

Beweissicherung Fahrrinnenanpassung 2003

Fahrrinne Unterelbe (km 647 – km 653)

Jahresergebnisse 2003 und Interannueller Vergleich
1998-2003



Auftraggeber:
Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg

Mai 2004

Auftraggeber: WSA Hamburg

Titel: Beweissicherung Fahrrinnenanpassung 2003 (Entwurf)

Fahrrinne Unterelbe

Jahresergebnisse 2003 und Interannueller Vergleich 1999-2003

Auftragnehmer: BIOCONSULT
Schuchardt & Scholle GbR

Reeder-Bischoff-Str. 54
28757 Bremen
Telefon 0421 · 620 71 08
Telefax 0421 · 620 71 09

Klenkendorf 5
27442 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
(bearb.: wirbellose Bodenfauna der 250 µm-Fraktion)
Beratender Biologe - HUuG TangstedteMail huug.krieg@t-online.de

Datum: Mai 2004

Inhalt

<u>Zusammenfassung</u>	7
2. <u>Anlass und Ziel der Untersuchungen</u>	13
3. <u>Material und Methoden</u>	14
3.1 <u>Baggermengen</u>	14
3.2 <u>Untersuchungsbereiche in der Fahrinne</u>	16
3.3 <u>Erfassungsmethodik</u>	17
3.4 <u>Auswertungsmethodik</u>	18
4. <u>Ergebnisse und Diskussion</u>	19
4.1 <u>Sedimente und Wassertiefe</u>	19
4.1.1 <u>Sedimente und Wassertiefen 2003</u>	19
4.1.2 <u>Sedimente und Wassertiefen 1999- 2003</u>	19
4.2 <u>Makrozoobenthos 1000µm-Fraktion (Greifer)</u>	22
4.2.1 <u>Räumlicher Vergleich 2003</u>	22
4.2.2 <u>Interannueller Vergleich 1999 - 2003</u>	25
4.3 <u>Wirbellose Bodenfauna 250 µm-Fraktion (Stechrohre) HUuG Tangstedt – H.-J. Krieg</u> 31	
4.3.1 <u>Räumlicher Vergleich 2003</u>	31
4.3.2 <u>Interannueller Vergleich</u>	40
5. <u>Aktuelle Entwicklung der wirbellosen Bodenfauna nach der Baumaßnahme im Vergleich zur Prognose gemäß UVU-Materialband VII</u>	48
6. <u>Schlussfolgerungen</u>	52
7. <u>Literatur</u>	59
<u>Anhang</u>	61

Abbildungen und Tabellen

Abb. 1:	Lage der Untersuchungsstationen im Bereich der Fahrrinne zwischen km 647 bis km 653. Vertiefungsbereich-Ausbautrecke: Rot umrandet; Referenz: blau umrandet.....	17
Abb. 2:	Sedimentzusammensetzung im Bereich der Ausbautrecke 1999-2003 im Untersuchungsgebiet Fahrrinne Unterelbe. K/St = Kies-Steine, GS = Grobsand, MS = Mittelsand, FS = Feinsand, SCH = Schlick, SLL = Schill, Det = Detritus.....	20
Abb. 3:	Sedimentzusammensetzung im Referenzbereich 1999-2003 im Untersuchungsgebiet Fahrrinne Unterelbe. K/ST = Kies-Steine, Fk = Feinkies/Mittelkies, GS = Grobsand, MS = Mittelsand, FS = Feinsand, SCH = Schlick, SLL = Schill, Det = Detritus.....	20
Abb. 4:	Interannueller Vergleich (1999-2003) 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 Ausbautrecke. Für RL47 liegt in 2001 keine Messung vor.	22
Abb. 5:	Interannueller Vergleich der mittleren Taxazahl/Greifer in der Fahrrinne-Unterelbe, differenziert nach Teilbereichen: Bild A: RL = Referenzstationen (N _{Stationen} =7); Bild B: BL= Stationen Bereich Ausbautrecke (N _{Stationen} =13).	26
Abb. 6:	Interannueller Vergleich der MZB-Dominanzstruktur in der Fahrrinne-Unterelbe, differenziert nach Teilbereichen: Bild oben: RL = Referenzstationen (N _{Stationen} =7), Bild unten: BL= Stationen Bereich Ausbautrecke (N _{Stationen} =13).....	27
Abb. 7:	Interannueller Vergleich der mittleren MZB-Abundanz/Station in der Fahrrinne-Unterelbe im Teilgebiet Ausbautrecke km 648,5- 653. Anordnung der Stationen: L = linker Fahrrinnenbereich, M = Fahrrinnenmitte, R = rechter Fahrrinnenbereich.....	29
Abb. 8:	Interannueller Vergleich der mittleren MZB-Abundanz/Station in der Fahrrinne-Unterelbe im Teilgebiet Referenz km 647- 648. Anordnung der Stationen: L = linker Fahrrinnenbereich, M = Fahrrinnenmitte, R = rechter Fahrrinnenbereich.....	29
Abb. 9:	Entwicklung der Besiedlungsdichte in den Teilgebieten Referenz (R) und Ausbautrecke (BL) in der Fahrrinne-Unterelbe von 1999 – 2003.	30
Abb. 10:	Mittlere Taxzahlen Oligochaeta [n/Station] im Untersuchungsraum Unterelbe (April 2003) und Variabilität (StAbw +/- s und Extrema), wobei: BS _{ges} = Baggerstrecke gesamt (n = 13) & RF _{ges} = Referenzbereich, gesamt (n = 7); BS _{FaS} = Baggerstrecke, Fahrrinne mittig (n = 7) & RF _{FaS} = Referenzstrecke, Fahrrinne mittig (n = 3); BS _{RaS} = Baggerstrecke, Randstationen (n = 6) & RF _{RaS} = Referenzstrecke, Randstationen (n = 4).	33
Abb. 11:	Dominanzstruktur der Oligochaeta im Untersuchungsraum Unterelbe (April 2003); differenziert nach Teilgebieten und -bereichen: BS _{ges} = Baggerstrecke, gesamt & RF _{ges} = Referenzbereich, gesamt; BS _{FaS} = Baggerstrecke, Fahrrinne mittig & RF _{FaS} = Referenzstrecke, Fahrrinne mittig; BS _{RaS} = Baggerstrecke, Randstationen & RF _{RaS} = Referenzstrecke, Randstationen.	34

- Abb. 12:** Mittlere Individuenzahlen Oligochaeta [Ind./m² & Station] im Untersuchungsraum Unterelbe (April 2003) und Variabilität (StAbw +/- s und Extrema), wobei: BS_{ges} = Baggerbereich, gesamt (n = 13) & RF_{ges} = Referenzbereich, gesamt (n = 7); BS_FaS = Baggerstrecke, Fahrrinne mittig (n = 7) & RF_FaS = Referenzstrecke, Fahrrinne mittig (n = 3); BS_RaS = Baggerstrecke, Randstationen (n = 6) & RF_RaS = Referenzstrecke, Randstationen (n = 4)..... 36
- Abb. 13:** Lokale Populationsdichten [Ind./m²] aspektbildender FE Oligochaeta im Untersuchungsraum Unterelbe (April 2003), wobei: BS_FaS = Baggerstrecke, Fahrrinne mittig & RF_FaS = Referenzstrecke, Fahrrinne mittig; BS_RaS = Baggerstrecke, Randstationen & RF_RaS = Referenzstrecke, Randstationen, **linke** Grafik: Mittlere Populationsdichten Tubificidae; **rechte** Grafik: Mittlere Populationsdichten Propappidae, Enchytraeidae und Naididae..... 37
- Abb. 14:** Mittlere „Altersstruktur“ der Tubificidenfauna (Oligochaeta) im Untersuchungsraum Unterelbe (April 2003). 38
- Abb. 15:** Interannueller Vergleich der mittleren Taxazahl Oligochaeta/Station im Untersuchungsraum Unterelbe km 647-653 (01 = 2001, 02 = 2002 und 03 = 2003). BS = Baggerstrecke & RF = Referenzbereich; FaS = Stationen mittig in Fahrrinne (Stromstrich) & RaS = Stationen am linken und rechten Fahrrinnen-Rand (Seitenraum Fahrwasser). 42
- Abb. 16:** Interannueller Vergleich der Dominanzstruktur im Untersuchungsraum Unterelbe (Strom-km 647-653) BS = Baggerstrecke & RF = Referenzbereich (+ 2-stellige Jahreszahl von 2001 bis 2003)..... 44
- Abb. 17:** Interannueller Vergleich der mittleren Abundanz/Station [Ind./m²] im Untersuchungsraum Unterelbe (Strom-km 647-653); differenziert nach BS = Baggerstrecke & RF = Referenzbereich; FaS = Stationen mittig in Fahrrinne (Stromstrich) & RaS = Stationen am linken und rechten Fahrrinnen-Rand (Seitenraum Fahrwasser)..... 45
- Abb. 18:** Monatliche Entnahmeholumina [m³] in der Baggerstrecke seit Januar 1997 bis Mai 2003 (Angaben gem. WSA HH). 50
- Abb. 19:** Umfang der Unterhaltungs- und Ausbaubaggerungen und Makrozoobenthosdichten (1000µm-Fraktion) in der Unterelbe im Abschnitt km 648,5 – km 653 (Ausbaubereich), Angaben in m³/Monat 1997 – Mai 2003. Elbeabwärts gesehen: linker Fahrrinnenbereich (grün), Fahrrinnenmitte (Mitte) und rechter Fahrrinnenbereich (rot). Quelle Baggermengen: WSA Hamburg. 53
- Abb. 20:** Umfang der Unterhaltungs- und Ausbaubaggerungen in der Unterelbe im Abschnitt km 648– km 649 (Referenz), Angaben in m³/Monat 1997 – Mai 2003. Elbeabwärts gesehen: linker Fahrrinnenbereich (grün), Fahrrinnenmitte (Mitte) und rechter Fahrrinnenbereich (rot). Bitte andere Skalierung als in Abb. 19 beachten. 53
- Abb. 21:** Baggermengen (als Gesamtmenge 5 Monate vor Benthosbeprobung) und Entwicklung der Besiedlungsdichte verschiedener für die Unterelbe charakteristischer Makrozoobenthos-Arten in der AusbauAusbaustrecke zwischen km 648,5 und km 653. 55
- Abb. 22:** Baggermengen (als Gesamtmenge 5 Monate vor Benthosbeprobung) und Entwicklung der Besiedlungsdichte verschiedener für die Unterelbe

	charakteristischer Makrozoobenthos-Arten in der Referenzstrecke zwischen km 647 und km 648,5.	56
Tab. 1:	Baggermengen in der Unterelbe im Abschnitt km 648,5 – 653 (Ausbaustrecke) und km 647 – 649 (Referenz), dargestellt als mittlere Menge/Monat im gesamten Abschnitt sowie mittlere Menge/Monat bezogen auf den Halbkilometer. L = linke Fahrinnenseite, M = Fahrinnenmitte, R = rechte Fahrinnenseite in Blickrichtung stromab.	15
Tab. 2:	Artenspektrum der 1000 µm-Fraktion-Greifer April 2003 - Fahrinne Unterelbe km 647-653; * Art bei Abundanzvergleichen nicht berücksichtigt. RL = Referenzbereich (N _{Stationen} =7); BL= Ausbaustrecke (N _{Stationen} =13).....	23
Tab. 3:	Artenspektrum der 1000 µm-Fraktion-Greifer April 1999, Mai 2001, April 2002, April 2003 - Fahrinne Unterelbe km 647-653; j+ad: juvenile und adulte Individuen vertreten, * Art bei Abundanzvergleichen nicht berücksichtigt. RL = Referenzbereich (N _{Stationen} =7); BL= Ausbaustrecke (N _{Stationen} =13). Bei Taxa ohne Zusatz j+ad handelte es sich ausschließlich um adulte Exemplare.	25
Tab. 4:	Faunenspektrum der 250µm-Fraktion im Untersuchungsraum Unterelbe zwischen Strom-km 647-653 (April 2003). B = Baggerstrecke; R = Referenzstrecke; F = Einzelposition Fahrinnen-Mitte; T = Transekt mit 3 Positionen (Nord, Mitte & Süd).	31
Tab. 5:	Faunenspektrum der Oligochaeta im Untersuchungsraum Unterelbe km 647-653 (2001, 2002 und 2003).	40

Zusammenfassung

Im Rahmen der Beweissicherung zur Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe an die Containerschiffahrt 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. Ursprüngliches Ziel war es festzustellen, wie sich Artenzusammensetzung und Individuenzahlen nach den wasserbaulichen Maßnahmen (hier: Vertiefung im 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 (Ausbaustrecke, Referenzen) in der Fahrrinne der Unterelbe von km 647 bis 653 auf der Basis der in 2003 erhobenen Daten als auch den interannuellen Vergleich 1999 - 2003.

Um die vor Beginn der Bauarbeiten in den Untersuchungsgebieten vorkommenden Makrozoobenthosgemeinschaften 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 Ausbaustrecke (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 2003 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 4,5cm) entnommen wurde. Die Siebung der Stechrohre erfolgte über 250µm Maschenweite, die des restlichen Greiferinhalts über 1000µm 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 „1000µm-Fraktion (Greifer)“ und „250µm-Fraktion (Stechrohr)“ dargestellt.

Die Ergebnisse der Baggerdaten von 1997-2003 zeigen, dass die untersuchte Ausbaustrecke 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. 173.000m³/Monat) und 2001 (100.000m³/Monat) diejenigen der Vertiefungsarbeiten von 1999/2000 deutlich. Mit ca. 9.600 bzw. 49.000m³/Monat war die Baggeraktivität in 1999 und 2000 im betrachteten Zeitraum von 1997 – 2003 sogar unterdurchschnittlich. Von Januar bis Mai 2003 wurde mit einer Menge von 4.900m³/Monat im Vergleich zu den Vorjahren allerdings deutlich weniger gebaggert. Aufgrund dieser Rahmenbedingungen ist die Beantwortung der Fragestellung nach den Wirkungen der Vertiefung (s.o.) praktisch nicht zu leisten, da sich die Ausbaumaßnahme (1999/2000) im Vergleich zu den Unterhaltungsbaggermengen (1997, 1998, 2001, 2002) nicht durch überdurchschnittliche, sondern im Gegenteil durch deutlich geringere Mengen auszeichnet. Grundsätzliche Aussagen zu Wirkungen von Baggertätigkeiten auf die bodenlebende Wirbelosengemeinschaft sind jedoch möglich.

Im Referenzbereich (km 647-649) wurden seit 1997 in jedem Jahr Unterhaltungsbaggerungen durchgeführt, die allerdings mit 1.000m^3 - $3.870\text{m}^3/\text{Monat}$ deutlich weniger intensiv als diejenigen die in der Vertiefungsstrecke erfolgten.

In der Fahrinne zwischen km 647 und 653 waren in 2001 die Wassertiefen gegenüber 1999 nicht nur im Bereich der Ausbaustrecke (ausbaubedingt), sondern auch im Referenzbereich deutlich erhöht. In 2003 waren die Wassertiefen gegenüber den Vorjahren 2001 und 2002 nur wenig verändert. Sie lagen an allen Stationen um 15m [-SKN].

Die untersuchten Teilbereiche (Ausbaustrecke, Referenz) wiesen, wie schon im Rahmen der Status-quo-Erhebung (1999) festgestellt, auch in 2001 – 2003 eine unterschiedliche Sedimentzusammensetzung auf: im Bereich der Ausbaustrecke dominierten feinere Sedimente (Feinsand und Schlick), während die Referenz überwiegend durch Mittelsande, z.T. auch durch Grobsande geprägt wurde. Feinsande waren auf der Referenz 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 Ausbaustrecke positioniert waren. An dieser Situation änderte sich auch in 2002 nichts Wesentliches, wenngleich der Schlickanteil gegenüber 2001 wieder leicht zunahm. Eine Veränderung erfolgte in 2003 insofern, als der Sandanteil gegenüber den Vorjahren zunahm. Insbesondere wurde in 2003 an der überwiegenden Anzahl der Stationen erstmals Mittelsand festgestellt, dessen Anteil örtlich bei $>30\%$ lag.

Im Bereich 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. Eine deutliche Veränderung trat in 2003 ein: in diesem Jahr waren nicht Mittelsande sondern in den meisten Fällen Grobsande (Anteil $>50\%$) prägend.

Die Gründe für die in 2003 im interannuellen Vergleich in beiden Teilgebieten höheren Anteile gröberer Sedimente (Ausbaustrecke: Zunahme Mittelsandanteile; Referenz: Zunahme Grobsandanteile) sind nicht offensichtlich. Ob die Veränderungen im Zusammenhang mit der Unterhaltungsbaggerei stehen ist nicht zu belegen, zumal einerseits in 2003 die Baggermengen von Januar bis Mai vergleichsweise gering waren und andererseits auch im Referenzabschnitt analoge Veränderungen eintraten.

Greifer (1000 μm -Fraktion)

Räumliche Betrachtung 2003: Beide Teilgebiete waren durch eine vergleichsweise artenarme Benthosgemeinschaft gekennzeichnet. In 2003 wurden lediglich 9 Taxa nachgewiesen. Die Unterschiede im Hinblick auf den Parameter mittlere Taxazahl/Greifer waren zwischen Referenz und Ausbaustrecke bei identischen Artenspektren nur gering. Allerdings unterschieden sich beide Teilgebiete aufgrund ihrer Dominanzstruktur. Die Ausbaustrecke wurde in 2003 durch Amphipoden der Gattung *Bathyporeia* dominiert, die Referenz überwiegend durch *Gammarus zaddachi* und den Polychaeten *Marenzelleria cf. viridis*. Des Weiteren wies die Ausbaustrecke (23 Ind./m^2) eine etwas höhere Gesamtbesiedlungsdichte auf, als die Referenz (15 Ind./m^2).

Interannuelle Betrachtung: Im interannuellen Vergleich wurde in 2001 gegenüber 1999 ein deutlicher Rückgang der mittleren Taxazahl/Station verzeichnet. Dies betraf nicht nur die Ausbaustrecke, sondern auch den Referenzbereich. In beiden Teilbereichen wurde in 2002 eine weitere Abnahme der Taxazahlen dokumentiert. So reduzierte sich die 1999 (1,6 Taxa/Greifer) schon sehr geringe Taxazahl bis 2002 um 50% auf <1 Taxon/Greifer. Nach dem deutlichen Rückgang der mittleren Taxazahl/Greifer lag der Wert in 2003 wieder auf dem Niveau von 1999 (im Mittel ca. 1,5 Taxa/Greifer).

In beiden Untersuchungsbereichen ergaben sich interannuell gewisse Veränderungen in der Dominanzstruktur der Benthos-Gemeinschaften, wobei aber v.a. im Bereich der Ausbaustrecke die *Bathyporeia*-Arten in jedem Untersuchungsjahr die dominierenden Taxa blieben. Auch der Referenzbereich wurde bis 2002 von *Bathyporeia*-Arten dominiert. In 2002 und 2003 erfolgte mit der zunehmenden Dominanz von *Gammarus zaddachi* hier aber ein Wechsel in der Dominanzhierarchie. Möglicherweise ist dies u.a. auf die Veränderungen der Sedimentstrukturen (Zunahme von Grobsandanteilen) zurückzuführen.

Die Status quo-Untersuchung in 1999 ergab aufgrund einer deutlich höheren Zoobenthosdichte im Bereich der Ausbaustrecke quantitative Unterschiede zwischen den Untersuchungsbereichen Ausbaustrecke und Referenz. Dieses veränderte sich in 2001, also etwa 1 Jahr nach Abschluss der Ausbaurbeiten, nicht wesentlich. Eine leichte Veränderung dieser Situation ergab sich in 2002: die Unterschiede zwischen Ausbaustrecke und Referenz waren geringer, wenngleich die Ausbaustrecke nach wie vor eine höhere Besiedlungsdichte aufwies. Die unterschiedliche Besiedlungsdichte ist vermutlich auch 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 Faunenelementen der 1000µm-Fraktion gehört, die feinsandigen Stationen der Ausbaustrecke bevorzugt und damit in höherer Anzahl besiedelt als die der mittelsandgeprägten 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 Ausbaustrecke stärker betroffen als die Referenz. Die Makrozoobenthosabundanzen blieben 2003 im Vergleich zu 1999 und 2001 nach dem deutlichen Rückgang in 2002 in beiden Teilbereichen weiterhin auf niedrigem Niveau. Der Rückgang, v.a. hervorgerufen durch die Bestandsentwicklung der vorkommenden *Bathyporeia*-Arten, betraf die Ausbaustrecke stärker als die Referenz. Dennoch bleibt die Gesamtbesiedlungsdichte im Bereich der Ausbaustrecke, wie auch in den Vorjahren, höher als im Referenzbereich.

Fazit: Der bisherige Vergleich der Besiedlungskennwerte zwischen Referenz und Ausbaustrecke einerseits und die Betrachtung der gebietsinternen Entwicklung der Benthosgemeinschaft im Bereich der Ausbaustrecke andererseits, lässt aus den o.g. Gründen (Unterhaltungsbaggerungen) keine offensichtlichen Wirkungen der eigentlichen Ausbaubaggerungen erkennbar werden. Insgesamt zeigen die erfassten Makrozoobenthos-Besiedlungsdichten im Bereich der Ausbaustrecke sowohl auf der Raumskala als auch auf der Zeitskala sehr indifferente Ergebnisse, scheinbar ohne erkennbaren Zusammenhang zur Intensität der erfolgten (Unterhaltungs-)Baggerungen. Anders als die Betrachtung der Gesamtbesiedlung können aber artspezifische Reaktionen auf umfangreiche Baggerungen (unabhängig von deren Anlass) nicht ausgeschlossen werden. Dieses ergibt eine differenzierte Betrachtung der Entwicklung der in diesem Elbeabschnitt charakteristischen Taxa (*Bathyporeia*, *Gammarus* - Crustacea und *Marenzelleria* – Polychaeta).

Die Ergebnisse auf der Artebene lassen einen Zusammenhang mit den Baggeraktivitäten derzeit insofern nicht ausgeschlossen erscheinen, als zum einen die räumliche und zeitliche Besiedlungsvariabilität im Referenzbereich vergleichsweise schwächer war und zum anderen, bei einer seit 1997 durchgängig sehr geringen Unterhaltungsintensität, im Referenzbereich kein kontinuierlicher Rückgang der *Marenzelleria*-Abundanz verzeichnet wurde. Allerdings muß ebenfalls hervorgehoben werden, dass die Ergebnisse u.U. durch eine ausgeprägte interannuelle (natürliche) Variabilität hervorgerufen sein könnten, auch für diese Annahme ergeben sich gewisse Hinweise, wie beispielsweise die starke Abnahme von *G. zaddachi* von 1999 auf 2001 nicht nur im Bereich der Ausbaustrecke sondern auch im Referenzbereich (s.o.).

Eingeschränkt können aber auf der Basis der bisherigen Befunde Hinweise auf verschiedene Reaktionsmuster der Benthosarten (1000 µm-Fraktion) im Hinblick auf Störungen durch länger andauernde intensive Baggerungen grob unterschieden werden:

- starke Förderung (Abundanzzunahme) nach baggerungsbedingten starken Störungen (Crustacea: *Bathyporeia*) unter der Voraussetzung einer weitgehend gleichbleibenden Sedimentzusammensetzung (Fein- Mittelsande),
- Beeinträchtigung (Abundanzrückgang) durch baggerungsbedingten starken Störungen, aber zügige Wiederbesiedlung bei andauernden, aber nur noch geringen Störungen möglich unter der Voraussetzung einer ähnlichen Sedimentzusammensetzung (u.a. Crustacea: *Gammarus*),
- Beeinträchtigung (Abundanzrückgang, Artenzahlreduktion) durch baggerungsbedingten starken Störungen, aber längere Wiederbesiedlungsdauer bei andauernden, aber nur noch geringen Störungen (u.a. Polychaeta),
- Beeinträchtigung (Abundanzrückgang, Artenzahlreduktion) durch baggerungsbedingte Störungen, langfristiges Ausbleiben (u.U. Muscheln?).

Stechrohre (250µm-Fraktion)

Räumliche Betrachtung 2003: Im diesjährigen Untersuchungsmaterial (April 2003) sind aus der Ordnung Oligochaeta insgesamt 19 Taxa nachgewiesen worden. Diese Zahl liegt leicht unter dem Vorjahreswert. Die Baggerstrecke war mit durchschnittlich 5 Taxa artenarm ausgestattet. Über 95% des Bestands waren Tubificiden, wobei sich die Masse zu 2/3 aus unreifen Tieren rekrutierte. Bei den wenigen adulten Würmern handelte es sich fast ausschließlich um zwei Spezies der Gattung *Limnodrilus*, nämlich die Schwesterarten *L. hoffmeisteri* und *L. profundicola*.

Im Referenzbereich war die Vielfalt mit durchschnittlich 9 Taxa um fast das Doppelte so groß. Tubificiden waren auch hier präsent: mit *Aktedrilus monospermathecus* dominierte in diesem Abschnitt ein Brackwasser-Tubificidae marinen Ursprungs (s. nächster Absatz). Eudominant war aber *Propappus volki* (Propappidae); je nach Teilgebiet betrug die Quote 30 bis 90%. Die lokale Gesellschaftsstruktur ist noch durch verschiedenartige Enchytraeiden aufgestockt worden. Die Gemeinschaft der Oligochaeten im Referenzbereich kann als typische Sandbodengesellschaft charakterisiert werden. Dies steht in Einklang mit dem anstehenden Sedimenttyp.

Das taxonomische Problem des sog. „*Homochaeta*-Typus indet.“ (vgl. Vorjahresberichte) konnte in 2003 gelöst werden. Unter diesem „Arbeitstitel“ verbarg sich der marine Oligochaet *Akteredrilus monospermathecus* (Tubificidae). Die obere Verbreitung der Brackwasserart in der Unterelbe beschränkte sich vormals auf den Raum Glückstadt/Pagensand. Das Vordringen bis Twielenfleth/Lühesand und sogar elbeaufwärts bis Neßsand, ist ab 2000/2001 erstmalig dokumentiert. Gemäß Literaturangabe handelt es sich bei dem o. g. Oligochaeten um eine (echte) Brackwasserart, deren Vorkommen im Minimum bei etwa 1‰ begrenzt ist. Die salzabhängige Verbreitung dieser Spezies ist u. U. ein geeigneter Indikator für die Lage der Brackwasserzone bzw. deren Grenzverschiebung in der Unterelbe.

Die mittleren Abundanzen waren im Bereich der Referenz mit 10^4 Ind./m² um eine Zehnerpotenz höher als im Bereich der Baggerstrecke. Grundsätzlich ist dies auch für die Teilgebiete Stromstrich bzw. Fahrwasserrand zutreffend gewesen: Im Baggerbereich tendenziell niedrige Individuenzahlen, im Referenzgebiet dagegen um den Faktor 2 bis 3 größere Gesamtabundanzen pro m² und Station.

In der Baggerstrecke dominierten nicht geschlechtsreife Tubificiden. Reife, reproduzierende Tiere waren in diesem Abschnitt vorhanden, im Wesentlichen *Limnodrilus* spp. aber auch *Akteredrilus monospermathecus*. Im Referenzbereich ist die Altersstruktur dagegen durch geschlechtsreife (syn. adulte) Individuen der Arten *Propappus volki* (Propappidae) und *A. monospermathecus* (Tubificidae) geprägt worden (50 bis 90%). Der große Kokon-Anteil ist darüber hinaus ein Indiz für eine hohe Reproduktionskapazität.

Interannuelle Betrachtung: Interannuelle Unterschiede hinsichtlich der Besiedlungsdichten sind hauptsächlich für die Oligochaeten dokumentiert. Etwa zwei Jahre nach der Baumaßnahme ist die mittlere Abundanz in der Baggerstrecke um gut zwei Zehnerpotenzen höher gewesen als vor dem Eingriff: Von 1999 mit rd. 10^2 Ind. über 2001 mit 10^3 Ind. bis 2002 mit über 10^4 Ind./m². In 2003 erfolgte ein Rückgang der Individuendichte auf das Niveau von 2001, möglicherweise ein Indiz für den nicht auszuschließenden (prognostizierten) Zusammenbruch der Opportunistengesellschaft, nicht auszuschließen ist aber auch das es sich um einen Ausdruck der natürlichen Variabilität handelt. Ab 2001 erfolgte ein stetiger Rückgang der Taxazahlen. Qualitativ behaupten sich einzig und allein nur wenige Tubificidenarten im Baggerbereich: bspw. die o. g. Schwesterarten *Limnodrilus hoffmeisteri* und *Limnodrilus profundicola*.

Im Vergleich zur Baggertrecke war die zeitgleiche Entwicklung im Referenzgebiet gegenläufig. Qualitativ veränderte sich die Gesellschaft derart, dass ein jährlicher Anstieg in der Taxazahl registriert worden ist; bspw. in der Fahrinne ein Arten-Zuwachs (Oligochaeta) von 2001 auf 2003 um 140%. Die mittlere Gesamtdichte der Oligochaetenfauna stagnierte in den ersten zwei Jahren in der Größenordnung von 10^3 Ind./m². In 2003 ein spontaner Anstieg der Abundanz auf knapp 10^4 Ind./m², um den Faktor 3 höher als in der Ausbaustrecke. Aufgrund der weitgehend konstanten Sedimentzusammensetzung (= Sande), allerdings z.T. unterschiedlicher Korngrößen, dominierten im interannuellen Wechsel verschiedene „Sandarten“ (s. o.).

Fazit: Nach der Vertiefungsmaßnahme (2001) konnten bis 2002, z.T. trotz weiterer intensiver Baggerungen, ein zunächst starkes Wachstum und höhere Taxazahlen der 250µm-Fraktion verzeichnet werden; in 2003 erfolgte mit dem Rückgang von Individuendichten und Artenzahlen eine Änderung dieser Entwicklung. Dies könnte auf eine instabile Wiederbesiedlung durch Opportunisten bzw. r-Strategen in der Baggerstrecke hindeuten, die durch die andauernden Unterhaltungs-

baggerungen wiederkehrend beeinflusst wurden bzw. werden; eine analoge Entwicklung der Besiedlungskennwerte im Referenzbereich wurde nicht dokumentiert.

Vergleich mit der Prognose

Durch den Eingriff ist für die Baggerstrecke eine Degradation, eine ‚sehr geringe Wertigkeit‘ prognostiziert worden. Nach Abschluss der Baumaßnahme und einer etwa 3-jährigen Wiederbesiedlungsperiode sollte sich der ‚Ausgangszustand‘ (in der UVU abgeleitet aus Untersuchungsergebnissen der Jahre 1993-1995) einer ‚geringen Wertigkeit‘ wieder eingestellt haben, der den heute typischen Fahrinnenbedingungen entspricht. Der Referenzbereich sollte dagegen auf dem ‚geringen‘ Wertungsniveau verharren.

Aus nachvollziehbaren Gründen lässt sich der Bewertungsaspekt nicht im Sinne der ursprünglichen Fragestellung beantworten, da es einerseits den ‚weniger beeinflussten Ausgangszustand‘ aufgrund der schon vor der Ausbaumaßnahme sehr intensiven Unterhaltungsbaggerungen so nicht gibt. Zum anderen erfolgten auch nach der Vertiefung umfangreiche Unterhaltungsbaggerungen, so dass eine Regeneration der Fauna nach Abschluss der Vertiefungsarbeiten zumindest bis 2003 nicht möglich war.

In Anbetracht der gegenläufigen Entwicklung der Populationsparameter im Vergleich zwischen Baggerstrecke und Referenz, v.a. im Hinblick auf die 250µm-Fraktion, dürfte die Ausbaustrecke aufgrund der im Untersuchungszeitraum erfolgten Baggertätigkeiten (unabhängig von deren Anlass) daher auch in 2003 qualitativ der in der Prognose prognostizierten ‚sehr geringen Wertigkeit‘ entsprechen, während das Referenzgebiet, bei deutlich geringerer Baggerfrequenz und Sandentnahme darüber rangiert, letztere Einschätzung bestätigt sich allerdings nur unter Berücksichtigung der 250µm-Fraktion. Auf der Grundlage der Ergebnisse der 1000µm-Fraktion lässt sich eine solche Einschätzung nicht treffen.

Schlussfolgerung

Es sei abschließend nochmals darauf hingewiesen, dass die dieser Arbeit zugrundeliegende ursprüngliche Aufgabe, nämlich die Identifizierung und Beurteilung möglicher Wirkungen speziell der Baumaßnahme auf die wirbellose Bodenfauna, aufgrund der vor und nach der eigentlichen Maßnahme z.T. sehr viel höheren Unterhaltungsbaggermengen, nicht zu lösen ist. Dennoch liefern die Untersuchungsergebnisse notwendige Erkenntnisse, die zum Verständnis möglicher Wirkungen von Baggertätigkeiten (unabhängig ihres Anlasses) auf die bodenlebende Wirbellosenfauna beitragen.

Aufgrund der festgestellten Befunde sind Wirkungen der im Betrachtungszeitraum erfolgten Baggeraktivitäten auf die wirbellose Bodenfauna wahrscheinlich. Dabei gibt es allerdings in Bezug auf einzelne Taxagruppen- bzw. z.T. auch artspezifisch Hinweise auf unterschiedliche bzw. gegensätzliche Wirkungen (starke Beeinträchtigung bis hin zu einer scheinbaren Förderung). Solche Hinweise ließen sich allerdings erstmals in 2003 auf der Basis mehrerer Datensätze etwas klarer identifizieren. Um zu belastbareren Aussagen im Hinblick auf die Wirkungen von Baggertätigkeiten (unabhängig von deren Anlass) auf die bodenlebende Wirbellosenfauna (1000µm- und 250µm-Fraktion) zu kommen, ist u. E. die Fortführung der Untersuchungen in 2004 sinnvoll.

2. Anlass und Ziel der Untersuchungen

Im Rahmen der Beweissicherung zur Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe an die Containerschiffahrt 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, 2002 die Zweite sowie in 2003 die Dritte Monitoringuntersuchung der festgelegten Untersuchungsbereiche nach Abschluss der Ausbauarbeiten. Diese umfassen, wie im festgelegten Untersuchungsprogramm vorgesehen, sowohl eine Ausbaustrecke in der Fahrrinne der Unterelbe im Bereich km 648,5-653 als auch einen Referenzbereich (km 647-648,5).

Der vorliegende Bericht enthält zum einen eine Dokumentation der in 2003 vorgefundenen Makrozoobenthosbesiedlung der Untersuchungsgebiete und die Darstellung räumlicher Besiedlungsunterschiede zwischen direkten Eingriffs- (Ausbaustrecke) und dem zugehörigen Referenzbereich. Zum anderen erfolgt ein Vergleich mit den Ergebnissen der Vorjahre sowie ein Abgleich mit der Prognose der Umweltverträglichkeitsuntersuchung von 1997. Die ursprüngliche Aufgabe, ausschließlich die Wirkungen der eigentlichen Ausbaumaßnahme zu bestimmen, kann aufgrund der vor und auch nach der Maßnahme hohen Unterhaltungsbaggermengen nicht gelöst werden. Wesentliches Ziel der Untersuchungen ist daher die Identifizierung von Hinweisen auf die Wirkungen von intensiven Baggertätigkeiten, unabhängig ihres Anlasses, auf die bodenlebende Wirbellosengemeinschaft in diesem Elbeabschnitt.

Die Durchführung der Untersuchung erfolgte im Auftrag des WSA Hamburg durch das Büro Bio-Consult Schuchardt & Scholle GbR in Zusammenarbeit mit HUuG Tangstedt, Dipl.-Biol. H.-J. Krieg.

3. Material und Methoden

Die Probenahme in der Unterelbe wurde vom 28.4. - 30.4.03 durchgeführt. Die Wassertemperaturen betragen etwa 13,5°C. Die Terminfestlegung erfolgte auch in Abhängigkeit zur Wassertemperatur, da vorgesehen war, die Probenahme unter ähnlichen Frühjahrsbedingungen durchzuführen, wie bei der Status quo-ante Aufnahme Ende April 1999. Zum damaligen Zeitpunkt lagen die Wassertemperaturen zwischen 12,5 und 13,1°C. Bezüglich dieser Umweltvariablen ist von einer Vergleichbarkeit der Frühjahrsentwicklung des Makrozoobenthos auszugehen. Allgemeine Angaben zum Datum der Probenahme, der Position der Stationen (geographische Position), zur Eindringtiefe des Greifers und dem Sedimentcharakter können dem Anhang entnommen werden.

3.1 Baggermengen

Angaben zum Umfang der (Unterhaltungs-) Baggerungen in den Untersuchungsbereichen wurden von 1997 bis 2003 für den Unterelbeabschnitt von km 647-653 (Vertiefungsbereich, Referenz) berücksichtigt. Die Daten liegen als monatliche Mengen [m³] für 500 m-Abschnitte vor, die, in Richtung stromab gesehen, differenziert für die linke Fahrinnenseite, die Fahrrinnenmitte sowie die rechte Fahrinnenseite angegeben sind (WSA HAMBURG, schriftl. Mitt.). Tab. 1 zeigt die durchschnittliche Baggermenge/Monat [m³] bezogen auf die gesamte Ausbaustrecke (Ges./Monat), die durchschnittliche Menge/Monat bezogen auf 500 m-Abschnitte (500 m/Monat), sowie eine Angabe der Mengen, die den etwa 4-5 monatigen Zeitraum (Januar-Mai 500 m/Monat) vor den jeweiligen Makrozoobenthosuntersuchungen betrifft. Des Weiteren ist die prozentuale Verteilung der Baggermengen auf die jeweilige Fahrinnenseite und die durchschnittliche Anzahl der Baggerungen/Monat bezogen auf das jeweilige Jahr angegeben

Die Daten zeigen, dass mit Ausnahme von 1999 und 2000 die Gesamtbaggermengen im Abschnitt km 648,5-653 (Ausbaubereich) überwiegend deutlich >50.000m³/Monat lagen. Dies entspricht bezogen auf 500 m-Fahrrinnenabschnitte Mengen, die durchschnittlich zwischen 1.029m³ (1999) und 19.274m³ (1998) im Monat betragen. Besonders hohe Baggermengen wurden in der Fahrinne/Ausbauabschnitt in 1998 (also vor der Ausbaumaßnahme, insges. 173.486m³/Monat) und auch in 2001 (nach Abschluss des Ausbaus, insges. 100.352m³/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 500 m-Abschnitte, durchschnittlich 2.980m³/Monat in 1999 und etwa 8.300m³/Monat in 2001 gebaggert worden. In 2002 entsprach die Baggermenge mit 2.329m³/Monat in etwa der Größenordnung von 1999. 2003 wurden bis zum Zeitpunkt der Probenahme mit 448m³/Monat je Halbkilometer nur etwa 1/5 der Menge des Vorjahres gebaggert (Tab. 1). Die linke Fahrinnenseite (L) war in allen Untersuchungsjahren von den Baggerungen am stärksten, 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 Ausbauabschnitt 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. Für 2002 und 2003 lagen keine entsprechend differenzierbaren Daten vor.

Tab. 1: Baggermengen in der Unterelbe im Abschnitt km 648,5 – 653 (Ausbaustrecke) und km 647 – 649 (Referenz), dargestellt als mittlere Menge/Monat im gesamten Abschnitt sowie mittlere Menge/Monat bezogen auf den Halbkilometer. L = linke Fahrinnenseite, M = Fahrinnenmitte, R = rechte Fahrinnenseite in Blickrichtung stromab.

Baggerstrecke km 648,5-653	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003 (bis Anf. Mai)
Ges./Monat	67.112	173.465	9.627	49.416	100.352	21.492	4.933
500m/Monat	7.456	19.274	1.029	5.490	11.150	2.388	
Jan-Mai 500m/Monat			2.980		8.361	2.113	0.448
Fahrinnenseite (R/M/L) % ges	35/33/32	25/29/46	88/6/6	42/7/51	49/18/33	82/5/13	
Fahrinnenseite (R/M/L) % Jan - Mai			86/7/7		50/26/24	80/7/13	100/0/0
mittl. Anzahl Baggerungen/Monat (R/M/L)	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		
Referenz km 647-649	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003 (bis Anf. Mai)
Ges./Monat	2.938	2.150	1.055	3.736	3.870	1.006	1.761
500m/Monat	734	537	264	934	967	201	
Jan-Mai 500m/Monat			872		1.440	0	352
Fahrinnenseite (R/M/L) % ges	5/6/89	0/6/94	0/0/100	28/17/54	7/44/49	18/18/64	
Fahrinnenseite (R/M/L) % Jan - Mai			0/0/100		13/58/29		0/0/100
mittl. Anzahl Baggerungen/Monat (R/M/L)	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		

Auch im Referenzbereich (km 647-649) wurden Baggerungen (Unterhaltung) durchgeführt. Die Baggeraktivität sowie die Mengen waren aber deutlich geringer als im Ausbaubereich. Sie erreichten (mit Ausnahme von 1999) nur etwa 2-5% der im Ausbaubereich angefallenen Mengen. Die bezogen auf 500 m-Abschnitte entnommenen Mengen lagen im Mittel <1.000m³/Monat. 1999 wurde mit nur 264m³/Monat die geringste und 2001 mit 967m³/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 1.440m³/500m/Monat wesentlich über dem Wert von 1999 und erreichte 15% der Menge, die im gleichen Zeitraum im Ausbauabschnitt entnommen wurde. In 2002 erfolgten bis Mai keine Unterhaltungsbaggerungen. 2003 entsprach die Baggermenge in etwa den Vorjahren. Bis zur Probenahme im Mai 2003 wurde mit 352m³/Monat je Halbkilometer eine ähnliche Menge wie im Bereich der Ausbaustrecke gebaggert. Im Referenzabschnitt war v.a. der rechte Fahrinnenrand von den Unterhaltungsmaßnahmen betroffen, der linke Fahrinnenrand am wenigsten (Tab. 1).

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass der untersuchte Fahrinnenbereich zwischen km 648,5 und km 653 sowohl vor den Ausbauarbeiten als auch danach intensiven Unterhaltungsbaggerungen unterlag. So überstiegen die im Rahmen der Fahrinnenunterhaltung angefallenen Mengen v.a. 1998 (ca. 173.000m³/Monat) und 2001 (ca. 100.000m³/Monat) diejenigen der Vertiefungsarbeiten von 1999/2000 deutlich. Mit 9.600 bzw. 49.000m³/Monat war die Baggeraktivität in 1999 und 2000 im betrachteten Zeitraum von 1997–2002 sogar eher unterdurchschnittlich. Lediglich in 2003 lag (zumindest bis Mai) die gebaggerte Menge im Rahmen der Unterhaltung unter derjenigen der Aus-

bauarbeiten (s. Tab. 1). Auch im Referenzbereich (km 647-649) wurden in jedem Jahr Unterhaltungsbaggerungen durchgeführt (1.000m^3 - $3.870\text{m}^3/\text{Monat}$), die allerdings deutlich weniger intensiv als im Fahrrinnenbereich waren.

3.2 Untersuchungsbereiche in der Fahrrinne

In diesem Untersuchungsabschnitt wurden insgesamt 20 Stationen in der Fahrrinne beprobt. Die Untersuchungsstationen im Bereich der Ausbaustrecke 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. Sie entsprechen denjenigen der Vorjahre.

Ausbaustrecke km 648,5-653

In diesem Bereich wurden insgesamt 13 Stationen in der Fahrrinne beprobt, die zum einen eine Längsschnitt- (von km 648,5 - km 653) und zum anderen eine Querschnittbetrachtung 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 sind als Querschnitte angeordnet (s. Abb. 1).

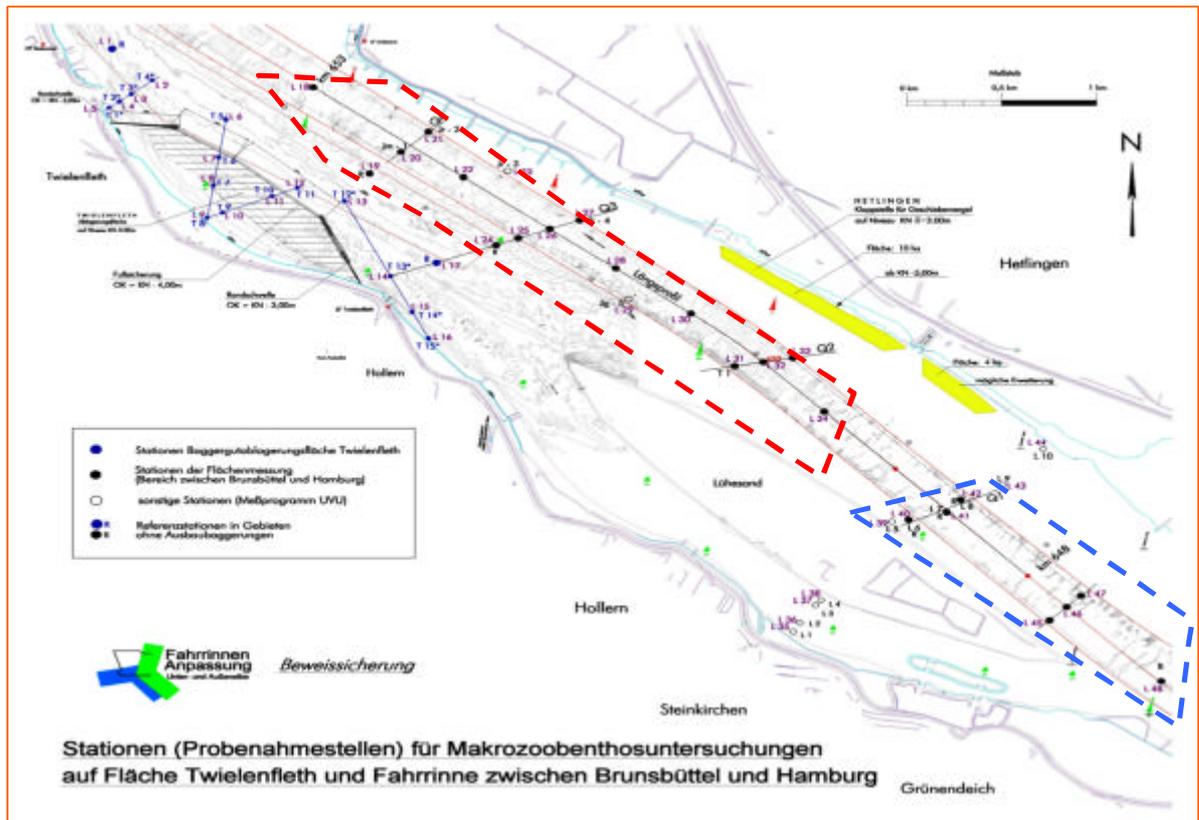


Abb. 1: Lage der Untersuchungsstationen im Bereich der Fahrinne zwischen km 647 bis km 653. Vertiefungsbereich Ausbaustrecke: Rot umrandet; Referenz: blau umrandet.

3.3 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 μ m-Fraktion) und kleineren Organismen (Stechrohrunterproben, 250 μ m-Fraktion). Die Bearbeitung der 250 μ m-Fraktion fokussierte dabei auf die Oligochaeten-Fauna, während bei der Auswertung der 1000 μ m-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 μ m- und der 250 μ m-Fraktion nicht sinnvoll ist.

Van-Veen-Greifer (1000 μ m-Fraktion)

An jeder der o.g. Stationen wurden 6 van-Veen-Greifer (Fläche = 0,1m²) entnommen. Der Befüllungsgrad der verwerteten Greifer betrug mindestens 50%. Greifer mit geringerer Füllung wurden verworfen. Der Greiferinhalt wurde in eine Wanne überführt und anschließend vor Ort unter vorsichtiger Spülung mit Elbewasser über 1000 μ m Maschenweite gesiebt. Der Rückstand wurde in 70%igem Alkohol zur taxonomischen Bestimmung fixiert.

Stechrohrprobe (250µm-Fraktion)

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

Aufarbeitung des Probenmaterials

Die Organismen (sowohl der 1000µm- als auch der 250µm-Fraktion) wurden im Labor aus den jeweiligen Siebrückständen aussortiert und anschließend 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 galten bei Schalenlängen <5mm als juvenil, Polychaeten (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 250µm-Fraktion siehe Kap. 4.4.1.

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.

3.4 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 erfolgte nur ergänzend – wenn sinnvoll – mittels Varianzanalysen oder parameterfreier Verfahren durch paarweise Vergleiche 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.

4. Ergebnisse und Diskussion

4.1 Sedimente und Wassertiefe

4.1.1 Sedimente und Wassertiefen 2003

Die Stationen, die den Bereich der Ausbaustrecke repräsentieren, wiesen in 2003 weitgehend sehr ähnliche Sedimentstrukturen auf. Mit Ausnahme einer einzigen Station (BL33) wurden alle anderen durch Fein- oder Mittelsande bzw. auch Schlick geprägt. Dabei überwog an einigen Stationen der Fein- oder Mittelsandanteil, während an anderen Stationen der Schlickanteil höher war. Die Station BL33 wies neben Schlick- und Mittelsandanteilen auch höhere Grobsandanteile auf. Damit unterschied sich BL33 deutlich von den anderen Stationen, die im Bereich der Ausbaustrecke positioniert waren.

Der Referenzbereich unterschied sich in der Sedimentzusammensetzung deutlich von der Ausbaustrecke. Auch hier war die interne Variabilität zwischen den Stationen eher gering. Alle Stationen wurden im Gegensatz zu denen der Ausbaustrecke durch gröbere Sedimente, insbesondere durch Grob- und Mittelsande, geprägt. Feinsande wurden in 2003 nicht festgestellt. Schlick war mit durchschnittlich <3% vertreten.

Die Wassertiefen lagen sowohl im Bereich der Ausbaustrecke als auch im Referenzbereich zwischen 14m [-SKN] und 16m [-SKN]. Die Referenz war mit durchschnittlich 15,3m [-SKN] etwas tiefer als die Ausbaustrecke (14,3m -SKN).

4.1.2 Sedimente und Wassertiefen 1999- 2003

Sediment

Abb. 2 und Abb. 3 zeigen die Sedimentzusammensetzung der Untersuchungsstationen im interannuellen Vergleich. Im Bereich der Ausbaustrecke blieben in 2001 die 1999 prägenden Sedimenttypen 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. 2). In 2003 reduzierte sich der Schlickanteil wieder zugunsten des Sandanteils. Eine Änderung gegenüber den Vorjahren trat insofern ein, als dass einige Stationen auch höhere Mittelsandanteile aufwiesen. Bis 2002 lag der Mittelsand überwiegend <5%; in 2003 erreichten Mittelsande durchschnittlich einen Anteil von etwa 27%. Die Gründe für die örtlich begrenzte Veränderung sind nicht offensichtlich.

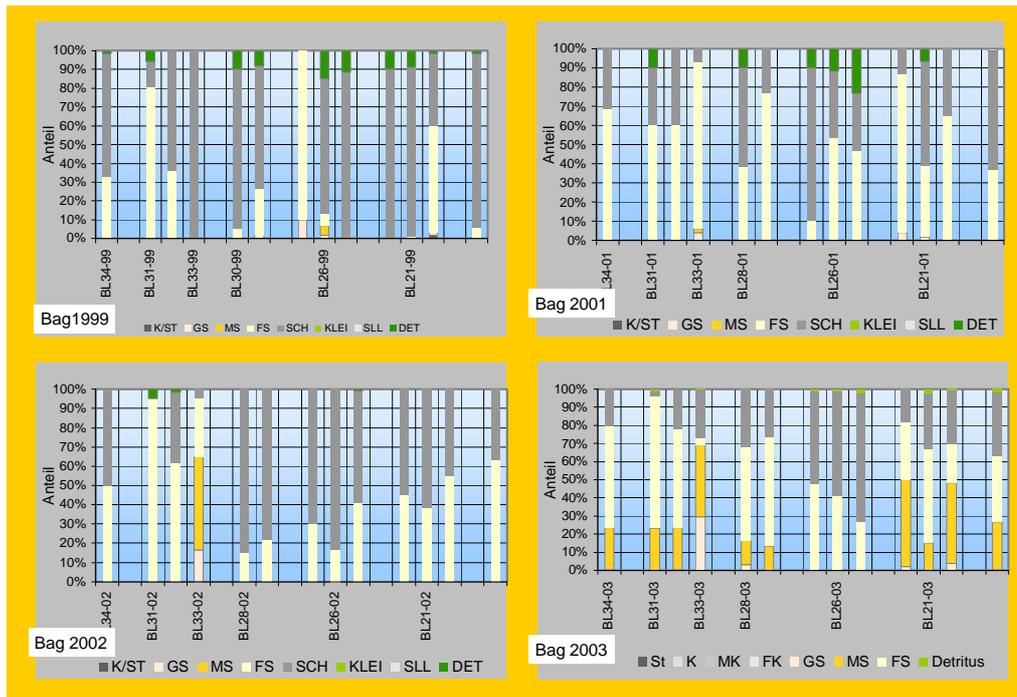


Abb. 2: Sedimentzusammensetzung im Bereich der Ausbaustrecke 1999-2003 im Untersuchungsgebiet Fahrinne Unterelbe. K/ST = Kies-Steine, GS = Grobsand, MS = Mittelsand, FS = Feinsand, SCH = Schlick, SLL = Schill, Det = Detritus.

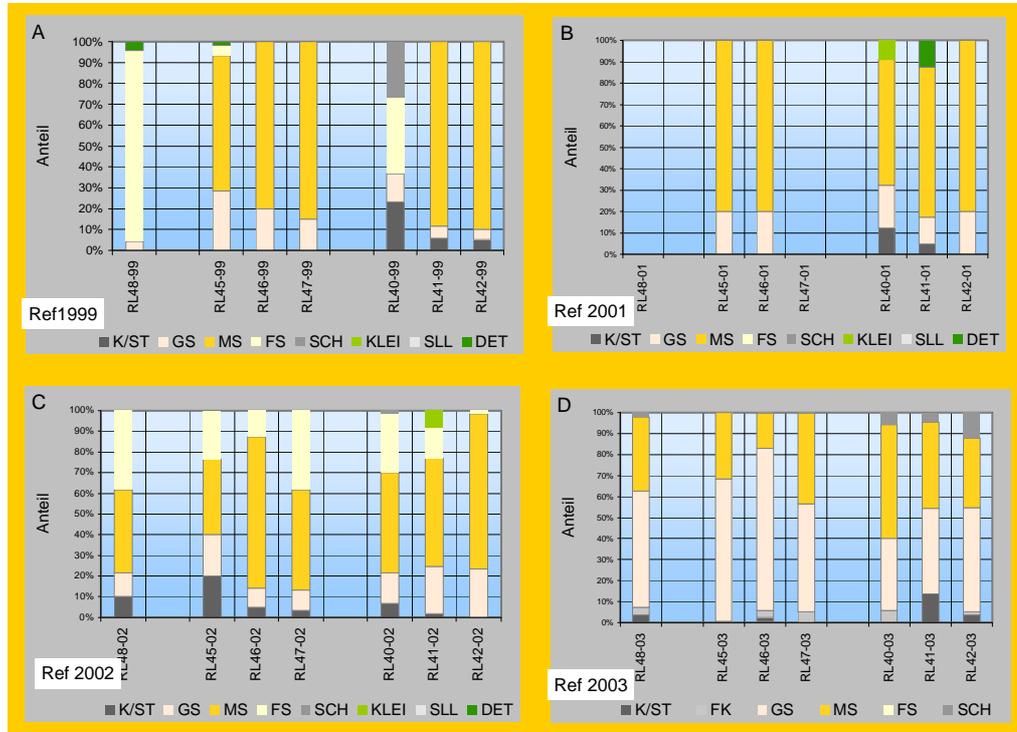


Abb. 3: Sedimentzusammensetzung im Referenzbereich 1999-2003 im Untersuchungsgebiet Fahrinne Unterelbe. K/ST = Kies-Steine, FK = Feinkies/Mittelkies, GS = Grobsand, MS = Mittelsand, FS = Feinsand, SCH = Schlick, SLL = Schill, Det = Detritus.

Abb. 3 verdeutlicht, dass im Referenzbereich bis 2002 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 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. In 2003 erhöhte sich der Grobsandanteil an fast allen Stationen überwiegend deutlich, so dass Grobsand der dominierende Sedimenttyp im Bereich der Referenz war. Feinsande wurden gar nicht mehr festgestellt. Fraglich bleibt in diesem Zusammenhang ob eine grundsätzliche Veränderung eingetreten ist oder ob sich der Referenzbereich durch eine kleinräumig hohe Heterogenität auszeichnet.

Wassertiefe

Abb. 4 zeigt die Veränderungen der Wassertiefen gegenüber 1999 am Beispiel von jeweils zwei Quertransekten im Bereich der Referenz (Abb. 4 A+B) und im Bereich der Ausbaustrecke (Abb. 4 C+D). Die Ergebnisse aus 2001 veranschaulichen, dass nicht nur die Ausbaustrecke erwartungsgemäß tiefer wurde, sondern auch der Referenzbereich. In der Tendenz war die Vertiefung der Ausbaustrecke mit überwiegend >2m stärker als die der Referenz (um 2m). Unterschiede innerhalb der Quertransekte werden nicht deutlich. Dies gilt sowohl für die Ausbaustrecke als auch für die Referenz. Die Vertiefung der Referenz ist wohl nur z.T. auf die hier ebenfalls erfolgten Baggerungen zurückzuführen, da die Mengen deutlich unter denjenigen lagen, die im Vertiefungsbereich entnommen wurden (s. Kap. 2). An der in 2001 dokumentierten Situation änderte sich auch in 2002 und auch 2003 nichts wesentliches. Die Ergebnisse zeigen, dass in 2003 an fast allen Stationen eine schwache Abnahme der Wassertiefe zu verzeichnen war (Abb. 4 A-D).

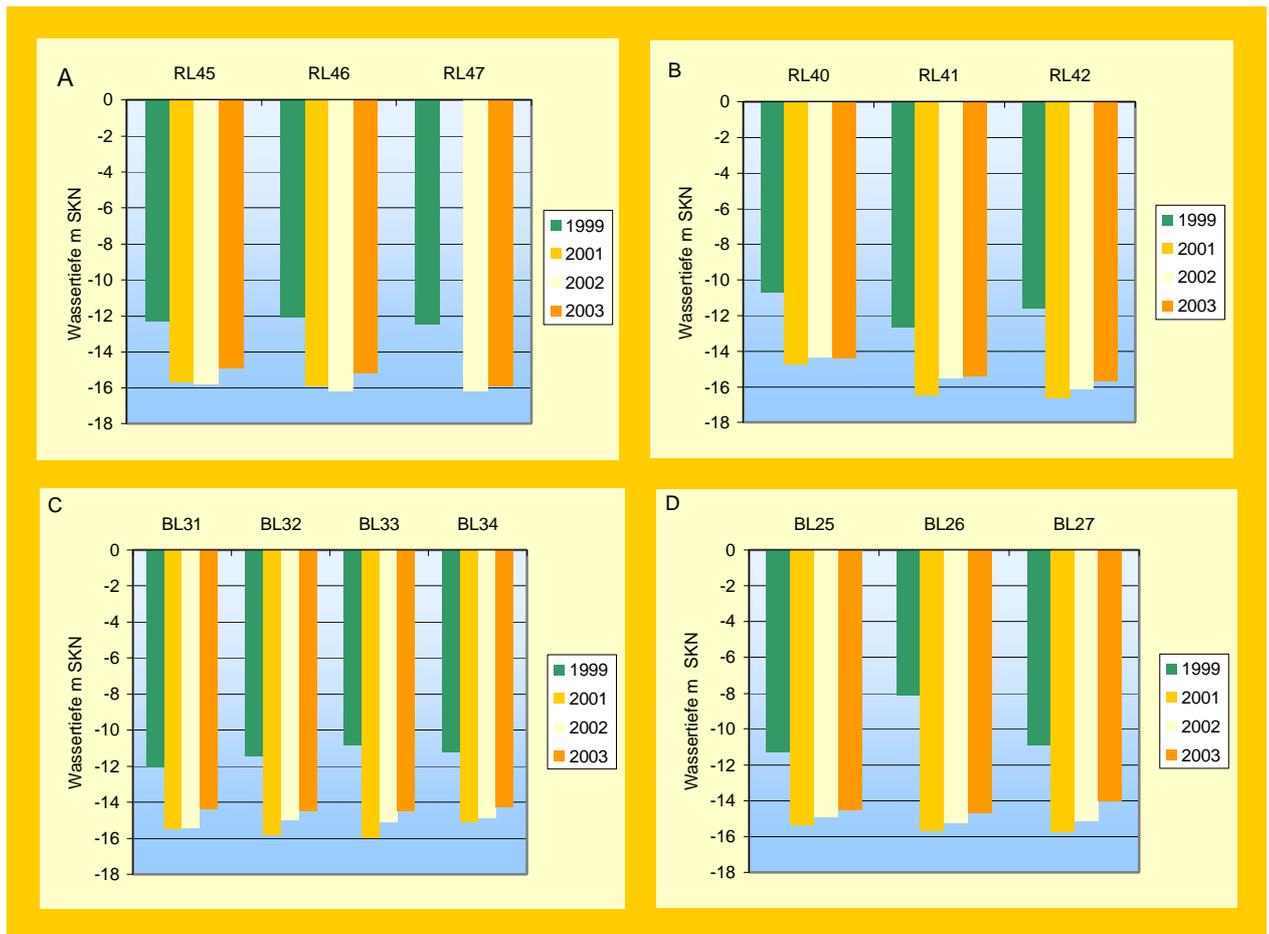


Abb. 4: Interannueller Vergleich (1999-2003) der Wassertiefe [m -SKN] am Beispiel ausgewählter Quertransekte in der Fahrinne-Unterelbe, differenziert nach Teilbereichen: Bilder A/B: RL = Referenzstationen, Bilder C/D: BL = Stationen Ausbaustrecke. Für RL47 liegt in 2001 keine Messung vor.

4.2 Makrozoobenthos 1000 μ m-Fraktion (Greifer)

4.2.1 Räumlicher Vergleich 2003

Artenzahl und Dominanzstruktur

In den Greiferproben, die im Fahrinnenabschnitt bei km 649-653 entnommen wurden, konnten 2003 insgesamt 9 Taxa identifiziert werden. Zu diesen gehörten der Brackwasserpolyp *Cordylophora caspia*, die Muschel *Dreissena polymorpha*, der Polychaet *Marenzelleria cf. viridis*, die Crustacea *Bathyporeia elegans*, *B. pilosa* und *Gammarus zaddachi*, die Schwebegarnele *Neomysis integer*, die Wollhandkrabbe *Eriocheir sinensis*, unbestimmte juvenile Tiere der Taxagruppen *Gammarus* und *Bathyporeia* sowie die Taxagruppe der Zuckmücken (Chironomidae-Larven). Von den genannten Taxa wurden im Referenzbereich und im Bereich der Ausbaustrecke jeweils 9 Taxa erfasst (Tab. 2).

Tab. 2: Artenspektrum der 1000 µm-Fraktion-Greifer April 2003 - Fahrinne Unterelbe km 647-653; * Art bei Abundanzvergleichen nicht berücksichtigt. RL = Referenzbereich (N_{Stationen}=7); BL= Ausbaustrecke (N_{Stationen}=13).

Taxa	RL-03	BL-03
Cnidaria		
Cordylophora caspia	x	x
Bivalvia		
Dreissena polymorpha	x	x
Annelida-Polychaeta		
Marenzelleria cf. viridis	x	x
Amphipoda		
Bathyporeia elegans	x	x
Bathyporeia pilosa	x	x
Gammarus zaddachi	x	x
Mysidacea		
Neomysis integer*	x	x
Decapoda		
Eriocheir sinensis*	x	x
Diptera		
Chironomidae indet,	x	x
Anzahl Taxa	9	9

Das insgesamt geringe Artenspektrum führt zu einer entsprechend niedrigen durchschnittlichen Taxazahl an den jeweiligen Stationen. Die Ausbaustrecke (0,5 – 2,8 Taxa/Greifer) wies dabei im Vergleich mit den Werten der Referenzstationen (0,5 - 2 Taxa/Greifer) etwas höhere Werte auf.

Die benthische Gemeinschaft wurde im Bereich der Ausbaustrecke v.a. von den *Bathyporeia*-Arten *B. pilosa* und *B. elegans* dominiert. Beide Crustacea hatten zusammen einen Anteil von >60% an der Gesamtbesiedlung. Mit *Gammarus zaddachi* erreichte eine weitere Crustacea-Art noch einen Anteil von >10%. Der Polychaet *Marenzelleria* cf. *viridis* war mit <5% nur subdominant. Andere Taxa spielten aus quantitativer Sicht keine wesentliche Rolle.

Die Benthosgemeinschaft im Bereich der Referenz war in 2003 anders strukturiert: hier waren der Amphipode *Gammarus zaddachi* (39%) und der Polychaet *Marenzelleria* (16%) die dominierenden Faunenelemente. Die o.g. *Bathyporeia*-Arten erreichten Anteile von 14,3% (*B. elegans*) bzw. 12,7% (*B. pilosa*) und waren damit an den Referenzstationen weitaus weniger prägend als im Baggerbereich. Die Unterschiede sind vermutlich auch auf die unterschiedlichen Sedimentstrukturen zurückzuführen. Insbesondere die *Bathyporeia*-Arten bevorzugten eher feinere Sande.

Abundanzen

Insgesamt war die Besiedlungsdichte der Benthosgemeinschaft sehr gering. Dies gilt für beide Teilbereiche. So wurden die Stationen der Ausbaustrecke von durchschnittlich nur 23 Ind./m² besiedelt, wobei an einzelnen Stationen Höchstwerte von 50 Ind./m² (BL 32) verzeichnet werden konnten. Andere Stationen waren dagegen mit z.T. <2 Ind./m² (BL 27, BL 33) nahezu unbesiedelt (Oligochaeta nicht berücksichtigt).

An den Referenzstationen wurde in 2003 mit durchschnittlich 15 Ind./m² eine geringere Individuendichte als im Bereich der Ausbaustrecke dokumentiert. Mit 33 Ind./m² war die Station RL40 die am umfangreichsten besiedelte Station. Die in der Fahrrinnenmitte befindliche Station RL47 war im Hinblick auf die 1000 µm-Fraktion mit 3 Ind./m² am spärlichsten besiedelt.

Zusammenfassung 1000µm-Fraktion (2003)

In 2003 erfolgten in beiden Teilgebieten Baggeraktivitäten in etwa gleicher Intensität. So wurden im Bereich der Ausbaustrecke bis zum Zeitpunkt der Probenahme durchschnittlich 448m³/Monat je Halbkilometer und im Referenzbereich 352m³/Monat je Halbkilometer gebaggert. Im Vergleich zu den Vorjahren war die Menge v.a. im Bereich der Ausbaustrecke in 2003 deutlich geringer (vgl.Tab. 1).

Der qualitative Vergleich der Benthosbesiedlung zwischen beiden Teilgebieten zeigt nur geringe Unterschiede. Solche wurden v.a. im Hinblick auf die Dominanzstruktur der Benthosgemeinschaften verzeichnet. So war die Benthosgemeinschaft der Ausbaustrecke von anderen Arten dominiert als die Referenz. Allerdings war das Artenspektrum insgesamt in beiden Teilgebieten vollkommen identisch. Etwas deutlichere Unterschiede ergaben sich auf der quantitativen Ebene mit einer insgesamt höheren Besiedlungsdichte auf der Ausbaustrecke. 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 Ausbaustrecke der vorherrschende Sedimenttyp war. Im Referenzbereich waren dagegen Mittel- und Grobsande dominierend. Diese Sedimente sind offensichtlich von den *Bathyporeia*-Arten weniger dicht besiedelt. Die Abundanzen des Polychaeten *Marenzelleria* cf. *viridis* und des Amphipoden *Gammarus zaddachi* waren an den Referenzstationen etwas höher als an den B-Stationen. Die unterschiedlichen Sedimentverhältnisse beschränken die Aussagekraft des räumlichen Vergleichs zwischen Ausbaustrecke und Referenz.

4.2.2 Interannueller Vergleich

Artenzahl und Dominanzstruktur

Die Gesamttaxazahl lag 2001 sowie 2002 mit jeweils 8 Taxa gegenüber 10 Taxa in 1999 geringfügig niedriger (vgl. Tab. 3).

Tab. 3: Artenspektrum der 1000 µm-Fraktion-Greifer April 1999, Mai 2001, April 2002, April 2003 - Fahrerinne Unterelbe km 647-653; j+ad: juvenile und adulte Individuen vertreten, * Art bei Abundanzvergleichen nicht berücksichtigt. RL = Referenzbereich (N_{Stationen}=7); BL= Ausbaustrecke (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	RL-03	BL-03
Cnidaria								
<i>Cordylophora caspia</i>	x	x					x	x
Bivalvia								
<i>Corbicula cf. fluminalis</i>					x			
<i>Dreissena polymorpha</i>		x					x	x
Annelida-Polychaeta								
<i>Hediste diversicolor</i>		x						
<i>Marenzelleria</i> spp. j+ad	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Neanthes succinea</i>						x		
Amphipoda								
<i>Bathyporeia elegans</i>	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Bathyporeia pilosa</i>	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Bathyporeia</i> sp.								
<i>Gammarus zaddachi</i> j+ad	x	x	x		x	x	x	x
<i>Gammarus</i> sp. juv					x		x	x
Mysidacea								
<i>Neomysis integer</i> *		x		x		x	x	x
Decapoda								
<i>Eriocheir sinensis</i> *				x			x	x
Diptera								
Chironomidae indet.	x	x		x			x	x
Anzahl Taxa (oh. Juv.)	6	9	4	6	5	6	9	9

Abb. 5 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 Fahrinnenseite wurde hier aufgrund der insgesamt sehr niedrigen Taxazahlen/Greifer verzichtet.

Die Ergebnisse zeigen, dass die mittlere Taxazahl/Greifer in 2001 auf der Ausbaustrecke (BL) gegenüber 1999 etwas geringer war. So sank die mittlere Taxazahl der BL-Stationen von 1,5 Taxa in 1999 auf 1,1 Taxa in 2001. Eine deutlichere Reduzierung der mittleren Taxazahl (0,7 Taxa/Greifer) erfolgte in 2002. In 2003 wurde wieder der Ausgangswert von 1999 erreicht (Abb. 5B).

Eine gleichsinnige Entwicklung ist im Bereich der Referenz dokumentiert, wobei die Unterschiede zwischen 1999 und 2001 genauso schwach ausgeprägt waren wie im Bereich der Ausbaustrecke. Aber auch an den Referenzstationen wurde eine deutliche Abnahme der mittleren Taxazahlen im Vergleich der Untersuchungsjahre 1999 (1,3 Taxa/Greifer) und 2002 (0,5 Taxa/Greifer) sowie eine Steigerung in 2003 auf das Ausgangsniveau von 1999 ermittelt (Abb. 5A)

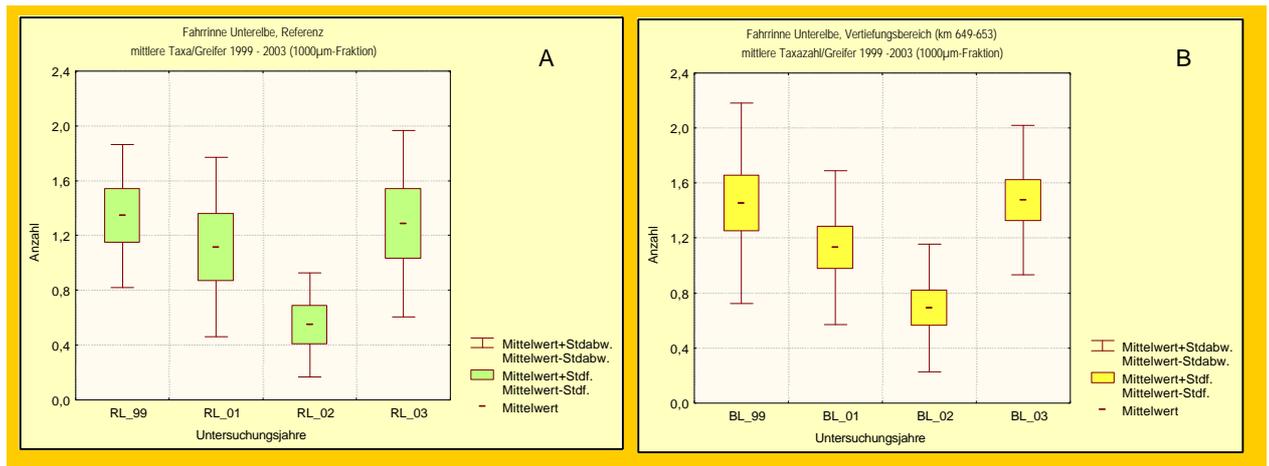


Abb. 5: Interannueller Vergleich der mittleren Taxazahl/Greifer in der Fahrinne-Unterelbe, differenziert nach Teilbereichen: Bild A: RL = Referenzstationen ($N_{\text{Stationen}}=7$); Bild B: BL= Stationen Bereich Ausbaustrecke ($N_{\text{Stationen}}=13$).

Abb. 6 zeigt die Zusammensetzung der Benthosgemeinschaft der Ausbaustrecke und der Referenz. 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 Ausbaustrecke im interannuellen Vergleich von 1999-2002 gleich. Eine Änderung auf der Artebene trat in beiden Untersuchungsbereichen ein: der 1999 zu den dominanten Arten gehörende Flohkrebs *Gammarus zaddachi* spielte 2001 keine Rolle mehr. In 2002 und 2003 erreichte der Gammaride im Bereich der Ausbaustrecke allerdings wieder einen Dominanzanteil von etwa 6% bzw. 18% und lag damit auf bzw. etwas über dem Niveau von 1999 (Abb. 6, unten). Eine weitere Änderung ergab sich bei den *Bathyporeia*-Arten: *B. pilosa*, der 1999 und 2001 am häufigsten auftrat, wurde in 2002 von *B. elegans* als häufigste Art abgelöst. 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*. 2003 erreichten beide Arten einen in etwa gleich hohen Abundanzanteil um 30%, wobei *B. pilosa* mit 34% wieder die eudominante Art war.

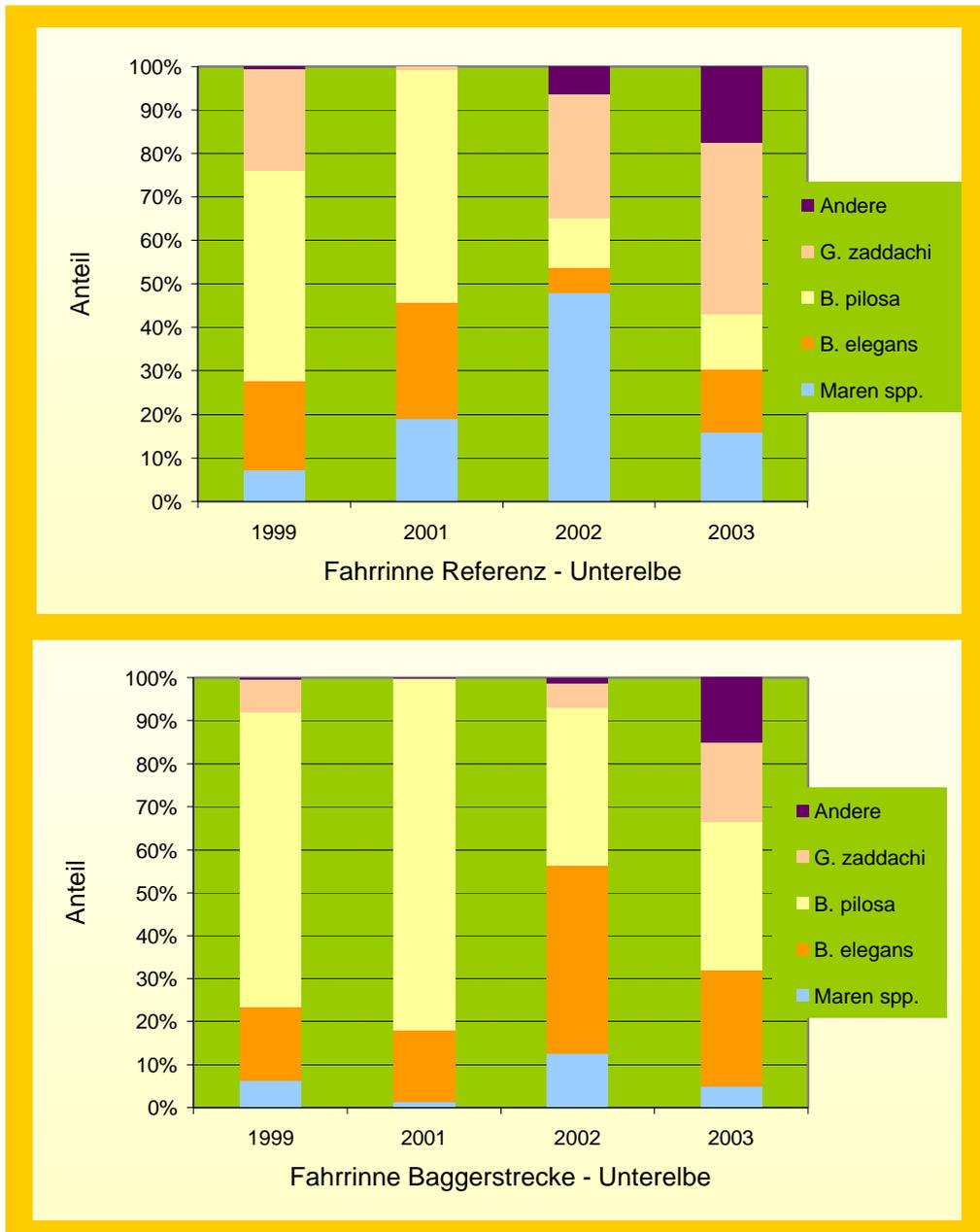


Abb. 6: Interannueller Vergleich der MZB-Dominanzstruktur in der Fahrrinne-Unterelbe, differenziert nach Teilbereichen: Bild oben: RL = Referenzstationen ($N_{\text{Stationen}}=7$), Bild unten: BL = Stationen Bereich Ausbaustrecke ($N_{\text{Stationen}}=13$).

An den Referenzstationen wurden im interannuellen Vergleich ebenfalls Verschiebungen in der Dominanzstruktur der Benthosgemeinschaft sichtbar. Von 1999 auf 2001 erfolgten mit dem Rückgang von *Gammarus zaddachi* ähnliche Veränderungen der Gemeinschaftsstruktur wie im Bereich der Ausbaustrecke (Abb. 6, oben). In 2002 und v.a. 2003 wurde für den Gammariden wieder eine deutliche Zunahme des Dominanzanteils auf >25% bzw. 39% verzeichnet. In 2002 war dies 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 in 2002 dokumentierte hohe Dominanzwert von 48% für *Marenzelleria cf. viridis* (Abb. 6, oben), trotz der im Vergleich zu 2001 sogar tendenziell rückläufigen absoluten Besiedlungsdichte des Polychaeten. Der hohe Dominanzanteil von *G. zaddachi* in 2003 ist dagegen auf eine tatsächli-

che Steigerung der Individuendichte des Amphipoden zurückzuführen. Der Rückgang des *Marenzelleria*-Anteils von 48% auf 16% in 2003 ist auch auf dessen rückläufige Abundanzen zurückzuführen.

Abundanzen

Abb. 7 und Abb. 8 verdeutlichen mittels Box & Whisker-Plots die Individuendichte/Station im interannuellen Vergleich. Für den Vergleich sind die jeweils am linken und am rechten Fahrrinnenrand sowie die in der Fahrrinnenmitte positionierten Stationen zu Stationsgruppen zusammengefasst worden, um mögliche Besiedlungsunterschiede in Abhängigkeit der Position im Fahrrinnenquerschnitt zu identifizieren. Für eine zusammenfassende Betrachtung der Entwicklung der Individuendichte ist auch die mittlere Gesamtabundanz/Teilbereich und Untersuchungsjahr dargestellt (Abb. 9).

Die Ergebnisse zeigen, dass Abundanzunterschiede zwischen Referenz- und Ausbaustrecke schon 1999 vorhanden waren. Die mittlere Dichte betrug 1999 an den BL-Stationen etwa 115 Ind./m² und im Bereich der Referenz 39 Ind./m². Dieses Verhältnis blieb auch in 2001 ähnlich, wobei sich die Unterschiede etwas vergrößerten, da die MZB-Abundanz der Ausbaustrecke leicht zunahm (130 Ind./m²) und die der Referenz (28 Ind./m²) dagegen leicht abnahm. In 2002 und auch 2003 wurde sowohl auf der Ausbaustrecke als auch im Referenzbereich ein sehr deutlicher Abundanzrückgang verzeichnet. So verringerte sich die Besiedlungsdichte im Bereich der Ausbaustrecke um das 10fache auf 13,2 Ind./m² und im Referenzbereich um etwa das 3fache auf lediglich 8,2 Ind./m² (Abb. 9). Da der Rückgang im Bereich der Ausbaustrecke ausgeprägter war als im Bereich der Referenz, verringerten sich in 2002 auch die in den Vorjahren dokumentierten Unterschiede zwischen beiden Teilgebieten. Die Entwicklung zeigte im interannuellen Vergleich, dass die Besiedlungsdichte im Bereich der Ausbaustrecke in 2002 und 2003 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, $p > 0,05$). Verantwortlich für die ausgeprägten Abundanzunterschiede waren fast ausschließlich die *Bathyporeia*-Arten und im Bereich der Ausbaustrecke auch der Polychaet *Marenzelleria*, dessen dortiger kontinuierlicher Abundanzrückgang nach 1999 aufgrund seiner insgesamt geringen Individuendichte (< 10 Ind./m²) nicht so sehr ins ‚Gewicht‘ fiel.

Im Bereich der Ausbaustrecke wird sichtbar, dass die Fahrrinnenmitte in 1999 und 2001 tendenziell umfangreicher besiedelt ist als die Ränder. Dieses veränderte sich in 2002 und 2003 erheblich. Die Besiedlungsdichte ging in der Fahrrinnenmitte in 2002 gegenüber den Vorjahren um etwa das 10fache zurück, während der Abundanzrückgang insbesondere am rechten Fahrrinnenrand moderater ausfiel (Abb. 7).

Die Zoobenthos-Besiedlungsdichte der Fahrrinnenränder bzw. der Fahrrinnenmitte war 1999 im Referenzbereich in etwa gleich (Abb. 8). An dieser Situation änderte sich trotz der interannuell rückläufigen Besiedlungsdichte vergleichsweise wenig. So reduzierte sich die Individuendichte in 2002 und 2003 an allen RL-Stationsgruppen gleichermaßen, so dass die Unterschiede zwischen den Fahrrinnenstandorten nach wie vor eher gering blieben (Abb. 8).

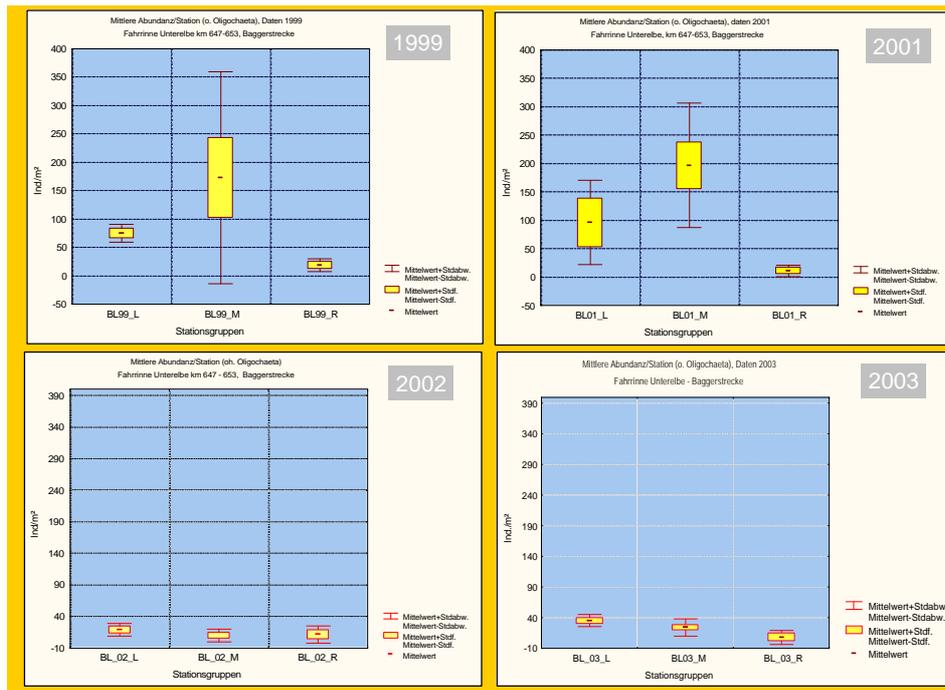


Abb. 7: Interannueller Vergleich der mittleren MZB-Abundanz/Station in der Fahrinne-Unterelbe im Teilgebiet Ausbaustrecke km 648,5- 653. Anordnung der Stationen: L = linker Fahrinnenbereich, M = Fahrinnenmitte, R = rechter Fahrinnenbereich.

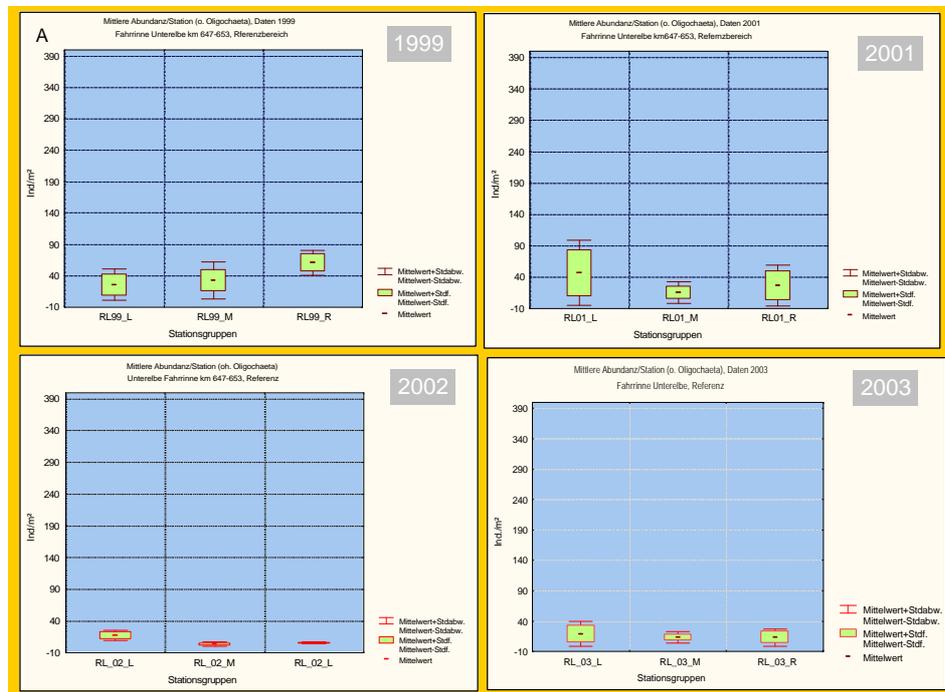


Abb. 8: Interannueller Vergleich der mittleren MZB-Abundanz/Station in der Fahrinne-Unterelbe im Teilgebiet Referenz km 647- 648. Anordnung der Stationen: L = linker Fahrinnenbereich, M = Fahrinnenmitte, R = rechter Fahrinnenbereich.

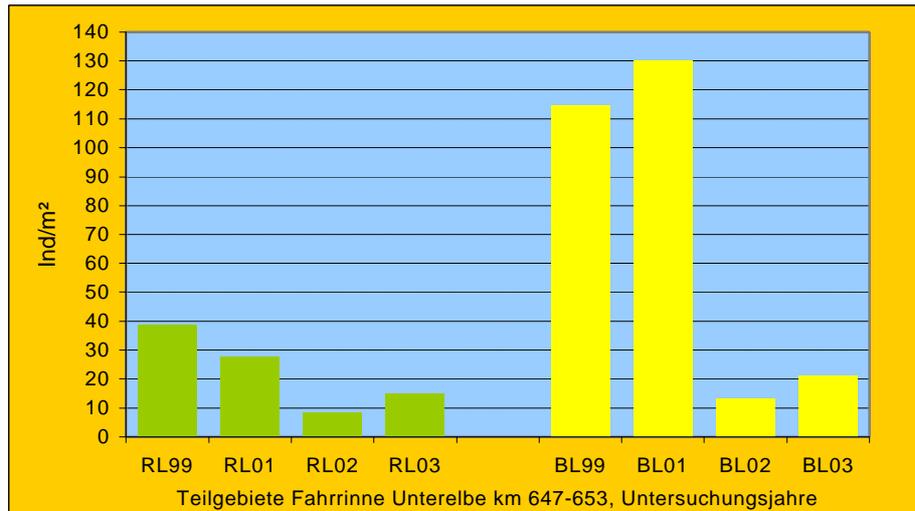


Abb. 9: Entwicklung der Besiedlungsdichte in den Teilgebieten Referenz (R) und Ausbaustrecke (BL) in der Fahrrinne-Unterelbe von 1999 – 2003.

Abb. 9 zeigt die interannuelle Entwicklung der Makrozoobenthosabundanz nochmals zusammengefasst für beide Teilgebiete.

Zusammenfassung 1000 μ m-Fraktion

Insgesamt hat der interannuelle Vergleich gezeigt, dass hinsichtlich der Sedimentzusammensetzung sowohl auf der Ausbaustrecke als auch im Bereich der zugehörigen Referenz v.a. in 2003 örtlich Veränderungen eingetreten sind. Die festgestellten Unterschiede zwischen Ausbaustrecke (Feinsedimente) und Referenz (gröbere Sedimente) blieben aber auch in 2003 nach wie vor erhalten.

Nach einem deutlichen Rückgang der mittleren Taxazahl/Greifer in 2002, lag der Wert in 2003 wieder auf dem Niveau von 1999. Die Makrozoobenthosabundanzen blieben 2003 im Vergleich zu 1999 und 2001 nach dem deutlichen Rückgang in 2002 in beiden Teilbereichen auf niedrigem Niveau. Der Rückgang, v.a. hervorgerufen durch die Bestandsentwicklung der vorkommenden *Bathyporeia*-Arten, betraf die Ausbaustrecke stärker als die Referenz. Dennoch blieb die Gesamtbesiedlungsdichte im Bereich der Ausbaustrecke, wie auch in den Vorjahren, höher als im Referenzbereich.

4.3 Wirbellose Bodenfauna 250µm-Fraktion (Stechrohre) HUuG Tangstedt – H.-J. KRIEG

4.3.1 Räumlicher Vergleich 2003

Taxazahlen und Faunenspektrum

Im diesjährigen Untersuchungsmaterial (April 2003) sind aus der Ordnung Oligochaeta (Annelida) insgesamt nur 19 Taxa plus Kokons identifiziert worden. Davon konnten 14 Faunenelemente (rd. 75%) bis auf Artniveau determiniert werden, zwei Taxa bis zur Gattung und drei weitere bis zur Familie (Tab. 4).

Tab. 4: Faunenspektrum der 250µm-Fraktion im Untersuchungsraum Unterelbe zwischen Strom-km 647-653 (April 2003). B = Baggerstrecke; R = Referenzstrecke; F = Einzelposition Fahrinnen-Mitte; T = Transekt mit 3 Positionen (Nord, Mitte & Süd).

Bereich	Baggerstrecke km 649-653								Referenz km 647-648		
Teilgebiet	BF-1	BT-1	BF-2	BT-2	BF-3	BF-4	BT-3	BF-5	RT-1	RT-2	RF-1
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
Aphanoneura											
<i>Aeolosoma quaternarium</i>									x	x	x
Propappidae											
<i>Propappus volki</i>	x							x	x	x	x
Enchytraeidae											
<i>Enchytraeus albidus</i>									x	x	x
<i>Enchytraeus buchholzi</i>									x	x	x
<i>Enchytraeus</i> sp.	x	x			x		x		x	x	x
<i>Marionina argentea</i>									x	x	x
Naididae											
<i>Amphichaeta leydigii</i>	x	x			x						
<i>Chaetogaster setosus</i>										x	
<i>Chaetogaster</i> sp.									x		
<i>Nais elinguis</i>		x			x		x				
Tubificidae											
<i>Aktedrilus monospermathecus</i>									x	x	x
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	x	x	x	x	x	x	x		x		
<i>Limnodrilus profundicola</i>		x	x	x	x	x	x		x	x	x
<i>Limnodrilus udekemianus</i>				x	x	x					
<i>Potamothrix moldaviensis</i>		x		x	x						
<i>Tubifex tubifex</i>				x							
Tubificidae ohne Haarborsten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Tubificidae mit Haarborsten		x		x					x		
Tubificidae, juvenil		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Taxa Oligochaeta	5	9	4	8	9	5	6	3	13	11	10
Kokons indet. (Oligochaeta)		x		x		x	x		x	x	x
Turbellaria indet. (Scolecida)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Nematoda indet. (Scolecida)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Auf Familienebene sind die Tubificidae mit mindestens 6 Spezies noch am artenreichsten strukturiert gewesen. Für die Naididae sind 3 Arten und eine Gattung gezählt worden. Die Enchytraeidae waren ebenfalls mit wenigstens 3 Spezies vertreten und die Propappidae mit der für Mitteleuropa einzigen Art *Propappus volki*. Aus der Familie Aeolosomatidae ist nur eine Art der Gattung *Aeolosoma* registriert worden. Die Aeolosomatiden sind wie die Oligochaeten zwar Annelida, gehören systematisch jedoch in die Klasse Aphanoneura. Aus historischen Gründen und Gründen der Vergleichbarkeit werden sie mit den Oligochaeten gemeinsam diskutiert.

Im Falle der gewählten Termini „Tubificidae mit“ oder „ohne Haarborsten“ handelt es sich um Tubificiden ohne Penischeiden bzw. mit resorbierten Geschlechtsorganen oder 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.

Generell verbergen sich unter dem Sammelbegriff „Tubificidae ohne Haarborsten“ Arten der Gattung *Limnodrilus* oder *Potamothrix moldaviensis*, wovon 4 Arten in der Faunenliste genannt sind (vgl. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Die Möglichkeit weiterer Arten besteht durchaus und kann nicht kategorisch abgelehnt werden. Beispielsweise sind für die Gattung *Limnodrilus* 10 Arten in Mitteleuropa bekannt. Bei dem Kollektiv „Tubificidae mit Haarborsten“ ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass sich darunter auch ungenannte Arten aus den Gattungen *Tubifex*, *Potamothrix*, *Pelosclex* u.a. verbergen. Analog ist die Auslegung für den summarischen Begriff „Tubificidae, juvenil indet.“ zu sehen.

Die einzige, eukonstant im Untersuchungsgebiet verbreitete Oligochaeten-Art war *Limnodrilus profundicola* (Tubificidae). Zwei Arten/Gattungen erwiesen sich im Probenmaterial noch als konstant: *Limnodrilus hoffmeisteri* (Tubificidae) und *Enchytraeus* sp. (Enchytraeidae). Die Naididen sind in den 132 Einzelproben nur als akzessorische bzw. akzidentielle Arten registriert worden, demnach „Zufalls- oder „Zaungäste“, auf jeden Fall keine konstanten Elemente im Untersuchungsgebiet.

Das taxonomische Problem des sog. „*Homochaeta*-Typus indet.“ (vgl. BIOCONSULT 2002, 2003) konnte in 2003 aufgelöst werden. Unter diesem „Arbeitstitel“ verbarg sich der in Nord- und Ostsee verbreitete Brackwasser-Tubificidae *Aktedrilus monospermathecus* (schrift. Mitt. T. TIMM, Tartu-Tallinn & C. ERSEUS, Stockholm). Die obere Verbreitung dieser Art in der Unterelbe beschränkte sich bisher auf den Raum Glückstadt/Pagensand (GIERE & PFANNKUCHE 1982), also weit elbeabwärts. Das Vordringen dieser genuinen Brackwasserart bis Twielenfleth/Lühesand und sogar elbeaufwärts bis Neßsand, ist ab 2000/2001 erstmalig dokumentiert (KRIEG in BIOCONSULT 2004).

Tab. 4**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zeigt, dass die Baggerstrecke durch geringe Taxazahlen gekennzeichnet war. Die Referenzstrecke war dagegen artenreicher ausgestattet gewesen. Auffallend ist hier die Mannigfaltigkeit der Enchytraeiden-Fauna. Schwerpunktartig sind außerdem Propappidae und Aeolosomatidae zwischen Strom-km 647 und 648 identifiziert worden. Diese Faunenelemente sind zwischen Strom-km 649 und 653 (Baggerstrecke) ausgesprochen defizitär gewesen. Das Artenspektrum im Ausbaugebiet rekrutierte sich in erster Linie aus wenigen Tubificiden-Spezies.

Gemäß Tab. 4 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** sind die Transekte der Fahrinnenseitenbereiche (= T), sowohl der Bagger- als auch der Referenzstrecke, anscheinend artenreicher strukturiert als die Stationen in Fahrinnen-Mitte (= F). Allerdings ist in diesem Zusammenhang hervorzuheben, dass in der Fahrinnen-Mittelnur eine Station, den Transekten der Fahrinnenseiten hingegen jeweils drei Stationen positioniert waren. Diese Rahmenbedingungen lassen einen bewertenden Vergleich nur sehr eingeschränkt zu.

In der nachfolgenden Abb. 10 wird die durchschnittliche Taxazahl pro Station, Bereich oder Teilgebiet verglichen. Auf der Grundlage aller Stationen ist der Referenzbereich (= RF_{ges}) im Hinblick auf die Besiedlungsvielfalt besser ausgestattet als die Baggerstrecke (= BS_{ges}): 8,6 versus 5,3 Taxa/Station und Bereich. Analoges gilt für die Teilgebiete der Stationen der Fahrinnenseitenbereiche (= RaS), auch hier findet sich mit 8,5 versus 5,6 Taxa/Station eine tendenziell höhere Ausstattung für den Referenzbereich. Ein gleiches Bild ergibt sich für die mittigen Fahrinnen-Positionen: mit 8,7 zu 5,1 Taxa/Station wiederum eine vielfältigere Artenzusammensetzung im Referenzraum (RF_FaS). Außerdem fällt im Vergleich BS zu RF auf, dass die Variabilität der Taxazahlen im Referenzmaterial grundsätzlich niedriger ausfällt (vgl. Standardabweichungen und Lage der Extrema). Allerdings ist auch hier die unterschiedlichen Stationsanzahl für Baggerstrecke und Referenzbereich zu beachten.

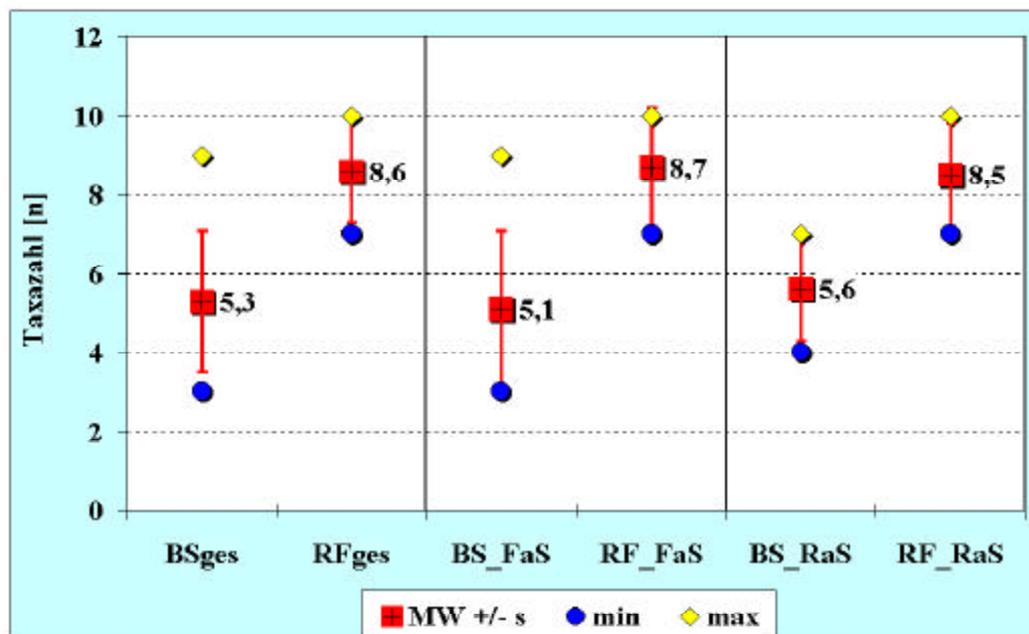


Abb. 10: Mittlere Taxzahlen Oligochaeta [n/Station] im Untersuchungsraum Unterelbe (April 2003) und Variabilität (StAbw +/- s und Extrema), wobei: BSges = Baggerstrecke - gesamt (n = 13) & RFges = Referenzbereich, gesamt (n = 7); BS_FaS = Baggerstrecke, Fahrrinne mittig (n = 7) & RF_FaS = Referenzstrecke, Fahrrinne mittig (n = 3); BS_RaS = Baggerstrecke, Randstationen (n = 6) & RF_RaS = Referenzstrecke, Randstationen (n = 4).

Dominanz

Abb. 11 zeigt die Dominanzstruktur der Oligochaetengemeinschaft, differenziert nach Bagger- (= BS) und Referenzbereich (= RF) sowie einzelnen Teilgebieten (= FaS oder RaS).

Unverkennbar war die verschiedenartige Dominanzstruktur der einzelnen Bereiche. Im Baggerabschnitt BS setzte sich die Oligochaetenfauna fast ausnahmslos aus Tubificiden zusammen. Ohne Unterschied rekrutierte sich der Bestand der Fahrrinne wie auch der Randstationen zu rd. 65% aus nicht geschlechtsreifen Individuen der Familie Tubificidae. Der Anteil reifer, sich reproduzierender Tiere lag bei $\geq 30\%$; der „Rest“ verteilte sich auf Propappiden und Naididen, bei durchweg subdominanter Quotierung ($<5\%$).

Innerhalb der Familie Tubificidae dominierten im Baggerbereich zwei Arten: *Limnodrilus hoffmeisteri* und *Limnodrilus profundicola*. Während erstere extrem eurytop ist, allerdings mit einem Besiedlungsschwerpunkt in schluffhaltigen Substraten, ist *Limnodrilus profundicola* auch eurytop, zieht aber (fein-) sandige Sedimente vor. Grundsätzlich signalisiert das Vorkommen letzterer Spezies zunehmende Sand- und abnehmende Schluffanteile im Sediment (PFANNKUCHE 1977).

Im wesentlichen korrespondierte die Verbreitung der zwei dominanten Arten mit den lokalen Substrattypen (vgl. Eingangskapitel „Sedimente und Wassertiefen“): In Proben mit vergleichsweise hohem Schlick- bzw. Schluffanteil eine Dominanz von *L. hoffmeisteri*, charakteristischerweise noch ergänzt durch *Limnodrilus udekemianus*. In den Mischsedimenten hingegen verhältnismäßig hohe Dominanzwerte von *Limnodrilus profundicola* (vgl. auch **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

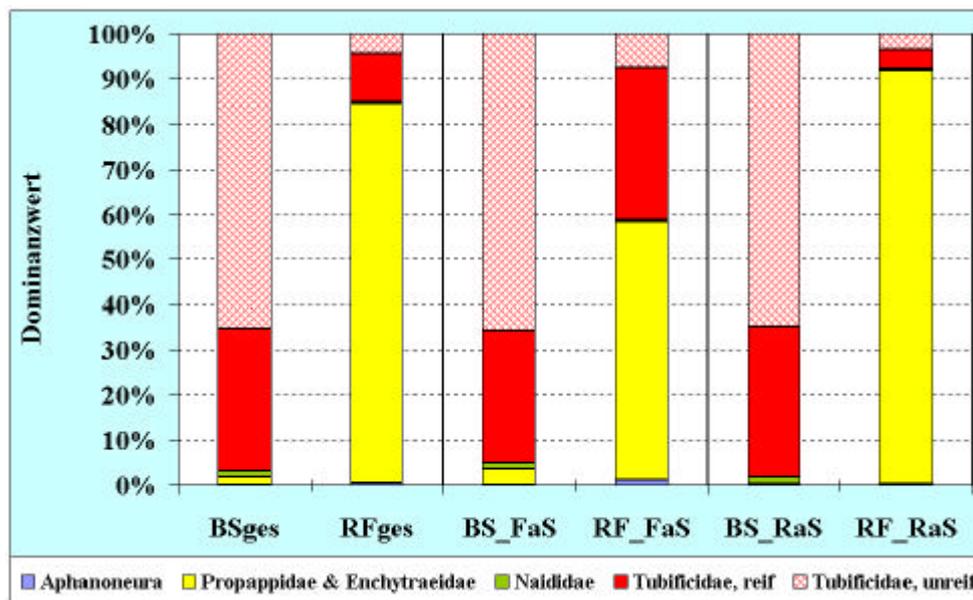


Abb. 11: Dominanzstruktur der Oligochaeta im Untersuchungsraum Unterelbe (April 2003); differenziert nach Teilgebieten und -bereichen: BS_{ges} = Baggerstrecke, gesamt & RF_{ges} = Referenzbereich, gesamt; BS_FaS = Baggerstrecke, Fahrrinne mittig & RF_FaS = Referenzstrecke, Fahrrinne mittig; BS_RaS = Baggerstrecke, Randstationen & RF_RaS = Referenzstrecke, Randstationen.

Propappus volki (Propappidae) hat bekanntermaßen eine starke Präferenz für sandige Substrattypen; Schlick und schlickhaltige Feinsande meidet der Wurm (MICHAELSEN 1916; KRIEG 1996, 1999). Der eudominante Nachweis konzentrierte sich folgerichtig auf den Referenzabschnitt RF mit seinen sandigen Sedimenten. Die Bestandsquoten von 60 und 90% beinhalten einen unterschiedlich großen Anteil von Enchytraeiden-Arten. Im Probenmaterial der mittigen Fahrrinnenstationen

RF_FaS waren die Quoten für *Propappus volki* und *Enchytraeus* spp. mit rd. 30% vergleichbar eu-dominant. Im Teilgebiet der Fahrrinnenrandstationen RF_RaS rekrutierte sich der 90%-ige Bestand dagegen fast ausschließlich aus *P. volki*; Enchytraeiden-Arten erreichten nur rezedente Margen. Ergänzt wurde die Assoziation der Referenzflächen noch durch die Brackwasserart *Akteredrilus monospermathecus* (Tubificidae), die mit über 30% im Stromstrich der Fahrrinne und knapp 5% im Seitenbereich des Fahrwassers (mit) dominierte.

Die Vergesellschaftung von *P. volki*, *Enchytraeus* spp. und *A. monospermathecus* ist offenbar typisch für die Besiedlung der Fahrrinne. Alle Spezies präferieren Sande und sind äußerst strömungstolerant; also Rahmenbedingungen, wie sie in der Fahrrinne überwiegend vorliegen. Interessant ist die unterschiedliche Salzpräferenz bzw. -toleranz. *Propappus volki* kommt aus dem Süßwasser und toleriert geringe Aufsalzungen. In der Tideelbe ist der Wurm regelmäßig bis Pagensand, vereinzelt bis Glückstadt nachgewiesen worden (UVU-MATERIALBAND VII 1997). Die unter den Enchytraeiden am häufigsten im Untersuchungsraum identifizierte Art *Enchytraeus albidus* ist omnipotent: sie siedelt im Wasser, im Spülsaum, in Böden (terrestrisch). Hinsichtlich ihrer Salzansprüche ist sie holeuryhalin, d. h., von 0 bis > 30‰ uneingeschränkt verbreitet. Ganz anders dagegen *Akteredrilus monospermathecus*. Nach GIÈRE & PFANNKUCHE (1982) ist der Tubificidae ein euryhalin-mariner Vertreter, also aus Richtung Nordsee kommend, mit Verbreitungsschwerpunkt zwischen 25 und 5‰. Nach DZWILLO (1966), ERSEUS und TIMM (pers. Mitt. 2003) handelt es sich um eine (echte) Brackwasserart, deren Vorkommen im Minimum bei etwa 1‰ begrenzt ist. Im Gegensatz zu den zwei vorgenannten, euryhalinen Arten ist die salzabhängige Verbreitung dieser Spezies ein geeigneter Indikator für die Lage der Brackwasserzone bzw. deren Grenze in der Unterelbe.

A. monospermathecus ist 2001 erstmalig im Untersuchungsraum Unterelbe bis Strom-km 647 registriert worden, damals als unbekannte Spezies mit dem Arbeitstitel „Oligo-Art indet.“ (vgl. BIOCONSULT 2002) und im Jahr darauf als „*Homochaeta*-Typus indet.“ geführt (vgl. BIOCONSULT 2003). Mit hoher Wahrscheinlichkeit ist der kleine Brackwasser-Tubificidae auch als „unbekannte Art“ in der Unterelbe bei Neßsand (Strom-km 638) bereits im Jahr 2000 beobachtet worden (KRIEG in BIOCONSULT 2004). Mit anderen Worten: Ab (2000) 2001 hat sich das Vorkommen dieser Brackwasserart weit stromaufwärts verschoben. Eine Kausalität mit der elbeaufwärtigen Verlagerung der oberen Brackwassergrenze ist durchaus plausibel. Aus der „Elbe-Literatur“ ist bekannt, dass *Akteredrilus monospermathecus* Ende der 70-er Jahre bis etwa Pagensand dokumentiert war (GRAEFE, l. c. in GIÈRE & PFANNKUCHE 1982). In den 80-er und 90-er Jahren ist diese Spezies in den Artenlisten nicht mehr zitiert worden. Im Rahmen der UVU Fahrrinnenanpassung ist *A. monospermathecus* nicht identifiziert worden, obwohl im Gebiet Lühesand (Flussquerschnitt bei Strom-km 649) relativ intensiv beprobt und methodisch auch mit der Maschenweite 250 µm gearbeitet worden ist (UVU-MATERIALBAND VII 1997). Demnach muss *Akteredrilus monospermathecus* erst ab/nach 1999 elbeaufwärts in den Raum Stader-/Lühe- und Neßsand eingewandert sein.

Abundanz

Abb. 12 zeigt die mittleren Abundanzen [Ind./m² & Station] der einzelnen Bereiche und Teilgebiete. Außerdem geben Standardabweichungen ($\pm s$) und Extrema (= Min & Max) eine Vorstellung zur Variabilität.

Eine extremale Variabilität der Individuendichte zeigte sich für die Randstationen RaS im Referenzbereich RF. Im Stromstrich der Fahrrinne war die Variabilität für beide Bereiche im Vergleich dazu niedrig. Aufgrund der hohen Strömungsgeschwindigkeit über der Sohle und der damit verbundenen Sedimentmobilität wäre hier eine größere Spannweite theoretisch zu erwarten gewesen. Mit 60 bis 70% lag der Variabilitätskoeffizient aber deutlich unter dem des Randsektors RF_RaS mit $V_k = 125\%$.

Die mittleren Gesamtabundanzen waren im Bereich der Referenz RF mit 10^4 Ind./m² um eine Zehnerpotenz höher als im Ausbauabschnitt BS. Grundsätzlich ist dies auch für Teilgebiete (Fahrrinnenseiten, Fahrrinnenmitte) zutreffend gewesen; im Referenzmaterial eine Größenordnung höher. Die statistische Prüfung der Mittelwertabweichungen ergab, dass die Differenzen zufällig sind. Bei der großen Variabilität der Individuenzahlen war ein solches Resultat allerdings erwartungsgemäß.

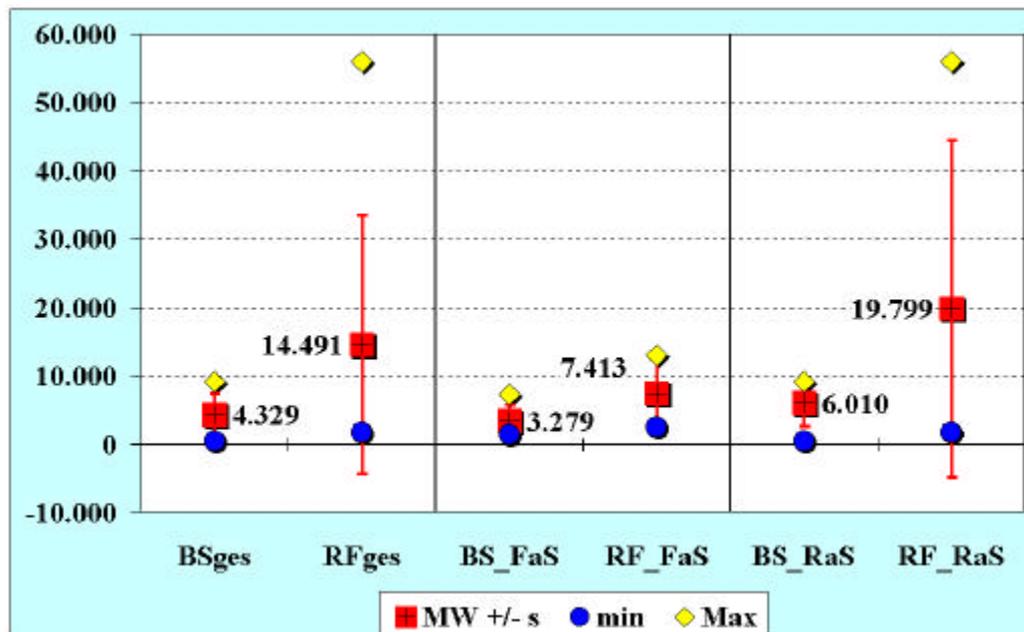


Abb. 12: Mittlere Individuenzahlen Oligochaeta [Ind./m² & Station] im Untersuchungsraum Unterelbe (April 2003) und Variabilität (StAbw +/- s und Extrema), wobei: BS_{ges} = Baggerbereich, gesamt (n = 13) & RF_{ges} = Referenzbereich, gesamt (n = 7); BS_{FaS} = Baggerstrecke, Fahrrinne mittig (n = 7) & RF_{FaS} = Referenzstrecke, Fahrrinne mittig (n = 3); BS_{RaS} = Baggerstrecke, Randstationen (n = 6) & RF_{RaS} = Referenzstrecke, Randstationen (n = 4).

In der nachfolgenden Abb. 13 sind die durchschnittlichen Abundanzen [Ind./m² & Station] der Oligochaeten-Arten zusammengestellt: In der linken Grafik die quantitative Verteilung der Tubificidae und in der rechten Grafik die der Propappidae (mit der einzigen Art *Propappus volki*), Enchytraeidae und Naididae. Aus der Familie der Tubificidae waren es die in der linken Grafik herausgestellten Arten, die mit mehr oder weniger individuenstarken Populationsdichten hervortraten. Schon rein optisch fallen zwei Phänomene auf: Zum Einen die unterschiedlichen Tubificidenarten zwischen Baggerabschnitt BS und Referenzbereich RF, zum Anderen die Höhe der Abundanzen. Abgesehen von den Sammelkollektiven nicht bestimmbarer Tubificiden, die im gesamten Untersuchungsgebiet abundant waren, ist im Baggerbereich BS immer der Ubiquist *Limnodrilus hoffmeisteri* mit den

meisten Individuen gezählt worden: Im Stromstrich rd. 700 Ind. und im Randbereich der Fahrrinne mit 1.400 Ind./m² das Doppelte. Je nach Substratzusammensetzung ist, bei mehr sandigen Sedimenten, *Limnodrilus profundicola* mit 100-300 Ind./m² dazugestoßen; in schluffhaltigem Sediment gesellten sich die Schlickbewohner *Limnodrilus udekemianus* und *Tubifex tubifex* mit 100-200 Ind./m² dazu.

Im Referenzbereich RF waren die mittleren Wohndichten von *L. hoffmeisteri*, *L. udekemianus* und *T. tubifex* unbedeutend. Nur *L. profundicola* erreichte mit rd. 300 Ind./m² noch nennenswerte, durchschnittliche Abundanzen in der Fahrrinne. Bestandsbildend unter den Tubificiden war im Stromstrich die stenotope Sandart *Aktedrilus monospermathecus* mit rd. 2.100 Ind./m². Im Seitenraum des Fahrwassers war *A. monospermathecus* ebenfalls die dominante Tubificidae, allerdings mit nur einem Drittel der vorgenannten Populationsdichte.

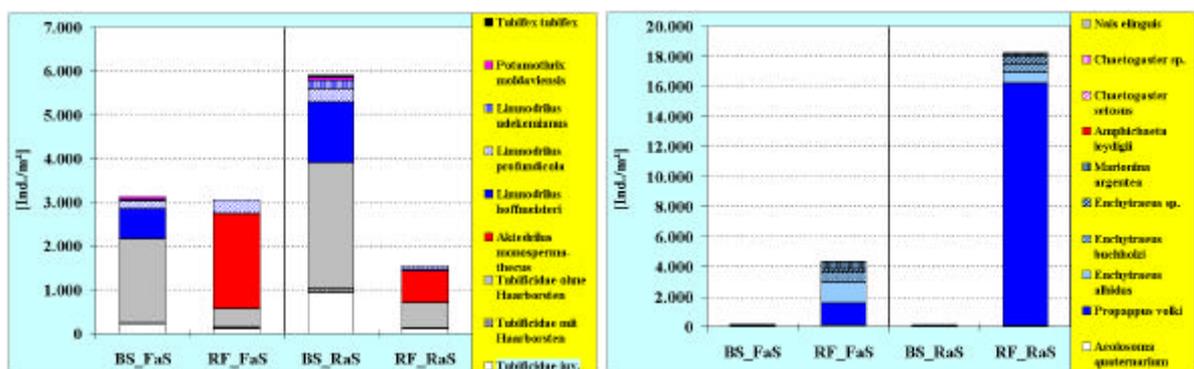


Abb. 13: Lokale Populationsdichten [Ind./m²] aspektbildender FE Oligochaeta im Untersuchungsraum Unterelbe (April 2003), wobei: BS_FaS = Baggerstrecke, Fahrrinne mittig & RF_FaS = Referenzstrecke, Fahrrinne mittig; BS_RaS = Baggerstrecke, Randstationen & RF_RaS = Referenzstrecke, Randstationen, **linke** Grafik: Mittlere Populationsdichten Tubificidae; **rechte** Grafik: Mittlere Populationsdichten Propappidae, Enchytraeidae und Naididae.

Mit durchschnittlich über 16.000 Ind./m² „drückte“ *Propappus volki* (Propappidae) der Besiedlung der Randstationen im Referenzgebiet gewissermaßen seinen „Stempel auf“. In der Fahrrinne war die *Propappus*-Population nur noch 1/10 so stark, dafür war die Bestandsquote der Enchytraeiden (-Arten) mit > 500 Ind. bis > 1.000 Ind./m² hier vergleichbar hoch. Außerdem war *Aktedrilus monospermathecus* im Stromstrich individuenreicher präsent, wie umgekehrt im Randbereich unterrepräsentiert (vgl. linke Grafik). Möglich wäre eine negative Wechselbeziehung zwischen den Arten, im Sinne von Konkurrenz und Verdrängung. Nach den bisherigen Beobachtungen ist dies offensichtlich nicht der Fall; typisch ist eine Vergesellschaftung von *Propappus* und *Aktedrilus* sowie *Enchytraeus* spp. im selben Sandhabitat. Möglicherweise können es Abweichungen in der Korngröße des Sandmaterials sein, möglicherweise aber auch Zufall. Andererseits ist über die Synökologie dieser Arten zu wenig bekannt.

In der AusbauAusbaustrecke waren die mittleren Individuenzahlen der Propappiden und Enchytraeiden überall niedrig, mit < 10² Ind./m² sehr niedrig. Analog gering waren die Wohndichten der wenigen Naididen. Arten aus diesen drei Familien spielten demnach keine Rolle im Baggerbereich; die wenigen, sporadischen Nachweise dürften zufällig sein; was für den Referenzabschnitt bezüglich der Naididae auch zutreffend ist.

Altersstruktur

Die Bestimmung der Altersstruktur der Oligochaetenfauna ist problematisch. Problematisch deshalb, weil es keine morphologisch differenzierbaren Merkmale (PFANNKUCHE 1977) und bis heute auch keine Konvention dazu gibt. Aus diesem Grunde wird im folgenden zwischen den Reife-Stadien „Kokon (Embryo)“, „juvenil“, „unreif“ und „reif“ unterschieden, wobei „reif“ auch reproduzierende (mit Eikokons) Tiere einschließt.

Auf die Tubificiden lässt sich die „Reife-Teilung“ gut anwenden, mit gewissen Abstrichen auch auf die Propappiden und Enchytraeiden und zwar unter Zusammenfassung der Stadien „juvenil“ und „unreif“. Bei den Naididen versagt sie. Sie scheitert deshalb, weil Naididen die ungeschlechtliche Reproduktion (Paratomie) bevorzugen. Die sexuelle Fortpflanzung spielt nur eine untergeordnete Rolle. Der Anteil „reifer“, sich sexuell vermehrender Tiere (erkennbar am ausgebildeten Clitellum) in der Naididen-Population variierte von 0 bis max. 11%. In dem aktuellen Untersuchungsmaterial betrug der durchschnittliche Prozentsatz geschlechtsreifer (Sex-) Stadien für Naididen gleich 4,7%. Also ein verschwindend geringer Anteil sich sexuell reproduzierender Naididen.

Für *Propappus volki* (Propappidae) war es genau umgekehrt: Je nach Unterprobe/Station hatten rd. 65 bis über 90% der Würmer ein gut ausgebildetes Clitellum, sind also in der Mehrzahl geschlechtsreif gewesen. Innerhalb der Enchytraeiden sind dagegen nur vereinzelt „reife“ Tiere beobachtet worden. Der nachgewiesene Bestand setzte sich fast ausnahmslos aus unreifen Stadien der Gattung *Enchytraeus* und *Marionina* zusammen.

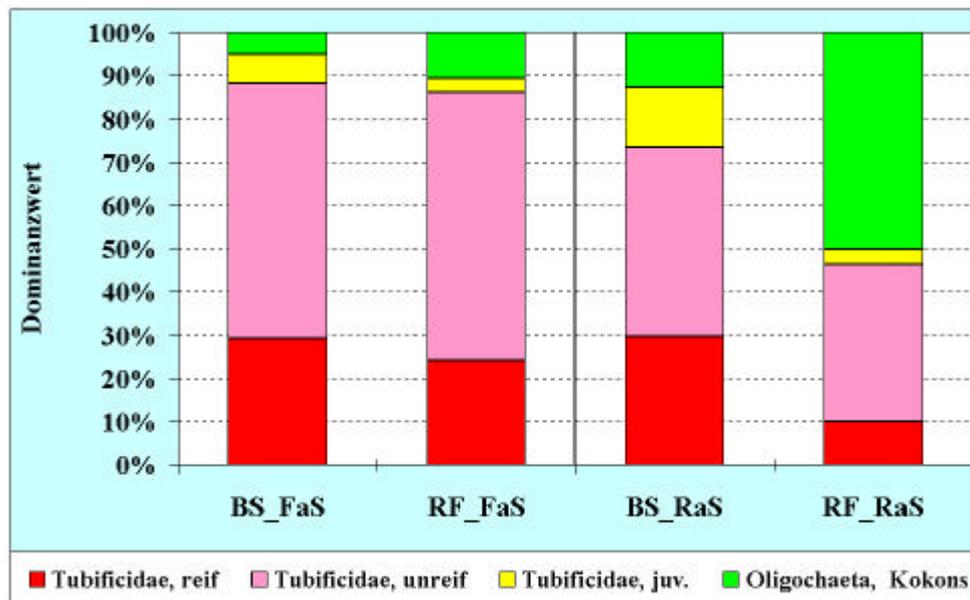


Abb. 14: Mittlere „Altersstruktur“ der Tubificidenfauna (Oligochaeta) im Untersuchungsraum Unterelbe (April 2003).

In Abb. 14 ist die Reifestruktur ausschließlich der Tubificiden hinsichtlich der vier Kriterien dargestellt - als Synonym für den Altersaufbau. Auf allen Teilflächen waren Tubificiden in unterschiedlichen Entwicklungsstadien abundant: vom Embryo (= Kokon) bis zum Adultus. Immature und geschlechtsreife Tiere repräsentierten zusammen die Masse der Tubificidenfauna. In der Regel waren

mehr Kokons als juvenile Tiere vertreten. Lokale Unterschiede in der Zusammensetzung der Reifestadien traten, wenn überhaupt, nur verschwommen zutage: So war in der Fahrinne (FaS) die Altersstruktur zwischen Ausbau- und Referenzstrecke fast identisch; kleine Verschiebungen waren nur zwischen den Embryonal- und Juvenilstadien messbar. Im Probenmaterial der randständigen Stationen (RaS) waren Unterschiede erkennbar, die nur den Referenzabschnitt betrafen: Hier war die Quote für Kokons mit 50% auffällig groß. Der 10%-ige Anteil reifer Tubificiden stellte dagegen den niedrigsten Gebietswert dar. Wahrscheinlich ist die Reproduktion, die Eiablage bereits in vollem Gang gewesen. Auf jeden Fall ist der Seitenraum des Fahrwassers (RF) ein hochproduktives Gebiet. Auch in der Ausbaustrecke ist die Kokonproduktion im Fahrinnenseitenbereich höher gewesen als in der Fahrrinnenmitte, jedoch mit ca. 15% um ein Vielfaches geringer als im Referenzabschnitt.

4.3.2 Interannueller Vergleich

Taxazahlen und Faunenspektrum

Tab. 5: Faunenspektrum der Oligochaeta im Untersuchungsraum Unterelbe km 647-653 (2001, 2002 und 2003).
BS = Baggerstrecke & RF = Referenzbereich; FaS = Stationen mittig in Fahrinne (Stromstrich) & RaS = Stationen am linken und rechten Fahrinnen-Rand (Seitenraum Fahrwasser).

Untersuchungsjahr	2001				2002				2003			
	BS_ FaS	RF_ FaS	BS_ RaS	RF_ RaS	BS_ FaS	RF_ FaS	BS_ RaS	RF_ RaS	BS_ FaS	RF_ FaS	BS_ RaS	RF_ RaS
Aphanoneura												
<i>Aelosoma quaternarium</i>										x		x
<i>Aelosoma</i> sp.				x		x	x	x				
Propappidae												
<i>Propappus volki</i>	x			x			x	x	x	x		x
Enchytraeidae												
<i>Enchytraeus albidus</i>										x		x
<i>Enchytraeus buchholzi</i>										x		x
<i>Enchytraeus</i> sp.	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x
<i>Marionina argentea</i>										x		x
Naididae												
<i>Amphichaeta leydigii</i>								x	x		x	
<i>Amphichaeta sannio</i>	x											
<i>Chaetogaster setosus</i>	x											x
<i>Chaetogaster</i> sp.										x		
<i>Nais barbata</i>							x					
<i>Nais elinguis</i>	x		x				x	x	x		x	
<i>Nais pardalis</i>								x				
<i>Vejdovskyella intermedia</i>	x		x	x				x				
Tubificidae												
<i>Aktedrilus monospermathecus</i>	x	x	x	x		x	x	x		x		x
<i>Limnodrilus claparedeanus</i>	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	x	x	x	x
<i>Limnodrilus udekemianus</i>	x		x		x		x		x		x	
<i>Potamothrix moldaviensis</i>			x	x	x		x	x	x		x	
<i>Peloscolex</i> sp.							x					
<i>Tubifex</i> sp.					x			x				
<i>Tubifex tubifex</i>								x			x	
Tubificidae ohne Haarborsten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Tubificidae mit Haarborsten	x							x	x	x	x	x
Tubificidae juvenil	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Taxa Oligochaeta	14	5	10	10	7	5	14	16	11	12	11	13
Kokons indet. (Oligochaeta)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Turbellaria indet. (Scolecida)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Nematoda indet. (Scolecida)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Der interannuelle Vergleich im folgenden Kapitel beschränkt sich auf die Untersuchungsjahre 2001, 2002 und 2003. Die „Eingangssituation“ April 1999 wird anders als bei der 1000 µm-Fraktion zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht mitdiskutiert, da der Status quo 1999 jene Situation repräsentiert, wie sie sich nach intensiven Unterhaltungs-baggerungen einstellt. So sind 1998 mit durchschnittlich $1,8 \times 10^5$ m³/ Monat große Volumina aus dem Streckenabschnitt km 648,5-653 entnommen worden (Vergleichszeitraum 1997-2002); die mittlere Baggerfrequenz 1998 lag bei rd. einem Eingriff/Monat. Die Baggerintensität und das Wiederholungsintervall streuten bis in den April 1999, al-

so bis zum Zeitpunkt der Status-quo-Probenahme, hinein (vgl. Abb. 18). Vermutlich stehen die in der Status quo-Erhebung 1999 festgestellten geringen Besiedlungskennwerte mit diesen Rahmenbedingungen in Zusammenhang (vgl. BIOCONSULT 1999). Im Abschlussbericht wird die Problematik des Ist-Zustands der Oligochaetabesiedlung (250 µm-Fraktion), analog zu den Organismen der 1000 µm-Fraktion, allerdings wieder aufgegriffen und im Gesamtzusammenhang analysiert.

Von 2001 auf 2002 ist eine Zunahme der Taxazahlen Oligochaeta im Untersuchungsgebiet Unterelbe zu verzeichnen gewesen: von insgesamt 16 auf 20 Taxa. Im Untersuchungsjahr 2003 stockte die Zahl bei 19 Taxa gesamt. Der leichte Zuwachs bis 2002 setzte sich also nicht fort, die Artenvielfalt stagnierte und zeigte im Mittel eine rückläufige Tendenz (vgl. Abb. 15). Während in 2001 der Ausbaubereich BS noch artenreicher ausgestattet war, war die Artenstruktur im Referenzbereich RF in 2003 vielfältiger. Der Strukturwandel hin zu einer diverseren Artenbilanz zugunsten der Referenz war an den Stationen in der Fahrrinnenmitte am deutlichsten ausgeprägt (vgl. Tab. 5: Teilgebiete FaS). Diese Tendenz ist für die randständigen Fahrwasser-Stationen ähnlich, allerdings weniger deutlich als in der Fahrrinnenmitte (2001 versus 2003).

Auffälliges Merkmal im interannuellen und lokalen Vergleich waren Artfluktuationen - eukonstante, stetige Spezies waren in der Minderzahl. Sie beschränkten sich auf *Enchytraeus* sp. (cf. *albidus*) (Enchytraeidae), *Limnodrilus profundicola* und *Limnodrilus hoffmeisteri* (Tubificidae). *Propappus volki* (Propappidae) und *Aktedrilus monospermathecus* (Tubificidae) sind mit gewissen Einschränkungen noch als konstante Elemente einzustufen, allerdings fluktuierten sie im interannuellen und speziell im lokalen Vergleich doch erheblich. 2001 siedelten sie im gesamten Untersuchungsraum, ab 2002 sind sie fast ausnahmslos im Referenzbereich identifiziert worden. Besonders unstetig und von annuellen Wechseln gezeichnet, war die Naididenfauna. Während in 2001 noch *Vjedovskyella intermedia* weiträumig verbreitet war, ist die Art in 2003 im Untersuchungsgebiet nicht mehr beobachtet worden. Dafür tauchte ab 2002 zum ersten Mal *Amphichaeta leydigii* auf. In 2003 war das Vorkommen auf den Baggerbereich begrenzt. Abgesehen von *Nais elinguis*, der wiederholt und beinahe regelmäßig im Quer- und Längsschnitt registriert wurde, sind die Naididen in der Fahrinne und den Fahrrinnenseitenbereichen nicht beheimatet. Sie präferieren strömungsberuhigte Flachwassergebiete und das Eulitoral. Im Tiefwasser der Fahrinne haben sie dagegen den Status eines Zufallsgastes.

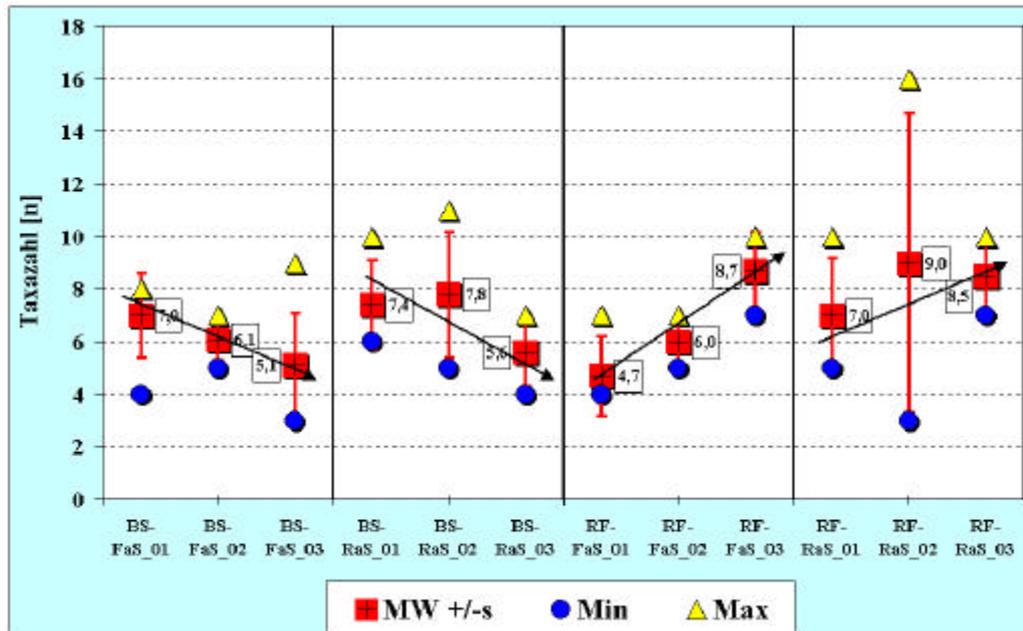


Abb. 15: Interannueller Vergleich der mittleren Taxazahl Oligochaeta/Station im Untersuchungsraum Unterelbe km 647-653 (01 = 2001, 02 = 2002 und 03 = 2003). BS = Baggerstrecke & RF = Referenzbereich; FaS = Stationen mittig in Fahrinne (Stromstrich) & RaS = Stationen am linken und rechten Fahrinnen-Rand (Seitenraum Fahrwasser).

In Abb. 15 sind die mittleren Taxazahlen/Station Oligochaeta (MW) im interannuellen und lokalen Vergleich dargestellt. Die Variabilität des Parameters ist anhand der Standardabweichung ($\pm s$) und Extrema (Min- & Max-Werte) nachvollziehbar; außerdem ist die ergänzend eine Trendlinie eingetragen, deren Aussagekraft auf der Basis von 3 Untersuchungsjahren allerdings sehr eingeschränkt ist und hier zunächst nur zur Veranschaulichung dienen soll. Unter dieser Voraussetzung können folgende Tendenzen verzeichnet werden: Im Baggerbereich BS, egal ob Fahrinnen- (= BS-FaS) oder Fahrinnenrandstationen (= BS-RaS), scheint sich seit 2001 eine Abnahme der Taxazahlen anzudeuten. Zu beobachten ist in beiden Teilgebieten ein Rückgang der mittleren Taxazahl von rd. 7 auf ca. 5 Taxa, wobei im Material der Fahrinnenränder das Niveau der Taxazahlen leicht höher war, also >7 bzw. >5 Taxa. Statistisch sind die lokalen und interannuellen Mittelwert-Differenzen aufgrund der kurzen Zeitreihe und der hohen internen Variabilität zufällig.

Im Referenzbereich RF war die jährliche Entwicklung hingegen umgekehrt, in der Tendenz ansteigend, zutreffend für beide Teilgebiete RF-FaS und RF-RaS. Die mittlere Taxazahl lag im Bemessungsjahr 2001 mit 5 bzw. 7 Taxa unter dem Niveau des Baggerbereichs, in 2002 fand bereits ein Angleich der Zahlen statt und im vorliegenden Berichtsjahr dann mit rd. 9 Taxa statistisch signifikant höhere Werte als im Ausbausektor. D. h., von 2001 bis 2003 hat sich die ursprünglich bescheidene Oligochaetengesellschaft im Referenzraum zu einer artenmäßig vielfältigeren Sandbodengemeinschaft entwickelt, wobei auch zwischen Fahrinnenmitte- und Randstationen mit jeweils rd. 9 Taxa eine Angleichung stattfand.

Im Gegensatz zur Ausbaustrecke, aus der in den letzten Jahren, auch bereits vor der eigentlichen Vertiefungsmaßnahme, regelmäßig große Volumina im Rahmen des Unterhaltungsaufwands entnommen wurden, ist der Referenzbereich zwar nicht verschont geblieben, die Unterhaltungsmengen waren im Vergleich zur Ausbau- bzw. Ausbaustrecke jedoch gering und die Wiederholungsfrequenz niedrig. Zum Vergleich (Baggermengenstatistik WSA HH): Im Abschnitt zwischen Strom-km

649,4 und 653,4 sind in den letzten 12 Monaten Baggervolumina in der Größenordnung 10^5 m^3 entnommen worden. Im Referenzbereich zwischen Strom-km 647 und 648,5 sind im selben Zeitraum nur um 10^3 m^3 (bis max. 10^4 m^3) Sandvolumina gebaggert worden. Selbst jenseits jeglicher Statistik signifikant weniger.

Es ist nicht auszuschließen, dass bei hohen Entnahmemengen und wiederholten Eingriffen sich nur noch eine rudimentäre Fauna aus robusten Generalisten und Opportunisten behaupten kann. Und genau das sind die gegenwärtigen Tubificiden-Arten aus den Gattungen *Limnodrilus* und *Tubifex*, die in der Ausbaustrecke präsent sind.

Dominanz

Abb. 16 zeigt die Veränderungen in der Dominanzstruktur der Oligochaetenfauna für die Bereichsabschnitte Baggerstrecke (= BS) und Referenz (= RF) im interannuellen Vergleich. Die Anordnung orientiert sich für einen Bereich aufsteigend nach der Jahreszahl.

Die interannuellen Änderungen der Dominanzstruktur im Baggerbereich waren geringfügig; vielmehr erwies sich die Situation als verhältnismäßig statisch. Bestandsbildend waren immer Tubificiden, wobei die juvenilen und nicht geschlechtsreifen Tiere mit >60 bis <75% in der Summe die eudominante Gruppe darstellten. Nach dem Ausbau spielten sich die Veränderungen innerhalb der Gattung *Limnodrilus* ab. Die Artenhierarchie ist immer von *Limnodrilus hoffmeisteri* angeführt worden, wobei die Bestandsquote zwischen 20 und 30% variierte. Die stärksten Fluktuationen traten bei den Schwesterarten *Limnodrilus claparedeanus* und *L. udekemianus* auf; allerdings bewegten sich die Bestandsschwankungen im subrezedenten bis max. subdominanten Bereich. *Limnodrilus profundicola* war immer dann mit *L. hoffmeisteri* assoziiert, wenn der Sedimenttyp in Richtung Sand tendierte und der Schluffanteil niedrig war.

Naididen waren im Baggerbereich stetig. Die Familie unterlag jedoch sehr starken, interannuellen Artenwechsell. *Vjedovskyella intermedia*, *Nais* spp, *Amphichaeta* spp. u.a. (vgl. Tab. 5) waren temporär und sporadisch präsent, dementsprechend erreichten sie lediglich den Dominanzstatus ‚rezedent‘.

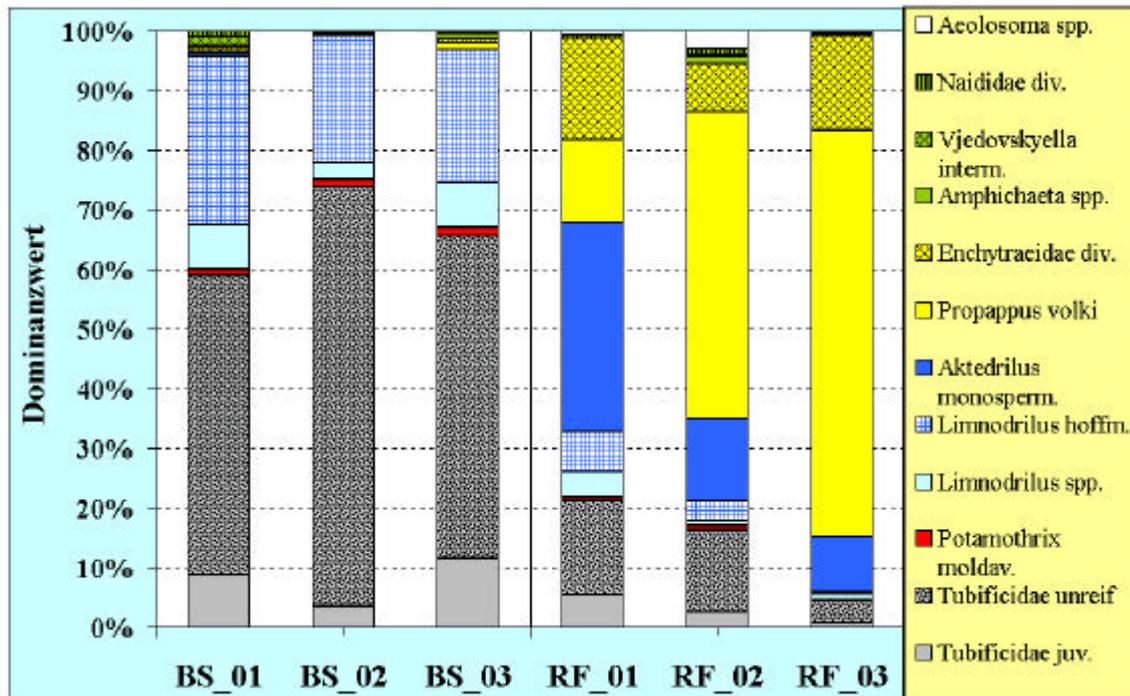


Abb. 16: Interannueller Vergleich der Dominanzstruktur im Untersuchungsraum Unterelbe (Strom-km 647-653)
BS = Baggerstrecke & RF = Referenzbereich (+ 2-stellige Jahreszahl von 2001 bis 2003).

Für den Bereich der Referenz RF ist auf den ersten Blick eine erheblich höhere Dynamik kennzeichnend gewesen. Bei genauerer Betrachtung lässt sich diese Dynamik aber auf eine Ursache eingrenzen. Im Gegensatz zum heterogeneren Substrat der Ausbaustrecke ist die Gewässersohle im Referenzbereich mehr oder weniger einformiger Sand, allerdings mit z.T. unterschiedlicher Korngrößenzusammensetzung. Entsprechend diesem lokalen Sedimenttyp hat sich eine Sandbodenfauna aus *Propappus volki* und *Enchytraeus* spp. etabliert. Diese Assoziation ist ab/nach 2000 durch die Brackwasserart *Aktedrilus monospermathecus* (Tubificidae) ergänzt worden. Im April 2001, vermutlich kurz nach der Einwanderung, erreichte die Spezies einen Dominanzwert von rd. 40% und verdrängte damit *Enchytraeus* cf. *albidus* vom Spitzenplatz. 2002 veränderte sich die Dominanzhierarchie erneut und *Propappus volki* konnte sich durchsetzen. Mit rd. 50% und ein Jahr später mit >70% war die stenotope Sandart das bestandsbildende Element im Referenzbereich. Zeitgleich reduzierte sich die Bestandsquote von *A. monospermathecus* von 20 auf rd. 10% bis 2003.

Aktedrilus monospermathecus ist das, was allgemein hin als mariner Oligochaet bezeichnet wird (DZWILLO 1966). Der Tubificidae dringt weit in die Brackwasserzone ein; die obere Verbreitungsgrenze liegt bei etwa 1‰ (GIERE & PFANNKUCHE 1982). Anders ausgedrückt: Das lokale Vorrücken dieser Spezies elbeaufwärts wird über den Salzgehalt gesteuert bzw. durch die Lage der oberen Brackwassergrenze in der Tideelbe. Diese ist wiederum abhängig von hydrodynamischen Rahmenbedingungen wie Oberwasser, Windrichtung und -stärke, Sturmfluten etc. Der Wechsel in der Dominanzhierarchie 2002/2003 zugunsten *Propappus volki* kann also aufgrund entsprechender Rahmenparameter eingetreten sein, bspw. durch einen hohen, frühjährlichen Oberwasserabfluss und einer damit bedingten Aussüßung im Strombereich. Möglich erscheint in diesem Zusammenhang auch ein Einfluß der ‚Elbeflut‘ im August 2002. Eine Aussüßung fördert die Entwicklung der Süßwasserspezies *P. volki* und drängt die „marine“ Art *A. monospermathecus* stromabwärts. Ein Bestand, sogar eine reproduktionsfähige Population von letztgenannter Art kann sich allerdings

trotz Süßwasserbedingungen halten, da *Aktedrilus* auch Süßwasserperioden übersteht - jedoch nicht auf Dauer (pers. Mitt. ERSEUS, Stockholm).

Abundanz

In Abb. 17 sind die durchschnittlichen Individuenzahlen pro Station (= MW) gebietsweise im Jahresvergleich zusammengestellt, außerdem zur Verdeutlichung der Variabilität die Standardabweichungen ($\pm s$) und die Extrema (Min- & Max-Werte). Zusätzlich ist der Trend als Kennlinie eingetragen.

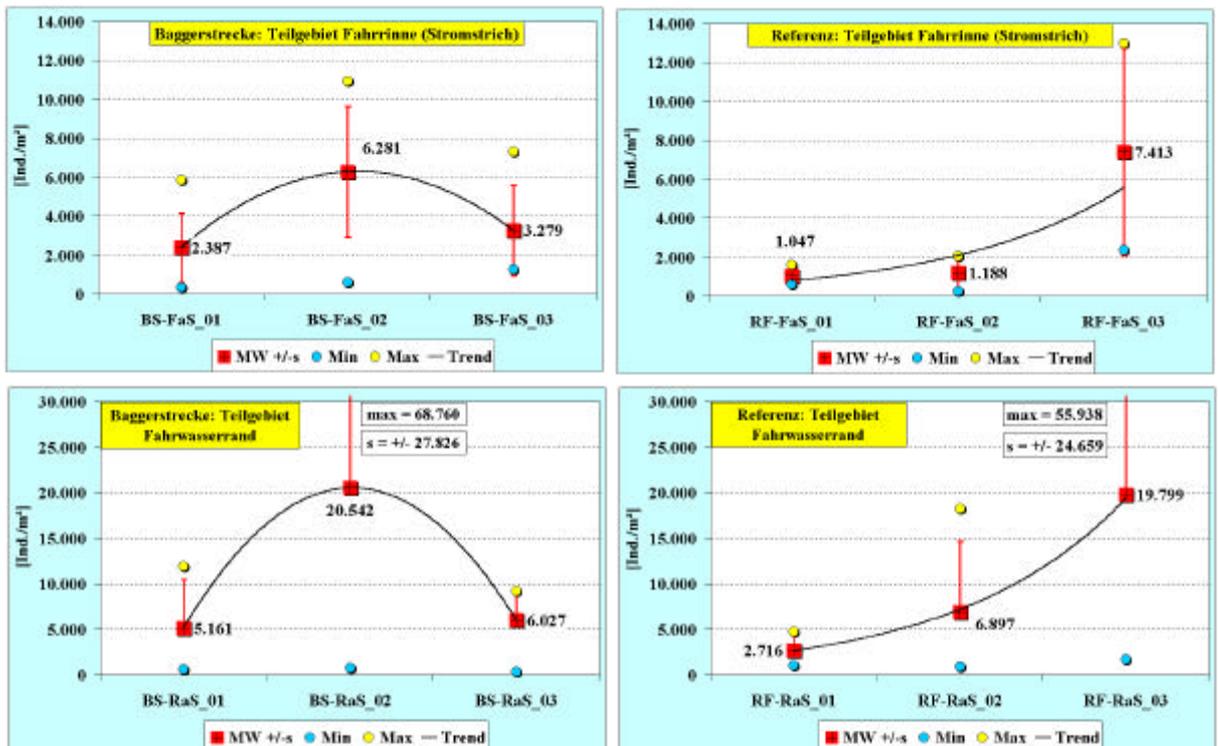


Abb. 17: Interannueller Vergleich der mittleren Abundanz/Station [Ind./m²] im Untersuchungsraum Unterelbe (Strom-km 647-653); differenziert nach BS = Baggerstrecke & RF = Referenzbereich; FaS = Stationen mittig in Fahrinne (Stromstrich) & RaS = Stationen am linken und rechten Fahrinnen-Rand (Seitenraum Fahrwasser).

Was als erstes auffällt, ist die sehr hohe Variabilität der Individuenzahlen, die eine statistische Auswertung in dem Sinne erschwert, als das Nicht-Normalverteilung und Ungleichheit der Varianzen vorliegen.

Analog den Taxazahlen, so treten auch bei den Abundanzen zwei Merkmale hervor: Im Baggerbereich BS kam es nach dem Ausbau bis 2002 zu einem deutlichen Anstieg der mittleren Individuendichten, der sich in 2003 jedoch nicht fortsetzte, sondern wieder auf das Niveau von 2001 zurückging. Dies betrifft die Stationen in der Fahrinne (= BS-FaS) und im Fahrinnenrandbereich (=BS-RaS) gleichermaßen, wobei die durchschnittliche Gesamtwohndichte der Oligochaeten im Randsektor des Fahrwassers stets höher ausgefallen ist.

Im Referenzbereich RF ist es ebenso gewesen, dass im Material der Fahrrinnenrandstationen (= RF-RaS) immer sehr viel mehr Individuen gezählt wurden als in den Proben der Fahrrinnenmitte (= RF-FaS). Das sind schon die einzigen Gemeinsamkeiten. Im Referenzraum ist die Besiedlungsdichte von 2001 bis 2003 kontinuierlich angestiegen. Im Teilgebiet RaS bspw. hat sich der mittlere Individuenbestand jedes Jahr in etwa verdreifacht: von 3×10^3 über 7×10^3 bis 2×10^4 Ind./m²/Station. Im Stromstrich der Fahrinne (= RF_FaS) stagnierte die Wohndichte bis 2002 bei rd. 10^3 Ind./m², um in 2003 spontan auf 7×10^3 Ind./m² anzusteigen.

Der lokal unterschiedliche Abundanztrend im Bagger- und Referenzbereich könnte durchaus als Reaktion der Oligochaetenfauna auf die Baggertätigkeiten verstanden werden. Analog zu den Taxazahlen hat sich in der Ausbaustrecke nach dem Eingriff (Vertiefung und Verbreiterung), trotz nachfolgend hoher Unterhaltungsbaggerungen, scheinbar eine Erholung gezeigt: hohe Artenzahlen in 2001, hohe Individuendichten bis 2002, dann in 2003 wieder ein deutlicher Rückgang der Besiedlungsdichte auf das Niveau von 2001. Parallel dazu hat sich die Situation im benachbarten Referenzgebiet völlig anders entwickelt: abgesehen von dem jährlichen Anstieg der Taxa mit einem bisherigen MaximumTaxazahl in 2003, erfolgte auch ein kontinuierlicher Zuwachs der mittleren Abundanzen von 2001 auf 2003. Außerdem sind im aktuellen Berichtszeitraum die mittleren Individuenzahlen im Abschnitt der Referenz um den Faktor 2 bis 3 höher als im Ausbaugbiet.

Was kann diese Unterschiede bewirkt haben? Im Hinblick auf die abiotischen Rahmenbedingungen sind die Flussabschnitte z.T. verschiedenartig. Im Referenzgebiet steht relativ homogenes Sediment an: Fein- bis Grobsand. Im Baggerbereich dagegen heterogeneres Mischsediment: von Schlick/Klei bis Fein-/Mittelsand. Dominierend sind aber Schlick und Feinsand. Daraus lässt sich schließen, dass auch Strömung und Sedimentmobilität lokal differieren: Im Referenzraum dürften diese Parameter extremer ausfallen; also höhere Strömungsgeschwindigkeit und keine lagestabilen Sedimente. Danach müsste eigentlich der Baggerabschnitt besser, sprich intensiver besiedelt sein. Denn grundsätzlich gilt für naidomorphe Oligochaeten folgende Regel: lagestabile Mischsubstrate und Schlick sind um 1 bis 2 Zehnerpotenzen dichter besiedelt als Sande. Sind die Sande lageinstabil, werden die Differenzen noch größer. Das Arteninventar ist in sandigen Sedimenttypen vielfältiger, vorausgesetzt sie sind lagestabil (vgl. dazu PFANNKUCHE 1977). Werden diese Erkenntnisse auf den Untersuchungsraum übertragen, so müsste die Ausbaustrecke zwischen Strom-km 648 und 653 hinsichtlich der genannten Populationsparameter qualitativ-quantitativ besser ausgestattet sein.

Fazit

Unterhaltungsbedingt sind im Untersuchungsabschnitt Baggerstrecke erhebliche Sedimentvolumina Jahr für Jahr entnommen worden (vgl. Tab. 1). Größenordnungsmäßig liegen die Baggermengen um ein bis drei Zehnerpotenzen über dem Unterhaltungsaufwand im Referenzbereich und die Baggerfrequenz ist sehr viel höher (vgl. Baggerstatistiken WSA Hamburg). Infolgedessen kann sich im Baggerbereich, wie bereits für den Parameter ‚Taxazahl‘ angeführt (s.o.), nur eine Fauna halten, die die ständigen Individuenverluste durch eine ganzjährige Reproduktion und hohe Fortpflanzungsrate oder Mobilität ausgleichen kann. Das sind die sog. r-Strategen und/oder Opportunisten. Auf die Tubificiden treffen die Reproduktionsmerkmale zu. Möglicherweise ist das der Grund, weshalb die Gattung *Limnodrilus* im Eingriffsgebiet noch die einzigen Arten mit nennenswerten Abundanzen stellt. Charakteristisch ist auch die interannuelle Variabilität der Individuenzahlen (und Taxazahlen). Opportunistische Gesellschaften/r-Strategen erobern entsiedelte Räume durch ihre enorme Fortpflanzungskapazität und Mobilität. Dabei ist es möglich, dass die Abundanzen förmlich „aus dem Stand heraus explodieren“, um dann schlagartig wieder zu verlöschen, die sog. katastro-

phale Mortalität (Nomenklatur s. TISCHLER 1976, REMMERT 1992). Letztendlich eine Konsequenz daraus, dass die r-Strategen/Opportunisten nicht konkurrenzfähig sind und generell eine kurze Lebensdauer haben. Ob ein solches Szenario auch im vorliegenden Fall zu trifft, ist auf der derzeitigen Datenbasis allerdings noch nicht zu eindeutig zu klären. Gänzlich ausgeschlossen scheint eine solche Entwicklung im Bereich der Ausbaustrecke aber nicht zu sein: So könnten die starken Abundanzschwankungen als ein entsprechender Hinweis gewertet werden (vgl. Abb. 17). Parallel dazu ist auch die Taxazahl von 2001 bis 2003 kontinuierlich zurückgegangen (vgl. Abb. 15). Neben den in diesem Elbebereich natürlicherweise wechselnden Umweltbedingungen (Salinität, natürliche Umlagerungen) ist es aber auch aufgrund der wiederkehrenden, z.T. auch umfangreichen Unterhaltungsbaggerungen wahrscheinlich, dass sich das System (immer noch bzw. vermutlich sogar permanent) in der Opportunistenphase befindet. Eine weitere Vermutung, die sich ebenda auf den Individuen- und Arten-Rückgang stützt, könnte darin begründet sein, dass die Oligochaetenfauna gegen eine wiederholte intensive Unterhaltungsbaggerei nicht gegen an produzieren kann, sprich die Mortalitätsrate höher ist als die Reproduktionskapazität, dies ist aber auf der vorliegenden Datenbasis ebenfalls (noch) nicht abschließend zu klären.

Einige Indizien sprechen aber für Wirkungen der Baggerungen, wobei der Unterhaltungsaufwand wahrscheinlich der erhebliche und nachhaltige ist. Die kurzfristige Ausbaumaßnahme hatte sicherlich einen Effekt, allerdings ist dieser durch den Unterhaltungsaufwand bei weitem überlagert worden. Außerdem sind die Untersuchungen erst nach fast zwei Jahren, im April 2001, und nicht unmittelbar nach der Fahrrinnenanpassung aufgenommen wurden. Insbesondere der Vergleich mit dem Referenzabschnitt, die entgegengesetzte, zeitparallele Entwicklung in diesem Bereich, bei vergleichsweise minimalem Unterhaltungsaufwand, stützt die Indizienkette.

Grundsätzlich ist also ein Zusammenhang mit den Baggerungen nicht zu verneinen, speziell die Artenverarmung im Ausbauggebiet von 2001 auf 2003 ist in diesem Sinn problematisch. Allerdings kann das ganze Geschehen auch nur ein Effekt der biologischen Variabilität sein. In den zurückliegenden Berichten ist dieser Zusammenhang immer wieder diskutiert und unter diesem Aspekt die quantitative Aufwärtsentwicklung der Jahre 2001 und 2003 relativiert worden (vgl. BIOCONSULT 2002, 2003). Letztendlich kann das Ergebnis des aktuellen Berichtszeitraums im natürlichen Schwankungsbereich liegen, dann wären auch die rückläufigen Individuenzahlen in der Baggerstrecke für 2003 zu relativieren. Das ist durchaus möglich, zumal der Untersuchungsraum noch im Bereich der oberen Brackwasserzone der Tideelbe liegt; ein Gebiet, welches durch enorme Amplitudenauslenkungen gekennzeichnet ist - speziell der quantitativen Parameter. In diesem Sinn dürfte der Datensatz 2004 wahrscheinlich hilfreich sein ... und möglicherweise den „Knoten lösen“.

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

Die Prognose zu den Eingriffswirkungen der Ausbaumaßnahme erfolgte unter der Annahme, dass die Vertiefungsarbeiten einen gegenüber der ‚normalen‘ Unterhaltung der Fahrinne deutlich höheren Baggeraufwand erfordern und damit eine entsprechend große Störung darstellen. In der UVU ist auf dieser Grundlage 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“ (UVU-MATERIALBAND VII 1997, Seite 444 – 447).

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 Ausbaufächen) und begründen dies entsprechend.

Als erhebliches Manko wurde im Gutachten darauf verwiesen, dass über die Dauer der Wiederherstellbarkeit der benthischen Faunengemeinschaft nach einer starken Störung sehr unterschiedliche Literaturangaben bzw. Erfahrungswerte vorliegen. Grundsätzlich ist im UVU-MATERIALBAND VII (1997) die These vertreten worden, dass die Spanne von der Regenerationsfähigkeit der örtlichen Populationen abhängig ist – und die 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 langlebiger Muschelbestände abzielte.

Die wirbellose Bodenfauna im UA III (von Strom-km 622 bis 650) ist von den Autoren im damaligen Ist-Zustand mit einer „geringen Wertigkeit“ klassifiziert worden. Im Wesentlichen basierte die abqualifizierende Einstufung auf der Fehlindikation langlebiger und „historisch bedeutsamer“ Arten. Die Überschneidungsfläche in UA IV (Strom-km 650 - 653), wie der UA insgesamt, sind mit einer „mittleren Wertigkeit“ eingestuft worden. Durch den Eingriff ist regional begrenzt eine „sehr geringe“ Wertigkeit postuliert worden. Gemäß der Status quo ante-Beschreibung in der UVU des UA III & IV (Datenbasis bis 1993) dominierten Oligochaeten, deren Populationsdichten zwischen 10^2 Ind. und 10^4 Ind./m² schwankten. Das Makrozoobenthos der 1000 µm-Fraktion war in diesem Abschnitt v. a. durch die Amphipoden (*Bathyporeia*, *Gammarus*) sowie z.T. auch durch den Polychaeten *Marenzelleria* geprägt. Im Wesentlichen bestand die Gemeinschaft dieses Elbe-Abschnitts aus r-Strategen und Opportunisten mit einem hohen Reproduktions- und Wiederbesiedlungspotenzial, so dass von einer verhältnismäßig kurzen Zeitspanne bis zur Wiederherstellung einer funktionell und strukturell vergleichbaren Lebensgemeinschaft auszugehen ist: angenommen wurden 3 Jahre (+ ??), wobei die Fragezeichen als Variable für die prognostizierten Sedimenttypänderungen und die unbekannte Dauer des „morphologischen Nachlaufes“ stehen (vgl. UVU-MATERIALBAND IIb & III 1997).

Auffällige Unterschiede hinsichtlich der Besiedlungsdichten wurden bei den Oligochaeten und eingeschränkt auch bei den *Bathyporeia*-Arten ermittelt. Etwa zwei Jahre nach der Baumaßnahme (April 2001) entsprach die mittlere Abundanz der Oligochaeta in der Ausbaustrecke mit 10^3 Ind./m² dem Referenzniveau, stieg dann bis 2002 überproportional auf über 10^4 Ind./m² an. In 2003 erfolgte dann ein Rückgang auf das Dichte-Niveau von 2001 mit 10^3 Ind./m² (Hinweis auf einen Zusammenbruch der Opportunistengesellschaft?). Parallel dazu erfolgte bereits ab 2001 ein stetiger Rückgang der Taxazahlen. Qualitativ behaupten sich einzig und allein nur wenige Tubificidenarten im Baggerbereich: bspw. die Schwesterarten *Limnodrilus hoffmeisteri* und *Limnodrilus profundicola*. Ebenfalls ausgeprägte Abundanzschwankungen mit einem Anstieg in 2001 und einem deutlichen Abundanzrückgang in 2002/2003 zeigten sich bei der Besiedlungsdichte der *Bathyporeia*-Arten im Bereich der Ausbaustrecke.

Während bei den *Bathyporeia* im Referenzgebiet eine im Vergleich zur Ausbaustrecke weniger ausgeprägte interannuelle Dynamik verzeichnet wurde, war im Hinblick auf die Oligochaeta die zeitgleiche Entwicklung im Referenzgebiet gegenläufig. Qualitativ veränderte sich die Gesellschaft derart, dass ein jährlicher Anstieg in der Taxazahl registriert worden ist; bspw. in der Fahrinnen-Mitte ein Arten-Zuwachs (Oligochaeta) von 2001 auf 2003 um 140%. Die mittlere Gesamtdichte der Oligochaetenfauna stagnierte in den ersten zwei Jahren in der Größenordnung von 10^3 Ind./m². In 2003 dann ein spontaner Anstieg der Abundanz auf knapp 10^4 Ind./m². Aufgrund der mehr oder weniger beständigen Sedimentzusammensetzung dominierten wechselnde „Sandarten“: Anfangs *Propappus volki* und *Enchytraeus* spp., 2001 mit *Aktedrilus monospermathecus* (Tubificidae) ein „mariner“ Oligochaet, der erstmalig so weit stromauf beobachtet worden ist. Ab 2002 mehr oder weniger alle drei genannten Spezies und im Berichtsjahr 2003 eine erneute Dominanz von *Propappus volki*.

Der Prozess im Baggerabschnitt liegt insbesondere im Hinblick auf die Organismen der 250 µm-Fraktion durchaus im Rahmen angenommener Wirkungen intensiver Baggertätigkeiten. Anfangs, nach einer starken Störung, ein rasantes Wachstum, höhere Taxazahl, dann die (erwartete) Umkehr: Ein schneller Rückgang der hohen Individuendichten. Die qualitative Degradation, d. h. die Artenreduktion setzte bereits früh ein. Fraglich bleibt in diesem Zusammenhang, ob sich das System bzw. die Benthosgemeinschaft auch schon vor den Vertiefungsmaßnahmen aufgrund der Unterhaltungsbaggerungen in einen solchen ‚instabilien‘ Zustand befand.

Ob eine Kausalität zwischen Ausbau und späterem, prognostizierten erhöhten Unterhaltungsaufwand besteht, ist derzeit unklar, da bereits vor der Maßnahme, zumindest ab 1997 die Unterhaltungsbaggermengen sehr hoch waren. In Abb. 18 sind die Volumen [m³] für die Ausbaustrecke ab Januar 1997 als Monatssummen bis in den Berichtszeitraum zusammengestellt. Exemplarisch beschränkt sich die Darstellung auf die Steuerbordseite (Grün) der Fahrinne (tendenziell sind Backbord analoge Volumina gebaggert worden; in der zentralen Fahrinne dagegen weniger).

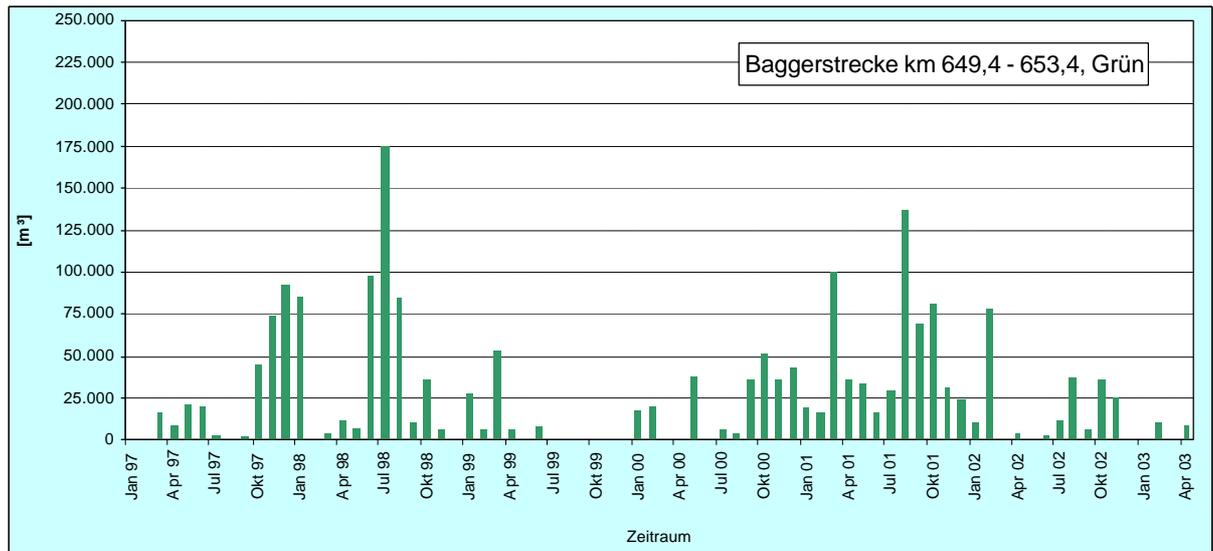


Abb. 18: Monatliche Entnahmemolumina [m³] in der Baggerstrecke seit Januar 1997 bis Mai 2003 (Angaben gem. WSA HH).

Wie aus Abb. 18 ersichtlich wird, ist die Ausbaumenge (vgl. Jahr 1999) sehr viel niedriger ausgefallen als die Unterhaltungsvolumina. Insbesondere die Jahre 1998 und 2001 fallen durch sehr große Entnahmemolumina auf.

In UVU-MATERIALBAND IIb und VII (1997) ist die Entwicklung eines ausbaubedingten Unterhaltungsmehraufwands prognostiziert worden. Hier Zitate dazu, in der Reihenfolge für die Untersuchungsabschnitte III und IV der UVU:

„Unterhalb Strom-km (N) 646 bis leicht über das Ende des Untersuchungsabschnittes (Strom-km (N) 651) wird die ausbaubedingte Unterhaltungsbaggerung zunehmen. Wie im vorherigen Abschnitt wird die Fahrrinne verbreitert und durch die Flächenzunahme der Aufwand erhöht. Für die ersten Jahre nach dem Ausbau ist mit einem beidseitigen Gradientrieb in die Fahrrinne zu rechnen“ (UVU-MATERIALBAND VII 1997: Seite 454 – 455).

„Grundsätzlich ist mit der Sohlenaufweitung auch eine Erhöhung der mittleren Unterhaltungsbaggermengen verknüpft. Verstärkt wird dieser Trend zu einem höheren Unterhaltungsaufwand noch durch den seitlichen Eintrieb von Flankenmaterial, der zeitlich begrenzt ist (für die Dauer des morphologischen Nachlaufs). ... Darüber hinaus bewertet der Gutachter (UVU-MATERIALBAND IIb 1997) die Fahrrinnenaufweitungen in gewissen Kernbereichen als besonders kritisch, da hierdurch zunächst ein erhöhter Materialeintrieb (morphologischer Nachlauf, „Seitendenudation“) erfolgen wird“ (UVU-MATERIALBAND VII 1997: Seite 456 – 457).

„Wenn sich die Unterhaltungsintensität auf wenige (≤ 4 Baggerungen a^{-1}) reduzieren lässt, wird sich zumindest eine individuen- und biomassereichere Infauna etablieren können“ (UVU-MATERIALBAND VII 1997: Seite 457).

In der Ausbaustrecke war die Eingriffsfrequenz grundsätzlich > 4 Baggerungen/Jahr (vgl. Abb. 18), folglich ist eine Degradation eingetreten. Bezeichnenderweise ist dieser negative, biozönotische Effekt auf den Baggerabschnitt begrenzt gewesen. Im Referenzbereich erfolgte eine solche Degrada-

dation der Oligochaetenfauna offenbar nicht, sondern eine positiv gegenläufige Entwicklung der Populationsparameter. Die lokale Unterhaltungsintensität entsprach der oben zitierten Größe von ≤ 4 Baggerungen a^{-1} und die Entnahmeholumina lagen im Mittel unter $5 \times 10^3 \text{ m}^3$. Und tatsächlich hat sich im Referenzgebiet eine individuen- und artenreichere Oligochaetenfauna zeitgleich entwickelt.

Abschließend noch ein Wort zur Bewertung der Untersuchungsabschnitte (= UA) nach UVU-MATERIALBAND VII (1997). Wie bereits zitiert, ist UA III mit einer „geringen“ und UA IV mit einer „mittleren“ Wertigkeit eingestuft worden. Diese qualitative Klassifizierung bezieht sich auf einen großen Untersuchungsabschnitt von 20 bis 30 km Länge und im Querprofil auf das Eu- und Sublitoral (räumlich, also dreidimensional). Das Bewertungsraster selbst ist multifaktoriell, grundsätzlich qualitativ und bewertet primär das Artniveau und diverse ökologische Funktionen. Die Eingaben basieren auf eigenen (damaligen) Untersuchungen sowie Literaturangaben ab 1978. Aufgrund der Ausdehnung des Raums präsentiert die Einstufung/Wertung einen „Mittelwert“. Soweit in Kurzform.

Durch den Eingriff ist für die Ausbaustrecke eine Degradation, eine „sehr geringe Wertigkeit“ prognostiziert worden. Nach Abschluss der Baumaßnahme und einer max. 3-jährigen Wiederbesiedlungsperiode sollte sich der Ausgangszustand einer „geringen Wertigkeit“ wieder eingestellt haben. Der Referenzbereich sollte dagegen auf dem „geringen“ Wertungsniveau verharren (ohne Eingriff). In Anbetracht der gegenläufigen Entwicklung der Populationsparameter in den Teilgebieten dürfte die AusbauBaggerstrecke heute qualitativ noch unterhalb der Ausgangsbewertung stehen, während das Referenzgebiet unter Berücksichtigung beider Organismenfraktionen darüber rangiert. D. h., der Baggerbereich entspricht aktuell einer „sehr geringen“ Wertigkeit. Der Referenzabschnitt tendiert zur Zeit, v. a. aufgrund der festgestellten Oligochaeta-Gemeinschaft, mehr zu einer „mittleren“ als zu einer „geringen“ Wertigkeit. Er muss auf jeden Fall qualitativ besser „benotet“ werden als die Ausbaustrecke. Auf der Grundlage der Ergebnisse der 1000 μm -Fraktion lässt sich eine solche Einschätzung für die Referenz nicht treffen.

6. Schlussfolgerungen

Im Bereich der Fahrinne 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 Ausbaustrecke (ausbaubedingt), sondern auch im Referenzbereich deutlich erhöht haben. Die in 2001 dokumentierte Tiefsituation hat sich in 2002 und 2003 nicht mehr verändert.

Es erfolgte ebenfalls, wenngleich in unterschiedlicher Deutlichkeit, eine Veränderung der Sedimentstruktur, die sich 2001 auf der Ausbaustrecke 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 Ausbaustrecke sowie der Feinsandanteil im Referenzbereich wieder gegenüber 2001. Eine grundsätzliche Veränderung der Sedimenttypen trat im Vergleich zu den Vorjahren in beiden Teilbereichen bis 2002 nicht auf. In 2003 wurden in beiden Teilgebieten deutlichere Veränderungen verzeichnet. So erhöhte sich der Sandanteil, insbesondere der Mittelsandanteil im Bereich der Ausbaustrecke gegenüber den Vorjahren relativ deutlich. Ein analoges Ergebnis wurde auch für die Referenz dokumentiert: hier erfolgte in 2003 ein Wechsel von zuvor prägenden Fein- und Mittelsanden zu deutlich höheren Grobsandanteilen. Die Gründe für die v.a. in 2003 eingetretenen Veränderungen sind nicht offensichtlich. Ein Zusammenhang mit Unterhaltungsbaggerungen ist nicht ganz auszuschließen, allerdings war die Baggerintensität im Vergleich zu den Vorjahren deutlich geringer.

Die Betrachtung der Baggermengen hat gezeigt, dass im Bereich der Ausbaustrecke sowohl vor der Ausbaumaßnahme als auch danach hohe Baggermengen (im Rahmen der Fahrrinnenunterhaltung) anfielen. Es wird zudem deutlich, dass sich die Vertiefungsmaßnahme in 1999/2000 im Zeitraum von 1997 – 2003 nicht durch höhere Baggermengen abhebt. Im Gegenteil fielen in 1999 sogar die geringsten Baggermengen an, während sowohl 1998 als auch 2001 besonders hohe Mengen im Rahmen der Fahrrinnenunterhaltung gebaggert wurden (Abb. 19). Die intensivsten Baggerungen erfolgten dabei nach 1999 durchgängig am linken Fahrrinnenrand (Grün).

Abb. 20 veranschaulicht die Baggermengen, die seit 1997 bis Mai 2003 im Rahmen der Fahrrinnenunterhaltung im Referenzbereich anfielen. Im Vergleich zur Ausbaustrecke unterlag dieser Fahrrinnenabschnitt insgesamt wesentlich geringeren Baggeraktivitäten. Trotz dieser geringen Baggermengen hat sich der Referenzbereich aber in ähnlichem Umfang nach 1999 eingetieft; möglicherweise ist dies auf ‚natürliche‘ morphodynamische Prozesse zurückzuführen.

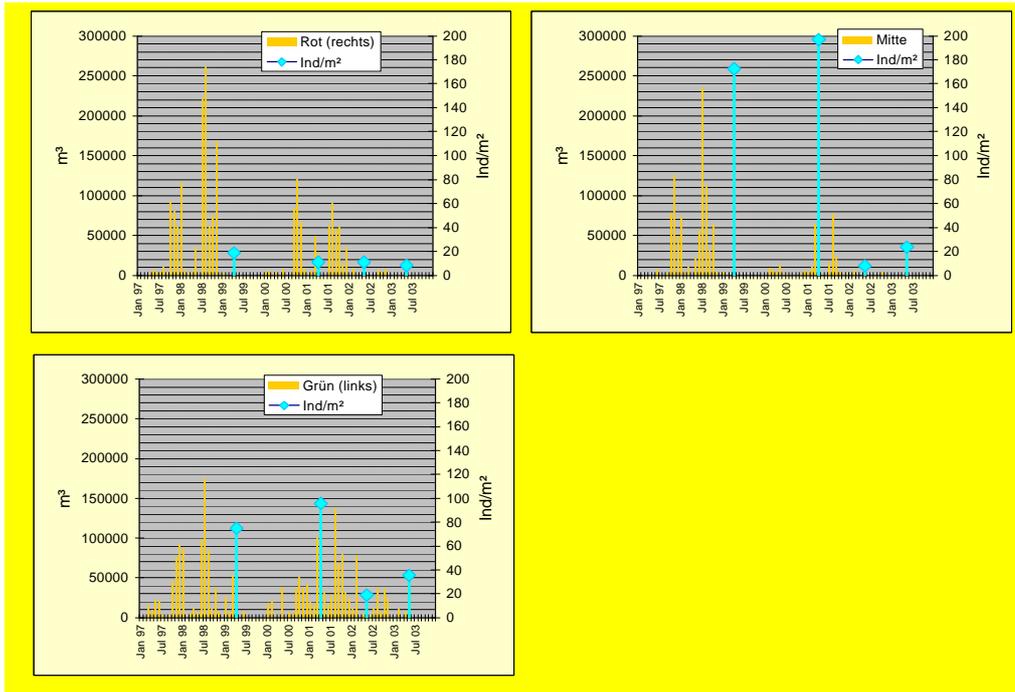


Abb. 19: Umfang der Unterhaltungs- und Ausbaubaggerungen und Makrozoobenthosdichten (1000µm-Fraktion) in der Unterelbe im Abschnitt km 648,5 – km 653 (Ausbaubereich), Angaben in m³/Monat 1997 – Mai 2003. Elbeabwärts gesehen: linker Fahrrinnenbereich (grün), Fahrrinnenmitte (Mitte) und rechter Fahrrinnenbereich (rot). Quelle Baggermengen: WSA Hamburg.

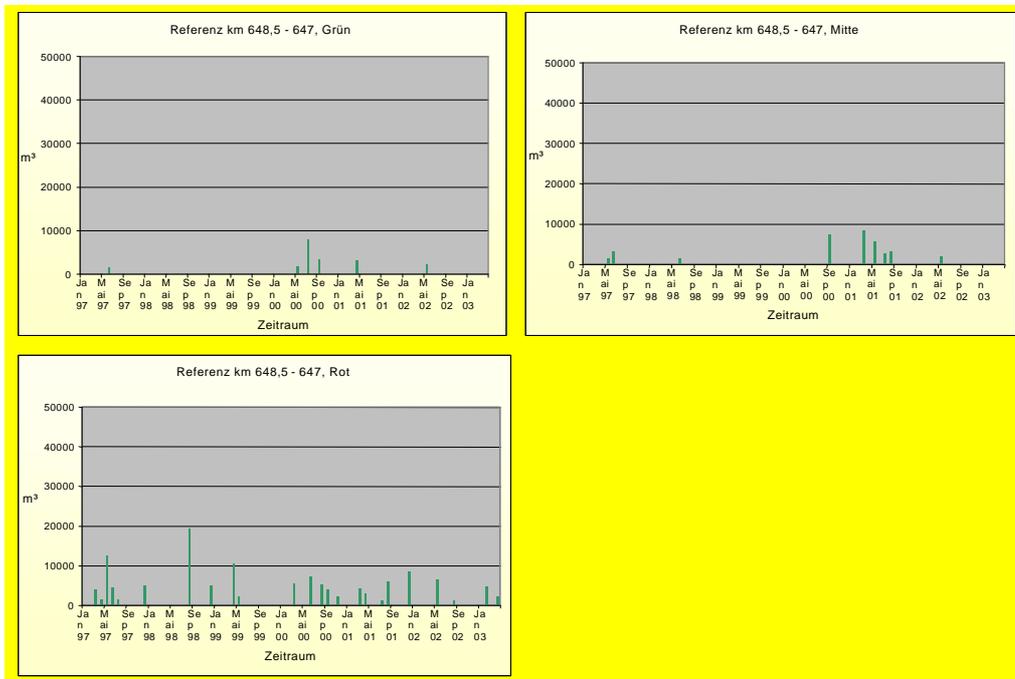


Abb. 20: Umfang der Unterhaltungs- und Ausbaubaggerungen in der Unterelbe im Abschnitt km 648– km 649 (Referenz), Angaben in m³/Monat 1997 – Mai 2003. Elbeabwärts gesehen: linker Fahrrinnenbereich (grün), Fahrrinnenmitte (Mitte) und rechter Fahrrinnenbereich (rot). Bitte andere Skalierung als in Abb. 19 beachten.

1000µm-Fraktion (Greifer)

Schon in 1999 konnten quantitative Unterschiede zwischen den Untersuchungsgebieten mit einer deutlich höheren Besiedlungsdichte im Bereich der Ausbaustrecke dokumentiert werden. Die Unterschiede verringerten sich in 2003 zwar, blieben aber tendenziell erhalten. Bezüglich der Dominanzstrukturen zeigten sich Unterschiede zwischen den Teilgebieten, die z.T. vermutlich auf die unterschiedlichen Sedimentstrukturen zurückzuführen sind. So dominierten ‚Feinsandarten‘ wie *Bathyporeia pilosa*, der in diesem Elbeabschnitt zu den prägenden Faunenelemente gehört, die feinsandigen Stationen der Ausbaustrecke und kam dort daher in deutlich höherer Anzahl vor als auf der mittelsandgeprägten Referenz. Der Polychaet *Marenzelleria* cf. *viridis* 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 Ausbaustrecke und Referenzgebiet eingeschränkt.

Der bisherige Vergleich der Besiedlungskennwerte zwischen Referenz und Ausbaustrecke einerseits und die Betrachtung der gebietsinternen Entwicklung der Benthosgemeinschaft im Bereich der Ausbaustrecke andererseits, lässt keine offensichtlichen Wirkungen der Vertiefungsbaggerungen erkennbar werden. Dies hat v.a. folgende Gründe: die schon vor und nach der Vertiefung (bis 1998 bzw. ab 2000) intensive Unterhaltungsbaggerung und die im Vergleich eher mäßig intensive Vertiefungsbaggerung, deren Mengen gegenüber den Unterhaltungsbaggerungen nicht erhöht waren. Abb. 19 zeigt die monatlichen Baggermengen und die zum Zeitpunkt der faunistischen Untersuchungen festgestellten Gesamtbesiedlungsdichten (1000µm-Fraktion) differenziert nach Fahrinnenseite. Die Makrozoobenthos-Besiedlungsdichten zeigen sowohl auf der Raumskala als auch auf der Zeitskala sehr indifferente Ergebnisse, scheinbar ohne erkennbaren Zusammenhang zu den Baggerungen. So sind beispielsweise vergleichsweise hohe Besiedlungsdichten sowohl nach intensiven, als auch nach geringen Baggerintensitäten erkennbar. Zu dem erfolgte nach 2001 ein deutlicher Individuenrückgang (v. a. in der Fahrinnenmitte), trotz dortiger weniger umfangreicher Baggerungen.

Anders als bei der Betrachtung der Gesamtbesiedlung können artspezifische Reaktionen auf die Baggerungen nicht ausgeschlossen werden. Dieses ergibt eine differenzierte Betrachtung der Entwicklung der in diesem Elbeabschnitt charakteristischen Taxa (*Bathyporeia*, *Gammarus* - Crustacea und *Marenzelleria* – Polychaeta). In Abb. 21 wird auf dieser Betrachtungsebene ein Zusammenhang zwischen Baggerintensität und Entwicklung der Besiedlungsdichte erkennbar.

Die Ergebnisse zeigen ganz unterschiedliche Entwicklungen: während sowohl *Marenzelleria* cf. *viridis* als auch mit Einschränkung (s.u.) *Gammarus zaddachi* auf zunehmende Baggeraktivitäten mit Abundanzrückgängen zu reagieren scheinen, zeigten die *Bathyporeia*-Arten ein offensichtlich konträres Verhalten. Ihre Besiedlungsdichte stieg trotz in 2001 höherer Baggerintensität und reduzierte sich wieder mit der Abnahme der Baggermenge (Abb. 21, *B. pilosa*, *B. elegans*).

Trotz ähnlicher Reaktionen auf intensive Baggerungen bei den beiden oben erstgenannten Arten können aber auch hier Unterschiede benannt werden. So verharrte die Besiedlungsdichte von *Marenzelleria* ab 2001 trotz abnehmender Baggermengen auf einem sehr niedrigen Niveau, während *Gammarus zaddachi* offensichtlich bei nachlassenden Störungen schneller in der Lage ist, die Habitate wieder zu besiedeln. Bei vergleichsweise geringer Baggerintensität stieg die Besiedlungsdichte in 2003 gegenüber 2001 wieder deutlich an. Ob es sich hier um einen tatsächlichen Zusammenhang oder um ein Zufallsergebnis handelt, ist auf der Basis dieses Datensatzes nicht zu klären.

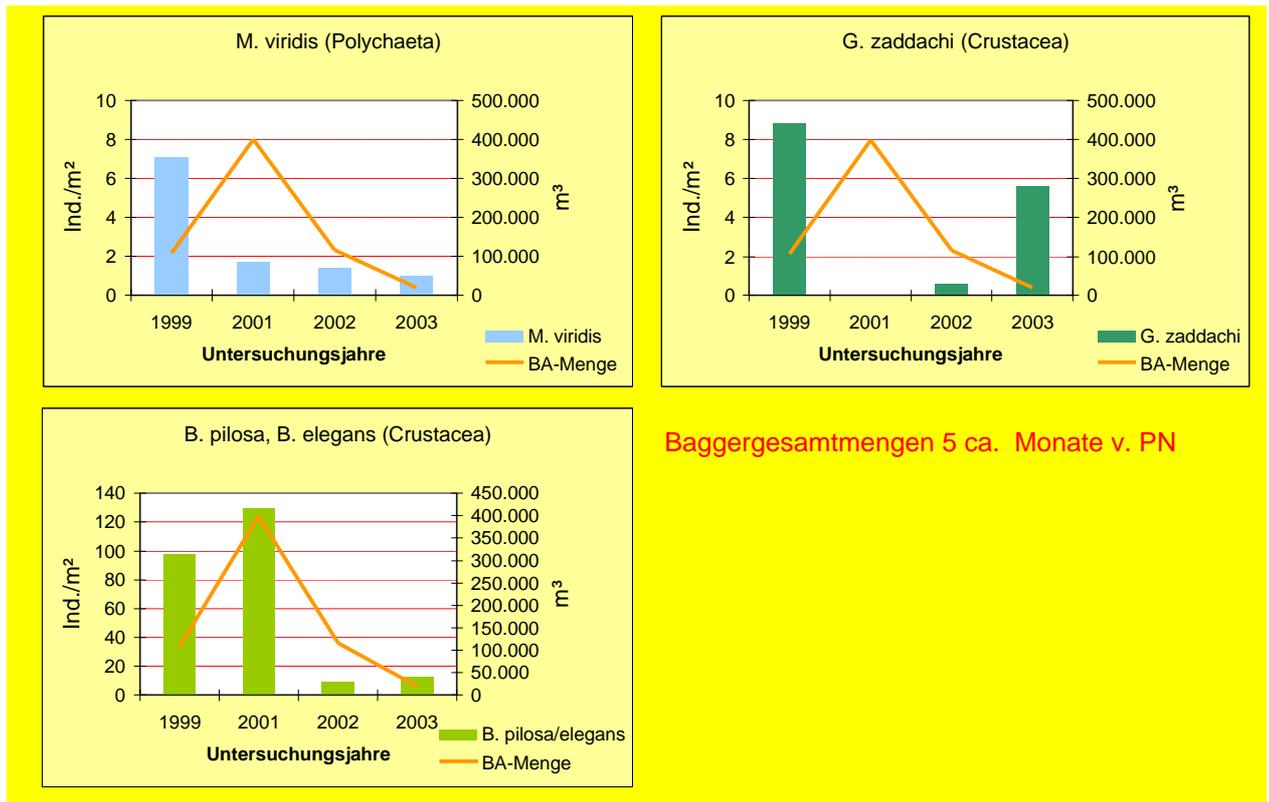


Abb. 21: Baggermengen (als Gesamtmenge 5 Monate vor Benthosbeprobung) und Entwicklung der Besiedlungsdichte verschiedener für die Unterelbe charakteristischer Makrozoobenthos-Arten in der AusbauAusbaustrücke zwischen km 648,5 und km 653.

Die Betrachtung auf Artebene lässt aber einen Zusammenhang mit den Baggeraktivitäten derzeit auch insofern plausibel erscheinen, als einerseits die räumliche und zeitliche Besiedlungsvariabilität im Referenzbereich vergleichsweise schwächer war und andererseits bei dort seit 1998 durchgängig sehr geringer Unterhaltungsintensität (Abb. 22) kein kontinuierlicher Rückgang der *Marenzelleria*-Abundanz verzeichnet wurde. Allerdings wird auch erkennbar, dass die interannuelle Besiedlungsvariabilität v.a. des Gammariden *G. zaddachi* im Referenzbereich auch ohne intensive Störungen ähnlich ausgeprägt war wie diejenige im Ausbaubereich. Hierdurch wird die Aussagekraft im Hinblick auf die Wirkungen der Baggerungen für diese Art eingeschränkt (vgl. Abb. 21 und Abb. 22).

Zusammenfassend können auf der Basis der bisherigen Befunde eingeschränkt Hinweise auf verschiedene Reaktionsmuster der Benthosarten (1000µm-Fraktion) im Hinblick auf Störungen durch länger andauernde intensive Baggerungen grob unterschieden werden:

- starke Förderung nach baggerungsbedingten Störungen (Crustacea: *Bathyporeia*) unter der Voraussetzung einer weitgehend gleichbleibenden Sedimentzusammensetzung (Fein- Mittelsande),
- Beeinträchtigung durch baggerungsbedingte Störungen, aber zügige Wiederbesiedlung bei nur noch geringen Störungen möglich (u.a. Crustacea: *Gammarus*),

- Beeinträchtigung durch baggerungsbedingte Störungen, aber längere Wiederbesiedlungsdauer bei nur noch geringen Störungen (u. a. Polychaeta),
- Beeinträchtigung durch baggerungsbedingte Störungen, langfristiges Ausbleiben (u. U. Muscheln?).

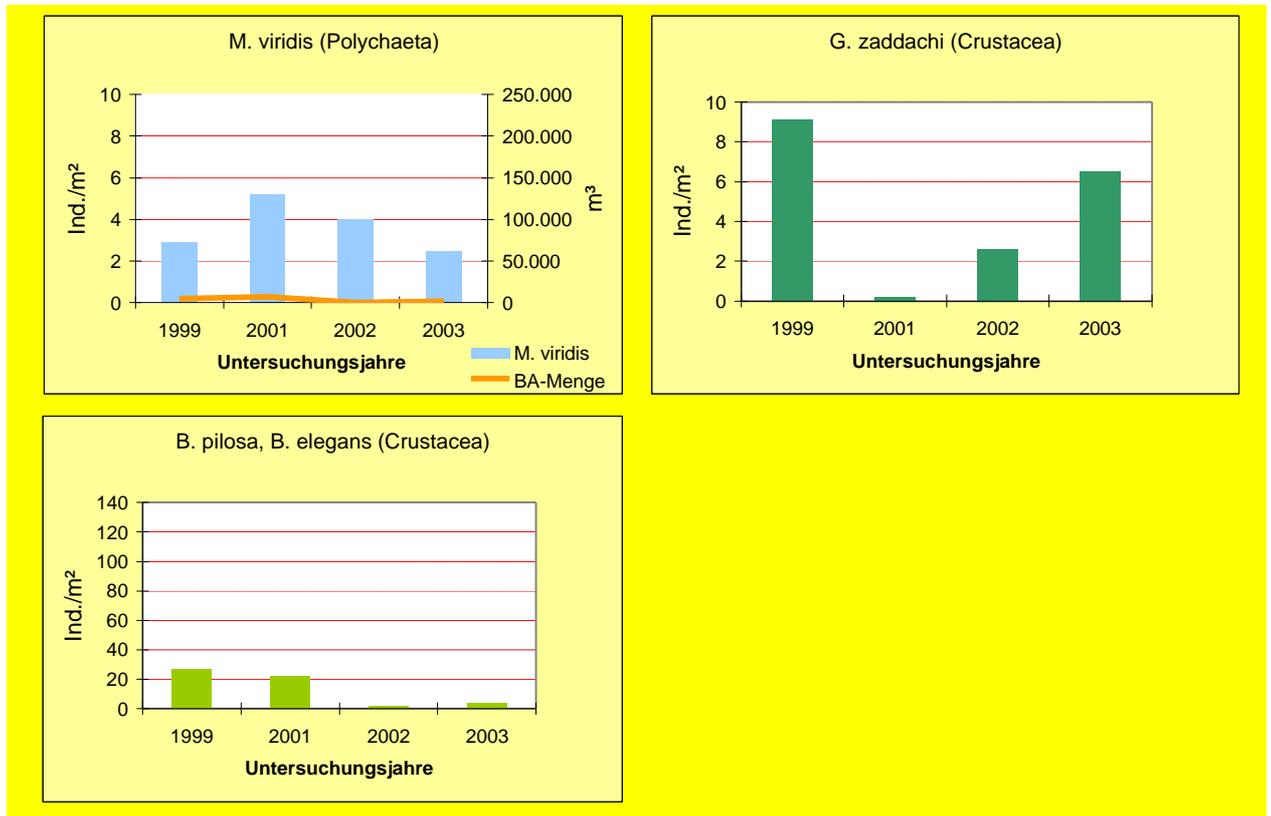


Abb. 22: Baggermengen (als Gesamtmenge 5 Monate vor Benthosbeprobung) und Entwicklung der Besiedlungsdichte verschiedener für die Unterelbe charakteristischer Makrozoobenthos-Arten in der Referenzstrecke zwischen km 647 und km 648,5.

Hinweise auf die ersten drei genannten Reaktionsmuster können aus den vorliegenden Daten abgeleitet werden. Allerdings muß ebenfalls hervorgehoben werden, dass die Ergebnisse auch durch eine ausgeprägte interannuelle (natürliche) Variabilität hervorgerufen sein könnten; für diese Annahme ergeben sich ebenfalls gewisse Hinweise, wie beispielsweise die starke Abnahme von *G. zaddachi* von 1999 auf 2001 im Referenzbereich (s.o.). Insgesamt ist anzumerken, dass alle Annahmen bislang ‚nur‘ auf einem 4-jährigen Datensatz beruhen.

Ob Arten durch die Baggerungen vollständig verschwinden bzw. bereits schon verschwunden waren, ist für langlebige Arten mit geringem Reproduktionspotenzial (Muscheln) zwar anzunehmen, jedoch auf der Grundlage des vorliegenden Datensatzes nicht zu diskutieren bzw. zu belegen, da solche Arten schon 1999 (status-quo) und auch im Referenzgebiet nicht nachgewiesen wurden.

Die intensiven Baggerungen haben nicht zu einer Verödung der Fahrinne geführt. Das zeigt der Vergleich mit dem entsprechenden Referenz-Abschnitt. Die Besiedlungskennwerte der 1000µm-

Fraktion lagen sogar überwiegend über denen der Referenz. Die Rahmenbedingungen lassen allerdings eine isolierte Bewertung der Wirkung der Vertiefungsarbeiten nicht zu, da wie oben benannt, die Unterhaltungsbaggerungen im Untersuchungsbereich z.T. deutlich intensiver waren als die eigentliche Vertiefung. Die Ergebnisse liefern aber dennoch wertvolle Hinweise auf die grundsätzlichen Wirkungen von Baggerungen auf das Makrozoobenthos. So ist wahrscheinlich, dass intensive Baggerungen die Struktur der Gemeinschaft verändern, die räumliche und zeitliche Variabilität erhöhen und einige Arten auch längerfristig beeinträchtigen.

250µm-Fraktion (Stechrohre)

Die Dominanzstruktur der Oligochaeta war im Vergleich der Teilgebiete verschiedenartig. Während im Referenzabschnitt entsprechend der mehr oder weniger monotypischen Substratprägung stenotope Sandarten wie *Propappus volki*, *Enchytraeus* spp., *Aktedrilus monospermathecus* u. a. dominierten (interannuell in abwechselnder Hierarchie), sind in den heterogeneren, schluffhaltigen Sedimenten der Baggerstrecke eurytope Tubificiden aus der Gattung *Limnodrilus*, wie *L. hoffmeisteri* und *L. profundicola* über die Zeit konstant aufgetreten. Darüber hinaus war die Gesellschaft sehr bescheiden strukturiert – tendenziell artenarm. Bestandsbildend waren ausschließlich nicht geschlechtsreife Tubificiden.

Wie bei den Taxazahlen so traten auch bei den Abundanzen zwei Merkmale hervor: Im Baggerbereich kam es nach dem Ausbau bis 2002 zu einem Anstieg der mittleren Individuendichten, der sich in 2003 nicht fortsetzte, sondern in sich zusammenfiel.

Im Referenzraum ist die Besiedlungsdichte von Jahr zu Jahr dagegen angestiegen. Im dortigen Randbereich der Fahrinne hat sich der mittlere Individuenbestand jedes Jahr mehr als verdreifacht: von 3×10^3 über 7×10^3 bis 2×10^4 Ind./m²/Station. In der Fahrinnen-Mitte stagnierte die Wohndichte bis 2002 bei rd. 10^3 Ind./m², um in 2003 spontan auf 7×10^3 Ind./m² anzusteigen.

Die Besiedlungskennwerte der Baggerstrecke hatten in 2001 also der 1. Untersuchung nach der Vertiefungsmaßnahme, der durch vergleichsweise unterdurchschnittliche Baggerintensitäten gekennzeichnet war, und auch in 2002 eine ähnliche Entwicklung gezeigt wie die Referenz: hohe Artenzahlen in 2001, noch höhere Individuendichten bis 2002. Der Anstieg der Kennwerte auf der Baggerstrecke erfolgte dabei trotz der v.a. in 2001 intensiven Unterhaltungsbaggerungen.

In 2003 wurden dann deutliche Unterschiede zwischen Baggerstrecke und Referenz verzeichnet: die mittleren Individuenzahlen waren in 2003 im Abschnitt der Referenz um den Faktor 2 bis 3 höher als in der Ausbaustrecke.

Die Gründe für die teilweise ähnlichen, teilweise gegenläufigen Trend-/Dichtekurven zwischen Bagger- und Referenzbereich sind auf der derzeitigen Datenbasis nicht eindeutig zu benennen. Eine Wirkung der im Rahmen der Untersuchung erfolgten Baggertätigkeiten auf die Oligochaetenfauna ist jedoch nicht auszuschließen wobei die intensive Unterhaltungsbaggerei wahrscheinlich erheblicher und nachhaltiger ist, als es der Eingriff im Rahmen der eigentlichen Ausbau Fahrinnenanpassung war. In der Baggerstrecke sind ausbau- und unterhaltungsbedingt erhebliche Sedimentvolumina jährlich entnommen worden. Größenordnungsmäßig liegen die Baggermengen um ein bis drei Zehnerpotenzen über dem Unterhaltungsaufwand im Referenzbereich und die Baggerfrequenz ist sehr viel höher. Infolgedessen kann sich im Bereich der Ausbaustrecke nur eine Fauna halten, die

die ständigen Individuenverluste durch eine ganzjährige und hohe Reproduktion und/oder Mobilität ausgleichen kann. Das sind die sog. r-Strategen und/oder Opportunisten. Auf die Tubificiden trifft das Merkmal Reproduktion uneingeschränkt zu, die Mobilität ist im Vergleich mit *Bathyporeia* aber begrenzt. Möglicherweise ist das der Grund, weshalb die Gattung *Limnodrilus* im Eingriffsgebiet noch die einzigen Arten mit nennenswerten Abundanzen stellt. Charakteristisch ist auch die interannuelle Variabilität der Individuen- und Taxazahlen. Opportunistische Gesellschaften/r-Strategen erobern entsiedelte Räume durch ihre enorme Fortpflanzungskapazität und gute Mobilität. Charakteristisch sind sehr spontane Bestandsveränderungen, sowohl in die eine wie die andere Richtung (Vermehrungsrate $\uparrow\uparrow$, Mortalität $\uparrow\uparrow$).

Die vorstehende These ist eine Variante; eine weitere kann in der Variabilität biologischer Datensätze liegen. Besonders Ästuare, wie die Tideelbe, sind durch ständige Veränderungen zu charakterisieren - qualitativ wie quantitativ. Letztendlich kann das Ergebnis des aktuellen Berichtszeitraums im natürlichen Schwankungsbereich liegen, dann wären die rückläufigen Individuenzahlen Oligochaeta in der Baggerstrecke für 2003 zu relativieren, was durchaus im Bereich des Möglichen liegen kann.

Die Ergebnisse der 250 μ m-Fraktion lassen also aufgrund hoher räumlicher und zeitlicher Variabilität der faunistischen Besiedlung der Baggerstrecke und der Referenz sowie aufgrund der statistisch nicht abgesicherten Trendbetrachtung letztlich noch keine eindeutigen Aussagen zu.

Fazit

Aufgrund der vor und nach der Maßnahme z.T. deutlich höheren Baggerintensität im Rahmen der Fahrrinnenunterhaltung ist anzumerken, dass mögliche Wirkungen auf die bodenlebende Wirbellosenfauna der Vertiefungsmaßnahme nicht von solchen der Unterhaltungsbaggerungen abgegrenzt werden können. Die Befunde zeigen, dass es in Bezug auf einzelne Taxagruppen- bzw. z.T. auch artspezifisch Hinweise auf möglicherweise unterschiedliche bzw. gegensätzliche Wirkungen (starke Beeinträchtigung bis hin zu einer scheinbaren Förderung) gibt. Solche Hinweise ließen sich allerdings erstmals in 2003 auf der Basis mehrerer Datensätze etwas klarer identifizieren. Um zu belastbareren Aussagen im Hinblick auf die Wirkungen von Baggertätigkeiten (unabhängig von deren Anlass) auf die bodenlebende Wirbellosenfauna (1000 μ m- und 250 μ m-Fraktion) zu kommen, ist u. E. die Fortführung der Untersuchungen in 2004 sinnvoll.

7. 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.
- BIOCONSULT (2002): Makrozoobenthos in der Außen- und Unterelbe. Fahrinne Unterelbe (km 647 - km 653). Ergebnisse Frühjahr 2001 und Vergleich 1999-2001. Auftraggeber WSA Hamburg.
- BIOCONSULT (2003): Makrozoobenthos in der Außen- und Unterelbe. Fahrinne Unterelbe (km 647 - km 653). Ergebnisse Frühjahr 2002 und Vergleich 1999-2002. Auftraggeber WSA Hamburg.
- BIOCONSULT (2004): Monitoring des Zoobenthos im Einbringungsbereich von Hamburger Baggergut bei Neßsand in der Unterelbe. Zusammenfassender Bericht der Untersuchungen 2000 – 2002 - Auftraggeber FH Hamburg, Wirtschaftsbehörde, Amt Strom- und Hafenbau.
- BLUHM, H. (1990): Analyse zyklischer Wiederbesiedlungsvorgänge am Beispiel sublitoraler Makrobenthosgemeinschaften in der Flensburger Förde. – Diss. math.-nat. Fak. CAU Kiel (unveröff.): 257 S.
- DZWILLO, M. (1966): Oligochaeten im marinen Raum. – Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerhaven Sonderbd. 2: 155-160.
- GIERE, O. & PFANNKUCHE, O. (1982): Biology and ecology of marine oligochaeta. A review. – Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. 20: 173-308.
- 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.
- SCHELLENBERG, A. (1942): Krebstiere oder Crustacea.- In: Dahl, F. (Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands 40. Gustav Fischer, Jena.
- TISCHLER, W. (1976): Einführung in die Ökologie. – G. Fischer Verlag, Stuttgart, New York: 307 S.
- UVU-MATERIALBAND IIb (1997): UVU zur Anpassung der Fahrrinne der Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt. Fachgutachten Wasserbauliche Materialumlagerungen. I. A. der WSV Kiel, WSA Hamburg, Amt Strom- und Hafengebäude, Hamburg und Planungsgruppe Ökologie und Umwelt Nord, Hamburg. - HGU Hamburg.
- 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 Hafengebäude, 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 Hafengebäude, Hamburg und Planungsgruppe Ökologie und Umwelt Nord, Hamburg. - Inst. f. Hydrobiol. u. Fisch.wiss. d. Univ. Hamburg und Krieg, HUUG Tangstedt: 567 S.

Anhang

Anhang I:

1a: Rahmenparameter der Probenahme vom April 2003

1b: Sedimentansprache

1c: Sondenmesswerte einzelner Stationen der Unterelbe

Anhang II: Abundanzen an den untersuchten Stationen der Unterelbe

2a: Makrozoobenthosdaten 1000 μ m-Fraktion Ausbaustrecke Fahrinne

2b: Makrozoobenthosdaten 1000 μ m-Fraktion Tiefwasserstationen Fahrinne

2c: Makrozoobenthosdaten 1000 μ m-Fraktion Referenz Fahrinne

2d: Makrozoobenthosdaten 250 μ m-Fraktion Ausbaustrecke Fahrinne

2e: Makrozoobenthosdaten 250 μ m-Fraktion Tiefwasserstationen Fahrinne

2f: Makrozoobenthosdaten 250 μ m-Fraktion Referenz Fahrinne

Anhang III:

Übersichtskarte zur Lage der Probenahmestationen in der Unterelbe

Anhang 1a: Rahmenparameter der Probenahme vom April 2003

Station Nr.	Position N Position E	Datum/ Uhrzeit	Wassertiefe (m) auf SKN	Tidephase	Wind	Wetter
L 18-1	53°37,133 9°33,116	29.04.2003 09:04	14,8	fallend	SW 4-5	bedeckt
L 18-2		29.04.2003 09:10	14,8	fallend	SW 4-5	bedeckt
L 18-3		29.04.2003 10:33	14,8	Stauwasser	SW 4-5	bedeckt
L 18-4		29.04.2003 10:34	14,8	Stauwasser	SW 4-5	bedeckt
L 18-5		29.04.2003 10:39	14,9	steigend	SW 4-5	bedeckt
L 18-6		29.04.2003 10:41	15	steigend	SW 4-5	bedeckt
L 19-1	53°36,820 9°33,380	29.04.2003 10:55	12,1	steigend	SW 5	bedeckt, Regen
L 19-2		29.04.2003 10:57	12	steigend	SW 5	bedeckt, Regen
L 19-3		29.04.2003 11:00	14,9	steigend	SW 5	bedeckt, Regen
L 19-4		29.04.2003 11:02	12	steigend	SW 5	bedeckt, Regen
L 19-5		29.04.2003 11:05	14,6	steigend	SW 5	bedeckt, Regen
L 19-6		29.04.2003 11:09	14,4	steigend	SW 5	bedeckt, Regen
L 20-1	53°36,897 9°33,532	29.04.2003 11:16	14,5	steigend	SW 5	bedeckt, Regen
L 20-2		29.04.2003 11:18	14,6	steigend	SW 5	bedeckt, Regen
L 20-3		29.04.2003 11:21	14,7	steigend	SW 5	bedeckt, Regen
L 20-4		29.04.2003 11:25	14,6	steigend	SW 5	bedeckt, Regen
L 20-5		29.04.2003 11:28	14,7	steigend	SW 5	bedeckt, Regen
L 20-6		29.04.2003 11:39	14,6	steigend	SW 5	bedeckt, Regen
L 21-1	53°36,969 9°33,664	29.04.2003 12:50	14,6	steigend	SW 5	bedeckt
L 21-2		29.04.2003 13:04	14,4	steigend	SW 5	bedeckt
L 21-3		29.04.2003 13:13	14,5	steigend	SW 5	bedeckt
L 21-4		29.04.2003 13:15	14,7	steigend	SW 5	bedeckt
L 21-5		29.04.2003 13:19	14,6	steigend	SW 5	bedeckt
L 21-6		29.04.2003 13:35	14,5	steigend	SW 5	bedeckt
L 22-1	53°36,805 9°33,830	29.04.2003 13:48	14,3	steigend	SW 5	bedeckt
L 22-2		29.04.2003 13:54	14,2	steigend	SW 5	bedeckt
L 22-3		29.04.2003 14:01	14,3	steigend	SW 5	bedeckt
L 22-4		29.04.2003 14:12	14,3	steigend	SW 5	bedeckt
L 22-5		29.04.2003 14:21	14,3	steigend	SW 5	bedeckt
L 22-6		29.04.2003 14:28	14,2	steigend	SW 5	bedeckt

Fortsetzung Anhang 1a

Station Nr.	Position N Position E	Datum/ Uhrzeit	Wassertiefe (m) auf SKN	Tidephase	Wind	Wetter
L 24-1	53°36,558 9°33,982	29.04.2003 14:37	11	steigend	SW 5	bedeckt
L 24-2		29.04.2003 14:43	10,9	steigend	SW 5	bedeckt
L 24-3		29.04.2003 14:46	10,9	steigend	SW 5	bedeckt
L 24-4		29.04.2003 14:51	10,5	steigend	SW 5	bedeckt
L 24-5		29.04.2003 14:55	10,5	steigend	SW 5	bedeckt
L 24-6		29.04.2003 15:07	10,8	steigend	SW 5	bedeckt
L 25-1	53°36,583 9°34,170	29.04.2003 15:14	14,7	steigend	W 6	bedeckt
L 25-2		29.04.2003 15:20	14,5	steigend	W 6	bedeckt
L 25-3		29.04.2003 15:23	14,6	steigend	W 6	bedeckt
L 25-4		29.04.2003 15:26	14,5	steigend	W 6	bedeckt
L 25-5		29.04.2003 15:29	14,4	steigend	W 6	bedeckt
L 25-6		29.04.2003 15:33	14,07	steigend	W 6	bedeckt
L 26-1	53°36,616 9°34,240	29.04.2003 16:32	14,8	fallend	W 6	bedeckt
L 26-2		29.04.2003 16:35	14,6	fallend	W 6	bedeckt
L 26-3		29.04.2003 16:40	14,6	fallend	W 6	bedeckt
L 26-4		29.04.2003 16:56	14,7	fallend	W 6	bedeckt
L 26-5		29.04.2003 16:58	14,7	fallend	W 6	bedeckt
L 26-6		29.04.2003 17:02	14,9	fallend	W 6	bedeckt
L 27-1	53°36,647 9°34,383	29.04.2003 15:56	13,9	fallend	W 6	bedeckt
L 27-2		29.04.2003 16:08	14	fallend	W 6	bedeckt
L 27-3		29.04.2003 16:12	13,9	fallend	W 6	bedeckt
L 27-4		29.04.2003 16:16	13,9	fallend	W 6	bedeckt
L 27-5		29.04.2003 16:19	14,1	fallend	W 6	bedeckt
L 27-6		29.04.2003 16:24	14,3	fallend	W 6	bedeckt
L 28-1	53°36,473 9°34,550	29.04.2003 17:07	14,5	fallend	W 6	bedeckt
L 28-2		29.04.2003 17:10	14,5	fallend	W 6	bedeckt
L 28-3		29.04.2003 17:13	14,6	fallend	W 6	bedeckt
L 28-4		29.04.2003 17:17	14,6	fallend	W 6	bedeckt
L 28-5		29.04.2003 17:21	14,7	fallend	W 6	bedeckt
L 28-6		29.04.2003 17:25	14,7	fallend	W 6	bedeckt

Fortsetzung Anhang 1a

Station Nr.	Position N Position E	Datum/ Uhrzeit	Wassertiefe (m) auf SKN	Tidephase	Wind	Wetter
L 30-1	53°36,307 9°34,859	30.04.2003 08:30	14,6	fallend	O 3	bedeckt
L 30-2		30.04.2003 08:34	14,5	fallend	O 3	bedeckt
L 30-3		30.04.2003 08:37	14,5	fallend	O 3	bedeckt
L 30-4		30.04.2003 08:41	14,6	fallend	O 3	bedeckt
L 30-5		30.04.2003 08:46	14,5	fallend	O 3	bedeckt
L 30-6		30.04.2003 08:49	14,7	fallend	O 3	bedeckt
L 31-1	53°36,116 9°35,114	30.04.2003 08:55	14,4	fallend	O 3	bedeckt
L 31-2		30.04.2003 08:58	14,4	fallend	O 3	bedeckt
L 31-3		30.04.2003 09:01	14,4	fallend	O 3	bedeckt
L 31-4		30.04.2003 09:03	14,4	fallend	O 3	bedeckt
L 31-5		30.04.2003 09:05	14,4	fallend	O 3	bedeckt
L 31-6		30.04.2003 09:10	14,5	fallend	O 3	bedeckt
L 32-1	53°36,131 9°35,250	30.04.2003 09:12	14,4	fallend	O 3	bedeckt
L 32-2		30.04.2003 09:15	14,5	fallend	O 3	bedeckt
L 32-3		30.04.2003 09:16	14,5	fallend	O 3	bedeckt
L 32-4		30.04.2003 09:18	14,3	fallend	O 3	bedeckt
L 32-5		30.04.2003 09:20	14,5	fallend	O 3	bedeckt
L 32-6		30.04.2003 09:24	14,5	fallend	O 3	bedeckt
L 33-1	53°36,144 9°35,392	30.04.2003 09:27	14,5	fallend	O 3	bedeckt
L 33-2		30.04.2003 09:30	14,6	fallend	O 3	bedeckt
L 33-3		30.04.2003 09:32	14,4	fallend	O 3	bedeckt
L 33-4		30.04.2003 09:38	14,4	fallend	O 3	bedeckt
L 33-5		30.04.2003 09:41	14,4	fallend	O 3	bedeckt
L 33-6		30.04.2003 09:43	14,5	fallend	O 3	bedeckt
L 34-1	53°35,949 9°35,540	30.04.2003 09:49	14,4	fallend	O 3	bedeckt
L 34-2		30.04.2003 09:51	14,5	fallend	O 3	bedeckt
L 34-3		30.04.2003 09:53	14,3	fallend	O 3	bedeckt
L 34-4		30.04.2003 09:57	14,2	fallend	O 3	bedeckt
L 34-5		30.04.2003 09:59	14,3	fallend	O 3	bedeckt
L 34-6		30.04.2003 10:01	14,3	fallend	O 3	bedeckt

Fortsetzung Anhang 1a

Station Nr.	Position N Position E	Datum/ Uhrzeit	Wassertiefe (m) auf SKN	Tidephase	Wind	Wetter
L 40-1	53°35,558 9°35,937	30.04.2003 10:20	14,4	fallend	O 3	bedeckt
L 40-2		30.04.2003 10:23	14,8	fallend	O 3	bedeckt
L 40-3		30.04.2003 10:24	14,2	fallend	O 3	bedeckt
L 40-4		30.04.2003 10:30	14,2	fallend	O 3	bedeckt
L 40-5		30.04.2003 10:32	14,4	fallend	O 3	bedeckt
L 40-6		30.04.2003 10:34	14,3	fallend	O 3	bedeckt
L 41-1	53°35,582 9°36,120	30.04.2003 10:52	15,8	fallend	O 3	bedeckt
L 41-2		30.04.2003 10:55	15,3	fallend	O 3	bedeckt
L 41-3		30.04.2003 10:57	15,4	fallend	O 3	bedeckt
L 41-4		30.04.2003 11:00	15,5	fallend	O 3	bedeckt
L 41-5		30.04.2003 11:03	15,5	fallend	O 3	bedeckt
L 41-6		30.04.2003 11:07	15,1	fallend	O 3	bedeckt
L 42-1	53°35,628 9°36,187	30.04.2003 11:11	16	Stauwasser	O 3	bedeckt
L 42-2		30.04.2003 11:14	15,7	Stauwasser	O 3	bedeckt
L 42-3		30.04.2003 11:16	15,6	Stauwasser	O 3	bedeckt
L 42-4		30.04.2003 11:19	15,7	Stauwasser	O 3	bedeckt
L 42-5		30.04.2003 11:21	15,6	Stauwasser	O 3	bedeckt
L 42-6		30.04.2003 11:25	15,8	Stauwasser	O 3	bedeckt
L 45-1	53°35,191 9°36,607	30.04.2003 12:33	14,8	steigend	O 3	bedeckt
L 45-2		30.04.2003 12:37	14,8	steigend	O 3	bedeckt
L 45-3		30.04.2003 12:55	15	steigend	O 3	bedeckt
L 45-4		30.04.2003 13:01	15	steigend	O 3	bedeckt
L 45-5		30.04.2003 13:07	14,8	steigend	O 3	bedeckt
L 45-6		30.04.2003 13:09	15	steigend	O 3	bedeckt
L 46-1	53°35,239 9°36,688	30.04.2003 13:13	14,8	steigend	O 3	bedeckt
L 46-2		30.04.2003 13:21	15,3	steigend	O 3	bedeckt
L 46-3		30.04.2003 13:30	15,3	steigend	O 3	bedeckt
L 46-4		30.04.2003 13:35	15,1	steigend	O 3	bedeckt
L 46-5		30.04.2003 13:42	15,2	steigend	O 3	bedeckt
L 46-6		30.04.2003 13:48	15,2	steigend	O 3	bedeckt

Fortsetzung Anhang 1a

Station Nr.	Position N Position E	Datum/ Uhrzeit	Wassertiefe (m) auf SKN	Tidephase	Wind	Wetter
L 47-1	53°35,279 9°36,757	30.04.2003 14:08	15,8	steigend	O 3	bedeckt
L 47-2		30.04.2003 14:17	16,1	steigend	O 3	bedeckt
L 47-3		30.04.2003 14:18	15,8	steigend	O 3	bedeckt
L 47-4		30.04.2003 14:33	15,7	steigend	O 3	bedeckt
L 47-5		30.04.2003 14:35	16	steigend	O 3	bedeckt
L 47-6		30.04.2003 14:40	15,8	steigend	O 3	bedeckt
L 48-1	53°34,967 9°37,137	30.04.2003 14:50	15,9	steigend	SO 2-3	bedeckt
L 48-2		30.04.2003 14:57	15,8	steigend	SO 2-3	bedeckt
L 48-3		30.04.2003 15:05	15,4	steigend	SO 2-3	bedeckt
L 48-4		30.04.2003 15:11	15,3	steigend	SO 2-3	bedeckt
L 48-5		30.04.2003 15:17	15,2	steigend	SO 2-3	bedeckt
L 48-6		30.04.2003 15:25	15,6	steigend	SO 2-3	bedeckt

Anhang 1b: Sedimentansprache

Stations Nr.	Befüllungs- grad [%]	Sedimentansprache [%]; + =vorhanden, aber nicht quantifizierbar)													Bemerkungen	
		Steine	gK	mK	fK	gS	mS	fS	Schlick	Klei	Schill	Torf	Detritus	Holz		
L 18-1	40							30	70							
L 18-2	50								90					10		
L 18-3	80					+	70	30	+							
L 18-4	80					+	60	40	+							
L 18-5	80						20	50	30							
L 18-6	50						10	70	20							
L 19-1	90					20	80		+							
L 19-2	70					+	20	80	+							
L 19-3	80					+	60	40	+							
L 19-4	90					+	60	40	+							
L 19-5	60					+	30	60	10							
L 19-6	80					10	80	10								
L 20-1	60					+	80	10	10							
L 20-2	60						30	50	20					+		
L 20-3	50					+	50	40	10							
L 20-4	60					+	30	50	20							
L 20-5	80					10	50	30	10							
L 20-6	50						50	10	40							
L 21-1	100						50	40	10							
L 21-2	80						10	40	40					10		
L 21-3	40							60	40					+		
L 21-4	50							60	40					+		
L 21-5	50							80	20					+		
L 21-6	50				+		30	30	40							
L 22-1	60					+	20	40	40					+		
L 22-2	50						10	30	60					+		
L 22-3	80						60	30	10							
L 22-4	90					+	40	20	40							
L 22-5	80					+	70	10	20					+		
L 22-6	60					20	70	+	10							
L 24-1	60	+					70	10	20							
L 24-2	80					50	50		+							
L 24-3	70					20	80		+							
L 24-4	80					20	80									
L 24-5	50					20	80									
L 24-6	30					+	30	70								4 Versuche

Fortsetzung Anhang 1b

Stations Nr.	Befüllungs- grad [%]	Sedimentansprache [%]; + =vorhanden, aber nicht quantifizierbar)													Bemerkungen
		Steine	gK	mK	fK	gS	mS	fS	Schlick	Klei	Schill	Torf	Detritus	Holz	
L 25-1	80							30	70				+		
L 25-2	80							30	70						
L 25-3	80							80	20				+		
L 25-4	70							50	50				+		
L 25-5	90							50	50				+		
L 25-6	50							50	50				+		
L 26-1	50							10	90				+		
L 26-2	50							10	90				+		
L 26-3	50							90	10				+		
L 26-4	70							10	90				+		
L 26-5	50					+		60	40				+		
L 26-6	70							70	30				+		
L 27-1	60							80	20						
L 27-2	80							20	80						
L 27-3	90							30	60				10		
L 27-4	80							10	90				+		
L 27-5	50							10	90				+		
L 27-6	60							10	90				+		
L 28-1	60							20	80				+		
L 28-2	60						10	70	20						
L 28-3	70							80	20						
L 28-4	70					10	30	40	20						
L 28-5	70					10	30	40	20						
L 28-6	50						10	60	30						
L 30-1	50							10	80	10					
L 30-2	60							+	70	30					
L 30-3	50							20	80	+					
L 30-4	80							+	60	40					
L 30-5	60							20	50	30					
L 30-6	90							30	20	50					
L 31-1	50							20	60	20					
L 31-2	50							10	90	+			+		
L 31-3	50							20	80				+		
L 31-4	80							30	70				+		
L 31-5	60							30	70				+		
L 31-6	50							30	70				+		

Fortsetzung Anhang 1b

Stations Nr.	Befüllungs- grad [%]	Sedimentansprache [%]; + =vorhanden, aber nicht quantifizierbar)											Bemerkungen			
		Steine	gK	mK	fK	gS	mS	fS	Schlick	Klei	Schill	Torf		Detritus	Holz	
L 32-1	60					+	30	70	+							
L 32-2	50						40	20	40							
L 32-3	60					+	40	50	10							
L 32-4	50						10	60	30				+			1 Kaulbarsch (<i>Gymnocephalus cernuus</i>), 7cm
L 32-5	60						10	70	20							
L 32-6	50						10	60	30							
L 33-1	50					30	30	10	30							
L 33-2	80					40	60		+							
L 33-3	100					40	40		20				+			
L 33-4	100					20	50	10	20							
L 33-5	90					20	30	+	50							
L 33-6	90					30	30	+	40				+			
L 34-1	70						+	40	60							
L 34-2	50					+	40	60	+							
L 34-3	70						+	70	30							
L 34-4	60					+	50	50	+							
L 34-5	70						10	60	30							
L 34-6	60						40	60	+							
L 40-1	80	+	+	+	+	30	70		+							
L 40-2	50				10	40	40		10							
L 40-3	50				+	40	60		+							
L 40-4	50				+	20	80		+				+			
L 40-5	60				10	40	40		10							
L 40-6	60				10	40	40		10				+			
L 41-1	80	+	+	+	+	40	60		+				+			
L 41-2	60	+	5	5	10	40	40		+				+			
L 41-3	50					30	60		+				10			
L 41-4	50		5	5	10	40	40		+							
L 41-5	50		5	5	10	40	30		10							
L 41-6	50		5	5	10	60	20		+							
L 42-1	70			5	5	40	30		20				+			
L 42-2	70					50	40		10							
L 42-3	50					60	30		10							
L 42-4	60				10	60	30		+							
L 42-5	60			5	5	40	30		20							
L 42-6	50		+	+	+	50	40		10				+			

Fortsetzung Anhang 1b

Stations Nr.	Befüllungs- grad [%]	Sedimentansprache [%]; + =vorhanden, aber nicht quantifizierbar)													Bemerkungen	
		Steine	gK	mK	fK	gS	mS	fS	Schlick	Klei	Schill	Torf	Detritus	Holz		
L 45-1	80				+	60	40									
L 45-2	50				+	60	40		+							
L 45-3	90					70	30									
L 45-4	50					60	40									
L 45-5	70					70	30									
L 45-6	50				+	90	10									
L 46-1	50					80	20									
L 46-2	60		+	+	10	80	10						+			
L 46-3	90					90	10									
L 46-4	50		+	+	+	70	30						+			
L 46-5	90				+	80	20									
L 46-6	50		+	10	10	70	10									
L 47-1	90				10	60	30				+					
L 47-2	50				10	60	30				+					
L 47-3	50					50	50									
L 47-4	20					30	70									sehr viele Versuche
L 47-5	50				10	40	50		+	+						
L 47-6	80					70	30						+			
L 48-1	80				10	50	40									
L 48-2	60				+	60	40									
L 48-3	90					70	30						+			
L 48-4	50		10	10	+	40	30		10							
L 48-5	80				10	60	20									
L 48-6	70				+	50	50		+							

Anhang 1c: Sondenmesswerte einzelner Stationen der Unterelbe

Station	T (°C)	Lf (µS/cm)	SAL (‰)	O ₂ (mg/l)	O ₂ (%)	pH
L 19-1	13,41	963	0,5	10,27	98,6	7,65
L 26-1	13,25	1050	0,5	10,72	102,7	7,82
L 30-1	13,55	978	0,5	7,83	75,5	7,69
L 42-1	14,70	980	0,5	8,59	83,7	7,73
L 47-1	13,85	982	0,5	8,75	84,8	7,65

Anhang II: Makrozoobenthosdaten an den untersuchten Stationen der Unterelbe

Anhang 2a: Makrozoobenthosdaten 1000µm-Fraktion (Fahrinne – Ausbaustrecke)

Daten 2003 - IND/m²: Mittelwert aus 6 Greifern						
Ausbaustrecke Fahrinne						
Taxa	L20	L21	L22	L25	L26	L27
<i>Corylophora caspia</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Corbicula cf. fluminea</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Corbicula sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Dreissena polymorpha</i>	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	1,67
<i>Marezzelleria cf. viridis</i>	0,00	1,67	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Marezzelleria sp.</i>	0,00	1,67	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Bathyporeia elegans</i>	5,00	0,00	3,33	8,33	0,00	0,00
<i>Bathyporeia pilosa</i>	3,33	0,00	1,67	6,67	3,33	0,00
<i>Bathyporeia sp.</i>	1,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Gammarus zaddachi</i>	0,00	6,67	0,00	1,67	1,67	0,00
<i>Gammarus cf. zaddachi</i>	0,00	6,67	0,00	0,00	3,33	0,00
<i>Gammarus sp.</i>	0,00	5,00	0,00	0,00	1,67	3,33
<i>Neomysis integer</i>	0,00	0,00	0,00	3,33	1,67	5,00
<i>Eriocheir sinensis</i>	0,00	1,67	0,00	1,67	1,67	0,00
Chironomidae larvae	0,00	0,00	1,67	1,67	0,00	0,00

Daten 2003 - IND/m²: Mittelwert aus 6 Greifern						
Ausbaustrecke Fahrinne						
Taxa	L28	L30	L31	L32	L33	L34
<i>Corylophora caspia</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Corbicula cf. fluminea</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Corbicula sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Dreissena polymorpha</i>	1,67	0,00	0,00	0,00	0,00	3,33
<i>Marezzelleria cf. viridis</i>	0,00	0,00	1,67	0,00	0,00	0,00
<i>Marezzelleria sp.</i>	1,67	1,67	1,67	1,67	0,00	1,67
<i>Bathyporeia elegans</i>	3,33	1,67	11,67	16,67	0,00	11,67
<i>Bathyporeia pilosa</i>	1,67	13,33	15,00	20,00	0,00	5,00
<i>Bathyporeia sp.</i>	1,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Gammarus zaddachi</i>	0,00	0,00	6,67	5,00	0,00	5,00
<i>Gammarus cf. zaddachi</i>	0,00	3,33	1,67	5,00	0,00	0,00
<i>Gammarus sp.</i>	0,00	0,00	0,00	3,33	0,00	3,33
<i>Neomysis integer</i>	0,00	1,67	0,00	3,33	1,67	1,67
<i>Eriocheir sinensis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Chironomidae larvae	0,00	0,00	0,00	1,67	1,67	0,00

Anhang 2b: Makrozoobenthosdaten 1000µm-Fraktion (Fahrinne – Tiefwasserstationen)

Daten 2003 - IND/m ² : Mittelwert aus 6 Greifern			
Tiefwasserstationen Fahrinne			
Taxa	L18	L19	L24
<i>Corylophora caspia</i>	0,00	0,00	0,00
<i>Corbicula cf. fluminea</i>	0,00	0,00	0,00
<i>Corbicula sp.</i>	0,00	0,00	0,00
<i>Dreissena polymorpha</i>	0,00	0,00	1,67
<i>Marenzelleria cf. viridis</i>	3,33	8,33	11,67
<i>Marenzelleria sp.</i>	0,00	0,00	1,67
<i>Bathyporeia elegans</i>	3,33	0,00	11,67
<i>Bathyporeia pilosa</i>	13,33	10,00	10,00
<i>Gammarus zaddachi</i>	0,00	1,67	1,67
<i>Gammarus cf. zaddachi</i>	1,67	3,33	3,33
<i>Gammarus sp.</i>	5,00	1,67	1,67
<i>Neomysis integer</i>	0,00	0,00	0,00
<i>Eriocheir sinensis</i>	0,00	0,00	1,67
Chironomidae larvae	1,67	0,00	0,00

Anhang 2c: Makrozoobenthosdaten 1000µm-Fraktion (Referenz)

Daten 2003 - IND/m ² : Mittelwert aus 6 Greifern							
Fahrinne - Referenz							
Taxa	L40	L41	L42	L45	L46	L47	L48
<i>Corylophora caspia</i>	0,00	x	0,00	0,00	0,00	0,00	x
<i>Corbicula cf. fluminea</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Corbicula sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Dreissena polymorpha</i>	1,67	1,67	3,33	1,67	0,00	0,00	0,00
<i>Marenzelleria cf. viridis</i>	3,33	1,67	3,33	0,00	0,00	1,67	0,00
<i>Marenzelleria sp.</i>	1,67	3,33	1,67	0,00	0,00	0,00	1,67
<i>Bathyporeia elegans</i>	3,33	3,33	5,00	0,00	0,00	0,00	3,33
<i>Bathyporeia pilosa</i>	0,00	6,67	0,00	0,00	0,00	0,00	6,67
<i>Gammarus zaddachi</i>	15,00	3,33	1,67	3,33	5,00	0,00	0,00
<i>Gammarus cf. zaddachi</i>	6,67	0,00	6,67	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Gammarus sp.</i>	1,67	0,00	1,67	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Neomysis integer</i>	0,00	0,00	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67
<i>Eriocheir sinensis</i>	1,67	1,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Chironomidae larvae	0,00	3,33	0,00	0,00	0,00	1,67	1,67

Anhang 2d: Makrozoobenthosdaten 250µm-Fraktion (Fahrinne – Ausbaustrecke)

Faunenspektrum Oligochaeta (qual.-quant.), Abundanzangabe: Individuen pro Stechrohr, Mittelwert aus 6 Greifern

Daten 2003		Ausbaustrecke Fahrinne					
Taxon	System	L21	L22	L25	L26	L27	L28
Turbellaria div. & indet.	Scolecida	7,67	12,33	10,67	4,67	2,00	0,67
Nematoda div. & indet.	Scolecida	11,67	1,50	0,50	10,50	3,83	3,33
<i>Aeolosoma quarternarium</i>	Aphanoneura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Propappus volki</i>	Propappidae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Enchytraeus albidus</i>	Enchytraeidae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Enchytraeus buchholzi</i>	Enchytraeidae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Enchytraeus</i> sp.	Enchytraeidae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
<i>Marionina argentea</i>	Enchytraeidae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Amphichaeta leydigii</i>	Naididae	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
<i>Chaetogaster setosus</i>	Naididae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Chaetogaster</i> sp.	Naididae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Nais elinguis</i>	Naididae	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
<i>Nais pardalis</i>	Naididae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Akteredrilus monospermathecus</i>	Tubificidae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	Tubificidae	3,67	0,33	2,00	2,17	4,83	1,17
<i>Limnodrilus profundicola</i>	Tubificidae	1,17	0,17	0,50	1,00	0,67	0,17
<i>Limnodrilus udekemianus</i>	Tubificidae	0,00	0,00	0,17	0,00	1,83	0,17
<i>Potamothrix moldaviensis</i>	Tubificidae	0,67	0,00	0,00	0,33	0,00	0,17
<i>Tubifex tubifex</i>	Tubificidae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00
Tubificidae ohne Haarborsten	Oligochaeta	5,33	1,83	8,83	4,17	4,50	4,00
Tubificidae mit Haarborsten	Oligochaeta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,83	0,00
Tubificidae, juvenil	Oligochaeta	1,67	0,50	0,33	0,17	4,83	0,17
Tubificidae, Kokons	Oligochaeta	0,00	0,00	0,83	0,67	6,83	0,00

Fortsetzung Anhang 2d: Makrozoobenthosdaten 250µm-Fraktion (Fahrinne – Ausbaustrecke)

Faunenspektrum Oligochaeta (qual.-quant.), Abundanzangabe: Individuen pro Stechrohr, Mittelwert aus 6 Greifern

Daten 2003		Ausbaustrecke					Fahrinne
Taxon	System	L30	L31	L32	L33	L34	
Turbellaria div. & indet.	Scolecida	4,67	1,17	27,83	43,67	32,50	
Nematoda div. & indet.	Scolecida	80,00	1,67	13,67	6,67	20,33	
<i>Aeolosoma quarternarium</i>	Aphanoneura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
<i>Propappus volki</i>	Propappidae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	
<i>Enchytraeus albidus</i>	Enchytraeidae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
<i>Enchytraeus buchholzi</i>	Enchytraeidae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
<i>Enchytraeus</i> sp.	Enchytraeidae	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	
<i>Marionina argentea</i>	Enchytraeidae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
<i>Amphichaeta leydigii</i>	Naididae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
<i>Chaetogaster setosus</i>	Naididae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
<i>Chaetogaster</i> sp.	Naididae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
<i>Nais elinguis</i>	Naididae	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	
<i>Nais pardalis</i>	Naididae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
<i>Akteredrilus monospermathecus</i>	Tubificidae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	Tubificidae	2,83	0,17	0,17	2,83	0,00	
<i>Limnodrilus profundicola</i>	Tubificidae	0,67	0,17	0,00	0,50	0,00	
<i>Limnodrilus udekemianus</i>	Tubificidae	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	
<i>Potamothenix moldaviensis</i>	Tubificidae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
<i>Tubifex tubifex</i>	Tubificidae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Tubificidae ohne Haarborsten	Oligochaeta	10,17	0,17	2,17	9,50	1,17	
Tubificidae mit Haarborsten	Oligochaeta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Tubificidae, juvenil	Oligochaeta	0,50	0,17	0,00	2,17	1,00	
Tubificidae, Kokons	Oligochaeta	0,50	0,00	0,00	0,83	0,00	

Anhang 2e: Makrozoobenthosdaten 250µm-Fraktion (Fahrinne – Tiefwasserstationen)

Faunenspektrum Oligochaeta (qual.-quant.), Abundanzangabe: Individuen pro Stechrohr, Mittelwert aus 6 Greifern

Daten 2003		Tiefwasserstationen Fahrinne		
Taxon	System	L18	L19	L24
Turbellaria div. & indet.	Scolecida	38,67	13,83	30,67
Nematoda div. & indet.	Scolecida	9,17	1,17	1,33
<i>Aeolosoma quarternarium</i>	Aphanoneura	0,00	1,67	0,00
<i>Propappus volki</i>	Propappidae	0,83	2,17	1,50
<i>Enchytraeus albidus</i>	Enchytraeidae	0,00	0,67	0,33
<i>Enchytraeus buchholzi</i>	Enchytraeidae	0,00	0,00	0,00
<i>Enchytraeus</i> sp.	Enchytraeidae	0,17	0,00	0,00
<i>Marionina argentea</i>	Enchytraeidae	0,00	0,00	0,00
<i>Amphichaeta leydigii</i>	Naididae	0,17	0,00	0,00
<i>Chaetogaster setosus</i>	Naididae	0,00	0,00	0,00
<i>Chaetogaster</i> sp.	Naididae	0,00	0,00	0,00
<i>Nais elinguis</i>	Naididae	0,00	0,00	0,00
<i>Nais pardalis</i>	Naididae	0,00	0,17	0,00
<i>Akteredrilus monospermathecus</i>	Tubificidae	0,00	0,00	0,17
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	Tubificidae	0,33	0,00	0,00
<i>Limnodrilus profundicola</i>	Tubificidae	0,00	0,17	0,33
<i>Limnodrilus udekemianus</i>	Tubificidae	0,00	0,00	0,00
<i>Potamothenix moldaviensis</i>	Tubificidae	0,00	0,17	0,00
<i>Tubifex tubifex</i>	Tubificidae	0,00	0,00	0,00
Tubificidae ohne Haarborsten	Oligochaeta	1,67	0,00	0,00
Tubificidae mit Haarborsten	Oligochaeta	0,00	0,00	0,00
Tubificidae, juvenil	Oligochaeta	0,00	0,33	0,17
Tubificidae, Kokons	Oligochaeta	0,00	0,33	0,00

Anhang 2f: Makrozoobenthosdaten 250µm-Fraktion (Referenz)

Faunenspektrum Oligochaeta (qual.-quant.), Abundanzangabe: Individuen pro Stechrohr, Mittelwert aus 6 Greifern

Daten 2003		Referenz						
Taxon	System	L40	L41	L42	L45	L46	L47	L48
Turbellaria div. & indet.	Scolecida	41,67	70,83	370,67	121,50	359,33	88,50	157,67
Nematoda div. & indet.	Scolecida	5,00	2,83	15,00	1,33	10,83	5,00	10,83
<i>Aeolosoma quarternarium</i>	Aphanoneura	0,00	0,17	0,00	0,33	0,00	0,00	0,33
<i>Propappus volki</i>	Propappidae	98,17	0,33	0,67	23,33	4,00	4,83	4,50
<i>Enchytraeus albidus</i>	Enchytraeidae	3,50	0,33	0,00	1,17	6,67	0,83	1,00
<i>Enchytraeus buchholzi</i>	Enchytraeidae	3,17	0,17	0,00	1,17	3,17	0,17	0,50
<i>Enchytraeus</i> sp.	Enchytraeidae	1,00	0,00	0,00	1,00	0,83	1,83	0,67
<i>Marionina argentea</i>	Enchytraeidae	1,00	0,00	0,17	0,00	2,50	0,33	0,33
<i>Amphichaeta leydigii</i>	Naididae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Chaetogaster setosus</i>	Naididae	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00
<i>Chaetogaster</i> sp.	Naididae	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Nais elinguis</i>	Naididae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Nais pardalis</i>	Naididae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Akteredrilus monospermathecus</i>	Tubificidae	0,33	0,83	0,50	0,50	7,33	4,33	4,67
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	Tubificidae	0,17	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Limnodrilus profundicola</i>	Tubificidae	0,00	0,00	0,17	0,00	1,00	0,50	0,83
<i>Limnodrilus udekemianus</i>	Tubificidae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Potamothrix moldaviensis</i>	Tubificidae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Tubifex tubifex</i>	Tubificidae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tubificidae ohne Haarborsten	Oligochaeta	2,00	2,00	1,33	0,17	0,00	1,00	0,50
Tubificidae mit Haarborsten	Oligochaeta	0,17	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tubificidae, juvenil	Oligochaeta	0,33	0,50	0,33	0,17	0,00	0,00	0,17
Tubificidae, Kokons	Oligochaeta	9,33	0,50	0,17	2,83	1,33	0,00	0,33