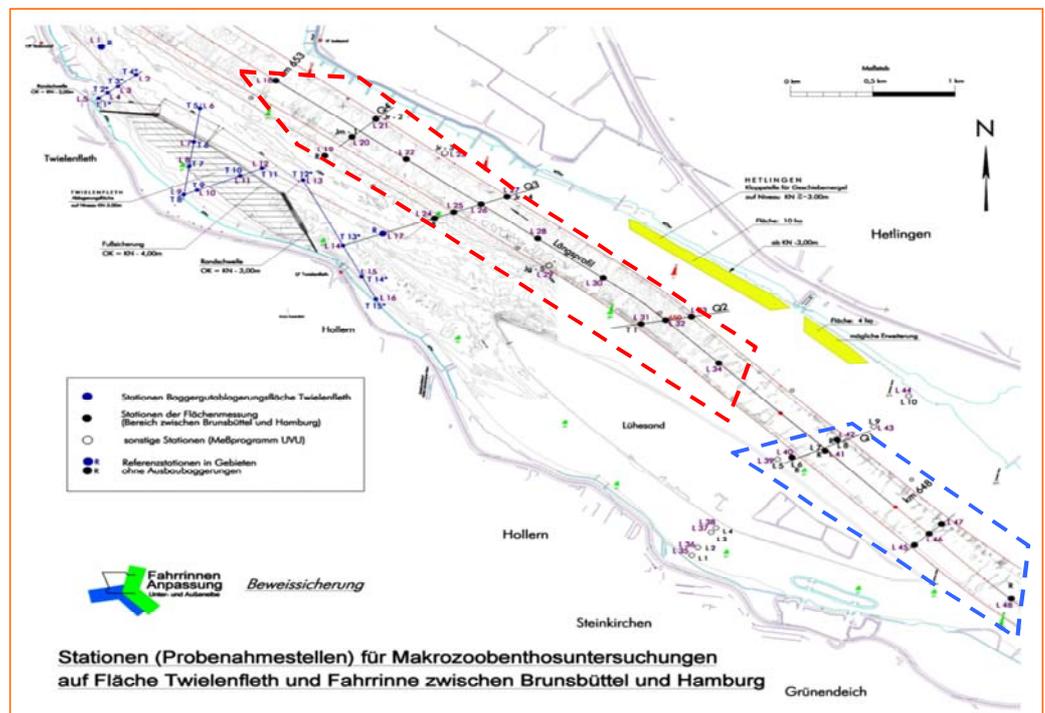


BEWEISSICHERUNG ZUR FAHRRINNENANPASSUNG **MAKROZOOBENTHOS IN DER AUßEN- UND UNTERELBE**

FAHRRINNE UNTERELBE (KM 647 – KM 653)

ERGEBNISSE FRÜHJAHR 2002 UND VERGLEICH 1999-2002



AUFTRAGGEBER:
WASSER- UND SCHIFFFAHRTSAMT HAMBURG

JANUAR 2003

Auftraggeber: Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg

Titel: Beweissicherung zur Fahrrinnenanpassung
Makrozoobenthos in der Außen- und Unterelbe
Ergebnisse Frühjahr 2001 und Vergleich
1999/2001 – Fahrrinne Unterelbe

Auftragnehmer: **BIOCONSULT**
Schuchardt & Scholle GbR

Reeder-Bischoff-Str. 54
28757 Bremen

Telefon 0421 · 620 71 08
Telefax 0421 · 620 71 09

Klenkendorf 5
27422 Gnarrenburg
Telefon 04764 · 92 10 50
Telefax 04764 · 92 10 52

Internet www.bioconsult.de
eMail info@bioconsult.de

Bearbeiter: Dipl.-Biol. J. Scholle
Dr. B. Schuchardt
Dipl.-Biol. T. Brandt
Dipl.-Ing. F. Bachmann
Dipl. Biol. K. Dau

In Kooperation mit Dipl.-Biol. H.-J. Krieg
Beratender Biologe
HUuG Tangstedt
Pinneberger Weg 2
25499 Tangstedt
eMail huug.krieg@t-online.de

Datum: Januar 2003

0. Zusammenfassung

Im Rahmen der Beweissicherung zur Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt finden umfangreiche Untersuchungen zur benthischen Makrofauna im Bereich der Außenelbe (km 732-740) und der Unterelbe (km 647-653) statt. Das Probenahmedesign der Untersuchungen wurde vom Auftraggeber in Abstimmung mit den von der Maßnahme betroffenen Bundesländern konzipiert. Ziel ist es festzustellen, wie sich Artenzusammensetzung und Individuenzahlen nach den wasserbaulichen Maßnahmen (Hier: Vertiefung im etwa Zeitraum Mitte 1999 - Mitte 2000) auf den betroffenen Flächen entwickeln, in welcher Form die Wiederbesiedlung stattfindet und ob diese den Prognosen der UVU Elbe entspricht. Der vorliegende Bericht umfasst sowohl den räumlichen Vergleich der untersuchten Teilgebiete (Baggerstrecke, Referenzen) in der Fahrrinne der Unterelbe von km 647 bis 653 auf der Basis der in 2002 erhobenen Daten als auch der Daten aus 1999 und 2000.

Um die vor Beginn der Bauarbeiten in den Untersuchungsgebieten vorkommenden Makrozoobenthosgemeinschaft im Hinblick auf Artenspektrum und Individuenzahlen zu dokumentieren, wurde im April 1999 der Fahrrinnenbereich zwischen km 647 und km 653 an insgesamt 20 Stationen beprobt. Von diesen befanden sich 13 im Bereich einer Neubau/Baggerstrecke (km 649-553) und 7 als räumliche Referenzstationen in der Fahrrinne bei km 647-648,5. Nach Abschluss der Vertiefungsarbeiten im Sommer 2000 erfolgten im Mai 2001 und April 2002 weitere Untersuchungen zur Makrozoobenthosbesiedlung an den o.g. Stationen. An jeder der Stationen wurden in 2002 wie auch in den Vorjahren jeweils 6 Parallelproben mit einem 0,1m² van-Veen-Greifer entnommen, aus denen zur Bestimmung kleinerer Faunenelemente (Oligochaeta) ein Stechrohr (Ø 4,5 cm) entnommen wurde. Die Siebung der Stechrohre erfolgte über 250 µm Maschenweite, die des restlichen Greiferinhalts über 1000 µm Maschenweite. Die Ergebnisse der Greifer- und der Stechrohrproben wurden durchgängig als getrennte Datensätze behandelt. Dabei fokussierte die Stechrohrbeprobung auf die Taxagruppe der Oligochaeta, während mit der van-Veen-Greiferbeprobung alle weiteren Taxagruppen (o. Oligochaeta) bearbeitet wurden. Zu den analysierten Parametern gehörten die Kennwerte Artenspektrum, Artenzahl, Dominanzstruktur, Altersaufbau sowie die Individuendichte der Benthosgemeinschaften. Die Ergebnisse werden getrennt für die beiden Datensätze „1000 µm- (Greifer)“ und „250 µm-Fraktion (Stechrohr)“ dargestellt.

Die Ergebnisse der Baggerdaten von 1997-2002 zeigen, dass der untersuchte Fahrrinnenbereich zwischen km 649 und km 653 sowohl vor den Bauarbeiten als auch danach intensiven Unterhaltungsbaggerungen unterlag. So überstiegen die im Rahmen der Fahrrinnenunterhaltung angefallenen Mengen v.a. 1998 (ca. 173.000 m³/Monat) und 2001 (100.000 m³/Monat) diejenigen der Vertiefungsarbeiten von 1999/2000 deutlich. Mit ca. 9.600 bzw. 49.000 m³/Monat war die Baggeraktivität in 1999 und 2000 im betrachteten Zeitraum von 1997 – 2002 sogar unterdurchschnittlich. Auch im Referenzbereich bei km 647-649 wurden in jedem Jahr Unterhaltungsbaggerungen durchgeführt, die allerdings mit 1.000 m³ - 3.870 m³/Monat deutlich weniger intensiv waren als im Fahrrinnenbereich.

In der Fahrrinne zwischen km 647 und 653 waren in 2001 die Wassertiefen gegenüber 1999 nicht nur im Bereich der Baggerstrecke (ausbaubedingt), sondern auch im Referenzbereich deutlich erhöht. In 2002 waren die Wassertiefen gegenüber 2001 nur wenig verändert. Sie lagen an allen Stationen um 15 m [-SKN].

Die untersuchten Teilbereiche (Baggerstrecke, Referenz) wiesen - wie schon im Rahmen der Status-quo-Erhebung (1999) festgestellt - auch in 2001 und 2002 eine unterschiedliche Sedimentzusammensetzung auf: im Bereich der Baggerstrecke dominierten feinere Sedimente (Feinsand und Schlick), während die Referenz überwiegend durch Mittelsande, z.T. auch durch Grobsand geprägt wurde. Feinsande waren auf der Referenz

renz in geringen Anteilen vorhanden; Schlick wurde an den Referenzstationen nicht erfasst. Die Sedimentbedingungen veränderten sich in den beiden Teilgebieten im interannuellen Vergleich mehr oder weniger deutlich. So erfolgte in 2001 im Vergleich zu 1999 ein Rückgang der Schlickanteile und eine Zunahme der Feinsandanteile an den Stationen die in der Baggerstrecke positioniert waren. An dieser Situation änderte sich auch in 2002 nichts Wesentliches, wenngleich der Schlickanteil gegenüber 2001 wieder leicht zunahm. Auf der Referenz ist in 2002 gegenüber dem Vorjahr (2001) ein leichter Zuwachs des Feinsedimentanteils verzeichnet worden, wobei aber, wie auch schon in 1999 und 2001, Mittelsand der dominierende Sedimenttyp blieb.

Greifer (1000 µm-Fraktion)

Die Unterschiede im Hinblick auf den Parameter Taxazahl waren in 2002 zwischen Referenz und Baggerstrecke nur gering.

Im interannuellen Vergleich wurde in 2001 gegenüber 1999 ein deutlicher Rückgang der mittleren Taxazahl/Station verzeichnet. Dies betraf nicht nur die Baggerstrecke, sondern auch den Referenzbereich. In beiden Teilbereichen wurde in 2002 eine weitere Abnahme der Taxazahlen dokumentiert. So reduzierte sich die 1999 schon geringe Taxazahl bis 2002 um 50%.

Die Status quo Untersuchung in 1999 ergab aufgrund einer deutlich höheren Zoobenthosdichte im Bereich der Baggerstrecke quantitative Unterschiede zwischen den Untersuchungsbereichen Baggerstrecke und Referenz. Dieses veränderte sich in 2001, also etwa 1 Jahr nach Abschluss der Neubauarbeiten, nicht wesentlich. Eine leichte Veränderung dieser Situation ergab sich in 2002: die Unterschiede zwischen Baggerstrecke und Referenz waren geringer, wenngleich die Baggerstrecke nach wie vor eine höhere Besiedlungsdichte aufwies. Die unterschiedliche Besiedlungsdichte ist vermutlich in erster Linie auf die jeweilige Sedimentstruktur in den Bereichen zurückzuführen. So ist es zu erwarten, dass ‚Feinsandarten‘ wie *Bathyporeia pilosa*, der in diesem Elbeabschnitt zu den dominierenden Faunenelemente der 1000µm-Fraktion gehört, die feinsandigen Stationen der Baggerstrecke bevorzugt und damit in höherer Anzahl besiedeln als die der mittelsandgeprägte Referenz. Der interannuelle bereichsinterne Vergleich zeigt, dass 2002 gegenüber 1999 und 2001 ein deutlicher Rückgang der Besiedlungsdichte erfolgte. Der Rückgang der Besiedlungskennwerte betraf dabei beide Untersuchungsbereiche, allerdings war die Baggerstrecke stärker betroffen als die Referenz. Unklar bleibt die Ursache der Abnahme der Besiedlungsdichte, die fast ausschließlich durch die Bestandsentwicklung von Amphipoden der Gattung *Bathyporeia* hervorgerufen wurde. Nicht ganz ausgeschlossen erscheint ein Zusammenhang mit den Baggerungen (v.a. denen im halbjährlichen Zeitraum vor der Benthosbeprobung), die auch nach den Neubauarbeiten im Bereich der Neubaustrecke erfolgten.

Stechrohre (250 µm-Fraktion)

Ein Vergleich von Baggerstrecke und Referenzbereich zeigte Unterschiede in der Dominanzstruktur der Oligochaeta. Während im Referenzgebiet entsprechend der Sedimenttextur stenotope Sandarten, u.a. *Propap-pus volki* und *Enchytraeus* sp., dominierten (mit unterschiedlichen Rangfolgen von Jahr zu Jahr) sind in der mehr schlickig, schluffhaltigen Baggerstrecke primär eurytope Tubificiden der Gattung *Limnodrilus*, v.a. *Limnodrilus hoffmeisteri*, abundant und über die Zeit konstant aufgetreten.

Gegenüber dem „eigentlichen“ Makrozoobenthos war bei den Oligochaeta eine gegenläufige Tendenz in der Besiedlungsdichte, analog zu den Taxazahlen, zu beobachten. So wurde von 1999 bis 2001/2002 grundsätzlich ein Trend zu höheren Individuenzahlen/Station verzeichnet, bei allerdings zunehmender Variabilität der

Messwerte. Die Tendenz zu steigenden Individuenzahlen trat im Bereich der Baggerstrecke wesentlich stärker hervor. Somit ist die populationsdynamische Entwicklung in der Baggerstrecke sehr viel sprunghafter als im Referenzgebiet gewesen. Dieser Prozess ist charakteristisch für eine Opportunistenphase.

Mit Abschluss der Fahrrinnenanpassung und nach Ablauf von über 2 Jahren ist der Bereich der Ausbaubaggerung quantitativ besiedelt. Die Oligochaeta haben die Eingriffsfläche weitgehend erobert. Die Taxazahlen sind angestiegen, die Individuenzahlen haben sich um mehrere Zehnerpotenzen erhöht. Allerdings hat sich auch die Variabilität der Populationsparameter um ein Vielfaches gesteigert. Die Entwicklung des „eigentlichen“ Makrozoobenthos verlief indessen gegenläufig. Alle geprüften Parameter entwickeln sich in der Tendenz nach unten. Erklärungen für diese doch sehr unterschiedliche Entwicklung sind noch nicht offensichtlich. Auf welchem Niveau sich die Gemeinschaft letztendlich einschwingt – entscheidendes Element für die Beantwortung der Frage nach der Zeitdauer der qualitativen Wiederherstellbarkeit der Biozönose – kann derzeit nicht ausreichend beantwortet werden, zumal die extrem hohe Variabilität der Oligochaetenfauna momentan weder natürlichen Prozessen noch ausbaubedingten Störungen zuzuordnen ist.

Unter Berücksichtigung der UVU-Prognose machen die Ergebnisse plausibel, dass sich das System hinsichtlich funktionaler und struktureller Kriterien in den nächsten Jahren weiter einem dem Status quo ante vergleichbaren Zustand annähern wird. Der Zeitraum ist jedoch momentan noch nicht vorhersehbar; die in der UVU prognostizierte Wiederbesiedlungsdauer scheint weiter plausibel.

Durch die vorhandenen Rahmenbedingungen (Neubauarbeiten und Fahrrinnenunterhaltung, unterschiedliche Sedimente in Referenz und Baggerstrecke) wird zum einen die Identifikation der Wirkungen der Neubaumaßnahme, zum anderen auch die Bestimmung des Zeitpunktes zu dem eine Wiederherstellung der Zönose (im Sinne der Prognose s.o.) als erfolgreich angesehen werden kann, erschwert. Zur Beschreibung des Weiteren Verlaufs der generativen Entwicklung und zur Erarbeitung einer belastbaren abschließenden Bewertung ist die geplante Fortführung der Makrozoobenthosuntersuchungen sinnvoll.

1. Anlass und Ziel der Untersuchungen

Im Rahmen der Beweissicherung zur Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt finden umfangreiche Begleituntersuchungen zur benthischen Makrofauna im Bereich der Unterelbe (km 647-653) statt. Nach der in 1999 durchgeführten Status quo Untersuchung erfolgte in 2001 die erste und 2002 die zweite Monitoringuntersuchung der festgelegten Untersuchungsbereiche nach Abschluss der Neubauarbeiten. Diese umfassen, wie im festgelegten Untersuchungsprogramm vorgesehen, sowohl eine Baggerstrecke in der Fahrrinne der Unterelbe im Bereich km 648,5-653 als auch einen Referenzbereich (km 647-648,5).

Ziel des vorliegenden Berichtes ist zum einen eine Dokumentation der in 2002 vorgefundenen Makrozoobenthosbesiedlung der Untersuchungsgebiete und die Darstellung möglicher räumlicher Besiedlungsunterschiede zwischen direkten Eingriffs- (Baggerstrecke) und dem zugehörigen Referenzbereich. Zum anderen erfolgt ein Vergleich mit den Ergebnissen der Vorjahre sowie ein Abgleich mit der Prognose der Umweltverträglichkeitsuntersuchung von 1997.

2. Material und Methoden

Die Probenahme in der Unterelbe wurde am 18.4. und 19.4.02 durchgeführt. Die Wassertemperaturen betragen etwa 10°C (so weit möglich wurde die Temperatur, ähnlich wie in 1999, über Grund gemessen). Die Terminfestlegung erfolgte in Abhängigkeit zur Wassertemperatur, da vorgesehen war, die Probenahme unter ähnlichen Rahmenbedingungen durchzuführen, wie bei der Status quo ante Aufnahme Ende April 1999 (29.4.1999). Zum damaligen Zeitpunkt lagen die Wassertemperaturen um die 12,5- 13,1°C. Dies entspricht im Wesentlichen auch der Frühjahrssituation 2002. Bezüglich dieser Umweltvariablen ist von einer Vergleichbarkeit der Frühjahrentwicklung des Makrozoobenthos auszugehen. Allgemeine Angaben zum Datum der Probenahme, der Position der Stationen (Strom-km, bzw. geographische Position), Eindringtiefe des Greifers, Sedimentcharakter können dem Anhang entnommen werden.

2.1 Baggermengen

Angaben zum Umfang der (Unterhaltungs-) Baggerungen in den Untersuchungsbereichen wurden von 1997 bis 2002 für den Unterelbeabschnitt von km 647-653 (Vertiefungsbereich, Referenz) berücksichtigt. Die Daten liegen als monatliche Mengen [m³] für 500m-Abschnitte vor, die, in Richtung stromab gesehen, differenziert für die linke Fahrrinnenseite, die Fahrrinnenmitte sowie die rechte Fahrrinnenseite angegeben sind (WSA HAMBURG schriftl. Mitt.). Die folgende Übersicht zeigt die durchschnittliche Baggermenge/Monat [m³] bezogen auf die gesamte Baggerstrecke (Ges./Monat), die durchschnittliche Menge/Monat bezogen auf die 500m-Abschnitte (500m/Monat), sowie eine Angabe der Mengen, die den etwa 4-5 monatigen Zeitraum (Januar-Mai 500m/Monat) vor den jeweiligen Makrozoobenthosuntersuchungen betreffen. Des Weiteren ist die prozentuale Verteilung der Baggermengen auf die jeweiligen Fahrrinnenseite und die durchschnittliche Anzahl der Baggerungen/Monat bezogen auf das jeweilige Jahr angegeben (s.u. Übersicht).

Baggerstrecke km 648,5-653	1997	1998	1999	2000	2001	2002 (bis Mai)
Ges/Monat	67.112	173.465	9.627	49.416	100.352	20.962
500m/Monat	7.456	19.274	1.029	5.490	11.150	2.329
Jan-Mai 500m/Monat			2.980		8.361	2.329
Fahrrinnenseite (R/M/L) % ges	35/33/32	25/29/46	88/6/6	42/7/51	49/18/33	9/7/84
Fahrrinnenseite (L/M/R) % Jan - Mai			86/7/7		50/26/24	9/7/84
mittl. Anzahl Baggerungen/Monat (L/M/R)	0,75/0,42/0,83	0,92/0,83/0,92	0,42/0,16/0,42	0,67/0,58/0,58	1/0,75/0,75	0,2/0,4/2,6

Referenz km 647-649	1997	1998	1999	2000	2001	2002 (bis Mai)
Ges/Monat	2.938	2.150	1.055	3.736	3.870	0
500m/Monat	734	537	264	934	967	0
Jan-Mai 500m/Monat			872		1.440	0
Fahrrinnenseite (R/M/L) % ges	5/6/89	0/6/94	0/0/100	28/17/54	7/44/49	0
Fahrrinnenseite (L/M/R) % Jan - Mai			0/0/100		13/58/29	0
mittl. Anzahl Baggerungen/Monat (L/M/R)	0,08/0,16/0,5	0/0,08/0,16	0/0/0,16	0,25/0,08/0,33	0/0,3/0,42	0

L = linke Fahrrinnenseite, M = Fahrrinnenmitte, R = rechte Fahrrinnenseite in Blickrichtung stromab.

Die Daten zeigen, dass mit Ausnahme von 1999 und 2000 die Gesamtbaggermengen im Abschnitt km 648,5-653 (Neubaubereich) überwiegend deutlich $>50.000\text{m}^3/\text{Monat}$ lagen. Dies entspricht bezogen auf 500m-Fahrrinnenabschnitte Mengen, die durchschnittlich zwischen 1.029 m^3 (1999) bis zu 19.274 m^3 (1998) im Monat betragen. Besonders hohe Baggermengen wurden in der Fahrrinne/Neubaubereich dabei sowohl 1998 (also vor der Neubaumaßnahme, insges. $173.486\text{ m}^3/\text{Monat}$) und auch in 2001 (nach Abschluss des Neubaus, insges. $100.352\text{ m}^3/\text{Monat}$) verzeichnet. In dem 4-5 monatigen Zeitraum (Januar-Mai) vor den Benthosprobenahmen, die im April/Mai 1999, 2001 und 2002 durchgeführt wurden, sind, bezogen auf 500m-Abschnitte, durchschnittlich $2.980\text{ m}^3/\text{Monat}$ in 1999 und etwa $8.300\text{ m}^3/\text{Monat}$ in 2001 gebaggert worden. In 2002 entsprach diese Baggermenge mit $2.329\text{ m}^3/\text{Monat}$ in etwa der Größenordnung von 1999. In der Tendenz war die linke Fahrrinnenseite (L) von den Baggerungen am stärksten und, insbesondere 1999, 2000 bzw. 2002, die Fahrrinnenmitte (M) von den Baggerungen am geringsten betroffen. Die Unterhaltungsfrequenz (hier dargestellt als mittlere Anzahl der Unterhaltungstätigkeiten/Monat bezogen auf das jeweilige Jahr) war im Neubaubereich/Baggerstrecke seit 1997 vergleichsweise hoch. In 1998 und in 2001 wurden nahezu in jedem Monat Unterhaltungsarbeiten durchgeführt, während in 1999 die Unterhaltungsfrequenz (durchschnittlich $<0,5$ Baggerungen/Monat) deutlich niedriger lag.

Auch im Referenzbereich (km 647-649) wurden Unterhaltungsmaßnahmen durchgeführt. Die Baggeraktivität sowie die Baggermengen waren aber deutlich geringer als im Neubaubereich. Sie erreichten (mit Ausnahme von 1999) nur etwa 2-5% der im Neubaubereich angefallenen Mengen. Die bezogen auf 500m-Abschnitte

entnommenen Mengen lagen im Mittel $<1.000 \text{ m}^3/\text{Monat}$. 1999 wurde mit nur $264 \text{ m}^3/\text{Monat}$ die geringste und 2001 mit $967 \text{ m}^3/\text{Monat}$ die höchste Menge verzeichnet. In 2001 war im Zeitraum von Januar-Mai die Unterhaltung am intensivsten. Bezogen auf diesen Zeitraum lag die Baggermenge mit durchschnittlich $1.440 \text{ m}^3/500\text{m}/\text{Monat}$ wesentlich über dem Wert von 1999 und erreichte 15% der Menge, die im gleichen Zeitraum im Neubauabschnitt entnommen wurde. In 2002 erfolgten bis Mai keine Unterhaltungsbaggerungen. Im Referenzabschnitt war v.a. der rechte Fahrrinnenrand von den Unterhaltungsmaßnahmen betroffen, der linke Fahrrinnenrand am wenigsten.

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass der untersuchte Fahrrinnenbereich zwischen km 648,5 und km 653 sowohl vor den Neubauarbeiten als auch danach intensiven Unterhaltungsbaggerungen unterlag. So überstiegen die im Rahmen der Fahrrinnenunterhaltung angefallenen Mengen v.a. 1998 (ca. $173.000 \text{ m}^3/\text{Monat}$) und 2001 ($100.000 \text{ m}^3/\text{Monat}$) diejenigen der Vertiefungsarbeiten von 1999/2000 deutlich. Mit 9.600 bzw. $49.000 \text{ m}^3/\text{Monat}$ war die Baggeraktivität in 1999 und 2000 im betrachteten Zeitraum von 1997 – 2002 sogar eher unterdurchschnittlich (s. Übersicht). Auch im Referenzbereich bei km 647-649 wurden in jedem Jahr Unterhaltungsbaggerungen durchgeführt ($1.000 \text{ m}^3 - 3.870 \text{ m}^3/\text{Monat}$), die allerdings deutlich weniger intensiv als im Fahrrinnenbereich waren.

Das angefallene Baggergut waren Sande unterschiedlicher Körnung.

2.2 Untersuchungsbereiche in der Fahrrinne

In diesem Untersuchungsabschnitt wurden insgesamt 20 Stationen in der Fahrrinne beprobt. Die Untersuchungsstationen im Bereich der Baggerstrecke sind z.T. als Einzelstationen in der Fahrrinnenmitte (BL18, 22, 28, 30), z.T. als Quertransekte in der Fahrrinne positioniert (BL 20-21, BL25-27, BL31-33). Die Referenzstationen in der Fahrrinne sind in ähnlicher Weise angeordnet. So repräsentieren RL40-42 und RL 45-47 Quertransekte, während RL48 als Einzelstation in der Fahrrinnenmitte positioniert wurde (s. Abb. 1).

Die Lage der Probenahmestationen ist der Abb. 1 zu entnehmen und entspricht derjenigen von 1999 und 2001.

Baggerstrecke km 649-653

In diesem Bereich wurden insgesamt 13 Stationen in der Fahrrinne beprobt, die zum einen eine Längsschnitts- (von km 649 - km 653) und zum anderen eine Querschnittsbetrachtung ermöglichen.

Referenz km 647-648

Zwischen km 647 und 648 wurden 7 Stationen beprobt, die als Referenzstandorte für die 13 Fahrrinnen-Stationen zwischen km 649-653 fungieren sollen. 6 der insgesamt 7 Referenzstationen repräsentieren Querschnitte (s. Abb.1).

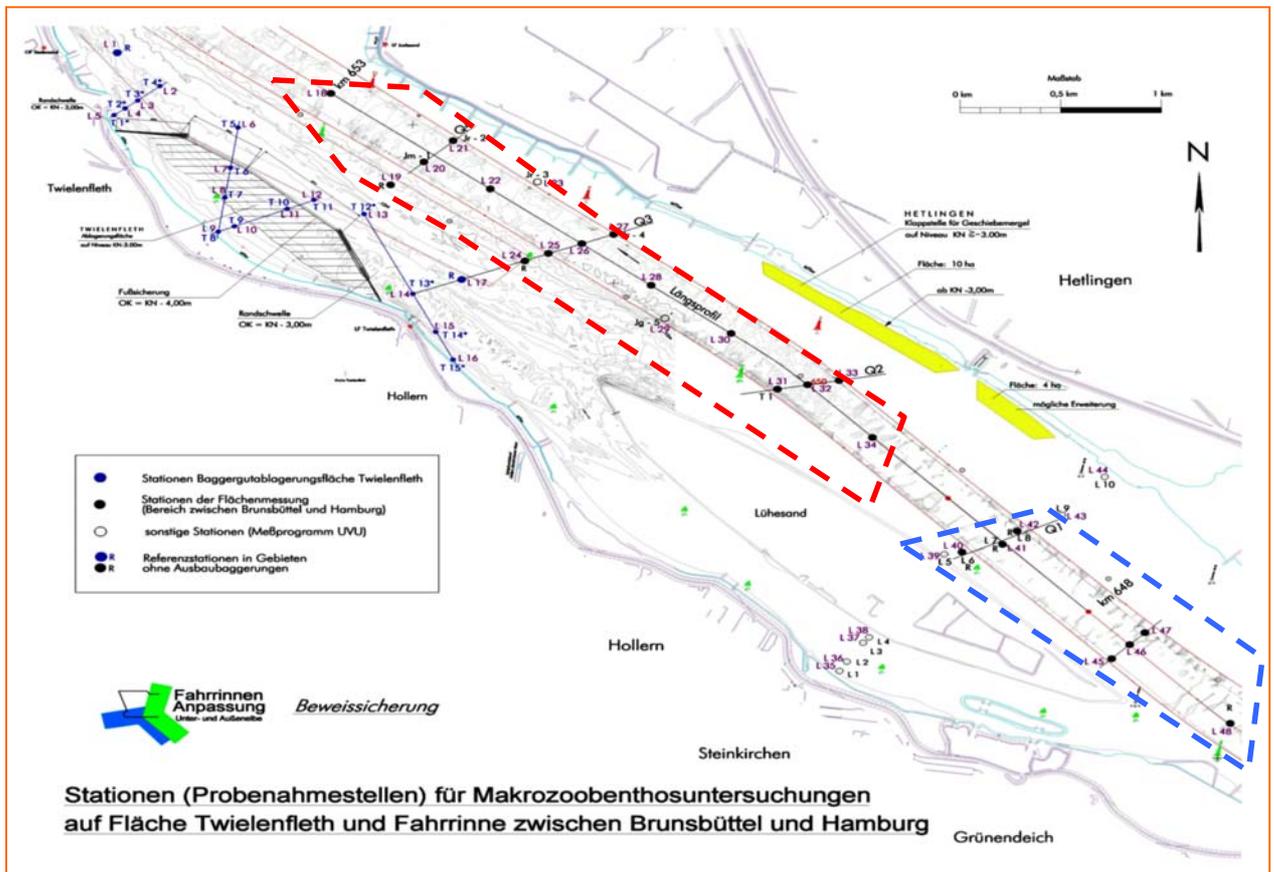


Abb.1: Lage der Untersuchungsstationen im Bereich der Fahrinne zwischen km 647 bis km 653. Vertiefungsbereich-Baggerstrecke: Rot umrandet, Referenz: blau umrandet.

2.3 Erfassungsmethodik

Um eine optimale Erfassung der Makrozoobenthos-Gemeinschaft v.a. die der Oligochaeta zu gewährleisten, sind unterschiedliche Methoden angewandt worden. So erfolgte eine getrennte Erfassung von größeren - (van-Veen-Greifer, 1000 µm-Fraktion) und kleineren Organismen (Stechrohrunterproben, 250 µm-Fraktion). Die Bearbeitung der 250 µm-Fraktion fokussierte dabei auf die Oligochäten-Fauna, während bei der Auswertung der 1000 µm-Fraktion die übrigen Makrozoobenthosgruppen berücksichtigt wurden. Die aus den unterschiedlichen Beprobungsmethoden resultierenden Daten sind jeweils als eigenständiger Datensatz ausgewertet worden, da v.a. unter quantitativen Gesichtspunkten ein Zusammenführen der 1000 µm- und der 250 µm-Fraktion nicht sinnvoll ist.

Van-Veen-Greifer (1000 µm-Fraktion)

An jeder der o.g. Stationen wurden 6 van-Veen-Greifer (OF = 0,1 m²) entnommen. Der Befüllungsgrad der verwerteten Greifer betrug mindestens 75%. Greifer mit geringerer Füllung wurden verworfen. Der Greiferinhalt wurde in eine Wanne überführt und anschließend vor Ort unter vorsichtiger Spülung mit Elbewasser über 1000 µm Maschenweite gesiebt. Der Rückstand wurde in 70%igem Alkohol zur taxonomischen Bestimmung fixiert.

Stechrohrprobe (250 µm-Fraktion)

Jedem van-Veen-Greifer wurde mittels Stechrohr (Ø 4,5 cm) eine Unterprobe entnommen und vor Ort in Formol (4%) konserviert. Das Material der Stechrohr-Unterproben wurde im Labor mittels eines Elutratonsverfahrens gespült, wobei der Überstand über 250 µm Maschenweite aufkonzentriert wurde. Auf die konventionelle Siebung des Probenmaterials wurde verzichtet, da durch die mechanische Beanspruchung erfahrungsgemäß viele Oligochäten beschädigt werden.

Aufarbeitung des Probenmaterials

Die Organismen (sowohl der 1000 µm- als auch der 250 µm-Fraktion) wurden im Labor aus den jeweiligen Siebrückständen aussortiert und anschließend, nach entsprechender Aufbereitung, taxonomisch bearbeitet. Von jeder identifizierten Art sind einige Exemplare in eine Belegsammlung überführt worden.

Soweit möglich, wurden die einzelnen Individuen der erfassten Taxa in „juvenil“ und „adult“ unterschieden. Folgende Kriterien lagen der Klassifizierung zugrunde: Muscheln (hier *Macoma balthica*) galten bei Schalenlängen <5mm als juvenil, Polychäten (hier *Marenzelleria*) wurden als juvenil bezeichnet, wenn das 7. Segment <2mm breit war. Gammariden wurden bei Größen von <4mm als juvenil eingestuft. Die Klassifizierung der Oligochaeta ist dem entsprechenden Kapitel zu entnehmen. Für die Gattung *Bathyporeia* wurde auf eine Unterteilung in „juvenil“ und „adult“ verzichtet, da die Bestimmung der Arten dieser Gruppe erst ab einer bestimmten Größe möglich ist. Zur Frage der Differenzierung des Altersstadiums bei den Organismen der 250 µm-Fraktion siehe Kap. 3.1.3.

Rahmenparameter

Als abiotische Parameter wurden erhoben: Datum, Uhrzeit, Koordinaten (Gauß-Krüger), Tidephase, Wassertiefe, Temperatur (an einigen Stationen), Sedimentzusammensetzung („Fingerprobe“). Die Sedimente wurden wie folgt klassifiziert: Grobsand, Mittelsand, Feinsand, Schlick und Schill. Der Anteil einer jeweiligen Sedimentfraktion wurde vor Ort für jeden entnommenen Greifer geschätzt. Die Dokumentation ist im Anhang I des Berichts beigelegt.

2.4 Auswertungsmethodik

Die Auswertung umfasst eine Darstellung der verschiedenen untersuchten Elbe-Bereiche im Hinblick auf abiotische Rahmenbedingungen, Artenspektrum, Artenzahl, Zusammensetzung der Fauna auf Phyla-Niveau, Individuendichte und Dominanzstruktur. Der räumliche (Eingriffs-, Referenzbereich) sowie der zeitliche (vorliegende Daten mit Status quo ante 1999) Vergleich der Makrozoobenthosbesiedlungen basiert auf den Kennwerten Artenzahl, Dominanzstruktur und Abundanzen. Die Abundanzvergleiche erfolgen sowohl summarisch auf Basis der Gesamtabundanz als auch auf Phyla-Ebene mittels Box-Whisker-Plots. Die Prüfung möglicher quantitativer Besiedlungsunterschiede (Artenzahlen, Abundanzen) sowohl auf räumlicher als auch auf zeitlicher Ebene erfolgt – wenn sinnvoll – durch paarweise Vergleiche mittels parameterfreier Verfahren wie dem Wilcoxon-Test. Dieser wurde angewendet, wenn die Ergebnisse am gleichen Ort, aber zu unterschiedlichen Zeitpunkten miteinander verglichen wurden. Der ebenfalls parameterfreie U-Test und Median-Test wurde zum Vergleich der Ergebnisse von unterschiedlichen Standorten verwandt.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Ergebnisse 2002

3.1.1 Sedimente und Wassertiefen

Die Stationen, die den Bereich der Baggerstrecke repräsentieren, wiesen in 2002 durchweg sehr ähnliche Sedimentstrukturen auf. Mit Ausnahme einer einzigen Station (BL33) wurden alle anderen durch Feinsande oder Schlick geprägt. Dabei überwog an einigen Stationen der Feinsandanteil (u.a. BL31, BL32, BL33), während an anderen Stationen (u.a. BL21, BL25, BL28) der Schlickanteil dominanter war. Die Station BL33 wies neben Feinsanden relativ hohe Mittel- und Grobsandanteile auf. Damit unterschied sich BL33 deutlich von den anderen Stationen, die im Bereich der Baggerstrecke positioniert waren.

Der Referenzbereich unterschied sich in der Sedimentzusammensetzung deutlich von der Baggerstrecke. Auch hier war die interne Variabilität zwischen den Stationen eher gering. Alle Stationen wurden im Gegensatz zu denen der Baggerstrecke überwiegend durch gröbere Sedimente, insbesondere durch Mittelsande, geprägt (überwiegend >50%). Neben Mittelsanden waren auch Grobsande und z.T. auch Feinsande örtlich in höheren Anteilen (bis zu >20%) vorhanden. Lokal sind Kiese/Steine erfasst worden. Schlick war mit durchschnittlich <0,5% fast nicht vertreten.

Die Wassertiefen lagen sowohl im Bereich der Baggerstrecke als auch im Referenzbereich zwischen 14 m [-SKN] und 16 m [-SKN].

3.1.2 Makrozoobenthos 1000 µm-Fraktion (Greifer)

Artenzahl und Dominanzstruktur

In den Greiferproben, die im Fahrrinnenabschnitt bei km 649-653 entnommen wurden, konnten 2002 insgesamt 8 Taxa identifiziert werden. Zu diesen gehörten der Polychäten *Marenzelleria* spp. und *Phyllodoce mucosa*, die Crustacea *Bathyporeia elegans*, *B. pilosa*, *Gammarus zaddachi* sowie die Schwebegarnele *Neomysis integer*, sowie unbestimmte juvenile Tiere der Taxagruppen *Gammarus* und *Bathyporeia*. Von den genannten Taxa wurden im Referenzbereich und im Bereich der Baggerstrecke jeweils 6 Taxa erfasst (s. Tab. 1).

Tab. 1: Artenspektrum der 1000µm-Fraktion-Greifer (Oligochaeta nicht berücksichtigt) April 1999, Mai 2001 und April 2002- Fahrinne Untereelbe km 647-653; j+ad: juvenile und adulte Individuen vertreten, * Art bei Abundanzvergleich nicht berücksichtigt. RL = Referenzbereich (N_{Stationen}=7); BL= Baggerstrecke (N_{Stationen}=13). Bei Taxa ohne Zusatz j+ad handelte es sich ausschließlich um adulte Exemplare.

Taxa	RL-99	BL-99	RL-01	BL-01	RL-02	BL-02
Cnidaria						
Cordylophora caspia	x	x				
Bivalvia						
Corbicula cf. fluminalis					x	
Dreissena polymorpha		x				
Annelida-Polychaeta						
Hediste diversicolor		x				
Marenzelleria spp. j+ad	x	x	x	x	x	x
Neanthes succinea						x
Copepoda						
Copepoda indet.*	x	x	x			
Amphipoda						
Bathyporeia elegans	x	x	x	x	x	x
Bathyporeia pilosa	x	x	x	x	x	x
Bathyporeia sp.						
Gammarus zaddachi j+ad	x	x	x		x	x
Gammarus sp. juv					x	
Mysidacea						
Neomysis integer*		x		x		x
Decapoda						
Eriocheir sinensis*				x		
Diptera						
Chironomidae indet.	x	x		x		

Das insgesamt geringe Artenspektrum führt zu einer entsprechend niedrigen durchschnittlichen Taxazahl an den jeweiligen Stationen. Die Baggerstrecke (0,2 – 1,7 Taxa/Greifer) wies dabei im Vergleich mit den Werten der Referenzstationen (0 - 1 Taxa/Greifer) etwas höhere Werte auf.

Die benthische Gemeinschaft wurde im Bereich der Baggerstrecke v.a. von den *Bathyporeia*-Arten *B. pilosa* und *B. elegans* dominiert. Beide Crustacea hatten zusammen einen Anteil von >80% an der Gesamtbesiedlung; Der Polychät *Marenzelleria spp.* war mit 12,6% das dritthäufigste Taxon. Andere Taxa spielten aus quantitativer Sicht keine Rolle.

Die Benthosgemeinschaft war in 2002 im Bereich der Referenz anders strukturiert: hier waren der Polychät *Marenzelleria spp.* mit einem Anteil von etwa 48% und der Amphipode *Gammarus zaddachi* (28,6%) die dominierenden Faunenelemente. Die o.g. *Bathyporeia*-Arten erreichten nur 11,4% (*B. pilosa*) bzw. 5,7% (*B. elegans*) und waren damit an den Referenzstationen weitaus weniger prägend als im Baggerbereich.

Abundanzen

Insgesamt war die Besiedlungsdichte der Benthosgemeinschaft sehr gering. Dies gilt für beide Teilbereiche. So wurden die Stationen der Baggerstrecke von durchschnittlich nur 13,2 Ind/m² besiedelt, wobei an einzelnen Stationen Höchstwerte von 30 Ind/m² (BL 25) verzeichnet werden konnten; andere Stationen waren dagegen mit z.T. < 2 Ind/m² (BL 26, BL 33) nahezu unbesiedelt (Oligochaeta nicht berücksichtigt).

An den Referenzstationen ist in 2002 mit lediglich 8,1 Ind/m² sogar eine noch geringe mittlere Individuendichte als im Bereich der Baggerstrecke dokumentiert worden. Mit 23,3 Ind/m² war die Station RL41 die am umfangreichsten besiedelte Station, während die in der Fahrrinnenmitte befindliche Station RL40 im Hinblick auf die 1000µm-Fraktion gänzlich unbesiedelt war. Gründe für die insgesamt spärliche Besiedlung sind nicht offensichtlich.

Zusammenfassung 1000µm-Fraktion (2002)

Der qualitative Vergleich der Benthosbesiedlung zwischen beiden Teilgebieten zeigt nur geringe Unterschiede. Deutlicher werden Unterschiede auf der quantitativen Ebene mit einer insgesamt höheren Besiedlungsdichte auf der Baggerstrecke. Dieses wird zu einem großen Teil von der Taxagruppe der *Bathyporeia* hervorgerufen und ist wahrscheinlich auf die unterschiedlichen Sedimentstrukturen zurückzuführen. Insbesondere *B. pilosa* besiedelt bevorzugt Feinsand (SCHELLENBERG 1942, HAWARD & RYLAND 1995), der auf der Baggerstrecke der vorherrschende Sedimenttyp war. Im Referenzbereich waren dagegen Mittelsande (z.T. mit Grobsanden) dominierend. Diese Sedimente sind offensichtlich von den *Bathyporeia*-Arten weniger dicht besiedelt. Allerdings waren die Abundanzen des Polychäten *Marenzelleria sp.* und des Amphipoden *G. zaddachi* an den Referenzstationen höher als an den BL-Stationen. Aufgrund der unterschiedlichen Sedimentverhältnisse ist die Aussagekraft des räumlichen Vergleichs zwischen Baggerstrecke und Referenz eingeschränkt.

3.1.3 Wirbellose Bodenfauna 250 µm-Fraktion (Stechrohre)

Artenzahl

Im diesjährigen Untersuchungsmaterial (April 2002) sind insgesamt 30 Taxa und zwei Eistadien wirbelloser Tiere identifiziert worden (vgl. Tab. 2). Nicht in Tab. 2 aufgeführt ist der stete Nachweis von Foraminiferen (Protozoa, Rhizopoda), die hinsichtlich ihrer Größe zur Meiofauna zählen. Der Schwerpunkt des Stechrohrproben-Materials liegt aufgrund der Siebmaschenweite von 250 µm in der Analyse der Fauneneinheiten Oligochaeta (Annelida, Clitellata), sowie Turbellaria und Nematoda (Scolecida). Das definitive Makrozoobenthos (per Konvention Siebmaschenweite 1.000 µm) ist in dem jeweils vorstehenden Kapitel detailliert dargestellt (syn. „Greiferproben“). Diesbezügliche „Makro-Funde“ in der 250 µm-Fraktion sind der Vollständigkeit halber mitaufgeführt, ohne den Nachweis im Weiteren zu hinterfragen oder zu diskutieren.

Demnach setzte sich Gruppe der „wurmartigen“ Wirbellosen aus 22 Taxa zusammen, einschließlich dreier Einheiten nicht determinierbarer Tubificiden. Bei den gewählten Termini „Tubificidae mit Haarborsten“ oder „Tubificidae ohne Haarborsten“ handelte sich entweder um Würmer ohne Penischeiden, bzw. mit resorbierten Geschlechtsorganen, oder um Würmer, die aufgrund fehlender bzw. nicht sichtbarer (eindeutiger) Merkmale nicht bis zur Art/Gattung determiniert werden können. In Frage kommen sowohl unreife (= immature) als auch reife (= mature) Tiere, die juvenil oder adult sein können. Morphologische Merkmale zur Differenzierung des Lebensalters fehlen bei Oligochäten. Normalerweise können reife Tiere als Adultus angesprochen werden, andererseits kann das Reifestadium jedoch schon relativ kurzfristig nach dem Schlupf eintreten (PFANNKUCHE 1977), so dass eher von „frühreifen“ als von ausgewachsenen, adulten Tieren auszugehen ist.

Generell verbergen sich unter dem Sammelbegriff „Tubificidae ohne Haarborsten“ Arten der Gattung *Limnodrilus* oder *Potamothrix moldaviensis*, wovon 5 Arten in der Faunenliste genannt sind. Die Möglichkeit weiterer Arten besteht aber durchaus und kann nicht kategorisch abgelehnt werden. Beispielsweise sind für

die o.g. Gattung *Limnodrilus* 10 Arten in Mitteleuropa bekannt. Bei dem Kollektiv „Tubificidae mit Haarborsten“ ist es dagegen mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit denkbar, dass sich darunter u.a. auch ungenannte Arten der Gattungen *Tubifex*, *Potamothrix*, *Peloscoclex* verbergen. Analog ist die Auslegung für den summarischen Begriff „juvenile Tubificidae indet.“.

Tab. 2: Faunenspektrum der 250 µm-Fraktion im Untersuchungsraum Unterelbe zwischen km 647-653 (April 2002). B = Baggerstrecke (N_{Stationen}=13), R = Referenzbereich (N_{Stationen}=7); F = Einzelstation mittig in Fahrrinne, T = Transekt (3 Stationen quer über die Fahrrinne).

Bereich	Baggerstrecke km 649-653								Referenz km 647-648		
	BF-1	BT-1	BF-2	BT-2	BF-3	BF-4	BT-3	BF-5	RT-1	RT-2	RF-1
Teilgebiet	L 18	L 20-21	L 22	L 25-27	L 28	L 30	L 31-33	L 34	L 40-42	L 45-47	L 48
Station	L 18	L 20-21	L 22	L 25-27	L 28	L 30	L 31-33	L 34	L 40-42	L 45-47	L 48
Turbellaria	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Nematoda	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Taxa Scolecida	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<i>Aeolosoma</i> sp.				x					x	x	x
<i>Propappus volki</i>		x							x	x	
<i>Enchytraeus</i> sp.								x	x	x	x
<i>Amphichaeta leydigii</i>									x		
<i>Homochaeta</i> -Typus indet.								x	x	x	x
<i>Nais barbata</i>								x			
<i>Nais elinguis</i>				x				x		x	
<i>Nais pardalis</i>									x		
<i>Vejdovskyella intermedia</i>									x		
<i>Limnodrilus claparedeanus</i>		x									
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Limnodrilus profundicola</i>		x	x	x	x	x	x	x	x		
<i>Limnodrilus udekemianus</i>		x		x							
<i>Potamothrix moldaviensis</i>		x	x	x	x			x	x		
<i>Peloscoclex</i> sp.		x									
<i>Tubifex</i> sp.		x							x		
<i>Tubifex</i> cf. <i>tubifex</i>									x		
Tubificidae ohne Haarborsten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Tubificidae mit Haarborsten											x
Tubificidae juv. indet.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Taxa Oligochaeta	3	10	5	8	5	4	9	4	14	9	4
Kokons, Oligochaeta indet.		x		x	x	x	x	x	x	x	
Eigelege, Wirbellose indet.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Eistadien	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1
<i>Hydra</i> sp. (cf. <i>oligactis</i>)				x				x	x		x
<i>Cordylophora caspia</i>								x			
Taxa Cnidaria				1			1	1	1		1
<i>Dreissena polymorpha</i>			x			x		x			
Taxa Bivalvia			1			1		1			
<i>Marenzelleria</i> cf. <i>viridis</i>						x					
Polychaeta indet.						x					
Taxa Polychaeta						2					
Ostracoda indet.		x	x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Bathyporeia</i> spp.			x								
Taxa Crustacea		1	2	1	1	1	1	1	1	1	
Chironomidae indet.								x	x	x	x
Taxa Insecta							1		1	1	1
Summe Taxa Scolecida & Oligochaeta ohne Eistadien	5	12	7	10	7	6	11	6	16	11	6
Summe Taxa Sonstige	0	1	3	2	1	4	3	3	3	2	2
Gesamttaxa ohne Eistadien	5	13	10	12	8	10	14	9	19	13	8

Wie schon obenstehend beschrieben, ist die Abgrenzung von Altersklassen für Tubificiden problematisch, noch problematischer wird sie allerdings für naidide Würmer. Die wenigsten Naididen sind/werden ge-

schlechtsreif, da sie üblicherweise die Form der asexuellen Vermehrung (= Paratomie) praktizieren. Propappiden und Enchytraeiden pflanzen sich zwar sexuell fort, aber analog zu den Tubificiden fehlen eindeutige, morphologische Kennzeichen zur Altersbestimmung. Grundsätzlich sind Naididen unabhängig vom Reifegrad verhältnismäßig sicher zu bestimmen. Die Art und Weise der Beborstung ist bei ihnen das charakteristische Merkmal, so dass die Frage „reif/unreif“ für die Artdiagnostik keine tragende Rolle spielt. Dabei ist es bis auf Ausnahmen auch unerheblich, ob die Würmer fixiert oder lebend vorliegen. Letzteres ist jedoch für die Bestimmung der Enchytraeiden essentiell. Anhand des vorliegenden konservierten Materials konnte im Endeffekt nur eine (vage) Trennung anhand der unterschiedlichen, allerdings gattungsspezifischen Borstentypen erfolgen. Unter *Enchytraeus* sp. können wiederum verschiedene Arten verborgen sein; mit ziemlicher Gewissheit *Enchytraeus albidus*. Die holeuryhaline Spezies ist in der gesamten Tideelbe verbreitet.

Zwei Eistadien konnten unterschieden werden: „Kokons, Oligochaeta indet.“ und „Eigelege, Wirbellose indet.“. Eine nähere Zuordnung war nicht möglich. Bei den losen „Kokons“ handelte es sich auf jeden Fall um Embryonalstadien von Tubificiden, Enchytraeiden oder Propappiden. Die „Eigelege“, generell an kleine Steinchen geklebt, dürften u. a. von Turbellarien, Nematoden, Hirudineen stammen. Laichbänder von Schnecken oder Insekten sind unwahrscheinlich.

Gemäß Tab. 2 sind die Transekte, sowohl der Bagger-, als auch der Referenzstrecke, anscheinend artenreicher strukturiert als die Stationen in Fahrrinnen-Mitte. Dieser scheinbare Artenfehlbetrag ist relativ zu sehen, da der zentralen Fahrrinnenposition eine Station, den Transekten dagegen jeweils drei Stationen zugrunde liegen. In der nachfolgenden Abb. 2 ist ebenfalls eine Gebietsbetrachtung gewählt worden, allerdings beruhen die Taxazahlen hier auf der durchschnittlichen Anzahl/Station und Bereich/Teilgebiet.

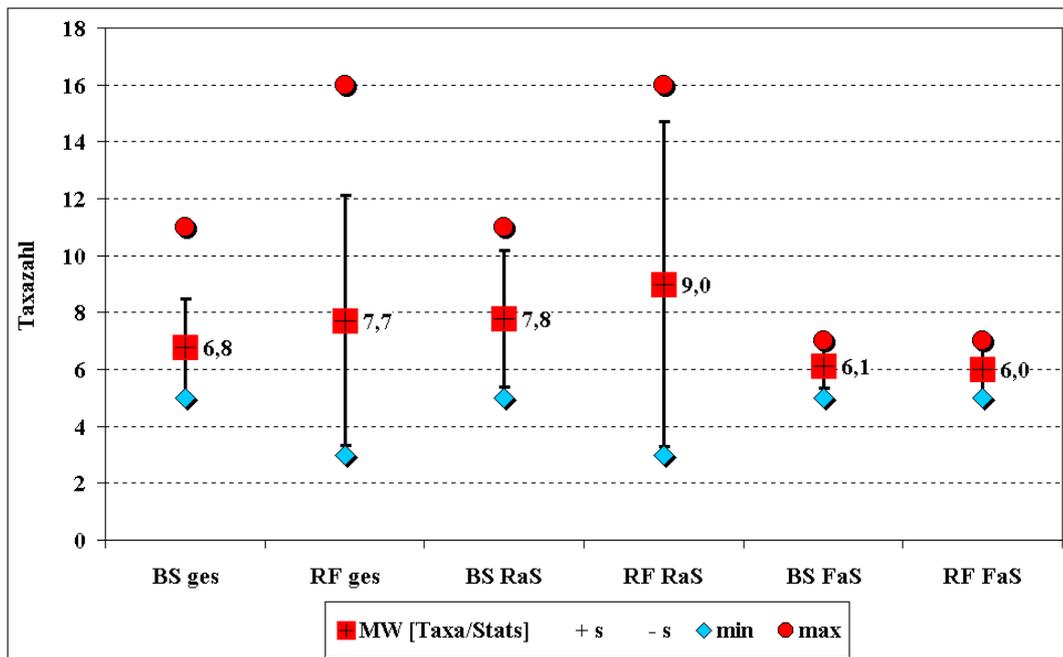


Abb. 2: Mittlere Taxazahl/Station im Untersuchungsraum Unterelbe zwischen km 647-653 (April 2002). BS = Baggerstrecke (ges. $N_{Stationen}=13$), RF = Referenzbereich (ges. $N_{Stationen}=7$); RaS = Außenstationen am linken und rechten Fahrrinnen-Rand (BS $n=5$, RF $n=4$); FaS = Stationen mittig in Fahrrinne (BS $n=8$, RF $n=3$).

Auf der Basis aller Stationen ist der Referenzbereich (= RF ges) besser ausgestattet als die Baggerstrecke (= BS ges): 7,7 versus 6,8 Taxa/Station und Bereich. Analoges gilt für die Teilgebiete der randständigen Stationen (= RaS), auch hier ist mit 9,0 vs. 7,8 Taxa/Station eine tendenziell höhere Ausstattung für den Referenzbereich zu beobachten. Die mittigen Fahrinnen-Positionen sind dagegen mit rd. 6 Taxa/Station und Teilgebiet (FaS) betragsmäßig gleich besetzt. Außerdem fällt im Vergleich zu den randständigen Positionen die erstaunlich geringe Variabilität der Zählgrößen auf (vgl. geringe Standardabweichung und Lage der Extremwerte).

Dominanzstruktur

Die Abb. 3 zeigt die Dominanzstruktur der Wirbellosengemeinschaft (250 µm-Fraktion) differenziert nach den Bereichen Bagger- (= BS) und Referenzstrecke (= RF) mit einer jeweiligen Zuordnung relativ zur Fahrinnenposition, d.h. entweder mittig oder randständig. Der Referenzbereich ist in 2002 durch Turbellarien und Nematoden (Scolecida) dominiert worden. Im Zentrum der Fahrinne (RF_FaS) setzte sich der Bestand zu fast 100% aus Strudel- und Fadenwürmern zusammen, in den Proben der Randstationen (RF_RaS) lag ihr Anteil immerhin noch bei rd. 80% der nachgewiesenen Besiedlung. Der Dichtefaktor zwischen Turbellarien und Nematoden differierte zwischen 10 und 100 zu 1, d. h. die Turbellarien stellten die „Massenform“ im Referenzraum dar.

In der Baggerstrecke (BS) war die Bestandsquote der Scolecida zwar nicht unbedeutend, jedoch trat sie gegenüber der Oligochaeten-Population quantitativ in den Hintergrund. Die Ergebnisse verdeutlichen - unabhängig von der Entnahmeposition - eine klare Eudominanz der wenigborstigen Würmer in diesem Abschnitt (vgl. linke Grafik).

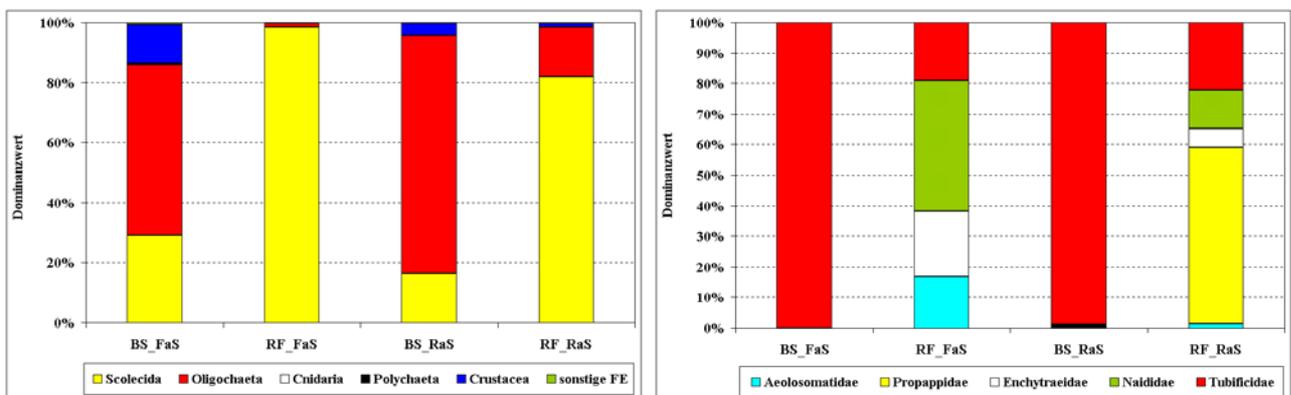


Abb. 3: Dominanzanteil der Wirbellosenfauna (250 µm-Fraktion) im Untersuchungsraum Unterelbe; differenziert nach den Entnahmepositionen in der Baggerstrecke BS_FaS und BS_RaS bzw. in der Referenzstrecke RF_FaS und RF_RaS (April 2002), wobei FaS = Fahrinnen-Mitte und RaS = Fahrinnen-Rand.

Linke Grafik: Dominanzanteile benthischer **Fauneneinheiten** (= FE) am Gesamtbestand (**ohne** Foraminifera und Eistadien).

Rechte Grafik: Dominanzanteile Oligochaeta (**ohne** Kokons), getrennt nach **Familien**.

In der rechten Graphik (vgl. Abb. 3) sind die Bestandsanteile für die einzelnen Familien der Oligochaeta dargestellt (Individuensumme Oligochaeta = 100%). Eindeutig dominierten in der Baggerstrecke, wiederum unabhängig von der Position, die Tubificiden mit einem Anteil an der Gesamtabundanz von fast 100%. Im Abschnitt der Referenz waren die Dominanzverhältnisse regional unterschiedlich ausgeprägt. Im Probenma-

terial der Randstationen (RF_RaS) war *Propappus volki* (Propappidae) mit >50% eudominant, in der mittigen Fahrrinnenposition (RF_FaS) dagegen Naididen mit über 40% bestandsbildend. In beiden Teilgebieten der Referenzstrecke war die Bestandsquote der Tubificiden mit rd. 20% in etwa gleich groß. *Propappus* hat bekanntermaßen eine starke Präferenz für sandige Substrattypen, während Schlick von diesem Wurm gemieden wird (MICHAELSEN 1916; KRIEG 1996, 1999). Der quantitative Nachweis konzentrierte sich infolgedessen auf die reinen „Sand-Stationen“ im Referenzbereich (Sedimenttypisierung vgl. Kapitel 3.1.1).

Innerhalb der Familie Tubificidae dominierte im Untersuchungsraum grundsätzlich *Limnodrilus hoffmeisteri*. Die Art ist extrem eurytop, allerdings mit Schwerpunkt in stark schluffhaltigen bis schlickigen Substraten (PFANNKUCHE 1977). Im Wesentlichen korrespondierte die Verbreitung dieser Art mit den lokalen Substrattypen (vgl. dazu Kap. 3.1.1): Je feinkörniger das Substrat, je größer der Schluffanteil, desto abundanter *L. hoffmeisteri*. In den Mittelsanden des Referenzbereichs ist dieser Tubificidae nur sporadisch beobachtet worden (Größenordnung 10^2 Ind./m²), in den schluffigen und schlickigen Substraten der Baggerstrecke erreichte *L. hoffmeisteri* hingegen hohe Abundanzen (Größenordnung 10^3 - 10^4 Ind./m²) und analoge Dominanzwerte, u. a. Stationen L 21, L 25-28 (vgl. auch Anhang II).

Unter den Naididen war es im Wesentlichen auch nur eine Art, die den Bestand der Familie repräsentierte: *Homochaeta*- Typus (indet.). Dieser Wurm ist erstmals im Rahmen der Beweissicherung Unterelbe 2001 entdeckt worden. Die systematische Stellung dieser „Art“ ist noch sehr unsicher. Sie ist vorläufig, allerdings spricht aufgrund der geringen Größe und Beborstung (Anordnung und Borstentyp) einiges für einen naididen Wurm aus der Gattung *Homochaeta*. Andererseits deutet die Position des Clitellums bei reifen Tieren (ab 10.-11. Segment) auf einen bisher unbekanntem Tubificiden hin. Belegmaterial ist Experten vorgelegt bzw. an sie verschickt worden; derzeit liegen noch keine Aussagen vor. Das Tier dominierte klar in sandigen Sedimenten, in der Regel vergesellschaftet mit *Propappus volki* und *Enchytraeus* sp. Im Referenzabschnitt ist der Wurm durchgängig an allen Stationen nachgewiesen worden, während er in der Baggerstrecke lokal isoliert und ausnahmslos an den wenigen Stationen mit rein sandiger Sedimentstruktur (L 24 & L 33) angetroffen wurde. Eine gewisse Sedimentpräferenz des ‚Tieres‘ für sandige Sedimente scheint damit vorzuliegen.

Abundanzen, Altersstruktur

Die Säulendiagramme in Abb. 4 zeigen die mittlere Gesamt-Individuendichten/Station der einzelnen Bereiche/Teilgebiete, zusammengesetzt aus den Bestandsanteilen übergeordneter Taxa (ohne Foraminifera).

Es lässt sich eine vergleichsweise hohe Besiedlungsvariabilität zwischen den einzelnen Untersuchungsabschnitten erkennen. Die lokalen Individuendichten_{gesamt} differierten im Extrem um gut eine Zehnerpotenz; im Minimum von 10^4 bis maximal rd. 10^5 Ind./m².

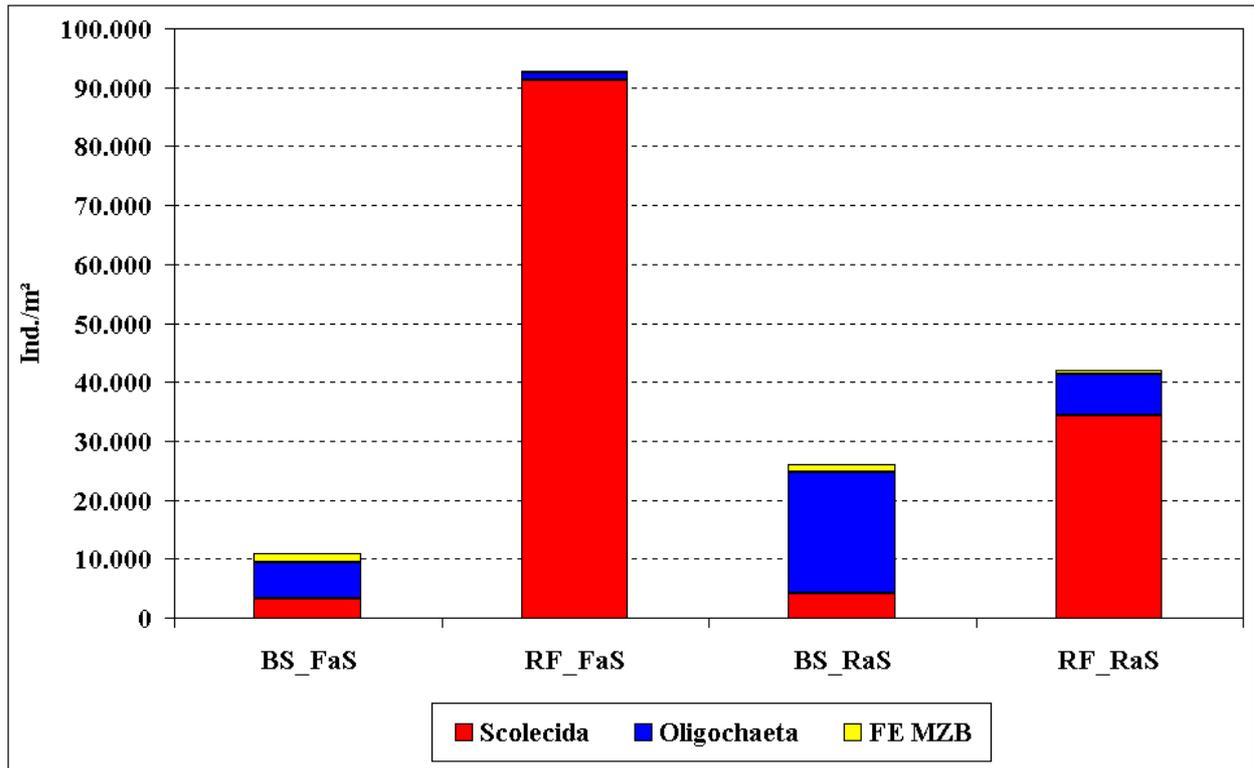


Abb. 4: Gesamtdichte der Wirbellosenfauna (250 µm-Fraktion) im Untersuchungsraum Unterelbe [mittl. Ind.zahl/Station]; differenziert nach den Entnahmepositionen in der Baggerstrecke BS_FaS und BS_RaS bzw. in der Referenzstrecke RF_FaS und RF_RaS (April 2002), wobei FaS = Fahrinnen-Mitte und RaS = Fahrinnen-Rand.

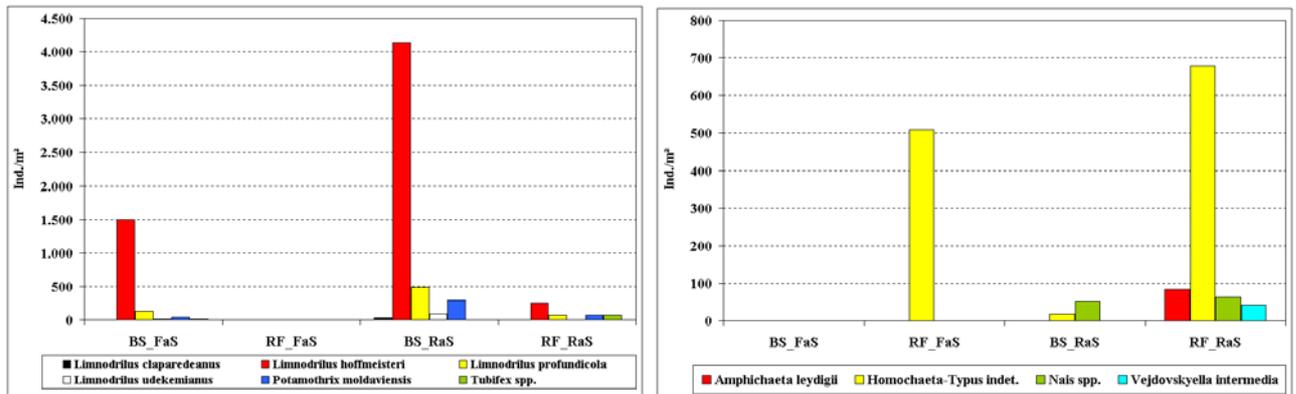


Abb. 5: Mittlere Populationsdichten [Ind./m² & Station] aspektbildender Tubificiden und Naididen im Untersuchungsraum Unterelbe zwischen km 647-653 (April 2002). BS = Baggerstrecke (ges. N_{Stationen}=13), RF = Referenzbereich (ges. N_{Stationen}=7); RaS = Außenstationen am linken und rechten Fahrinnen-Rand (BS n=5, RF n=4); FaS = Stationen mittig in Fahrinne (BS n=8, RF n=3).
Linke Grafik: Populationsdichte reifer Tubificidae, differenziert nach 6 Arten.
Rechte Grafik: Populationsdichte Naididae, differenziert nach 4 Arten.

In der vorstehenden Abb. 5 sind die Abundanzen der wesentlichen Oligochäten-Arten zusammengestellt, wobei in der linken Grafik die quantitative Verteilung der Tubificiden dargestellt ist und in der rechten Grafik die der Naididen. Aus der Familie Tubificidae sind insgesamt die in der linken Grafik herausgestellten sechs reifen Arten identifiziert worden. Individuenstarke Bestände erreichte dabei nur *Limnodrilus hoffmeisteri* mit

$>10^3$ Ind./m², wobei die größte Populationsdichte (und auch Diversität der Tubificidae) an den Rändern der Baggerstrecke ermittelt wurde (BS_RaS). Der Referenzbereich RF wurde, bis auf die Randpositionen von reifen Tubificiden gemieden, allerdings lagen die Abundanzen weit unter denen des Baggerabschnitts.

In 2002 konnte eine Besonderheit bei dem Tubificiden beobachtet werden, die im Vorjahr nicht oder wenn, dann nur vereinzelt registriert worden ist. In 2002 war mehr als 1/3 des Tubificiden-Bestandes sowohl im Bereich der Baggerstrecke als auch im Referenzbereich auffällig geschädigt. Den betroffenen Tieren ist der Corpus hinter den Segmenten X – XII zu Lebzeiten abgetrennt worden. In der Regel hatten sie ein neu produziertes, noch unsegmentiertes Hinterteil. Der Bruch kann durch externe Beanspruchung verursacht sein oder die Würmer haben sich autotomiert. In beiden Fällen geschieht das jedoch nur durch eine abrupte Milieuveränderung oder äußere, mechanische Einwirkungen. Möglicherweise ist die Strömung über Grund und damit die Sedimentbeweglichkeit größer geworden, und den Tubificiden wird quasi „das Hinterteil abrasiert“. Festzuhalten ist auf jeden Fall, dass dieses Phänomen in dem beobachteten Ausmaß bisher einmalig ist.

In der rechten Grafik (Abb. 5) sind die Abundanzen der nachgewiesenen Naididen-Arten dargestellt, wobei nur der sog. *Homochaeta*-Typus mit knapp 10^3 Ind./m² noch halbwegs große Bestandszahlen erreichte. Entgegen der Tubificiden-Verteilung war für die Naididen eine Konzentrierung im Referenzgebiet typisch, wobei es dabei sowohl das Gebiet in der Fahrrinne als auch der Rand (RF_FaS & RaS) betroffen war. Analog ist auf den Referenzflächen auch die größte Artenvielfalt Naididae registriert worden (RF_RaS). In der Baggerstrecke BS waren dagegen nur wenige Arten und sporadische Restpopulationen existent.

Die Bestimmung der Altersstruktur der Oligochätenfauna ist problematisch, weil es keine morphologisch differenzierbaren Merkmale und auch keine Konvention dazu gibt (PFANNKUCHE 1977). Aus diesem Grunde wird im Folgenden zwischen den Stadien „juvenil“, „unreif“ und „reif“ unterschieden, wobei „reif“ auch reproduzierende (Eikokons tragende) Tiere einschließt. Auf die Tubificiden lässt sich diese Dreiteilung noch relativ gut anwenden, mit gewissen Abstrichen auch auf die Propappiden und Enchytraeiden – und zwar unter Zusammenfassung der Stadien „juvenil“ und „unreif“, während die Klassifizierung bei den Naididen nicht zu verwenden ist. Sie scheitert deshalb, weil Naididen die ungeschlechtliche Vermehrung (Paratomie) bevorzugen. Die sexuelle Reproduktion spielt nur eine untergeordnete Rolle. Der Anteil „reifer“, sich sexuell vermehrender Tiere (erkennbar am ausgebildeten Clitellum), in einer Naididen-Population variiert von 0 über 5 bis 10% (max. 20%). In dem aktuellen Untersuchungsmaterial betrug der Prozentsatz geschlechtsreifer (Sex-) Stadien für Naididen gleich null Prozent und damit waren die Naididen-Populationen hinsichtlich ihrer Reife-/Altersstruktur nicht einzustufen.

Für *Propappus volki* (Propappidae) zeigte sich ein genau gegensätzliches Bild: im Mittel hatten rd. 75% der Würmer ein ausgebildetes Clitellum, sind also in der Mehrzahl „reif“ gewesen. Innerhalb der Enchytraeiden ist bis auf eine Ausnahme kein „reifes“ Tier beobachtet worden. Der nachgewiesene Bestand setzte sich demnach aus „juvenilen“ bzw. „unreifen“ Stadien der Gattung *Enchytraeus* zusammen. In Abb. 6 ist die Reifestruktur der Tubificiden hinsichtlich der drei o. g. Kriterien dargestellt (hier als Synonym für den Altersaufbau). Außerdem ist die Anzahl der Eikokons (*Oligochaeta*) und Eigelege (*Wirbellose indet.*) mit in die Grafik eingefügt.

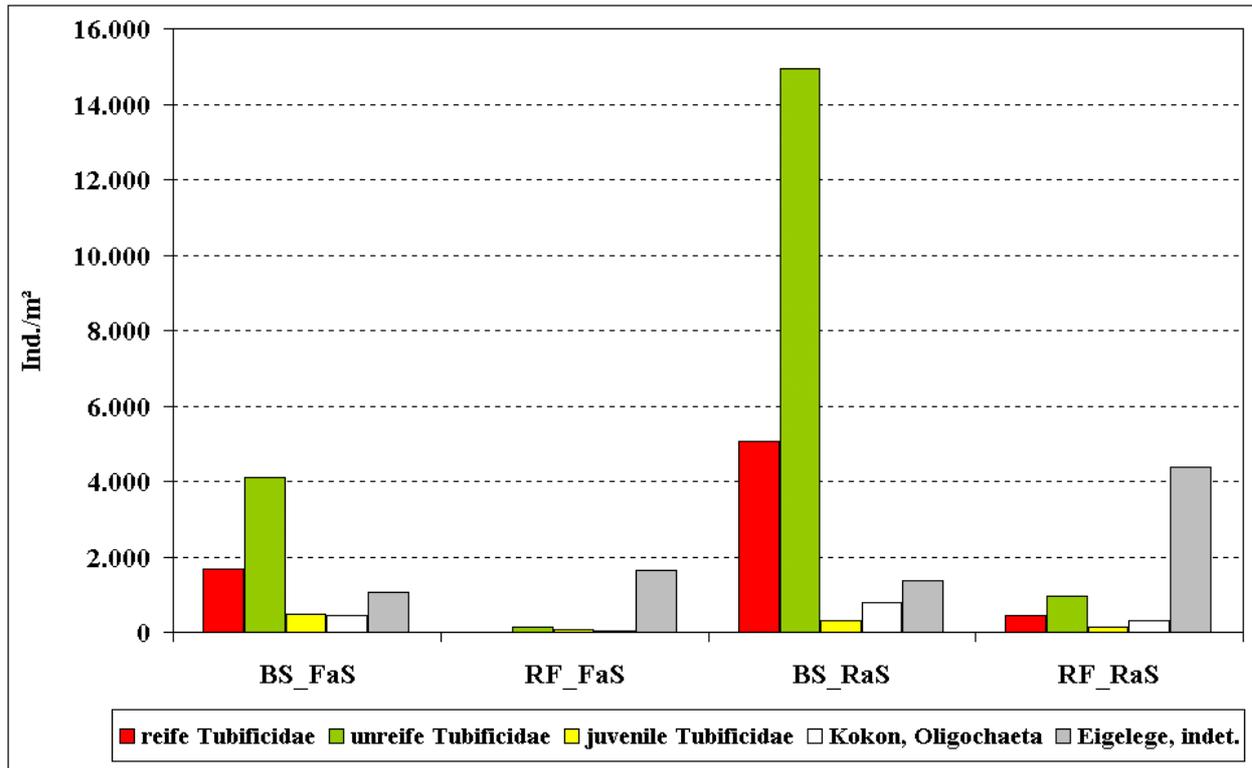


Abb. 6: Lokale „Altersstruktur“ der Tubificidenfauna im Untersuchungsraum Unterelbe zwischen km 647-653 (April 2002). Entnahmepositionen in der Baggerstrecke BS_FaS und BS_RaS, in der Referenzstrecke RF_FaS und RF_RaS; wobei FaS = Fahrrinnen-Mitte und RaS = Fahrrinnen-Rand.

In Absolutwerten ausgedrückt, konzentrierten sich die größten Abundanzen reifer und unreifer Tubificiden in der Baggerstrecke BS, insbesondere in den Randbereichen der Fahrrinne (BS_RaS). Die Anzahl der Juvenilstadien und Kokons war im Untersuchungsraum im Großen und Ganzen überall sehr ähnlich. Eine Ausnahme bildeten die Referenz-Stationen in der eigentlichen Fahrrinne (RF_FaS). Anhand der Tubificiden ist keine Altersstruktur ableitbar, da sie diesen Bereich weitgehend gemieden haben (wahrscheinlich ungünstige abiotische Parameter, wie zu hohe Strömungsgeschwindigkeit, unpassende Sedimentstruktur). Die einzigen präsenten Vertreter mit nennenswerten Abundanzen aus der Ordnung Oligochaeta waren *Aeolosoma* sp., *Enchytraeus* sp. und der sog. *Homochaeta*-Typus. Werden die Individuenzahlen der jeweiligen Altersgruppe relativiert, d.h. die Betragszahl „reifer“ Tubificiden-Arten gleich „eins“ gesetzt, so ergeben sich die in Tab. 3 dargestellten Verhältnisse. Auf faktorieller Basis gleichen sich die lokalen „Alters-Unterschiede“ aus, bzw. die Zusammensetzung der Reifestadien zwischen Baggerstrecke BS und Referenzabschnitt FR nähert sich an.

Tab. 3: Relative Reifestruktur der Tubificiden-Gesellschaft im Untersuchungsraum Unterelbe zwischen km 647-653 (April 2002). Mittlere Abundanz reifer Tubificiden/Station und Teilgebiet gleich Faktor 1 gesetzt. Entnahmepositionen in der Baggerstrecke BS_FaS und BS_RaS, in der Referenzstrecke RF_FaS und RF_RaS; wobei FaS = Fahrrinnen-Mitte und RaS = Fahrrinnen-Rand.

Teilgebiet	BS_FaS	RF_FaS	BS_RaS	RF_RaS
reife Tubificidae	1,0	0,0	1,0	1,0
unreife Tubificidae	2,4	-	2,9	2,1
juvenile Tubificidae	0,3	-	0,1	0,3
Kokons, Oligochaeta	0,3	-	0,2	0,7

3.2 Vergleiche 1999-2001-2002

Sedimente und Wassertiefen

Sediment: Abb. 7 zeigt die Sedimentzusammensetzung der Untersuchungsstationen im interannuellen Vergleich. Es wird deutlich, dass insbesondere im Referenzbereich in 2001 keine wesentlichen Veränderungen gegenüber 1999 eingetreten sind, allerdings sind die in 1999 an einzelnen Stationen dokumentierten Feinsandanteile nicht mehr vorhanden bzw. zurückgegangen. Auch in 2002 erfolgten eher geringe Änderungen. So nahm der Feinsandanteil gegenüber 2001 an der überwiegenden Zahl der Stationen wieder zu. Dennoch blieben alle Stationen, mit einer Ausnahme (RL48 1999-Feinsand), nach wie vor von Mittelsanden geprägt (Abb. 7 A-C).

Für den Baggerbereich gilt dieses in eingeschränktem Maße: zwar blieben auch hier die 1999 prägenden Sedimenttypen insgesamt gleich, allerdings verschob sich das Schlick-Feinsandverhältnis von 1999 auf 2001. Während 1999 schlickige Sedimentanteile gegenüber den Feinsanden überwogen, war dies, örtlich unterschiedlich ausgeprägt, in 2001 umgekehrt. In 2002 nahm der Schlickanteil wieder zu, so dass die Sedimente der BL-Stationen tendenziell wieder eher durch Schlick dominiert wurden (Abb. 7 D-F). Eine grundsätzliche Veränderung der Sedimentstruktur trat aber insgesamt nicht ein, mit Ausnahme der Station BL33, denn hier wurden im Verlauf der Untersuchungen Mittelsande in höheren Anteilen erfasst. Die Gründe für die örtlich begrenzte Veränderung sind nicht offensichtlich.

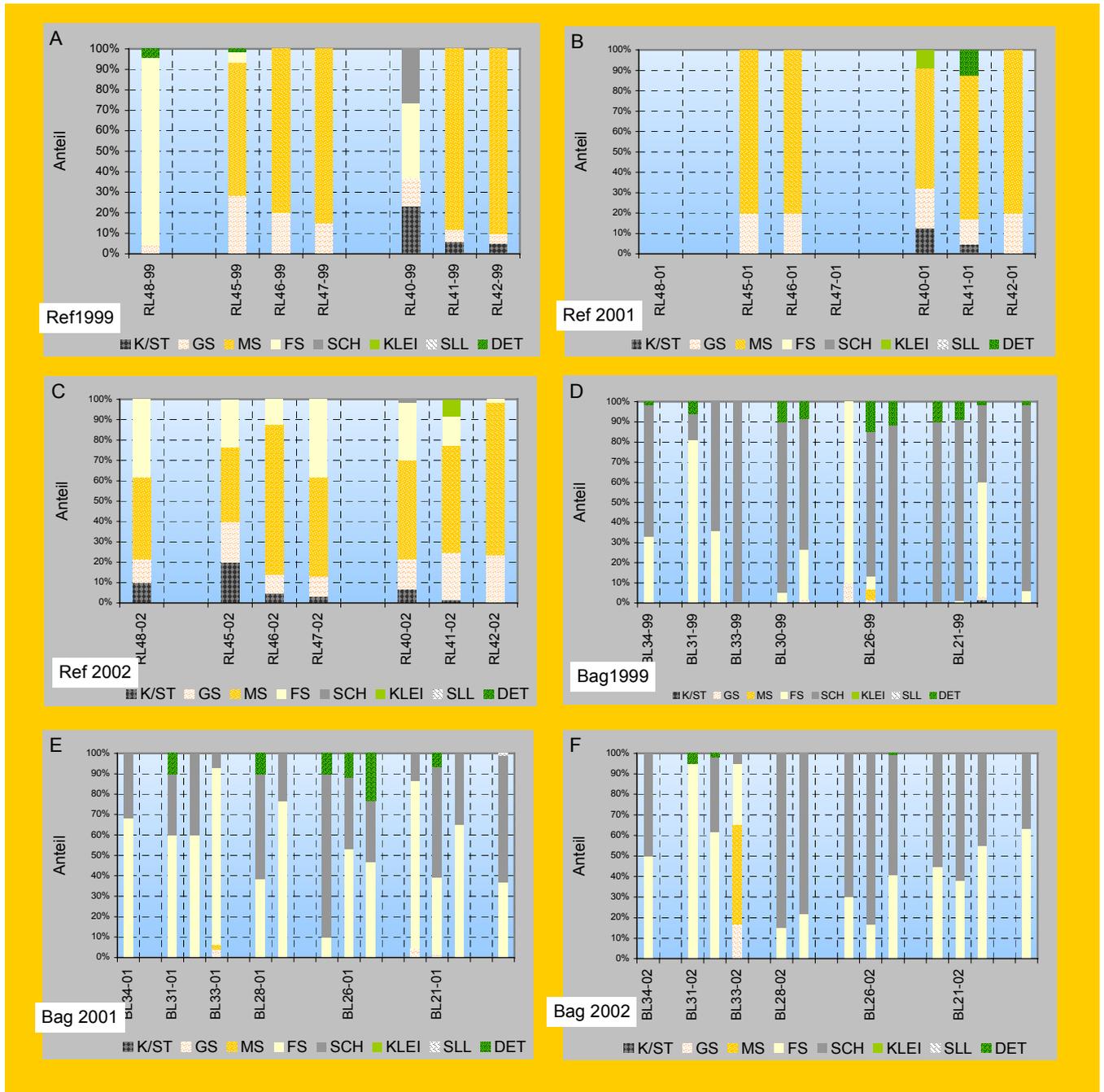


Abb. 7: Sedimentzusammensetzung im Referenzbereich (A-C) und im Bereich der Baggerstrecke (D-F) in 1999, 2001 und 2002 im Untersuchungsgebiet Fahrhinne Unterelbe. K/St = Kies-Steine, GS = Grobsand, MS = Mittelsand, FS = Feinsand, SCH = Schlick, SLL = Schill, Det = Detritus.

Wassertiefe: Abb. 8 zeigt die Veränderungen der Wassertiefen gegenüber 1999 am Beispiel von jeweils zwei Quertransekten im Bereich der Referenz (Abb. 8 A+B) und im Bereich der Baggerstrecke (Abb. 8 C+D). Die Ergebnisse aus 2001 veranschaulichen, dass nicht nur die Baggerstrecke erwartungsgemäß tiefer wurde, sondern auch der Referenzbereich. In der Tendenz war die Vertiefung auf der Baggerstrecke mit überwiegend >2m stärker als die auf der Referenz (um 2m). Unterschiede innerhalb der Quertransekte werden nicht deutlich. Dies gilt sowohl für die Baggerstrecke als auch für die Referenz. Die Vertiefung der Referenz ist z.T. wohl auf die hier ebenfalls erfolgten Baggerungen zurückzuführen, selbst wenn die Mengen unter denjenigen lagen, die im Vertiefungsbereich entnommen wurden (s. Kap. 2). An der in 2001 dokumentierten Situation änderte sich auch in 2002 nichts wesentlich. Die Ergebnisse zeigen, dass an allen Stationen allerdings eine nur tendenzielle Abnahme der Wassertiefe um wenige Zentimeter zu verzeichnen war (Abb. 8 A-D).

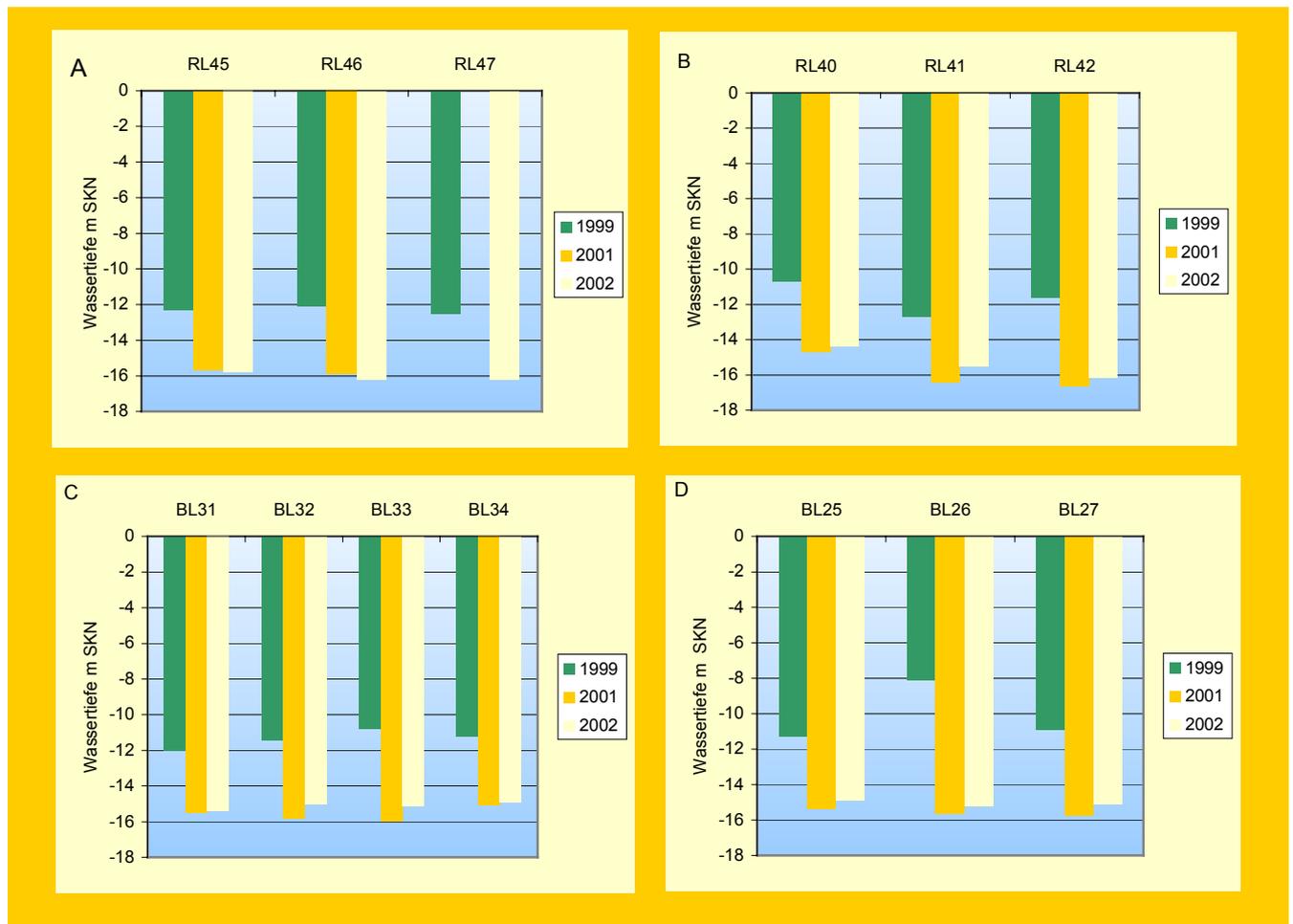


Abb. 8: Interannueller Vergleich (1999-2002) der Wassertiefe [m -SKN] am Beispiel ausgewählter Quertransekte in der Fahrrinne-Unterelbe differenziert nach Teilbereichen: Bilder A/B: RL = Referenzstationen, Bilder C/D: BL = Stationen bereich Baggerstrecke. Anordnung der Stationen: linke Säulen – linker Fahrinnenbereich, mittlere Säulen – Fahrinnenmitte, rechte Säulen – rechter Fahrinnenbereich. Für RL47 liegt in 2001 keine Messung vor.

3.2.2 Makrozoobenthos 1000 µm-Fraktion (Greifer)

Artenzahl und Dominanzstruktur

Die Gesamttaxazahl lag 2001 sowie 2002 mit jeweils 8 gegenüber 10 Taxa in 1999 geringfügig niedriger (vgl. Tab. 1). Abb. 9 verdeutlicht mittels Box-Whisker-Plots die mittlere Artenzahl/Station im interannuellen Vergleich. Für den Vergleich sind die Daten nach Teilbereichen differenziert. Auf eine Unterscheidung nach Fahrrinnenseite, wie in Kap. 3.1.2 vorgenommen, wurde hier aufgrund der insgesamt sehr niedrigen Taxazahlen/Greifer verzichtet.

Die Ergebnisse zeigen, dass die mittlere Taxazahl/Greifer in 2001 auf der Baggerstrecke (BL) gegenüber 1999 geringer war. So sank die mittlere Taxazahl der BL-Stationen von 1,5 Taxa in 1999 auf 1,1 Taxa in 2001. Eine weitere deutliche Reduzierung der mittleren Taxazahl (0,7 Taxa/Greifer) erfolgte in 2002 (Abb. 9 B). Eine durchgeführte einfache Varianzanalyse (F-Test, Multipler Vergleich nach Tukey) ergab signifikante ($p < 0,05$) Unterschiede zwischen 1999 und 2002.

Eine gleichsinnige Entwicklung ist im Bereich der Referenz dokumentiert, wobei die Unterschiede zwischen 1999 und 2001 nicht ganz so ausgeprägt sind wie im Bereich der Baggerstrecke. Aber auch an den Referenzstationen wurde eine rechnerisch signifikante ($p < 0,05$) Abnahme der mittleren Taxazahlen im Vergleich der Untersuchungsjahre 1999 (1,3 Taxa/Station) und 2002 (0,5 Taxa/Station) ermittelt.

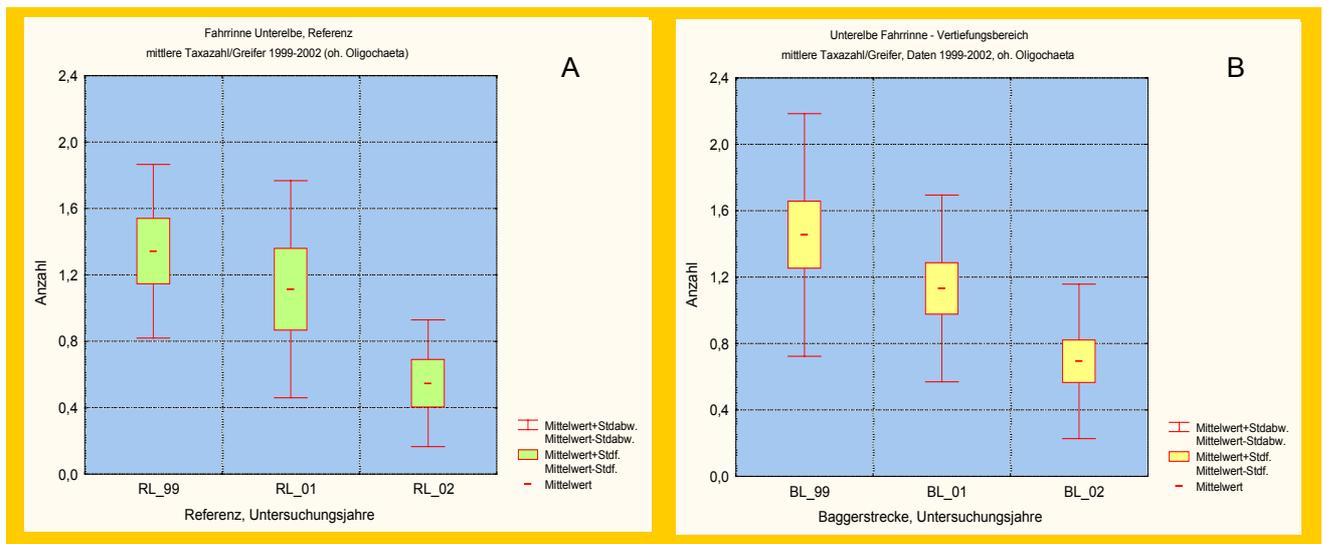


Abb. 9: Interannueller Vergleich der mittleren Taxazahl/Greifer in der Fahrinne-Unterelbe differenziert nach Teilbereichen: Bild A RL = Referenzstationen ($N_{\text{Stationen}}=7$), Bild B: BL= Stationen bereich Baggerstrecke ($N_{\text{Stationen}}=13$).

Der interannuelle Vergleich der Dominanzstrukturen der Untersuchungsgebiete verdeutlicht folgende Ergebnisse: Im Wesentlichen blieb die Struktur der Benthosgemeinschaft durch die Dominanz der Crustacea-Arten im Bereich der Baggerstrecke im interannuellen Vergleich von 1999-2002 gleich. Eine Änderung auf der Artenebene trat in beiden Untersuchungsgebieten ein: der 1999 zu den dominanten Arten gehörende Flohkreb *G. zaddachi* spielte 2001 keine Rolle mehr, in 2002 erreichte der Gammaride wieder einen Dominanzanteil von etwa 6% und lag damit auf dem Niveau von 1999 (s. Abb. 10 unten). Eine weitere Änderung ergab sich

bei den *Bathyporeia*-Arten: *B. pilosa*, die 1999 und 2001 am häufigsten auftrat, wurde in 2002 von *B. elegans* als häufigste Art abgelöst (s. Abb. 10 unten). Letzteres Ergebnis hing allerdings nicht mit einer Zunahme der Individuendichte von *B. elegans* zusammen, sondern vielmehr durch den, im Vergleich zum Vorjahr, deutlichen Abundanzrückgang von *B. pilosa*.

An den Referenzstationen wurden im interannuellen Vergleich ebenfalls Verschiebungen in der Dominanzstruktur der Benthosgemeinschaft sichtbar. Von 1999 auf 2001 erfolgten mit dem Rückgang von *G. zaddachi* ähnliche Veränderungen der Gemeinschaftsstruktur wie im Bereich der Baggerstrecke (Abb. 10 oben). In 2002 wurde für den Gammariden wieder eine deutliche Zunahme des Dominanzanteil auf >25% verzeichnet. Dies ist allerdings nur z.T. auf eine Erhöhung der Besiedlungsdichte gegenüber 2001 zurückzuführen, sondern im Wesentlichen auf den deutlichen Individuenrückgang der *Bathyporeia*-Arten. Hieraus resultiert auch der hohe Dominanzwert von 48% für *Marenzelleria sp.* (s. Abb. 10 oben), trotz der im Vergleich zu 2001 sogar tendenziell rückläufigen absoluten Besiedlungsdichte des Polychäten.

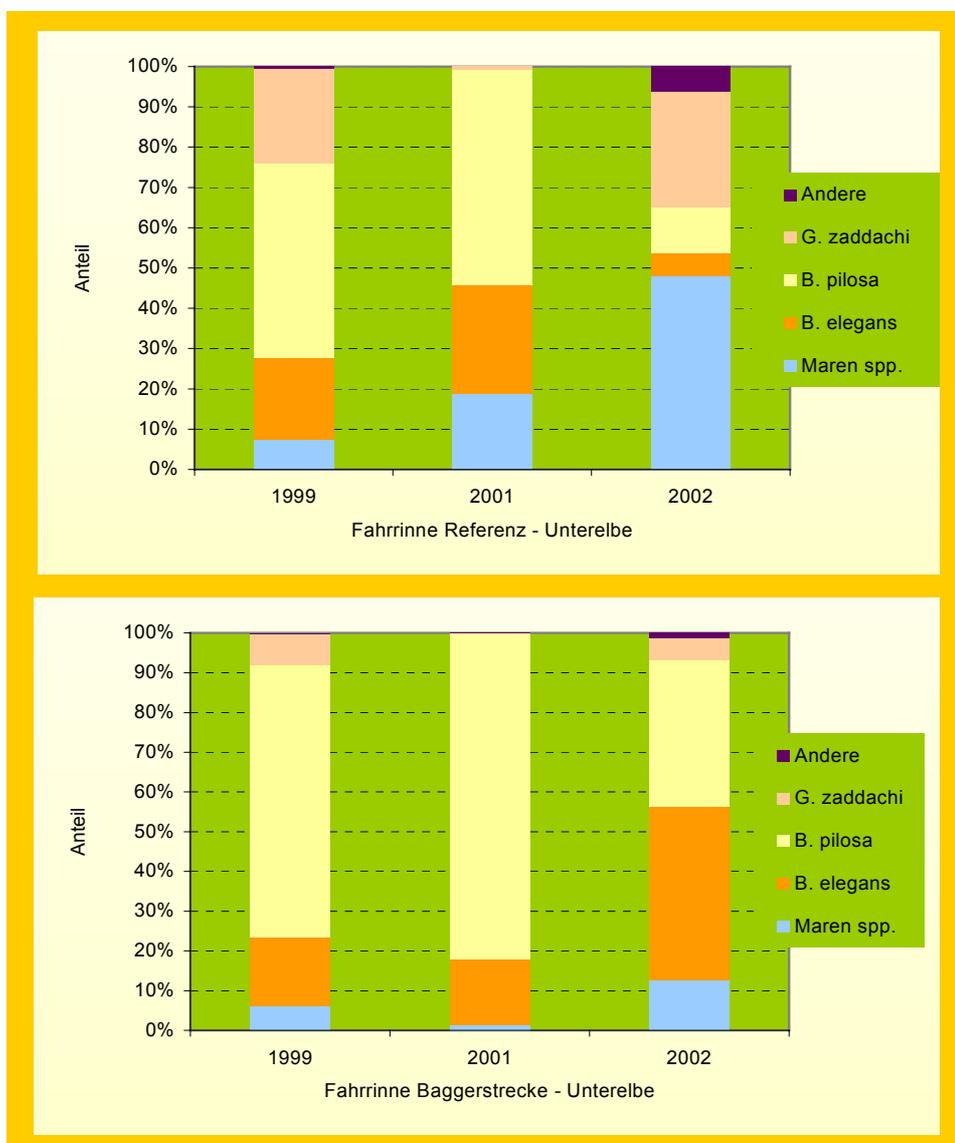


Abb. 10: Interannueller Vergleich der MZB-Dominanzstruktur in der Fahrrinne-Unterelbe differenziert nach Teilbereichen: Bild oben: RL = Referenzstationen ($N_{\text{Stationen}}=7$), Bild unten: BL= Stationen Bereich Baggerstrecke ($N_{\text{Stationen}}=13$).

Abundanzen

Abb. 11 verdeutlicht mittels Box & Whisker-Plots die mittlere Individuendichte/Station im interannuellen Vergleich. Für den Vergleich sind die jeweils am linken-, rechten Fahrinnenrand sowie die in der Fahrinnenmitte positionierten Stationen zu Stationsgruppen zusammengefasst worden, um mögliche Besiedlungsunterschiede in Abhängigkeit der Position im Fahrinnenquerschnitt zu identifizieren. Für eine zusammenfassende Betrachtung der Entwicklung der Individuendichte ist auch die mittlere Gesamtabundanz/Teilbereich und Untersuchungsjahr dargestellt (Abb. 11, unten).

Die Ergebnisse zeigen, dass Abundanzunterschiede zwischen Referenz- und Baggerstrecke schon 1999 vorhanden waren. Die mittlere Dichte betrug 1999 an den BL-Stationen etwa 114 Ind/m² und im Bereich der Referenz 38 Ind/m². Dieses Verhältnis blieb auch in 2001 weitgehend gleich, wobei sich die Abstände etwas vergrößerten, da die MZB-Abundanz der Baggerstrecke leicht zunahm und die der Referenz dagegen leicht abnahm. In 2002 wurde sowohl auf der Baggerstrecke als auch im Referenzbereich ein sehr deutlicher Abundanzrückgang verzeichnet. Da dieser im Bereich der Baggerstrecke ausgeprägter war als im Bereich der Referenz, verringerten sich in 2002 die in den Vorjahren dokumentierten Unterschiede zwischen Baggerstrecke und Referenz. Die Entwicklung auf der Baggerstrecke zeigte im interannuellen Vergleich, dass die Besiedlungsdichte im Bereich der Baggerstrecke in 2002 signifikant geringer als 1999 und auch als 2001 war (Varianzanalyse, Friedmann Test, $p < 0,05$). Eine ähnliche Entwicklung wurde auch für den Referenzbereich verzeichnet. Bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% waren die interannuellen Unterschiede im Referenzbereich jedoch rechnerisch nicht signifikant (Varianzanalyse, Friedmann Test, $p > 0,05$).

Im Bereich der Baggerstrecke wird sichtbar, dass die Fahrinnenmitte in 1999 und 2001 tendenziell umfangreicher besiedelt ist als die Ränder. Dieses veränderte sich in 2002 erheblich. Die Besiedlungsdichte ging in der Fahrinnenmitte in 2002 gegenüber den Vorjahren um etwa das 10fache zurück, während der Abundanzrückgang insbesondere am rechten Fahrinnenrand moderater ausfiel (vgl. Abb. 11 B, D, F).

Die Zoobenthos-Besiedlungsdichte der Fahrinnenränder, bzw. der –mitte, war 1999 im Referenzbereich in etwa gleich (Abb. 11 A). An dieser Situation änderte sich trotz der interannuell rückläufigen Besiedlungsdichte vergleichsweise wenig. So reduzierte sich die Individuendichte in 2002 an allen RL-Stationsgruppen gleichermaßen, so dass die Unterschiede zwischen den Fahrinnenstandorten nach wie vor unwesentlich blieben (vgl. Abb. 11 A, C, E).

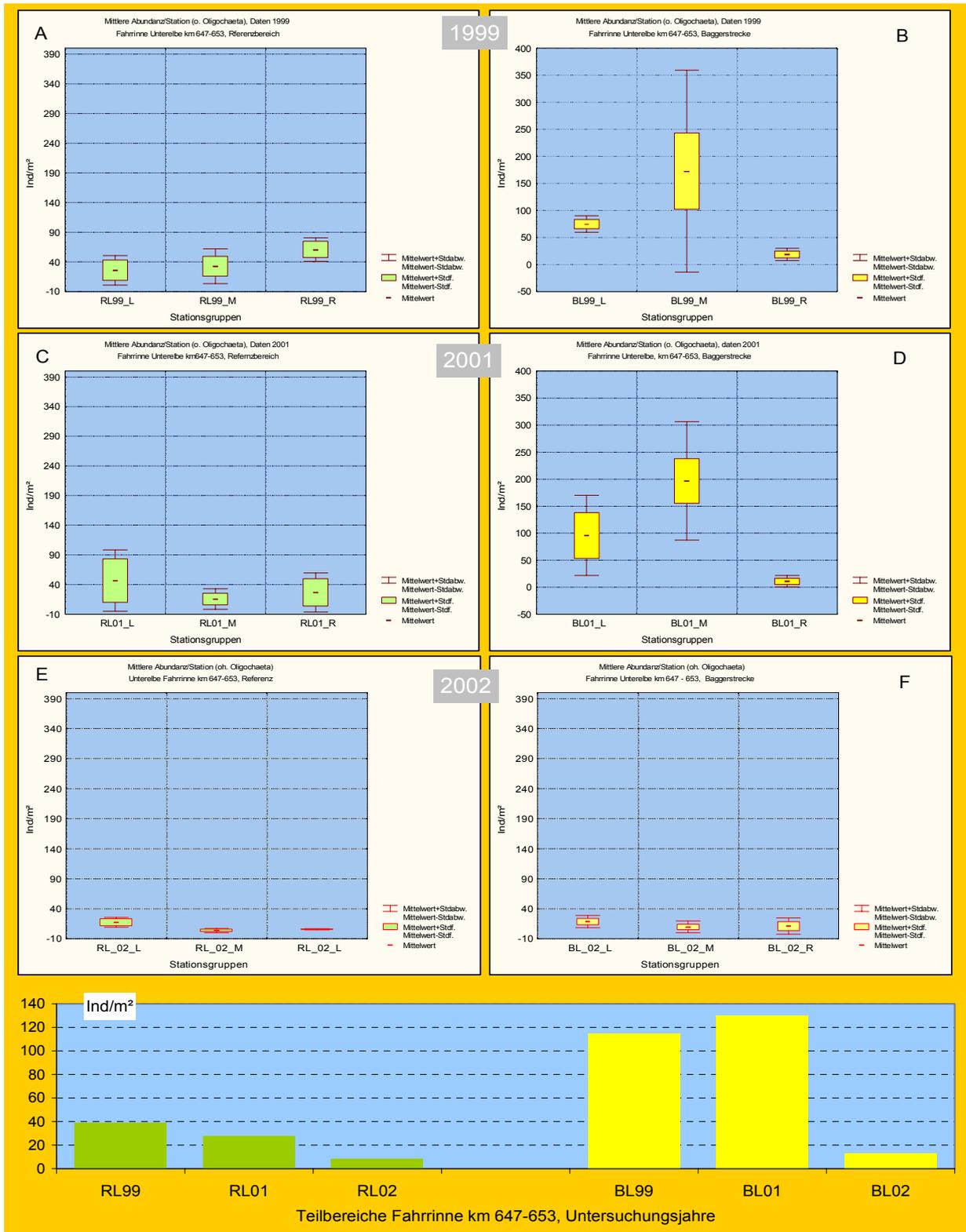


Abb. 11: Interannueller Vergleich (1999: Bilder A/B, 2001: C/D) der mittleren MZB-Abundanz/Station in der Fahrrinne-Unterelbe differenziert nach Teilbereichen: Bilder A-C: RL = Referenzstationen ($N_{Stationen}=7$), Bilder D-F: BL= Stationen bereich Baggerstrecke ($N_{Stationen}=13$). Anordnung der Stationen: linke Box & Whisker – linker Fahrrinnenbereich, mittlere B & W – Fahrrinnenmitte, rechte B & W – rechter Fahrrinnenbereich. Unten: mittlere Gesamtabundanz je Teilbereich/Untersuchungsjahr.

Insgesamt hat der interannuelle Vergleich gezeigt, dass hinsichtlich der Sedimentzusammensetzung sowohl auf der Baggerstrecke als auch im Bereich der zugehörigen Referenz Veränderungen eingetreten sind. Die deutlichen Unterschiede zwischen Baggerstrecke (Feinsedimente) und Referenz (gröbere Sedimente) blieben aber nach wie vor erhalten. Die Makrozoobenthosabundanz waren im Vergleich zu den Vorjahren in beiden Teilbereichen sehr deutlich reduziert. Der Rückgang, v.a. hervorgerufen durch die Bestandsentwicklung der vorkommenden Bathyporeia-Arten, betraf die Baggerstrecke stärker als die Referenz. Dennoch bleibt die Gesamtbesiedlungsdichte im Bereich der Baggerstrecke, wie auch in den Vorjahren, höher als im Referenzbereich.

3.2.3 Wirbellose Bodenfauna 250 µm-Fraktion (Stechrohre)

Artenzahl und Dominanzstruktur

Von 1999 bis 2002 ist eine stetige Zunahme der Taxazahlen der Oligochaeta zu verzeichnen gewesen: ausgehend von insgesamt 8 über 16 bis hin zu 20 Taxa. Dieses verdeutlicht, dass ab 2001 generell ein deutlicher Zuwachs in der Artenvielfalt zu beobachten ist, wobei hiervon sowohl die mittigen Fahrinnenpositionen FaS als auch die Randstationen RaS im Untersuchungsraum betroffen sind. Im Teilgebiet der Referenzstrecke RF-FaS war dieser Parameter mit 4-5 Taxa von Anfang an fast konstant, im Teilgebiet der Baggerstrecke BS_FaS erwies sich die Zählgröße dagegen als sehr variabel (vgl. Tab. 4).

Die artlichen Fluktuationen waren im interannuellen und lokalen Vergleich groß, d.h. eukonstante, stetige Arten waren in der Minderzahl. Sie beschränkten sich auf *Enchytraeus cf. albidus* (Enchytraeidae), *Propappus volki* (Propappidae) und *Limnodrilus hoffmeisteri* (Tubificidae). Ab 2001 scheinen sich weitere Arten im Untersuchungsraum zu verbreiten, insbesondere die Tubificiden *Limnodrilus profundicola*, *Potamothrix moldaviensis* und der taxonomisch noch unbekannte *Homochaeta*-Typus (vorl. Bez.). Ob sie sich etablieren bzw. durchsetzen können, ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht prognostizierbar.

Tab. 4: Faunenspektrum der **Oligochaeta** im Untersuchungsraum Unterelbe km 647-653 (1999, 2001 und 2002). BS = Baggerstrecke (ges. N_{Stationen}=13), RF = Referenzbereich (ges. N_{Stationen}=7); FaS = Stationen mittig in Fahrinne (BS n=8, RF n=3), RaS = Außenstationen am linken und rechten Fahrinnen-Rand (BS n=5, RF n=4). n. a.: nicht qualifiziert oder quantifiziert

Untersuchungsjahr	1999				2001				2002			
	BS_FaS	RF_FaS	BS_RaS	RF_RaS	BS_FaS	RF_FaS	BS_RaS	RF_RaS	BS_FaS	RF_FaS	BS_RaS	RF_RaS
Turbellaria	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	x	x	x	x	x	x	x	x
Nematoda	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	x	x	x	x	x	x	x	x
Taxa Scolecida	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	2	2	2	2	2	2	2	2
<i>Aeolosoma</i> sp.								x		x	x	x
<i>Propappus volki</i>		x		x	x			x			x	x
<i>Enchytraeus</i> sp.		x		x	x	x	x	x		x	x	x
Enchytraeidae indet.		x		x								
<i>Pachydrilus</i> sp.				x								
<i>Amphichaeta leydigii</i>												x
<i>Amphichaeta sannio</i>					x							
<i>Chaetogaster setosus</i>					x							
<i>Homochaeta</i> -Typus indet.					x	x	x	x		x	x	x
<i>Nais barbata</i>											x	
<i>Nais elinguis</i>					x		x				x	x

Untersuchungsjahr	1999				2001				2002			
	BS_FaS	RF_FaS	BS_RaS	RF_RaS	BS_FaS	RF_FaS	BS_RaS	RF_RaS	BS_FaS	RF_FaS	BS_RaS	RF_RaS
<i>Nais pardalis</i>												x
<i>Vejdovskyella intermedia</i>					x		x	x				x
<i>Limnodrilus claparedeanus</i>			x		x						x	
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	x		x	x	x		x	x	x		x	x
<i>Limnodrilus profundicola</i>					x	x	x	x	x		x	x
<i>Limnodrilus udekemianus</i>			x		x		x		x		x	
<i>Potamothrix moldaviensis</i>							x	x	x		x	x
<i>Peloscolex</i> sp.											x	
<i>Tubifex</i> sp.									x			x
<i>Tubifex</i> cf. <i>tubifex</i>												x
Tubificidae ohne Haarborsten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Tubificidae mit Haarborsten					x							x
Tubificidae juv. indet.					x	x	x	x	x	x	x	x
Taxa Oligochaeta	2	4	4	6	14	5	10	10	7	5	14	16
Kokons, Oligochaeta indet.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	x	x	x	x	x	x	x	x
Eigelege, Wirbellose indet.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	x	x	x	x	x	x	x	x
Eistadien	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	2	2	2	2	2	2	2	2
Summe Spezies/Genus Oligochaeta	8				16				20			

In der nachfolgenden Abb. 12 sind die mittleren Taxazahlen/Station aus der Summe der Oligochaeta und Scolecida im interannuellen und bereichsbezogenen Vergleich dargestellt.

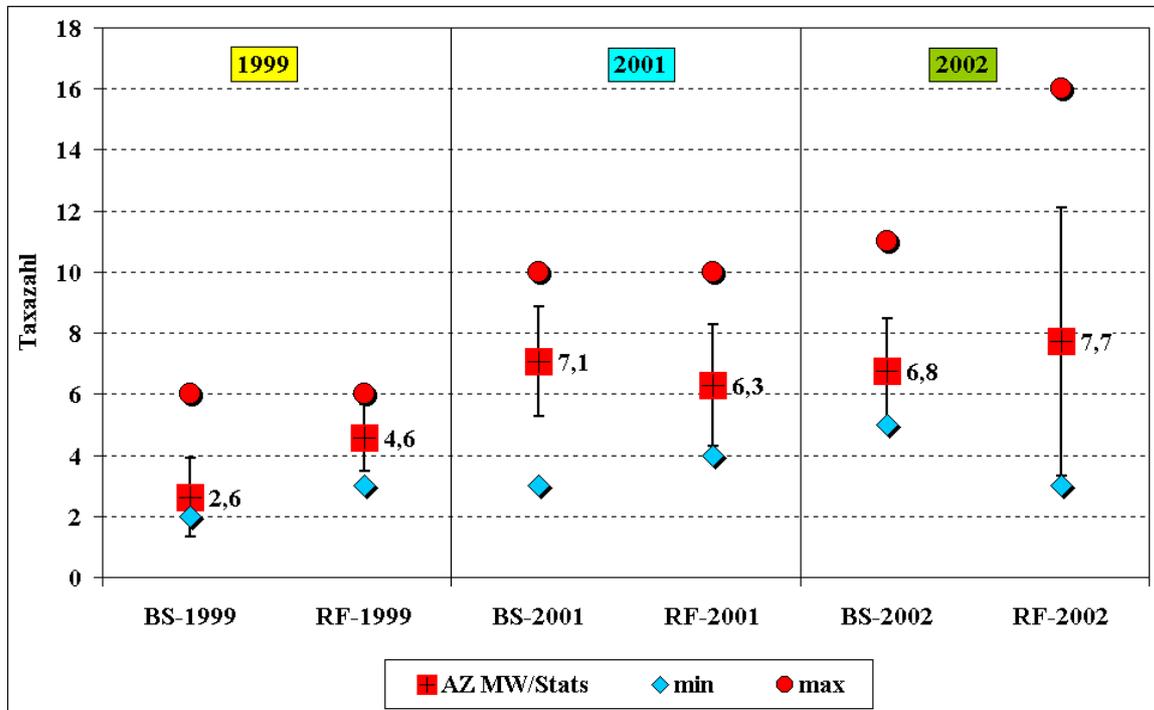


Abb. 12: Interannueller Vergleich der mittleren Taxazahl/Station im Untersuchungsraum Unterelbe (km 647-653) differenziert nach Bereichen BS = Stationen Baggerstrecke ($N_{Stationen}=13$) und RF = Referenzstationen ($N_{Stationen}=7$). MW = Mittelwert.

Die niedrigsten mittleren Taxazahlen/Station sind für beide Gebiete (Bagger- & Referenzstrecke) 1999 ermittelt worden. 2001 ist im Bereich der Baggerstrecke mit vormals 2,6 auf 7,1 Taxa/Station eine signifikante Veränderung in der durchschnittlichen Taxazahl eingetreten (F-Test, bei 1% Irrtumswahrscheinlichkeit, $p < 0,01$). 2002 ist mit 6,8 Taxa/Station BS ein dem Vorjahr vergleichbarer Wert berechnet worden. Für die Referenzstrecke RF sind dagegen von Untersuchungsjahr zu Untersuchungsjahr stetige Zuwächse in der mittleren Taxazahl beobachtet worden. Da jedoch auch die Variabilität der Werte zunahm waren die beobachteten Unterschiede zwischen den Mittelwerte nicht signifikant (vgl. Standardabweichungen und Extremwerte in Abb. 12). Gegenüber dem „eigentlichen“ Makrozoobenthos (vgl. Kapitel 3.2.2) zeigt die Entwicklung der Oligochaeten eine gegenläufige Tendenz. Von 1999 über 2001 bis 2002 ist ein Anstieg der mittleren Taxazahl/Station - bei allerdings größerer und zunehmender Variabilität der Messwerte (vgl. Abb. 9 vs. 12) - beobachtet worden. Somit hat sich das niedrige, relativ stabile Ausgangsniveau auf ein höheres, dafür instabiles Plateau verschoben. Dieser Prozess ist charakteristisch für eine (Post-) Opportunistenphase. Invasive Arten (u.a. r-Strategen, Opportunisten) dringen ein und versuchen freie Räume zu besetzen. Diese Abfolge führt zu einem spontanen Artenanstieg, gleichzeitig aber auch zu Artenfluktuationen, da weder die ursprünglichen Arten noch die Zuwanderer konkurrenzfähig sind.

Der interannuelle, bereichsweise Vergleich der **Dominanzstrukturen** der Untersuchungsgebiete verdeutlicht folgende Ergebnisse: Die Dominanzhierarchie der Arten zwischen der Bagger- (BS) und der Referenzstrecke (RF) ist ganz unterschiedlich. Die Differenzen basieren primär auf den verschiedenartigen Sedimenttypen. Aufgrund der sandigen Substrate im Referenzbereich dominierten stenotope Sandarten bzw. tolerante Arten mit Präferenz für Substrate mit geringen Schluffanteilen. In der Baggerstrecke waren die Sohlsubstrate eher heterogen zusammengesetzt, hauptsächlich Feinsande mit hohen Schluffanteilen bis hin zu reinem Schllick (vgl. Abb. 7 A-F) mit der Dominanz von Tubificiden der Gattung *Limnodrilus*.

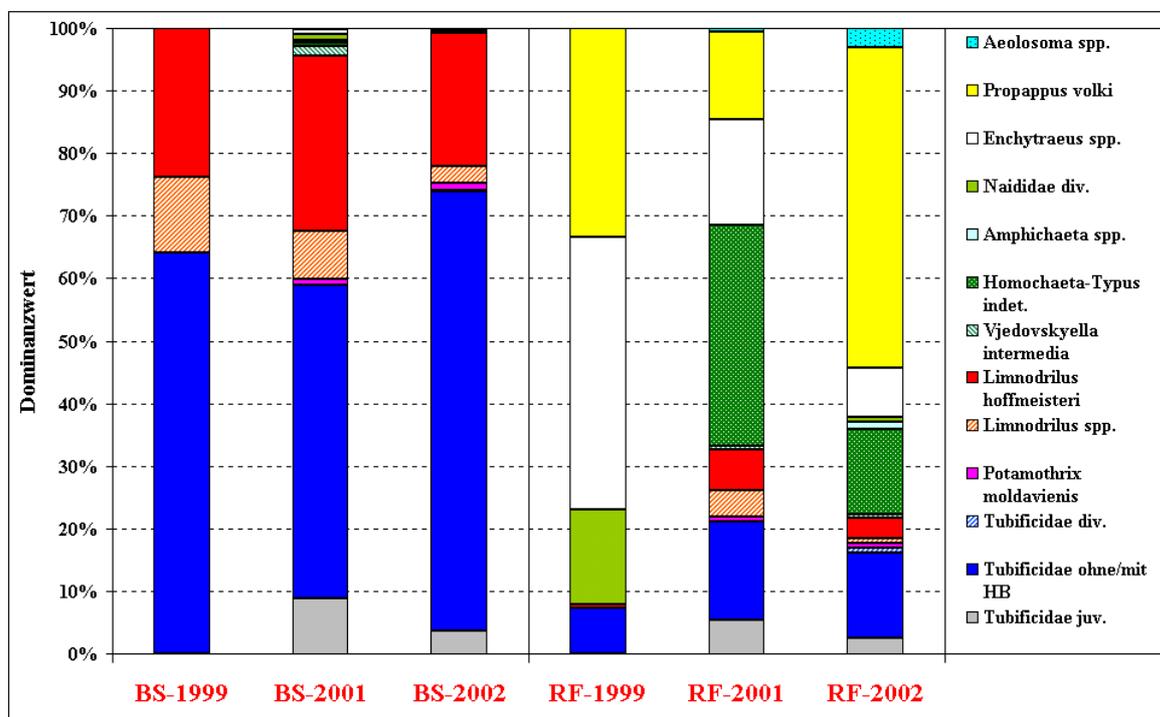


Abb. 13: Interannueller Vergleich der Dominanzstruktur Oligochaeta im Untersuchungsraum Unterelbe (km 647-653) differenziert nach Bereichen: BS = Stationen Baggerstrecke ($N_{\text{Stationen}}=13$), RF = Referenzstationen ($N_{\text{Stationen}}=7$).

Im Bereich der Baggerstrecke BS war ein annueller Wechsel in der Dominanzstruktur nicht so offensichtlich wie im Referenzgebiet RF (vgl. Abb. 13). Die Änderung in der Hierarchie der dominanten Art *Limnodrilus hoffmeisteri* (Tubificidae) verlief in vergleichsweise geringen Sprüngen: 1999 rd. 20%, 2001 rd. 30% und 2002 erneut rd. 20%. 2001 traten noch verschiedene, weitere Oligochäten-Arten (sub-) rezedent mit Dominanzwerten von 1–2% auf. Der Umbau beschränkte sich im Wesentlichen auf Bestandsverschiebungen zwischen juvenilen/unreifen und reifen Tubificiden, wahrscheinlich innerhalb der Gattung *Limnodrilus*.

Im Gebiet der Referenzstrecke RF wechselte die Rangfolge dominanter Arten dagegen von Untersuchungs-jahr zu Untersuchungsjahr (vgl. Abb. 13). 1999, im Jahr der Status quo-Erhebung, waren 3 Arten dominant: *Enchytraeus* sp. (Enchytraeidae), *Propappus volki* (Propappidae) und *Pachydriulus* (syn. *Lumbricillus*) sp. (Enchytraeidae). Allein diese Arten repräsentierten über 90% des Gesamtbestandes. 2001 trat ein sehr deutlicher Wechsel ein: *Lumbricillus* ist in der Folge nicht mehr identifiziert worden, und *Enchytraeus* und *Propappus* fielen in der Rangfolge hinter die (invasive) Art „*Homochaeta*-Typus indet.“ zurück. Der relative Bestandsanteil der zur Zeit unbekanntenen Art betrug rd. 35%. Bezüglich der taxonomisch unsicheren Zuordnung (Naididae oder Tubificidae) einschließlich fehlender Artdetermination vgl. Kapitel 3.1.3 (hier Unterkapitel „Dominanzstruktur“). Außerdem erreichte *Limnodrilus hoffmeisteri* mit knapp 5% (= subdominant) noch einen höheren Wert als 1999 (<1% analog subrezedent). 2002 verschob sich die Dominanzstruktur erneut – zugunsten einer einzigen Spezies: Mit über 50% stellte *Propappus volki* die dominante Art im Referenzgebiet dar. *Enchytraeus* cf. *albidus* fiel mit rd. 9% auf seinen bisher niedrigsten Dominanzwert (= subdominant), und der sog. „*Homochaeta*-Typus“ war zwar noch dominant, aber mit knapp 15% weit unter der Hälfte des Vorjahreswerts. Auffällig im Vergleich zu 1999 war das wesentlich vergrößerte Artenspektrum mit einer daraus folgenden höheren Artendiversität als 1999. In der Mehrzahl handelt es sich ihrem Charakter nach mehr um „Begleitarten“, die vorrangig im flachen Wasser und Eulitoral siedeln (u.a. diverse Naididae und Aeolosomatidae). Dementsprechend gering waren ihre Dominanzanteile mit <1 bis max. 2% i. d. R. subrezedent.

Abundanzen

Abb. 14 verdeutlicht die mittlere Individuendichte/Station der Oligochätenfauna im interannuellen Vergleich. Für die Darstellung sind einerseits die am linken-, rechten Fahrinnenrand (= RaS) und andererseits die in der Fahrinnenmitte positionierten Stationen (FaS) zu Teilgebieten (BS & RF) zusammengefasst worden, um mögliche Besiedlungsunterschiede in Abhängigkeit der Position im Fahrinnenquerschnitt zu identifizieren. Für eine zusammenfassende Betrachtung der Entwicklung der Individuendichte ist auch die mittlere Abundanz/Station und Bereich (nur BS & RF) für die 3 Untersuchungsjahre dargestellt (eingefügte Grafik rechts unten in Abb. 14). Zu beachten sind zwei Dinge: Die y-Achse ist logarithmisch skaliert (nicht die eingefügte Grafik). Optisch „verwischen“ sich dadurch die Betragsunterschiede, grafisch ist es aber aufgrund der extrem unterschiedlichen Abundanzen und Standardabweichungen ($\pm s$) nicht optimaler darstellbar. Da negative oder Nullwerte in log-skalierten Diagrammen nicht korrekt angezeigt werden können, fehlen teilweise die Balken für „- s“.

Die Ergebnisse zeigen, dass Abundanzunterschiede zwischen Bagger- und Referenzstrecke schon in 1999 vorhanden waren. Die mittlere Dichte betrug im Ausgangszustand für die Stationen BS 2×10^2 Ind./m² und im Bereich der Referenz lag der Durchschnittswert/Station mit 2×10^3 Ind./m² um exakt eine Größenordnung höher. Die beobachteten Unterschiede der Abundanzen erwiesen sich als signifikant (H-Test; $p < 0,01$). Dieses Verhältnis änderte sich in den Folgejahren zugunsten der Baggerstrecke BS. Bereits 2001 hatte sich die mittlere Abundanz/Station in beiden Bereichen mit 2 bis 3×10^3 Ind./m² angenähert und zeigte keine signifikanten Unterschiede mehr (H-Test, $p > 0,01$). 2002 kam es parallel in beiden Bereichen zu einem deutlichen Anstieg der mittleren Besiedlungsdichte, die allerdings im Baggerbereich um rd. das 3-fache höher ausfiel: RF = 4×10^3 Ind. vs. BS = 12×10^3 Ind./m². Die Variabilität der Abundanzen war allerdings derart

groß, dass die statistische Überprüfung die Differenzen als zufällig auswies (vgl. eingefügte Grafik: hier Lage der Standardabweichungen und Extremwerte).

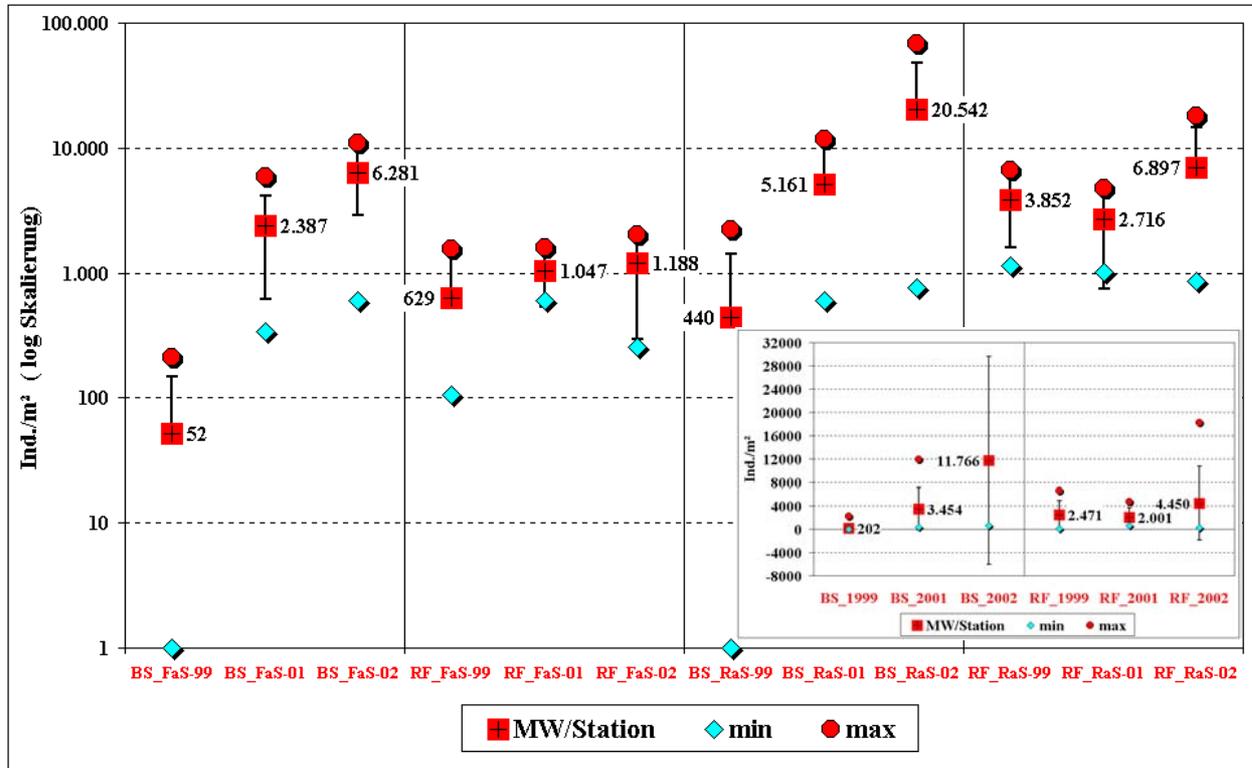


Abb. 14: Interannueller Vergleich der mittleren Individuendichte/Station Oligochaeta im Untersuchungsraum Unterelbe (km 647-653) differenziert nach: BS = Baggerstrecke (ges. $N_{Stationen}=13$), RF = Referenzbereich (ges. $N_{Stationen}=7$); FaS = Stationen mittig in Fahrrinne (BS $n=8$, RF $n=3$), RaS = Außenstationen am linken und rechten Fahrrinnen-Rand (BS $n=5$, RF $n=4$). MW = Mittelwert.

Die durchschnittlichen Individuenzahlen/Station der Oligochaeta im Probenmaterial der mittigen Fahrrinnenpositionen (FaS) zeigten für die Bereiche der Bagger- (BS) und Referenzstrecke (RF) eine abweichende Tendenz sowohl in der lokalen Größe der Besiedlungsdichte als auch im interannuellen Vergleich auf. Diese und die weitere Datenanalyse beruht auf einer tendenziellen Betrachtung der Abundanzen. Die deskriptiv-analytische Methode ist für diese Fallbeispiele einer statistischen Auswertung vorgezogen worden, da die einzelnen Datenkollektive zu unterschiedlich besetzt sind (vgl. Legende Abb. 14), damit die Trennschärfe möglicher statistischer Verfahren von vornherein begrenzt und schon bei oberflächlicher Betrachtung die extreme Variabilität der Zahlenwerte auffällig ist.

In der zentralen Fahrrinne der Baggerstrecke (BS_FaS) variierten die erhobenen Bestandszahlen erheblich. 1999 betrug die mittlere Ausgangsgröße rd. 10^2 Ind./m²; 2001 hatte sich der Bestand schon um das 50-fache auf 2×10^3 Ind. vergrößert und in der aktuellen Erhebung ist als Durchschnittswert 6×10^3 Ind./m² ermittelt worden. Mit dem Anstieg der Individuenzahlen hat sich in gleichem Maße auch die Variabilität erhöht. Dennoch kann davon ausgegangen werden, dass der Individuenzuwachs von 1999 auf 2001/2002 signifikant gewesen ist. Im Gegensatz dazu waren die Bestandszahlen im zentralen Fahrrinnenbereich des Referenzgebiets (RF_FaS) relativ konstant. Im Mittel lagen die Abundanzen bei 10^3 Ind./m², wobei nur der

Wert von 1999 den der Baggerstrecke um etwa das 10-fache überragte. Ansonsten war die Besiedlungsdichte im Referenzgebiet niedriger, ebenso wie die Variabilität der Individuenzahlen.

Sowohl im interannuellen als auch gebietsweisen Vergleich war die Besiedlung der Randstationen (RaS) mit Oligochäten individuenreicher als die der mittigen Fahrrinnenpositionen. In den Seitenbereichen der Baggerstrecke (BS_RaS) war die Bestandsentwicklung in ihrer Tendenz noch extremer als in der eigentlichen Fahrrinne (BS_FaS). Von Untersuchungs-jahr zu Untersuchungs-jahr wuchs der Durchschnittsbestand der Oligochäten um je eine Größenordnung: von 1999 mit 10^2 über 2001 mit 10^3 bis 2002 auf 10^4 Ind./m², erneut mit der „Hypothek“ extremer Variabilität. Im Probenmaterial der Randstationen des Referenzgebiets (RF_RaS) waren die Oligochätendichten im Verhältnis zur Baggerstrecke ausgeglichener. Im Vergleich zu den mittigen Fahrrinnenstationen (RF_FaS) war die Variabilität aber wiederum größer. Die Abundanzen fielen bis auf 1999 sehr viel niedriger aus als die in den vergleichbaren Proben der Baggerstrecke. Sie schwankten im Mittel zwischen 3×10^3 und 7×10^3 Ind./m², wobei der „kleinste“ Wert 2001 ermittelt wurde.

Gegenüber dem „eigentlichen“ Makrozoobenthos (vgl. Kapitel 3.2.2) zeigten die Oligochäten eine gegenläufige Tendenz in der Besiedlungsdichte – analog zu den Taxazahlen. Von 1999 auf 2001/2002 konnte grundsätzlich ein Trend zu höheren Individuenzahlen/Station beobachtet werden, allerdings bei größerer und zunehmender Variabilität der Messwerte (vgl. Abb. 11 vs. 14). Die Tendenz zu steigenden Individuenzahlen trat im Bereich der Baggerstrecke BS wesentlich stärker hervor. Im Referenzgebiet RF, in Abhängigkeit zur Position, stagnierten die Bestandsdichten oder unterlagen vergleichsweise geringeren Anstiegen. Somit ist die populationsdynamische Entwicklung in der Baggerstrecke sehr viel sprunghafter als im Referenzgebiet gewesen. Mit anderen Worten: das niedrige, vormals relativ stabile Ausgangsniveau der Baggerstrecke hat sich nach der Ausbaubaggerung auf ein höheres, dafür aber instabiles Niveau verschoben. Dieser Prozess ist charakteristisch für eine (Post-) Opportunistenphase. Mobile r-Strategen, Opportunisten dringen ein und versuchen den freien Raum mittels rasanter Reproduktion zu besetzen (BLUHM 1990). Diese Abfolge führt einerseits zu einem „explosionsartigen“ Individuenanstieg, auf der anderen Seite aber auch zu katastrophalen Mortalitäten (TISCHLER 1976, REMMERT 1992); d.h. insgesamt zu stark schwankenden Bestandszahlen. Ein Indiz dafür sind die Variationsbreiten der Abundanzen sowie der Streubereich der Standardabweichungen. Für die Analyse der interannuellen und lokalen Bestandsveränderungen sind Mittelwerte nur bedingt geeignet, da sie die Variabilität der Werte einer Beobachtungsreihe nicht aufzeigen. Die statistischen Kenngrößen Standardabweichung (Streuung der Daten in der Grundgesamtheit) und Variationsbreite der Extrema geben darüber Klarheit. In der nachstehenden Tab. 5 sind die entsprechenden statistischen Parameter im interannuellen und lokalen Vergleich zusammengestellt.

Tab. 5: Variabilität der Daten im Untersuchungsraum Unterelbe km 647-653 (mittl. Individuenzahlen Oligochaeta/m² & Station). BS = Baggerstrecke (ges. N_{Stationen}=13), RF = Referenzbereich (ges. N_{Stationen}=7); FaS = Stationen mittig in Fahrrinne (BS n=8, RF n=3), RaS = Außenstationen am linken und rechten Fahrrinnen-Rand (BS n=5, RF n=4).

Wobei: abs.= absolute Werte [Ind./m²]; StAbw = Standardabweichung; min- & max-Werte = Extrema der Abundanzen; Variationsbreite = Spanne zwischen min & max-Wert; mittl. VK (auf Teilgebiet bezogen)= mittlerer Variabilitätskoeffizient der Teilbereiche in [%].

Bereich	Baggerstrecke BS km 649-653						Referenzstrecke RF km 647-648					
	1999	2001	2002	1999	2001	2002	1999	2001	2002	1999	2001	2002
Datenerhebung	1999	2001	2002	1999	2001	2002	1999	2001	2002	1999	2001	2002
Teilgebiet	FaS	FaS	FaS	RaS	RaS	RaS	FaS	FaS	FaS	RaS	RaS	RaS
StAbw ± s [abs.]	97	1776	3360	984	5315	27826	819	519	894	2275	1980	7744
mittl. VK [%]	104			154			85			81		
min-Wert [abs.]	0	340	594	0	594	764	105	594	255	1153	1019	849
max-Wert [abs.]	210	5857	10950	2201	11884	68760	1572	1613	2037	6604	4753	18250
Variationsbreite [abs.]	210	5517	10356	2201	11289	67996	1467	1019	1782	5451	3735	17401

Die Betragsgrößen der o. g. Parameter weisen eindeutig daraufhin, dass die Individuenwerte aus dem Bereich der Baggerstrecke generell eine höhere Variabilität aufzeigen. Sowohl in der Bagger- als auch der Referenzstrecke variierten die Besiedlungszahlen der Fahrinne (FaS) weniger als die der Randstationen (RaS). Im interannuellen Vergleich bildete das Jahr 1999 eine Ausnahme. Die Variabilität der Abundanzen war in beiden Teilgebieten des Baggerabschnitts niedriger als in den Vergleichskollektiven der Referenzstrecke. In den weiteren Untersuchungsjahren änderte sich die Variabilität im Referenzgebiet aber in deutlich kleineren Schritten als in der Baggerstrecke. Im Teilgebiet RF_FaS sind die Abundanzschwankungen über die Zeit am unauffälligsten gewesen, entsprechend niedrig war die Variabilität. Unter Außerachtlassung der Absolutzahlen ergibt sich auch auf der Basis des Variabilitätskoeffizienten für die Teilgebiete eine analoge Aussage. Für den Baggerbereich mit $V_k > 100\%$ konnte eine erkennbar höhere Variabilität als im Referenzabschnitt beobachtet werden.

Wie erklären sich nun diese offensichtlichen Variabilitätsunterschiede zwischen Bagger- und Referenzstrecke, wo liegen mögliche Ursachen oder präziser: Sind sie im weitesten Sinne natürlich oder durch externe Eingriffe verursacht? Natürliche Einflüsse/Wirkungen können nicht ausgeschlossen werden, denn das Untersuchungsgebiet befindet sich im Elbe-Ästuar. Merkmal dieses Lebensraums ist a priori eine hohe Variabilität sowohl biotischer wie auch abiotischer Faktoren. Innerhalb der extremen, biologischen Variabilität eine Störung, die sich durch eine zusätzliche Veränderung der Variabilität bemerkbar macht, auszumachen, ist in einem Tidegewässer mit ständig wechselnden Rahmenbedingungen sehr schwierig. Mit anderen Worten: Die interannuelle und lokale Variabilität der Abundanzwerte kann durchaus naturbedingt sein. Andererseits kann sie aber genauso durch den Eingriff der Ausbaubaggerung verändert worden sein. Die Phasen der benthischen Wiederbesiedlung wären ein Argument für die Eingriffswirkung. Rasante Reproduktion, explosionsartiger Individuenanstieg und katastrophale Mortalität beeinflussen ganz wesentlich die Bestandsgröße, die Bestandsveränderungen und die Variabilität, welche wiederum im Bereich der Baggerstrecke am größten gewesen ist (vgl. u. a. Tab. 5).

Verlässt man das quantitative Betrachtungsniveau und wechselt auf die qualitative Artebene, dann spricht beispielsweise die Kausalität zwischen Oligochäten und Sedimenttextur für im weitesten Sinne natürliche Prozesse. Das Sohlsubstrat im Referenzgebiet war unveränderlich Sand, dementsprechend dominierten stenotope, von Jahr zu Jahr wechselnde Sandarten (vgl. Abb. 12). In der Baggerstrecke war das Sediment heterogen und unterlag im Vergleich zur Referenzstrecke interannuellen Veränderungen (vgl. Abb. 7). Als Folge siedelten hier eurytope Oligochäten oder Würmer mit gewissen Toleranzen und/oder Präferenzen für diesen oder jenen Substrattyp, d.h. Generalisten/Opportunisten, die überall zurecht kommen. Was dann letztendlich wieder ein Argument für eine Eingriffswirkung ist, zumal die Sedimentveränderungen auch durch die anthropogene Materialentnahme verursacht sein können. Auf der Grundlage der vorliegenden Daten spricht einiges für und vieles gegen eine natürliche Dynamik bzw. naturgegebene biologische Variabilität. Mit Abschluss der Beweissicherung in 2004/2005 werden wir hoffentlich über ausreichend Informationen besitzen, um die natürliche Variabilität der Benthosgemeinschaft von der eingriffsbedingten Variabilität zu trennen.

4. Aktuelle Entwicklung der wirbellosen Bodenfauna nach der Baumaßnahme im Vergleich zur Prognose gemäß UVU-Materialband VII

In der UVU ist zur Ausbaumaßnahme folgendes prognostiziert worden (vgl. UVU-MATERIALBAND VII 1997):

„ Erhebliche Beeinträchtigungen sind auf den Eingriffsflächen ... in der Unter- und Außenelbe zu erwarten (UA II bis VII). ... Die zeitliche Beeinträchtigung entspricht überschlägig der Dauer der jeweiligen Bauphase. ... zuzüglich dem Zeitraum der Wiederbesiedlung. ... Bereits während der Ausbaubaggerarbeiten ist damit zu rechnen, dass die betroffenen Flächen ... faunistisch wieder erschlossen werden“.¹

Die Autoren gingen davon aus, dass die Eingriffswirkung der Ausbaubaggerung auf die wirbellose Bodenfauna im Untersuchungsabschnitt III & IV zwar erheblich, aber nicht nachhaltig sein wird (begrenzt auf die lokalen Ausbauflächen) und begründen dies entsprechend.

Als erhebliches Manko wurde im Gutachten darauf verwiesen, dass über die Dauer der Wiederherstellbarkeit der benthischen Faunengemeinschaft nach einer derartigen Störung sehr unterschiedliche Literaturangaben bzw. Erfahrungswerte vorliegen. Grundsätzlich ist in UVU-MATERIALBAND VII (1997) die These vertreten worden, dass die Spanne von der Regenerationsfähigkeit der örtlichen Populationen abhängig ist und diese wiederum von der Altersstruktur der empfindlichsten Art. Für die weitgehend limnisch bis schwach oligohaline Zone der UA III & IV sind Zeiträume von 1 bis max. 3 Jahren prognostiziert worden, wobei die letztgenannte Zeitspanne auf die Präsenz langlebigerer Muschelbestände abzielte.

Auf der Basis der vorliegenden Untersuchungsergebnisse zeichnet sich eine Annäherung an die Prognose ab. Im Ausgangszustand (April 1999 - vor der Ausbaubaggerung) setzte sich die Oligochätenfauna im Bereich der Baggerstrecke fast ausnahmslos aus Tubificiden zusammen, daran änderte sich in der Folge wenig. Das „eigentliche“ Makrozoobenthos wurde von Crustacea, insbesondere Amphipoda der Gattung *Bathyporeia* dominiert.

Rund zwei Jahre nach der Fahrrinnenanpassung (April 2002) hat sich die Dominanzhierarchie der Oligochaeta hier kaum verändert. Eukonstante Arten waren in der Minderzahl, Fluktuationen und Artenwechsel dagegen typisch. Außerdem hat sich das Spektrum der Oligochätenfauna durch mehrere Naididenarten erweitert, möglicherweise auch durch eine neue, invasive Spezies. Bei den übrigen Benthostaxa wurde sowohl auf der Klappstelle als auch im Referenzbereich leichte Verschiebungen in der Dominanzstruktur verzeichnet. Im Bereich der Baggerstrecke waren nach wie vor die Amphipoden der Gattung *Bathyporeia* am häufigsten, wobei aber in 2002 eine andere *Bathyporeia*-Art als 1999 und 2001 die Gemeinschaft dominierte. Anders als in den Vorjahren, in denen die Benthosgemeinschaft der 1000µm-Fraktion im Referenzbereich ebenfalls *Bathyporeien* dominiert wurde, war in 2002 der Polychät *Marenzelleria spp.* das häufigste Taxon mit eudominantem Status. Die Veränderungen beruhten aber weniger auf einer Zunahme der Bestandsdichte von *Marenzelleria*, sondern vielmehr auf einen Rückgang der *Bathyporeia*-Dichte.

Auffällige Unterschiede wurden hinsichtlich der Besiedlungsdichten hauptsächlich bei den Oligochäten ermittelt: Etwa zwei Jahren nach der Baumaßnahme ist die mittlere Abundanz auf der Baggerstrecke um gut zwei Zehnerpotenzen höher als vor dem Eingriff: Von 1999 mit rd. 10^2 Ind. über 2001 mit 10^3 Ind. bis 2002

¹ UVU-MATERIALBAND VII (1997): Seiten 444 - 447

mit über 10^4 Ind./m². Im Gegensatz dazu waren die Veränderungen im Referenzgebiet nicht so spektakulär. Aufgrund der interannuell konstanten Sedimentzusammensetzung dominierten wechselnde Sandarten: 1999 Propappiden und Enchytraeiden, 2001 eine taxonomisch noch unbekannte Art (sog. *Homochaeta*-Typus) und 2002 wieder Propappiden. Die mittlere Gesamtdichte der Oligochätenpopulationen variierte interannuell in einer Größenordnung von 10^3 Ind./m² und war damit der Baggerstrecke ähnlich.

Für die übrigen Benthostaxa, v.a. für die Crustacea, wurde im Vergleich zu den 250µm-Ergebnissen eine bislang ungeklärte gegenläufige Entwicklung verzeichnet. Die Besiedlungsdichte veränderte sich von 1999 auf 2001 in beiden Teilgebieten nur mäßig (Abnahme im Referenzbereich, Zunahme im Baggerbereich); in 2002 war die Makrozoobenthosabundanz (1000µm-Fraktion) dagegen deutlich geringer als in den Vorjahren. Dies betrifft sowohl die Baggerstrecke als auch die Referenz.

Auf den ersten Blick sind die „positiven“ Veränderungen in der Artenstruktur und insbesondere der Abundanz bei den Organismen der 250µm-Fraktion von 1999 auf 2001/2002 im Bereich der Baggerstrecke überraschend. Überraschend deshalb, weil nach dem Eingriff ein eher umgekehrtes Ergebnis das Naheliegende gewesen wäre.

Aber das Naheliegende ist nicht immer richtig. Bestandsschwankungen und Artfluktuationen sind durchaus symptomatisch für den Zeitraum nach einer „tiefgreifenden“ Milieustörung wie einer Ausbaubaggerung. Mit dem Sedimentaushub wird die benthische Infauna in den Baggerarealen so gut wie quantitativ vernichtet, d.h. die betreffenden Flächen sind weitgehend entsiedelt und somit für mobile r-Strategen und Opportunisten frei. Einerseits weichen sie dadurch dem Konkurrenzdruck in ihren „angestammten“ Gebieten aus, andererseits stoßen sie im Anfangsstadium in einen konkurrenzfreien Raum. Gekennzeichnet ist diese Pionier- oder Opportunistenphase durch eine explosionsartige Bestandsentwicklung kleiner, biomassearmer und kurzlebiger Arten. Im vorliegenden Untersuchungsgebiet weist z.B. die enorme Individuenzahl eudominanter Turbellarien auf eine solche Phase hin, ebenso wie die Abundanz juveniler und unreifer Tubificiden sowie Naididen. Während sich Tubificiden ganzjährig sexuell vermehren und freie Gebiete mittels Reproduktion besetzen können, ist die Hauptreproduktionsperiode der Naididen auf das Frühjahr beschränkt. Jedoch verfügen sie über eine effektive Strategie, sich in neuen Lebensräumen festzusetzen, indem sie sich asexuell durch Paratomie fortpflanzen, vorausgesetzt die Milieubedingungen stimmen. Das Pionier-/Opportunistenstadium ist andererseits durch katastrophale Mortalitäten ausgezeichnet, d. h. Populationen können rasant anwachsen, aber auch spontan vergehen. Aus diesem Grund sind extrem schwankenden Bestandszahlen für r-Strategen, Opportunisten, Pionierarten so charakteristisch. Ein treffendes Indiz für die Variabilität opportunistischer Systeme sind der Streubereich der Standardabweichungen, sowie die Variationsbreite der Abundanzen. Die große Variabilität in der Besiedlungsdichte der Baggerstrecke ist dafür ein gutes Beispiel.

Mit Abschluss der Fahrrinnenanpassung und nach Ablauf von über zwei Jahren ist der Bereich der Ausbaubaggerung quantitativ besiedelt. Die Oligochäten haben die Eingriffsfläche erobert. Die Taxazahlen sind angestiegen, die Individuenzahlen haben sich um mehrere Zehnerpotenzen erhöht. Allerdings hat sich auch die Variabilität der Populationsparameter um ein Vielfaches gesteigert. Die Entwicklung des „eigentlichen“ Makrozoobenthos verlief indessen gegenläufig, alle geprüften Parameter entwickeln sich, mit Ausnahme einer schwachen Abundanzzunahme in 2001, im Baggerbereich tendenziell in Richtung niedriger Werte, wobei die Variabilität der Bestandsveränderungen im Bereich der Baggerstrecke ausgeprägter war als im Referenzbereich.

Hinsichtlich funktionaler und struktureller Kriterien wird sich das System irgendwann einem dem Status quo ante vergleichbaren Zustand annähern, wobei der genaue Zeitpunkt jedoch noch nicht eindeutig ist. Die prognostizierte Wiederbesiedlungsdauer (1-3 Jahre) scheint sich zu bewahrheiten. Allerdings befindet sich das System immer noch in der Opportunisten-, im günstigsten Falle in der Postopportunistenphase. Auf wel-

chem Niveau sich die Gemeinschaft letztendlich einschwingt, und das ist schließlich entscheidend für die Beantwortung der Frage nach der Zeitdauer der qualitativen Wiederherstellbarkeit der Biozönose, kann derzeit nicht ausreichend beantwortet werden, zumal die extrem hohe Variabilität der Oligochätenfauna momentan weder natürlichen Prozessen noch ausbaubedingten Störungen zuzuordnen ist.



5. Schlussfolgerungen

Im Bereich der Fahrrinne Unterelbe km 647-653 konnte in 2001 und 2002 im Vergleich zu 1999 eine Veränderung der abiotischen Rahmenbedingungen festgestellt werden. Dieses betrifft in erster Linie die Wassertiefen, die sich gegenüber 1999 nicht nur im Bereich der Baggerstrecke (ausbaubedingt), sondern auch im Referenzbereich deutlich erhöht haben. Die in 2001 dokumentierte Tiefensituation hat sich in 2002 nicht mehr verändert.

Es erfolgte ebenfalls, wenngleich in geringerer Deutlichkeit, eine Veränderung der Sedimentstruktur, die sich 2001 auf der Baggerstrecke in einer Zunahme der Feinsandanteile auf Kosten der Schlickanteile bemerkbar machte. Im Referenzgebiet wurde der 1999 örtlich vorhandene Feinsand dagegen nicht mehr erfasst, die Anteile des schon 1999 prägenden Mittelsands nahmen tendenziell noch zu. In 2002 erhöhte sich der Schlickanteil im Bereich der Baggerstrecke, sowie der Feinsandanteil im Referenzbereich, gegenüber 2001 wieder. Eine grundsätzliche Veränderung der Sedimenttypen trat im Vergleich zu den Vorjahren in beiden Teilbereichen nicht auf. Die Betrachtung der Baggermengen hat gezeigt, dass sowohl vor der Neubaumaßnahme als auch danach hohe Baggermengen im Rahmen der Fahrrinnenunterhaltung anfielen. Durch die Vertiefungsmaßnahme weichen die Baggermengen in 1999/2000 im langjährigen Vergleich nicht nach oben ab. In 1999 fielen sogar die geringsten Baggermengen an, während sowohl 1998 als auch 2001 besonders hohe Mengen im Rahmen der Fahrrinnenunterhaltung gebaggert wurden (s.u.).

1000 µm-Fraktion (Greifer)

Schon in 1999 konnten quantitative Unterschiede zwischen den Untersuchungsgebieten mit einer deutlich höheren Dichte im Bereich der Baggerstrecke dokumentiert werden. Die Unterschiede verringerten sich in 2002 zwar, blieben aber tendenziell erhalten. Bezüglich der Dominanzstrukturen zeigten sich Unterschiede zwischen den Teilbereichen, die vermutlich auf die unterschiedlichen Sedimentstrukturen zurückzuführen sind. So dominierten ‚Feinsandarten‘ wie *Bathyporeia pilosa*, der in diesem Elbeabschnitt (ohne Berücksichtigung der Oligochaeta) zu den prägenden Faunenelemente gehört, die feinsandigen Stationen der Baggerstrecke und kam dort daher in deutlich höherer Anzahl vor als auf der mittelsandgeprägten Referenz. Der Polychät *Marenzelleria spp.* und der Amphipode *Gammarus zaddachi* wurden dagegen an den Referenzstationen in größerer Dichte erfasst. Aufgrund der sehr unterschiedlichen Sedimentverhältnisse wird die Aussagekraft der räumlichen Vergleiche zwischen Baggerstrecke und Referenzgebiet eingeschränkt.

Der interannuelle, bereichsinterne Vergleich der Besiedlungsdichte zeigt deutliche Unterschiede zwischen 2002 und den Vorjahren. Eine deutliche Veränderung trat in 2002 gegenüber 1999 ein, es erfolgte hinsichtlich der Makrozoobenthos-Taxazahlen (o. Oligochaeta) ein klarer, z.T. signifikanter Rückgang der mittleren Taxazahl/Station. Dieses betraf allerdings nicht nur die Baggerstrecke, sondern auch den Referenzbereich. Die 1999 und 2001 festgestellten Besiedlungsdichten wurden in beiden Bereichen in 2002 deutlich, z.T. auch rechnerisch signifikant unterschritten. Gründe für eine solche Entwicklung sind nicht offensichtlich, können aber u.U. auch mit einer starken Wiederbesiedlungsdynamik nach wiederkehrenden Störungen (Neubaubaggerungen, Unterhaltungsbaggerungen) zusammenhängen. Die ausgeprägtere interannuelle Variabilität im Bereich der Baggerstrecke im Vergleich zur Referenz kann ein Hinweis auf einen solchen Zusammenhang sein.

250 µm-Fraktion (Stechrohre)

Die Dominanzstruktur der Oligochaeta an der Baggerstrecke und dem Referenzbereich zeigten Unterschiede zwischen den untersuchten Bereichen auf. Während im Referenzgebiet entsprechend der Sedimenttextur stenotope Sandarten, u. a. *Propappus volki*, *Enchytraeus* sp. dominierten, mit unterschiedlichen Rangfolgen von Jahr zu Jahr, sind in der schlickig, schluffhaltigen Baggerstrecke primär eurytope Tubificiden der Gattung *Limnodrilus*, primär *Limnodrilus hoffmeisteri*, abundant und über die Zeit konstant aufgetreten.

Gegenüber dem „eigentlichen“ Makrozoobenthos zeigten die Oligochäten eine gegenläufige Tendenz in der Besiedlungsdichte – analog den Taxazahlen. Gründe für eine solche Entwicklung sind z.Zt. nicht offensichtlich. So wurde von 1999 auf 2001/2002 bei den Oligochäten ein Trend zu höheren Individuenzahlen/Station dokumentiert, allerdings bei größerer und zunehmender Variabilität der Messwerte. Die Tendenz zu steigenden Individuenzahlen der Oligochäten trat im Bereich der Baggerstrecke wesentlich stärker hervor. Im Referenzgebiet - je nach Position – stagnierten die Bestandsdichten oder unterlagen vergleichsweise geringeren Anstiegen. Somit ist die populationsdynamische Entwicklung in der Baggerstrecke sehr viel sprunghafter als im Referenzgebiet gewesen. Dieser Prozess ist charakteristisch für eine Opportunistenphase. Kennzeichnend sind „explosionsartig“ ansteigende Individuenzahlen, und auf der anderen Seite katastrophale Mortalitäten, mit dem Resultat stark schwankender Bestandszahlen. Ein Indiz für diese extremale Variabilität waren a) die Variationsbreite der Abundanzen und b) der Streubereich der Standardabweichungen.

Unter Berücksichtigung der UVU-Prognose lassen die Ergebnisse den Schluss zu, dass hinsichtlich funktionaler und struktureller Kriterien das System irgendwann einem dem Status quo ante vergleichbaren Zustand entsprechen wird. Allerdings befindet sich das System, v.a. im Hinblick auf die Oligochaetenfauna immer noch in der Opportunisten-, im günstigsten Falle in der Postopportunistenphase. In diesem Zusammenhang ist zu beachten, dass der Status quo Zustand (1999) im Vertiefungsabschnitt eine Benthosbesiedlung widerspiegelt, die schon vor und auch nach der Baumaßnahme intensiven Unterhaltungsarbeiten unterlag (s. Abb. 15). Die typische Fahrrinnengemeinschaft ist also keine unbeeinflusste und damit ‚natürliche‘ Faunengesellschaft, was sie, seit vertieft wird, auch nie war, da sie immer wiederkehrend durch Unterhaltungsmaßnahmen beeinträchtigt wird. Bestimmte Entwicklungen der Benthosgemeinschaft im Bereich der Baggerstrecke sind u.U. auf die Wirkungen der Baggerarbeiten zurückzuführen. In diesem Zusammenhang ist v.a. die ausgeprägte räumliche und zeitliche Variabilität der Besiedlungen insbesondere im Bereich der Baggerstrecke im Vergleich zur Entwicklung im Referenzbereich hervorzuheben. Die Ergebnisse anderer berücksichtigte Kennwerte (Abundanzen, Artenzahlen) sind bislang dagegen weniger eindeutig.

Durch die vorhandenen Rahmenbedingungen (Neubauarbeiten und Fahrrinnenunterhaltung, unterschiedliche Sedimente auf Referenz und Baggerstrecke) wird zum einen die Identifikation der Wirkungen der Neubaumaßnahme zum anderen auch die Bestimmung des Zeitpunktes wann eine Wiederherstellung der Zönose (im Sinne der Prognose s.o.) erfolgt ist, erschwert. Zur Beschreibung des Weiteren Verlaufs der generativen Entwicklung und zur Erarbeitung einer belastbaren abschließenden Bewertung ist die geplante Fortführung der Makrozoobenthosuntersuchungen sinnvoll (vgl. Planfeststellungsbeschluss).

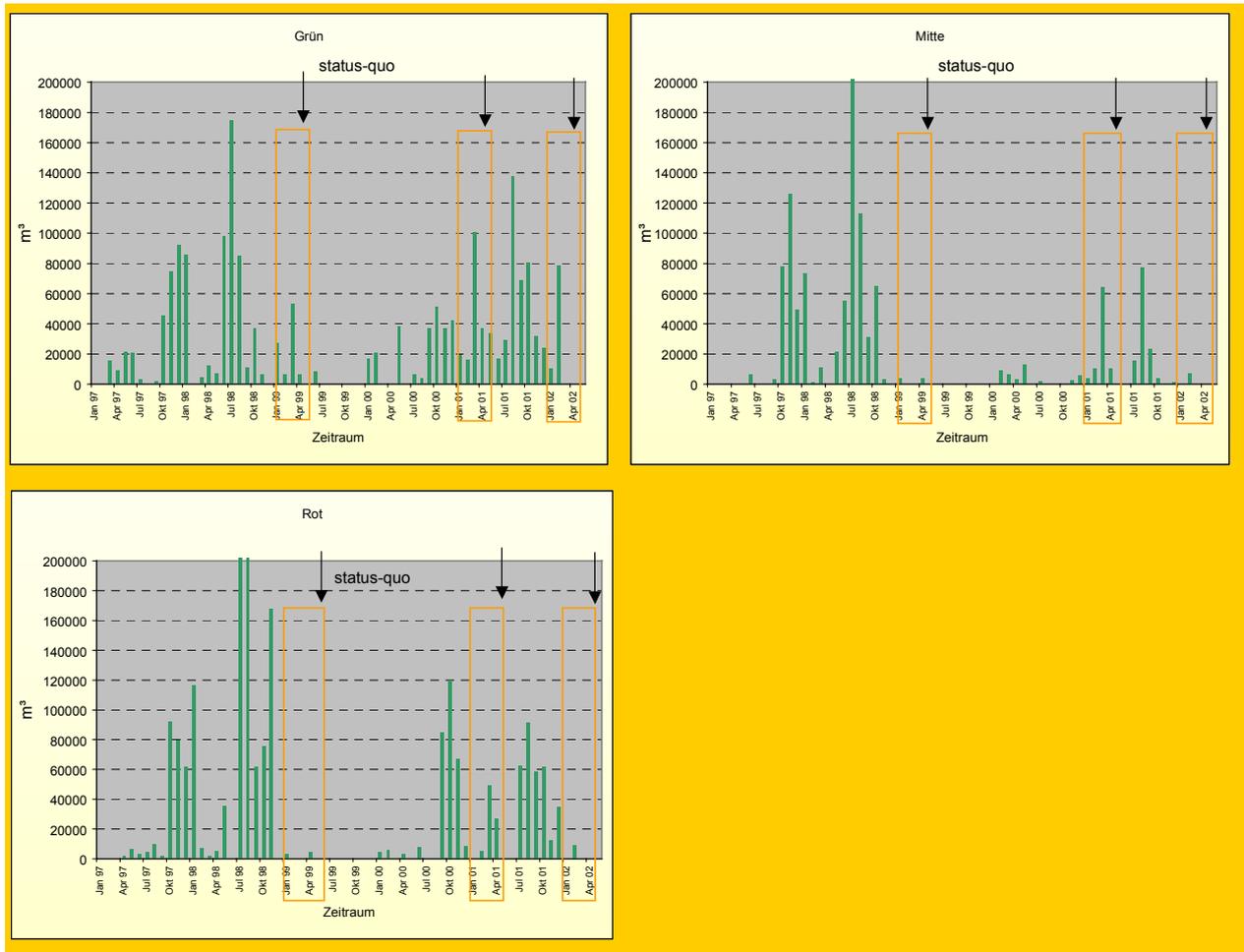


Abb. 15: Umfang der Unterhaltungs- und Ausbaubaggerungen in der Unterelbe im Abschnitt km 649,5 – km 653 (Neubaubereich), Angaben in m³/Monat 1997 – Mai 2002. Elbeabwärts gesehen: linker Fahrinnenbereich (grün), Fahrinnenmitte (Mitte) und rechter Fahrinnenbereich (rot). Schwarze Rahmen: 4-5 monatiger Zeitraum vor den Wirbellosenuntersuchungen (schwarze Pfeile). Quelle Baggermengen: WSA Hamburg

6. Literatur

- BARNES, R. S. K. (1994): The brackish-water fauna of northwestern Europe. Cambridge Press, Cambridge, 287 S.
- BIOCONSULT (1999): Makrozoobenthos in der Außen- und Unterelbe. Ergebnisse Frühjahr 1999. Auftraggeber: WSA Hamburg, 41 S + Anhang.
- BLUHM, H. (1990): Analyse zyklischer Wiederbesiedlungsvorgänge am Beispiel sublitoraler Makrobenthosgemeinschaften in der Flensburger Förde. – Diss. math.-nat. Fak. CAU Kiel (unveröff.): 257 S.
- HARTMANN-SCHRÖDER, G. (1996): Annelida, Borstenwürmer, Polychaeta.- In: DAHL, F. (Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile nach ihren Merkmalen und nach ihrer Lebensweise. Teil 58, 2. Aufl. Verlag G. Fischer, Jena 648 S.
- HAYWARD, P. J. & J. S. RYLAND (1995): Handbook of the marine fauna of North-West Europe.- Oxford University Press, Oxford, 800 S.
- KRIEG, H.-J. (1996): Investigation on the occurrence and distribution of benthic fauna along a transect in the transition zone between fresh and brackish water on both sides of Lühesand at km 648,5 in the Lower Elbe. – Arch. Hydrobiol./Suppl. 110 (Unters. Elbe-Ästuar 7): 283-309.
- KRIEG, H.-J. (1999): Hydrobiologische Bestandsaufnahme zum Ist-Zustand der wirbellosen Bodenfauna auf der Baggergutablagerungsfläche Twielenfleth und zwei benachbarten Referenztransekten (Unterelbe, April 1998). Beweissicherung zur Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt. Unveröff. Gutachten i. A. Wasser- u. Schifffahrtsamt Hamburg. - HUUG Tangstedt: 33 S.
- MICHAELSEN, W. (1916): Ein eigentümlicher neuer Enchyträide der Gattung *Propappus* aus der Niederelbe. – Verh. Naturw. Ver. Hamburg **23**: 51 –55.
- PFANNKUCHE, O. (1977): Ökologische und systematische Untersuchungen an naidomorphen Oligochaeten brackiger und limnischer Biotope. – Diss. FB Biologie d. Univ. Hamburg: 138 S.
- REMMERT, H. (1992): Ökologie. – Springer Verlag, Berlin, New York: 358 S.
- UVU-MATERIALBAND III (1997): UVU zur Anpassung der Fahrrinne der Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt. Fachgutachten Sedimente. I. A. der WSV Kiel, WSA Hamburg, Amt Strom- und Hafenaufbau, Hamburg und Planungsgruppe Ökologie und Umwelt Nord, Hamburg. - Inst. f. Bodenkunde d. Univ. Hamburg: 352 S.
- UVU-MATERIALBAND VII (1997): UVU zur Anpassung der Fahrrinne der Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt. Tiere und Pflanzen - aquatische Lebensgemeinschaften. Gutachten i. A. der WSV Kiel, WSA Hamburg, Amt Strom- und Hafenaufbau, Hamburg und Planungsgruppe Ökologie und Umwelt Nord, Hamburg. - Inst. f. Hydrobiol. u. Fisch.wiss. d. Univ. Hamburg und Krieg, HUUG Tangstedt: 567 S.
- TISCHLER, W. (1976): Einführung in die Ökologie. – G. Fischer Verlag, Stuttgart, New York: 307 S.

Anhang

Anhang I:

**Greifer-Rohdaten der Probenahme in der Unterelbe vom 17.4-19.4.2002, Sedimentanteile (%),
Wassertiefe, Sondenmesswerte**

Stationen L18– L 48 Fahrrinne Unterelbe km 647-653



Station	Datum	Uhrzeit	Position E (x)	Position N (y)	Wassertiefe (m) auf SKN	Pegelstand (cm)	Bezugspegel	Tidephase	Wind	Wetter
L 18-1	17.04.2002	14:12	3536593,64	5943197,78	15,2	3	Stadersand	fallend	90°, 2-3	bedeckt, Regen
L 18-2	17.04.2002	14:18	3536593,64	5943197,78	15,3	1	Stadersand	fallend	90°, 2-3	bedeckt, Regen
L 18-3	17.04.2002	14:21	3536593,64	5943197,78	15,4	0	Stadersand	Stauwasser	90°, 2-3	bedeckt, Regen
L 18-4	17.04.2002	14:24	3536593,64	5943197,78	15,4	3	Stadersand	steigend	90°, 2-3	bedeckt, Regen
L 18-5	17.04.2002	14:27	3536593,64	5943197,78	15,3	7	Stadersand	steigend	90°, 2-3	bedeckt, Regen
L 18-6	17.04.2002	14:30	3536593,64	5943197,78	15,3	12	Stadersand	steigend	90°, 2-3	bedeckt, Regen
L 19-1	18.04.2002	15:08	3536889,97	5942619,76	12,0	31	Stadersand	steigend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 19-2	18.04.2002	15:10	3536889,97	5942619,76	11,9	35	Stadersand	steigend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 19-3	18.04.2002	15:12	3536889,97	5942619,76	12,1	41	Stadersand	steigend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 19-4	18.04.2002	15:15	3536889,97	5942619,76	12,3	48	Stadersand	steigend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 19-5	18.04.2002	15:19	3536889,97	5942619,76	12,2	56	Stadersand	steigend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 19-6	18.04.2002	15:22	3536889,97	5942619,76	11,8	64	Stadersand	steigend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 20-1	17.04.2002	14:36	3537056,00	5942764,98	14,9	25	Stadersand	steigend	90°, 2	bedeckt, Regen
L 20-2	17.04.2002	14:39	3537056,00	5942764,98	14,9	33	Stadersand	steigend	90°, 2	bedeckt, Regen
L 20-3	17.04.2002	14:44	3537056,00	5942764,98	14,9	45	Stadersand	steigend	90°, 2	bedeckt, Regen
L 20-4	17.04.2002	14:47	3537056,00	5942764,98	14,9	52	Stadersand	steigend	90°, 2	bedeckt, Regen
L 20-5	17.04.2002	14:51	3537056,00	5942764,98	14,9	61	Stadersand	steigend	90°, 2	bedeckt, Regen
L 20-6	17.04.2002	14:54	3537056,00	5942764,98	14,8	67	Stadersand	steigend	90°, 2	bedeckt, Regen
L 21-1	17.04.2002	14:59	3537201,02	5942899,00	15,2	80	Stadersand	steigend	90°, 2	bedeckt, Regen
L 21-2	17.04.2002	15:03	3537201,02	5942899,00	15,3	84	Stadersand	steigend	90°, 2	bedeckt, Regen
L 21-3	17.04.2002	15:06	3537201,02	5942899,00	15,2	93	Stadersand	steigend	90°, 2	bedeckt, Regen
L 21-4	17.04.2002	15:09	3537201,02	5942899,00	15,1	98	Stadersand	steigend	90°, 2	bedeckt, Regen
L 21-5	17.04.2002	15:13	3537201,02	5942899,00	15,1	105	Stadersand	steigend	90°, 2	bedeckt, Regen
L 21-6	17.04.2002	15:15	3537201,02	5942899,00	15,1	111	Stadersand	steigend	90°, 2	bedeckt, Regen
L 22-1	17.04.2002	15:21	3537385,73	5942595,34	14,8	119	Stadersand	steigend	90°, 2	bedeckt, Regen
L 22-2	17.04.2002	15:24	3537385,73	5942595,34	14,9	124	Stadersand	steigend	90°, 2	bedeckt, Regen
L 22-3	17.04.2002	15:26	3537385,73	5942595,34	14,8	128	Stadersand	steigend	90°, 2	bedeckt, Regen
L 22-4	17.04.2002	15:29	3537385,73	5942595,34	14,9	132	Stadersand	steigend	90°, 2	bedeckt, Regen
L 22-5	17.04.2002	15:32	3537385,73	5942595,34	14,8	136	Stadersand	steigend	90°, 2	bedeckt, Regen
L 22-6	17.04.2002	15:34	3537385,73	5942595,34	14,8	139	Stadersand	steigend	90°, 2	bedeckt, Regen
L 24-1	18.04.2002	14:47	3537557,45	5942139,29	11,8	2	Stadersand	Stauwasser	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 24-2	18.04.2002	14:52	3537557,45	5942139,29	11,2	2	Stadersand	Stauwasser	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 24-3	18.04.2002	14:54	3537557,45	5942139,29	11,3	5	Stadersand	steigend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 24-4	18.04.2002	14:57	3537557,45	5942139,29	11,3	9	Stadersand	steigend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 24-5	18.04.2002	14:59	3537557,45	5942139,29	11,3	11	Stadersand	steigend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 24-6	18.04.2002	15:02	3537557,45	5942139,29	11,5	17	Stadersand	steigend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 25-1	17.04.2002	15:42	3537764,22	5942187,32	15,0	151	Stadersand	steigend	90°, 2	bedeckt, Regen
L 25-2	17.04.2002	15:45	3537764,22	5942187,32	15,1	154	Stadersand	steigend	90°, 2	bedeckt, Regen
L 25-3	17.04.2002	15:48	3537764,22	5942187,32	14,9	157	Stadersand	steigend	90°, 2	bedeckt, Regen
L 25-4	17.04.2002	15:50	3537764,22	5942187,32	14,8	159	Stadersand	steigend	90°, 2	bedeckt, Regen
L 25-5	17.04.2002	15:53	3537764,22	5942187,32	14,9	162	Stadersand	steigend	90°, 2	bedeckt, Regen
L 25-6	17.04.2002	15:55	3537764,22	5942187,32	14,9	162	Stadersand	steigend	90°, 2	bedeckt, Regen
L 26-1	18.04.2002	08:26	3537840,89	5942249,32	15,2	294	Stadersand	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 26-2	18.04.2002	08:30	3537840,89	5942249,32	15,2	292	Stadersand	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 26-3	18.04.2002	08:33	3537840,89	5942249,32	15,2	290	Stadersand	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 26-4	18.04.2002	08:36	3537840,89	5942249,32	15,2	287	Stadersand	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 26-5	18.04.2002	08:39	3537840,89	5942249,32	15,2	286	Stadersand	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 26-6	18.04.2002	08:42	3537840,89	5942249,32	15,1	283	Stadersand	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 27-1	18.04.2002	08:47	3537998,02	5942307,00	15,1	280	Stadersand	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 27-2	18.04.2002	08:50	3537998,02	5942307,00	15,1	277	Stadersand	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 27-3	18.04.2002	08:55	3537998,02	5942307,00	15,1	272	Stadersand	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 27-4	18.04.2002	08:58	3537998,02	5942307,00	15,1	271	Stadersand	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 27-5	18.04.2002	09:02	3537998,02	5942307,00	15,1	267	Stadersand	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 27-6	18.04.2002	09:05	3537998,02	5942307,00	15,0	264	Stadersand	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 28-1	18.04.2002	09:13	3538185,25	5941986,07	15,0	270	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 28-2	18.04.2002	09:16	3538185,25	5941986,07	15,0	268	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 28-3	18.04.2002	09:19	3538185,25	5941986,07	15,0	267	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 28-4	18.04.2002	09:22	3538185,25	5941986,07	15,1	263	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 28-5	18.04.2002	09:25	3538185,25	5941986,07	15,0	259	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 28-6	18.04.2002	09:29	3538185,25	5941986,07	15,0	257	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 30-1	18.04.2002	09:36	3538528,44	5941681,76	15,0	250	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 30-2	18.04.2002	09:39	3538528,44	5941681,76	14,9	247	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 30-3	18.04.2002	09:42	3538528,44	5941681,76	15,0	243	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 30-4	18.04.2002	09:46	3538528,44	5941681,76	15,1	240	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 30-5	18.04.2002	09:49	3538528,44	5941681,76	14,9	237	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 30-6	18.04.2002	09:52	3538528,44	5941681,76	14,9	235	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 31-1	18.04.2002	09:59	3538813,00	5941329,98	15,5	228	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 31-2	18.04.2002	10:02	3538813,00	5941329,98	15,5	226	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 31-3	18.04.2002	10:05	3538813,00	5941329,98	15,4	222	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 31-4	18.04.2002	10:07	3538813,00	5941329,98	15,5	221	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 31-5	18.04.2002	10:10	3538813,00	5941329,98	15,3	219	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 31-6	18.04.2002	10:37	3538813,00	5941329,98	15,3	192	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt

Station	Datum	Uhrzeit	Position E (x)	Position N (y)	Wassertiefe (m) auf SKN	Pegelstand (cm)	Bezugspegel	Tidephase	Wind	Wetter
L 32-1	18.04.2002	10:44	3538962,34	5941357,75	15,0	186	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 32-2	18.04.2002	10:46	3538962,34	5941357,75	15,1	181	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 32-3	18.04.2002	10:52	3538962,34	5941357,75	14,9	178	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 32-4	18.04.2002	10:57	3538962,34	5941357,75	15,0	172	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 32-5	18.04.2002	11:03	3538962,34	5941357,75	15,0	166	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 32-6	18.04.2002	11:05	3538962,34	5941357,75	15,1	163	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 33-1	18.04.2002	11:15	3539118,69	5941384,33	15,2	154	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 33-2	18.04.2002	11:19	3539118,69	5941384,33	15,2	150	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 33-3	18.04.2002	11:22	3539118,69	5941384,33	15,1	149	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 33-4	18.04.2002	11:24	3539118,69	5941384,33	15,1	146	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 33-5	18.04.2002	11:29	3539118,69	5941384,33	15,2	142	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 33-6	18.04.2002	11:33	3539118,69	5941384,33	15,0	137	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 34-1	18.04.2002	11:41	3539285,01	5941024,44	14,9	130	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 34-2	18.04.2002	11:44	3539285,01	5941024,44	14,9	128	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 34-3	18.04.2002	11:47	3539285,01	5941024,44	14,8	126	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 34-4	18.04.2002	11:51	3539285,01	5941024,44	15,1	122	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 34-5	18.04.2002	11:57	3539285,01	5941024,44	14,9	114	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 34-6	18.04.2002	12:00	3539285,01	5941024,44	14,9	112	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 40-1	18.04.2002	13:15	3539730,02	5940301,02	14,2	47	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 40-2	18.04.2002	13:20	3539730,02	5940301,02	14,6	44	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 40-3	18.04.2002	13:23	3539730,02	5940301,02	14,4	40	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 40-4	18.04.2002	13:31	3539730,02	5940301,02	14,5	34	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 40-5	18.04.2002	13:37	3539730,02	5940301,02	14,3	30	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 40-6	18.04.2002	13:39	3539730,02	5940301,02	14,1	29	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 41-1	18.04.2002	13:45	3539931,02	5940349,02	15,2	25	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 41-2	18.04.2002	13:47	3539931,02	5940349,02	15,6	23	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 41-3	18.04.2002	13:50	3539931,02	5940349,02	15,8	20	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 41-4	18.04.2002	13:53	3539931,02	5940349,02	15,6	20	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 41-5	18.04.2002	14:00	3539931,02	5940349,02	15,1	14	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 41-6	18.04.2002	14:03	3539931,02	5940349,02	15,9	12	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 42-1	18.04.2002	14:08	3540004,35	5940433,53	16,5	10	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 42-2	18.04.2002	14:11	3540004,35	5940433,53	16,5	8	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 42-3	18.04.2002	14:13	3540004,35	5940433,53	16,1	7	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 42-4	18.04.2002	14:16	3540004,35	5940433,53	16,3	5	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 42-5	18.04.2002	14:20	3540004,35	5940433,53	15,9	4	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 42-6	18.04.2002	14:23	3540004,35	5940433,53	15,6	3	Hetlingen	fallend	umlaufend, 1-2	bedeckt
L 45-1	19.04.2002	08:40	3540474,39	5939627,44	16,0	303	Hetlingen	fallend	135°, 2	bedeckt, regnerisch
L 45-2	19.04.2002	08:46	3540474,39	5939627,44	15,5	302	Hetlingen	fallend	135°, 2	bedeckt, regnerisch
L 45-3	19.04.2002	08:54	3540474,39	5939627,44	16,0	299	Hetlingen	fallend	135°, 2	bedeckt, regnerisch
L 45-4	19.04.2002	08:57	3540474,39	5939627,44	16,0	298	Hetlingen	fallend	135°, 2	bedeckt, regnerisch
L 45-5	19.04.2002	09:00	3540474,39	5939627,44	15,7	297	Hetlingen	fallend	135°, 2	bedeckt, regnerisch
L 45-6	19.04.2002	09:05	3540474,39	5939627,44	15,8	294	Hetlingen	fallend	135°, 2	bedeckt, regnerisch
L 46-1	19.04.2002	09:11	3540563,48	5939716,59	16,3	289	Hetlingen	fallend	135°, 2	bedeckt, regnerisch
L 46-2	19.04.2002	09:16	3540563,48	5939716,59	16,1	288	Hetlingen	fallend	135°, 2	bedeckt, regnerisch
L 46-3	19.04.2002	09:18	3540563,48	5939716,59	16,1	287	Hetlingen	fallend	135°, 2	bedeckt, regnerisch
L 46-4	19.04.2002	09:21	3540563,48	5939716,59	16,1	285	Hetlingen	fallend	135°, 2	bedeckt, regnerisch
L 46-5	19.04.2002	09:24	3540563,48	5939716,59	16,2	284	Hetlingen	fallend	135°, 2	bedeckt, regnerisch
L 46-6	19.04.2002	09:29	3540563,48	5939716,59	16,2	280	Hetlingen	fallend	135°, 2	bedeckt, regnerisch
L 47-1	19.04.2002	09:33	3540638,71	5939791,87	16,6	276	Hetlingen	fallend	135°, 2	bedeckt, regnerisch
L 47-2	19.04.2002	09:39	3540638,71	5939791,87	16,3	273	Hetlingen	fallend	135°, 2	bedeckt, regnerisch
L 47-3	19.04.2002	09:42	3540638,71	5939791,87	16,3	270	Hetlingen	fallend	135°, 2	bedeckt, regnerisch
L 47-4	19.04.2002	09:50	3540638,71	5939791,87	15,4	264	Hetlingen	fallend	135°, 2	bedeckt, regnerisch
L 47-5	19.04.2002	09:53	3540638,71	5939791,87	16,2	261	Hetlingen	fallend	135°, 2	bedeckt, regnerisch
L 47-6	19.04.2002	10:02	3540638,71	5939791,87	16,5	253	Hetlingen	fallend	135°, 2	bedeckt, regnerisch
L 48-1	19.04.2002	10:16	3541063,21	5939218,50	16,4	242	Hetlingen	fallend	135°, 2	bedeckt, regnerisch
L 48-2	19.04.2002	10:24	3541063,21	5939218,50	16,4	235	Hetlingen	fallend	135°, 2	bedeckt, regnerisch
L 48-3	19.04.2002	10:27	3541063,21	5939218,50	16,5	232	Hetlingen	fallend	135°, 2	bedeckt, regnerisch
L 48-4	19.04.2002	10:35	3541063,21	5939218,50	15,9	225	Hetlingen	fallend	135°, 2	bedeckt, regnerisch
L 48-5	19.04.2002	10:38	3541063,21	5939218,50	16,0	222	Hetlingen	fallend	135°, 2	bedeckt, regnerisch
L 48-6	19.04.2002	10:46	3541063,21	5939218,50	16,3	213	Hetlingen	fallend	135°, 2	bedeckt, regnerisch

Station	Sedimentansprache (Angaben in Prozent, += vorhanden, aber nicht quantifizierbar)											T (°C)	Lf (µS/cm)	O ₂ (mg/l)	O ₂ (%)	pH	
	Stein	Kies	Grobkies	Mittelkies	Feinkies	Grobsand	Mittelsand	Feinsand	Schlick	Klei	Detritus						Schill
L 18-1								50	50				9,04	671	11,74	101,9	8,20
L 18-2								60	40								
L 18-3								90	10								
L 18-4								60	40								
L 18-5								60	40								
L 18-6								60	40								
L 19-1		+				10	70	20	+		+						
L 19-2			+			10	70	20	+		+						
L 19-3	+	+				10	70	20	+		+						
L 19-4						10	70	10	10		+						
L 19-5						5	60	35	+								
L 19-6						20	70	10	+								
L 20-1								50	50								
L 20-2						+		70	30		+						
L 20-3								20	80								
L 20-4								50	50								
L 20-5								40	60								
L 20-6								40	60								
L 21-1								20	80								
L 21-2								20	80		+						
L 21-3								10	90								
L 21-4								20	80								
L 21-5								70	30								
L 21-6								90	10								
L 22-1								30	70		+	9,20	679	11,83	103	8,23	
L 22-2								70	30								
L 22-3								50	50		+						
L 22-4								50	50								
L 22-5								50	50								
L 22-6								80	20								
L 24-1						20	60	20									
L 24-2	+					10	55	30			5	+					
L 24-3						10	50	40									
L 24-4						10	50	40		+	+						
L 24-5						5	45	40		10	+						
L 24-6						20	60	20		+							
L 25-1								20	80								
L 25-2								20	80								
L 25-3								20	80								
L 25-4								40	60		+						
L 25-5								40	60		+						
L 25-6								40	60		+						
L 26-1								10	90		+	9,20	701	11,27	98,2	7,60	
L 26-2								10	90		+						
L 26-3								20	80		+						
L 26-4								20	80		+						
L 26-5								20	80		+						
L 26-6								20	80		+						
L 27-1								10	90		+						
L 27-2								20	80		+						
L 27-3								50	50								
L 27-4								50	50		+						
L 27-5								90	10		+						
L 27-6								25	70		5						
L 28-1								30	70		+						
L 28-2								20	80		+						
L 28-3								10	90		+						
L 28-4								10	90		+						
L 28-5								10	90		+						
L 28-6								10	90		+						
L 30-1								30	70		+						
L 30-2								20	80		+						
L 30-3								20	80		+						
L 30-4								20	80		+						
L 30-5								20	80		+						
L 30-6								20	80		+						
L 31-1								95			5						
L 31-2								95			5						
L 31-3								95			5						
L 31-4								95			5						
L 31-5								95			5						
L 31-6								95	+		5						

Station	Sedimentansprache (Angaben in Prozent; + = vorhanden, aber nicht quantifizierbar)											T (°C)	Lf (µS/cm)	O ₂ (mg/l)	O ₂ (%)	pH	
	Stein	Kies	Grobkies	Mittelkies	Feinkies	Grobsand	Mittelsand	Feinsand	Schlack	Klei	Detritus						Schill
L 32-1								95			5						
L 32-2								75	20		5						
L 32-3								70	30								
L 32-4								60	40								
L 32-5								20	80								
L 32-6								50	50								
L 33-1						10	50	30	10								
L 33-2						10	40	30	20								
L 33-3						20	50	30		+							
L 33-4						20	50	30									
L 33-5						20	50	30									
L 33-6						20	50	30									
L 34-1								60	40								
L 34-2								100									
L 34-3								30	70								
L 34-4								10	90								
L 34-5								80	20								
L 34-6								20	80								
L 40-1						20	50	30	+				9,14	679	11,05	96,1	7,87
L 40-2	10	10				10	40	20	10		+						
L 40-3	+	+				10	50	40			+						
L 40-4	+	10				10	40	40			+						
L 40-5	+	5				20	50	25									
L 40-6		5				20	60	15			+						
L 41-1	+	+				20	40	20		20							
L 41-2						20	60	10		10							
L 41-3		+				30	40	20		10	+						
L 41-4	+					20	50	30		10							
L 41-5	+					10	80	10		+							
L 41-6	+	10				40	50			+							
L 42-1						20	80										
L 42-2						20	70	10		+							
L 42-3						40	60										
L 42-4						20	80			+							
L 42-5						20	80			+							
L 42-6						20	80										
L 45-1		10				50	40						9,69	759	7,62	67	8,09
L 45-2	10	10				20	30	30	+								
L 45-3	+	10				10	50	30									
L 45-4		+				20	70	10									
L 45-5	10	20				10	10	50									
L 45-6	30	20				10	20	20									
L 46-1						5	85	10									
L 46-2						5	85	10									
L 46-3						5	85	10		+							
L 46-4	20	10				20	25	25									
L 46-5						10	80	10									
L 46-6						10	80	10									
L 47-1	+	10				10	40	40		+							
L 47-2	+	10				10	40	40		+							
L 47-3						5	35	60		+							
L 47-4	+					5	55	40		+							
L 47-5		+				20	60	20		+							
L 47-6	+	+				10	60	30		+							
L 48-1	40	20				10	10	20					9,45	704	9,42	82,5	8,01
L 48-2						10	60	30									
L 48-3		+				20	60	20									
L 48-4	+					10	50	40	+								
L 48-5	+					10	30	60	+								
L 48-6		+				10	30	60									

Anhang II: Makrozoobenthosdaten vom 17.04.-19.04. 2002 an den untersuchten Stationen, differenziert nach Einzelgreifern(Ind/m²)

1000µm-Fraktion (Fahrrinne- Referenz Km 647-648)

Referenz-2002																					
Ind/m ² - 1000µm-Fraktion van-Veen-Greifer	L 40-1	L 40-2	L 40-3	L 40-4	L 40-5	L 40-6	L 41-1	L 41-2	L 41-3	L 41-4	L 41-5	L 41-6	L 42-1	L 42-2	L 42-3	L 42-4	L 42-5	L 42-6	L 45-1	L 45-2	L 45-3
<i>Bathyporeia elegans</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bathyporeia pilosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
<i>Bathyporeia sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Corbicula cf. fluminalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eriocheir sinensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gammarus spp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
<i>Gammarus spp.juv.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gammarus zaddachi</i>	0	10	0	50	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Marenzelleria spp.</i>	0	10	0	20	0	20	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Neomysis integer</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phyllodoce mucosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Neanthes succinea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ind/m ² - 1000µm-Fraktion van-Veen-Greifer	L 45-4	L 45-5	L 45-6	L 46-1	L 46-2	L 46-3	L 46-4	L 46-5	L 46-6	L 47-1	L 47-2	L 47-3	L 47-4	L 47-5	L 47-6	L 48-1	L 48-2	L 48-3	L 48-4	L 48-5	L 48-6
<i>Bathyporeia elegans</i>	0	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bathyporeia pilosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0
<i>Bathyporeia sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Corbicula cf. fluminalis</i>	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eriocheir sinensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gammarus spp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gammarus spp.juv.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gammarus zaddachi</i>	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Marenzelleria spp.</i>	0	0	20	10	0	0	0	0	0	0	10	0	20	0	10	0	10	0	10	0	10
<i>Neomysis integer</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phyllodoce mucosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Neanthes succinea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

1000µm-Fraktion Fortsetzung (Fahrrinne –Baggerstrecke km 649-653)

Baggerstrecke-2002																								
Ind/m ² - 1000µm-Fraktion van-Veen-Greifer	L 18-1	L 18-2	L 18-3	L 18-4	L 18-5	L 18-6	L 19-1	L 19-2	L 19-3	L 19-4	L 19-5	L 19-6	L 20-1	L 20-2	L 20-3	L 20-4	L 20-5	L 20-6	L 21-1	L 21-2	L 21-3	L 21-4	L 21-5	L 21-6
Bathyporeia elegans	0	10	30	0	0	0	10	0	50	0	0	0	0	10	0	0	10	10	0	0	0	0	0	0
Bathyporeia pilosa	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
Bathyporeia sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corbicula cf. fluminalis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eriocheir sinensis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gammarus spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gammarus spp.juv.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gammarus zaddachi	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0
Marenzelleria spp.	0	0	0	0	0	0	20	20	30	0	50	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0
Neomysis integer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phyllodoce mucosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Neanthes succinea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ind/m ² - 1000µm-Fraktion van-Veen-Greifer	L 22-1	L 22-2	L 22-3	L 22-4	L 22-5	L 22-6	L 24-1	L 24-2	L 24-3	L 24-4	L 24-5	L 24-6	L 25-1	L 25-2	L 25-3	L 25-4	L 25-5	L 25-6	L 26-1	L 26-2	L 26-3			
Bathyporeia elegans	10	20	0	0	0	0	0	0	0	0	40	10	0	0	20	40	0	0	0	0	0			
Bathyporeia pilosa	0	10	0	0	10	0	0	0	0	0	10	0	0	10	0	40	10	0	0	0	0			
Bathyporeia sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Corbicula cf. fluminalis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Eriocheir sinensis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Gammarus spp.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Gammarus spp.juv.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Gammarus zaddachi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Marenzelleria spp.	0	0	0	0	0	0	10	10	20	80	20	0	0	0	60	0	0	0	0	0	0			
Neomysis integer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Phyllodoce mucosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Neanthes succinea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Ind/m ² - 1000µm-Fraktion van-Veen-Greifer	L 26-4	L 26-5	L 26-6	L 27-1	L 27-2	L 27-3	L 27-4	L 27-5	L 28-1	L 28-2	L 28-3	L 28-4	L 28-5	L 28-6	L 30-1	L 30-2	L 30-3	L 30-4	L 30-5	L 30-6	L 31-1	L 31-2	L 31-3	
Bathyporeia elegans	0	0	0	0	0	20	0	40	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	10	10	10	
Bathyporeia pilosa	0	0	0	0	10	40	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	
Bathyporeia sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Corbicula cf. fluminalis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Eriocheir sinensis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Gammarus spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Gammarus spp.juv.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Gammarus zaddachi	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	
Marenzelleria spp.	0	0	0	0	0	10	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	
Neomysis integer	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	
Phyllodoce mucosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Neanthes succinea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	
Ind/m ² - 1000µm-Fraktion van-Veen-Greifer	L 31-4	L 31-5	L 31-6	L 32-1	L 32-2	L 32-3	L 32-4	L 32-5	L 32-6	L 33-1	L 33-2	L 33-3	L 33-4	L 33-5	L 33-6	L 34-1	L 34-2	L 34-3	L 34-4	L 34-5	L 34-6			
Bathyporeia elegans	0	10	10	20	20	10	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0			
Bathyporeia pilosa	0	10	10	20	50	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Bathyporeia sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Corbicula cf. fluminalis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Eriocheir sinensis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Gammarus spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Gammarus spp.juv.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Gammarus zaddachi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0			
Marenzelleria spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Neomysis integer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Phyllodoce mucosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Neanthes succinea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			



250µm-Fraktion Abundanzen/Station Ind/m² (Fahrrinne, Baggerstrecke und Referenz km 647-653)

Probenahme vom 17.-19. April 2002

Taxon	System	L 18	L 19	L 20	L 21	L 22	L 24	L 25	L 26	L 27	L 28	L 30
Foraminifera indet.	Rhizopoda	11.035	27.587	33.953	25.465	21.221	2.207	25.465	25.465	44.563	32.680	63.662
Cordylophora caspia	Cnidaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydra sp.	Cnidaria	0	0	0	0	0	85	0	85	85	0	0
Turbellaria div. & indet.	Scolecida	11.035	17.740	1.019	1.273	7.130	26.059	85	255	255	934	170
Nematoda div. & indet.	Scolecida	170	849	170	849	764	424	0	170	424	85	255
Dreissena polymorpha	Bivalvia	0	0	0	0	85	0	0	0	0	0	340
Aeolosoma sp.	Aeolosomatidae	0	2.546	0	0	0	0	0	0	170	0	0
Propappus volki	Propappidae	0	0	0	85	0	0	0	0	0	0	0
Enchytraeus sp.	Enchytraeidae	0	0	0	0	0	85	0	0	0	0	0
Amphichaeta leydigii	Naididae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chaetogaster sp.	Naididae	0	85	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Homochaeta-Typus indet.	Naididae	0	509	0	0	0	255	0	0	0	0	0
Nais barbata	Naididae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nais elinguis	Naididae	0	0	0	0	0	0	0	0	85	0	0
Nais pardalis	Naididae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vejdovskyella intermedia	Naididae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Limnodrilus claparedeanus	Tubificidae	0	0	0	170	0	0	0	0	0	0	0
Limnodrilus hoffmeisteri	Tubificidae	85	85	849	13.581	1.273	0	2.971	2.122	3.141	1.952	1.188
Limnodrilus profundicola	Tubificidae	0	0	0	1.443	85	0	170	170	679	255	255
Limnodrilus udekemianus	Tubificidae	0	0	85	255	0	0	170	0	0	0	0
Potamothrix moldaviensis	Tubificidae	0	0	0	1.273	170	0	0	0	170	85	0
Peloscolex sp.	Tubificidae	0	0	0	85	0	0	0	0	0	0	0
Tubifex cf. tubifex	Tubificidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tubifex sp.	Tubificidae	0	0	85	0	0	0	0	0	0	0	0
Tubificidae o. HB	Tubificidae	424	0	2.801	50.929	2.207	0	6.875	2.716	14.770	3.141	8.913
Tubificidae m. HB	Tubificidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tubificidae, juvenil	Oligochaeta	85	0	2.037	849	594	0	85	255	255	424	340
Kokon, Oligochaeta	Oligochaeta	0	679	1.103	1.358	0	85	1.188	849	679	424	509
Eigelege, Wirbellose indet.	niedere Wirbellose	2.292	3.226	764	85	3.565	3.310	2.462	0	1.019	85	1.019
Polychaeta indet.	Polychaeta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85
Marenzelleria cf. viridis	Polychaeta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85
Ostracoda div. & indet.	Crustacea	0	2.292	849	1.867	1.103	85	1.698	0	1.783	2.122	6.027
Bathyporeia spp.	Crustacea	0	0	0	0	170	0	0	0	0	0	0
Chironomidae div. & indet.	Insecta	0	85	0	0	0	85	0	0	0	0	0

250µm-Fraktion Fortsetzung (Fahrrinne, Baggerstrecke und Referenz km 647-653)

Taxon	System	L 31	L 32	L 33	L 34	L 40	L 41	L 42	L 45	L 46	L 47	L 48
Foraminifera indet.	Rhizopoda	31.831	4.244	594	13.157	10.610	2.716	85	2.631	679	5.178	85
Cordylophora caspia	Cnidaria	85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydra sp.	Cnidaria	0	0	0	85	85	0	85	0	0	0	170
Turbellaria div. & indet.	Scolecida	1.358	255	15.873	1.528	19.947	25.295	76.734	20.966	212.291	16.213	34.123
Nematoda div. & indet.	Scolecida	340	85	849	1.698	509	594	1.019	934	424	1.103	1.188
Dreissena polymorpha	Bivalvia	0	0	0	85	0	0	0	0	0	0	0
Aelosoma sp.	Aelosomatidae	0	0	0	0	85	255	0	255	0	0	340
Propappus volki	Propappidae	0	0	0	0	13.496	0	0	2.462	0	0	0
Enchytraeus sp.	Enchytraeidae	0	0	509	0	424	170	1.188	85	0	0	594
Amphichaeta leydigii	Naididae	0	0	0	0	340	0	0	0	0	0	0
Chaetogaster sp.	Naididae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Homochaeta-Typus indet.	Naididae	0	0	85	0	509	424	1.273	85	85	849	1.019
Nais barbata	Naididae	85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nais elinguis	Naididae	85	0	0	0	0	0	0	85	0	0	0
Nais pardalis	Naididae	0	0	0	0	170	0	0	0	0	0	0
Vejdovskyella intermedia	Naididae	0	0	0	0	170	0	0	0	0	0	0
Limnodrilus claparedeanus	Tubificidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Limnodrilus hoffmeisteri	Tubificidae	0	1.867	1.019	2.631	170	0	509	340	0	0	0
Limnodrilus profundicola	Tubificidae	0	0	170	255	255	0	0	0	0	0	0
Limnodrilus udekemianus	Tubificidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Potamothenix moldaviensis	Tubificidae	0	85	0	0	255	0	0	0	0	0	0
Peloscoclex sp.	Tubificidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tubifex cf. tubifex	Tubificidae	0	0	0	0	85	0	0	0	0	0	0
Tubifex sp.	Tubificidae	0	0	0	0	170	0	0	0	0	0	0
Tubificidae o. HB	Tubificidae	594	8.913	1.528	3.820	1.783	340	1.698	255	85	0	0
Tubificidae m. HB	Tubificidae	0	0	0	0	0	0	0	85	0	0	0
Tubificidae, juvenil	Oligochaeta	0	85	424	0	340	85	0	170	85	0	85
Kokon, Oligochaeta	Oligochaeta	255	594	424	85	679	85	170	255	0	85	0
Eigelege, Wirbellose indet.	niedere Wirbellose	1.613	849	1.698	0	0	424	3.310	6.112	1.783	8.064	2.716
Polychaeta indet.	Polychaeta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Marenzelleria cf. viridis	Polychaeta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostracoda div. & indet.	Crustacea	85	849	0	424	849	170	0	170	170	1.019	0
Bathyporeia spp.	Crustacea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chironomidae div. & indet.	Insecta	170	0	0	0	85	0	170	85	0	170	170