporadisch durchgeführt. Um die Mikrobiozönose qualitativ und quantitativ zu erfassen war die Etablierung einer eigenen Probenahmemethode notwendig.

Die vorliegenden Untersuchungen zeigten erstmalig die Abhängigkeit der Ciliaten des Benthals im Längsverlauf der Mittelelbe zu mehreren abiotischen Parametern. Zum einen ist dies die stromabwärts abnehmende Strömungsgeschwindigkeit und Turbulenz, die ein Aussedimentieren schwerer Materialien in den oberen Bereichen der Mittelelbe bewirkt, während die feinen Sedimente flußabwärts transportiert werden. Daraus entsteht ein Gradient entlang der Mittelelbe, der sich in den oberen Bereichen durch steinig/kiesige, über kiesig/sandige bis hin zu sandig/muddigen Sedimenten ausdrückt. Diese Veränderung der Sedimentqualität (Korngrößen, Sortierungsgrad, Sauerstoffgehalt und organischer Gehalt) beeinflußt in entscheidendem Maße die räumliche Verteilung der benthischen Organismen. Positiv zu den Korngrößen ist die Größe der Ciliaten korreliert, d.h. mit den stromabwärts abnehmenden Korngrößen nimmt auch die Größe der Ciliaten im Längsverlauf der Elbe ab. Während der Anteil der Ciliaten über 80 µm in Coswig bei 60 % liegt, beträgt er in Havelberg unter 20 %. In Geesthacht treten lediglich Ciliaten bis zu einer Größe von 50 µm auf. Der

Anteil der Ciliaten über 100 µm ist generell im Sediment sehr gering. Bei den wenigen Individuen über 100 µm handelt es sich ausschließlich um stark kontraktile Arten, die sich durch die engen Porenräume hindurchwinden können.

Einen weiteren Einfluß auf die Ciliatenlebensgemeinschaften scheint der organische Gehalt auszuüben. Die Entwicklung des organischen Gehaltes an den Beprobungsstellen Dresden, Coswig, Magdeburg und Havelberg im Längsverlauf der Mittelelbe scheint negativ mit den Abundanzen der Ciliaten der jeweiligen Tiefen zu korrelieren.

Die Gesamtabundanzen der Ciliaten im Hauptstrom der Elbe liegen zwischen 60 und  $> 550 \text{ Ind. cm}^{-3}$ .

Die Anzahl unterschiedlicher Arten pro Stelle schwankt zwischen 5 und 40. Geesthacht weist im Gegensatz zu allen anderen Stellen sehr wenig verschiedene Arten auf. Der Grund hierfür ist in die Sedimentqualität, d.h. hoher organischer Gehalt und geringer Porenraum.

Drei Großgruppen spielen im Sediment der Mittelelbe eine wichtige Rolle. Die Hymenostomata, besonders die Scuticociliaten, sind an allen Probenahmestellen stabil vertreten. Die Cyrtophorida nehmen die Hauptabundanzen in Coswig, Magdeburg und Havelberg ein. Sie scheinen sich an die hier vorherrschenden kiesig – sandigen Mischsubstrate anzupassen. An diesen Beprobungsstellen wurde die größte Artenvielfalt festgestellt, was wiederum durch die Zusammensetzung der Korngrößen (Mischsande) begründet ist. Die Peritrichia sind, mit Ausnahme von Geesthacht, ebenfalls in der gesamten Mittelelbe vertreten, aber in Dresden am häufigsten vorzufinden.

Bei der Betrachtung des vertikalen Profils im Hauptstrom ergeben sich keine großen Unterschiede zwischen den einzelnen Tiefen im Sediment. Die Abundanzen verringern sich in den tieferen Schichten. Die lediglich

geringfügigen Unterschiede in der Artenvielfalt und -zusammensetzung sind in der guten Durchlüftung der Stromsohle durch die hohe Turbulenz im Hauptstrom begründet.

An den Beprobungsorten Dresden und Geesthacht, an denen zwei- bis dreifach so hohe Bakterienabundanzen auftreten, als an den anderen Beprobungsstellen, konnten bevorzugt Ciliaten festgestellt werden, die Bakterien ingestieren, während die Hauptabundanz der Beprobungsstellen Coswig, Magdeburg und Havelberg von Diatomeen-ingestierenden Arten der Cytrophorida und Hymenostomata gebildet wurde.

Generell nehmen die Futterspezialisten an allen Beprobungsstellen über 50 % der Gesamtabundanz ein, während die Futtergeneralisten ca. 20 % der Gesamtabundanz ausmachen. Räuberisch lebende Ciliaten wurden an jeder der Beprobungsstellen festgestellt, jedoch lediglich in geringen Abundanzen.

Während die Gesamtabundanzen im Hauptstrom zwischen 100 und 160 Ind. cm<sup>-3</sup> liegen, steigen sie im Bühnenfeld auf bis zu 540 Ind. cm<sup>-3</sup> an. Zum einen ist dies auf die Korngrößenunterschiede zurückzuführen, andererseits spielen die Turbulenzunterschiede und somit Resuspensionsprozesse im Hauptstrom und Sedimentationsprozesse im Bühnenfeld eine entscheidende Rolle.

*Sandra Kröwer & Heike Zimmermann-Timm (2003): Räumliche Verteilung der Ciliaten im Benthos der mittleren Elbe- ein Frühjahrsaspekt.- Erweiterte Zusammenfassung der Deutschen Gesellschaft für Limnologie (DGL) – Tagungsbericht 2002: 443-448.*

*Andreas Plank (2003): Verteilung der Chironomidae unter besonderer Berücksichtigung der Schwebstoffdynamik.- Diplomarbeit Friedrich-Schiller-Universität Jena.*

*Andreas Plank, Heike Zimmermann-Timm & Leopold Füreder (2003): Was zuckt in der Elbe? - Verteilung der Chironomidae unter besonderer Berücksichtigung der Schwebstoffdynamik.- Erweiterte Zusammenfassung der Deutschen Gesellschaft für Limnologie (DGL) – Tagungsbericht 2002: 455-459.*

*Cindy Tefs (2003): Untersuchungen zur Bedeutung von Sedimentation und Resuspension für das Phytoplankton der Elbe.- Diplomarbeit Friedrich-Schiller-Universität Jena.*

*Cindy Tefs & Heike Zimmermann-Timm (2003): Algen der Elbe in ungeahnten Tiefen - Vergleichende Untersuchungen zur Verteilung der Algen im Längsverlauf und im*

## 2.4 Bioindikation

Die Nano- und Mikrofauna, d.h. Flagellaten, Ciliaten und Rotatorien, gelten aufgrund ihrer Variabilität und Dynamik in der Besetzung ökologischer Nischen als geeignete Indikatororganismen. Protozoen sind schon seit längerer Zeit als Zeigerorganismen in der Gewässeranalyse bekannt (KOLKWITZ & MARSSON 1902). Protozoen wie Ciliaten, Flagellaten und Amöben werden nach DIN 38410 zur Ermittlung der Gewässergüte nach dem Saprobien-system verwendet. Auch Rotatorien werden zum Beispiel für die Charakterisierung der Nährstoffbelastung von Seen (GANNON & STEMBERGER 1978, MÄEMETS 1983, SLADECEK 1983, BERZINŠ & PEJER 1989, MARNEFFE *et al.* 1998) oder für Toxizitätstests (SNELL & JANSSEN 1995, YUFERA 2001) herangezogen.

Das Saprobien-system wird zur Gütebeurteilung der Fließgewässer angewandt. Mit abnehmender Saprobie unterscheidet man die Polysaprobien, die alpha-Mesosaprobien, die beta-Mesosaprobien und die Oligosaprobien. Diesen Saprobienstufen können die Güteklassen I bis IV zugeordnet werden wobei IV den polysaprobien Bereich kennzeichnet und die schlechteste Güteklasse darstellt (sehr stark verschmutzt). Ciliaten als Bakterien- und Algenfresser erreichen ihre größte Artenvielfalt in der Mesosaprobie (BERGER *et al.* 1997).

Neben der Saprobität gibt es allerdings noch weitere abiotische und biotische Einflussfaktoren auf die Artenzusammensetzung der Mikrosaprobien wie zum Beispiel Prädatoren, das Abflussregime, die Strömung, saisonale Einflüsse und die Futterverfügbarkeit (vgl. auch Kapitel 2.1). Zudem ist die Saprobität auch nur ein Maß für die Beurteilung der Gewässergüte.

Zunehmend wichtiger für eine integrative Beurteilung eines Fließgewässers sind hydrodynamische Faktoren, der Grad der Kanalisierung und die Verbauung der Ufer, welche einen maßgeblichen



Einfluss auf die ökologische Qualität des Flusses besitzen. Um hier genauere Einschätzungen vorzunehmen fehlt es vielfach noch an ausreichendem Datenmaterial.

Die Untersuchung der Bioindikation stellte nicht das Hauptziel dieses Projektes dar, jedoch können einige Ergebnisse eine Grundlage für weitere Aussagen auf dem Gebiet der Bioindikation sein.

Bemerkenswert ist im Fließgewässer der Einfluß der **Turbulenz**. Diese Größe nimmt im Längsverlauf eines naturnahen Fließgewässers in der Regel ab. Im Sediment äußert sich dies in einer sehr feinen Sortierung des Bodensubstrats und im Freiwasser können sich dadurch eine thermische Schichtung und auch chemisch- sowie physikalische Gradienten aufbauen. Dies bewirkt, dass stromabwärts die Bedeutung der benthischen Organismen abnimmt.

Für die Ciliaten konnte nachgewiesen werden, dass die Turbulenz artspezifische Auswirkungen zeigt.

In Hinblick auf die Aggregate zeichnete sich ab, dass die Aggregatgröße ein wesentliches Besiedlungskriterium ist. D.h. mit zunehmender Größe, wobei große Aggregate vor allem in weniger turbulenten Bereichen vorkommen, nimmt auch die Diversität der assoziierten Gemeinschaft zu, und deren Abundanz zu.

Unterschiede in der Turbulenz machen sich allerdings auch im Querprofil eines Gewässers bemerkbar. So zeigte sich zum Beispiel bei den Chironomiden eine höhere Diversität im weniger stark durchströmten Bühnenfeld als im Hauptstrom. Die Chironomidenart *Robackia demeijeri* mit Möglichkeiten der Bodenhaftung, zeigte eine deutliche Präferenz für den Hauptstrom, wo ein hoher Sauerstoffgehalt bei geringen organischen Sedimentanteilen vorliegt.

Das Vorhandensein von Organismen im Plankton kann durchaus ein wertvoller Hinweis für den Eintrag von Organismen aus dem Sediment

sein. Aber auch eine kurzweilige Anbindung an Stillgewässer und Altarme (z.B. bei Hochwasserereignissen) kann zum Beitrag allochthoner Organismen führen.

Die Diversität folgt der „intermediate disturbance hypothesis“, die besagt, dass hohe Diversitäten in Bereichen sich **verändernder abiotischer Faktoren** (Turbulenz, Salinität, u.a.) erhöht auftreten.

Auch die Mechanismen der **Nahrungsaufnahme** bei den Planktonorganismen unterschieden sich in den Flussabschnitten. Planktische Filtrierer dominierten das Rhithral und Ästuar. Beutegreifer waren v.a. im Potamal vertreten.

Bezüglich der Protozoenbiozönose in den Sedimenten zeichnet sich eine positive Korrelation der Ciliatenabundanz mit dem **organischen Gehalt** und der **Korngröße** der Sedimente ab. Grobkörnige Sedimente werden besser als die feinen Substrate besiedelt. Hohe Diversitäten der Ciliaten werden im Sand erreicht, wobei feinere Sande häufig potentielle Räuber ausschließen und damit die mikrobielle Lebensgemeinschaft begünstigen. Der hohe Eintrag von planktischer Algen in die Sedimente der Mittelelbe ist bemerkenswert. Sie scheinen für die benthischen Ciliaten eine Nahrungsquelle immenser Bedeutung darzustellen.

Aggregate sind Orte erhöhter Nährstoffkonzentration. In nährstoffarmen Gewässern sind Aggregate sehr viel reichhaltiger besiedelt, während umgekehrt das Freiwasser von großer Bedeutung ist. Entscheidend ist allerdings auch der Nährstoffgehalt im Umgebungswasser.

*Matthias Brunke, Matthias Scholten, Henry Holst, Sandra Kröwer, Ute Wörner & Heike Zimmermann-Timm (in Vorbereitung): Besiedlung und Lebensräume im Elbstrom. In: Scholz, M., Stab, S., Dziok, F. Henle, K. (Hrsg.): Lebensräume der Elbe und ihrer Auen. Band 4 der Reihe: Konzepte für die nachhaltige Entwicklung einer Flusslandschaft. Weißensee-Verlag, Berlin.*

Andreas Plank (2003): *Verteilung der Chironomidae unter besonderer Berücksichtigung der Schwebstoffdynamik.*- Diplomarbeit Friedrich-Schiller-Universität Jena.

Ute Risse (2003): *Pelagische Ciliaten in der Elbe – Welche Rolle spielt die Turbulenz?.*- Diplomarbeit Friedrich-Schiller-Universität Jena.

Heike Zimmermann-Timm (2002): *Characteristics, Dynamics and Importance of Aggregates in rivers – An Invited Review.*- *Internat. Rev. Hydrobiol.* 87, 2-3: 197-240.

Heike Zimmermann-Timm, Marcus Hoberg, Stefan Müller & Henry Holst (2002): *The influence of channel topography on estuarine aggregates: seasonal changes in occurrence, characteristics and colonization in the Elbe Estuary.*- *Arch Hydrobiol./Large Rivers.*- *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 141/3-4: 263-283.

## 2.5 Nahrungsbeziehungen

Für das Plankton zeichnet sich ab, dass im Vergleich zu den stehenden Gewässern Crustaceen keine bedeutende Rolle als **planktische Top-Prädatoren** einnehmen. Das Rotatorienplankton scheint vehement das Algen- und Ciliatenplankton zu kontrollieren, während Flagellaten und kleine Algen von den Crustaceen genutzt werden. Diese Aussage widerspricht der von Schwoerbel (1999) getätigten Feststellung, dass das Phytoplankton der Fließgewässer nicht durch Grazer reduziert wird.

Neuerdings aber wird auch darauf hingewiesen, dass in größeren Fließgewässern (z.B. Rhein) **filtrierende Benthosorganismen**, besonders Muscheln, das Phytoplankton erheblich dezimieren. Diese Aussage kann für die Elbe nicht getätigt werden, da hier Muscheln quantitativ nicht relevant sind.

Die **Aggregate** stellen als Mikrobiotop ein eigenes Nahrungsgefüge mit Bakterien, Algen sowie ein- und mehrzelligen tierischen Organismen dar. Auffallend ist, dass die Bakteriendichte, dort wo eine starke Besiedlung durch Protozoen vorliegt, höher ist. Es kann von einer Stimulierung des Bakterienwachstums durch Protozoen ausgegangen werden.

Aggregate können von planktischen und benthischen Organismen als Nahrung genutzt werden.

Die räumliche Verteilung der **benthischen** Ciliaten, Flagellaten und Bakterien zeigt im Längsverlauf in allen beprobten Tiefenhorizonten ein gemeinsames Muster. Die Abundanz der Bakterien wies in den meisten Fällen eine positive Korrelation zu den Bakterien-igestierenden Ciliatenarten auf. Eine Korrelation der Ciliaten mit den Gesamtabundanzen der Flagellaten konnte bisher nicht festgestellt werden.

Eine Aufteilung der Diatomeen in verschiedene Größenklassen ist deshalb nötig, da nicht alle Diatomeen von den Ciliaten gleich gut aufgenommen werden. Eine besondere Rolle für die Ciliaten im Sediment der Mittelelbe spielen die Centrales mit einer Größe von 5-10 µm. Hierbei handelt es sich zu einem großen Anteil um pelagische Formen, die durch die Turbulenz in der fließenden Welle in das Sediment eingetragen werden. Sie treten an allen Beprobungsstellen auf, mit Ausnahme von Geesthacht. Die Folge daraus ist das weitestgehende Ausbleiben der Diatomeen – Spezialisten aus der Gruppe der Cyrtophorida im Bereich Geesthacht. Allerdings konnten wir an der Beprobungsstelle Geesthacht eine Art der Gruppe der Cyrtophorida, *Chilodonella uncinata*, zum Teil in hohen Abundanzen nachweisen, die die gleiche Fortbewegungsweise wie die anderen Vertreter dieser Gruppe hat, sich aber ausschließlich von Bakterien ernährt.

*Sandra Kröwer & Heike Zimmermann-Timm (2003): Räumliche Verteilung der Ciliaten im Benthos der mittleren Elbe- ein Frühjahrsaspekt.- Erweiterte Zusammenfassung der Deutschen Gesellschaft für Limnologie (DGL) – Tagungsbericht 2002: 443-448.*

*Henry Holst, Mirko Lunau, Heike Zimmermann-Timm & Hartmut Kausch (in Vorbereitung): Longitudinal dynamics of Zooplankton in a large lowland river, the Elbe.- J. Plankton Res.*

*Mirko Lunau (2001): Untersuchungen zur räumlichen Verteilung und zum Nahrungsspektrum der pelagischen Crustaceen in der Mittelelbe“.- Diplomarbeit Universität Hamburg.*

### 3. Bedeutung der erzielten Forschungsergebnisse

Die im Rahmen dieses Projektes erzielten Forschungsergebnisse sind für die internationale Forschungslandschaft von grundlegender Bedeutung. Denn bereits in der Einleitung dieses Berichts habe ich mit dem Zitat von Schwoerbel (1994) betont, dass gerade zur Limnologie großer Fließgewässer Wissensdefizite auf dem Gebiet der Planktonforschung, Aggregate und auch benthischen Mikrobiozöosen vorherrschen. Die zahlreichen Tagungsbeiträge, Einladungen zu Vortragsveranstaltungen aber auch getätigten Publikationen sowie in Vorbereitung befindlichen Manuskripte zeigen, dass hier am Beispiel des Fließgewässers Elbe ein enormer Beitrag geleistet wurde. Nur so wird es möglich sein die Biologie großer Fließgewässer besser zu verstehen und auch angewandte Fragestellungen so zu beantworten, dass anthropogene Veränderungen nicht zu einschneidenden Veränderungen des Gewässers führen.

Das Verwenden von Organismen zur **Bioindikation** ist seit langer Zeit bekannt, aber die im Projekt erhobenen Daten zu den in der Wassersäule gefundenen Organismen und den Aggregaten leisten einen Beitrag zur Beurteilung der **hydrodynamischen Verhältnisse** im Fluß. So gibt es unter lotischen Bedingungen eine Vielzahl von Aggregaten ( $< 50 \mu\text{m}$ ), die in großen Mengen aus mineralischen Partikeln bestehen und auch nur geringfügig besiedelt sind.

Unter lenitischen Bedingungen dagegen kommen kaum Aggregate vor. Eine ausgeprägte Planktongemeinschaft mit großen Anteilen an Crustaceen sind als Hinweis für lenitische Bedingungen zu bewerten.

Die **Habitatnutzung** benthischer Organismen (z.B. Ciliaten, Chironomiden) kann ein relativ aussagekräftiger Indikator für die Beschaffenheit und Qualität von Mikro- und Mesohabitaten (z.B. Sedimente, Buhnefelder) liefern. Morphologische Veränderungen im Flussbett, die Wasserführung aber auch die Schiffbarkeit können das

Sedimentationsverhalten im Fluß und damit auch die Qualität der Sedimente beeinflussen.

Die von uns erhobenen Datensätze können in Zukunft durchaus für eine **Einschätzung der Naturnähe** des Gewässerabschnittes herangezogen werden. So könnte ein Index bestehend aus dem relativen Quotienten von Rotatorien und Crustaceenplankton die zeitliche und räumliche Verfügbarkeit retentiver Uferstrukturen darstellen und somit ein weiterer Indikator für die funktional biologische Naturnähe eines ungestauten Fließgewässers sein. Die Bedeutung von Verfügbarkeit und Qualität retentiver Uferstrukturen ist hier entscheidend. Präzise Aussagen sind aber erst nach Untersuchung ganzer Flussabschnitte über mehrere Jahre möglich.

Auch die Assoziation an Aggregate kann als Zeichen für den Nährstoffgehalt im Fluß verstanden werden. An Orten geringer **Nährstoffkonzentration** wird man durchwegs mehr Organismen an Aggregate assoziiert vorfinden.

Der Faktor **Turbulenz** scheint sich auf Artniveau auszuwirken. Wichtige Einzelergebnisse liegen hier vor, doch auch in Zukunft bedarf es hier weiterer Beobachtungen.

In Hinblick auf die **Wehrpassage** konnte gezeigt werden, dass ein signifikanter Rückgang der Chloroplastenfluoreszenz, entsprechend der Abflussmenge, entsteht. D.h. dass unterhalb des Wehres nimmt die Photosynthesaktivität ab. Desweilers zeigen auch viele Plankter mechanische Schädigungen, die sich z.T. auch in verminderten Filtrationsleistungen widerspiegeln. D.h. das Wehr stört das Fließkontinuum, verändert die Abundanzen der planktischen Organismen und den Stoffumsatz. Das wiederum hat Auswirkungen auf die Gewässergüte.

Bezüglich der **Salinität** konnten in den Untersuchungsjahren keine nennenswerten Einflüsse in Hinblick auf Qualität und Quantität der Lebensgemeinschaft festgestellt werden. Die Organismen verfügen über eine große ökologische Toleranz, sodaß die im Fluß vorliegenden Salzkonzentrationen keine Schädigungen verursachen.

Das Datenmaterial kann im Vergleich auch herangezogen werden, um die Auswirkungen (z.B. Sauerstoffgehalt, Konnektivität), des **Klimawandels** auf den Fluß hervorzustellen.

Ebenso können mit Hilfe der umfangreichen Datensätze Veränderungen durch **potentieller Einwanderer** erkannt werden.

#### **4. Erreichen der Vorhabensziele**

Trotz verspäteter Bewilligung, zeitlich verschobener Personaleinstellung sowie der Anfangsschwierigkeiten bei der Bearbeitung der Proben im benthischen Lebensraum wurden die Vorhabensziele erreicht.

Es wäre wünschenswert gewesen, dass die im letzten Jahr erfragte Aufstockung des Antrags zum Verständnis „des Faktors Turbulenz“ die Zustimmung des Geldgebers gefunden hätte, da hiermit für Plankton, Aggregate und auch das Sediment detailliertere Aussagen möglich gewesen wären. Die fertiggestellten bzw. in Fertigstellung befindlichen Diplomarbeiten haben diese Frage berücksichtigt, können aber nur ansatzweise zur Beantwortung beitragen.

#### **5. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse und andere Ereignisse, die Einfluß auf das Vorhaben hatten**

In diesem Zusammenhang möchte ich noch einmal auf die Probleme bei der Besetzung der „Bentos- Doktorandenstelle“ hinweisen, die bereits im Zwischenbericht 1999 erwähnt wurden (vgl. Kausch *et al.* 2000, Zimmermann-Timm 2001). Die Stelle konnte allerdings im Jahr 2000 nach Abschluss des F & E Vertrages mit der Friedrich – Schiller - Universität Jena zum 01.07.2000 mit Frau Dipl.-Biol. Sandra Kröwer besetzt werden. Frau Kröwer arbeitete am Institut für Ökologie der Friedrich-Schiller-Universität Jena. Sie brachte als ausgebildete Taxonomin ein umfassendes Wissen auf dem Gebiet der Protozoentaxonomie mit. Es gelang ihr allerdings sich in die Ökologie der Fließgewässer einzuarbeiten und nach methodischen Modifizierungen die benthischen Ciliaten der Elbe qualitativ und quantitativ zu bearbeiten.

Die Tatsache, dass die Projektleiterin im Projektzeitraum zweimal die Stelle und damit einhergehend den Arbeitsplatz gewechselt hat, führte zu einer räumlichen Trennung der Arbeitsgruppe. Zwei DoktorandInnen verblieben in Hamburg, wo sie sehr selbständig ihre Ziele verfolgen mussten und sich auch vermehrt mit verwaltungstechnischen



Angelegenheiten, die sich aus der Projektarbeit ergaben, auseinandersetzen mussten. In Jena verlieb eine Doktorandin. Die verwaltungstechnische Abwicklung erfolgte jedoch massgeblich durch die Projektleiterin.

Von großer Bedeutung für die Bearbeitung der Benthosorganismen war die Zustimmung des Projektträgers eine Umfinanzierung vornehmen zu dürfen und damit das neue Sedimentstechrohr der Firma Uwitec anschaffen zu können. Zwar bedurfte der Einsatz dieses Stechrohres noch zahlreicher methodischer Veränderungen (vgl. Zimmermann-Timm 2001), aber so war es uns damit erstmalig möglich nahezu ungestörte Sedimentcores nicht nur aus den Bühnenfeldern sondern auch aus dem Hauptstrom der Elbe zu entnehmen. Dies war bisher nur durch kostenaufwendige Taucherschachtbeprobungen unter stark veränderten Umweltbedingungen möglich.

Sehr positiv wirkte sich aus, dass spezielle Fragestellungen von fünf DiplomandInnen, innerhalb einer Praktikumseinheit sowie durch einen Aufbaupraktikanten bearbeitet werden konnten.

## **6. Ergebnisse, die inzwischen von dritter Seite bekannt geworden sind und für die Durchführung des Vorhabens relevant waren**

Ergebnisse dieser Art liegen nicht vor.

## **7. Erfindungen, Schutzrechtanmeldungen etc.**

Es wurden während der Projektzeit zwei Geräte entwickelt, die einen Vergleich der Interaktionen mit der abiotischen und biotischen Umwelt unter turbulenten und stationären Bedingungen zulassen. Es wurde um eine Patentierung eines der Geräte bei der Universität Hamburg angesucht, da sich sehr gute wissenschaftliche Ergebnisse abzeichneten und weltweit kein vergleichbares Gerät bekannt ist. Leider scheiterte der

Patentierungsantrag schließlich an der für die Patentierung notwendigen Prüfungskosten.

## 8. Mittelverbrauch und Einhaltung des Zeitplans

Die verspätete Einstellung des Personals sowie die vorzeitige Beendigung des Dienstverhältnisses, bedingen, dass auch der Mittelverbrauch zeitlich etwas verzögert hat.

## 9. Veröffentlichungen

### Veröffentlichungen in begutachteten Zeitschriften mit Projektbezug im Zeitraum 1999-2003

**Ute Wörner & Heike Zimmermann-Timm** (2000): *Beggiatoa leptomitiformis* - a filamentous sulfur oxidizing bacterium on aggregates in the Elbe Estuary. *Limnologica* 30, 2: 215-221.

**Ute Wörner, Heike Zimmermann-Timm & Hartmut Kausch** (2000): Succession of protists on estuarine aggregates.- *Microbial Ecology* 40: 209-222.

Helle Ploug, **Heike Zimmermann-Timm** & Bernd Schweitzer (2002): Microbial communities and respiration rates on micro-aggregates: Their quantitative significance on carbon turnover in the Elbe estuary, Germany.- *Aquatic Microbial Ecology* 27: 241-248.

**Heike Zimmermann-Timm** (2002): Characterization, dynamics and importance of aggregates in running waters.- *International Review of Hydrobiology* 87, 2-3: 197-240.

**Henry Holst, Heike Zimmermann-Timm & Hartmut Kausch** (2002): Longitudinal and transversal distribution of planktonic organisms in the potamal of the river Elbe during summer.- *International Review of Hydrobiology* 87, 2-3: 267-280.

**Ute Wörner, Heike Zimmermann-Timm & Hartmut Kausch** (2002): Aggregate-associated bacteria and heterotrophic flagellates in the River Elbe – their relative significance along the longitudinal profile according to different points of reference.- *International Review of Hydrobiology* 87, 2-3: 255-266.

**Heike Zimmermann-Timm, Marcus Hoberg, Stefan Müller & Henry Holst** (2002): The influence of channel topography on estuarine aggregates: seasonal changes in occurrence, characteristics and colonization in the Elbe Estuary.- *Archive of Hydrobiology, Large Rivers* 13, 3-4: 263-283.

Falko Wagner, **Heike Zimmermann-Timm** & Wilfried Schönborn (2003): The Bottom Sampler - a new technique for sampling bed sediments in streams and shallow lakes.- Hydrobiologia 505: 73-76.

Nicht begutachtete Publikationen mit Projektbezug in den Jahren 1999 - 2003:

**Heike Zimmermann-Timm**, Henry Holst, Ute Wörner & Hartmut Kausch (1999): Strukturgebundener Stoffumsatz im Fließgewässer. Untersuchungen zur Bedeutung des mikrobiellen Nahrungsgefüges im Freiwasser und auf den Aggregaten der Mittelelbe.- Statusseminar Elbe-Ökologie, BFG-Berichte Nr. 6: 62-65

Henry Holst, **Heike Zimmermann-Timm**, Hartmut Kausch & Maike Steenbuck (1999): Untersuchungen zur benthischen und planktischen Rotatorienfauna im Potamal der Elbe.- Deutsche Gesellschaft für Limnologie, Erweiterte Zusammenfassung der Jahrestagung in Rostock, Band II: 806-810

Antje Kakuschke, **Heike Zimmermann-Timm** & Hartmut Kausch (1999): Untersuchungen zur Mobilität ausgewählter Ciliaten und deren Bedeutung für die Besiedlung von Aggregaten.- Deutsche Gesellschaft für Limnologie, Erweiterte Zusammenfassung der Jahrestagung in Rostock, Band II: 811-815

Ute Wörner, **Heike Zimmermann-Timm** & Hartmut Kausch (1999): Struktur, Abundanz und mikrobielle Besiedlung von Aggregaten im Verlauf der Mittelelbe.- Deutsche Gesellschaft für Limnologie, Erweiterte Zusammenfassung der Jahrestagung in Rostock, Band II: 801-805

**Heike Zimmermann-Timm** (2000): Biozönotische Untersuchungen in der Elbe.- In: A. Prange, R. Furrer, J.W. Einax, P. Lochovský & S. Kofalk: Die Elbe und ihre Nebenflüsse. Trends, Bewertung, Perspektiven.- ATV-DVWK Forschungsberichte: 36-38.

**Heike Zimmermann-Timm** (2000): Belastung.- In: A. Prange, R. Furrer, J.W. Einax, P. Lochovský & S. Kofalk: Die Elbe und ihre Nebenflüsse. Belastung, Trends, Bewertung, Perspektiven.- ATV-DVWK Forschungsberichte: 138.

Henry Holst, **Heike Zimmermann-Timm** & Hartmut Kausch (2001): Zeitliche und räumliche Dynamik planktischer Rotatorien im Potamal der Elbe.- Erweiterte Zusammenfassung der Deutschen Gesellschaft für Limnologie in Magdeburg: 135-140.

Ute Wörner, **Heike Zimmermann-Timm** & Hartmut Kausch (2001) Aggregatassoziiert oder im freien Wasser suspendiert – mikrobielle Lebensgemeinschaften im Mittel- und Oberlauf der Elbe.- Erweiterte Zusammenfassung der Tagung der Deutschen Gesellschaft für Limnologie in Magdeburg: 131-134.

Sandra Kröwer & **Heike Zimmermann-Timm** (2003): Räumliche Verteilung der Ciliaten im Benthos der mittleren Elbe- ein Frühjahrsaspekt.- Erweiterte Zusammenfassung der Deutschen Gesellschaft für Limnologie (DGL) – Tagungsbericht 2002: 443-448.

Andreas Plank, **Heike Zimmermann-Timm** & Leopold Füreder (2003): Was zuckt in der Elbe? - Verteilung der Chironomidae unter besonderer

Berücksichtigung der Schwebstoffdynamik.- Erweiterte Zusammenfassung der Deutschen Gesellschaft für Limnologie (DGL) – Tagungsbericht 2002: 455-459.

Ute Risse & **Heike Zimmermann-Timm** (2003): Turbulenz und Stauung – Einfluss von Querverbauungen auf die Ciliatenverteilung im Rhithral der Elbe.- Erweiterte Zusammenfassung der Deutschen Gesellschaft für Limnologie (DGL) – Tagungsbericht 2002: 449-454.

Cindy Tefs & **Heike Zimmermann-Timm** (2003): Algen der Elbe in ungeahnten Tiefen - Vergleichende Untersuchungen zur Verteilung der Algen im Längsverlauf und im Sediment der Elbe.- Erweiterte Zusammenfassung der Deutschen Gesellschaft für Limnologie (DGL) – Tagungsbericht 2002: 439-442.

### **Diplomarbeiten**

**Mirko Lunau (2001)**: *Untersuchungen zur räumlichen Verteilung und zum Nahrungsspektrum der pelagischen Crustaceen in der Mittel-elbe.*- Diplomarbeit Universität Hamburg/Jena.

**Jacobi, Anja (2002)**: *Untersuchungen an Phyto- und Zooplankton auf mögliche Schädigungen durch die Wehrpassage am Geesthachter Stau.*- Diplomarbeit Universität Hamburg.

**Andreas Plank (2003)** „Die Auswirkung der Sedimentation auf die Besiedlung durch Dipteren“, Diplomand Universität Jena.

**Ute Risse (2003)** „Pelagische Ciliaten in der Elbe - Welche Rolle spielt die Turbulenz?“, Diplomandin Universität Jena.

**Cindy Tefs (2003)** „ Untersuchungen zur Verteilung der Algen im Freiwasser und den Sedimenten der mittleren Elbe“, Diplomandin Universität Jena

### **Habilitationen**

Heike Zimmermann-Timm (2000): Bedeutung der Aggregate im aquatischen Lebensraum.- Universität Hamburg.

## 10. Zitierte Literatur

- Berger, H., Foissner, W., Kohmann, F. (1997): Bestimmung und Ökologie der Mikrosaprobien nach DIN 38410.- Gustav Fischer Verlag.
- Berzins, B. & Pejer, B. (1989): Rotifer occurrence and trophic degree.- Hydrobiol. 182: 171-180.
- Gannon, J.E. & Stemberger, R.S. (1978): Zooplankton especially crustaceans and rotifers as indicators of water quality.- Trans. Am. Microsc. Soc. 97: 16-35.
- Gosselain, V., Descy, J.-P. & Everbecq (1994) : The phytoplankton community of the River Meuse, Belgium : seasonal dynamics (year 1992): and the possible incidence of zooplankton grazing.-Hydrobiol. 289: 179-191.
- Kausch, H., Zimmermann-Timm, H., Holst, H., Nikov, K., Wörner, U., Kürbs, P., Lunau, M. & Steenbuck, M. (2000): Struktur und Dynamik der pelagischen, benthischen und aggregatassoziierten Biozönose, ihrer Wechselwirkungen und Stoffflüsse (STOFFEL).- 2. Zwischenbericht, BMBF-Projekt 0339606.
- Kinzelbach, R. (1990): Besiedlungsgeschichtlich bedingte longitudinale Faunen-Inhomogenitäten am Beispiel des Rheins.- Limnologie Aktuell 1: 41-58.
- Kolkwitz, R. & Marsson, M. (1902): Ökologie der tierischen Saprobie.- Internat. Rev. Ges. Hydrobiol. 2: 126-152.
- Mäemets, A. (1983): Rotifers as indicators of lake types in Estonia.- Hydrobiol. 357-361.
- Marneffe, Y., Comblin, S., Thomè, J.-P. (1998) : Ecological water quality assessment of the Bütgenbach lake (Belgium) and its impact on the River Warche using rotifers as bioindicators.- Hydrobiol. 387/388: 459-467.
- Schwoerbel, J. (1994): Trophische Interaktionen in Fließgewässern.- Limnologica 24,3: 185-194.
- Schwoerbel, J. (1999): Einführung in die Limnologie.- Gustav Fischer Verlag.
- Sladeczek, V. (1983): Rotifers as indicators of water quality .- Hydrobiol. 100: 169-201.
- Snell, T.W. & Janssen, C.R. (1995): Rotifers in ecotoxicology: a review.- Hydrobiol. 313/314: 231-247.
- Yuvera, M. (2001): Studies on Brachionus (Rotifera): an example of interactions between fundamental and applied research.- Hydrobiol. 446/447: 383-392.
- Zimmermann-Timm, H. (2001): Struktur und Dynamik der pelagischen, benthischen und aggregatassoziierten Biozönose, ihrer Wechselwirkungen und Stoffflüsse (STOFFEL).- 3. Zwischenbericht, BMBF-Projekt 0339606.

## Anhang

**Ute Wörner & Heike Zimmermann-Timm** (2000): *Beggiatoa leptomitiformis* - a filamentous sulfur oxidizing bacterium on aggregates in the Elbe Estuary. *Limnologica* 30, 2: 215-221.

**Ute Wörner, Heike Zimmermann-Timm & Hartmut Kausch** (2000):  
Succession of protists on estuarine aggregates.- *Microbial Ecology* 40: 209-  
222.



Helle Ploug, **Heike Zimmermann-Timm** & Bernd Schweitzer (2002):  
Microbial communities and respiration rates on micro-aggregates: Their  
quantitative significance on carbon turnover in the Elbe estuary,  
Germany.- *Aquatic Microbial Ecology* 27: 241-248.

**Heike Zimmermann-Timm** (2002): Characterization, dynamics and importance of aggregates in running waters.- International Review of Hydrobiology 87, 2-3: 197-240.

**Henry Holst, Heike Zimmermann-Timm & Hartmut Kausch (2002):** Longitudinal and transversal distribution of planktonic organisms in the potamal of the river Elbe during summer.- International Review of Hydrobiology 87, 2-3: 267-280.

**Ute Wörner, Heike Zimmermann-Timm & Hartmut Kausch (2002):**  
Aggregate-associated bacteria and heterotrophic flagellates in the River Elbe – their relative significance along the longitudinal profile according to different points of reference.- *International Review of Hydrobiology* 87, 2-3: 255-266.

**Heike Zimmermann-Timm**, Marcus Hoberg, Stefan Müller & **Henry Holst** (2002): The influence of channel topography on estuarine aggregates: seasonal changes in occurrence, characteristics and colonization in the Elbe Estuary.- *Archive of Hydrobiology, Large Rivers* 13, 3-4: 263-283.

Falko Wagner, **Heike Zimmermann-Timm** & Wilfried Schönborn (2003):  
The Bottom Sampler - a new technique for sampling bed sediments in  
streams and shallow lakes.- *Hydrobiologia* 505: 73-76.

**Heike Zimmermann-Timm, Henry Holst, Ute Wörner & Hartmut Kausch** (1999): Strukturgebundener Stoffumsatz im Fließgewässer. Untersuchungen zur Bedeutung des mikrobiellen Nahrungsgefüges im Freiwasser und auf den Aggregaten der Mittelelbe.- Statusseminar Elbe-Ökologie, BFG-Berichte Nr. 6: 62-65

**Henry Holst, Heike Zimmermann-Timm, Hartmut Kausch & Maike Steenbuck** (1999): Untersuchungen zur benthischen und planktischen Rotatorienfauna im Potamal der Elbe.- Deutsche Gesellschaft für Limnologie, Erweiterte Zusammenfassung der Jahrestagung in Rostock, Band II: 806-810



Antje Kakuschke, **Heike Zimmermann-Timm** & **Hartmut Kausch** (1999): Untersuchungen zur Mobilität ausgewählter Ciliaten und deren Bedeutung für die Besiedlung von Aggregaten.- Deutsche Gesellschaft für Limnologie, Erweiterte Zusammenfassung der Jahrestagung in Rostock, Band II: 811-815

**Ute Wörner, Heike Zimmermann-Timm & Hartmut Kausch (1999):**  
Struktur, Abundanz und mikrobielle Besiedlung von Aggregaten im Verlauf  
der Mittelbe.-Deutsche Gesellschaft für Limnologie, Erweiterte  
Zusammenfassung der Jahrestagung in Rostock, Band II: 801-805

**Heike Zimmermann-Timm** (2000): Biozönotische Untersuchungen in der Elbe.- In: A. Prange, R. Furrer, J.W. Einax, P. Lochovský & S. Kofalk: Die Elbe und ihre Nebenflüsse. Trends, Bewertung, Perspektiven.- ATV-DVWK Forschungsberichte: 36-38.

**Heike Zimmermann-Timm** (2000): Belastung.- In: A. Prange, R. Furrer, J.W. Einax, P. Lochovský & S. Kofalk: Die Elbe und ihre Nebenflüsse. Belastung, Trends, Bewertung, Perspektiven.- ATV-DVWK Forschungsberichte: 138.

**Henry Holst, Heike Zimmermann-Timm & Hartmut Kausch** (2001):  
Zeitliche und räumliche Dynamik planktischer Rotatorien im Potamal der  
Elbe.- Erweiterte Zusammenfassung der Deutschen Gesellschaft für  
Limnologie in Magdeburg: 135-140.

**Ute Wörner, Heike Zimmermann-Timm & Hartmut Kausch (2001)**  
Aggregatassoziiert oder im freien Wasser suspendiert – mikrobielle  
Lebensgemeinschaften im Mittel- und Oberlauf der Elbe.- Erweiterte  
Zusammenfassung der Tagung der Deutschen Gesellschaft für Limnologie  
in Magdeburg: 131-134.

**Sandra Kröwer & Heike Zimmermann-Timm** (2003): Räumliche Verteilung der Ciliaten im Benthal der mittleren Elbe- ein Frühjahrsaspekt.- Erweiterte Zusammenfassung der Deutschen Gesellschaft für Limnologie (DGL) – Tagungsbericht 2002: 443-448.

**Andreas Plank, Heike Zimmermann-Timm & Leopold Füreder (2003):**  
Was zuckt in der Elbe? - Verteilung der Chironomidae unter besonderer  
Berücksichtigung der Schwebstoffdynamik.- Erweiterte Zusammenfassung  
der Deutschen Gesellschaft für Limnologie (DGL) – Tagungsbericht 2002:  
455-459.



**Ute Risse & Heike Zimmermann-Timm** (2003): Turbulenz und Stauung – Einfluss von Querverbauungen auf die Ciliatenverteilung im Rhithral der Elbe.- Erweiterte Zusammenfassung der Deutschen Gesellschaft für Limnologie (DGL) – Tagungsbericht 2002: 449-454.

**Cindy Tefs & Heike Zimmermann-Timm** (2003): Algen der Elbe in ungeahnten Tiefen - Vergleichende Untersuchungen zur Verteilung der Algen im Längsverlauf und im Sediment der Elbe.- Erweiterte Zusammenfassung der Deutschen Gesellschaft für Limnologie (DGL) – Tagungsbericht 2002: 439-442.

**Mirko Lunau (2001):** Untersuchungen zur räumlichen Verteilung und zum Nahrungsspektrum der pelagischen Crustaceen in der Mittelelbe.-  
Diplomarbeit Universität Hamburg/Jena.

**Andreas Plank (2003)** *„Die Auswirkung der Sedimentation auf die Besiedlung durch Dipteren“*, Diplomand Universität Jena.

**Ute Risse (2003)** „*Pelagische Ciliaten in der Elbe - Welche Rolle spielt die Turbulenz?*“, Diplomandin Universität Jena.

**Cindy Tefs (2003)** „ *Untersuchungen zur Verteilung der Algen im Freiwasser und den Sedimenten der mittleren Elbe*“, Diplomandin  
Universität Jena

**Jacobi, Anja** (2002): Untersuchungen an Phyto- und Zooplankton auf mögliche Schädigungen durch die Wehrpassage am Geesthachter Stau.- Diplomarbeit Universität Hamburg.