

# Beweissicherung Außenelbe 2003

Jahresergebnisse 2003

Interannueller Vergleich 1999-2003



**Auftraggeber:**  
Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg

**Mai 2004**

---

Auftraggeber: WSA Hamburg

---

Titel: Beweissicherung Außenelbe 2003  
Makrozoobenthos

---

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](http://www.bioconsult.de)  
eMail [info@bioconsult.de](mailto:info@bioconsult.de)

---

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

---

Datum: Mai 2004

# Inhalt

<u>Zusammenfassung</u> .....	11
1. <u>Anlass und Ziel der Untersuchung</u> .....	17
2. <u>Material und Methoden</u> .....	18
2.1 <u>Untersuchungsgebiete</u> .....	18
2.1.1 <u>Klappstelle und Umgebung km 733-736,5</u> .....	19
2.1.2 <u>Fahrinne km 732-740</u> .....	19
2.1.3 <u>Transekt km 736-Zehnerloch</u> .....	20
2.2 <u>Methodik</u> .....	20
3. <u>Ergebnisse Klappstelle und Umgebung (km 733-736,5)</u> .....	22
3.1 <u>Verklappungsmengen</u> .....	22
3.2 <u>Ergebnisse 2003</u> .....	23
3.2.1 <u>Sedimente und Wassertiefen</u> .....	24
3.2.2 <u>Makrozoobenthos</u> .....	25
3.2.2.1 <u>Artenzahl und Dominanzstruktur</u> .....	28
3.2.2.2 <u>Abundanzen</u> .....	29
3.3 <u>Vergleich 1999 -2003</u> .....	31
3.3.1 <u>Sedimente und Wassertiefen</u> .....	32
3.3.2 <u>Makrozoobenthos</u> .....	35
3.3.2.1 <u>Artenzahl</u> .....	37
3.3.2.2 <u>Dominanzstruktur</u> .....	41
3.3.2.3 <u>Abundanzen</u> .....	45
3.3.2.4 <u>Transektbetrachtung – Klappstelle</u> .....	53
3.3.3 <u>Korrelation der Besiedlungsdichte der häufigsten Taxa mit bekannten Umweltvariablen</u> .....	55
3.3.4 <u>Bestandsstruktur <i>Macoma balthica</i></u> .....	59
3.4 <u>Zusammenfassende Diskussion Klappstelle und Umgebung km 733-736,5</u> .....	62
4. <u>Ergebnisse Fahrinne km 730-740</u> .....	66
4.1 <u>Baggermengen</u> .....	66
4.2 <u>Ergebnisse 2003</u> .....	67
4.2.1 <u>Sedimente und Wassertiefen</u> .....	68
4.2.2 <u>Makrozoobenthos</u> .....	70
4.3 <u>Vergleich 1999 -2003</u> .....	75
4.3.1 <u>Sedimente und Wassertiefen</u> .....	76
4.3.2 <u>Makrozoobenthos</u> .....	79
4.4 <u>Zusammenfassende Diskussion Fahrinne km 730 - 740</u> .....	88
5. <u>Ergebnisse Transekt km 736-Zehnerloch</u> .....	93
5.1 <u>Ergebnisse 2003</u> .....	93
5.1.1 <u>Sedimente und Wassertiefen</u> .....	93
5.1.2 <u>Makrozoobenthos</u> .....	94
5.2 <u>Vergleich 1999 - 2003</u> .....	96
5.2.1 <u>Sedimente und Wassertiefen</u> .....	97
5.2.2 <u>Makrozoobenthos</u> .....	99
5.3 <u>Zusammenfassung Transekt bei km 736</u> .....	106

---

6.	<u>Vergleich mit den Daten der UVU Elbe von 1997</u> .....	107
6.1	<u>Artenspektrum</u> .....	107
6.2	<u>UVU-Bewertung des Abschnitt VII</u> .....	111
6.3	<u>Aktuelle Entwicklung der wirbellosen Bodenfauna nach der Baumaßnahme im Vergleich zur Prognose gemäß UVU-Materialband VII</u> .....	112
6.4	<u>Bewertung der untersuchten Teilgebiete im Vergleich zur UVU-Prognose</u> .....	114
7.	<u>Schlussfolgerungen</u> .....	116
8.	<u>Literatur</u> .....	120
9.	<u>Anhang Inhaltsverzeichnis</u> .....	122

## Abbildungen und Tabellen

<b>Abb. 1:</b>	Lage der Untersuchungsgebiete und Position der Probenahmestationen. Orange gestrichelt: Untersuchungsbereich Klappstelle (Teilbereiche Klappstelle: gelb; Nahbereich: grau; Äußerer Bereich (Referenz): blau). Rot umrandet: Baggerstrecke Fahrrinne, blaue Rechtecke Referenzen Fahrrinne. M37-M1: Transektstationen. Rote Pfeile: Verlegung der südlichen Referenz-Stationen M28 und M30 zur nördlichen Referenz. ....	19
<b>Abb. 2:</b>	Sedimentzusammensetzung in den Teilgebieten Klappstelle (MK), Nahbereich (MKN) und Äußerer Bereich (MKÄ), Daten 2003. ....	25
<b>Abb. 3:</b>	Mittlere Artenzahlen/Station im Bereich Klappstelle km 733-736,5, differenziert nach Teilbereichen. MK= Klappstelle ( $N_{Stationen}=5$ ), MKN= Nahbereich der Klappstelle ( $N_{Stationen}=8$ ), MKÄ= Äußerer Bereich ( $N_{Stationen}=10$ ). ....	28
<b>Abb. 4:</b>	Zusammensetzung der Benthosgemeinschaft/Station (Ind./m <sup>2</sup> ) im Bereich Klappstelle km 733-736,5, differenziert nach Teilgebieten: MK= Klappstelle ( $N_{Stationen}=5$ ), MKN= Nahbereich der Klappstelle ( $N_{Stationen}=8$ ), MKÄ= Äußerer Bereich ( $N_{Stationen}=10$ ). Anordnung der Stationen eines jeweiligen Teilbereiches entsprechend ihrer Lage in Ebbstromrichtung. Hyperbenthos nicht berücksichtigt, CRUS: Crustacea; POLY: Plochaeta; BIV: Bivalvia.....	29
<b>Abb. 5:</b>	Box & Whisker – Plots: Mittlere Individuendichte/Bereich (Ind./m <sup>2</sup> ) Gesamtabundanz [A], Bivalvia [B], Polychaeta [C] und Crustacea [D] differenziert nach Teilbereichen: MK=Klappstelle ( $N_{Stationen}=5$ ), MKN= Nahbereich der Klappstelle ( $N_{Stationen}=8$ ), MKÄ= Äußerer Bereich ( $N_{Stationen}=10$ ). Hyperbenthos nicht berücksichtigt. ....	31
<b>Abb. 6:</b>	Sedimentzusammensetzung im Zeitraum 1999- 2003 (A) und Veränderung in 2003 gegenüber 2002 (B-D) im Untersuchungsgebiet ‚Klappstelle und Umgebung‘ differenziert nach Teilgebieten: MK=Klappstelle ( $N_{Stationen}=5$ ), MKN= Nahbereich der Klappstelle ( $N_{Stationen}=8$ ), MKÄ= Äußerer Bereich ( $N_{Stationen}=10$ ). ....	33
<b>Abb. 7:</b>	Veränderung der Wassertiefe 2003 gegenüber 1999 (= Null-Linie oben) bzw. 2003 gegenüber 2002 (= Null-Linie unten) im Untersuchungsgebiet ‚Klappstelle und Umgebung‘, dargestellt als Süd-Nord-Transekt (Tran-graue Säulen). Bereich der Klappstelle rot eingerahmt. Gelbe und rötliche Säulen westlich (Nah West, Stationen MKN23, 15 , 13) und östlich (Nah Ost, Stationen MKN 22, 17, 14) im Nahbereich der Klappstelle gelegene Stationen. WT = Wassertiefe. ? = keine/unplausible Daten. ....	34
<b>Abb. 8:</b>	Vergleich der Entwicklung der mittleren Taxazahlen/Station im interannuellen Vergleich 1999-2003 im Untersuchungsgebiet ‚Klappstelle und Umgebung‘ differenziert nach Teilgebieten: MK=Klappstelle ( $N_{Stationen}=5$ ), MKN= Nahbereich der Klappstelle ( $N_{Stationen}=8$ ), MKÄ= Äußerer Bereich ( $N_{Stationen}=10$ ). ....	37
<b>Abb. 9:</b>	Mittlere Taxazahl/Greifer der Teilgebiete von 1999-2003 bzw. 2001-2003. Linkes Bild inklusive der Ergebnisse des Untersuchungsjahres 1999 (Status-quo-Situation). Rechtes Bild Ergebnisse ohne Untersuchungsjahr 1999. ....	39
<b>Abb. 10:</b>	Entwicklung der mittleren Taxazahlen/Greifer in den untersuchten Teilgebieten MK (rot), MKN (gelb) und MKÄ (blau). ....	39

<b>Abb. 11:</b>	MZB-Dominanzstrukturen im Untersuchungsgebiet, Klappstelle und Umgebung', differenziert nach Teilbereichen: MK=Klappstelle ( $N_{\text{Stationen}}=5$ ), MKN= Nahbereich der Klappstelle ( $N_{\text{Stationen}}=8$ ), MKÄ= Äußerer Bereich ( $N_{\text{Stationen}}=10$ ).	42
<b>Abb. 12:</b>	Dominanzanteile (%) der 9 häufigsten Wirbellosenarten, differenziert nach Teilgebieten und Untersuchungsjahr. <i>Eteone longa</i> , <i>Heteromastus filiformis</i> , <i>Magelona mirabilis</i> , <i>Nephtys cirrosa</i> , <i>N. longosetosa</i> (Polychaeta); <i>Haustorius arenarius</i> , <i>Bathyporeia pelagica</i> , <i>B. pilosa</i> , <i>B. elegans</i> (Crustacea), <i>Macoma balthica</i> (Bivalvia).	44
<b>Abb. 13:</b>	Entwicklung der Makrozoobenthos-Besiedlungsdichte in den Teilgebieten Klappstelle (MK), Nahbereich (MKN) und Referenz (MKÄ) im Untersuchungsgebiet K733 in der Außenelbe.	46
<b>Abb. 14:</b>	Box & Whisker – Plots: Interannueller Vergleich der mittleren Individuendichte/Bereich (Ind./m <sup>2</sup> ) Gesamtabundanz (A-C), Bivalvia (D-F), differenziert nach Teilbereichen: MK=Klappstelle ( $N_{\text{Stationen}}=5$ ), MKN= Nahbereich der Klappstelle ( $N_{\text{Stationen}}=8$ ), MKÄ= Äußerer Bereich ( $N_{\text{Stationen}}=10$ ).Hyperbenthos nicht berücksichtigt.	49
<b>Abb. 15:</b>	Box & Whisker – Plots: Interannueller Vergleich der mittleren Individuendichte/Bereich (Ind./m <sup>2</sup> ). Polychaeta (G-I) und Crustacea (J-L) differenziert nach Teilbereichen: MK=Klappstelle ( $N_{\text{Stationen}}=5$ ), MKN= Nahbereich der Klappstelle ( $N_{\text{Stationen}}=8$ ), MKÄ= Äußerer Bereich ( $N_{\text{Stationen}}=10$ ).Hyperbenthos nicht berücksichtigt.	50
<b>Abb. 16:</b>	Interannuelle Entwicklung der Crustaceanzahlen an der östlich der Klappstelle 733 gelegenen Station MKN17 und der westlich der Klappstelle gelegenen Station MKN15.	52
<b>Abb. 17:</b>	Interannuelle Entwicklung der Makrozoobenthosdichte an Stationen vor Kopf der Klappstelle K733 sowie an Stationen im Verklappungsbereich. KS = Klappstelle.	54
<b>Abb. 18:</b>	Ordinationsdiagramm der Kanonischen Korrespondenzanalyse (CCA) auf Grundlage der Individuendichte von Makrozoobenthos-Taxagruppen (1999 – 2003) im Untersuchungsgebiet K733. Rot = Klappstellenstationen, orange = Stationen im Nahbereich, blau = Stationen im Äußeren Bereich (Referenz).	56
<b>Abb. 19:</b>	Anzahlen größerer (>0,5 cm) und kleinerer (<0,5 cm) Muscheln ( <i>Macoma balthica</i> ) im Untersuchungsgebiet K733 in der Außenelbe. MK = Klappstelle, MKN = Nahbereich der Klappstelle, MKÄ = Äußere Stationen (Referenz), Daten 1999, 2001, 2002 und 2003.	60
<b>Abb. 20:</b>	Hauptkomponentenanalyse (PCA) auf der Grundlage der Makrozoobenthos-Individuendichte (1999 – 2003) im Untersuchungsgebiet K733, fokussiert auf die Abundanzverteilung der Muschel <i>Macoma balthica</i> . Rot = Klappstellenstationen, schwarz = Stationen im Nahbereich, blau = Stationen im Äußeren Bereich (Referenz). Orange eingekreist: Klappstelle –2003, dunkelrot eingekreist: Stationen MKN26 und MKÄ27, die nach 2000 im Verklappungsbereich lagen.	61
<b>Abb. 21:</b>	Sedimentzusammensetzung an den untersuchten Stationen in der Fahrrinne der Außenelbe, Daten 2003. GS = Grobsand, MS = Mittelsand, FS = Feinsand, SLL = Schill, Det = Detritus.	69
<b>Abb. 22:</b>	Mittlere Taxazahlen/Greifer im Bereich Fahrrinne km 730-740. MFS=Stationsgruppe südlich der Baggerstrecke ( $N_{\text{Stationen}}=1, 6$ Greifer), MB-	

- Süd, -Mitte, -Nord= Stationsgruppen Baggerstrecke (Gesamt:  $N_{\text{Stationen}}=9$ , 54 Greifer), MFN= Stationsgruppe nördlich der Baggerstrecke ( $N_{\text{Stationen}}=5$ , 30 Greifer). Daten 2003. .... 72
- Abb. 23:** Taxa im Bereich Fahrrinne km 730-740, differenziert nach Teilbereichen. MFS=Station südlich der Neubaustrecke (Gesamt:  $N_{\text{Greifern}}=6$ ), MB= Stationsgruppen Neubaustrecke (Gesamt:  $N_{\text{SGreifer}}=54$ ), MFN= Stationsgruppe nördlich der Neubaustrecke (Gesamt:  $N_{\text{Greifer}}=30$ ). -L, -M, -R = Stationen linker Rand Fahrrinne (-L), Stationen Mitte Fahrrinne (-M), Stationen rechter Rand Fahrrinne (-R). Rot eingerahmt Stationsgruppen = Neubaustrecke. Daten 2003. .... 73
- Abb. 24:** Mittlere Individuendichte/Station (Ind./m<sup>2</sup>), differenziert nach Artengruppen im Bereich Fahrrinne km 730-740. MFS=Stationsgruppe südlich der Baggerstrecke ( $N_{\text{Stationen}}=1$ ), MB-Süd, -Mitte, -Nord= Stationsgruppen Baggerstrecke (Gesamt:  $N_{\text{Stationen}}=9$ ), MFN= Stationsgruppe nördlich der Baggerstrecke ( $N_{\text{Stationen}}=5$ ), Daten 2003. Moll: Mollusca; Poly: Polychaeta; Crus: Crustacea. .... 74
- Abb. 25:** Makrozoobenthos-Abundanz (Balaniden unberücksichtigt) im Bereich Fahrrinne km 730-740, differenziert nach Teilbereichen. Stationsgruppen quer zur Fahrrinne (linke Grafik) und längs zur Fahrrinne (rechte Grafik). MFS =Station südlich der Neubaustrecke (Gesamt:  $N_{\text{Greifern}}=6$ ), MB= Stationsgruppen Neubaustrecke (Gesamt:  $N_{\text{Greifer}}=54$ ), MFN= Stationsgruppe nördlich der Neubaustrecke (Gesamt:  $N_{\text{Greifer}}=30$ ). -L, -M, -R = Stationen linker Rand Fahrrinne (-L), Stationen Mitte Fahrrinne (-M), Stationen rechter Rand Fahrrinne (-R). Rot eingerahmt Stationsgruppen Neubaustrecke. Daten 2003. .... 75
- Abb. 26:** Sedimentzusammensetzung in den untersuchten Teilgebieten in der Außenelbe-Fahrrinne von km 730-740 im Zeitraum 1999 – 2003 (Bild A). Bilanzierung der Veränderung der Sedimentzusammensetzung von 1999 (Nulllinie) im Vergleich zu 2003 (Bild B). MB=Stationen Neubaustrecke ( $N_{\text{Stationen}}=9$ ), MFS= Stationen außerhalb MB-südlich ( $N_{\text{Stationen}}=3/1^*$ ), MFN= Stationen außerhalb MB-nördlich ( $N_{\text{Stationen}}=3/5^*$ ). \* = Anzahl Stationen in 2003. .... 76
- Abb. 27:** Veränderung der Wassertiefe in 2003 gegenüber der Situation 1999 (= Null-Linie) sowie 2003 gegenüber 2002 (=Null-Linie) im Untersuchungsgebiet Fahrrinne km 730-740, dargestellt als Süd-Nord-Transekt. Darstellung unmaßstäblich. MFS= Stationen außerhalb MB-südlich ( $N_{\text{Stationen}}= 3$  bis 2002/ 1 in 2003), MB- süd, -mitte, -nord =Stationen Baggerstrecke (insgesamt  $N_{\text{Stationen}}=9$ ), MFN= Stationen außerhalb MB-nördlich ( $N_{\text{Stationen}}=3$ ). WT = Wassertiefe (m). Kleine Abbildung: Absolute Wassertiefe in den Teilbereichen. .... 78
- Abb. 28:** A) Interannueller Vergleich (1999-2003) der mittleren Taxazahlen an den 5 Quertransekten (jeweils  $N_{\text{Stationen}}=3$ ) in der Fahrrinne von km 730-740, differenziert nach Teilbereichen. MFS=Bereich oberhalb der Neubaustrecke ( $N_{\text{Stationen}}= 3$  bis 2002/ 1 in 2003), MBS = südl. Bereich der Neubaustrecke MBM = mittlerer Bereich der Neubaustrecke, MBN = nördl. Bereich der Neubaustrecke (rot umrandet); MFN= Bereich unterhalb (nördl.) der Neubaustrecke. B) Interannueller Vergleich der Artenzahlen/Greifer differenziert nach Teilbereichen (MFS, MB, MFN) sowie nach Lage der Stationen im Fahrrinnenquerschnitt, -L=linker Fahrrinnenrand, -M=Fahrrinnenmitte, -R=rechter Fahrrinnenrand. .... 81

- Abb. 29:** Interannueller Vergleich der MZB-Dominanzstruktur (A+B) und der Bilanz der Abundanzverhältnisse (Abweichung 2003/1999, C+D; Abweichung 2003/2002 E+F) anhand der häufigsten Benthosarten im Untersuchungsgebiet Fahrrinne km 730-740, differenziert nach Teilbereichen: Neubaustrecke ( $N_{Stationen}=9$ , Bilder A+B) und Bereich nördlich der Baggerstrecke ( $N_{Stationen}=3/5^*$ , Bilder D-F). \* = nur 2003..... 83
- Abb. 30:** A: Entwicklung der mittleren MZB-Abundanz der 5 Quertransekte (jeweils  $N_{Stationen}=3$ ) in der Fahrrinne von km 730-740 von 1999 bis 2003, differenziert nach Teilbereichen: MFS=Bereich oberhalb der Neubaustrecke ( $N_{Stationen}=3$  bis 2002/ 1 in 2003), MBS= südl. Bereich der Neubaustrecke, MBM=mittlerer Bereich der Neubaustrecke, MBN=nördl. Bereich der Neubaustrecke; MFN= Bereich unterhalb (nördl.) der Neubaustrecke. MFS in 2003 ohne Balaniden dargestellt. B: Interannueller Vergleich (1999-2002) der MZB-Abundanz/Station, differenziert nach Teilbereichen (MB, MFN) sowie nach Lage der Stationen im Fahrrinnenquerschnitt. L=linker Fahrrinnenrand, M=Fahrrinnenmitte, R= rechter Fahrrinnenrand. Hyperbenthos nicht berücksichtigt. Stationen der Neubaustrecke rot umrandet..... 86
- Abb. 31:** Abundanzverteilung im Bereich der Neubaustrecke über den Fahrrinnenquerschnitt (Stationswerte zusammengefasst). ..... 87
- Abb. 32:** Entwicklung der *Bathyporeia*- und Polychaeta-Abundanz von 1999-2003 und durchschnittliche Baggermengen/Monat bezogen auf den Zeitraum jeweils 17 Monate vor der Probenahme. .... 89
- Abb. 33:** Entwicklungstrends der Polychaeten-Abundanz im Bereich der Neubaustrecke (Außenelbe km 735 – 737) im Untersuchungszeitraum 1999 - 2003, differenziert nach Fahrrinnenseite. MB-L = linker Fahrrinnenrand, MB-R = rechter Fahrrinnenrand, MB-M = Fahrrinnenmitte. .... 91
- Abb. 34:** Sedimentzusammensetzung an den Transektstationen bei Elbe-km 736, Daten 2003. Rot eingerahmt: Stationen in der Fahrrinne (Neubaubereich). GK = Grobkies, GS = Grobsand, MS = Mittelsand, SCH = Schlick, SLL = Schill, Det = Detritus..... 93
- Abb. 35:** Mittlere Taxazahlen der Transekt-Stationen aus Richtung links der Fahrrinne (MT37), Fahrrinne (MT36-34) und weiter in Richtung Zehnerloch (MT10-M1). ..... 95
- Abb. 36:** Zusammensetzung der Benthosgemeinschaft/Station (Ind./m<sup>2</sup>) an den Transekt-Stationen bei km 736. Anordnung der Stationen entsprechend ihrer Lage vom linken Fahrrinnenbereich (MT 37) bis zum Zehnerloch (MT 1). Hyperbenthos nicht berücksichtigt; Crus: Crustacea; Poly: Polychaeta; Biv: Bivalvia..... 95
- Abb. 37:** Mittlere Individuendichte/Greifer (Ind./m<sup>2</sup>) an den Transekt-Stationen bei km 736. Anordnung der Stationen entsprechend ihrer Lage, gesehen vom linken Fahrrinnenbereich (MT 37) bis zum Zehnerloch (MT 1). Hyperbenthos nicht berücksichtigt, Daten 2003. .... 96
- Abb. 38:** Sedimentzusammensetzung in 1999 -2003 an den Transektstationen (positioniert von linksseitig der Fahrrinne (MT37) bis Zehnerloch (MT1) bei km 736 in der Außenelbe. Fahrrinne (Baggerbereich) rot eingerahmt..... 97
- Abb. 39:** Veränderung der Wassertiefen im Zeitraum 1999 – 2003 an den Transektstationen (positioniert von linksseitig – in Richtung stromab - der Fahrrinne (MT37) bis Zehnerloch (MT1) bei km 736 in der Außenelbe..... 98

<b>Abb. 40:</b>	Mittlere Taxazahl/Greifer an den Transektstationen (positioniert von linksseitig der Fahrrinne (MT37) bis Zehnerloch (MT1) bei km 736 in der Außenelbe von 1999-2003. Rot eingerahmt: Stationen im Bereich der Baggerstrecke. ....	100
<b>Abb. 41:</b>	Mittlere Individuendichte (A –C und G) und Dominanzstruktur (D-F und H) an den Transektstationen (positioniert von linksseitig der Fahrrinne (MT37) bis Zehnerloch (MT1) bei km 736 in der Außenelbe im Zeitraum von 1999 – 2003. Crus: Crustacea; Biv: Bivalvia; Poly: Polychaeta. ....	102
<b>Abb. 42:</b>	Ordinationsdiagramm der Redundancy Analysis (RDA) der Transektstationen Fahrrinne (MT37) bis Zehnerloch (MT1) bei km 736 in der Außenelbe, Daten: 1999-2003. M <sub>n</sub> 99=Untersuchungsjahr 1999, M <sub>n</sub> 01=Untersuchungsjahr 2001, M <sub>n</sub> 02=Untersuchungsjahr 2002, M <sub>n</sub> 03=Untersuchungsjahr 2003. Rot = Stationen in der Neubaustrecke, hellblaue Quadrate = Stationen rechts der Neubaustrecke, dunkelblaue Rauten = Stationen im Bereich Zehner Loch. BA = Baggerstrecke .....	104
<b>Abb. 43:</b>	<i>Macoma balthica</i> (Bivalvia) .....	109
<b>Abb. 44:</b>	<i>Bathyporeia pilosa</i> (Crustacea) .....	111
<b>Abb. 45:</b>	Überblick über Makrozoobenthos-Besiedlungsdichte in 1999 und 2003 im gesamten Untersuchungsgebiet der Außenelbe (Klappstelle, Fahrrinne – ohne Referenzbereiche, Transekt), sowie Darstellung der interannuellen Veränderungen von 1999 – 2003 als Differenzdarstellung von Jahr zu Jahr. ....	117
<b>Tab. 1:</b>	Klappstelle 733 und Umgebung, Artenspektrum und mittlere Abundanz (Ind./0,1 m <sup>3</sup> ) der Greiferproben/ Teilbereich, Beprobung Mai 2003. MK = Klappstelle, MKN = Nahbereich der Klappstelle, MKÄ = weiter entfernt positionierte Stationen. Rot hervorgehoben: Taxa die in 2003 im Vergleich zu den Vorjahren nicht erfasst wurden. ** = Taxa für die Abundanzvergleiche nicht berücksichtigt wurden. ....	27
<b>Tab. 2:</b>	Klappstelle 733 und Umgebung, MZB-Artenspektrum Vergleich 1999-2003. gelb hervorgehoben: Arten mit einem Dominanzanteil von >3%; * = Arten mit einem Dominanzanteil von >5%; a: adult, j: juvenil. ....	36
<b>Tab. 3:</b>	Ergebnisse der Signifikanztests (Mediantest) auf der Grundlage der Taxazahlen. MK = Klappstelle, MKN = Nahbereich, MKÄ = Referenz. * = Taxazahlen signifikant unterschiedlich p<0,1 .....	38
<b>Tab. 4:</b>	Übersicht über die Ergebnisse der Varianzanalysen (H-Test) im Vergleich der Teilgebiete von 1999 bis 2003. * = p<0,05, (*) = p<0,1 nur bei Angleichung der Stichprobenanzahl durch zufällige Auswahl von MKÄ-Stationen. Anzahl Stationen MK: N= 5, MKN: N=8, MKÄ: N=10 (2001, 2002 N=9). ....	47
<b>Tab. 5:</b>	Korrelationsanalyse: Abhängigkeit von MZB-Spezies und Umweltvariable (positive Abhängigkeit blau markiert; negative Abhängigkeit rot markiert). Datensatz K733, Außenelbe 1999 – 2003, die 14 häufigsten Arten. FS: Feinsand; GS: Grobsand; MS: Mittelsand; Mud: Schlick; WT: Wassertiefe.....	58
<b>Tab. 6:</b>	Baggermengen in der Außenelbe-Fahrrinne im Bereich von km 731 – km 740 im Zeitraum 1998 – 2003. * = Schätzwert, ** = Sandentnahme für das Mühlenberger Loch. *** = 2003 km 735 – 737,5. ....	66

<b>Tab. 7:</b>	Anzahl beprobter Stationen und Bezeichnung der untersuchten Teilgebiete in der Fahrrinne der Außenelbe in 2003. * ( <i>rot gekennzeichnet</i> ) = von Süd nach Nord verlegte Stationen. ....	68
<b>Tab. 8:</b>	Fahrrinne km 732-740, Artenspektrum der Greiferproben Mai 2003. MFS = Referenz-Süd, MB = Neubaustrecke, MFN = Referenz-Nord. * = eudominante (>30%), dominante (>10-30%) sowie subdominante (>3-10%) Taxa eines jeweiligen Untersuchungsbereiches. Anzahl Taxa ohne Juvenile, wenn Adulte der Gattung nachgewiesen wurden. x = Taxa bei der Taxazahl berücksichtigt. ....	70
<b>Tab. 9:</b>	Fahrrinne km 730-740, MZB-Artenspektrum Vergleich 1999-2003. gelb hervorgehoben: Taxa mit einem Dominanzanteil von > 3%; * = Taxa mit einem Dominanzanteil von >5%; a= adult, j= juvenil. HB = Haarborsten. Balaniden-Abundanzen bei der Berechnung des Dominanzanteils unberücksichtigt. ....	80
<b>Tab. 10:</b>	Transekt Fahrrinne –Zehnerloch bei Elbe-km 736. Artenspektrum und mittlere Individuendichte (Ind./m <sup>2</sup> ), Untersuchung Mai 2003. * = Arten bei den Abundanzvergleichen nicht berücksichtigt. ....	94
<b>Tab. 11:</b>	Makrozoobenthos-Gesamtartenspektrum der Transekt-Stationen (N=11) in der Außenelbe bei km 736; Untersuchungszeitpunkte April 1999 und Mai 2001/2002/2003. Gelb hervorgehoben t: Arten mit einem Dominanzanteil von >3% * = Arten mit einem Dominanzanteil von >5%. ....	99

## Zusammenfassung

Im Rahmen der Beweissicherung zur Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe an die Containerschiffahrt fanden umfangreiche Begleituntersuchungen zur benthischen Makrofauna im Bereich der Außenelbe (km 732-740) und der Unterelbe (km 647-653) statt. Das Probenahme-Design der Untersuchungen wurde vom Auftraggeber in Abstimmung mit den von der Maßnahme betroffenen Bundesländern konzipiert. Ziel ist es festzustellen, wie sich Artenzusammensetzung und Individuenzahlen nach der Sedimentumlagerung auf den betroffenen Flächen entwickeln, in welcher Form die Wiederbesiedlung stattfindet und ob diese den Prognosen der UVU Elbe entspricht. Im vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse der Außenelbe dargestellt. Die Betrachtung umfasst die Teilbereiche Klappstelle und Umgebung bei km 733 sowie die Fahrrinne zwischen km 730 und 740. Des Weiteren ist ein Transekt bei km 736 untersucht worden, dessen Stationen, ausgehend vom linken Fahrrinnenrand, in Richtung Zehnerloch positioniert wurden. (vgl. Übersichtskarte im Anhang)

Um die vor Beginn der Bauarbeiten in den Untersuchungsgebieten vorkommenden Benthosgemeinschaften im Hinblick auf Artenspektrum und Individuenzahlen zu dokumentieren, wurden im April 1999 im Bereich der Klappstelle 733 bzw. in deren Umgebung insgesamt 23 Stationen beprobt. In der Fahrrinne, im Bereich der Baggerstrecke sowie an zwei Referenzbereichen ist das Makrozoobenthos an 15 Stationen untersucht worden; das Transekt bei km 736 (entspricht Transekt km 733 im Planfeststellungsbeschluss) umfasste insgesamt 11 Stationen. Jeweils im Mai im Zeitraum 2001 - 2003 wurden nach Abschluss der Vertiefungsarbeiten die Folgeuntersuchungen durchgeführt.

Die Beprobung der Stationen erfolgte durch jeweils 6 Parallelproben mit einem 0,1 m<sup>2</sup> van-Veen-Greifer. Zu den analysierten Parametern gehörten die Kennwerte Artenspektrum, Artenzahl, Dominanzstruktur, Altersstruktur sowie die Individuendichte der Benthosgemeinschaften. Ziel des vorliegenden Berichtes ist die Darstellung der Jahresergebnisse 2003 sowie eine zusammenfassende interannuelle Auswertung aller bisherigen Untersuchungen und die Beurteilung der Ergebnisse im Sinne der Fragestellung im Hinblick auf entweder möglicherweise noch bestehende Wirkungen oder auf eine u.U. bereits erfolgte Regeneration der Benthosgemeinschaft nach den Sedimentumlagerungen. Dies erfolgt durch Vergleich der Makrozoobenthosbesiedlungen auf der Raumskala (Eingriffsbereiche vs. Referenz) und auf der Zeitskala (gebietsinterne interannuelle Entwicklung). Die Beantwortung der Fragestellung enthält aber die grundsätzliche Schwierigkeit, dass die von den Maßnahmen betroffenen Bereiche z.T. bereits vor dem Neubau und z.T. auch nach Abschluss der Neubauarbeiten im Rahmen der Unterhaltung genutzt wurden. Diese Rahmenbedingungen erschweren die Zuordnung der identifizierten Wirkungen zur Neubaumaßnahme.

### Klappstelle 733

Verklappungen 1998 – 2003: Die untersuchte Klappstelle ist bereits vor den hier in ihren Wirkungen zu dokumentierenden Neubaumaßnahmen beaufschlagt worden. Im Rahmen der Neubaumaßnahmen 1999 und 2000 wurde die Klappstelle mit 1.986.100 m<sup>3</sup> bzw. 996.475 m<sup>3</sup> deutlich intensiver beaufschlagt als 1998 (91.020 m<sup>3</sup>). Bereits im April 1999, also während und z.T. auch vor der Status-quo-ante-Untersuchung, ist die Klappstelle mit einer Baggermenge von insgesamt etwa 445.432 m<sup>3</sup> beaufschlagt worden. Die verklappten Sedimente bestanden in allen Jahren überwie-

gend aus Sand und führten damit nicht zu einer wesentlichen Veränderung des anstehenden Sedimenttyps.

Nach Abschluss der Vertiefungsarbeiten erfolgte eine Verlegung der Klappstelle K733 nach Süden, so wurde der ursprüngliche Bereich der Klappstelle unterhaltungsbedingt nur noch örtlich bzw. nach 2001 gar nicht weiter genutzt.

In 2001 wurden auf die nach Süden verlegte Klappstelle K733 348.312 m<sup>3</sup> und 2002 736.500 m<sup>3</sup> (bis Mai 2002 zum Zeitpunkt der Probenahme aber nur 106.201 m<sup>3</sup>) verbracht. In 2003 erfolgte mit 1.821.167 m<sup>3</sup> (bis Mai 2003) eine sehr starke Beaufschlagung. Die Menge war sogar höher als diejenige, die im Rahmen der Vertiefungsarbeiten auf die damalige Fläche von K733 verbracht wurde.

Aufgrund der Verlegung wurde bereits in 2001 vermutlich nur noch eine Station (MK25) der im ursprünglichen Verklappungsbereich positionierten 5 Stationen durch die Verklappungen direkt betroffen. Dagegen befanden sich nun Stationen (MKN26 - Nahbereich, MKÄ27 - Referenz), die ursprünglich außerhalb der bis 2000 genutzten Klappstelle lagen, im Verklappungsbereich. In den Folgejahren bis 2003 wurde K733 erneut weiter in Richtung Süden verlegt, so dass ab 2002 keine ursprüngliche K-Station mehr direkt von Beaufschlagungen betroffen war. Als einzige Station befand sich die Referenz-Station MKÄ27 nach 2000 vermutlich immer im jeweiligen Verklappungsbereich. Damit erfüllen v.a. die Station MKÄ27 sowie auch MKN26 die ihnen ursprünglich zugeordnete Funktion als (unbeaufschlagte) Vergleichsstandorte nicht mehr. Da die Verlegung der Klappstelle erst in 2003, nach Abschluss des vorliegenden Berichtes bekannt wurde, sind die Stationen MKN26 und MKÄ27 im Rahmen der Auswertung, wie im ursprünglichen Konzept vorgesehen, nach wie vor als Station des Nahbereichs bzw. als Referenzstation betrachtet worden. D.h. die Referenz und auch der Nahbereich umfassen damit jeweils zumindest eine von Verklappungen direkt betroffene Station (MKÄ27, MKN26). Dies hat zur Folge, dass zum einen die dokumentierten räumlichen Besiedlungsunterschiede zwischen Klappstelle und Referenz bzw. Klappstelle und Nahbereich etwas schwächer wurden und zum anderen die gebietsinterne Variabilität von Referenz und Nahbereich etwas erhöht wurde. Aufgrund der vergleichsweise hohen Anzahl an R- bzw. MKN-Stationen (N=10, N=8) wird im vorliegenden Fall das Gesamtergebnis (bezogen auf den räumlichen Vergleich der Besiedlungskennwerte mit denjenigen der Klappstelle) trotz der ‚Sonderstationen‘ MKÄ27 und MKN26 allerdings nicht grundsätzlich anders. Auf eine nachträgliche Neuberechnung der Ergebnisse unter Berücksichtigung der veränderten Rahmenbedingungen wurde daher zunächst verzichtet.

Es ist hervorzuheben, dass die räumliche Verlegung der Klappstelle für die Beurteilung der vorliegenden Befunde insofern vorteilhaft ist, als dadurch ab 2001 die tatsächliche Wiederbesiedlung der Klappstelle (weitgehend) ohne Unterhaltungsverklappungen dokumentiert wurde. Damit ist eine Überlagerung der ausbaubedingten Wirkungen durch unterhaltungsbedingte Wirkungen ausgeschlossen und ermöglicht eine im Sinne der Fragestellung eindeutiger Identifizierung möglicher verklappungsbedingter Wirkungen der Fahrrinnenvertiefung bzw. der damit verbundenen erhöhten Verklappungsaktivitäten.

Makrozoobenthos-Ergebnisse 2003: Im Gebiet der Klappstelle 733 und deren Umgebung wurden in 2003 insgesamt 38 verschiedene Taxa (ohne juv.) aus 8 taxonomischen Gruppen nachgewiesen. Im Vergleich der Teilgebiete unterschieden sich die mittleren Taxazahlen von 5,8 – 6,4 Taxa/Greifer nicht sehr deutlich voneinander, die Referenz wies aber im Vergleich die höchste Taxa-

zahl/Greifer auf. Im Hinblick auf die Besiedlungsdichte ergaben sich klare Unterschiede: die Referenz war in 2003 mit durchschnittlich 630 Ind./m<sup>2</sup> signifikant umfangreicher besiedelt als die Klappstelle (90 Ind./m<sup>2</sup>). Der Nahbereich (250 Ind./m<sup>2</sup>) nahm eine Mittelstellung ein. Er unterschied sich aufgrund der hohen Variabilität von keinem der anderen Teilgebiete signifikant. Die Ergebnisse anderer Untersuchungskomponenten wie die Dominanz- oder Altersstruktur ergab keine klaren Unterschiede zwischen den Teilgebieten.

Interannuelle Makrozoobenthos-Ergebnisse (1999- 2003): Der räumliche und der zeitliche Vergleich zeigt insgesamt, dass sich trotz unterschiedlicher Rahmenbedingungen wie lokale Sedimentbesonderheiten oder z.T. auch erheblich unterschiedliche Wassertiefen die Gemeinschaftsstruktur der MZB-Gemeinschaften der Klappstelle, im Nahbereich der Klappstelle sowie an weiter entfernt liegenden Stationen in ihrer Zusammensetzung relativ stark ähnelten. So dominierten überall Arten, die sandige Standorte bevorzugten (v.a. Amphipoden der Gattung *Bathyporeia*). Neben einigen Polychaeten (*Nephtys hombergii*, *Heteromastus filliformis*) gehörte auch *Macoma balthica* in 2002 und v.a. 2003, ähnlich wie im Vorjahr, örtlich zu den individuenreicheren Arten.

Die synoptische Betrachtung aller Ergebnisse im Untersuchungsgebiet K 733, also die der räumlichen und der gebietsinternen interannuellen Vergleiche ergaben Hinweise, dass die faunistischen Befunde mit den Verklappungsaktivitäten bzw. mit der Abnahme bzw. dem Ende der Verklappungen auf der ursprünglichen Umlagerungsfläche korrespondierten. In 2001, also nach den umfangreichen neubaubedingten Verklappungen, waren die ausgeprägtesten Unterschiede zwischen den Teilgebieten insofern zu erkennen, als die Klappstelle u.a. eine schwächere Besiedlung als die Referenz aufwies. Auch die klappstelleninterne Betrachtung ergab einen erkennbaren Rückgang der Besiedlungskennwerte in 2001 im Vergleich zu 1999. Die Befunde ergaben damit in 2001 deutliche Hinweise auf die Wirkung der Verklappungen. Nachdem nach 2000 (fast) keine Verklappungen mehr auf der ursprünglichen Fläche erfolgten, konnten in 2002 Hinweise auf eine beginnende Erholung der Makrozoobenthosgemeinschaft verzeichnet werden. Diese drückte sich im Vergleich zu 2001 v.a. durch höhere Arten- und Individuenzahlen aus. Die Entwicklung setzte sich in 2003 dann aber nicht weiter fort und blieb in etwa auf dem Vorjahresniveau. Aufgrund der Tatsache, dass die in 2003 gleichbleibenden Besiedlungsdichten auf der Klappstelle deutlichen Zuwächsen im Referenz und auch im Nahbereich gegenüberstanden, wurden in 2003 wieder klare Unterschiede zwischen Klappstelle und Referenz ermittelt. Die unterschiedliche Entwicklung sowie die geringere Makrozoobenthosabundanz auf der Klappstelle im Vergleich zur Referenz könnte einerseits auf eine in 2003 noch nicht gänzlich abgeschlossene Regeneration der Benthosbesiedlung hindeuten (und damit auf noch bestehende Verklappungswirkungen). Andererseits wäre es auch denkbar, dass die Ergebnisse die natürliche Besiedlungsvariabilität widerspiegeln. Mögliche Einflussfaktoren, die zu den Unterschieden beigetragen haben könnten, wären die z.T. unterschiedliche Wassertiefe und die örtlich höheren Schlickanteile im Referenzbereich.

In 2001 waren Wirkungen über die Klappstellengrenzen hinaus, also auch im Nahbereich, zumindest örtlich nicht auszuschließen. Aufgrund einer mit der Referenz vergleichbaren Entwicklung der Makrozoobenthoskennwerte sind in 2003 im Nahbereich Hinweise auf Wirkungen allerdings nicht mehr deutlich.

Eine belastbarere Beurteilung der bisherigen Befunde (auch der in 2003), insbesondere im Hinblick auf die Ergebnisse der Klappstelle, ist auf der Grundlage einer in 2004 durchzuführenden Untersuchung zu erwarten.

**Fahrrinne (km 730-740):**

Baggerungen 1998 - 2003: Mit Beginn der Vertiefungsarbeiten in 1999 sind die Baggermengen im Bereich der Neubaustrecke (bezogen auf den Abschnitt Fahrrinnenkilometer km 734,1-738,1) mit ca. 1.6 Mio. m<sup>3</sup> gegenüber 1998 (54.918 m<sup>3</sup>) stark angestiegen. Auch in 2000 (874.550 m<sup>3</sup>) sowie in 2001 (636.666 m<sup>3</sup>) – 2003 (910.549 m<sup>3</sup>) erfolgten Baggerungen in erheblichem Umfang. Die Baggermenge im halbjährigen Zeitraum vor den Makrozoobenthosprobenahmen war mit 205.640 m<sup>3</sup> (1999) bzw. 266.970 m<sup>3</sup> (2001) und 2002 (nicht quantifizierbar) in etwa vergleichbar. In 2003 (km 735 – 737,5) lag die Menge mit 559.466 m<sup>3</sup> über den Mengen der Vorjahre. Die Neubaustrecke unterlag also schon vor der Status-quo-Erhebung sowie auch nach Abschluss der Vertiefungsarbeiten mehr oder weniger intensiven Baggeraktivitäten. Während im Bereich der Referenz-Nord seit 1998 keine Unterhaltungsbaggerung erfolgte, wurden im Bereich Referenz-Süd Baggerungen durchgeführt. Die Baggermengen stiegen hier seit 1998 (6.971 m<sup>3</sup>) kontinuierlich an und erreichten in 2001 (178.908 m<sup>3</sup>) ihren bisherigen Höchstwert. In 2003 betrug die Menge etwa 33.158 m<sup>3</sup>. Insgesamt lagen die Baggermengen im Bereich der Referenz-Süd aber vergleichsweise deutlich unter denjenigen der Neubaustrecke.

Makrozoobenthos 2003: Die Untersuchungsstationen der Fahrrinne waren in 2003 insgesamt durch 23 verschiedene Taxa aus 9 taxonomischen Gruppen besiedelt. Die Crustacea und Polychaeta waren mit 10 bzw. 7 Taxa die artenreichsten Gruppen. Aufgrund des überwiegend sporadischen Vorkommens der meisten Arten erreichte die mittlere Taxazahl im Bereich der Neubaustrecke Werte um 2,4 Taxa/Greifer; im Referenzbereich lag der Wert mit ca. 1,7 Taxa/Greifer niedriger. Auch hinsichtlich der Besiedlungsdichte wies der Vertiefungsbereich mit 78,1 Ind./m<sup>2</sup> im Vergleich zur Referenz (ca. 20 Ind./m<sup>2</sup>) höhere Werte auf. Hervorgerufen wurden die Unterschiede insbesondere durch die Crustacea, die im Vertiefungsbereich in deutlich höherer Dichte auftraten. Die Polychaeta, deren Besiedlungsdichte insgesamt deutlich geringer war als die der Crustacea, waren im Referenzbereich mit durchschnittlich 17,3 Ind./m<sup>2</sup> in höherer Zahl vertreten als im Bereich der Baggerstrecke (7,4 Ind./m<sup>2</sup>).

Makrozoobenthos interannuell (1999- 2003): Die untersuchte Neubaustrecke war nach Abschluss der Vertiefungsarbeiten in 2000 nicht faunistisch verödet. Sie war allerdings bereits 1999 durch eine für die Fahrrinne der Elbe heute typische, artenarme Wirbellosengemeinschaft gekennzeichnet. Die Ergebnisse veranschaulichen, dass sowohl bezüglich der Anzahl der Taxa als auch hinsichtlich der Gesamt-Individuendichte die Neubaustrecke in 2001 im räumlichen Vergleich (Referenz) und im Vergleich zur Status-quo-Situation (1999) zumindest örtlich deutlich umfangreicher besiedelt war, obwohl intensive Baggerungen durchgeführt wurden. Verantwortlich hierfür war ausschließlich die starke Abundanz-Zunahme der Crustacea (*Bathyporeia*). Andere Taxagruppen reagierten dagegen mit mehr oder weniger deutlichen Abundanzrückgängen (Polychaeta). In 2002 und 2003 wurde ein Rückgang der sehr hohen Individuendichten der Crustacea dokumentiert, wobei die rückläufigen Zahlen in 2002/2003 mit vergleichsweise geringeren (Unterhaltungs)Baggeraktivitäten einhergingen. Die bisherigen Ergebnisse lassen die Vermutung zu, dass die *Bathyporeia*-Arten besonders nach bzw. bei starken Störungen hohe Besiedlungsdichten entwickeln können; u.U. durch massive, kurzfristige Einwanderung aus den Seitenbereichen und/oder möglicherweise auch durch eine in diesen Bereichen besonders erfolgreiche Reproduktion, wenn die von den Arten bevorzugten Sedimentbedingungen (Fein-Mittelsande) erhalten bleiben.

Aufgrund der insgesamt schon 1999 eher geringen Besiedlungsdichte der Polychaeta sowohl im Neubaubereich als auch im Bereich der Referenz lassen sich Hinweise auf Wirkungen der Vertie-

fungsarbeiten auf diese Organismengruppen nur eingeschränkt ableiten. Dennoch deuten sich auf der Basis der vorliegenden Daten örtlich Entwicklungen an, deren Zusammenhang mit den umfangreichen Neubaubaggerungen (1999/2000) bzw. mit den danach fortgesetzten Unterhaltungsbaggerungen nicht auszuschließen ist. Dies ist v.a. aus der tendenziellen Abnahme der Besiedlungsdichte (Polychaeta) in stark bebaggerten Bereichen abzuleiten, während in weniger stark beeinflussten Bereichen (z.B. rechte Fahrrinnenseite der Neubaustrecke, nördliche Referenz) keine analogen Entwicklungen stattgefunden haben.

Die o.g. Annahmen werden auch durch die in der Unterelbe ermittelten Ergebnisse unterstützt. Auch hier deutete sich an, dass intensive Baggerungen eine Zunahme der *Bathyporeia*-Abundanzen und tendenziell rückläufige Polychaeta-Dichten zur Folge haben können (vgl. Band: Fahrrinne Unterelbe). Bivalvia wurden nach 1999 im Bereich der Vertiefungsstrecken (Außen- und Unterelbe) nicht nachgewiesen, allerdings konnten bereits 1999 nur vereinzelt Muscheln in der Fahrrinne dokumentiert werden, so dass deren Fehlen nach Abschluss der Vertiefungsarbeiten nicht eindeutig mit den Baggertätigkeiten in Zusammenhang gestellt werden kann.

**Transekt km 736:** Die Transektstationen unterscheiden sich aufgrund ihrer räumlichen Lage im Hinblick auf die Rahmenbedingungen und damit auch aufgrund der Fauna mehr oder weniger deutlich voneinander. V.a. der Bereich Zehnerloch grenzt sich aufgrund der Sedimente (hohe Schlickanteile) und einer anderen Gemeinschaftsstruktur (mehr durch Polychaeten geprägt) deutlich von den übrigen Transektstationen ab. Diese räumlichen Unterschiede sind trotz der starken interannuellen Variabilität über den gesamten Untersuchungszeitraum zu erkennen. Aufgrund der sehr ausgeprägten räumlichen und zeitlichen Veränderlichkeit der Benthosbesiedlungen sind Wirkungen der Neubaumaßnahme auf das Zoobenthos auf der Basis des vorliegenden Transekt-Datensatzes nicht offensichtlich.

### Schlussfolgerung

Die Verklappungen (1999/2000) haben nicht zu einer faunistischen Verödung der Klappstelle geführt. Allerdings konnte v.a. 2001 eine Reduzierung der Besiedlungskennwerte auf der Klappstelle und z.T. auch in deren Nahbereich festgestellt werden. Die in 2001 ermittelten Befunde wurden als Hinweise auf Wirkungen im Verklappungsbereich und auch örtlich im Nahbereich identifiziert. Nach Abschluss der Vertiefungsarbeiten (2000) wurde die Klappstelle fast nicht mehr für Verklappungen genutzt. Ohne den Wirkfaktor ‚Verklappung‘ konnte dann in 2002 wieder eine Zunahme der Besiedlungskennwerte auf der Klappstelle ermittelt werden, die als Hinweis auf eine beginnende Erholung angesehen wurde. Aufgrund unterschiedlicher räumlicher Entwicklungen wurden dann in 2003 wieder größere Unterschiede zwischen Referenz und Klappstelle verzeichnet. Unklar bleibt derzeit, ob die in 2003 festgestellten Befunde eine bislang noch nicht abgeschlossene Erholung der Klappstellenfauna oder die in diesem Gebiet natürliche Variabilität widerspiegeln. Folgende Aspekte würden erstere Annahme unterstützen:

- Klappstelleninterne Unterschiede zur Ausgangssituation 1999 waren in 2003 (wenn auch weniger deutlich) noch vorhanden,
- Unterschiede zur Referenz aufgrund der auf der Klappstelle geringeren Besiedlungsdichte und der unterschiedlichen gebietsinternen Entwicklung der Makrozoobenthosgemeinschaft.

Andererseits ist es, wie oben schon benannt, auch nicht ausgeschlossen, dass die Ergebnisse Resultat der natürlichen Variabilität in diesem Untersuchungsgebiet sind, da 2003 u.a. auch die Referenzstationen z.T. sehr unterschiedlich umfangreich besiedelt waren.

Im Untersuchungsgebiet der Neubaustrecke der Fahrrinne zeigten sich artengruppenspezifisch z.T. gegensätzliche Entwicklungen. Einerseits wurde nach Abschluss der Neubaumaßnahme eine deutliche Zunahme der Crustacea-Dichte, andererseits ein Rückgang der Polychaeta-Dichte verzeichnet. Die auffällig hohen Crustacea-Abundanzen korrespondierten ebenso wie die im Vergleich deutlichsten Rückgänge der Polychaeta mit hohen Baggerintensitäten. Insgesamt war im Bereich der Neubaustrecke eine ausgeprägte räumliche und zeitliche Besiedlungsdynamik vorhanden, die in dieser Form im Referenzbereich-Nord nicht dokumentiert wurde.

Die im Bereich der Neubaustrecke festgestellten Veränderungen könnten aus folgenden Gründen als Hinweise auf Wirkungen der Baggerarbeiten anzusehen sein:

- die deutliche Erhöhung der *Bathyporeia*-Abundanzen und eine damit einhergehende Veränderung der Gemeinschaftsstruktur erfolgte am ausgeprägtesten sowohl auf der Raum (linker Fahrinnenbereich)- als auch auf der Zeitskala (2001) in den von Baggerungen am stärksten betroffenen Bereichen.
- die Abschnitte der Neubaustrecke, die von Baggerungen wenig betroffen waren sowie die nicht direkt von Baggerungen beeinflussten nördlichen Referenzbereiche zeichneten sich durch deutlich geringere interannuelle Veränderungen der Benthosgemeinschaft aus.
- Der, wenngleich nur schwach ausgeprägte, Rückgang der Polychaeta in fast ausschließlich intensiv bebaggerten Bereichen.

Erschwert wurde (bzw. wird) die Bewertung der Befunde allerdings durch die nach Abschluss der eigentlichen Vertiefungsbaggerungen stattgefundenen Unterhaltungsarbeiten und die Tatsache, dass die Vertiefungsbaggerungen eine durch die in der Vergangenheit stattgefundenen Strombau- maßnahmen und die laufende Unterhaltungsbaggerei vorbelastete Gemeinschaft betroffen haben. In diesem Zusammenhang sind zwei Aspekte nicht voneinander zu trennen: die (andauernden?) Wirkungen der ausbaubedingten intensiven Baggerungen und die Wirkungen der nach Abschluss der Ausbauarbeiten weiter erfolgenden (weniger intensiven) Baggerungen im Rahmen der Fahrinnenunterhaltung.

Die Untersuchungen zur Beweissicherung werden in 2004 fortgesetzt. Die Fortsetzung ist sinnvoll, weil die Befunde auf der vorliegenden Datenbasis noch keine eindeutige Aussage darüber zulassen, ob die Ergebnisse die natürliche Variabilität oder teilweise noch maßnahmenbedingte Wirkungen (inkl. Unterhaltungsmaßnahmen) widerspiegeln. Der zusätzliche Datensatz 2004 lässt belastbarere Aussagen im Sinne der hier zugrundeliegenden Fragestellung erwarten.

## 1. Anlass und Ziel der Untersuchung

Im Rahmen der Beweissicherung zur Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt finden umfangreiche Begleituntersuchungen zur benthischen Makrofauna im Bereich der Außenelbe (km 732-740) statt. Nach der in 1999 durchgeführten Status-quo-Untersuchung, erfolgten in 2001 die erste, in 2002 die zweite sowie in 2003 die dritte Monitoringuntersuchung nach Abschluss der Neubauarbeiten. Die Untersuchungsgebiete in der Außenelbe umfassen, wie im festgelegten Monitoringprogramm vorgesehen, eine Baggerstrecke in der Fahrrinne im Bereich km 735-737, die Klappstelle bei km 733 sowie jeweils zugehörige Referenzbereiche und ein Stationstransect, ausgehend von dem linksseitigen Fahrrinnenbereich bei km 733 über die Fahrrinne im Bereich der Baggerstrecke nördlich an der Klappstelle (km 733) vorbei bis zum Zehnerloch.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die Entwicklung der Makrozoobenthosgemeinschaften zu dokumentieren und Hinweise auf mögliche noch bestehende Beeinträchtigungen durch die Fahrrinnenanpassung (Baggern und Verklappen) zu identifizieren. Dazu erfolgte zum einen ein räumlicher Vergleich auf der Grundlage der in 2003 vorgefundenen Makrozoobenthosbesiedlung und zum anderen ein zeitlicher Vergleich mit der Status-quo-ante-Situation in 1999 und den Ergebnissen der Folgejahre 2001-2003 zwischen direkten Eingriffs- (Baggerstrecken, Klappstellen) und den Referenzbereichen.

Zusätzlich wurde ein Abgleich der im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen ermittelten Ergebnisse mit der Prognose der Umweltverträglichkeitsuntersuchung von 1997 (MATERIALBAND VII 1997) durchgeführt.

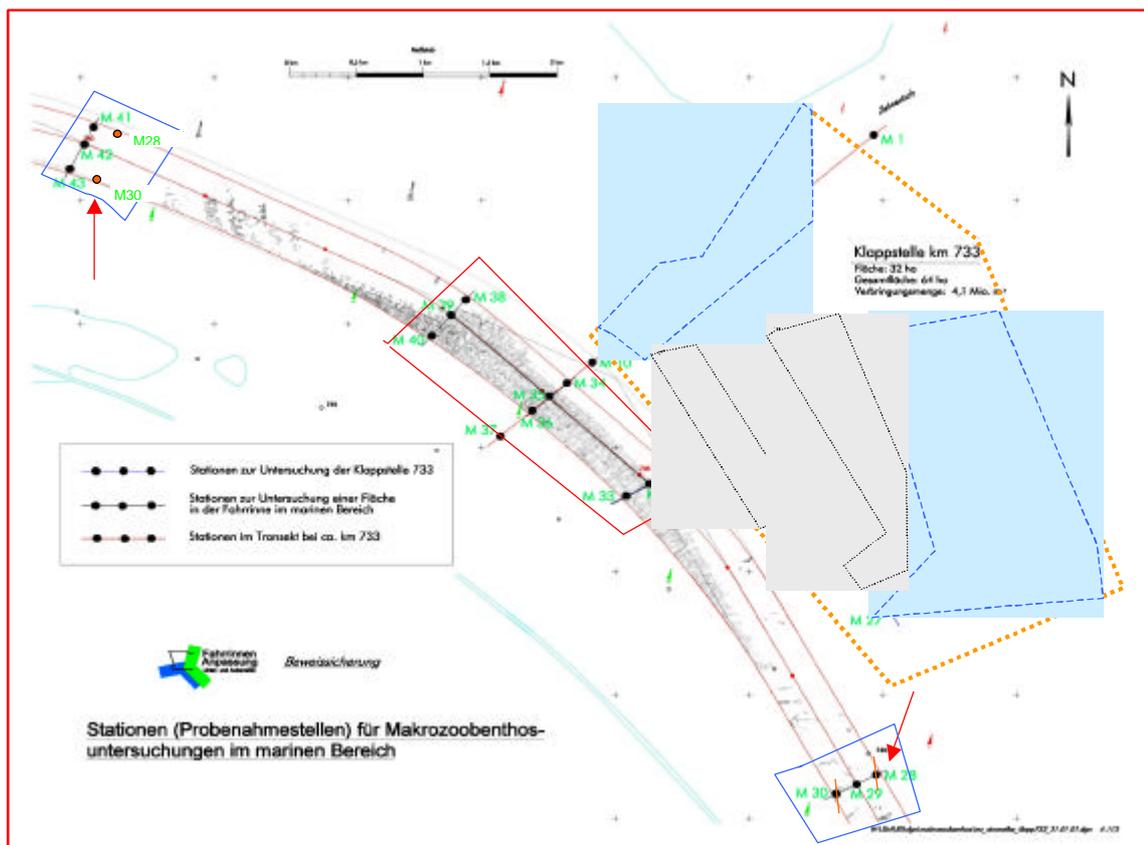
Der vorliegende Bericht umfasst die Ergebnisse zu den in der Außenelbe untersuchten Teilbereichen (Klappstelle, Fahrrinne, Transect Zehnerloch). Die Ergebnisse zu den Untersuchungsbereichen in der Unterelbe sind gesonderten Berichten zu entnehmen.

## 2. Material und Methoden

Die Probenahme in der Außenelbe wurde im Zeitraum vom 13.05. bis zum 15.05.2003 durchgeführt. Die Terminfestlegung erfolgte in Abhängigkeit zur Wassertemperatur, da vorgesehen war, die Probennahme unter ähnlichen Rahmenbedingungen wie bei der Status-quo-Aufnahme 1999 durchzuführen. Zum damaligen Untersuchungszeitpunkt (Mitte April) lagen die Wassertemperaturen in etwa 6-8 m Tiefe um 10°C. In 2001 lag die Wassertemperatur mit 8–10°C etwas niedriger, in 2002 und 2003 waren die Werte mit 12-13°C etwas höher. Die Temperaturamplitude ist allerdings nicht so groß, als dass die interannuelle Vergleichbarkeit der Frühjahrsentwicklung des Makrozoobenthos eingeschränkt wäre. Allgemeine Angaben zum Probenahmedatum, der Position der Stationen (Strom-km bzw. geographische Position), Eindringtiefe des van Veen-Greifers, Sedimentcharakter sowie Sondenmesswerte sind dem Anhang I zu entnehmen.

### 2.1 Untersuchungsgebiete

Die Lage der in 2003 untersuchten Probenahmestationen ist der Abb. 1 zu entnehmen. In der Fahrrinne wurde die Position von zwei Stationen gegenüber den Vorjahren verändert. Es handelt sich hierbei um die in der südlichen Referenz befindlichen Stationen M28 und M30. Beide Stationen wurden in 2003 der nördlichen Referenz zugeordnet (rote Pfeile in Abb. 1). Diese Modifizierung wurde insofern als sinnvoll erachtet, da die südliche Referenz aus bislang unbekanntem Gründen eine extrem verarmte Besiedlung aufwies und somit als Referenz im Sinne der Fragestellung nicht nutzbar war.



**Abb. 1:** Lage der Untersuchungsgebiete und Position der Probenahmestationen. Orange gestrichelt: Untersuchungs-bereich Klapptelle (Teilbereiche Klapptelle: gelb; Nahbereich: grau; Äußerer Bereich (Referenz): blau). Rot umrandet: Baggerstrecke Fahrwinne, blaue Rechtecke Referenzen Fahrwinne. M37-M1: Transektstationen. Rote Pfeile: Verlegung der südlichen Referenz-Stationen M28 und M30 zur nördlichen Referenz.

### 2.1.1 Klapptelle und Umgebung km 733-736,5

Im Gesamtgebiet dieses Bereichs wurden 23 Stationen beprobt: 5 Stationen auf einem Längs-schnitt auf der Klapptelle (Stationsbezeichnung MK), 8 Stationen (Stationsbezeichnung MKN) in der näheren und 10 in der weiteren Umgebung der Klapptelle (Stationsbezeichnung MKÄ). Wei-tere Erläuterungen zu den Stationsbezeichnungen sind Kap. 3.2 zu entnehmen. Die Unters-uchungsstationen sind netzartig um die eigentliche Klapptelle herum positioniert. Eine Differen-zierung in die von der Verklappung unterschiedlich beeinflussten Teilgebiete ‚direkter Verklappungs-bereich‘, ‚Nahbereich‘ und ‚äußerer Bereich‘ (Referenz) ermöglicht einen räumlichen Vergleich (zur Lage der Teilgebiete s. Abb. 1).

### 2.1.2 Fahrwinne km 732-740

In der Fahrwinne wurden 15 Stationen beprobt, die 1999-2002 aus je 5 Querschnitten à 3 Stationen gebildet werden. Drei Querschnitte wurden innerhalb einer Vertiefungsstrecke in der Fahrwinne (km 734,5-737,5) und je ein Querschnitt oberhalb (km 732) und unterhalb (km 740) der Baggerstrecke

positioniert. Diese fungieren als räumliche Referenz. In 2003 erfolgte die o.g. Modifizierung der Positionierung zweier Referenzstationen (s. Abb. 1).

### 2.1.3 Transekt km 736-Zehnerloch

Das hier bezeichnete ‚Transekt km 736-Zehnerloch‘ entspricht demjenigen, welches im Planfeststellungsbeschluss als ‚Transekt km 733‘ benannt ist. Es besteht aus 11 Stationen, die vom linksseitigen Fahrrinnenbereich bei km 736 über die Fahrrinne im Bereich der Baggerstrecke nördlich an der Klappstelle (km 733) vorbei bis zum Zehnerloch positioniert wurden. 6 der Stationen haben eine Doppelfunktion, da sie gleichzeitig auch für die Klappstellen- bzw. Fahrrinnenbetrachtung berücksichtigt werden.

## 2.2 Methodik

An jeder der o.g. Stationen wurden 6 van-Veen-Greifer à 0,1 m<sup>2</sup> entnommen. Der Befüllungsgrad der verwerteten Greifer betrug mindestens 75%; Greifer mit geringerer Füllung wurden verworfen.

In der Außenelbe wurde in 2003 wie auch schon in 2001 bzw. 2002 im Gegensatz zu der Beprobung 1999 auf Stechrohrunterproben verzichtet, weil die Ergebnisse aus 1999 gezeigt haben, dass in diesem Elbebereich über die Stechrohrunterproben kein zusätzlicher Erkenntnisgewinn erreicht wurde (BIOCONSULT 1999, BFG 2000). In der limnischen Unterebbe, deren Makrozoobenthosbesiedlung durch Oligochaeta dominiert wird, ist dagegen die Anwendung von Stechrohrunterproben bzw. die Siebung über feinen Siebmaschenweiten sinnvoll und wurde auch fortgeführt (s. Berichte Unterebbe).

Nach der Probenahme wurde der Greiferinhalt in eine Wanne überführt und anschließend über ein 1 mm Sieb vorsichtig gesiebt. Der Rückstand wurde in 70%igem Alkohol zur taxonomischen Bestimmung fixiert.

Die taxonomische Bearbeitung erfolgte im Labor; Muscheln wurden vermessen (auf den unteren zehntel Millimeter genau). Soweit möglich, wurden die einzelnen Individuen der erfassten Taxa in „Juvenil“ und „Adult“ unterschieden. Folgende Kriterien lagen der Klassifizierung zugrunde: Muscheln (hier *Macoma balthica*) galten bei Schalenlängen <5 mm als juvenil, Polychaeten (hier *Marenzelleria*) wurden als juvenil bezeichnet, wenn das 7. Segment <2 mm breit war. Gammariden wurden bei Größen von <4 mm als juvenil bezeichnet. Die Klassifizierung anderer Polychaeta erfolgte nach einer vergleichenden Einschätzung des vorliegenden Materials. Für die Gattung *Bathyporeia* wurde auf eine Unterteilung verzichtet, da die Bestimmung der Arten dieser Gruppe erst ab einer bestimmten Größe (4 mm, entsprechend der Ergebnisse eines in 1999 durchgeführten Workshops des BLMP) möglich ist.

An begleitenden Parametern wurden erhoben: Datum, Uhrzeit, Koordinaten (Gauß-Krüger), Tidephase, Wassertiefe, Temperatur (an einigen Stationen) und 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 beigefügt.

Für die quantitativen Analysen (Abundanzbetrachtung, multivariate Verfahren) wurden solche Arten ausgeschlossen, die dem Hyperbenthos (sehr mobile Arten, deren Lebensraum auch das Freiwasser ist) zugeordnet werden. Die Erfassung des Hyperbenthos mit der Greifermethode ist durch eine hohe Zufälligkeit bestimmt, da es sich um mehr oder weniger mobile, wenig standort-treue Arten handelt. Für die Beantwortung der Fragestellung sind sie daher als ungeeignet anzusehen. Hydrozoa und Bryozoa blieben bei der quantitativen Auswertung ebenfalls unberücksichtigt, da z.T. nur Bruchstücke solcher Arten in den Proben vorhanden waren. Die o.g. Taxa wurden bei der Betrachtung der Taxazahlen berücksichtigt.

Die Auswertung umfasst eine Darstellung der verschiedenen Untersuchungsbereiche bzw. des Transekts im Hinblick auf abiotische Rahmenbedingungen, Artenspektrum, Artenzahl, Zusammensetzung der Fauna auf Phyla-Niveau, Individuendichte und Dominanzstruktur. Der räumliche (Eingriffsbereich-Referenz) sowie der zeitliche Vergleich der Makrozoobenthosbesiedlung basiert auf den Kennwerten Artenzahl, Dominanzstruktur und Abundanzen. Die Abundanzvergleiche erfolgen sowohl summarisch auf Basis der Gesamtabundanz als auch auf Phyla-Ebene und wurden mittels Box-Whisker-Plots dargestellt. Die Prüfung möglicher quantitativer Besiedlungs-Unterschiede (Artenzahlen, Abundanzen) erfolgte sowohl auf räumlicher als auch auf zeitlicher Ebene – soweit sinnvoll – durch paarweise Vergleiche mittels parameterfreier Verfahren wie dem Wilcoxon-Test. Dieser wurde angewendet, wenn die Ergebnisse vom gleichen Ort aber unterschiedlicher Zeitpunkt miteinander verglichen wurden. Die ebenfalls parameterfreien U- und Median-Tests wurde zum Vergleich der Ergebnisse unterschiedlicher Standorten verwandt. In einigen Fällen sind die Ergebnisse einer einfachen Varianzanalyse (H-Test, F-Test) mit anschließendem post-hoc-Test (Nemenyi, Tukey) unterzogen worden. Des Weiteren wird, so weit ausreichende Daten vorliegen, auch die Besiedlungsstruktur (hier: Verhältnis juvenil-adult) der einzelnen Bereiche sowohl auf der zeitlichen als auch auf der räumlichen Ebene verglichen.

Zusätzlich zu den o.g. Auswertungen sind exemplarisch Gradientenanalysen (Kanonische Gradientenanalyse) für das Untersuchungsgebiet K733 durchgeführt worden. Die Kanonische Korrespondenzanalyse (CCA) ist eine Abschätzung, in welchem Maß bestimmte Umweltparameter die Variationsbreite der Benthosdaten erklären. Dabei werden Kombinationen von Umweltparametern berechnet und daraus die Ordinationsachsen aufgespannt. Die Analyse stellt eine multivariate Form der Regression dar, bei der die Arten-Abundanz-Daten als Funktion der vorgegebenen Umweltparameter modelliert werden. Für die Transektbetrachtung wurde eine Redundancy-Analysis (RDA, vgl. ter BRAAK & SMILAUER 1998) angewandt. Für die RDA wurden transformierte Abundanzdaten sowie bekannte Umweltvariablen berücksichtigt (s.u.). Die RDA geht von einem linearen Zusammenhang zwischen den erfassten Parametern aus und ist dann zur Erfassung von Unterschieden in einem Datensatz gut geeignet, wenn die Verbreitungsoptima der erfassten Arten tatsächlich innerhalb des vorliegenden Datensatzes liegen (TER BRAAK 1996).

### 3. Ergebnisse Klappstelle und Umgebung (km 733-736,5)

#### 3.1 Verklappungsmengen

Klappstelle 733 befindet sich am nördlichen Fahrwasserrand vor dem Zehnerloch. Von 1993 bis 1998 sind durchschnittlich rd. 0,17 Millionen m<sup>3</sup> Sand pro Jahr deponiert worden (Daten WSA Cuxhaven). Dabei war die Unterhaltungsverklappung ab 1993 nach Menge und Frequenz rückläufig. Für den Zeitraum Januar 1998 - Mai 2003 wurden vom WSA-Cuxhaven Angaben zu den monatlichen Klappmengen zur Verfügung gestellt. Der folgenden Übersicht sind die jeweiligen Jahresklappmengen zu entnehmen. Des Weiteren sind die durchschnittlichen Klappmengen vor den Benthosprobenahmen bezogen auf einen etwa 6monatigen Zeitraum angegeben sowie die durchschnittliche monatliche Klappmenge/m<sup>2</sup> (bei hypothetisch gleichmäßiger Verteilung der Baggermenge auf den gesamten Klappstellenbereich).

<b>Klappstelle K733</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b> (räumlich verlegt)	<b>2002</b> (räumlich verlegt)	<b>2003</b> (bis Mai) (räumlich verlegt)
Gesamtklappmenge/Jahr [m <sup>3</sup> ]	91.020	1.986.100	996.475	348.312	736.486	1.821.167
durchschnittliche monatl. Klappmenge vor der Probenahme [m <sup>3</sup> ]; (halbjährli- cher Zeitraum)	-	ca. 111.480	-	ursprüngliche Fläche nur noch sehr eingeschränkt beaufschlagt	ursprüngliche Fläche nicht mehr beauf- schlagt	ursprüngliche Fläche nicht mehr beauf- schlagt
mittl. monatl. Klappmenge/m <sup>2</sup> [m <sup>3</sup> ] bezogen auf: 6 Monate vor Probenahme (PN)	Keine PN/ 0,024	0,1/ 0,5	Keine PN/ 0,26	nicht berech- net	nicht berech- net	nicht berech- net

Die Angaben verdeutlichen, dass die Klappstelle K733 in 1999 und 2000 im Rahmen der Neubau-  
maßnahmen mit 1.986.100 m<sup>3</sup> bzw. 996.475 m<sup>3</sup> deutlich intensiver beaufschlagt wurde als 1998  
(91.020 m<sup>3</sup>). Bis April 1999, also auch vor der Status-quo-ante-Untersuchung, wurde die Klapp-  
stelle mit durchschnittlich etwa 111.480 m<sup>3</sup>/Monat beaufschlagt, die verklappten Sedimente waren  
überwiegend Sande. Die Benthosprobenahme im April 1999 erfolgte an 3 (MK12, MK14, MK16) der  
insgesamt 5 Klappstellenstationen erst nach der April-Verklappung, d.h. diese Stationen könnten  
direkt von den Verklappungen betroffen worden sein. Angaben zu den genauen Verklappungsorten  
auf K733 liegen nicht vor. Die Status-quo-Erhebung (1999) auf der Klappstelle spiegelt also eine  
gewisse vorbelastete Situation wider.

In 2001 wurde die Klappstelle nach Süden verlegt, so dass von den ursprünglichen auf der Klappstelle befindlichen Stationen lediglich die Station MK25 betroffen ist, als auch die Stationen MKN26 und MKÄ27 von den Verklappungen 2001 betroffen sein könnten. Weitere Verlegungen der Klappstelle in Richtung Süden erfolgten in 2002 und 2003. In 2003 lag dann nur noch die ehemalige Referenzstation MKÄ27 im derzeitigen Verklappungsbereich. Detaillierte Angaben zu den monatlichen Verklappungsmengen sowie deren grafische Darstellung sind dem Anhang III zu entnehmen.

### 3.2 Ergebnisse 2003

Die Untersuchungsstationen im Bereich der Klappstelle 733 wurden im unmittelbaren Verklappungsbereich und mit unterschiedlichem Abstand um den Verklappungsbereich herum positioniert. Wie in BIOCONSULT (2001) dargestellt, erfolgt auch in 2003 eine räumliche Differenzierung der Stationen, um möglicherweise vorhandene Besiedlungsunterschiede zu identifizieren, die als Hinweise auf Verklappungswirkungen bewertet werden können. Die insgesamt 23 Untersuchungsstationen wurden folgenden 3 Teilbereichen zugeordnet, die von den Verklappungen in unterschiedlichem Ausmaß betroffen sein können: Bereich MK = direkter Verklappungsbereich, Bereich MKN = Stationen im Nahbereich der Klappstelle, MKÄ = Stationen, die von der Klappstelle weiter entfernt liegen (Referenzstationen). Die folgende Aufstellung gibt eine Übersicht über die Zuordnung der Untersuchungsstationen zu den differenzierten Teilbereichen der Klappstelle und deren Umgebung. Die genaue Lage bzw. die Anordnung der Stationen ist der Übersichtskarte im Anhang VI zu entnehmen.

Verklappungsbereich [MK] N <sub>Stationen</sub> = 5 (30 Greifer)	Nahbereich Klappstelle [MKN] N <sub>Stationen</sub> = 8 (48 Greifer)	Äußerer Bereich [MKÄ] (Referenz) N <sub>Stationen</sub> = 10 (60 Greifer)
M25, M24, M16; M14, M12	M26, M22, M23; M15; M17, M13, M11, M7	M27, M20, M21, M18, M19 M9, M5, M6, M2, M3

Die rot markierten Stationen sind solche, die in 2001 und z.T. auch in 2002 von den Verklappungen betroffen waren. In 2003 lag nur die Station M27 im nördlichen Bereich der verlegten Klappstelle K733. Da die Verlegung der Klappstelle erst in 2003, nach Abschluss des vorliegenden Berichtes bekannt wurde, sind die Stationen MKN26 und MKÄ27 im Rahmen der Auswertung, wie im ursprünglichen Konzept vorgesehen, nach wie vor als Station des Nahbereichs bzw. als Referenzstation betrachtet worden. D.h. die Referenz und auch der Nahbereich umfassen damit jeweils zumindest eine von Verklappungen direkt betroffene Station (MKÄ27, MKN26). Dies hat zur Folge, dass zum einen die vorhandenen räumlichen Besiedlungsunterschiede zwischen Klappstelle und Referenz bzw. Klappstelle und Nahbereich etwas schwächer werden und sich zum anderen die gebietsinterne Variabilität von Referenz und Nahbereich etwas erhöht. Aufgrund der vergleichsweise hohen Anzahl an MKÄ- bzw. MKN-Stationen (N=10, N=8) wird im vorliegenden Fall das Gesamtergebnis (bezogen auf den räumlichen Vergleich der Besiedlungskennwerte mit denjenigen der Klappstelle) trotz der ‚Sonderstationen‘ MKÄ27 und MKN26 nicht grundsätzlich anders. Auf eine nachträgliche Neuberechnung der Ergebnisse unter Berücksichtigung der veränderten Rahmenbedingungen wurde daher zunächst verzichtet. Dies gilt sowohl für die räumlichen als auch für die interannuellen Vergleiche (s. Kap. 3.3).

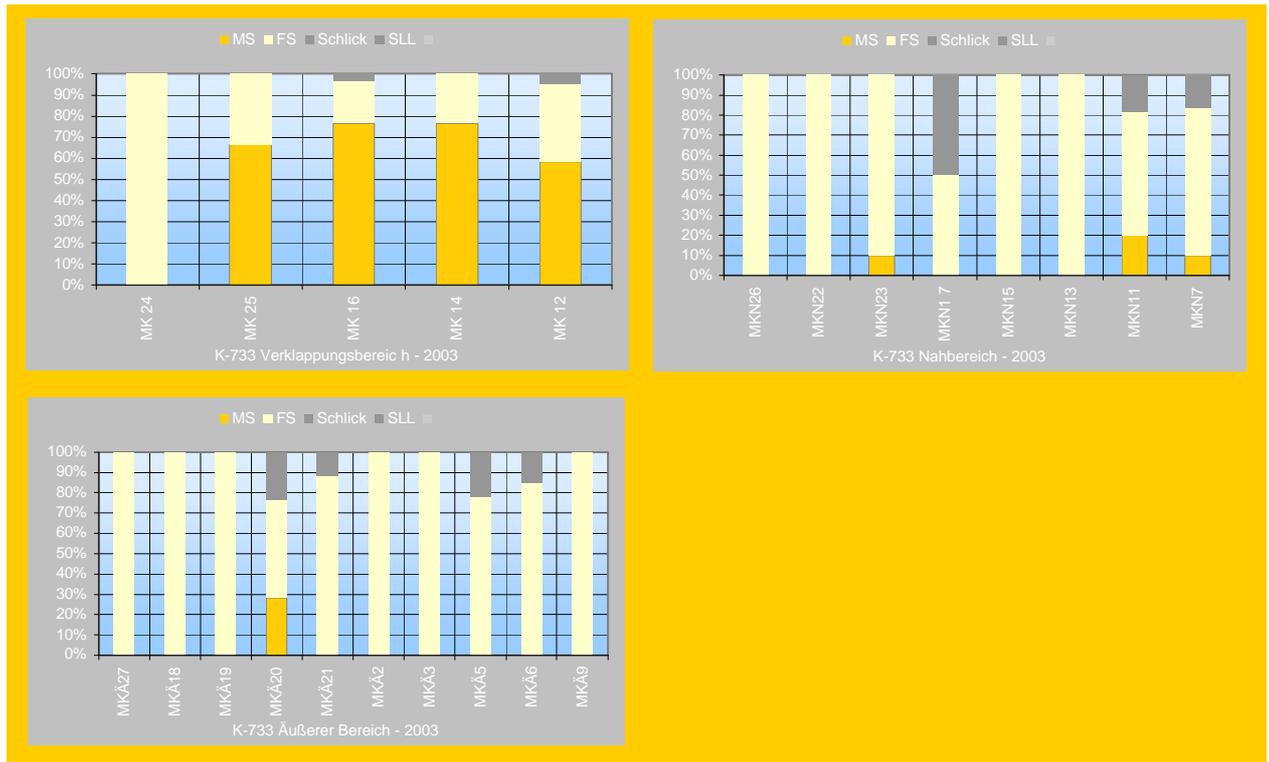
### 3.2.1 Sedimente und Wassertiefen

Die Sedimente im Untersuchungsbereich der Klappstelle und deren Umgebung wurden vorwiegend durch Sande geprägt, lokal z.T. auch durch Schlick.

Die Klappstelle (MK) selbst wies einem Mittelsandanteil von 55,7% auf. Neben Mittelsand waren Feinsande in etwa gleichem Maße prägend (42,7%). Andere Sedimente waren mit jeweils <1% nur in geringem Maße vertreten (Abb. 2). Die Wassertiefe variierte zwischen 10,3 und 13,3 m und betrug im Mittel etwa 11,5 m unter SKN (vgl. Rahmenparameter im Anhang I).

Der Nahbereich der Klappstelle (MKN) hatte eine im Vergleich zu MK unterschiedliche Sedimentstruktur. Feinsand war mit einem Anteil von 84% hier dominierend. Mittelsand spielte nur eine untergeordnete Rolle (5%). Örtlich konnten auch höhere Schlickanteile (bis zu 50%) verzeichnet werden; im Mittel erreichte der Schlickanteil im Nahbereich etwa 10% (Abb. 2). Die Sedimentvariabilität der MKN-Stationen untereinander war eher gering. Mit Wassertiefen zwischen 7,9 m (M11) und 17 m (M23) wurden im Bereich MKN jedoch deutlichere interne Unterschiede verzeichnet als auf der Klappstelle. Die mittlere Wassertiefe betrug 11,5 m unter SKN und entsprach damit der mittleren Tiefe der Klappstelle.

Die weiter von der Klappstelle entfernt positionierten Stationen (Bereich MKÄ) waren bezüglich der Sedimente ebenfalls vergleichsweise homogen. Es dominierten wie auch im Nahbereich ganz deutlich Feinsande, die im Mittel einen Anteil von ca. 90% ausmachten. Der mittlere Schlickanteil betrug etwa 7%. Darüber hinaus war nur noch Mittelsand (2,8%) vorhanden (Abb. 2). Deutliche Unterschiede zu den beiden anderen Bereichen wiesen die Wassertiefen auf. Je nach Position der MKÄ-Stationen wurden Tiefen zwischen 2,2 m (MKÄ20) und 14,7 m (MKÄ9) dokumentiert. Der Mittelwert der Stationen im äußeren Bereich betrug 6,9 m unter SKN. Die östlich der Klappstelle (MKÄ18-MKÄ21) gelegenen Stationen waren insgesamt deutlich flacher als die übrigen Stationen.



**Abb. 2:** Sedimentzusammensetzung in den Teilgebieten Klappstelle (MK), Nahbereich (MKN) und Äußerer Bereich (MKÄ), Daten 2003.

### 3.2.2 Makrozoobenthos

Im Gebiet der Klappstelle 733 und deren Umgebung wurden in 2003 insgesamt 38 verschiedene Taxa (ohne juv.) aus 8 taxonomischen Gruppen nachgewiesen. Die Polychaeta waren mit 15 Taxa (inkl. spp.) die artenreichste Gruppe (Tab. 1). Crustacea waren mit insgesamt 14 Taxa vertreten. Weitere Gruppen waren Hydrozoa (3 Taxa), Gastropoda (1 Art), Bivalvia (1 Art), Oligochaeta (1 Art), Bryozoa (2 Arten) sowie die Gruppe der Nemertini (1 Art).

Im Mittel wurden etwa 384 Ind./m<sup>2</sup> pro Station erfasst; davon stellte, bezogen auf den gesamten Untersuchungsraum, die Gruppe der Crustacea allein mit den Amphipoda >85%. Bivalvia hatten einen Anteil von etwa 6,6%, die Polychaeta ca. 5% und derjenige der weiteren Taxa lag überwiegend deutlich <3%. Mit der Hydrozoa *Sertularia cupressina* wurde eine gefährdete (Rote Liste-Kategorie 3, RACHOR et al. 1998) im Bereich der Äußerer Stationen (Teilgebiet MKÄ) nachgewiesen. Das Cypressenmoos konnte aber nur vereinzelt an 2 Stationen (MKÄ 5, MKÄ 6) erfasst werden. Ähnliches gilt auch für den Polychaeten *Harmothoe impar*, für den nach RACHOR et al. (1998) eine Gefährdung anzunehmen ist. Die Art ist als Einzelexemplar nur an der Station MKÄ27 nachgewiesen worden.

Nur wenige Arten erreichten einen Dominanzanteil von >1%. Die Amphipoden *Bathyporeia pilosa* (65,3% = 250,7 Ind./m<sup>2</sup>), *B. elegans* (20% = 76,7 Ind./m<sup>2</sup>) sowie die Muschel *Macoma balthica* (6,6% = 25,3 Ind./m<sup>2</sup>) dominierten die Artengemeinschaft der Klappstelle inkl. ihrer Umgebung in besonderem Maße. Obwohl die Polychaeta das umfangreichste Artenspektrum aufwiesen, waren sie im Vergleich zu den Crustacea insgesamt deutlich weniger abundant. Die in 2003 häufigsten

Polychaeta waren *Nephtys hombergii* (1,2% = 3,9 Ind./m<sup>2</sup>) und *Heteromastus filiformis* (1% = 3,7 Ind./m<sup>2</sup>). Weitere Taxa spielten bzgl. ihrer Abundanz keine bedeutsame Rolle; die mittlere Individuendichte lag überwiegend bei <1% (<2,5 Ind./m<sup>2</sup>).

Tab. 1 zeigt eine Übersicht über das Artenspektrum sowie die mittlere Individuendichte/Teilbereich der einzelnen Arten im Untersuchungsbereich bei km 733. Die vorgefundene Makrozoobenthos-Gemeinschaftsstruktur mit der deutlichen Dominanz der Amphipoda spiegelt v.a. die im gesamten Untersuchungsgebiet vorhandenen Sedimentverhältnisse (überwiegend Fein- und z.T. Mittelsande) wider. Insbesondere die zu den Haustoriidae (Amphipoda) gehörenden *Bathyporeia*-Arten besiedeln bevorzugt sandige Sedimente (SCHELLENBERG 1942). Dieses gilt in der Tendenz auch für die ebenfalls vergleichsweise häufigeren Arten *Macoma balthica* oder den Polychaeten *Magelona mirabilis* (ZIEGELMEIER 1957, HAYWARD & RYLAND 1995), während die *Nephtys*-Arten bezüglich ihrer Sedimentansprüche eher als indifferent zu bezeichnen sind (HARTMANN-SCHRÖDER 1996).

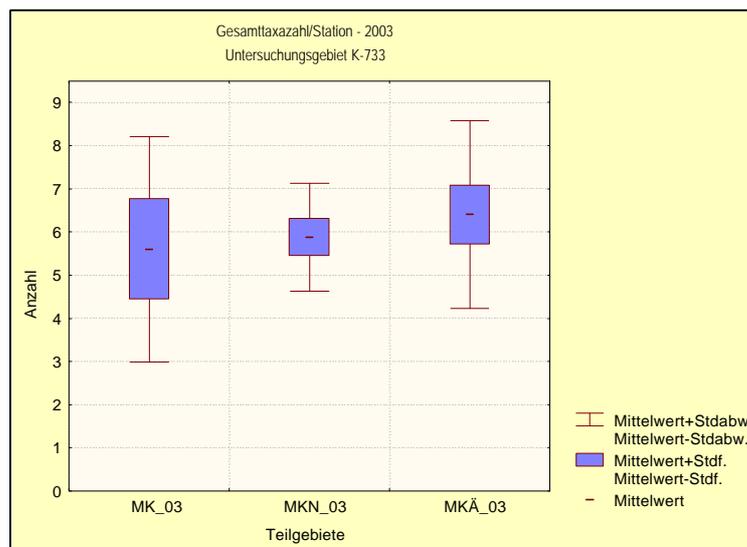
**Tab. 1:** Klappstelle 733 und Umgebung, Artenspektrum und mittlere Abundanz (Ind./0,1 m<sup>3</sup>) der Greiferproben/ Teilbereich, Beprobung Mai 2003. MK = Klappstelle, MKN = Nahbereich der Klappstelle, MKÄ = weiter entfernt positionierte Stationen. Rot hervorgehoben: Taxa die in 2003 im Vergleich zu den Vorjahren nicht erfasst wurden. \*\* = Taxa für die Abundanzvergleiche nicht berücksichtigt wurden.

Taxagruppen	Untersuchung 2003 Anzahl Greifer	MK N=30	MKN N=48	MKÄ N=60
Hydrozoa	Hartlaubella gelatinosa**			
Hydrozoa	Obelia sp.**			
Hydrozoa	Obelia bidentata**			x
Hydrozoa	Sertularia cupressina**			x
Hydrozoa	Hydrozoa indet.**	x	x	x
Gastropoda	Hydrobia ulvae		0,4	0,2
Bivalvia	Cerastoderma edule			
Bivalvia	Macoma balthica (juv. + ad)	8,3	23,8	35,0
Bivalvia	Mytilus edulis juv.			
Nemertini	Nemertini indet.	1,0	0,2	
Oligochaeta	Tubificoides benedeni			0,2
Polychaeta	Antinoella sarsi sarsi			
Polychaeta	Aricidea minuta			
Polychaeta	Arenicola marina		0,2	
Polychaeta	Capitella capitata			
Polychaeta	Capitella minima			0,2
Polychaeta	Eteone longa			0,8
Polychaeta	Harmathoe impar			0,3
Polychaeta	Hediste diversicolor		0,2	
Polychaeta	Heteromastus filiformis	0,3	4,0	5,2
Polychaeta	Lanice conchilega			
Polychaeta	Magelona mirabilis	2,7	1,3	1,7
Polychaeta	Marenzelleria spp.	0,3		0,3
Polychaeta	Marenzelleria cf. viridis		0,4	0,5
Polychaeta	Marenzelleria cf. wireni		0,2	0,8
Polychaeta	Neanthes succinea			
Polychaeta	Nephtys caeca			
Polychaeta	Nephtys cirrosa		0,2	
Polychaeta	Nephtys hombergii	x	4,8	4,7
Polychaeta	Nephtys juv.	0,3	0,4	3,2
Polychaeta	Nephtys longosetosa			
Polychaeta	Nereis juv..			
Polychaeta	Notomastus latericeus			0,2
Polychaeta	Phyllodoce mucosa			
Polychaeta	Paraonis fulgens	0,7		0,2
Polychaeta	Scolecopsis squamata			
Polychaeta	Scoloplos armiger			
Polychaeta	Spiophanes bombyx			
Polychaeta	Spio martinensis			
Polychaeta	Polychaeta indet.			0,2
Cirripedia	Balanus crenatus			0,2
Amphipoda	Bathyporeia elegans	10,0	35,8	142,7
Amphipoda	Bathyporeia guillamsoniana			
Amphipoda	Bathyporeia pelagica	7,7	5,8	6,0
Amphipoda	Bathyporeia pilosa	54,7	158,3	422,7
Amphipoda	Bathyporeia sarsi			0,3
Amphipoda	Bathyporeia juv.	2,7	1,3	3,5
Amphipoda	Corophium arenarium	1,0		
Amphipoda	Gammarus salinus		0,2	
Amphipoda	Gammarus zaddachi			0,2
Amphipoda	Gammarus spp. juv.			
Amphipoda	Haustorius arenarius	1,0	10,8	1,7
Mysidacea	Gastrosaccus spinifer**		0,2	0,2
Mysidacea	Neomysis integer			0,2
Mysidacea	Schistomysis kervillei**	1,0	0,6	0,8
Decapoda	Carcinus maenas**		0,2	
Decapoda	Crangon crangon**	4,7	2,1	1,8
	Zoea indet. **		0,2	0,2
Bryozoa	Electra pilosa**			x
Bryozoa	Farella repens**			x
Echinodermata	Ophiura albida juv.			
Anzahl Taxa		15	22	31

### 3.2.2.1 Artenzahl und Dominanzstruktur

Im Bereich der Klappstelle (MK) konnten 2003 insgesamt 15 Taxa nachgewiesen werden; die mittlere Artenzahl/Station lag bei etwa 5,8 ( $\pm 2,7$ ) Taxa (Abb. 3). Die MZB-Gemeinschaft der Klappstelle wurde von den Amphipoden der Gattung *Bathyporeia*, insbesondere von *B. pilosa* geprägt (60%). Neben der damit eudominanten ( $>30\%$ ) *B. pilosa* erreichte lediglich deren Schwesterart *B. elegans* (11%) noch einen dominanten Status ( $>10\text{-}30\%$ ). Die Muschel *Macoma balthica* (9,3%), der Amphipode *Bathyporeia. pelagica* (8%) sowie der Polychaet *Magelona mirabilis* (3%) gehörten zu den etwas häufigeren Arten im Verklappungsbereich und erreichten einen subdominanten Status (3-10%). Alle übrigen Taxa traten nur örtlich und in geringer Abundanz auf.

Der Nahbereich MKN wies im Vergleich zur Klappstelle mit 22 Taxa zwar eine deutlich höhere Gesamtartenzahl auf; die Taxazahl/Station lag mit 5,9 ( $\pm 1,2$ ) aber nicht wesentlich höher als auf der Klappstelle (Abb. 3). Die MZB-Dominanzstruktur des Nahbereiches war derjenigen der Klappstelle sehr ähnlich. *B. pilosa* und *B. elegans* dominierten mit 63,2% bzw. 14% die Gemeinschaft sehr deutlich. Subdominant waren *M. balthica* und der Amphipode *Haustorius arenarius*. Alle übrigen Arten waren entweder rezedent (1-3%) oder subrezedent ( $<1\%$ ).



**Abb. 3:** Mittlere Artenzahlen/Station im Bereich Klappstelle km 733-736,5, differenziert nach Teilbereichen. MK= Klappstelle ( $N_{\text{Stationen}}=5$ ), MKN= Nahbereich der Klappstelle ( $N_{\text{Stationen}}=8$ ), MKÄ= Äußerer Bereich ( $N_{\text{Stationen}}=10$ ).

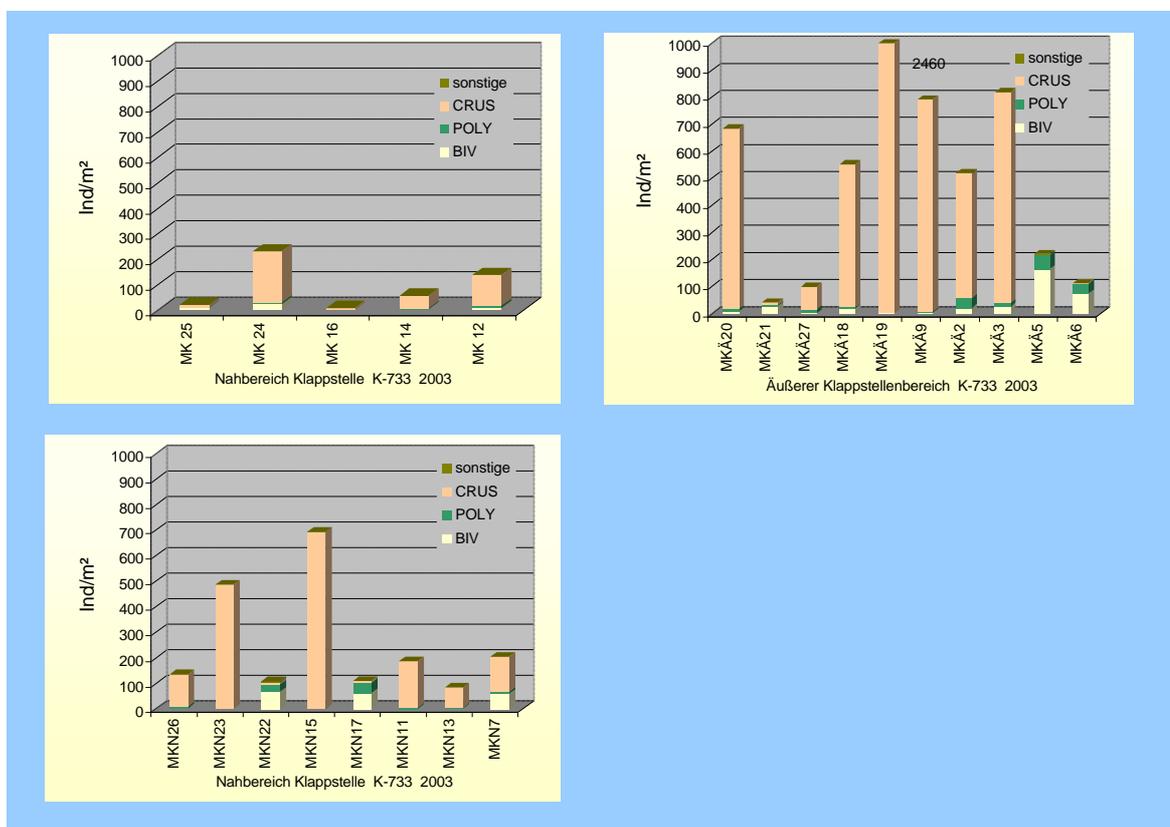
Mit insgesamt 31 Taxa war der äußere Bereich (MKÄ) um die Klappstelle am artenreichsten. Allerdings ist dies wohl zum großen Teil auch auf die in diesem Teilgebiet höhere Anzahl untersuchter Stationen zurückzuführen. Unterstützt wird diese Annahme durch die Betrachtung der mittleren Taxazahl/Station (ein Parameter der weniger stark von der Anzahl der Untersuchungsstationen abhängig ist): mit durchschnittlich 6,4 Taxa ( $\pm 2,2$ ) waren die MKÄ-Stationen nur mäßig artenreicher als diejenigen der Klappstelle oder des Nahbereichs (Abb. 3). Die benthische Gemeinschaft der MKÄ-Stationen war im Vergleich zu den beiden anderen Teilgebieten sehr ähnlich strukturiert. Die dominierenden Arten waren mit 67,1% und 22% ebenfalls *Bathyporeia*-Arten (*B. pilosa*, *B. elegans*). Neben den eudominanten bzw. dominanten *Bathyporeia*-Arten erreichte nur noch

*M. balthica* einen Anteil von >3% und war damit die einzige subdominante Art. Alle übrigen Taxa traten nicht sehr häufig auf. Dementsprechend waren sie entweder rezedent oder subrezedent.

Die o.g. Unterschiede zwischen den Teilgebieten sind im Hinblick auf die mittleren Artenzahlen rechnerisch auf ihre Signifikanz geprüft worden. Durchgeführt wurde eine einfache Varianzanalyse (H-Test). Die Teilgebiete unterscheiden sich auf dieser Grundlage nicht signifikant ( $p > 0,1$ ).

### 3.2.2.2 Abundanzen

Abb. 4 zeigt die mittleren Abundanzen/Station in den drei Teilgebieten, differenziert nach taxonomischen Gruppen. Für den Abundanzvergleich wurde das Hyperbenthos, also sehr mobile Arten aus den Crustacea-Gruppen Dekapoda und Mysidacea nicht berücksichtigt. Vor allen der quantitative Nachweis solcher Arten mittels van-Veen-Greifer kann sehr zufallsbedingt sein. Arten die nicht quantitativ ausgewertet wurden sind in Tab. 1 mit \*\* gekennzeichnet (vgl. Kapitel 2.2)



**Abb. 4:** Zusammensetzung der Benthosgemeinschaft/Station (Ind./m²) im Bereich Klapptelle km 733-736,5, differenziert nach Teilgebieten: MK= Klapptelle ( $N_{Stationen}=5$ ), MKN= Nahbereich der Klapptelle ( $N_{Stationen}=8$ ), MKÄ= Äußerer Bereich ( $N_{Stationen}=10$ ). Anordnung der Stationen eines jeweiligen Teilbereiches entsprechend ihrer Lage in Ebbstromrichtung. Hyperbenthos nicht berücksichtigt, CRUS: Crustacea; POLY: Plochaeta; BIV: Bivalvia

Abb. 4 verdeutlicht, dass die auf der Klapptelle MK positionierten Stationen mit z.T. deutlich <50 Ind./m² in der Mehrzahl eine geringe MZB-Dichte aufwiesen. Insbesondere die im südlichen und im mittleren Bereich der Klapptelle befindlichen Stationen (MK25, MK16, MK14) waren sehr individu-

enarm. Lediglich an Station MK24 konnte mit 230 Ind./m<sup>2</sup> eine höhere Abundanz ermittelt werden. Die oben beschriebene Dominanz der Crustacea zeigt sich mehr oder weniger ausgeprägt an jeder MK-Station.

Der Nahbereich (MKN) wies wie die Klappstelle eine hohe Variabilität in der Benthosdichte auf. Einige MKN-Standorte (z.B. MKN13) wiesen eine weniger umfangreiche Besiedlung auf (<100 Ind./m<sup>2</sup>). Lokal wurden in 2003 aber auch sehr hohe Besiedlungsdichten mit 486 Ind./m<sup>2</sup> (MKN23) bzw. 693 Ind./m<sup>2</sup> (MKN15) dokumentiert. Hierbei handelt es sich um Stationen, die westlich der Klappstelle zwischen dieser und der Fahrinne positioniert waren. Die östlich der Klappstelle befindlichen Stationen (MKN22, MKN17, MKN11) wiesen im Gegensatz zu den übrigen Stationen im Nahbereich der Klappstelle mit jeweils um 100 Ind./m<sup>2</sup> eine weniger große Variabilität auf. Auch für den Bereich MKN wird die Dominanz der Crustacea, mit Ausnahme der östlichen Stationen MKN17 und MKN22 an denen die Muschel *Macoma balthica* dominierte, an jeder Station ersichtlich.

Mit einigen Ausnahmen (insbesondere MKÄ27 und in 2003 auch MKÄ21) wurden an den MKÄ-Stationen, also an denjenigen Stationen, die räumlich weiter von der (ehemaligen) Klappstelle entfernt liegen, die deutlich höchsten Zoobenthosdichten dokumentiert. Der überwiegende Anteil dieser Referenz-Stationen wies Dichten von >500 Ind./m<sup>2</sup> auf; an einigen Stationen überstieg die Dichte auch 700 Ind./m<sup>2</sup> (Abb. 4)

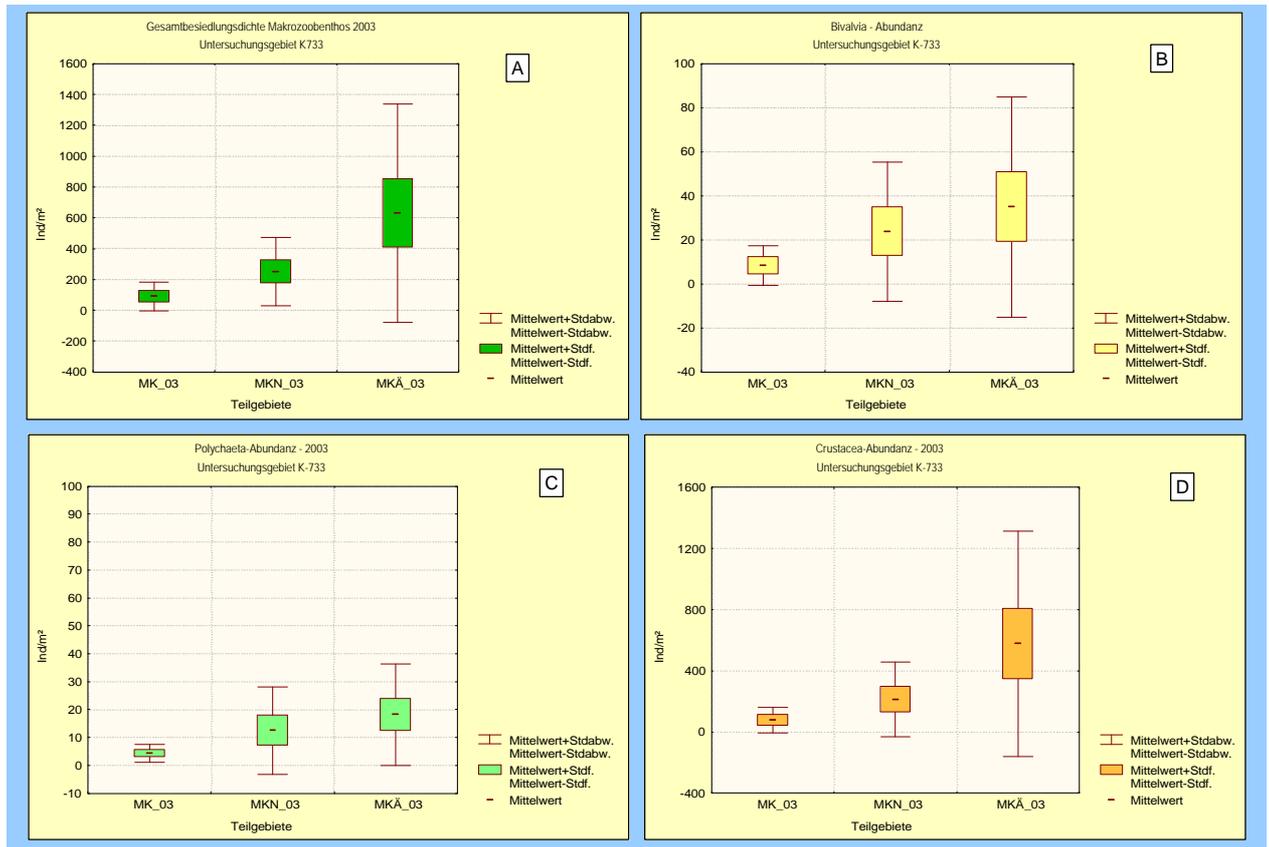
Die im internen Vergleich geringer besiedelten Stationen MKÄ21 (42 Ind./m<sup>2</sup>) und MKÄ27 (100 Ind./m<sup>2</sup>) befinden sich südlich der ehemaligen Klappstelle, räumlich nicht weit entfernt von der zum Nahbereich gehörenden Station MKN26, die ähnlich gering besiedelt war (s.o.). MKN26 und MKÄ27 befinden sich seit 2001 im Verklappungsbereich K733, der nach 2000 nach Süden verlegt wurde (s.o.). Die im Vergleich zu den anderen MKÄ Stationen ebenfalls geringer besiedelte Station MKÄ6 (113 Ind./m<sup>2</sup>) befindet sich nördlich der Klappstelle in relativer Nähe des Zehnerlochs.

Um die Abundanz-Unterschiede deutlicher herauszuarbeiten, wurden die Teilbereiche mittels Box & Whisker-Plots gegenübergestellt (s. Abb. 5A-D). Dies erfolgte sowohl auf der Basis der Gesamtabundanz des Makrozoobenthos (s. Abb. 5A) als auch auf Phylaebene (Abb. 5B-D), um zu überprüfen, ob bzw. in welchem Maße die jeweiligen Taxagruppen zu den bestehenden Unterschieden zwischen den Teilgebieten beitragen. Die Unterschiedlichkeit der Ergebnisse wurde wie auch für den Aspekt Taxazahl mittels H-Test und dem post hoc-NEMEYI-Test auf ihre Signifikanz geprüft.

Abb. 5A verdeutlicht, dass sich insbesondere bezüglich der Gesamtabundanz des Makrozoobenthos der Äußere Bereich von Klappstelle und Nahbereich unterscheidet. So wurde MKÄ durchschnittlich von 630 Ind./m<sup>2</sup> besiedelt, während MKN (250 Ind./m<sup>2</sup>) und v.a. MK mit 90 Ind./m<sup>2</sup> eine deutlich geringere Benthosdichte aufwiesen. Die höhere Besiedlungsdichte an MKÄ ist im Vergleich zu MK signifikant (H-Test  $p < 0,1$ ), während aufgrund der jeweils hohen internen Variabilität die Unterschiede zwischen MKÄ und MKN rechnerisch nicht signifikant sind ( $p > 0,1$ ).

Auch auf der Ebene der Taxagruppen war der MKÄ-Bereich im Vergleich der Teilgebiete am umfangreichsten besiedelt. So besiedelt *Macoma balthica* den Bereich MKÄ in einer Dichte von etwa 35 Ind./m<sup>2</sup>, im Nahbereich lag die Abundanz der Muschel bei 24 Ind./m<sup>2</sup> und auf der Klappstelle wurde mit 8,4 Ind./m<sup>2</sup> die geringste Muscheldichte verzeichnet (Abb. 5B). Noch ausgeprägter waren die Unterschiede bei den Crustacea. Diese Gruppe erreichte bei MKÄ eine mittlere Dichte von 577 Ind./m<sup>2</sup>, im Nahbereich 213 Ind./m<sup>2</sup> und im Bereich der Klappstelle lediglich 77 Ind./m<sup>2</sup>

(Abb. 5D). Auch bei den Polychaeta wurden deutliche Unterschiede zwischen den Teilgebieten dokumentiert, allerdings im Vergleich zu den Crustacea auf einem wesentlich geringeren Abundanzniveau. Mit durchschnittlich 18 Ind./m<sup>2</sup> waren die MKÄ-Stationen individuenreicher als die MKN-Stationen und v.a. als die MK-Stationen, die mit 12,5 Ind./m<sup>2</sup> bzw. 4,3 Ind./m<sup>2</sup> besiedelt waren (Abb. 5C).



**Abb. 5:** Box & Whisker – Plots: Mittlere Individuendichte/Bereich (Ind./m<sup>2</sup>) Gesamtabundanz [A], Bivalvia [B], Polychaeta [C] und Crustacea [D] differenziert nach Teilbereichen: MK=Klappstelle (N<sub>Stationen</sub>=5), MKN= Nahbereich der Klappstelle (N<sub>Stationen</sub>=8), MKÄ= Äußerer Bereich (N<sub>Stationen</sub>=10). Hyperbenthos nicht berücksichtigt.

Die im Hinblick auf die Taxagruppen deutlichen Unterschiede sind aber aufgrund der jeweils sehr hohen Variabilität innerhalb der Teilgebiete, insbesondere im MKÄ-Bereich, rechnerisch nicht signifikant ( $p > 0,1$ ).

### 3.3 Vergleich 1999 -2003

Neben dem durchgeführten räumlichen Vergleich mit den in 2003 erhobenen Daten erfolgt auch ein interannueller Vergleich mit der Status-quo-Situation von 1999 und mit den in 2001 - 2003 ermittelten Ergebnissen. Hierzu werden die Stationen in gleicher Weise in die o.g. Teilbereiche zusammengefasst, wie es für die räumliche Betrachtung erfolgte.

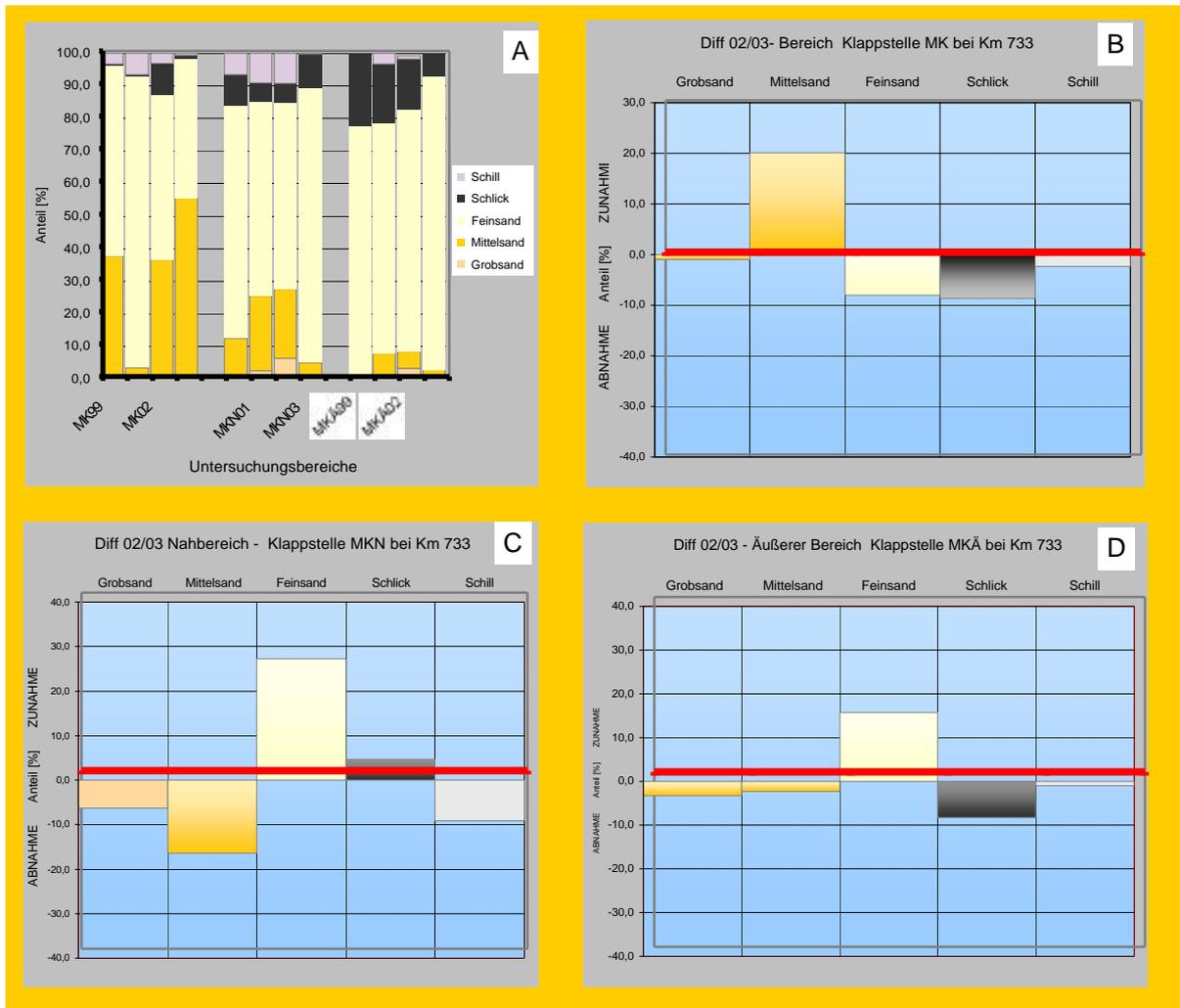
Der Vergleich umfasst auch die Darstellung der abiotischen Rahmenbedingungen. Des Weiteren wird die Entwicklung der Artenzahl und Abundanz der Benthosgemeinschaft verglichen. Eine Betrachtung der Bestandsstruktur (Verhältnis juveniler zu adulten Tieren) wird exemplarisch für die Muschel *M. balthica* durchgeführt. Für andere Arten war eine solche Betrachtung aufgrund der geringen Datenmenge nicht möglich.

### 3.3.1 Sedimente und Wassertiefen

Die Abb. 6A zeigt die Sedimentzusammensetzung an den einzelnen Teilgebieten sowie eine Bilanz der in 2003 im Vergleich zu 2002 erfolgten Veränderungen (Abb. 6B-D). Alle Teilbereiche wurden im Zeitraum von 1999 bis 2003 überwiegend von Sanden dominiert. Der in 2002 dokumentierte höhere Schlickanteil im MKÄ-Bereich im Vergleich zu den anderen Teilgebieten war in dieser Ausprägung auch schon 1999 und 2001 vorhanden. In 2003 waren die Unterschiede in dieser Hinsicht geringer (Abb. 6A).

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass im Laufe der Zeit mehr oder weniger ausgeprägte Sedimentveränderungen in den Teilgebieten erfolgten. Die deutlichsten interannuellen Unterschiede wurden dabei auf der Klappstelle selbst verzeichnet. Die Veränderungen betrafen wie auch in den bei den anderen Teilbereichen im Wesentlichen die Fraktionen Fein- und Mittelsand, deren Anteile sich von Jahr zu Jahr zueinander verschoben. In 1999 waren im Bereich MK Fein- und Mittelsande in etwa gleichmäßig vertreten. In 2001 lag der Mittelsandanteil dagegen mit <5% deutlich niedriger. In 2002 und v.a. 2003 waren Mittelsande wieder umfangreicher vorhanden. Dessen Anteil erhöhte sich gegenüber 2002 über 20% auf etwa 55% in 2003. Dagegen reduzierte sich umgekehrt der Feinsandanteil um ca. 10% (Abb. 6B). Insgesamt entsprachen die Sedimentverhältnisse in 2003 in etwa denjenigen, die 1999 dokumentiert wurden, allerdings war der Mittelsandanteil in 2003 um etwa 15% höher als 1999 (s. Abb. 6A).

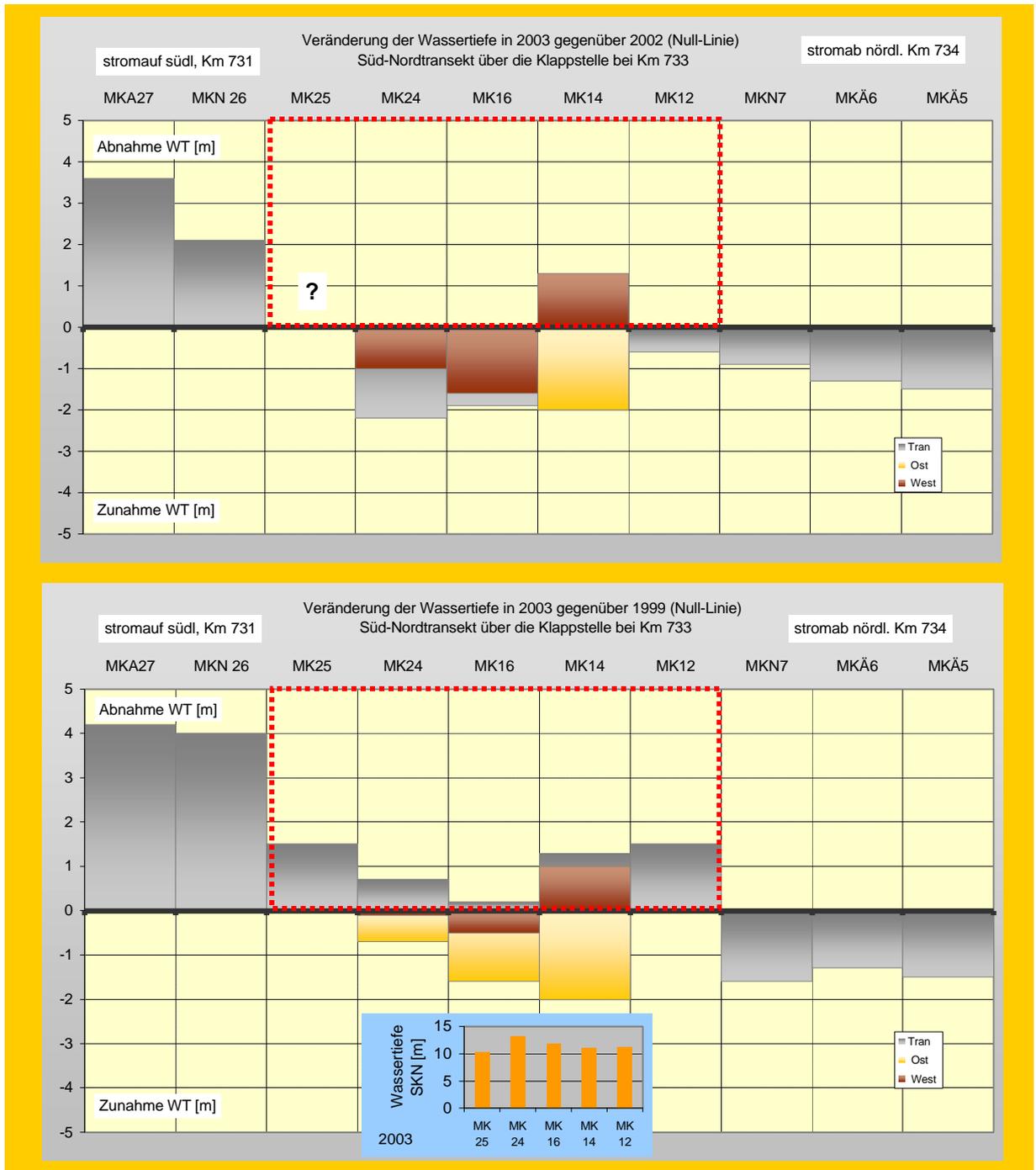
In den anderen Bereichen änderten sich die Sedimentverhältnisse eher geringfügig (vgl. Abb. 6C-D). Anders als auf der Klappstelle verringerte sich in 2003 der Mittelsandanteil gegenüber den Vorjahren v.a. im Bereich MKN um >10%, während sich der Feinsandanteil v.a. im Vergleich zu 2002 erhöhte (Abb. 6C). Die geringsten Veränderungen traten im Bereich der Äußeren Stationen (MKÄ) ein. Hier erhöhte sich der Feinsandanteil auf Kosten eines etwas geringeren Schlickanteils gegenüber 2002 (Abb. 6D).



**Abb. 6:** Sedimentzusammensetzung im Zeitraum 1999- 2003 (A) und Veränderung in 2003 gegenüber 2002 (B-D) im Untersuchungsgebiet ‚Klappstelle und Umgebung‘ differenziert nach Teilgebieten: MK=Klappstelle (N<sub>Stationen</sub>=5), MKN= Nahbereich der Klappstelle (N<sub>Stationen</sub>=8), MKÄ= Äußerer Bereich (N<sub>Stationen</sub>=10).

Die Bilanzierung der an den Makrozoobenthos-Stationen dokumentierten Wassertiefen ergibt Hinweise auf die morphologische Entwicklung im Untersuchungsgebiet. Abb. 7 fokussiert in diesem Zusammenhang auf den Verklappungsbereich MK und auf die Entwicklung im Nahbereich der Klappstelle. Es wurde ein Süd-Nordtransekt betrachtet, das von Station MKÄ27 über den ehemaligen Verklappungsbereich bis zur Station MKÄ5 nördlich der Klappstelle reicht. Methodisch bedingt sind die hier dargestellten Ergebnisse allerdings nur eingeschränkt belastbar, da es sich zum einen um punktuelle Tiefenmessungen an einzelnen Stationen handelt, deren räumliche Lage zum anderen von Jahr zu Jahr in gewissen Grenzen unterschiedlich war (z.B. Schiffsdrift während der Probenahme). Aus diesem Grund kann eine kleinräumige morphologische Heterogenität die Bilanzierung der gemessenen Wassertiefen von Jahr zu Jahr beeinflusst haben. Unter diesen Voraussetzungen veränderte sich die mittlere Wassertiefe der Klappstellenstationen von etwa -12,9 m [SKN] in 1999 auf -11,5 m [SKN] in 2003 und damit erfolgte in diesem Zeitraum mit deutlichen interannuellen Schwankungen eine mittlere ‚Aufhöhung‘ um etwa 1,5 m. Dabei waren aber auch räumliche Unterschiede zu verzeichnen. Lokal (südlicher Bereich der Klappstelle) reduzierte sich die Tiefe gegenüber 1999 z.B. in 2001 z.T. um über 3 m. In den Folgejahren 2002 und auch 2003 konnte

keine weitere zusätzliche Aufhöhung mehr festgestellt werden. Dies ist insofern plausibel, als nach 2000 die Klappstelle nach Süden verlegt wurde (s.o.).



**Abb. 7:** Veränderung der Wassertiefe 2003 gegenüber 1999 (= Null-Linie oben) bzw. 2003 gegenüber 2002 (= Null-Linie unten) im Untersuchungsgebiet ,Klappstelle und Umgebung, dargestellt als Süd-Nord-Transect (Tran-graue Säulen). Bereich der Klappstelle rot eingerahmt. Gelbe und rötliche Säulen westlich (Nah West, Stationen MKN23, 15, 13) und östlich (Nah Ost, Stationen MKN 22, 17, 14) im Nahbereich der Klappstelle gelegene Stationen. WT = Wassertiefe. ? = keine/unplausible Daten.

Auffällig war in 2001, also im ersten Untersuchungsjahr nach Abschluss der Ausbaumaßnahmen, eine deutliche ‚Aufhöhung‘ v.a. im südlichen Bereich der Klappstelle und an den Stationen (MKÄ27, MKN26), die südlich vor Kopf der Klappstelle lagen (vgl. BIOCONSULT 2002). Diese Situation blieb mehr oder weniger deutlich über den gesamten bisherigen Untersuchungszeitraum erhalten. Während aber in 2003 im Vergleich zu 2002 im Bereich der Klappstelle im Wesentlichen keine weitere Aufhöhung zu beobachten war, erfolgte an den Stationen MKN26 und MKÄ27 in 2003 wieder eine Abnahme der Wassertiefe um 2 – 3 m (Abb. 7, oben), so dass im Vergleich zur Ausgangssituation 1999 eine Aufhöhung von ca. 4 m dokumentiert wurde (Abb. 7, unten). Diese Aufhöhung steht sehr wahrscheinlich in Zusammenhang mit der Verlegung der Klappstelle nach Süden. Beide Stationen befanden sich seit Anfang 2001 in der ‚neuen‘ Verklappungsstelle von K733.

Auch in den Nahbereichen der Klappstelle wurden im interannuellen Vergleich unterschiedliche Wassertiefen verzeichnet. Allerdings erfolgte sowohl östlich als auch westlich der Klappstelle überwiegend eine Zunahme der Wassertiefe, was auf erosive Prozesse hindeutet. Lokal wurde aber auch eine Verringerung der Wassertiefe festgestellt (Abb. 7).

Insgesamt deuten die Ergebnisse auf eine morphologisch hohe Dynamik in diesem Bereich hin, wobei es möglich ist, dass die örtlichen Aufhöhungen vor Kopf und auf der Klappstelle mit den Verklappungsaktivitäten in Zusammenhang stehen. Ein Hinweis auf einen solchen Zusammenhang ist in den überwiegend erosiven Prozessen im östlichen und westlichen Nahbereich der Klappstelle zu sehen, die im Gegensatz zu den in der interannuellen Gesamtbilanz festgestellten ‚Aufhöhungen‘ im Verklappungsbereich stehen.

### 3.3.2 Makrozoobenthos

Tab. 2 gibt einen Überblick über das Makrozoobenthospektrum im Bereich der Klappstelle und deren Umgebung für die Jahre 1999-2003. Insgesamt sind bislang 66 Makrozoobenthos-taxa in den drei Teilgebieten nachgewiesen worden, dabei variierten die Anzahlen in Bezug auf die jeweiligen Untersuchungsjahre zwischen 31 Taxa in 2001 und 37 Taxa in 2003 vergleichsweise wenig. Im Rahmen der Untersuchung konnten bislang 4 ‚Rote-Liste-Arten‘ erfasst werden (vgl. RACHOR et al. 1998). Zu diesen gehören das Cypressenmoos (*Sertularia cypressina*, RL3-gefährdet), die Herzmuschel (*Cerastoderma edule*, RL-G: Gefährdung anzunehmen), die Bohrmuschel (*Petricola pholadi-formis*, RL-V: Vorwarnliste) sowie der Polychaet *Harmothoe impar* (RL-G). Die Nachweise beschränkten sich dabei nur auf das Teilgebiet MKÄ. Alle Arten wurden aber in jeweils nur einem Untersuchungsjahr und in geringer Anzahl nachgewiesen.

Von den insgesamt 66 nachgewiesenen Taxa traten lediglich 14 Taxa in allen Untersuchungsjahren auf. Mit 8 Arten waren die Crustacea von diesen die stetigste Gruppe. 5 Polychaeta-Arten und eine Muschel konnten ebenfalls in jedem Untersuchungsjahr dokumentiert werden. Einige der in 1999 erfassten Arten wurden in den Folgejahren nicht nachgewiesen. Es handelt sich dabei aber um solche Arten, die auch 1999 nur lokal und in Einzelexemplaren erfasst wurden. Für Arten, deren Nachweis ausschließlich in einem der Folgejahre 2001-2003 erfolgte, wie z.B. für die Polychaeta *Lanice conchilega* oder *Phyllodoce mucosa* sowie für die Muschel *Cerastoderma edule* gilt im Wesentlichen das Gleiche. Lediglich der Amphipode *Gammarus salinus*, der 1999 und auch 2003 nicht nachgewiesen wurde, erreichte in 2001 und auch 2002 einen Dominanzanteil von ca. 2% und trat

zumindest lokal etwas häufiger auf. Insgesamt wurden 32 Taxa jeweils nur in einem der bislang 4 Untersuchungsjahre und in niedrigen Abundanzwerten erfasst. Trotz der vergleichsweise geringen Anzahl stetig auftretender Taxa wies die Struktur der Benthosgemeinschaften im interannuellen Vergleich dennoch eine hohe Ähnlichkeit auf, da die dominierenden Taxa im Untersuchungszeitraum nur unwesentlich wechselten. Die Dominanz der Crustacea, insbesondere der *Bathyporeia*-Arten, die die MZB-Gemeinschaft im gesamten Untersuchungsgebiet prägten, blieb im interannuellen Vergleich unverändert deutlich. So stellte diese Artengruppe sowohl 1999 und 2001 als auch 2002 und 2003 einen Anteil an der Gesamtabundanz von >50%. Eine tendenzielle Veränderung gegenüber den Vorjahren trat in 2003 dadurch ein, dass aufgrund der hohen *Bathyporeia*-Dichten (*Bathyporeia pilosa* und *B. elegans*), mit Ausnahme der Muschel *Macoma balthica* keine weiteren dominanten bzw. subdominanten Arten vorkamen (s. Tab. 2). Die Gruppe der Polychaeta war in 2003 auch im Hinblick auf die Anzahl der Taxa (13) etwas weniger stark vertreten als in den Vorjahren (17 Taxa – 2002) und spielte analog zu den Vorjahren bezüglich der Individuendichte nur eine untergeordnete Rolle.

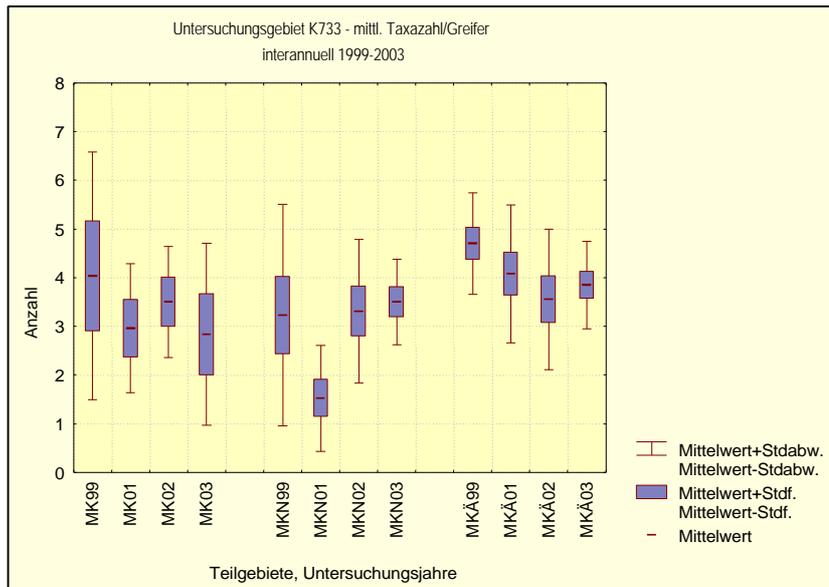
**Tab. 2:** Klappstelle 733 und Umgebung, MZB-Artenspektrum Vergleich 1999-2003. gelb hervorgehoben: Arten mit einem Dominanzanteil von >3%; \* = Arten mit einem Dominanzanteil von >5%; a: adult, j: juvenil.

Untersuchungsjahr	1999	2001	2002	2003
Hydrozoa				
Hartlaubella			x	
Obelia bidentata				x
Obelia sp.				
Sertularia cupressina				x
Hydrozoa indet.				x
Nemertini				
Nemertini	x	x		x
Bivalvia				
Cerastoderma			x	
Corbula gibba	x			
Macoma balthica	x	x*	x*	x*
Mytilus edulis juv.			x	
Petricola	x			
Gastropoda				
Hydrobia ulvae	x		x	x
Polychaeta				
Antinoella sarsi			x	
Arenicola marina				x
Aricidea minuta			x	
Capitella	x	x	x	
Capitella minima				x
Eteone longa	x*	x	x	x
Harmothoe impar				x
Hediste	x	x		x
Heteromastus filiformis	x*	x	x	x
Goniadella		x		
Lanice conchilega			x	
Magelona	x	x	x	x
Marenzelleria spp.	x	x	x	x
Neanthes succinea	x	x	x	
Nephtys caeca		x	x	
Nephtys cirrosa		x	x	x
Nephtys hombergii	x	x	x*	x
Nephtys longosetosa	x	x	x	
Notomastus				x
Ophelia limacina	x			
Paranais fulgens				x
Phylodoce			x	
Polynoidae (j.)		x		
Pygospio elegans	x			
Scoloplos armiger	x	x	x	
Spio martinensis	x	x	x	
Spiophanes			x	
Polychaeta indet.				x

Untersuchungsjahr	1999	2001	2002	2003
Oligochaeta				
Pachydrilus spp.	x			
Tubificidae ohne	x			
Tubificoides	x		x	x
Hirudinea				
Hirudinea indet.	x			
Crustacea				
Balanus crenatus	x	x		x
Gastrosaccus spinifer	x	x	x	x
Neomysis integer	x			x
Praunus inermis		x		
Schistomysis	x	x	x	x
Schistomysis spritus		x		
Bathyporeia	x*	x	x*	x*
Bathyporeia	x*	x*	x*	x
Bathyporeia pilosa	x*	x*	x*	x*
Bathyporeia			x	
Bathyporeia sarsi	x	x	x	x
Corophium	x	x	x	x
Haustorium arenarium	x*	x	x	x
Gammarus salinus		x	x	x
Gammarus				x
Pontocrates	x	x		
Crangon crangon	x			x
Carcinus maenas		x		x
Zoea indet.			x	x
Bryozoa				
Electra pilosa				x
Farella repens				x
Echinodermata				
Ophiura albida juv.			x	

### 3.3.2.1 Artenzahl

Anders als in den Jahresergebnissen (s. Kap. 3.2), bei der die mittleren Gesamtaxazahlen/Station betrachtet wurden, wird im interannuellen Vergleich der Aspekt Taxazahl als ‚mittlere Taxazahl/Greifer‘ herangezogen, um auch die mögliche kleinräumige Heterogenität in die Auswertungen einzubeziehen. Abb. 8 zeigt die Entwicklung der mittleren MZB-Taxazahlen/Greifer zwischen 1999 und 2003 für die verschiedenen Teilgebiete.



**Abb. 8:** Vergleich der Entwicklung der mittleren Taxazahlen/Station im interannuellen Vergleich 1999-2003 im Untersuchungsgebiet ‚Klappstelle und Umgebung‘ differenziert nach Teilgebieten: MK=Klappstelle ( $N_{Stationen}=5$ ), MKN= Nahbereich der Klappstelle ( $N_{Stationen}=8$ ), MKÄ= Äußerer Bereich ( $N_{Stationen}=10$ ).

#### Vergleich der Teilgebiete

Aus Abb. 8 wird erkennbar, dass die mittlere Artenzahl/Greifer in 1999 (Status-quo-Situation) zwischen den einzelnen Teilgebieten schon gewisse Unterschiede aufwies. So war die Referenz (MKÄ) mit durchschnittlich 4,7 Taxa/Greifer besiedelt, während die Klappstelle (MK) mit 4 Taxa/Greifer und der Nahbereich mit 3,2 Taxa/Greifer eine geringere Anzahl aufwies. Aufgrund der jeweils gebietsinternen interannuellen Variabilität waren die Unterschiede aber nicht signifikant (Mediantest  $p>0,1$ ).

In 2001 wurden im Vergleich zum Vorjahr insgesamt geringere Artenzahlen und deutlichere Unterschiede zwischen den Teilgebieten verzeichnet. Es ist erkennbar, dass der Rückgang v.a. den Nahbereich (MKN, auf 1,5 Taxa/Greifer) und weniger deutlich die Klappstelle (auf 3 Taxa/Greifer) selbst betrifft. In beiden Bereichen reduzierte sich die Zahl aber um durchschnittlich  $>1$  Art/Station gegenüber der Status-quo-Situation. Auch im Referenzbereich (MKÄ) reduzierte sich, mit einem Rückgang von 0,6 Taxa/Greifer, die Taxazahl auf 4,1; allerdings weniger ausgeprägt als in den beiden anderen Teilgebieten. Die Unterschiede zwischen Referenz und den beiden Teilgebieten

Klappstelle und Nahbereich waren im ersten Untersuchungsjahr nach Abschluss der Neubauarbeiten (2001) signifikant (Median-Test  $p < 0,1$ ).

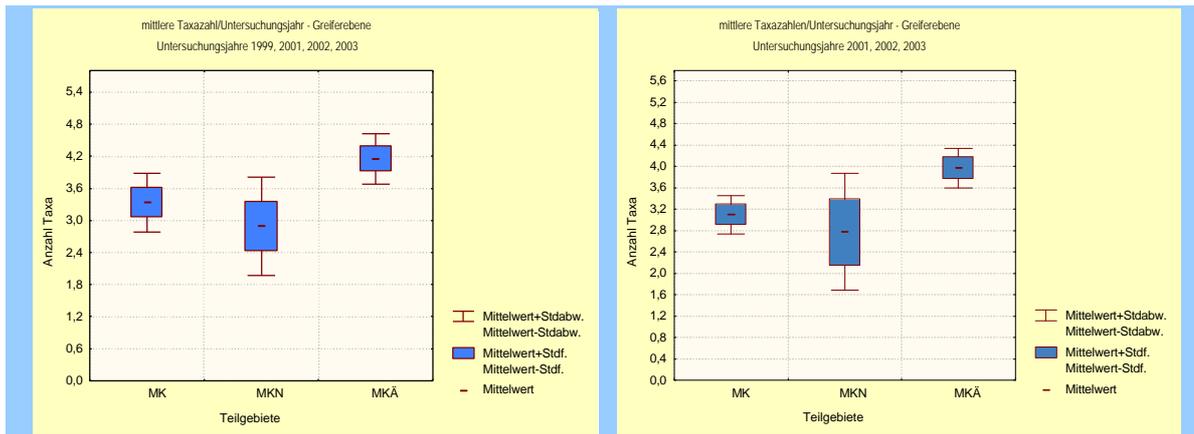
Mit 3,6 Taxa/Greifer wurde im Referenzbereich (MKÄ) nach einem weiteren Rückgang der Taxazahl/Greifer gegenüber den beiden Vorjahren in 2002 ein gebietsinternes Minimum registriert. Gegenläufige Entwicklungen wurden in 2002 für den Verklappungsbereich und für den Nahbereich ermittelt. Hier stiegen gegenüber 2001 die Taxazahlen wieder etwas an und erreichten mit 3,5 bzw. 3,3 Taxa/Greifer ähnliche Werte wie der Referenzbereich. Die Unterschiede zwischen den Teilgebieten waren zu diesem Zeitpunkt sehr gering und daher nicht mehr signifikant unterschiedlich (Mediantest  $p > 0,1$ ).

2003 erhöhten sich die Taxazahlen im Nahbereich und im Referenzbereich im Vergleich zu 2002 auf 3,5 bzw. 4,3 Taxa/Greifer. Eine andere Entwicklung wurde im Verklappungsbereich dokumentiert: hier sank die mittlere Taxazahl/Greifer auf 2,8. Die Unterschiede zwischen Klappstelle und Nahbereich waren zwar deutlich, aber aufgrund der jeweils hohen gebietsinternen Variabilität nicht signifikant (Mediantest  $p > 0,1$ ). Im Vergleich zur Referenz lag die mittlere Taxazahl auf der Klappstelle allerdings signifikant niedriger (Mediantest  $p < 0,1$ ). Tab. 3 gibt eine Übersicht über die Ergebnisse der Signifikanztests.

**Tab. 3:** Ergebnisse der Signifikanztests (Mediantest) auf der Grundlage der Taxazahlen. MK = Klappstelle, MKN = Nahbereich, MKÄ = Referenz. \* = Taxazahlen signifikant unterschiedlich  $p < 0,1$

Untersuchungsjahr	1999	2001	2002	2003
MK - MKÄ	MKÄ > MK	MKÄ > MK*	MKÄ > MK	MKÄ > MK*
MKN - MKÄ	MKÄ > MKN	MKÄ > MKN*	MKÄ > MKN	MKÄ > MKN
MK - MKN	MK > MKN	MK > MKN	MK > MKN	MK < MKN

Abb. 9 stellt die mittlere Taxazahl/Greifer der Teilgebiete bezogen auf die Untersuchungsjahre 1999-2003 bzw. 2001-2003 dar. D.h. in diesem Fall wird ausschließlich die gebietsinterne interannuelle Variabilität dargestellt. Die interne räumliche Variabilität, die sich aufgrund der unterschiedlichen Stationsmittelwerte eines jeweiligen Teilgebietes ergibt, wird, anders als in Abb. 8 dargestellt, in diesem Fall nicht berücksichtigt. Die Ergebnisse verdeutlichen klare Unterschiede zwischen den Teilgebieten. So war das Teilgebiet MKÄ (Referenz) mit 4,2 (+/- 0,48) Taxa/Greifer auch auf der Grundlage des Gebietsmittelwertes des gesamten Untersuchungszeitraumes (1999-2003) signifikant ( $p < 0,1$ ; U-Test) artenreicher als die Klappstelle und der Nahbereich mit im Mittel 3,1 (+/- 0,55) bzw. 2,8 (+/- 0,92) Taxa/Greifer. Lässt man die Ergebnisse des Untersuchungsjahres 1999 als Status-quo-Jahr unberücksichtigt, ändert sich am Gesamtergebnis nichts. Die Unterschiede zwischen Klappstelle (MK) und Referenz (MKÄ) werden aufgrund der geringeren Variabilität allerdings etwas deutlicher (Abb. 9).

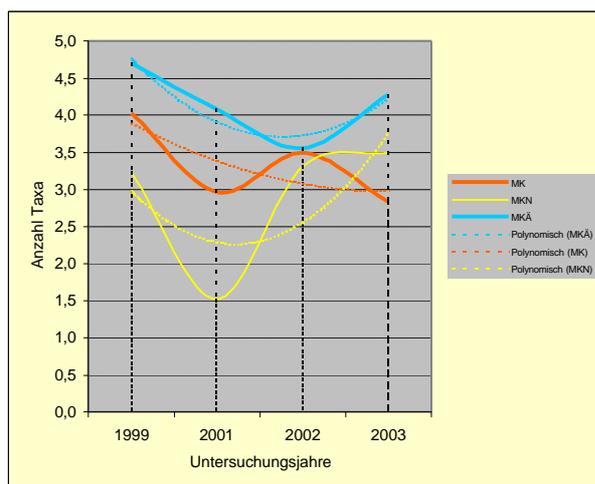


**Abb. 9:** Mittlere Taxazahl/Greifer der Teilgebiete von 1999-2003 bzw. 2001-2003. Linkes Bild inklusive der Ergebnisse des Untersuchungsjahres 1999 (Status-quo-Situation). Rechtes Bild Ergebnisse ohne Untersuchungsjahr 1999.

Eine zusätzlich zu den Jahresvergleichen durchgeführte Varianzanalyse (F-Test, allerdings keine Erfüllung der Test-Voraussetzungen) ergab auf der Basis der Ergebnisse aller Teilgebiete und Jahre ebenfalls signifikante Unterschiede. Hervorzuheben ist aber, dass auf dieser Betrachtungsebene die Unterschiede zwischen Referenz und Klappstelle aufgrund der insgesamt hohen interannuellen Variabilität nicht signifikant waren. Die im Test ausgewiesenen signifikanten Unterschiede beziehen sich auf die Referenz und den Nahbereich: Im Nahbereich waren 2001 die mittleren Taxazahlen signifikant geringer als diejenigen der Referenz aus 1999, 2002 und 2003.

### Gebietsinterne Entwicklung

Im folgenden wird die interannuelle Entwicklung der Taxazahlen in den einzelnen Teilgebieten betrachtet (Abb. 10).



**Abb. 10:** Entwicklung der mittleren Taxazahlen/Greifer in den untersuchten Teilgebieten MK (rot), MKN (gelb) und MKÄ (blau).

**Klappstelle (MK):** Die Klappstelle war 1999 durchschnittlich mit 4 Taxa/Greifer besiedelt, dieser Wert reduzierte sich in 2001 auf 3 Taxa/Greifer, ein Anstieg wurde in 2002 (3,5 Taxa/Greifer) gegenüber 2001 verzeichnet. Diese Entwicklung setzte sich in 2003 allerdings nicht fort. Mit 2,8 Taxa/Greifer wurde zu diesem Zeitpunkt der niedrigste Wert im bisherigen Untersuchungszeitraum ermittelt, der vergleichsweise deutlich unter dem Ausgangswert von 1999 lag. Aufgrund der in jedem Untersuchungsjahr sehr hohen gebietsinternen Variabilität sind die interannuellen gebietsinternen Unterschiede jedoch nicht signifikant (Friedmann-Test  $p > 0,1$ ).

**Nahbereich (MKN):** Im Nahbereich der Klappstelle wurden 1999 im Mittel 3,2 Taxa/Greifer festgestellt. In 2001 konnten nur noch 1,5 Taxa/Greifer in diesem Teilgebiet erfasst werden. Das war der im Vergleich geringste Wert, der im gesamten Untersuchungsgebiet festgestellt wurde. Die Taxazahlen stiegen in 2002 und 2003 wieder deutlich an und lagen in beiden Jahren mit 3,3 bzw. 3,5 Taxa/Greifer etwas über dem Ausgangswert von 1999. Aufgrund des niedrigen Ergebnisses in 2001 sind die interannuellen Unterschiede signifikant (Friedmann-Test  $p < 0,1$ ).

**Referenz (MKÄ):** Im Referenzgebiet (MKÄ) erfolgte nach 1999 eine Abnahme der mittleren Artenzahl/Greifer, die sich von 4,7 (1999) auf 4,1 (2001) bzw. 3,5 (2002) reduzierte. In 2003 erhöhte sich der Wert wieder auf 4,3 Taxa/Greifer. Die interannuellen Unterschiede waren aufgrund der hohen Variabilität rechnerisch nicht signifikant (einfache Varianzanalyse  $p > 0,1$ ).

Die Betrachtung des Parameters Taxazahl ergibt insgesamt ein indifferentes Bild. Auf Ebene der mittleren Taxazahl/Greifer wurden bei den Jahresvergleichen zwischen Referenz und Klappstelle nach 1999 z.T. signifikante Unterschiede verzeichnet. Ebenfalls signifikante Unterschiede lieferte die Betrachtungsebene der Gebietsmittelwerte (s.o.). Beide Ergebnisse werden aber dadurch relativiert, dass unter Berücksichtigung aller Ergebnisse (zeitlich und räumlich) zwischen Klappstelle und Referenz aufgrund der ausgeprägten Variabilität keine signifikanten Unterschiede ermittelt wurden. Das heißt, dass die interannuellen gebietsinternen Unterschiede im Bereich der Referenz so ausgeprägt waren, dass kein eindeutiges Ergebnis im Sinne der vorliegenden Fragestellung im Hinblick auf die Taxazahl zu erkennen ist.

### 3.3.2.2 Dominanzstruktur

#### Vergleich der Teilgebiete

Abb. 11 zeigt die Dominanzstruktur an den einzelnen Stationen der Teilgebiete von 1999 bis 2003. Auf der Phylaebene (s. Abb. 11, kleine Tortendiagramme) sind insgesamt keine sehr deutlichen Änderungen zu verzeichnen. Die Crustacea dominierten in allen Teilgebieten und Untersuchungsjahren in ähnlicher Weise; örtlich traten in allen Jahren und Teilgebieten auch Polychaeta häufiger auf. Im Bereich der Klappstelle (MK) erfolgte nach 1999 im Vergleich zu den anderen Teilgebieten allerdings ein ausgeprägter Rückgang des Polychaeta-Anteils. Insbesondere in 2002 wurden MKÄ- und MKN-Stationen wieder vermehrt durch Polychaeta besiedelt. In der Tendenz gilt dies auch für die Bivalvia, deren Anteil im Vergleich zu den Vorjahren leicht zunahm. Dies ist allerdings nur zum kleineren Teil auf steigende Individuendichten zurückzuführen, zu größeren Teil auf den Abundanzrückgang der Crustacea (s. Abb. 11 Säulendiagramme).

#### Gebietsinterne Betrachtung

Trotz der weitgehenden Ähnlichkeit der Dominanzstrukturen auf der Phylaebene lassen sich innerhalb der Taxagruppen z.T. deutliche interannuelle Veränderungen bei den insgesamt häufigsten Arten aufzeigen. Es handelt sich dabei um 9 der im gesamten Untersuchungszeitraum festgestellten 66 Taxa. Diese Arten, zu denen neben der Muschel *Macoma balthica*, 5 Polychaeta (*Eteone longa*, *Heteromastus filiformis*, *Magelona mirabilis*, *Nephtys cirrosa*, *N. longosetosa*) sowie 4 Crustacea (*Haustorius arenarius*, *Bathyporeia pelagica*, *B. pilosa*, *B. elegans*) gehörten, stellten in jedem der Teilgebiete und in jedem Untersuchungsjahr zusammen mehr als 90% an der Gesamtabundanz der Benthosgemeinschaft des jeweiligen Gebietes. Dabei waren die Amphipoden der Gattung *Bathyporeia* mit wenigen Ausnahmen (MK-1999) immer die bei weitem häufigsten Arten, mit einem Anteil von bis zu >80%. Abb. 12 verdeutlicht die Entwicklung der Dominanzanteile der 9 häufigsten Arten, differenziert für die drei Teilgebiete.

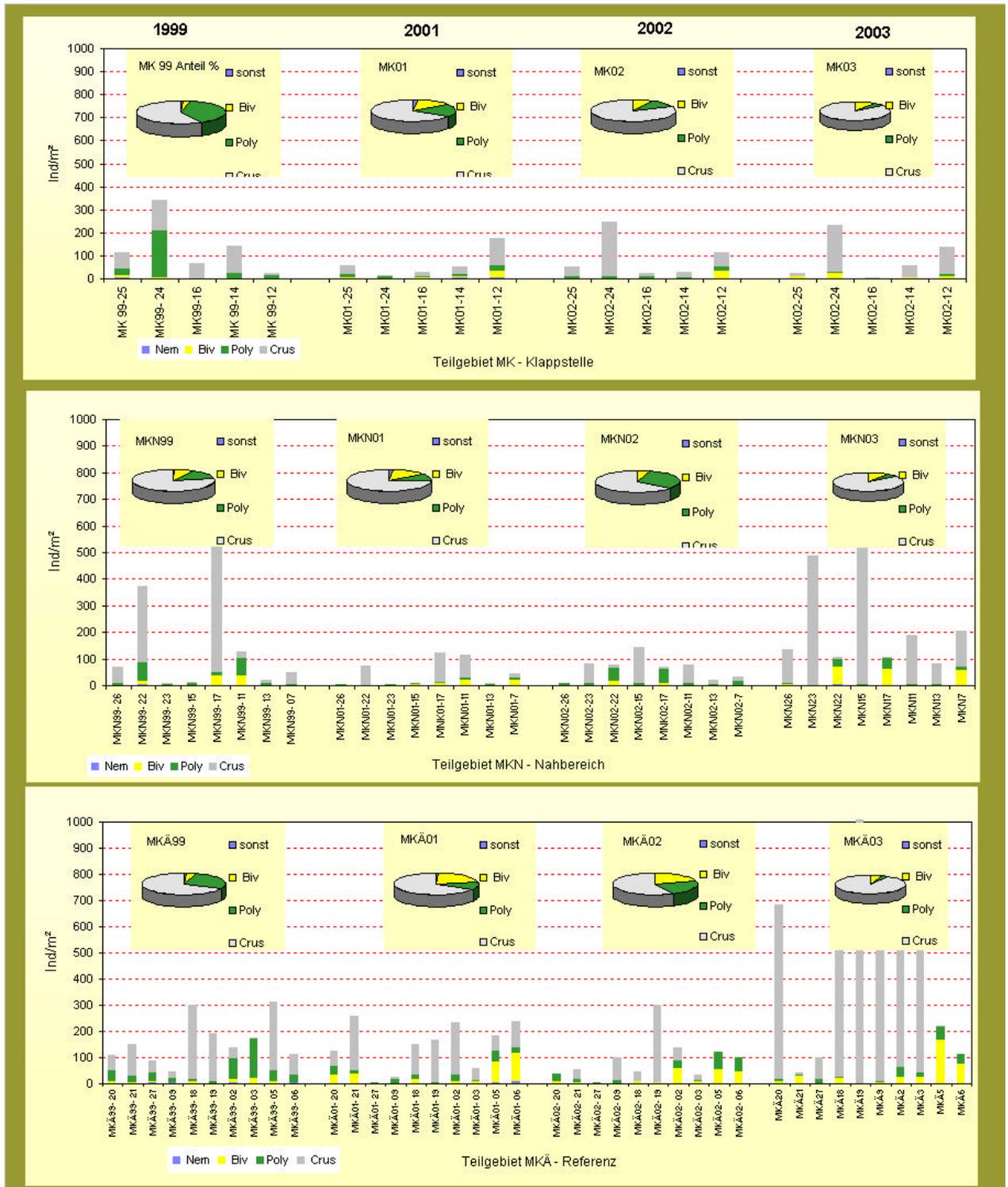


Abb. 11: MZB-Dominanzstrukturen im Untersuchungsgebiet, Klappstelle und Umgebung', differenziert nach Teilbereichen: MK=Klappstelle (N<sub>Stationen</sub>=5), MKN= Nahbereich der Klappstelle (N<sub>Stationen</sub>=8), MKÄ= Äußerer Bereich (N<sub>Stationen</sub>=10).

**Klappstelle (MK):** Von Veränderungen in der Dominanzhierarchie war v.a. die Klappstelle insofern betroffen, als hier innerhalb der Gruppe der Crustacea eine deutliche Verschiebung der Dominanzanteile erfolgte. 1999 war der Amphipode *Haustorius arenarius* die häufigste Art mit einem Anteil

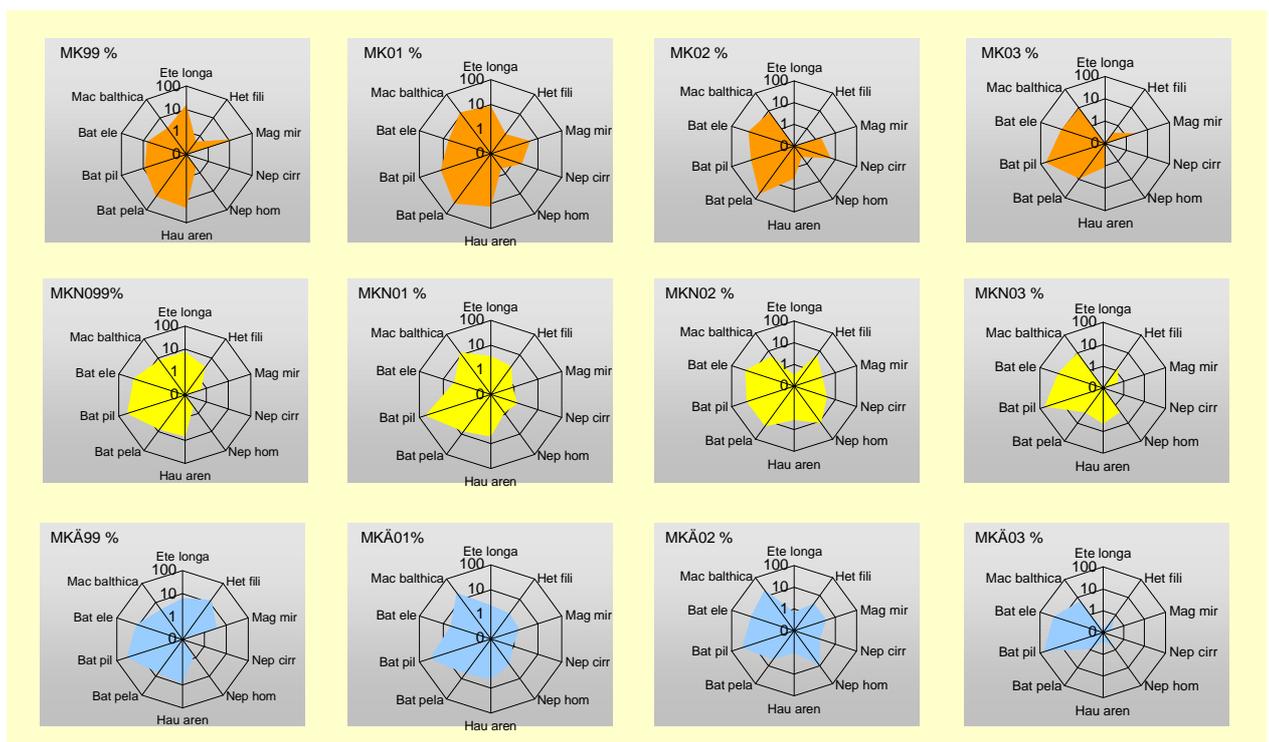
von >22%. *H. arenarius* besiedelt bevorzugt Mittelsande bzw. auch Grobsande (vgl. BARNES 1994). In 2001 war die Art mit nur noch einem Anteil von 13% vertreten, ein weiterer Rückgang wurde auch in 2002 und 2003 verzeichnet. In beiden Jahren spielte *H. arenarius* mit Anteilen von 3,1% bzw. 1% nur noch eine untergeordnete Rolle und ist auf den vergleichsweise deutlichen Rückgang der Besiedlungsdichte dieser Art zurückzuführen. In 2001 und 2002 wurde *H. arenarius* als häufigste Art von *Bathyporeia pelagica* abgelöst. Dessen Abundanz erhöhte sich gegenüber 1999 deutlich von 21 Ind./m<sup>2</sup> auf 43 Ind./m<sup>2</sup>, so dass *B. pelagica* in 2002 mit einem Dominanzanteil von ca. 48% die prägende Art war. In 2003 wurde *B. pelagica* durch die Schwesterart *B. pilosa* als häufigste Art ersetzt (Abb. 12). *Bathyporeia*-Arten besiedeln im Gegensatz zu *H. arenarius* bevorzugt Feinsande (SCHELLENBERG 1942). Die Zunahme des Mittelsandanteils 2002 und 2003 gegenüber 2001 hatte, wie die Ergebnisse gezeigt haben, allerdings auf die Bestandsentwicklung von *H. arenarius* offensichtlich keinen fördernden und auf die *Bathyporeia*-Arten keinen dämpfenden Einfluss.

Eine ebenfalls wesentlich geringere Rolle als in 1999 spielten in 2001 die Polychaeta *Eteone longa* und *Magelona mirabilis*. Ihr Anteil ging von 16% bzw. 17% auf 8,7% und 4,6% relativ stark zurück. Ähnlich wie für den Amphipoden *H. arenarius* war die Bestandsentwicklung der genannten Polychaeta auch in 2002 weiter rückläufig. Während *M. mirabilis* mit einem Anteil von 1,9% die Klappstelle noch in geringer Dichte besiedelte, wurde *E. longa* in diesem Teilbereich in 2002 nicht mehr nachgewiesen. Ersetzt wurden die oben genannten Arten durch den Polychaeten *Nephtys cirrosa*, der in 2002 an den MK-Stationen zu den subdominanten Arten gehörte, seinerseits aber in den Vorjahren aus quantitativer Sicht keine bedeutsame Rolle spielte. In 2003 verloren die Polychaeta erneut an Bedeutung. Lediglich *M. mirabilis* erreichte einen Dominanzanteil von 3% und gehörte damit noch zu den subdominanten Arten. Alle anderen Polychaeten wurden nur noch vereinzelt oder gar nicht mehr im Verklappungsbereich nachgewiesen.

**Nahbereich (MKN):** Die Benthosgemeinschaft des Teilgebiets MKN wurde in allen Untersuchungsjahren durch *Bathyporeia*-Arten dominiert; die häufigsten Arten waren *B. pilosa* und *B. elegans*. Mit Ausnahme von 2002 war *B. pilosa* allerdings die individuenreichste Art mit Anteilen von ca. 20% in 2002 bis zu 63,6% in 2003. In der Gruppe der Polychaeta kam es ähnlich wie auf der Klappstelle zu deutlicheren Veränderungen. Während *Eteone longa* 1999 mit ca. 8% noch zu den subdominanten Taxa auf der Klappstelle zählte, ging der Anteil dieses Polychaeten in den Folgejahren kontinuierlich zurück, in 2002 gehörte er mit 0,3% nur noch zu den subrezedenten Arten. In 2003 wurde *E. longa* im Teilgebiet MKN nicht mehr nachgewiesen. Im Gegensatz dazu nahm die Abundanz von *Nephtys hombergii* in vergleichbarem Maß zu, so dass er in 2002 mit einem Anteil von 12% zu den dominanten Arten dieses Teilbereichs zählte. In 2003 ging der Anteil des Polychaeten zwar wieder auf 2,2% zurück, dies ist aber im Wesentlichen auf die deutliche Zunahme der Crustaceadichte zurückzuführen und weniger auf einen tatsächlichen Rückgang der Besiedlungsdichte von *N. hombergii*. Bei den anderen Polychaeta zeigten sich weniger deutliche interannuelle Veränderungen. Sie gehörten wie *Magelona mirabilis* mit wenigen Ausnahmen in allen Jahren zu den rezedenten (1-3%) oder subrezedenten (<1%) Arten. *Eteone longa* und *Nephtys cirrosa* wurden in 2003 nicht nachgewiesen. Die Muschel *Macoma balthica* gehörte in allen Jahren zu den subdominanten (3-10%) Arten des Nahbereichs. Lediglich in 2001 war sie mit einem Anteil von ca. 12% dominant, allerdings war dies nicht die Folge eines Anstiegs ihrer Besiedlungsdichte, sondern die Folge eines deutlichen Abundanzrückgangs aller anderen Arten in diesem Teilgebiet (s. Abb. 11).

**Referenz (MKÄ):** Im Bereich MKÄ waren von 1999 bis 2002 z.T. ähnliche Verschiebungen in der Dominanzstruktur der Benthosgemeinschaft wie im Bereich der Klappstelle zu verzeichnen. Dies betrifft insbesondere die gleichsinnige Entwicklung der Arten *Haustorius arenarius* (Crustacea) und *Eteone longa* (Polychaeta) sowie mit einer gewissen Einschränkung *Magelona mirabilis* (Polychaeta). Die genannten Arten verloren wie im Bereich der Klappstelle auch im Referenzbereich im Hinblick auf ihren Dominanzwert von 1999 bis 2003 kontinuierlich an Bedeutung (vgl. Abb. 12).

Die übrigen bedeutsamen Arten waren über den gesamten Zeitraum mit sehr ähnlichen Werten vertreten. *Bathyporeia pilosa* (>30%) gehörte mit *B. elegans* (um 20%) immer zu den dominanten Arten. In 2003 traten insofern Veränderungen ein, als *B. pilosa* und örtlich auch *B. elegans* überwiegend in sehr hohen Besiedlungsdichten auftraten, so dass die Amphipoden mit ca. 67% bzw. 22% die bei weitem häufigsten Arten waren (Abb. 12). Aus diesem Grund erreichte die Muschel *M. balthica* bei sogar höheren Besiedlungsdichten als in den Vorjahren in 2003 nur noch einen Dominanzanteil von 5,6% (subdominant). Bei den Polychaeta traten interannuell ähnliche Veränderungen ein, wie in den beiden anderen Teilgebieten (s.o.). Während u.a. *Heteromastus filiformis* und *Magelona mirabilis* bis 2002 aus quantitativer Sicht ähnlich bedeutsam blieben wie in den Vorjahren, ersetzte *Nephtys hombergii* in 2002 *H. filiformis* und *Eteone longa* als häufigste Polychaeten-Arten der Untersuchungsjahre 1999 bzw. 2001 an der MKÄ-Stationen. In 2003 zeigte sich hinsichtlich der Polychaeta im Referenzbereich (MKÄ) ein im Vergleich zu MK und MKN analoges Ergebnis. Alle Arten erreichten nur einen Anteil von <1% und waren damit subrezent.



**Abb. 12:** Dominanzanteile (%) der 9 häufigsten Wirbellosenarten, differenziert nach Teilgebieten und Untersuchungsjahr. *Eteone longa*, *Heteromastus filiformis*, *Magelona mirabilis*, *Nephtys cirrosa*, *N. longosetosa* (Polychaeta); *Haustorius arenarius*, *Bathyporeia pelagica*, *B. pilosa*, *B. elegans* (Crustacea), *Macoma balthica* (Bivalvia).

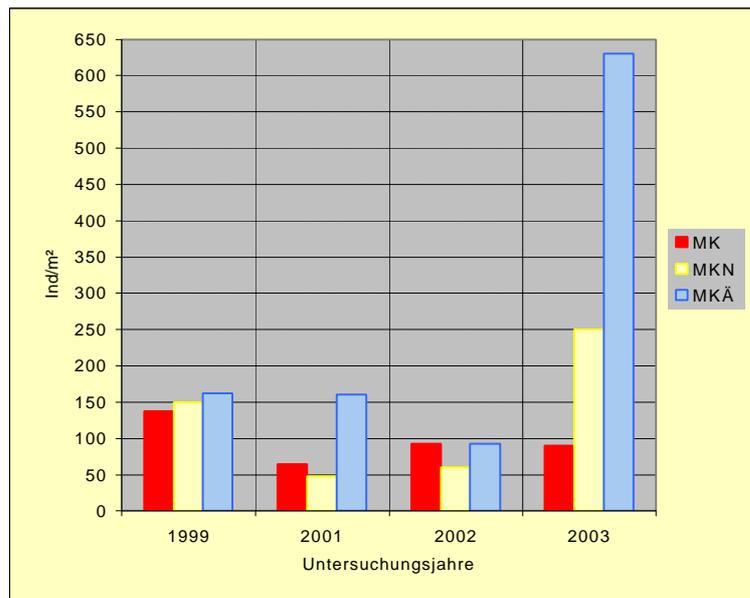
Trotz der o.g. interannuellen Unterschiede, die auf Artebene (überwiegend unabhängig vom Teilgebiet) erkennbar wurden, hat sich die Struktur der Benthosgemeinschaft in keinem der Teilgebiete grundsätzlich verändert. Eine gewisse Ausnahme ist in 2003 erkennbar: im Vergleich zu den Vorjahren hat die Gruppe der Polychaeta in jedem Teilgebiet, allerdings aus unterschiedlichen Gründen, an ‚Bedeutung‘ verloren (vgl. Abb. 11 und Abb. 12). So reduzierten sich die Anteile der Polychaeten im Verklappungsbereich aufgrund eines tatsächlichen Abundanzrückgangs, während im Bereich MKN und MKÄ die Polychaeta-Anteile in erster Linie in Folge einer deutlichen Abundanzzunahme anderer Taxa geringer ausfielen. Aufgrund größtenteils ähnlichen Entwicklungen geben die Ergebnisse im Hinblick auf die Entwicklung der Dominanzstruktur keine offensichtlichen Hinweise auf einen möglichen Einfluss der Verklappungen.

### 3.3.2.3 Abundanzen

#### Vergleich der Teilgebiete

Die 1999 ermittelten Ergebnisse, die die Status-quo-ante-Situation repräsentieren, zeigen im Hinblick auf die Besiedlungsdichte der Benthosgemeinschaften nur geringe Unterschiede. So war die Klappstelle (MK) mit 138 Ind./m<sup>2</sup>, der Nahbereich (MKN) mit 149,6 Ind./m<sup>2</sup> und der Äußere Bereich (MKÄ = Referenz) mit 162 Ind./m<sup>2</sup> besiedelt. Auf der Ebene der vorkommenden Taxagruppen (Bivaliva, Polychaeta und Crustacea) waren die Unterschiede in 1999 z.T. etwas deutlicher. V.a. Polychaeten waren mit 53,7 Ind./m<sup>2</sup> auf der Klappstelle relativ deutlich häufiger als im Nahbereich (21,5 Ind./m<sup>2</sup>). Die Referenz wies mit 43,7 Ind./m<sup>2</sup> in etwa die Polychaeta-Dichte der Klappstelle auf. Muscheln wurden 1999 in allen Teilgebieten in vergleichsweise geringer Individuendichte erfasst. Auf der Klappstelle konnten im Mittel lediglich 4,3 Ind./m<sup>2</sup> und im Nahbereich mit 11,9 Ind./m<sup>2</sup> die in 1999 höchste Muscheldichte im Vergleich der 3 Teilgebiete dokumentiert werden. Die Referenz nahm mit 6,7 Ind./m<sup>2</sup> die Mittelstellung ein. Crustacea waren überall die individuenreichste Taxagruppe. Mit durchschnittlich 115,8 Ind./m<sup>2</sup> und 110 Ind./m<sup>2</sup> waren Nahbereich- bzw. Referenzstationen dichter besiedelt als die Klappstelle (80 Ind./m<sup>2</sup>). Trotz der festgestellten Unterschiede wiesen alle drei Teilbereiche in 1999 eine in etwa qualitativ (s. Kap. 3.2.2.1) und quantitativ vergleichbare Besiedlung auf.

Diese Ausgangssituation veränderte sich in den Folgejahren deutlich. Insbesondere in 2001, also der ersten Untersuchung nach Abschluss der Neubauarbeiten, erfolgte auf der Klappstelle und auch im Nahbereich eine deutliche Abnahme der Gesamtabundanz, während die MKÄ-Stationen (Referenz) im Mittel nahezu unverändert dicht besiedelt waren (Abb. 13).



**Abb. 13:** Entwicklung der Makrozoobenthos-Besiedlungsdichte in den Teilgebieten Klappstelle (MK), Nahbereich (MKN) und Referenz (MKÄ) im Untersuchungsgebiet K733 in der Außenelbe.

In 2002 nahm die Besiedlungsdichte auch im Referenzbereich gegenüber den Vorjahren von durchschnittlich etwa 160 Ind./m<sup>2</sup> auf 93 Ind./m<sup>2</sup> ab, während die Individuendichte im Nahbereich in 2002 leicht anstieg (60 Ind./m<sup>2</sup>). Die Besiedlungsdichte im Verklappungsbereich erhöhte sich gegenüber 2001 wieder und erreichte mit etwa 90 Ind./m<sup>2</sup> ungefähr den Wert, der in 2002 auf der Referenz verzeichnet wurde.

In 2003 wurden z.T. sehr unterschiedliche Entwicklungen dokumentiert, mit deutlichen Zuwächsen im Nahbereich (250 Ind./m<sup>2</sup>) und v.a. im Referenzbereich (630 Ind./m<sup>2</sup>), so dass die Benthosdichten wesentlich über diejenigen der Vorjahre lagen. Die Besiedlungsdichte der Klappstelle blieb in 2003 im Vergleich zu 2002 dagegen mehr oder weniger konstant (Abb. 13).

**Tab. 4:** Übersicht über die Ergebnisse der Varianzanalysen (H-Test) im Vergleich der Teilgebiete von 1999 bis 2003. \* =  $p < 0,05$ , (\*) =  $p < 0,1$  nur bei Angleichung der Stichprobenanzahl durch zufällige Auswahl von MKÄ-Stationen. Anzahl Stationen MK: N= 5, MKN: N=8, MKÄ: N=10 (2001, 2002 N=9).

Untersuchungsjahr MKÄ (Ref) – Klapp- stelle (MK)	1999	2001	2002	2003
Gesamtbesiedlung	MKÄ > MK	MKÄ > MK (*)	MKÄ > MK	MKÄ > MK *
Bivalvia	MKÄ > MK	MKÄ > MK (*)	MKÄ > MK *	MKÄ > MK (*)
Polychaeta	MKÄ < MK	MKÄ > MK	MKÄ > MK *	MKÄ > MK
Crustacea	MKÄ > MK	MKÄ > MK (*)	MKÄ < MK	MKÄ > MK
Untersuchungsjahr MKÄ (Ref) – Nahbe- reich (MKN)	1999	2001	2002	2003
Gesamtbesiedlung	MKÄ > MKN	MKÄ > MKN *	MKÄ > MKN	MKÄ > MKN
Bivalvia	MKÄ < MKN	MKÄ > MKN *	MKÄ > MKN *	MKÄ > MKN
Polychaeta	MKÄ > MKN	MKÄ > MK	MKÄ > MKN	MKÄ > MKN
Crustacea	MKÄ < MKN	MKÄ > MKN *	MKÄ > MKN	MKÄ > MKN

Aufgrund der gebietspezifischen Entwicklungen sowohl der Gesamtbesiedlungsdichte als auch der verschiedenen Taxagruppen des Makrozoobenthos, war die Besiedlungsdichte im Verklappungsbereich im Vergleich zur Referenz nach 1999 z.T. signifikant geringer. Dies gilt auch für den Vergleich zwischen Referenz und Nahbereich (s. Tab. 4).

Im Verlauf der Untersuchung wurden zwischen Klappstelle und Nahbereich bei keinem Vergleich signifikante Unterschiede festgestellt (nicht tabellarisch dargestellt). Es sei aber darauf hingewiesen, dass die Überprüfung der festgestellten Unterschiede auf ihre Signifikanz nur orientierenden Charakter hat. Aufgrund der sehr unterschiedlichen Stichprobenanzahl zum einen und der im Hinblick auf die abiotischen Rahmenbedingungen sehr heterogenen Referenzstationen zum anderen ist das Ergebnis der Varianzanalysen nur eingeschränkt belastbar.

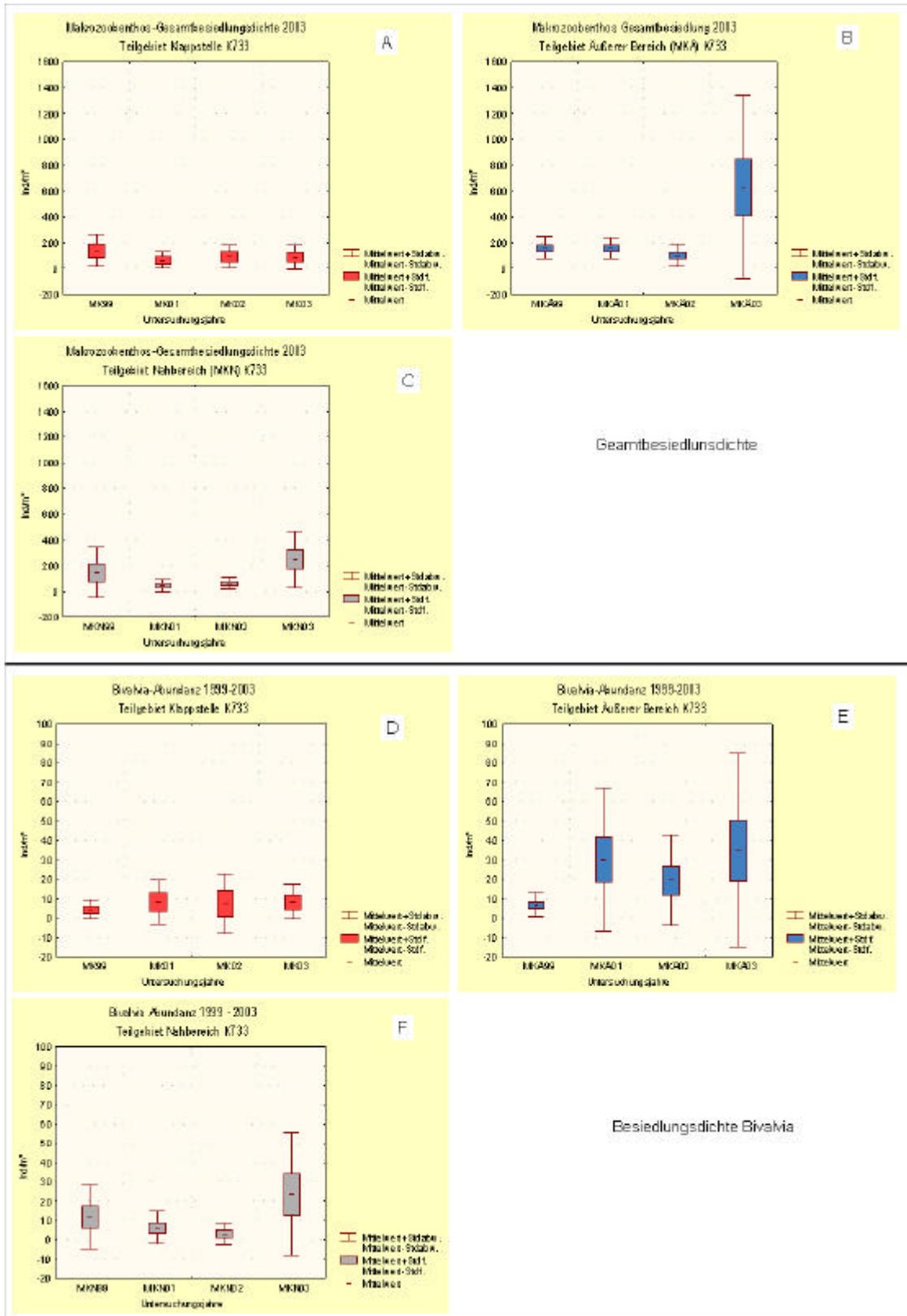
### Gebietsinterne Betrachtung

Abb. 14 und Abb. 15 zeigen die Makrozoobenthos-Besiedlungsdichte (Gesamtbesiedlung und einzelne Taxagruppen) im interannuellen Vergleich differenziert nach Teilgebieten.

**Klappstelle (MK):** Im Bereich der Klappstelle sank die mittlere Dichte (Gesamtbesiedlung) von 138 Ind./m<sup>2</sup> in 1999 auf 65 Ind./m<sup>2</sup> in 2001. In 2002 erfolgte ein Anstieg der Gesamtbesiedlungsdichte auf etwa 93 Ind./m<sup>2</sup>, ein Wert der in 2003 (90 Ind./m<sup>2</sup>) annähernd konstant blieb (Abb. 14A). Trotz der z.T. deutlichen Unterschiede v.a. zwischen 1999 und 2001 waren die gebietsinternen interannuellen Unterschiede nicht signifikant (H-Test  $p > 0,1$ ). Das Ergebnis begründet sich aus den örtlich sehr unterschiedlichen Besiedlungsdichten auf der Klappstelle. 1999 schwankte die Besiedlungsdichte zwischen 25 Ind./m<sup>2</sup> (Station MK12) und 341 Ind./m<sup>2</sup> (MK 24), der Median lag bei 115 Ind./m<sup>2</sup>. In 2001 sank die mittlere Besiedlungsdichte zwar deutlich (Abb. 14A), allerdings lagen die meisten Stationswerte über dem lokalen Minimumwert von 1999, so dass mit der Varianzanalyse keine signifikanten Unterschiede ermittelt wurden. Ähnliches gilt auch für die Folgejahre mit einer gleichbleibend hohen räumlichen und zeitlichen Variabilität im Verklappungsbereich (vgl. auch Kap. 3.3.2.2).

Die Entwicklung der Abundanz der unterschiedlichen Artengruppen verläuft nicht immer gleichsinnig zu derjenigen, die für die Gesamtabundanz dargestellt wurde. Aber auch auf der Betrachtungsebene der einzelnen Taxagruppen ließen sich nur z.T. deutliche interannuelle Veränderungen im Verklappungsbereich verzeichnen. Dieses betrifft insbesondere die Gruppe der Polychaeta, die nach 1999 durch eine kontinuierliche Abnahme ihrer Besiedlungsdichte gekennzeichnet war (s. Abb. 15G). Diese sank von durchschnittlich 53,7 Ind./m<sup>2</sup> (1999) auf 13 Ind./m<sup>2</sup> in 2001 und erreichte ein bisheriges Minimum in 2003 mit lediglich 4,3 Ind./m<sup>2</sup>. ein Wert, der sich signifikant von der Ausgangssituation 1999 unterscheidet (H-Test  $p < 0,1$ ).

Bei den übrigen Taxagruppen Bivalvia und Crustacea waren die interannuellen Besiedlungsunterschiede nicht so ausgeprägt wie bei den Polychaeta (Abb. 14D, Abb. 15J, Unterschiede daher nicht signifikant, H-Test  $p > 0,1$ ).



**Abb. 14:** Box & Whisker – Plots: Interannueller Vergleich der mittleren Individuendichte/Bereich (Ind./m²) Gesamt-*abundanz* (A-C), *Bivalvia* (D-F), differenziert nach Teilbereichen: MK=Klappstelle (N<sub>Stationen</sub>=5), MKN= Nahbereich der Klapp-*stelle* (N<sub>Stationen</sub>=8), MKA= Äußerer Bereich (N<sub>Stationen</sub>=10).Hyperbenthos nicht berücksichtigt.

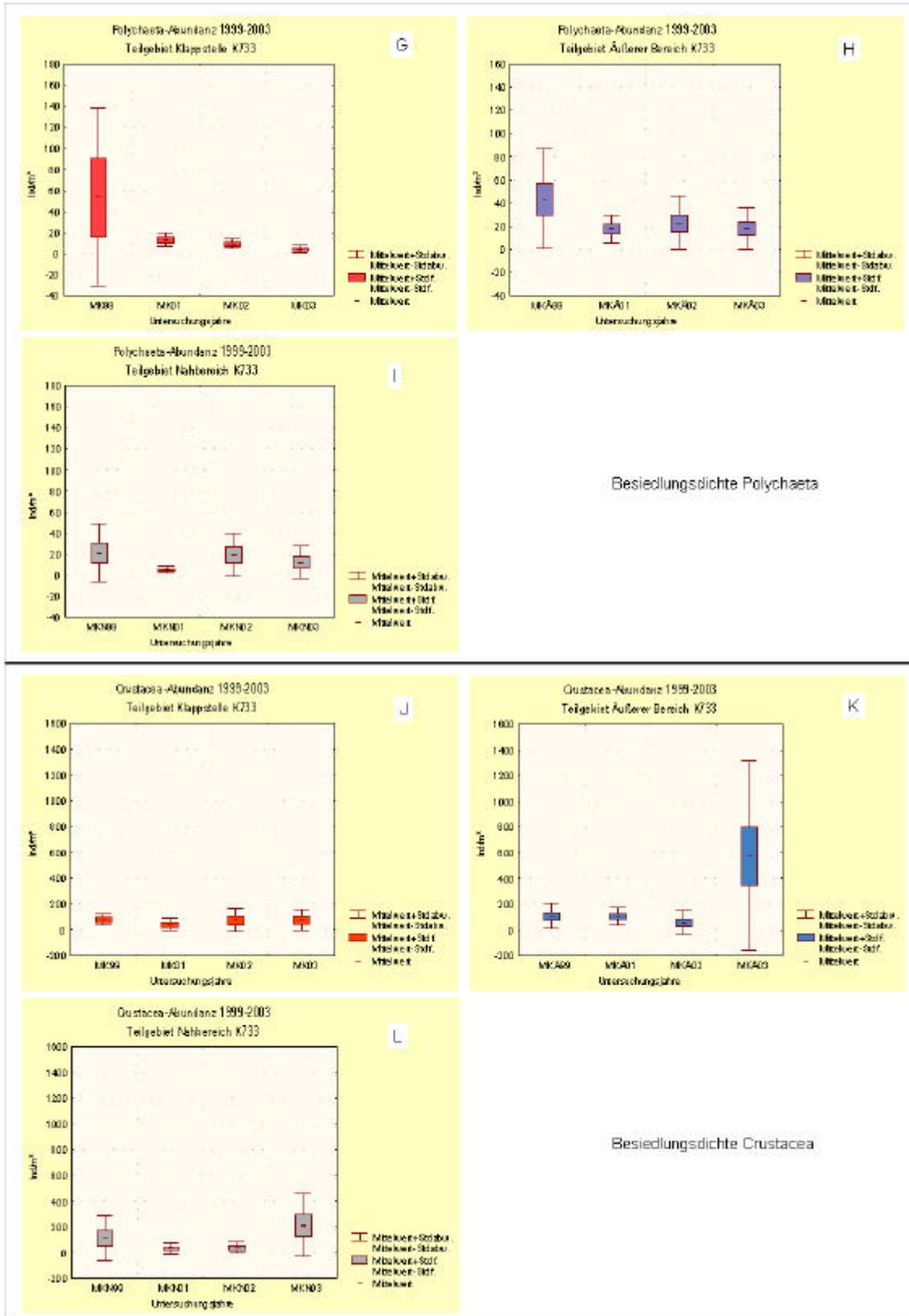


Abb. 15: Box & Whisker – Plots: Interannueller Vergleich der mittleren Individuendichte/Bereich (Ind./m<sup>2</sup>). Polychaeta (G-I) und Crustacea (J-L) differenziert nach Teilbereichen: MK=Klappstelle (N<sub>Stationen</sub>=5), MKN= Nahbereich der Klappstelle (N<sub>Stationen</sub>=8), MKÄ= Äußerer Bereich (N<sub>Stationen</sub>=10).Hyperbenthos nicht berücksichtigt.

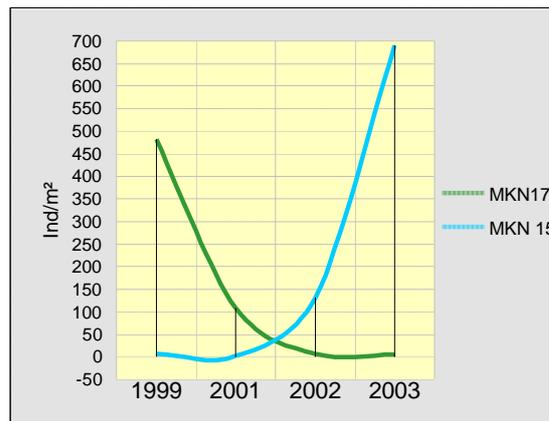
**Nahbereich (MKN):** Für den Nahbereich MKN konnte ein ähnliches Ergebnis wie für die Klappstelle dokumentiert werden; hier war die Abnahme der Gesamtabundanz von 150 Ind./m<sup>2</sup> (1999) auf 48 Ind./m<sup>2</sup> (2001) noch etwas deutlicher ausgeprägt; eine geringe Zunahme auf 60 Ind./m<sup>2</sup> und eine deutliche Zunahme auf 250 Ind./m<sup>2</sup> erfolgte in 2002 bzw. 2003 (Abb. 14C). Die durchgeführte Varianzanalyse ergab einen signifikanten Unterschied bei der Gesamtbesiedlungsdichte zwischen 2001 und 2003 (H-Test  $p < 0,05$ ). Die ebenfalls deutliche Abnahme von 1999 auf 2001 wurde durch den H-Test als zufällig ausgewiesen, im Zweistichprobenvergleich (Wilcoxon-Test) waren die Unterschiede zwischen 1999 und 2001 jedoch signifikant ( $p < 0,1$ ).

Auf der Betrachtungsebene der Taxagruppen zeigte sich im Gegensatz zu den anderen Teilgebieten in 2001 eine Abnahme der mittleren Muscheldichte von 11,6 Ind./m<sup>2</sup> auf 6,2 Ind./m<sup>2</sup>; dieser Trend setzte sich in 2002 fort: die Abundanz von *Macoma balthica* sank auf ca. 3 Ind./m<sup>2</sup>, allerdings wurde in 2003 ein deutlicher Anstieg der Muscheldichte verzeichnet. Mit etwa 23 Ind./m<sup>2</sup> wurde der bislang höchste Wert im Teilgebiet MKN ermittelt (s. Abb. 14F). Die Abnahme der Muscheldichte im Nahbereich der Klappstelle führt zu rechnerisch signifikanten Unterschieden zwischen den Jahren 1999 und 2002 (allerdings nur bei einem Zweistichprobenvergleich, Vorzeichen-test  $p < 0,1$ ).

Analog zu den Bivalvia reduzierte sich die Abundanz der Polychaeten in 2001 von 21 Ind./m<sup>2</sup> auf 5 Ind./m<sup>2</sup> gegenüber 1999 relativ deutlich. In 2002 stieg die Polychaetendichte an, so dass mit 19,6 Ind./m<sup>2</sup> wieder das Besiedlungsniveau von 1999 erreicht wurde, welches auch 2003 (13 Ind./m<sup>2</sup>) in etwa konstant blieb (Abb. 15I). Aufgrund der hohen räumlichen und zeitlichen Variabilität waren die festgestellten, z.T. zwar deutlichen Unterschiede zwischen den Jahren allerdings nicht signifikant (H-Test  $p > 0,1$ ). Ein kontinuierlicher Abnahmetrend der Polychaetenzahlen von 1999-2003 wie auf der Klappstelle konnte im Nahbereich nicht festgestellt werden.

Die Crustacea zeigten im interannuellen Vergleich insofern ein ähnliches Bild wie die übrigen Artengruppen, als auch bei dieser Taxagruppe ein Individuenrückgang nach 1999 erfolgte (Abb. 15L). So ging die in 1999 ermittelte Besiedlungsdichte von 115 Ind./m<sup>2</sup> in 2001 auf 36 Ind./m<sup>2</sup> zurück; ein Wert der sich auch in 2002 nicht wesentlich veränderte (40 Ind./m<sup>2</sup>). Eine deutliche Erhöhung der Besiedlungsdichte trat in 2003 ein. Im Mittel wurden in diesem Untersuchungsjahr 214 Ind./m<sup>2</sup> erfasst. Die MKN-Stationen waren bereits 1999 sehr unterschiedlich durch Crustacea besiedelt. So konnten z.B. hohe Individuenzahlen von  $> 250$  Ind./m<sup>2</sup> eher an Stationen östlich der Klappstelle (MKN17, MKN22) beobachtet werden, während die Stationen westlich der Klappstelle durch sehr geringe Dichten von  $< 15$  Ind./m<sup>2</sup> gekennzeichnet waren. In den Folgejahren 2001 und 2002 ging die Besiedlungsdichte östlich der Klappstelle an den o.g. Stationen auf  $< 120$  Ind./m<sup>2</sup> zwar deutlich zurück, die Werte lagen aber immer noch wesentlich höher als diejenigen, die in 1999 westlich der Klappstelle festgestellt wurden.

Wie hoch die örtliche Besiedlungsvarianz in diesem Teilgebiet war, zeigt sich daran, dass im Verlauf der Untersuchung einige der westlichen, in 1999 und 2001 im Hinblick auf die Crustacea unbedeutenden Stationen, in 2002 und 2003 durch Crustacea umfangreich besiedelt wurden. Ein gegenläufiges Ergebnis wurde teilweise für die o.g. östlichen Stationen dokumentiert. Hier spielten Crustacea anders als noch 1999 und 2001 in 2002/03 aus quantitativer Sicht keine bedeutsame Rolle mehr. Abb. 16 verdeutlicht exemplarisch diese Besiedlungsdynamik durch die Abundanzentwicklung der Crustacea an den Stationen MKN17 (östlich) und MKN15 (westlich).



**Abb. 16:** Interannuelle Entwicklung der Crustaceanzahlen an der östlich der Klappstelle 733 gelegenen Station MKN17 und der westlich der Klappstelle gelegenen Station MKN15.

Aufgrund der hohen räumlichen und zeitlichen Besiedlungsvariabilität innerhalb des Teilgebietes MKN, sind die interannuellen Unterschiede wie bei den Polychaeta nicht signifikant (H-Test  $p > 0,1$ ).

**Referenz (MKÄ):** Anders als auf der Klappstelle und dem Nahbereich war die Abnahme der MZB-Dichte an den Referenz-Stationen weniger stark (Abb. 14B). Die in 1999 ermittelte mittlere Dichte betrug 162 Ind./m<sup>2</sup>, dieser Wert blieb in 2001 in etwa gleich (160 Ind./m<sup>2</sup>). In 2002 sank die Gesamtbesiedlungsdichte auf 97 Ind./m<sup>2</sup>. Ähnlich wie im Nahbereich (MKN) erhöhte sich die mittlere Besiedlungsdichte in 2003 gegenüber den Vorjahren sehr deutlich und erreichte mit 630 Ind./m<sup>2</sup> den bislang höchsten Wert im gesamten Untersuchungsgebiet (Abb. 14B). Aufgrund der starken Abundanzentwicklung in 2003 und der vergleichsweise geringen Besiedlungsdichte in 2002 ist der Unterschied zwischen 2002 und 2003 signifikant (H-Test,  $p < 0,05$ ). Weitere signifikante Unterschiede wurden auf der Grundlage der Gesamtabundanz zwischen den Untersuchungsjahren nicht ermittelt.

Die Taxagruppen zeigten z.T. abweichend von der Gesamtabundanz spezifische Entwicklungen. So erhöhte sich die Besiedlungsdichte der Muscheln (Bivalvia) von 6,7 Ind./m<sup>2</sup> (1999) auf etwa 33 Ind./m<sup>2</sup> in 2001. Diese vergleichsweise höhere Dichte reduzierte sich in 2002 wieder leicht auf etwa 22 Ind./m<sup>2</sup> und erreichte in 2003 mit 35 Ind./m<sup>2</sup> den bislang höchsten registrierten Wert (Abb. 14E). Die Varianzanalyse weist zwischen den Jahren keine signifikanten Unterschiede aus (H-Test  $p > 0,1$ ), allerdings ergeben die Zweistichprobenvergleiche signifikante Unterschiede zwischen den Jahren 1999 und 2001 sowie zwischen 1999 und 2002 (Wilcoxon-Test  $p < 0,1$ ). Aufgrund der hinsichtlich der Rahmenbedingungen sehr unterschiedlichen MKÄ-Stationen war die Varianz innerhalb des Gebietes sehr hoch. So wiesen Muscheln an den Stationen im Bereich des Zehnerlochs (MKÄ 2- MKÄ6) v.a. 2002 und 2003 im Vergleich zu anderen Stationen überwiegend wesentlich höhere Dichten auf. Örtlich wurden Maximalwerte bis zu  $> 150$  Ind./m<sup>2</sup> (MKÄ6 – 2003) erreicht. An anderen Stationen wurden deutlich geringere Anzahlen erfasst oder waren in Ausnahmefällen nicht durch Muscheln besiedelt (MKÄ9 - 2002).

Analog zu den anderen Teilgebieten sank auch im Referenzbereich die mittlere Besiedlungsdichte der Polychaeta von 43 Ind./m<sup>2</sup> (1999) auf 18 Ind./m<sup>2</sup> (2001). Dieser Wert blieb allerdings anders als im Verklappungsbereich (s.o.) in den Folgejahren mit 23 Ind./m<sup>2</sup> (2002) und 18 Ind./m<sup>2</sup> (2003)

annähernd konstant (Abb. 15H). Die gebietsinterne räumliche und zeitliche Varianz der Polychaetenbesiedlung führte nicht zu signifikanten interannuellen Unterschieden im Referenzbereich (H-Test  $p > 0,1$ ).

Bei der Gruppe der Crustacea ergab sich ein etwas anderes Bild als bei o.g. Taxagruppen. Während sowohl im Teilgebiet Klappstelle als auch im Nahbereich eine Zunahme der Crustaceanzahlen von 1999 auf 2001 verzeichnet wurde, blieb im Referenzbereich die Besiedlungsdichte in etwa gleich; allerdings erfolgte in 2002 eine deutliche Abnahme. So sank im Teilgebiet MKÄ die mittlere Abundanz von 110 Ind./m<sup>2</sup> (1999) bzw. 108 Ind./m<sup>2</sup> (2001) auf 59 Ind./m<sup>2</sup> in 2002 (Abb. 15K). Im Folgejahr konnte wieder eine starke Zunahme beobachtet werden. Die mittlere Crustaceadichte lag in 2003 mit 577 Ind./m<sup>2</sup> etwa um das 10fache höher als in 2002. Die Zunahme ist im Wesentlichen auf einzelne sehr hohe Stationswerte zurückzuführen. Insbesondere die Stationen MKÄ19 (2.400 Ind./m<sup>2</sup>) und MKÄ18 (785 Ind./m<sup>2</sup>) waren, anders als in den Vorjahren, wesentlich umfangreicher besiedelt. Andere Stationen, wie z.B. MKÄ5 (5 Ind./m<sup>2</sup>) wiesen dagegen auch in 2003 eher geringe Crustaceadichten auf (vgl. Abb. 11). Aufgrund der insgesamt hohen räumlichen und zeitlichen Variabilität der Crustacea-Abundanzen sind die interannuellen Unterschiede rechnerisch nicht signifikant (H-Test  $p > 0,1$ ). Im Zweistichprobentest (Median-Test) wurden dagegen signifikante Unterschiede zwischen 2002 und 2003 festgestellt.

### 3.3.2.4 Transektbetrachtung – Klappstelle

Die Analyse der Wassertiefen und der Sedimentstrukturen hat gezeigt, dass in 2001 gegenüber 1999 auch innerhalb der differenzierten Teilbereiche örtlich deutliche Veränderungen eingetreten sind. Dieses betrifft insbesondere die Wassertiefen auf der Klappstelle selbst. In der Tendenz ist hier ein von Süd nach Nord gerichteter Gradient erkennbar, mit einer höheren Abnahme der Wassertiefe im südlichen Bereich der Klappstelle (und den vor Kopf angrenzenden Bereichen). Die in 2001 festgestellte Situation hat sich in 2002 insofern etwas verändert, als dass keine weitere Erhöhung im südlichen Teil der Klappstelle mehr erfolgte. Somit hat sich das in 2001 gegenüber 1999 festgestellte Süd-Nord-Gefälle, bezogen auf die Ausgangssituation 1999, abgeschwächt. Ähnliches gilt auch für die in 2003 dokumentierte Situation, da im Bereich der Klappstelle keine weitere Aufhöhung gegenüber 2001 und 2002 mehr stattgefunden hat. Auf der Grundlage der Tiefenmessungen an den Benthosstationen ist in 2003 wohl eher ein Abtrag gegenüber 2002 erfolgt. Dies gilt allerdings nicht für die außerhalb, direkt vor Kopf der Klappstelle befindlichen Stationen MKÄ27 und MKÄ26. An diesen Stationen scheint es in 2003 gegenüber 2002 wieder eine Aufhöhung gegeben zu haben. Die Gründe für die ermittelten Ergebnisse stehen sehr wahrscheinlich in engem Zusammenhang mit der Verlegung der Klappstelle nach Süden (s.o.).

Aufgrund der festgestellten morphologischen Veränderungen im ‚ehemaligen‘ Verklappungsbereich bzw. im neuen Verlegungsbereich der Klappstelle, die u.U. mit der Baggertgutverbringung in ursächlichem Zusammenhang stehen, ist es sinnvoll, die Benthosentwicklung an den betroffenen Stationen zu betrachten (Abb. 17).



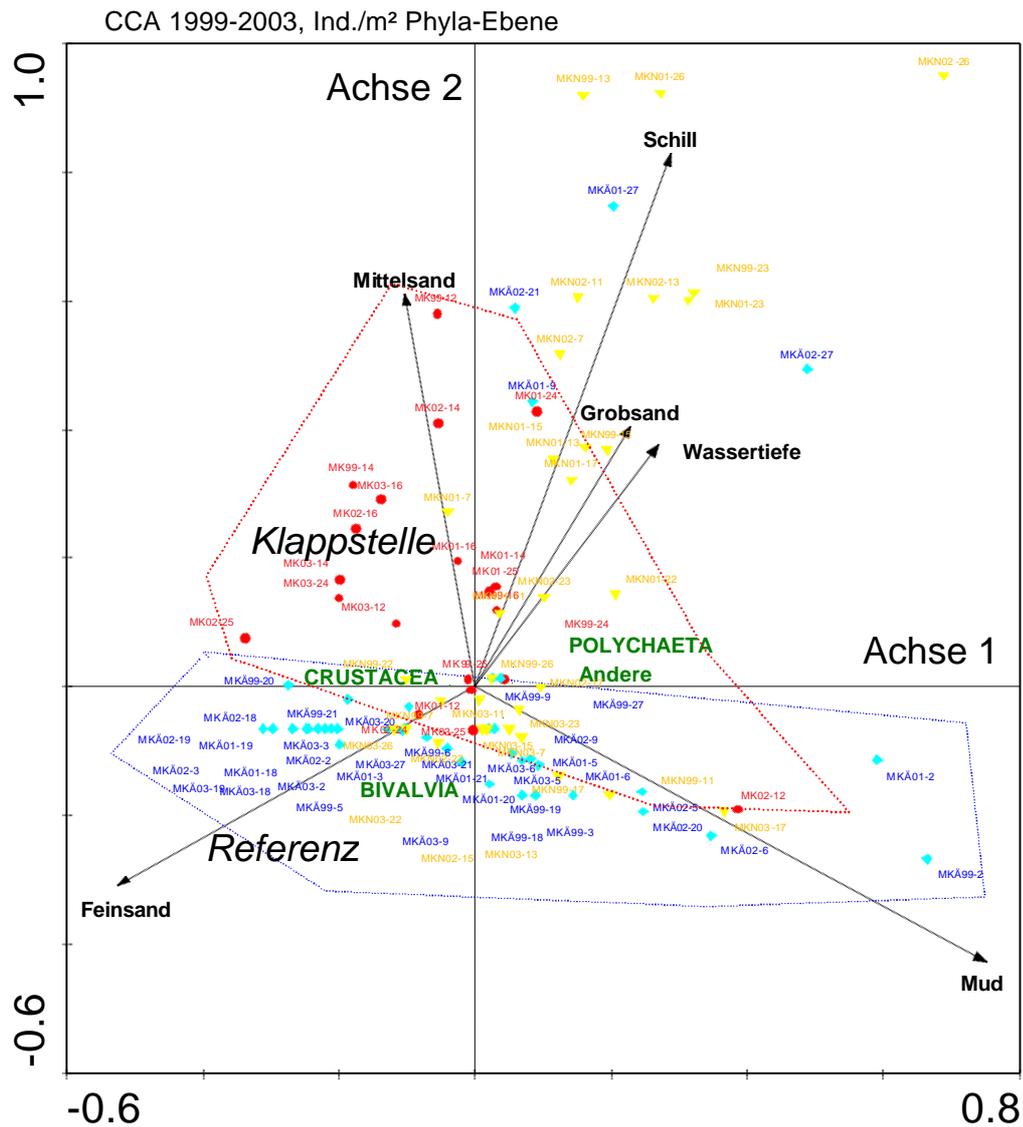
**Abb. 17:** Interannuelle Entwicklung der Makrozoobenthosdichte an Stationen vor Kopf der Klappstelle K733 sowie an Stationen im Verklappungsbereich. KS = Klappstelle.

Anders als die auf der Grundlage der Gesamtbetrachtung der Klappstelle zu erkennende eher indifferente Entwicklung, zeigt die Fokussierung auf einzelne Stationen klarere interannuelle Unterschiede. Dies betrifft den südlichen bzw. mittleren Bereich der Klappstelle (MK25, MK24, MK16, MK14) und auch die vor Kopf der Klappstelle (MKÄ27, MKN26) befindlichen Stationen (Abb. 17). An diesen Stationen wurde in 2001 eine signifikante Abnahme (H-Test  $p < 0,05$ ) der Besiedlungsdichte gegenüber der Ausgangssituation von 1999 verzeichnet, während die Station MK12 im nördlichen Bereich der Klappstelle im Vergleich zum Vorjahr sogar höhere Individuendichten aufwies. Der nördliche Bereich der Klappstelle wurde bereits seit Anfang 2000, möglicherweise bereits in 1999 nicht mehr beaufschlagt, so dass die festgestellte Erhöhung dort nicht im Widerspruch zu den rückläufigen Besiedlungsdichten an den übrigen Stationen steht. Die Abnahme der Abundanzen an den o.g. Stationen korrelierte mit der in 2001 dokumentierten deutlichen Aufhöhung in diesem Bereich, die vermutlich als Folge der Verklappungen angesehen werden kann (vgl. BIOCONSULT 2002). In 2002 wurde der ursprüngliche Verklappungsbereich, der durch die Stationen MK25-MK12 repräsentiert wird, nicht mehr beaufschlagt. Im Vergleich zu 2001 wurde in 2002 zumindest örtlich

wieder eine Zunahme der Besiedlungsdichte dokumentiert. 2003 blieb mit Ausnahme der südlich vor Kopf der Klappstelle befindlichen Stationen die Besiedlungsdichte auf dem Vorjahresniveau.

### 3.3.3 Korrelation der Besiedlungsdichte der häufigsten Taxa mit bekannten Umweltvariablen

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurden einige Umweltparameter parallel zur Zoo-benthos-Beprobung mit erfasst. Zu den wichtigsten Parametern, die die Struktur einer benthischen Gemeinschaft mitbestimmen, gehört die Sedimentbeschaffenheit. Die durchgeführte Kanonische Korrespondenzanalyse (CCA) dient dazu, den möglichen Einfluss der parallel zur faunistischen Probenahme erfassten Umweltparameter auf die Makrozoobenthosgemeinschaften transparent zu machen. Die Analyse wurde auf der Basis der mittleren Abundanzen der vorkommenden Taxagruppen durchgeführt. Sehr mobile Taxa (Crustacea-Garnelen) blieben aufgrund ihrer Fangzufälligkeit dabei unberücksichtigt. Die Position der Taxagruppen in der Ordination ist deren jeweiliges Optima im Gefüge der dargestellten Umweltparameter.



**Abb. 18:** Ordinationsdiagramm der Kanonischen Korrespondenzanalyse (CCA) auf Grundlage der Individuendichte von Makrozoobenthos-Taxagruppen (1999 – 2003) im Untersuchungsgebiet K733. Rot = Klappstellenstationen, orange = Stationen im Nahbereich, blau = Stationen im Äußeren Bereich (Referenz).

\*\*\*\* Summary \*\*\*\* CCA - Phyla-

Axes	1	2	3	4	Total inertia
Eigenvalues :	0.051	0.017	0.010	0.195	0.395
Species-environment correlations :	0.463	0.442	0.373	0.000	
Cumulative percentage variance					
of species data :	13.0	17.2	19.7	69.0	
of species-environment relation:	66.0	87.5	100.0	0.0	
Sum of all eigenvalues					0.395
Sum of all canonical eigenvalues					0.078

\*\*\*\* Summary of Monte Carlo test \*\*\*\*  
 Test of significance of first canonical axis: eigenvalue = 0.051  
 F-ratio = 12.685  
 P-value = 0.0040  
 Test of significance of all canonical axes : Trace = 0.078  
 F-ratio = 3.473  
 P-value = 0.0020

Die Ergebnisse der CCA (Abb. 18) zeigen trotz der insgesamt hohen Besiedlungsvariabilität eine erkennbare Trennung der Teilgebiete Klappstelle (MK) und Referenz (MKÄ) im Hinblick auf die Besiedlungsdichte der Makrozoobenthosgruppen bzw. im Hinblick auf die jeweiligen Rahmenbedingungen (v.a. Sedimentstrukturen). So gruppieren sich die MKÄ-Stationen/Jahrgänge überwiegend unterhalb der 1. Hauptachse, während sich die MK-Stationen überwiegend oberhalb dieser anordnen. Der Nahbereich (MKN) weist die größte interne Variabilität auf, so dass weder zur Klappstelle noch zur Referenz eine Trennung augenscheinlich ist.

Alle Teilgebiete wiesen zwar - wie in Kap. 4.2.1 gezeigt - vergleichbare Sedimentstrukturen auf, dennoch werden in der CCA sowohl auf der Raum- als auch auf der Zeitskala Unterschiede erkennbar. Die MKÄ-Stationen waren eher durch feinsandige Sedimente, örtlich auch durch Schlick (Mud) geprägt, während die Klappstelle einen höheren Anteil von Mittel- und Grobsanden aufwies. Die Pfeilrichtung der Umweltvariablen verdeutlicht dieses Ergebnis. Die Makrozoobenthosgruppen ordnen sich in der Nähe des Ursprungs der Ordination an, d.h. eine sehr deutliche Zuordnung zu einer Stationsgruppe bzw. zu einem Sedimenttyp liegt nicht vor. Tendenziell sind aber Muscheln eher an den feinkörnigeren Standorten angetroffen worden. Mit Ausnahme der Variablen Schlick ( $p < 0,005$ , Monte Carlo Test) war allerdings kein anderer Sedimenttyp im Hinblick auf die Besiedlungsvarianz von signifikanter Bedeutung. Die Besiedlungsvarianz wird durch die ersten beiden Hauptachsen zu 87% ( $p < 0,005$ ) gut erklärt (Abb. 18, Legende).

Auf der Basis der vorhandenen Umweltvariablen wurde mittels einer Korrelationsanalyse (SPEARMAN RANGKORRELATION) untersucht, ob auf der Basis des zugrundeliegenden Datensatzes Abhängigkeiten von Individuendichte und Umweltvariablen auf Artebene unabhängig vom jeweiligen Untersuchungsbereich erkennbar werden.

Die Ergebnisse zeigen, dass einige der berücksichtigten Arten positiv oder negativ mit einem bestimmten Sedimenttyp korreliert sind. Die meisten der Arten waren in Bereichen mit höheren Feinsandanteilen häufiger als in solchen mit gröberen Sedimenten. Dies gilt v.a. für die Crustacea der Gattung *Bathyporeia*, deren Besiedlungsdichte bei zunehmenden Mittel- und Grobsandanteilen abnahm. Auch die Muschel *Macoma balthica* bevorzugt feinkörnige Standorte; ihre Besiedlungsdichte korreliert positiv mit Feinsand und Schlick, während Bereiche mit gröberen Sanden oder Schill eher gemieden wurden (s. Tab. 5). Lediglich der Polychaet *Nephtys cirrosa* wies bei höheren Mittelsandanteilen sein Abundanzmaxima auf.

**Tab. 5:** Korrelationsanalyse: Abhängigkeit von MZB-Spezies und Umweltvariable (positive Abhängigkeit blau markiert; negative Abhängigkeit rot markiert). Datensatz K733, Außenelbe 1999 – 2003, die 14 häufigsten Arten. FS: Feinsand; GS: Grobsand; MS: Mittelsand; Mud: Schlick; WT: Wassertiefe

Sedimenttyp		FS	GS	MS	Mud	Schill	WT
Art	Taxagruppe						
Korrelationskoeffizient		0,44892	-0,35035	-0,29404	-0,01922	-0,49112	-0,3721
<i>Bathyporeia pilosa</i>	Crustacea	92	92	92	92	92	91
Einseitige Signifikanz		3,59E-06	3,09E-04	0,00222	0,42785	3,34E-07	1,41E-04
		0,41696	-0,23432	-0,28028	-0,0269	-0,45743	-0,31927
<i>Bathyporeia elegans</i>	Crustacea	92	92	92	92	92	91
		1,78E-05	0,01228	0,0034	0,39952	2,28E-06	0,00101
		0,15207	-0,39009	-0,45993	0,49461	-0,58513	-0,44056
<i>Macoma balthica</i>	Bivalvia	92	92	92	92	92	91
		0,07393	6,05E-05	1,99E-06	2,70E-07	4,52E-10	6,20E-06
		0,22874	-0,20926	-0,10759	-0,0667	-0,18097	0,17034
<i>Bathyporeia pelagica</i>	Crustacea	92	92	92	92	92	91
		0,01414	0,02264	0,15366	0,26376	0,04213	0,05322
		0,32175	-0,19016	-0,11958	-0,31778	-0,0775	0,15563
<i>Haustorius arenarius</i>	Crustacea	92	92	92	92	92	91
		8,81E-04	0,03471	0,12809	0,00101	0,23137	0,07035
		-0,20109	-0,23891	-0,15094	0,58473	-0,20129	-0,30086
<i>Heteromastus filiformis</i>	Polychaeta	92	92	92	92	92	91
		0,02729	0,0109	0,07546	4,67E-10	0,02716	0,00187
		0,10321	-0,20195	-0,22815	0,07871	-0,0882	-0,13742
<i>Eteone longa</i>	Polychaeta	92	92	92	92	92	91
		0,16376	0,02676	0,01435	0,22788	0,20154	0,09697
		-0,03021	-0,14889	-0,13589	0,24721	-0,23308	-0,06226
<i>Magelona mirabilis</i>	Polychaeta	92	92	92	92	92	91
		0,38747	0,07831	0,09824	0,00875	0,01267	0,27881
		0,00138	-0,12671	-0,18748	0,23337	-0,0181	-0,22384
<i>Macoma balthica</i> juv	Bivalvia	92	92	92	92	92	91
		0,49479	0,11437	0,03676	0,01258	0,43198	0,01646
		0,0097	-0,09993	-0,22089	0,17022	-0,08683	-0,23015
<i>Corophium volutator</i>	Crustacea	92	92	92	92	92	91
		0,46342	0,17161	0,01717	0,05237	0,20522	0,01409
		0,01496	-0,1724	-0,26428	0,47625	-0,25703	-0,28514
<i>Nephtys hombergii</i>	Polychaeta	92	92	92	92	92	91
		0,44368	0,05015	0,00545	7,99E-07	0,00669	0,00307
		0,02097	-0,07427	-0,09387	0,10242	0,00243	-0,10083
<i>Gammarus salinus</i>	Crustacea	92	92	92	92	92	91
		0,42136	0,24083	0,18672	0,16563	0,49082	0,1708
		-0,18634	0,32028	0,26539	-0,07551	0,31869	0,20025
<i>Nephtys cirrosa</i>	Polychaeta	92	92	92	92	92	91
		0,03765	9,28E-04	0,00528	0,23716	9,80E-04	0,0285

Die Ergebnisse der CCA machen deutlich, dass im Hinblick auf die Besiedlungsunterschiede in den drei Teilgebieten ortsspezifische Sedimentbedingungen nicht der alleinige Faktor waren. Das wird zum einen dadurch ersichtlich, dass mit Ausnahme von Schlick kein Sedimenttyp für die ermittelte Besiedlungsvarianz eine signifikante Bedeutung hatte und zum anderen die meisten der Taxagruppen/Arten sich in der Ordination weitgehend indifferent positionierten, sichtbar durch ihre Anordnung nahe des Nullpunktes der Ordinationsdiagramme (Abb. 18, Abb. CCA- auf Artebene s. Anhang IV). Es ist demnach nicht davon auszugehen, dass teilgebietspezifische Umweltvariablen (hier Sedimentstrukturen) im besonderen Maße zu den Besiedlungsunterschieden zwischen den Teilgebieten beigetragen haben. Die Stationen, die aufgrund des jeweils dominierenden Sedi-

menttyps gruppiert wurden, ordnen sich mit wenigen Ausnahmen keiner der Arten deutlich zu (Abb. CCA auf Artebene, s. Anhang IV). Zu diesen Ausnahmen gehören v.a. der Polychaet *Heteromastus filiformis* und der Schlickkrebs *Corophium volutator*. Diese Arten wurden fast ausschließlich an den flacheren, schlickgeprägten Referenzstationen nahe des Zehnerlochs nachgewiesen.

### 3.3.4 Bestandsstruktur *Macoma balthica*

Veränderungen in der Populationsstruktur einzelner Arten können Hinweise auf Störungen durch die Verklappung von Baggergut sein. In diesem Zusammenhang kann das Verhältnis von juvenilen zu adulten Tieren, gerade bei langlebigen Arten wie z.B. Muscheln als Indikator gelten. So kann ein erhöhter Anteil juveniler Tiere auf Störungen hinweisen.

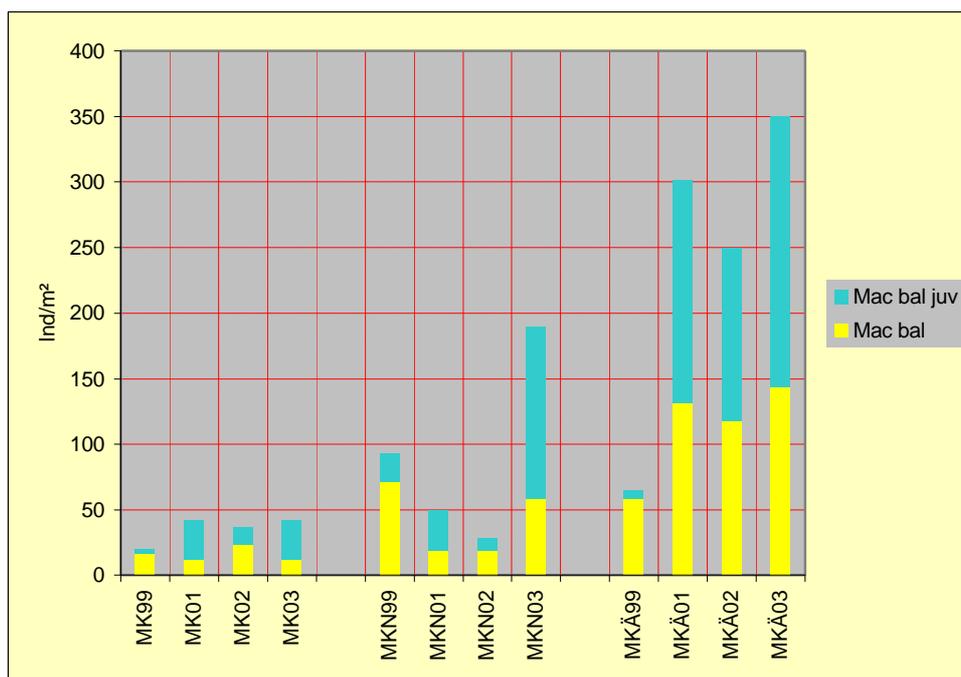
Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung soll die Bestandsstruktur der Muschel *Macoma balthica* betrachtet werden. Dies erfolgt zum einen, da für andere Makrozoobenthosarten im Hinblick auf deren Bestandsstruktur keine ausreichende Datenbasis vorhanden ist. Zum anderen aber auch, weil es sich bei *M. balthica* um eine langlebigere Art handelt, an der sich mögliche Wirkungen der Verklappungen u.U. deutlicher zeigen als an kurzlebigen Arten.

Insgesamt (Daten aus: 1999, 2001, 2002, 2003, alle Teilgebiete) wurden für die Betrachtung ca. 850 Tiere ausgewertet. Als juvenil wurden Tiere mit einer Schalenlänge <5mm definiert, die noch nicht die Geschlechtsreife erreicht haben. Größere Exemplare, d.h. geschlechtsreife Tiere unterschiedlicher Größe bzw. Alters wurden zur Gruppe der ‚adulten‘ Tiere zusammengefasst. Eine weitere Differenzierung nach Altersklassen bzw. Schalenlänge war aufgrund der insgesamt nur begrenzten Individuenzahlen nicht sinnvoll. Die Bestandsstrukturen wurden räumlich (Entwicklung in den Teilgebieten) und interannuell auf Stationsebene verglichen.

Es ist auch in ungestörten Populationen möglich, dass zu bestimmten Rekrutierungsphasen der Anteil juveniler Muscheln sehr hoch sein kann und die Gemeinschaft dann von juvenilen Stadien dominiert wird. In diesem Fall bleibt aber die Dichte adulter Muscheln konstant bzw. zeigt möglicherweise eine Zunahme gegenüber dem Vorjahr, da davon auszugehen ist, dass ein Teil der Vorjahres-Generation sich erfolgreich etablieren kann. Aufgrund i.d.R. phasenweise hoher Anzahlen juveniler Tiere wird so, trotz einer absoluten Zunahme, der Anteil adulter Muscheln rechnerisch aber geringer. Die Analyse muss deshalb die Relation zum adulten Muschelbestand berücksichtigen.

In BIOCONSULT (2003) wurde die Bestandsentwicklung der Muscheln von 1999–2002 ausgewertet. Die Ergebnisse zeigten, dass 1999 in allen Teilbereichen der Anteil adulter Muscheln höher war als der von den juvenilen Tieren. So war das Verhältnis an den Stationen der Klappstelle (Mittelwerte aus 6 Greifern) etwa 2,8:1 ( $r^2=0,74$ ), im Nahbereich betrug das Verhältnis 2,5:1 ( $r^2=0,87$ ) und im Außenbereich etwa 2,3:1; allerdings war in letzterem Bereich der Zusammenhang nicht eindeutig, das Bestimmtheitsmaß ist dementsprechend sehr gering ( $r^2=0,1$ ). In 2001 war die Situation erheblich anders. Das Verhältnis von juvenilen und adulten Tieren verkehrte sich zu Gunsten des Anteils juveniler Exemplare. Auf der Klappstelle lag das Verhältnis in 2001 bei 1:3 ( $r^2=0,7$ ), im Nahbereich sogar bei 1:5, jedoch bei einem sehr niedrigen Bestimmtheitsmaß ( $r^2=0,11$ ). Lediglich im Außenbereich veränderte sich das Verhältnis mit 1:1,3 ( $r^2=0,77$ ) nicht so deutlich wie in den übrigen Bereichen. In 2002 änderte sich das Verhältnis erneut, insbesondere im

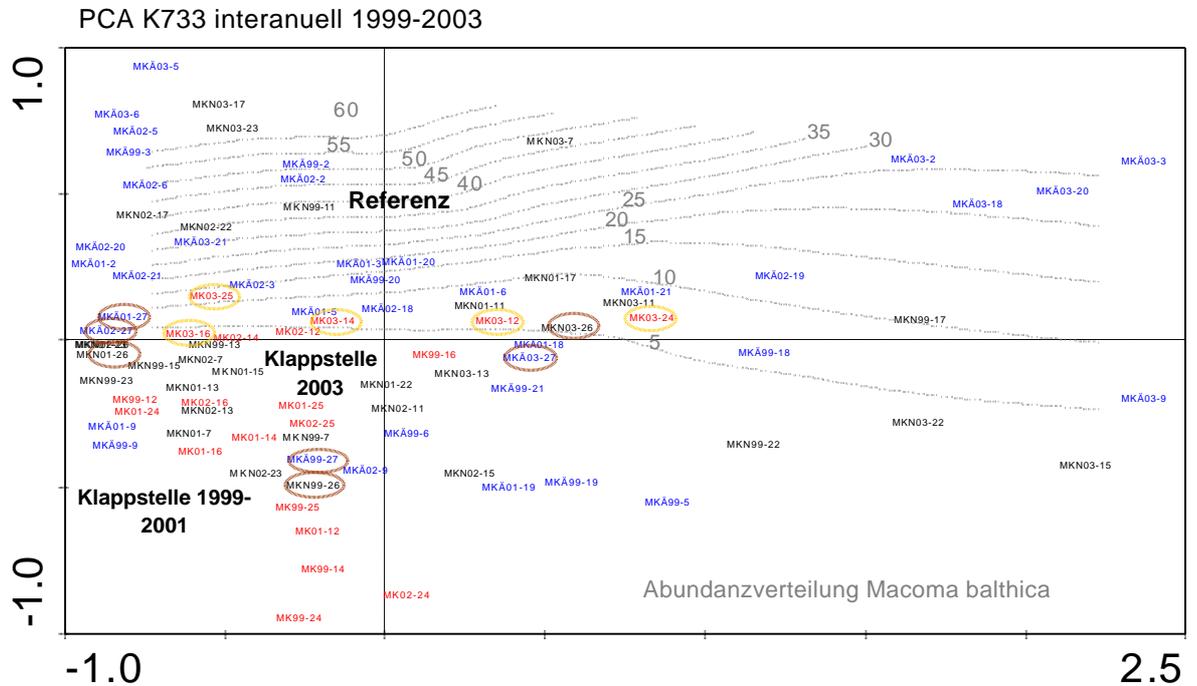
Verklappungsbereich und im Bereich MKN überwog wieder die Anzahl der Muscheln  $>0,5$  cm, so dass das Verhältnis anders als 2001 von adulten zu juvenilen Muscheln bei 1,7:1 ( $r^2=0,99$ ) bzw. 1,8:1 ( $r^2=0,95$ ) lag. Die Umkehrung der Häufigkeitsverhältnisse resultiert aus einer deutlich geringeren Anzahl juveniler Tiere bei in etwa gleichbleibender Anzahl adulter Muscheln. Tendenziell ist das Ergebnis für die äußeren Stationen (MKÄ) ähnlich. Auch in diesem Bereich nahm der Anteil der ‚adulten‘ Muscheln zu. Das Verhältnis ist hier bei 1:1,1 ( $r^2=0,92$ ) ausgeglichen. Das Ergebnis war ebenfalls v.a. auf einen Rückgang juveniler Exemplare bei einer mehr oder weniger konstanten Dichte größerer *M. balthica* zurückzuführen. Der Rückgang juveniler ist allerdings nicht so stark wie in den beiden anderen Teilbereichen. In 2003 blieb die Anzahl von Muscheln  $>0,5$  cm gegenüber dem Vorjahr in den Teilgebieten MKÄ und MKN nahezu gleich bzw. erhöhte sich leicht. Allerdings wurde ein deutlicher Zuwachs an juvenilen Muscheln verzeichnet, so dass das Verhältnis zwischen adulten zu juvenilen Muscheln in 2003 zu Gunsten der Juvenilen ausfiel. Im Referenzbereich lag das Verhältnis bei 1:1,4 und im Nahbereich bei 1:2,25. Auf der Klappstelle selbst erfolgte in 2003 eine leichte Abnahme adulter, bei einer gleichzeitig leichten Zunahme juveniler Muscheln, so dass das Verhältnis mit 1:2,6 anders als in den Teilgebieten MK und MKÄ deutlicher zugunsten juveniler Muscheln ausfiel. Abb. 19 zeigt eine zusammenfassende Übersicht über die Ergebnisse der Untersuchungsjahre 1999 – 2003.



**Abb. 19:** Anzahlen größerer ( $>0,5$  cm) und kleinerer ( $<0,5$  cm) Muscheln (*Macoma balthica*) im Untersuchungsgebiet K733 in der Außenelbe. MK = Klappstelle, MKN = Nahbereich der Klappstelle, MKÄ = Äußere Stationen (Referenz), Daten 1999, 2001, 2002 und 2003.

Hinweise auf mögliche bestehende Verklappungswirkungen sind auf der Basis der Altersstruktur in Folge der sehr großen interannuellen und räumlichen Variabilität (v.a. bei Ansiedlung der Muschel-larven) nicht zu identifizieren. Auffällig sind aber die unterschiedlichen Muscheldichten (sowohl Juvenile als auch Adulte) v.a. zwischen Klappstelle und Referenz. Mittels einer Hauptkomponenten-

analyse sollen die teilgebietsinterne Besiedlungsvariabilität und die Unterschiede zwischen den Teilgebieten im Hinblick auf die *M. balthica*- Abundanz verdeutlicht werden.



**Abb. 20:** Hauptkomponentenanalyse (PCA) auf der Grundlage der Makrozoobenthos-Individuendichte (1999 – 2003) im Untersuchungsgebiet K733, fokussiert auf die Abundanzverteilung der Muschel *Macoma balthica*. Rot = Klappstellenstationen, schwarz = Stationen im Nahbereich, blau = Stationen im Äußeren Bereich (Referenz). Orange eingekreist: Klappstelle –2003, dunkelrot eingekreist: Stationen MKN26 und MKÄ27, die nach 2000 im Verklappungsbereich lagen.

Abb. 20 zeigt, dass im gesamten Untersuchungszeitraum die Stationen der Klappstelle durch geringe Muschelanzahlen gekennzeichnet waren. Die Referenz wies räumlich und zeitlich eine relativ hohe interne Variabilität auf, dennoch werden klare Unterschiede zur Klappstelle ersichtlich. Der größte Teil der MKÄ-Stationen bzw. Jahrgänge war u.a. durch im Vergleich zur Klappstelle (MK) durch höhere Muscheldichten gekennzeichnet. Das Teilgebiet MKN wies im Hinblick auf die Muschelbesiedlung, ähnlich wie die Referenz, eine hohe interne Variabilität auf. So ordnen sich etwa gleich viele Stationen und Jahrgänge unterhalb der 1. Hauptachse zur Klappstelle und oberhalb zur Referenz. Hervorzuheben ist, dass sich die Klappstelle in 2002 und v.a. 2003 in der Ordination räumlich den Referenzstationen annähert. Die Befunde können durch verschiedenen Faktoren beeinflusst bzw. hervorgerufen sein:

- Es ist nicht ganz auszuschließen, dass ein Zusammenhang mit den bzw. mit den nach 2001 nicht mehr erfolgten Verklappungen in diesem Bereich besteht. Zudem wurden die Stationen MKN26 und MKÄ27 durch die Verlegung der Klappstelle fast über den gesamten Untersuchungszeitraum von den Verklappungen betroffen und waren ebenso wie K-Stationen eher durch geringe Muscheldichten gekennzeichnet (in Abb. 20, Stationen dunkelrot eingekreist).

- Allerdings ist es auch möglich, dass das Ergebnis auch aufgrund natürlicher abiotischer Rahmenbedingungen mit beeinflusst war. So traten auch im Referenzbereich Muscheln an Stationen, die in vergleichbaren Tiefen wie die Klappstelle positioniert waren, z.T. in ähnlich geringen Individuendichten auf. Dies könnte u.U. auf einen entsprechenden Tiefengradienten in der Besiedlungsdichte von *M. balthica* hindeuten. Allerdings zeigte sich in der Korrelationsanalyse kein diesbezüglicher Zusammenhang. Das Ergebnis der Analyse wies keine Signifikanz zwischen höheren *M. balthica*-Abundanzen bei zunehmender Wassertiefe aus (vgl. Tab. 5).
- Ein weiterer Umweltfaktor der die Unterschiede zwischen Klappstelle und Referenz mitbedingt haben könnte, ist der Schlickanteil an den Stationen. V.a. die Referenzstationen in der Nähe des Zehnerloches, die vergleichsweise hohe Muscheldichten aufwiesen, waren örtlich durch höhere Schlickanteile geprägt. Schlick war an den meisten Klappstellenstationen von untergeordneter Bedeutung. Sowohl die CCA und auch die Korrelationsanalyse wiesen Schlick als signifikant bedeutsamen Umweltfaktor aus. Die Korrelationsanalyse zeigte aber auch die signifikante Bedeutung von hohen Feinsandanteilen für die Präsenz von *M. balthica* (vgl. Tab. 5). Im Hinblick auf diesen Sedimentparameter zeigten sich zwischen Referenz und Klappstelle dagegen geringere Unterschiede.

### 3.4 Zusammenfassende Diskussion Klappstelle und Umgebung km 733-736,5

#### Räumlicher Vergleich der Teilgebiete

Der erste Vergleich der Daten des Jahres 2001 mit denen des Jahres 1999 hat gezeigt, dass sich trotz unterschiedlicher Rahmenbedingungen, wie lokalen Sedimentbesonderheiten oder z.T. auch erheblich unterschiedlichen Wassertiefen, die MZB-Gemeinschaften der Teilgebiete in relativ hohem Maße ähneln. In allen Teilgebieten waren Amphipoden der Gattung *Bathyporeia* die dominierende Artengruppe. Neben weiteren Crustacea (*Haustorius arenarius*) gehörte auch die Muschel *Macoma balthica* zu den jeweils individuenreicheren Arten.

Trotz der sehr ähnlichen Gemeinschaftsstrukturen waren in 2001 jedoch deutliche Unterschiede zwischen den Bereichen erkennbar. So war die Gesamtartenzahl auf der Klappstelle (MK) am geringsten; nur geringfügig höher war diejenige der Stationen im Nahbereich der Klappstelle (MKN). Deutlich umfangreicher war das Artenspektrum an den weiter von der Klappstelle entfernt befindlichen Stationen (MKÄ = Referenz). Als Ursachen wurden neben möglichen Wirkungen der Verklappungen v.a. die dort deutlich höhere Anzahl der Stationen und das Vorhandensein einzelner schlickdominierter Standorte, u.U. auch unterschiedliche Wassertiefen mit einer entsprechenden Fauna (z.B. *Corophium volutator*, *Heteromastus filliformis*) vermutet. Neben der Gesamtartenzahl war auch die mittlere Artenzahl/Station unterschiedlich. So lag dieser Wert auf der Klappstelle sowie im Nahbereich der Klappstelle deutlich niedriger als im Referenzgebiet. Dieses Ergebnis war, anders als der Aspekt Gesamtartenzahl, nicht auf die unterschiedliche Stationenzahl zurückzuführen. Neben der mittleren Artenzahl/Station wurden auch im Hinblick auf die Besiedlungsdichte analog Befunde ermittelt.

In 2002 traten einige Veränderungen gegenüber 2001 ein: die mittleren Taxazahlen/Station glichen sich aufgrund einer Erhöhung auf Klappstelle und Nahbereich zwischen allen Teilbereichen an, so dass bezüglich dieses Parameters keine deutlichen oder signifikanten Unterschiede zu verzeichnen waren. Die Stationen im Nahbereich wiesen in 2002 die höchsten Taxazahlen/Station auf. Die Gesamtbesiedlungsdichte der Makrozoobenthosgemeinschaft stieg im Klappstellenbereich, so dass die in 2001 dokumentierten Unterschiede zwischen Klappstelle und äußeren Stationen insgesamt geringer wurden. Das Ergebnis resultiert aus den im MK-Bereich deutlich höheren Crustacea-Abundanzen, die in 2002 im Vergleich der Teilbereiche auf der Klappstelle die höchsten Werte erreichten. Bei den anderen Taxagruppen Bivalvia und Polychaeta war die Besiedlungsdichte im Verklappungsbereich nach wie vor deutlich geringer. Die Stationen im Nahbereich der Klappstelle wiesen teilweise geringere Kennwerte auf als die Klappstelle.

In 2003 erfolgten erneut Veränderungen in den drei untersuchten Teilgebieten im Hinblick auf ihre Makrozoobenthosbesiedlung. Im Referenzbereich wurde im Vergleich zu den beiden anderen Teilgebieten die höchste Taxazahl/Station festgestellt, auf der Klappstelle die niedrigste. Ein analoges Ergebnis zeigte sich für den Parameter Besiedlungsdichte. Dies betraf alle Taxagruppen, insbesondere aber die Bivalvia und die Polychaeta. Die Referenz wies in 2003 v.a. im Vergleich zur Klappstelle deutliche, z.T. signifikant höhere Makrozoobenthosdichten auf. Die MKN-Stationen nahmen eine Mittelstellung ein, sie waren weniger umfangreich besiedelt als die Referenz, wiesen aber im Vergleich zur Klappstelle höhere Werte auf. Diese Befunde sind allerdings weniger auf gegenüber 2002 rückläufige Kennwerte auf der Klappstelle zurückzuführen, sondern vielmehr auf deutliche Bestandszunahmen in den beiden anderen Teilgebieten.

### **Interannuelle Entwicklung der Teilgebiete**

**Klappstelle (MK):** Nach 1999 wurde in 2001, also im ersten Untersuchungsjahr nach Abschluss der Neubauarbeiten, eine Abnahme der Besiedlungskennwerte auf der Klappstelle verzeichnet. Das betraf sowohl die Taxazahl als auch die Gesamtbesiedlungsdichte bzw. die der einzelnen Taxagruppen. Die Polychaeten wiesen im Vergleich zu den Bivalvia und Crustacea den deutlichsten Abundanzrückgang auf. In 2002 setzten sich diese Entwicklungen nicht fort, sondern es erfolgte im Hinblick auf Taxazahl und Gesamtabundanz wieder eine geringe Zunahme gegenüber 2001. Die Polychaeta bildeten eine Ausnahme, deren Besiedlungsdichte war auch in 2002 weiter rückläufig. Bei in etwa gleichbleibenden Kennwerten (tendenziell allerdings geringe Abnahme bei der Taxazahl, Polychaetaabundanz) traten in 2003 keine deutlichen Veränderungen gegenüber 2002 mehr ein. Die Kennwerte lagen aber auch in 2003 noch unter dem Ausgangsniveau von 1999. Aufgrund der hohen räumlichen und zeitlichen bereichsinternen Variabilität, waren auch die z.T. deutlichen interannuellen Veränderungen der Kennwerte im Verklappungsbereich allerdings nicht signifikant.

**MKN (Nahbereich):** Analog zur Klappstelle erfolgte auch im Nahbereich Abnahme der Taxazahlen und der Besiedlungsdichte der Makrozoobenthosgemeinschaft, die sogar deutlicher war als im Verklappungsbereich. In 2002 traten gegenüber 2001 nur geringe Veränderungen ein. Es konnten jedoch wieder leichte Zunahmen bei der Taxazahl und der Polychaeta-Abundanz verzeichnet werden. In 2003 wurden z.T. deutliche Veränderungen gegenüber den Vorjahren dokumentiert. So waren die MKN-Stationen in 2003 arten- und individuenreicher als 2001 und 2002. Die höhere Besiedlungsdichte war dabei auf Zunahmen bei den Bivalvia und Crustacea zurückzuführen, während Polychaetendichte auf dem Vorjahresniveau blieb. Nach z.T. sehr deutlichem Rückgang der Kennwerte in 2001 entsprachen die in 2003 festgestellten Befunde weitgehend wieder der Aus-

gangssituation (Taxazahl, Polychaeta- und Crustacea-Abundanz) oder lagen sogar leicht über den Ausgangswerten von 1999 (Gesamtbesiedlungsdichte, Bivalvia-Abundanz).

**MKÄ (Referenz):** Die interannuellen Veränderungen im Außenbereich waren bis 2002 eher gering und rechnerisch als zufällig zu betrachten. Im Hinblick auf die Taxazahl erfolgte in 2001 auch im Referenzbereich wie auf der Klappstelle eine Abnahme, die allerdings etwas schwächer ausgeprägt war. Während in 2001 insgesamt aber kaum Veränderungen gegenüber 1999 eintraten, nahm die Besiedlungsdichte (Gesamtbesiedlung, Polychaeta, Crustacea) dann in 2002 im interannuellen Vergleich überwiegend leicht ab. Das Ergebnis resultiert dabei sowohl aus örtlichen Abundanzrückgängen, die v.a. im südlichen MKÄ-Bereich, der teilweise durch die Verlegung der Klappstelle nach 2000 betroffen wurde, dokumentiert wurden. Ähnlich wie auch im Nahbereich erfolgte in 2003 auch im Referenzbereich insofern eine deutliche Veränderung, als eine starke Zunahme der Gesamtbesiedlungsdichte verzeichnet wurde, die im Vergleich zu 2002 signifikant war. Verantwortlich hierfür waren v.a. die Crustacea (*Bathyporeia*), die örtlich sehr hohe Individuendichten aufwiesen. Die Bivalvia- und Polychaeta-Anzahlen nahmen gegenüber den Vorjahren ebenfalls zu, im Vergleich zu denen der Crustacea aber bei weitem nicht so stark.

**Altersstruktur von *Macoma balthica*:** Die Betrachtung der Altersstruktur war nur für die Muschel *M. balthica* sinnvoll, weil nur für diese Art eine höhere Anzahl von Individuen erfasst werden konnte. In 1999 zeigte sich in allen Teilgebieten ein ähnliches Verhältnis zwischen adulten und juvenilen Tieren. In 2001 veränderte sich dieser Befund v.a. im Bereich der Klappstelle und im Nahbereich zugunsten eines deutlich höheren Anteils juveniler Muscheln, der sich sowohl auf der Abnahme adulter und der Zunahme juveniler Tiere begründete. Auch das Referenzgebiet wies in 2001 einen höheren Anteil Juveniler auf, allerdings resultierte dieser nicht wie in den anderen Teilgebieten aus dem Rückgang adulter Muscheln. In den Folgejahren traten gebietsintern mehr oder weniger deutliche Veränderungen ein. So reduzierte sich auf der Klappstelle die Anzahl adulter Muscheln in 2003 nach einer Zunahme in 2002 und blieb während der gesamten Untersuchungszeit bei wechselnden Anteilen Juveniler auf niedrigem Niveau. Im Nahbereich erreichte die Anzahl adulter Muscheln in 2003 nach Abundanzminima in 2001 und 2002 etwa wieder das Ausgangsniveau von 1999, wobei aber der Anteil juveniler Tiere sehr viel höher war als 1999. Im Referenzgebiet wurden im Zeitraum 2001 bis 2003 nur geringe Veränderungen dokumentiert. Das Verhältnis adulter zu juvenilen Muscheln war relativ konstant; die Besiedlungsdichte, insbesondere der größeren Exemplare war v.a. im Vergleich zur Klappstelle nach 1999 deutlich höher. Aufgrund der sehr hohen interannuellen Variabilität im Hinblick auf das Verhältnis zwischen juvenilen und adulten Muscheln in allen drei Teilgebieten, lassen sich anhand der Altersstruktur keine deutlichen Hinweise auf Verklappungswirkungen identifizieren.

Die synoptische Betrachtung aller Ergebnisse, also die der räumlichen und der gebietsinternen interannuellen Vergleiche lassen den Schluss zu, dass bestehende Verklappungswirkungen auf der Datenbasis in 2003 nicht mehr eindeutig zu erkennen sind, allerdings auch noch nicht gänzlich ausgeschlossen werden können. So gibt es Hinweise, dass die faunistischen Befunde mit den Verklappungsaktivitäten bzw. mit der Abnahme und Ende der Verklappungen auf der ursprünglichen Umlagerungsfläche korrespondierten. In 2001, also nach den umfangreichen neubaubedingten Verklappungen, waren die ausgeprägtesten Unterschiede zwischen den Teilgebieten insofern zu erkennen, als die Klappstelle geringere Kennwerte als die Referenz aufwies. Auch die klappstelleninterne Betrachtung ergab einen erkennbaren Rückgang der Besiedlungskennwerte in 2001 im Vergleich zu 1999. Nachdem nach 2000 keine Verklappungen mehr auf der ursprünglichen Fläche

erfolgten, konnten in 2002 Hinweise auf eine beginnende Erholung der Makrozoobenthosgemeinschaft verzeichnet werden. Diese drückte sich im Vergleich zu 2001 v.a. durch höhere Arten- und Individuenzahlen auf der Klappstelle aus. Die Entwicklung setzte sich in 2003 aber auf der Klappstelle nicht weiter fort und blieb in etwa auf dem Vorjahresniveau. Räumliche Besiedlungsunterschiede wurden aufgrund der Tatsache verzeichnet, als dass die von 2002 bis 2003 gleichbleibenden Besiedlungsdichten auf der Klappstelle den in 2003 erfolgten deutlichen Zuwächsen im Referenz – und auch im Nahbereich gegenüberstanden. In 2001 waren Wirkungen über die Klappstellengrenzen hinaus, also auch im Nahbereich, zumindest örtlich, nicht auszuschließen. Aufgrund einer mit der Referenz vergleichbaren Entwicklung der Makrozoobenthoskennwerte, sind im Nahbereich Hinweise auf Wirkungen in 2003 nicht mehr deutlich.

Die unterschiedliche Entwicklung sowie die geringere Makrozoobenthosabundanz auf der Klappstelle im Vergleich zur Referenz könnte einerseits auf eine in 2003 noch nicht gänzlich abgeschlossene Regeneration der Benthosbesiedlung hindeuten (und damit auf noch bestehende Verklappungswirkungen). Andererseits wäre es auch denkbar, dass die Ergebnisse die natürliche Besiedlungsvariabilität widerspiegeln. Mögliche Einflussfaktoren die zu den Unterschiede beigetragen haben könnten, wären die z.T. unterschiedliche Wassertiefe und die örtlichen höheren Schlickanteile im Referenzbereich. Eine belastbarere Beurteilung der bisherigen Befunde (auch der in 2003) ist auf der Grundlage einer in 2004 durchzuführenden Untersuchung zu erwarten.

## 4. Ergebnisse Fahrrinne km 730-740

### 4.1 Baggermengen

Für den Zeitraum Januar 1998 - Dezember 2003 wurden vom WSA-Cuxhaven Angaben zu den monatlichen Baggermengen zur Verfügung gestellt. Es liegen tagesbezogene Daten zu den einzelnen Baggerstrecken vor, weitgehend differenziert nach den Quadranten Grün (linke Fahrrinnenseite in Ebbstromrichtung), Mitte und Rot (rechte Fahrrinnenseite in Ebbstromrichtung). Eine genaue Zuordnung von Baggerungen zu einem bestimmten Baggerort ist nicht möglich, da sich die jeweiligen Baggerstrecken nach dem Baggerbedarf richten und daher in ihrer Lage und Länge nicht identisch sind. In der folgenden Übersicht sind die jeweiligen Klappmengen (so weit möglich) für die Abschnitte zusammengefasst, in denen die Untersuchungsstationen positioniert wurden. Die Angaben zu den Baggermengen beziehen sich somit auf den Untersuchungsbereich Neubau/Baggerstrecke (Fahrrinnen-Kilometer km 734,1 - 738,1) sowie auf die Untersuchungsbereiche Referenz-Süd (Fahrrinnenkilometer km 731,5 – 733) und Referenz-Nord (Fahrrinnenkilometer km 740). Im Bereich der Referenz-Nord sind von 1998 bis Dezember 2001 keine Unterhaltungsbaggerungen erfolgt, daher ist die Referenz-Nord in der folgenden Übersicht nicht mit aufgeführt.

**Tab. 6:** Baggermengen in der Außenelbe-Fahrrinne im Bereich von km 731 – km 740 im Zeitraum 1998 – 2003.  
\* = Schätzwert, \*\* = Sandentnahme für das Mühlenberger Loch. \*\*\* = 2003 km 735 – 737,5.

Fahrrinne-Außenelbe Baggermengen [m <sup>3</sup> ]	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Baggermenge gesamt (Neu- baustrecke, Bereich km 734,1- 738,1)	54.918	1.678.546	874.550	636.666	342.054***	914.497***
Baggermenge halbjährlich vor Probenahme		205.640		266.970	195.562***	586.468***
Hauptsächlich bebaggerter Quadrant	G (linke Fahrrinnenseite stromab) ca. 91%	G (linke Fahrrinnenseite stromab) ca. 98%	G (linke Fahrrinnenseite stromab) ca. 98%	G (linke Fahrrinnenseite stromab) ca. >40%*	G (linke Fahrrinnenseite stromab) ca. >90%*	G (linke Fahr.-seite stromab) >90%*
Baggermenge gesamt (Referenz- Süd, Bereich km 731,5-733)	6.971	35.376	92.653	178.908	91.195 709.571**	33.158
Baggermenge halbjährlich vor Probenahme		7.655		78.970		
Hauptsächlich bebaggerter Quadrant	G (linke Fahrrinnenseite stromab) 100%	G (linke Fahrrinnenseite stromab) ca.70%	G (linke Fahrrinnenseite stromab) ca.77%	G (linke Fahrrinnenseite stromab) ca.71%		G (linke Fahr.-seite stromab) ca.90%

Die Mengenangaben in 2002 (s.o. rot gekennzeichnet) können keinem bestimmten Fahrrinnenbereich zugeordnet werden. Die Angaben beziehen sich pauschal auf den Außenelbe-Abschnitt km 730-740 und resultieren aus der Fahrrinnenunterhaltung (91.195 m<sup>3</sup>) und der für die Aufspülung des Mühlenberger Lochs benötigten Sandentnahme (709.571 m<sup>3</sup>).

Die Daten zeigen, dass mit Beginn der Vertiefungsarbeiten in 1999 die Baggermengen im Bereich der Neubaustrecke mit ca. 1,6 Mio. m<sup>3</sup> gegenüber 1998 stark angestiegen sind. Auch in 2000 sowie in 2001 erfolgten noch Baggerungen in erheblichem Umfang (s.o.). Die Baggermenge im halbjährlichen Zeitraum vor den Makrozoobenthosprobenahmen war mit 205.640 m<sup>3</sup> (1999) bzw. 266.970 m<sup>3</sup> (2001) in etwa vergleichbar. Das weitaus meiste Material wurde dabei im Quadranten ‚Grün‘, d.h. im Bereich der linken Fahrrinnenseite (in Richtung stromab), entnommen. Lediglich in 2001 wurden auch in Fahrrinnenmitte und rechts (Quadrant ‚Rot‘) im Vergleich zu den Vorjahren höhere Mengen gebaggert. Eine genaue Zuordnung der Mengen zu den Quadranten ist für 2001 anhand der vorliegenden Daten nicht möglich; die in der Übersicht aufgeführte und mit \* gekennzeichnete Prozentzahl ist daher ein Schätzwert. Die Daten zeigen, dass im Halbjahreszeitraum vor der Makrozoobenthos Status-quo-Untersuchung im Neubaubereich bereits nennenswerte Baggerungen erfolgten, so dass die Status-quo-Erhebung eine vorbelastete Situation repräsentiert. In 2003 lag die Baggermenge mit ca. 910.000 m<sup>3</sup> über derjenigen der Vorjahre (2000 – 2002) und deutlich über den Mengen von 1998 Tab. 6.

Im Bereich der Referenz-Süd wurden in den vergangenen Jahren Unterhaltungsbaggerungen vorgenommen. Während 1998 die Baggermenge mit ca. 7.000 m<sup>3</sup> sehr gering war, stieg sie seit 1999 kontinuierlich an, so dass in 2001 die bislang höchste Menge von ca. 178.000 m<sup>3</sup> anfiel. Dieser Wert liegt aber dennoch deutlich unterhalb der Baggermengen, die in 2001 im Rahmen der Fahrrinnenunterhaltung im Bereich der Neubaustrecke entnommen wurden (636.666 m<sup>3</sup>). In 2003 war die Menge mit etwa 33.000 m<sup>3</sup> vergleichsweise niedrig. Detaillierte Angaben zu den monatlichen Verklappungsmengen sowie deren grafische Darstellung sind dem Anhang III zu entnehmen.

Im Referenzbereich-Nord erfolgte im Zeitraum 1998-2002 keine Unterhaltungsbaggerung. In 2003 fielen geringe Mengen an, die aber deutlich unter denjenigen lagen, die in der Neubaustrecke gebaggert wurden.

## 4.2 Ergebnisse 2003

Die Untersuchungsstationen sind in der Fahrrinne im Bereich einer Baggerstrecke sowie südlich (stromauf) und nördlich (stromab) davon als Stationsgruppen positioniert. Eine Stationsgruppe setzt sich aus jeweils drei Stationen zusammen, die im Querschnitt der Fahrrinne (links, Mitte, rechts) angeordnet sind. Anders als in BIOCONSULT (1999), wo die Makrozoobenthosbesiedlung vor Beginn der Baggararbeiten - also die Status quo-ante-Situation - für den Gesamtbereich ‚Fahrrinne km 732-740‘ zusammenfassend dargestellt wurde, erfolgt in der vorliegenden Untersuchung eine räumliche Differenzierung der Stationen bzw. der Stationsgruppen, um darüber eventuelle Wirkungen der Sedimentumlagerungen zu identifizieren. So wurden die insgesamt 15 Untersuchungsstationen 3 differenzierten Teilbereichen zugeordnet: Bereich MB = Neubau- bzw. Baggerstrecke, Bereich MFS = Stationen südlich der Baggerstrecke, MFN = Stationen nördlich der Baggerstrecke. Die folgende Aufstellung gibt eine Übersicht über die Zuordnung der Untersuchungsstationen.

nen zu den differenzierten Teilbereichen der Klappstelle und deren Umgebung. Die genaue Lage bzw. die Anordnung der Stationen ist der Karte im Anhang V zu entnehmen.

Aus der Diskussion der Zwischenergebnisse aus 2003 ergab sich insofern eine Modifikation des bisherigen Probenahmedesigns, als dass zwei Stationen der südlichen Referenz (MFS) in die nördliche Referenz (MFN) verlegt wurden (s. Abb. 1 und Übersichtskarte im Anhang IV). Dieses erschien sinnvoll, da die südliche Referenz aus bislang unbekanntem Gründen eine durchgängig verarmte Benthosgemeinschaft aufwies und aus diesem Grund die Eignung der südlichen Referenz als Vergleichsmaßstab, anders als die nördliche Referenz, zur Identifikation möglicher Wirkungen der Vertiefungsmaßnahmen in Frage gestellt werden musste. Um die Datenbasis der nördlichen Referenz zu vergrößern, wurden daher 2 der 3 südlichen Stationen in den nördlichen Referenzbereich verlegt. Die Anzahl der jeweiligen in den drei Teilgebieten positionierten Stationen ist der folgenden Tab. 7 zu entnehmen.

**Tab. 7:** Anzahl beprobter Stationen und Bezeichnung der untersuchten Teilgebiete in der Fahrrinne der Außenelbe in 2003. \* (rot gekennzeichnet) = von Süd nach Nord verlegte Stationen.

Neubaustrecke [MB]	Fahrrinne Referenz-Süd [MFS]	Fahrrinne Referenz-Nord [MFN]
km 734,1-738,1 N <sub>Stationen</sub> = 9 (54 Greifer)	km 731,5-733 N <sub>Stationen</sub> = 1 (6 Greifer)	Km 739-740 N <sub>Stationen</sub> = 5 (30 Greifer)
M31 - M40	M29	M41 – M43, <i>M28 und M30*</i>

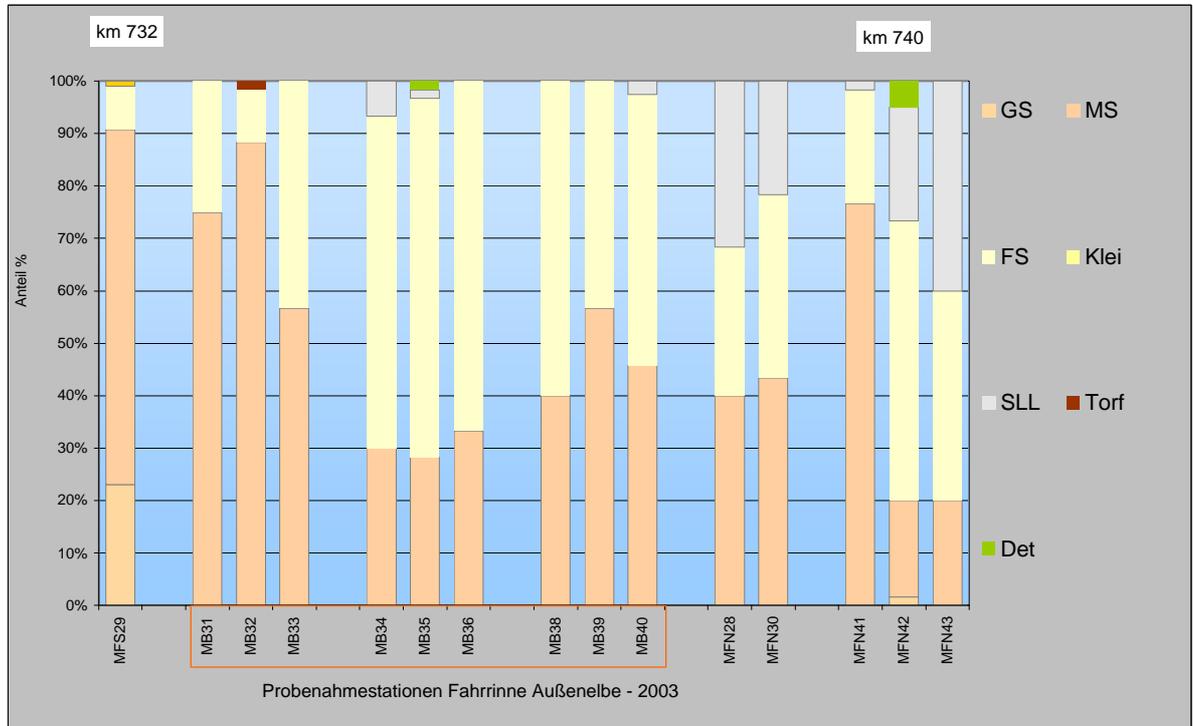
#### 4.2.1 Sedimente und Wassertiefen

Die Sedimente der Fahrrinne wurden v.a. durch Sande geprägt, z.T. war auch Schill in vergleichsweise höheren Anteilen vorhanden. An der südlich der Neubaustrecke gelegenen Station (MFS29) war Grobsand mit einem Anteil von 23% in höheren Anteilen vertreten, Mittelsande waren mit 68% der vorherrschende Sedimenttyp. Feinsand (8%) war nur in geringen Anteilen vorhanden. Die Station lag in einer Wassertiefe von etwa 17,5 m (SKN).

Der nördliche Referenzbereich (MFN) wies im Vergleich zu MFS eine andere Sedimentzusammensetzung auf. Hier dominierten zwar auch überwiegend Mittelsande (im Mittel 40%), jedoch war der Feinsandanteil mit Werten von 21% -53% deutlich höher als im südlichen Bereich, während Grobsand mit <2% bedeutungslos war. Der Schillanteil erreichte örtlich bis zu 40%, im Mittel lag der Schillanteil um 23% und war damit deutlich höher als in den anderen Teilgebieten (Abb. 21). Die Stationen des nördlichen Referenzbereichs lagen in Tiefen zwischen 17 – 19 m (SKN), wobei die Wassertiefe am linken Fahrrinnenrand höher war als am rechten.

Die Neubaustrecke (MB), die durch deutlich mehr Stationen beprobt wurde als die außerhalb liegenden Bereiche, war hinsichtlich der Sedimentzusammensetzung (im Mittel: 50% Mittelsand, 47% Feinsand) ähnlich strukturiert wie die nördliche Referenz. Allerdings war der Schillanteil mit

durchschnittlich nur 1,2% wesentlich geringer. Die untersuchten MB-Stationen lagen im Vergleich zu den nördlichen Referenzstationen in etwas geringeren Wassertiefen (15,7-17,8 m SKN).



**Abb. 21:** Sedimentzusammensetzung an den untersuchten Stationen in der Fahrinne der Außenelbe, Daten 2003. GS = Grobsand, MS = Mittelsand, FS = Feinsand, SLL = Schill, Det = Detritus.

## 4.2.2 Makrozoobenthos

**Tab. 8:** Fahrinne km 732-740, Artenspektrum der Greiferproben (Mittelwert aus n-Greifer) Mai 2003. MFS = Referenz-Süd, MB = Neubaustrecke, MFN = Referenz-Nord. \* = eudominante (>30%), dominante (>10-30%) sowie subdominante (>3-10%) Taxa eines jeweiligen Untersuchungsgebietes. Anzahl Taxa ohne Juvenile, wenn Adulte der Gattung nachgewiesen wurden. x = Taxa nur bei der Taxazahl berücksichtigt.

Taxagruppen	Art/höheres Taxon - 2003	MFS	MB	MFN
	<b>N Greifer</b>	<b>6</b>	<b>54</b>	<b>30</b>
Porifera	Porifera indet.			0,3
Anthozoa	Anthozoa indet.			0,3
Gastropoda	Eubranchia sp.	1,7		
Gastropoda	Hydrobia ulvae		0,2	
Bivalvia	Mytilus edulis juv.	18,3		
Nematoda	Nemertini indet.		0,4	
Polychaeta	Goniadella bobretzkii			0,7
Polychaeta	Magelona mirabilis		5,4	4,3
Polychaeta	Nephtys longosetosa		0,2	
Polychaeta	Nephtys cirrosa		0,9	3,7
Polychaeta	Nephtys hombergii			0,3
Polychaeta	Nephtys spp. juv.		0,9	2,3
Polychaeta	Ophelia limacina			5,3
Polychaeta	Scoloplos armiger			0,7
Crustacea	Balanus crenatus*	776,7	0,2	0,7
Crustacea	Bathyporeia elegans*		13,9	0,3
Crustacea	Bathyporeia pelagica*		8,3	3,3
Crustacea	Bathyporeia pilosa*		42,2	
Crustacea	Bathyporeia sarsi		0,4	
Crustacea	Bathyporeia spp. juv.		0,6	
Crustacea	Haustorius arenarius		4,6	
Crustacea	Gastrosaccus spinifer		x	x
Crustacea	Schistomysis kervillei	x	x	x
Crustacea	Schistomysis sp.			x
Crustacea	Crangon crangon	x	x	x
Crustacea	Liocarcinus holsatus		x	
Echinodermata	Ophiura spp. juv.			0,3
Bryozoa	Farella repens			x
	<b>Ind/m<sup>2</sup> (MW/Greifer)</b>	<b>796,7</b>	<b>78,2</b>	<b>22,7</b>
	<b>Anzahl Taxa</b>	<b>5</b>	<b>15</b>	<b>16</b>

Tab. 8 zeigt einen Überblick über das in 2003 erfasste Wirbelosenspektrum in der Fahrinne der Außenelbe. Aufgeführt sind alle nachgewiesenen Taxa, also sowohl das Endo- als auch das Epibenthos. Einige Taxa waren aus unterschiedlichen Gründen nicht quantitativ zu erfassen (vgl. Kap. 2), diese sind in der Tabelle mit einem (x) gekennzeichnet. Die betreffenden Arten waren nur für den Aspekt Taxzahl relevant. Im Hinblick auf den Parameter Individuendichte blieben die Arten bei den folgenden Auswertungen daher unberücksichtigt.

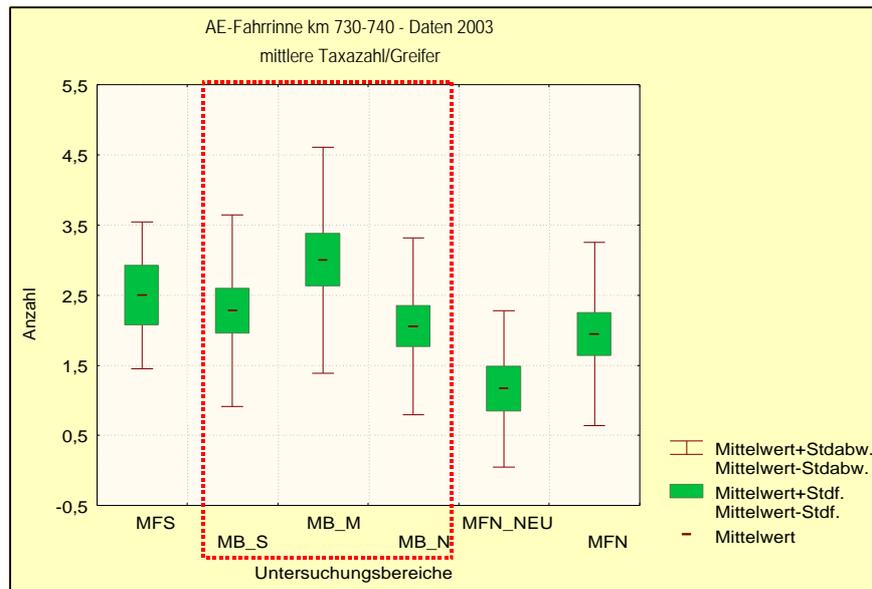
Die Untersuchungsstationen der Fahrinne waren in 2003 insgesamt durch 23 verschiedene Taxa aus 9 taxonomischen Gruppen besiedelt. Die Crustacea und Polychaeta waren mit 10 bzw. 7 Taxa die artenreichsten Gruppen (Tab. 8). Weitere Taxagruppen waren Gastropoda (2 Taxa), Bivalvia (1 Taxon), Porifera (1 Taxon), Anthozoa (1 Taxon), Nematoda (1 Taxon), Echinodermata (1 Taxon) sowie Bryozoa (1 Art). Gefährdete Arten im Sinne der Roten Liste wurden in 2003 in keinem der Teilgebiete erfasst.

Die Makrozoobenthosgemeinschaft der südlichen Station hob sich deutlich von den beiden anderen Teilgebieten ab. Sie war wie in den Vorjahren artenarm (allerdings wurde in 2003 nur 1 Station beprobt), wies in 2003 jedoch sehr hohe Individuendichten auf. Dies resultierte aus einer hohen Zahl von Seepocken (*Balanus crenatus*), die auf zufällig erfassten Hartsubstraten (kleinere Steine) siedelten. Ansonsten war die Makrozoobenthosgemeinschaft der Fahrinne vor allem von Amphipoden (*Bathyporeia*, Crustacea) dominiert. Die Stationen der nördlichen Referenz waren auch durch einige Polychaeten (*Magelona mirabilis*, *Ophelia limacina*) etwas häufiger besiedelt. Alle anderen Taxa waren überwiegend in nur geringer Dichte vertreten. Insgesamt ist die Makrozoobenthosfauna nicht sehr artenreich. Es dominierten Arten (*Balanus crenatus* unberücksichtigt), die sandige Sedimente bevorzugten (Amphipoda, einige Polychaeta) und z.T., wie die *Bathyporeia*, vergleichsweise mobil sind.

### Artenzahl und Dominanzstruktur

Insgesamt konnten an Station MFS29 nur 5 Taxa nachgewiesen werden, zu denen neben *B. crenatus*, die Garnele *Schistomysis kervillei*, die Krabbe *Crangon crangon*, die Muschel *Mytilus edulis* sowie die Schnecke *Eubranchia* sp. gehörte (Tab. 8). Trotz der geringen Gesamttaxazahl, die aber in ursächlichem Zusammenhang mit dem geringeren Untersuchungsumfang zu sehen ist, entsprach die mittlere Artenzahl/Greifer (2,5) denen der anderen Teilgebiete bzw. lag sogar etwas über deren Werten (Abb. 22). *B. crenatus* dominierte die Gemeinschaft an dieser Station mit einem Anteil von 97%.

Das Wirbellosenspektrum der Baggerstrecke (MB) wurde durch die höchste Anzahl an Untersuchungsstationen (N=9, 54 Greifer) gekennzeichnet, war aber mit insgesamt 15 Taxa wenig artenreich. Die nördlichen Referenzstationen (MFN) waren durch insgesamt 16 Taxa nur unwesentlich umfangreicher besiedelt, allerdings bei einer deutlich geringeren Greiferzahl (N=30). Auf der Basis der mittleren Taxazahl/Greifer sind die Unterschiede zwischen MB und MFN ebenfalls eher gering. Aufgrund des überwiegend sporadischen Vorkommens der meisten Arten, erreichte die mittlere Taxazahl im Bereich der Baggerstrecke Werte um 2,4 Taxa/Greifer; im nördlichen Referenzbereich lag der Wert trotz höherer Gesamttaxazahl mit ca. 1,7 Taxa/Greifer etwas niedriger. Die Crustacea waren dabei v.a. im Bereich der Neubaustrecke am arten- und individuenreichsten. Die Polychaeta, insgesamt durch 6 Taxa vertreten, spielten hier eine überwiegend untergeordnete Rolle. Anders war die Zusammensetzung der Benthosgemeinschaft im nördlichen Referenzbereich; hier stellten die Crustacea zwar auch die artenreichste Gruppe, aus quantitativer Sicht dominierten hier allerdings verschiedene Polychaeta.

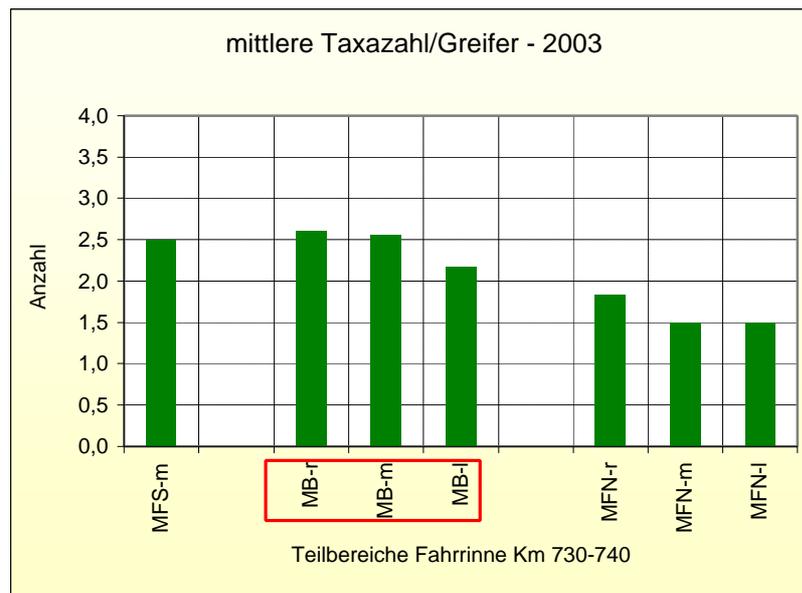


**Abb. 22:** Mittlere Taxazahlen/Greifer im Bereich Fahrrinne km 730-740. MFS=Stationsgruppe südlich der Baggerstrecke ( $N_{\text{Stationen}}=1$ , 6 Greifer), MB-Süd, -Mitte, -Nord= Stationsgruppen Baggerstrecke (Gesamt:  $N_{\text{Stationen}}=9$ , 54 Greifer), MFN= Stationsgruppe nördlich der Baggerstrecke ( $N_{\text{Stationen}}=5$ , 30 Greifer). Daten 2003.

Abb. 22 zeigt die mittlere Taxazahl in den Untersuchungsgebieten differenziert nach den Stationsgruppen ‚Süd‘ – ‚Mitte‘ – ‚Nord‘ (Stationen quer zur Fahrrinne zusammengefasst). Im Bereich der Neubaustrecke ergaben sich dabei nur geringe Unterschiede (s. Abb. 22, MB-S – MB-N). Die im Vergleich artenreichsten Stationen waren MB34-MB36 (MB-M) bei km 736 mit durchschnittlich etwa 3 Taxa/Greifer.

Ein ähnliches Ergebnis wurde für den nördlichen Referenzbereich dokumentiert. Allerdings waren die zusätzlich beprobten Stationen (MFN-neu) mit nur 1,2 Taxa/Greifer unterdurchschnittlich besiedelt und im Vergleich aller Stationsgruppen am artenärmsten (Abb. 22).

Ein analoges Bild ergibt sich, wenn die Untersuchungsstationen entsprechend ihrer Lage in Längsrichtung zusammengefasst werden. In diesem Fall wird deutlich, dass im Bereich der Neubaustrecke in Richtung stromab gesehen zwischen rechtem Fahrrinnenrand (MB-R), Fahrrinnen-Mitte (MB-M) und linkem Fahrrinnenrand (MB-L) gewisse Besiedlungsunterschiede bestehen (Abb. 23). So sind die MB-L-Stationen mit durchschnittlich 2,2 Arten/Station weniger artenreich als die MB-R- und MB-M-Stationen (jeweils 2,6 Taxa/Greifer). Die nördlich der Baggerstrecke gelegenen Stationen zeigten im Vergleich zu den MB-Stationen ein in der Tendenz ähnliches Ergebnis; auch hier war der rechte Fahrrinnenrand etwas artenreicher (Abb. 23).



**Abb. 23:** Taxa im Bereich Fahrinne km 730-740, differenziert nach Teilbereichen. MFS=Station südlich der Neubaustrecke (Gesamt:  $N_{\text{Greifer}}=6$ ), MB= Stationsgruppen Neubaustrecke (Gesamt:  $N_{\text{SGreifer}}=54$ ), MFN= Stationsgruppe nördlich der Neubaustrecke (Gesamt:  $N_{\text{Greifer}}=30$ ). -L, -M, -R = Stationen linker Rand Fahrinne (-L), Stationen Mitte Fahrinne (-M), Stationen rechter Rand Fahrinne (-R). Rot eingrahmt Stationsgruppen = Neubaustrecke. Daten 2003.

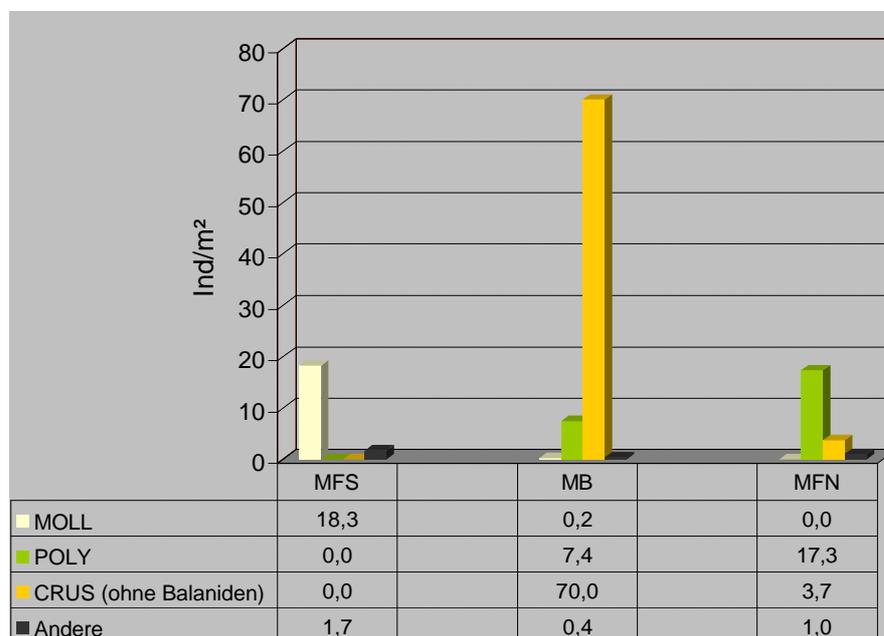
Abb. 24 verdeutlicht die Zusammensetzung der Benthosgemeinschaften in den Untersuchungsgebieten. An der südlichen Station MFN29 dominierte die Crustacea *Balanus crenatus* (nicht in Abb. 24 dargestellt), die mit einer Individuendichte von 776 Ind./m<sup>2</sup> (97%) insgesamt die häufigste Benthosart war. Neben den Balaniden trat mit der Muschel *Mytilus edulis* ein weiterer Hartsubstratbesiedler an dieser Station auf. Es handelte sich bei den Muscheln durchweg um juvenile Tiere <1mm. Wie die Balaniden siedelte *M. edulis* auf zufällig erfassten Steinen. Trotz der hohen Individuenzahlen ist es wahrscheinlich, dass es sich um für diesen Bereich nicht repräsentative Zufallsfunde handelt. Andere Taxa waren mit Ausnahme der Schnecke *Eubranchia* sp. nicht vorhanden.

Die Benthosgemeinschaft der Neubaustrecke (MB) wurde sehr deutlich durch Crustacea dominiert. Die häufigsten Crustacea waren Amphipoden der Gattung *Bathyporeia*, wobei *B. pilosa* mit einem Anteil von 54% (eudominant) die bei weitem häufigste Art war. Ebenfalls dominant waren *B. elegans* und *B. pelagica*, die einen Anteil von 17,8% bzw. 10,6% erreichten. Neben den Crustacea war lediglich ein Polychaet (*Magelona mirabilis*) etwas häufiger und hatte einen Anteil von etwa 7% (subdominant). Mit Ausnahme von *Haustorius arenarius* (Amphipoda, 5,9%) waren alle übrigen Taxa subzedent (<1%).

Die Zusammensetzung der Benthosgemeinschaft der nördlichen Referenzstationen (MFN) war anders als die der Neubaustrecke. Dies lag v.a. an den Crustacea, die in 2003 an den MFN-Stationen deutlich weniger abundant waren als an den MB-Stationen. Die Gemeinschaft der Referenz wurde daher von Polychaeten dominiert, wobei *Ophelia limacina* mit 22,3% (dominant) die häufigste Art war. Ebenfalls dominant waren *M. mirabilis* mit 19% und *Nephtys cirrosa* mit 16,2%. Ein bemerkenswertes Ergebnis ist, dass die in der Neubaustrecke häufigste Art (*B. pilosa*) an den MFN-Stationen in 2003 gar nicht nachgewiesen wurde; Gründe für das Fehlen des Amphipoden

sind nicht offensichtlich. Lediglich *B. pelagica* gehörte mit einem Anteil von 14,5% noch zu den dominanten Arten der nördlichen Referenz. Alle übrigen Arten spielten aus quantitativer Sicht nur eine untergeordnete Rolle und waren rezedent (1%-3%) oder subrezedent (<1%).

Sowohl an MB als auch an MFN dominierten lediglich 5 bzw. 4 Arten die Gesamtabundanz der Benthosgemeinschaften. Allerdings waren deutliche Unterschiede in der Gemeinschaftsstruktur zu verzeichnen. Die Neubaustrecke wurde sehr deutlich von Crustacea dominiert, während die nördliche Referenz, aufgrund der geringen Crustaceadichte und der im Vergleich höheren Polychaeta-Abundanzen durch Arten letzterer Organismengruppe geprägt wurde (Abb. 24). Die südliche Station MFS hatte aufgrund der ausschließlichen Präsenz von Hartsubstratarten (s.o.) eine Sonderstellung.



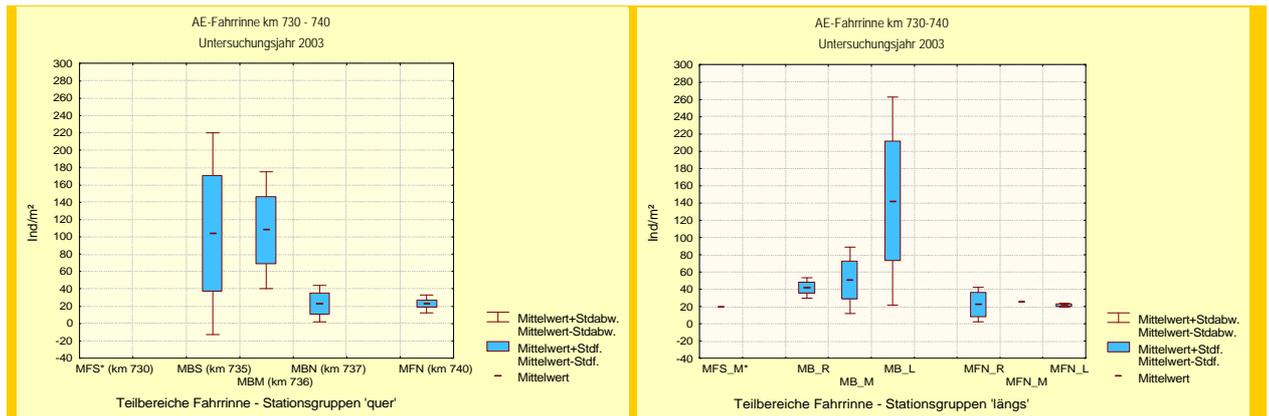
**Abb. 24:** Mittlere Individuendichte/Station (Ind./m<sup>2</sup>), differenziert nach Artengruppen im Bereich Fahrinne km 730-740. MFS=Stationsgruppe südlich der Baggerstrecke (N<sub>Stationen</sub>=1), MB-Süd, -Mitte, -Nord= Stationsgruppen Baggerstrecke (Gesamt: N<sub>Stationen</sub>=9), MFN= Stationsgruppe nördlich der Baggerstrecke (N<sub>Stationen</sub>=5), Daten 2003. Moll: Mollusca; Poly: Polychaeta; Crus: Crustacea.

### Abundanzen

Die Stationsgruppen der Baggerstrecke (MB) waren mit 22,8 bis 238,3 Ind./m<sup>2</sup> sehr unterschiedlich dicht besiedelt. Insgesamt wurde in diesem Bereich im Vergleich zu den anderen Teilgebieten die höchste mittlere Dichte/Station (78,1 Ind./m<sup>2</sup>) ermittelt, wenn die hohe Balaniden-Dichte an der südlichen Station unberücksichtigt bleibt (vgl. Abb. 25, links).

Die nördliche Referenz (MFN) war im Vergleich zur Neubaustrecke deutlich geringer besiedelt, die mittlere Benthosabundanz lag lediglich bei 16 bis 27,8 Ind./m<sup>2</sup> (vgl. Abb. 25, links).

Hervorgehoben wurden die Unterschiede insbesondere durch die Crustacea, die im Bereich der Baggerstrecke in deutlich höherer Dichte auftraten (s.o.). Insgesamt war die Besiedlungsdichte der Crustacea (70 Ind./m<sup>2</sup>) hier im Mittel etwa 20mal so hoch wie an den nördlich gelegenen Stationen (s. Abb. 24). Lediglich die Polychaeta waren an MFN mit durchschnittlich 17,3 Ind./m<sup>2</sup> in höherer Zahl vertreten als im Bereich der Baggerstrecke (7,4 Ind./m<sup>2</sup>). Andere Taxagruppen spielten hinsichtlich ihrer Abundanzen weder im Bereich der Neubaustrecke noch an den anderen Stationsgruppen eine wesentliche Rolle.



**Abb. 25:** Makrozoobenthos-Abundanz (Balaniden unberücksichtigt) im Bereich Fahrrinne km 730-740, differenziert nach Teilbereichen. Stationsgruppen quer zur Fahrrinne (linke Grafik) und längs zur Fahrrinne (rechte Grafik). MFS = Station südlich der Neubaustrecke (Gesamt:  $N_{\text{Greifer}}=6$ ), MB = Stationsgruppen Neubaustrecke (Gesamt:  $N_{\text{Greifer}}=54$ ), MFN = Stationsgruppe nördlich der Neubaustrecke (Gesamt:  $N_{\text{Greifer}}=30$ ). -L, -M, -R = Stationen linker Rand Fahrrinne (-L), Stationen Mitte Fahrrinne (-M), Stationen rechter Rand Fahrrinne (-R). Rot eingrahmt Stationsgruppen Neubaustrecke. Daten 2003.

Ordnet man die Untersuchungsstationen längs zur Fahrrinne in die Teilbereiche linker Fahrinnenrand, Fahrinnenmitte und rechter Fahrinnenrand, werden gebietsinterne Unterschiede im Bereich der Neubaustrecke erkennbar. Dabei weisen die Stationen am linken Fahrinnenrand der Baggerstrecke deutlich höhere Benthosabundanzen auf, als diejenigen, die sich in der Mitte und am rechten Fahrinnenrand befinden. Dieses korrespondiert mit den Ergebnissen zu den Taxazahlen (s.o.). Bei insgesamt sehr großer Varianz beträgt die mittlere Benthosdichte am linken Fahrinnenrand ca. 142 Ind./m<sup>2</sup>; die in der Mitte und am rechten Fahrinnenrand gelegenen MB-Stationen waren dagegen nur durch 50,6 bzw. 52 Ind./m<sup>2</sup> besiedelt (Abb. 25, rechts).

Die nördliche Referenz wies im Vergleich zu den MB-Stationen eine geringe interne Variabilität auf, allerdings lagen alle Werte unterhalb den Werten die im Bereich der Neubaustrecke dokumentiert wurden (22 – 25 Ind./m<sup>2</sup>, Abb. 25, rechts).

### 4.3 Vergleich 1999 -2003

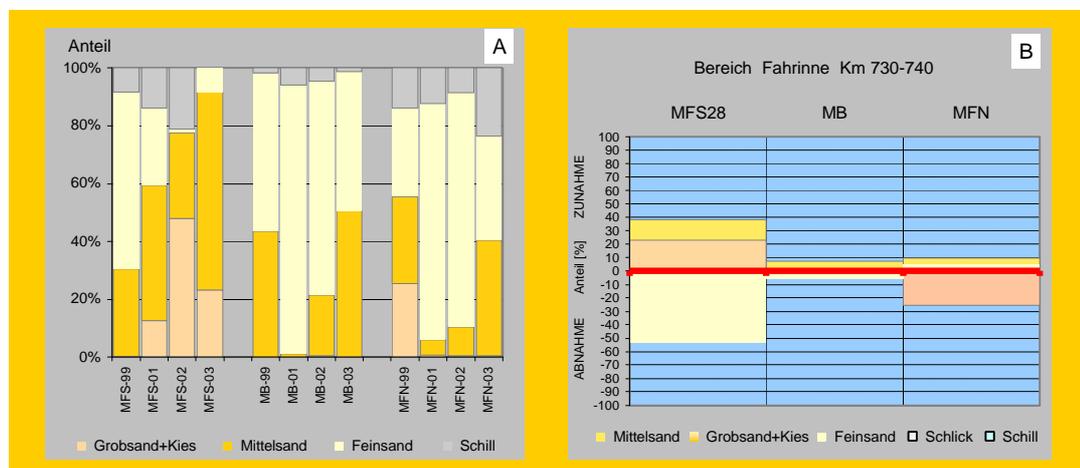
Neben dem durchgeführten räumlichen Vergleich mit den in 2003 erhobenen Daten wird ein Vergleich mit der Status-quo-ante-Situation von 1999 und mit den Ergebnisse aus 2001 durchgeführt. Dieses erfolgt auch, um die in 2003 festgestellten räumlichen Unterschiede besser einordnen zu

können. Hierzu werden die Stationen in gleicher Weise in die o.g. Teilbereiche zusammengefasst, wie es für die räumliche Betrachtung erfolgte.

Der zeitliche Vergleich umfasst auch die Darstellung der abiotischen Rahmenbedingungen. Eine Analyse der Altersstruktur ausgewählter Arten erschien auf der vorhandenen Datenbasis nicht sinnvoll durchzuführen.

### 4.3.1 Sedimente und Wassertiefen

Alle Teilbereiche wurden in allen Untersuchungsjahren überwiegend von Fein- und Mittelsanden dominiert. Abb. 26 veranschaulicht die Sedimentzusammensetzung in den einzelnen Teilgebieten von 1999 – 2003 (Bild A) und die Bilanz der Veränderung von 1999 im Vergleich zu 2003 (Bild B).

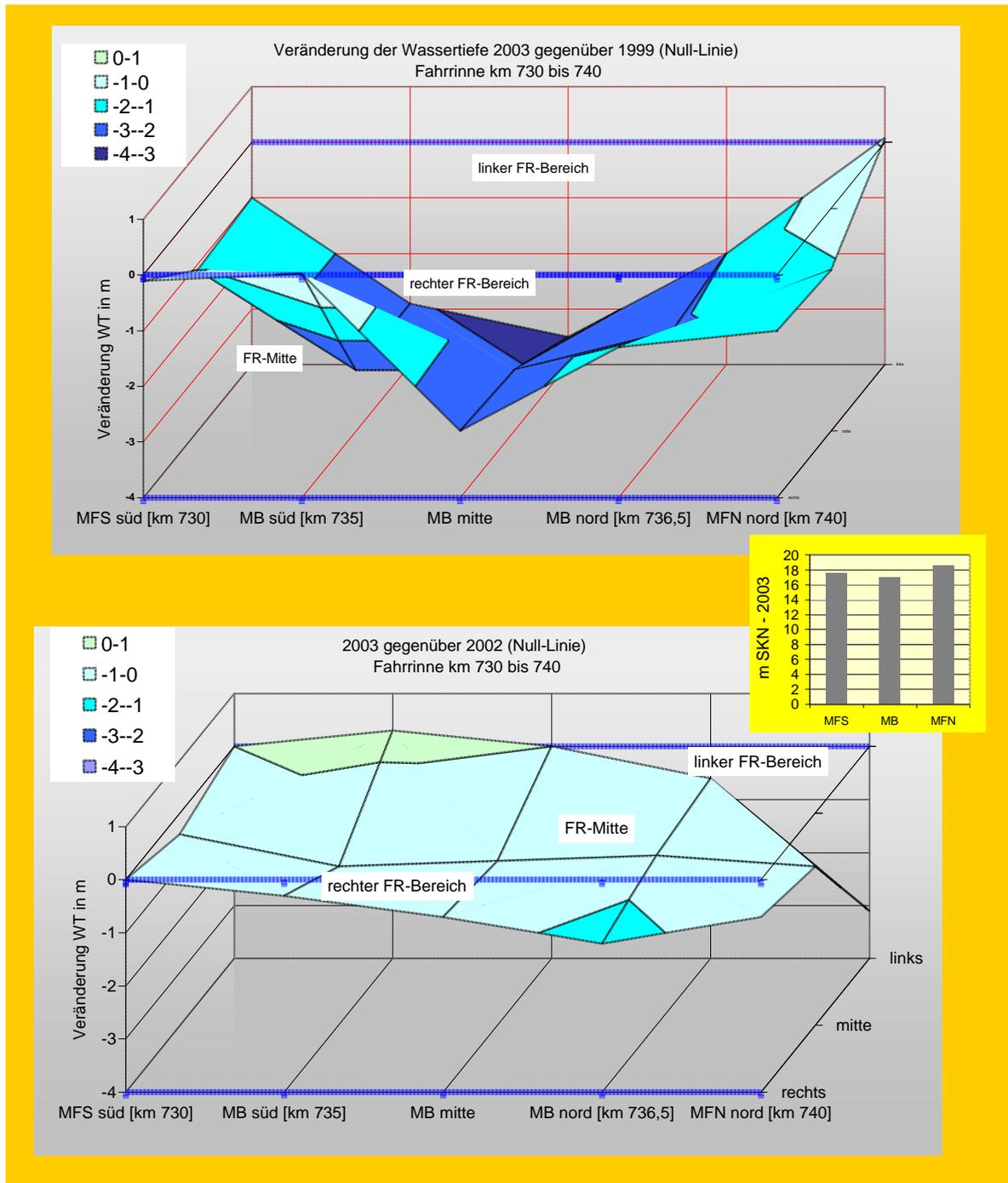


**Abb. 26:** Sedimentzusammensetzung in den untersuchten Teilgebieten in der Außenelbe-Fahrinne von km 730-740 im Zeitraum 1999 – 2003 (Bild A). Bilanzierung der Veränderung der Sedimentzusammensetzung von 1999 (Nulllinie) im Vergleich zu 2003 (Bild B). MB=Stationen Neubaustrecke ( $N_{\text{Stationen}}=9$ ), MFS= Stationen außerhalb MB-südlich ( $N_{\text{Stationen}}=3/1^*$ ), MFN= Stationen außerhalb MB-nördlich ( $N_{\text{Stationen}}=3/5^*$ ). \* = Anzahl Stationen in 2003.

Die Ergebnisse zeigen, dass im Hinblick auf die Zusammensetzung der Sedimentstruktur in den Teilgebieten deutliche interannuelle Veränderungen stattgefunden haben, die im Gebietsvergleich z.T. in eine ähnliche, z.T. aber auch in eine unterschiedliche Richtung verliefen.

Die südlich der Baggerstrecke gelegene Stationsgruppe wurde anders als 1999 in 2001 deutlicher von Mittelsanden und z.T. von Grobsanden geprägt. So stieg der Mittelsandanteil von 30% auf etwa 50%, während Feinsande im gleichen Maße von 60% auf ca. 30% zurückgingen. Erstmals wurde in 2001 an MFS auch Grobsand in höheren Anteilen registriert. In 2002 erfolgte eine weitere Zunahme des Grobsandanteils bis auf etwa 48%. Feinsand war in 2002, anders als in den Vorjahren, dagegen kaum noch vorhanden. In 2003 war die Situation sehr ähnlich, jedoch erhöhte sich der Mittelsandanteil weiter, während der Grobsand- und Schillanteil zurückgingen (Abb. 26, Bild A). Im Vergleich zu 1999 ist im südlichen Bereich bis 2003 eine deutliche Veränderung der Sedimentstruktur in Richtung größerer Sedimente erfolgt. So war der Feinsandanteil in 2003 um etwa 50% geringer als 1999, derjenige von Mittel- und Grobsand entsprechend höher (Abb. 26, Bild B).

Während MFS in 2001 einen höheren Anteil gröberer Sande gegenüber der Ausgangssituation in 1999 aufwies, war dies sowohl auf der Baggerstrecke als auch im Bereich der nördlich der Baggerstrecke gelegenen Stationen entgegengesetzt. Beide Bereiche wurden in 2001 durch hohe Feinsandanteile (80-90%) geprägt, die sich damit gegenüber 1999 deutlich erhöhten. Mittelsande und auch Grobsande (letztere an MFN), die 1999 noch in höheren Anteilen vorhanden waren, wurden in 2001 kaum noch nachgewiesen. Mit Ausnahme einer leichten Zunahme des Mittelsandanteils änderte sich diese Situation in 2002 nicht wesentlich. In 2003 erfolgte im Vergleich zu 2001 und 2002 sowohl im Bereich der Neubaustrecke als auch im Bereich der nördlichen Referenz wieder eine Zunahme der Mittelsandanteile (Abb. 26, Bild A). Die Sedimentbedingungen entsprachen im Bereich der Neubaustrecke nach z.T. deutlichen Veränderungen von Jahr zu Jahr in 2003 in etwa wieder der Situation die 1999 dokumentiert wurde. Ähnliches gilt auch für die nördliche Referenz, allerdings war hier in 2003 der Grobsandanteil gegenüber 1999 um etwa 20% geringer (Abb. 26, Bild B).



**Abb. 27:** Veränderung der Wassertiefe in 2003 gegenüber der Situation 1999 (= Null-Linie) sowie 2003 gegenüber 2002 (=Null-Linie) im Untersuchungsgebiet Fährinne km 730-740, dargestellt als Süd-Nord-Transekt. Darstellung unmaßstäblich. MFS= Stationen außerhalb MB-südlich (N<sub>Stationen</sub>= 3 bis 2002/ 1 in 2003), MB- süd, -mitte, -nord =Stationen Baggerstrecke (insgesamt N<sub>Stationen</sub>=9), MFN= Stationen außerhalb MB-nördlich (N<sub>Stationen</sub>=3). WT = Wassertiefe (m). Kleine Abbildung: Absolute Wassertiefe in den Teilbereichen.

Die Abb. 27 (oben) zeigt die Veränderung der Wassertiefe in 2003 gegenüber 1999. Es ist herauszuheben, dass die Darstellung der Veränderung der Wassertiefen im Untersuchungsgebiet auf den punktuellen Tiefenmessungen bei der Benthosprobenahme beruht und somit nur als ein grober Hinweis im Hinblick auf die Morphodynamik verstanden werden soll. Die Ergebnisse zeigen, dass

eine Vertiefung der stromauf der Baggerstrecke befindlichen Stationsgruppe MFS (km 730) in der Fahrrinnenmitte um >3 m von etwa 16,4 m [SKN] in 1999 auf etwa 17,5 m [SKN] in 2003 erfolgte. In 2003 wurde nur noch eine Station (MFS29-Fahrrinnenmitte) beprobt, so dass mögliche Veränderungen von 2002 auf 2003 nur eingeschränkt dargestellt werden können. Es deutet sich aber an, dass die Veränderungen eher gering waren. Gegenüber 1999 hat sich MFS im Untersuchungszeitraum deutlich morphologisch verändert und unterlag z.T. hohen interannuellen Veränderungen (vgl. BIOCONSULT 2003).

Ebenso deutlich hat sich, wie beabsichtigt, die Neubaustrecke (MB) verändert. In allen Bereichen wurde eine Vertiefung von 1999 bis 2003 zwischen 1 bis etwa 3 m dokumentiert. Damit erhöhte sich die mittlere Tiefe von 15,7 m auf 17 m [-SKN] um etwa 1,3 m. Am linken Fahrrinnenrand war die Vertiefung deutlicher ausgeprägt als in der Mitte und am rechten Fahrrinnenrand (Abb. 27, oben). Die deutlichsten Veränderungen wurden direkt nach der Vertiefung registriert. In den Folgejahren waren nur noch vergleichsweise geringe Veränderungen zu verzeichnen (Abb. 27, unten), wobei dies aber wohl in erster Linie als eine Folge der regelmäßigen Unterhaltungsmaßnahmen im Bereich der Neubaustrecke angesehen werden kann.

Im nördlichen Bereich (MFN) waren im Vergleich zu den anderen Teilgebieten, insbesondere im Zeitraum 1999 – 2002, eher geringere interannuelle Unterschiede im Hinblick auf die Wassertiefe zu verzeichnen (vgl. BIOCONSULT 2003). In 2003 erfolgte gegenüber 2002 eine Vertiefung um <1m, die am linken Fahrrinnenrand stärker ausgeprägt war als am rechten (Abb. 27, unten). Nach der in 2003 dokumentierten Entwicklung war die durchschnittliche Wassertiefe an den MFN-Stationen von etwa 18 m (SKN) in 1999 auf etwa 18,6 m (SKN) in 2003 gestiegen.

### 4.3.2 Makrozoobenthos

Tab. 9 gibt einen Überblick über das Makrozoobenthospektrum im Untersuchungsgebiet der Fahrrinne zwischen km 730-740 für die Jahre 1999-2002. Die Gesamtaxazahl hat sich im Verlauf der Untersuchungszeit seit 1999 erhöht. So wurden 1999 23 Makrozoobenthostaxa, in 2001 und 2002 jeweils 25 Taxa und in 2003 26 Taxa nachgewiesen (Taxazahl ohne sp., wenn eine Art der Gattung vorhanden ist).

Ein erster Vergleich zwischen 1999 und 2001 hatte gezeigt, dass die Dominanzstruktur der Makrozoobenthosgemeinschaft ähnlich geblieben ist (BIOCONSULT 2002); die Dominanz der Crustacea, insbesondere der *Bathyporeia*-Arten, die die MZB-Gemeinschaft im Bereich der Klappstelle prägten, blieb unverändert deutlich. So stellte diese Artengruppe sowohl 1999 als auch 2001 einen Anteil an der Gesamtabundanz von >50%. Einige Veränderungen traten jedoch auf: mit Ausnahme lokal höherer Polychaeta-Anteile (MFN- *Eteone longa*) waren Polychaeta-Arten in 2001 insgesamt mit Anteilen <2% an der Gesamtabundanz nur rezedent bzw. subrezedent. In 1999 erreichten zwei Polychaeta (*Magelona mirabilis* und *Eteone longa*) zumindest einen subdominanten Status. Des Weiteren wurden einige andere Arten, die in 1999 präsent waren, in 2001 nicht nachgewiesen. Dazu gehörten die Muscheln *Mytilus edulis* und *Corbula gibba*. Für letztere ist nach BFN (1998) eine Gefährdung anzunehmen. Es handelt sich dabei aber um solche Arten, die auch 1999 nur in Einzelexemplaren erfasst wurden.

Eine grundsätzliche Änderung dieser Situation erfolgte auch in den Folgejahren 2002 und 2003 nicht. Drei *Bathyporeia*-Arten (*B. elegans*, *B. pelagica*, *B. pilosa*) dominierten nach wie vor das Spektrum der Fahrrinnengemeinschaft. Eine Ausnahme machte in diesem Zusammenhang der südliche Fahrrinnenbereich, hier wurden erstmals Balaniden (*Balanus crenatus*) erfasst, die mit einer hohen Individuenzahl präsent waren, deren Nachweis aber eher als zufällig angesehen werden muss (s. Kap. 4.2.2). Neben den genannten Arten waren in 2003 noch die Muschel *Mytilus edulis* (allerdings nur Juvenile) sowie ein Polychaet (*Magelona mirabilis*) vergleichsweise häufiger und erreichten Dominanzanteile von >5% (subdominant). Insgesamt wurden 8 Crustacea-Arten über den gesamten bisherigen Untersuchungszeitraum stetig nachgewiesen. Neben den Crustacea waren nur noch *M. mirabilis* und *Nephtys longosetosa* (Polychaeta) ebenso stetig. Insgesamt ist über die Jahre, insbesondere im Hinblick auf die im Untersuchungsgebiet dominanten Arten, nur eine relativ geringe Veränderung des Makrozoobenthospektrums eingetreten.

**Tab. 9:** Fahrrinne km 730-740, MZB-Artenspektrum Vergleich 1999-2003. gelb hervorgehoben: Taxa mit einem Dominanzanteil von >3%; \* = Taxa mit einem Dominanzanteil von >5%; a= adult, j= juvenil. HB = Haarborsten. Balaniden-Abundanzen bei der Berechnung des Dominanzanteils unberücksichtigt.

	1999	2000	2002	2003
Porifera				
Porifera indet				x
Hydrozoa				
Hartlaubella gelatinosa		x	x	
Hydrozoa indet				x
Obelia bidentata			x	x
Obelia sp.			x	x
Sertularia cupressina			x	
Anthozoa				
Anthozoa indet.		x		x
Actinaria indet.			x	
Nemertini				
Nemertini indet.	x	x	x	
Gastropoda				
Eubranchia sp.				x
Hydrobia ulvae				x
Bivalvia				
Cerastoderma edule			x	
Corbula gibba	x			
Macoma balthica (a+j)	x	x		
Mytilus edulis (juv.)	x		x	x*
Polychaeta				
Aricidea minuta			x	
Eteone longa	x	x		
Goniadella bobretzki				x
Hediste diversicolor	x	x		
Heteromastus filiformis	x			
Magelona mirabilis	x*	x	x*	x*
Marenzelleria spp.			x	
Neanthes virens		x		
Nephtys caeca		x		
Nephtys cirrosa		x	x*	x
Nephtys hombergii (a+j)		x	x	x
Nephtys longosetosa	x	x	x	x
Nephtys spp. Juv			x	x
Nephtys sp.			x	
Ophelia limacina	x	x		x
Scolecopsis squamata	x	x	x	
Scoloplos armiger	x	x		x
Spio martinensis	x	x		

	1999	2000	2002	2003
Oligochaeta				
Oligochaeta indet.	x			
Tubificidae ohne HB	x			
Crustacea				
Gastrosaccus spinifer	x	x	x	x
Neomysis integer				
Schistomysis kervillei	x	x	x	x
Schistomysis sp.				x
Balanus crenatus				x*
Bathyporeia elegans	x*	x*	x*	x*
Bathyporeia guillamsoniana			x	
Bathyporeia pelagica	x*	x*	x*	x*
Bathyporeia pilosa	x*	x*	x*	x*
Bathyporeia sarsi	x	x	x	x
Bathyporeia spp. juv.				x
Haustorius arenarius (a+j)	x*	x*	x	x
Cirripedia indet.			x	
Crangon crangon	x	x	x	x
Carcinus maenas		x		
Corophium curvispinum			x	
Gammarus salinus			x	
Liocarcinus holsatus				x
Zoea indet.			x	x
Echinodermata				
Ophiura spp. juv.				x
Bryozoa				
Farella repens				x
<b>Taxazahlen</b>	<b>23</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>26</b>

Taxazahlen ohne Cirripedia indet und Zoea indet.

## Artenzahl und Dominanzstruktur

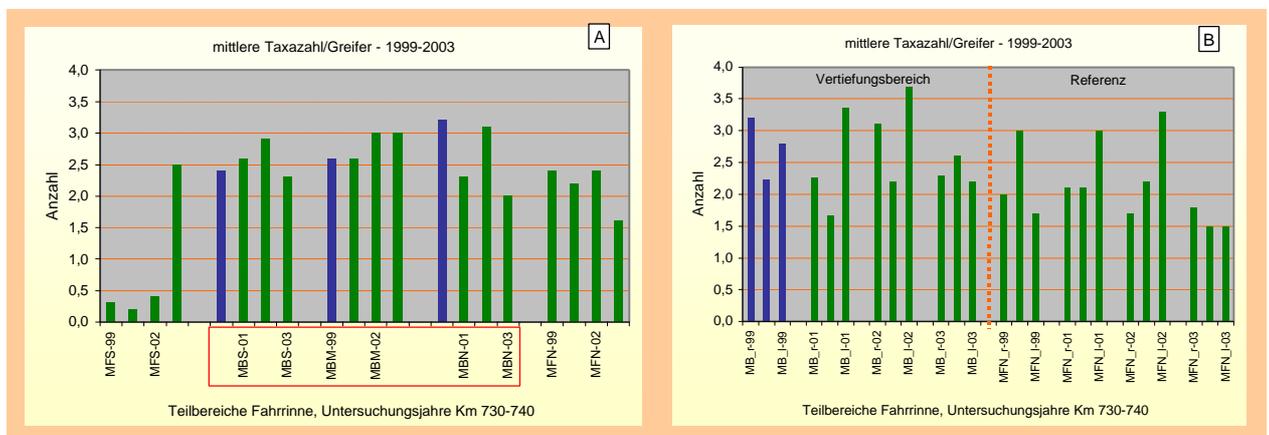
### Artenzahlen

Abb. 28A zeigt den interannuellen Vergleich der mittleren Taxazahlen/Greifer zwischen den differenzierten Teilbereichen Neubaustrecke (MB) sowie den Fahrrinnenbereichen oberhalb (MFS) und unterhalb (MFN) der Neubaustrecke. Eine weitere Differenzierung erfolgt mit der Darstellung der Artenzahlen in Abhängigkeit der Lage einer jeweiligen Station im Quertransekt (Abb. 28B).

Es ist erkennbar, dass die in 2001 dokumentierten Unterschiede zwischen den Teilbereichen auch 1999 ähnlich ausgeprägt waren und ebenso in 2002 und auch 2003 weitgehend erhalten blieben. Insbesondere die südliche Referenz (MFS) wies wie 2001 und 2002 aber auch schon 1999 eine sehr geringe mittlere Taxazahl auf. In 2003 erreichte die südliche Station eine ähnliche Taxazahl wie die anderen Teilgebiete.

Interannuelle Unterschiede sowohl im Bereich der Neubaustrecke (MBS, MBM, MBN) als auch im nördlich der Neubaustrecke gelegenen Fahrrinnenbereich sind eher gering ausgeprägt (Abb. 28A). Die Taxazahl veränderte sich nach 1999 (blaue Säulen), also nach Durchführung der Vertiefungsarbeiten, im Bereich der Neubaustrecke nicht wesentlich. Die mittleren Taxazahlen waren insgesamt gering und schwankten in allen Jahren um 2,5 - 3 Taxa/Greifer.

Ein ähnliches Ergebnis zeigte sich auch für den nördlichen Referenzbereich (MFN); die Taxazahlen lagen aber leicht unter denjenigen die an den MB-Stationen (2 - 2,5 Taxa/Greifer) ermittelt wurden (Abb. 28A).



**Abb. 28:** A) Interannueller Vergleich (1999-2003) der mittleren Taxazahlen an den 5 Quertransekten (jeweils  $N_{\text{Stationen}}=3$ ) in der Fahrrinne von km 730-740, differenziert nach Teilbereichen. MFS=Bereich oberhalb der Neubaustrecke ( $N_{\text{Stationen}}=3$  bis 2002/ 1 in 2003), MBS = südl. Bereich der Neubaustrecke MBM = mittlerer Bereich der Neubaustrecke, MBN = nördl. Bereich der Neubaustrecke (rot umrandet); MFN= Bereich unterhalb (nördl.) der Neubaustrecke. B) Interannueller Vergleich der Artenzahlen/Greifer differenziert nach Teilbereichen (MFS, MB, MFN) sowie nach Lage der Stationen im Fahrrinnenquerschnitt, -L=linker Fahrrinnenrand, -M=Fahrrinnenmitte, -R=rechter Fahrrinnenrand.

Eine Differenzierung der Stationen entsprechend ihrer Lage in Flusslängsrichtung veranschaulicht gewisse Besiedlungsunterschiede zwischen linkem, mittlerem und rechtem Fahrrinnenrand (Abb. 28B). Aufgrund der geringen Besiedlungsdichte ist eine solche Differenzierung für den Bereich MFS nicht aussagekräftig. Auf eine Darstellung wurde daher verzichtet.

Im Bereich der Neubaustrecke wies die Fahrrinnenmitte (MB\_m) durchgängig, also auch schon 1999 die niedrigsten Werte auf. In 2001 ging die Taxazahl/Greifer im Bereich MB\_m von ca. 2,2 in 1999 auf nur 1,7 Taxa/Greifer relativ deutlich zurück. In den Folgejahren stieg die Taxazahl aber wieder auf das Niveau von 1999. Eine ähnlich ausgeprägte Veränderung betraf auch den linken Fahrrinnenrand; allerdings nahm in diesem Bereich die Taxazahl in 2001 und 2002 von 2,8 auf 3,7 Taxa/Greifer relativ deutlich zu, sank dann allerdings in 2003 und lag mit 2,2 Taxa/Greifer geringfügig unter dem Wert von 1999. An den Stationen am rechten Fahrrinnenrand schwankte die Taxazahl zwischen 3,2 (in 1999 und 2002) und 2,3 Taxa/Greifer (in 2001 und 2003).

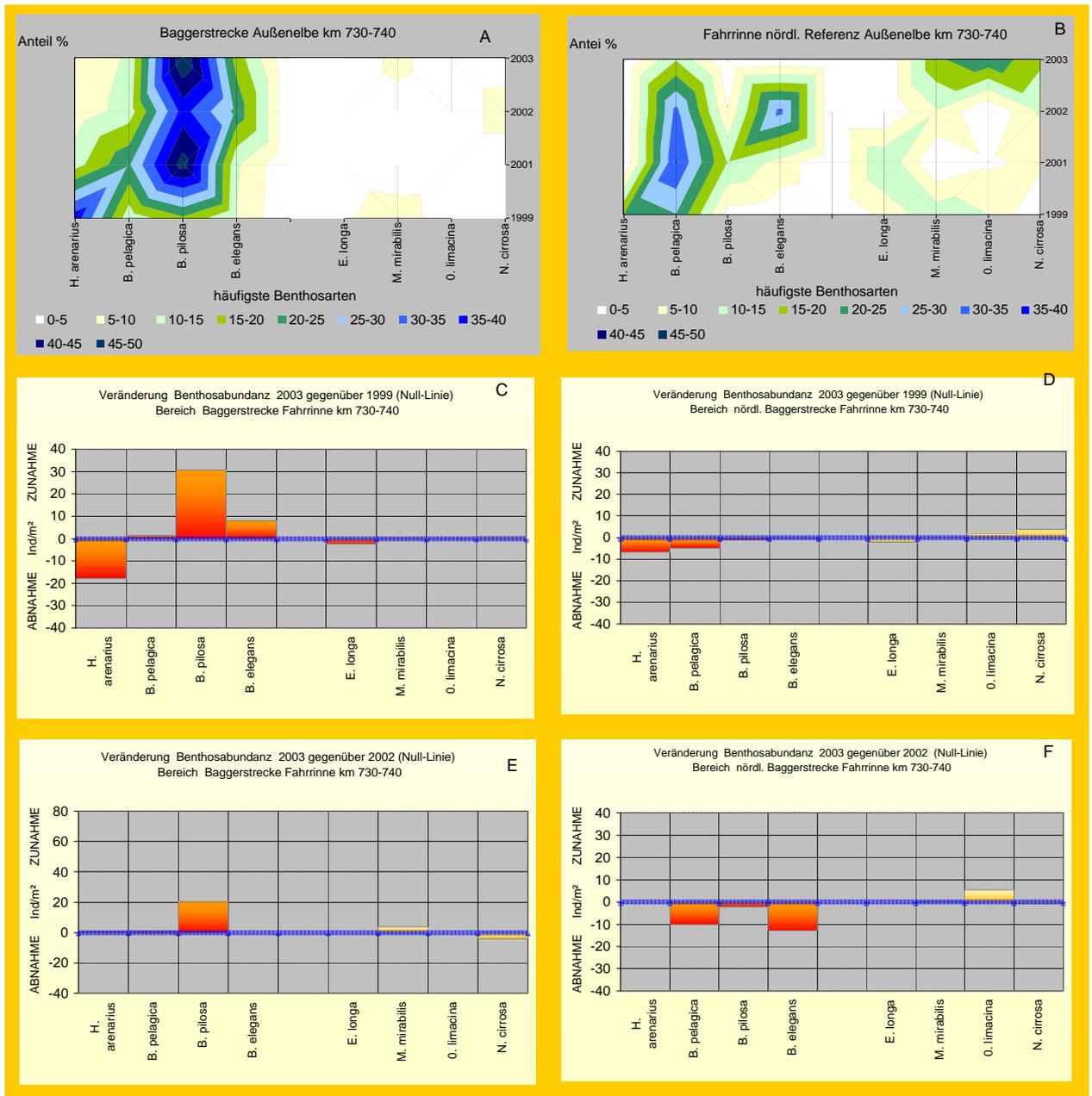
Der nördlich der Baggerstrecke befindliche Bereich (MFN) wies wie die Baggerstrecke eine ähnliche Besiedlungs-Variabilität der verschiedenen Fahrrinnenzonen auf (Abb. 28B). Anders als im Bereich der Baggerstrecke war die Artenzahl/Greifer in der Fahrrinnenmitte im Vergleich zu beiden Rändern ( $< 2$  Taxa/Greifer) in 2001 nicht geringer; in 1999 war sie höher als in den Randbereichen. Der interannuelle Vergleich 1999-2001 ergab in 2001 verringerte Artenzahlen in der Fahrrinnenmitte (MFN\_m-99, MFN\_m-01) und eine tendenzielle Zunahme an den Rändern. In 2002 zeigten sich im Vergleich zum Vorjahr mit Ausnahme des rechten Fahrrinnenrandes keine sehr ausgeprägten Veränderungen. An MFN\_r verringerte sich Taxazahl/Greifer von 2,1 auf 1,7 Taxa/Greifer. In 2003 waren die gebietsinternen räumlichen Unterschiede bei allerdings insgesamt niedrigen Taxazahlen (1,5 – 1,7 Taxa/Greifer) geringer als in den Vorjahren. Im Vergleich zur Neubaustrecke lagen die Taxazahlen im Bereich der nördlichen Referenz in den Jahren 1999 bis 2002 in der Tendenz und in 2003 vergleichsweise deutlich niedriger (vgl. Abb. 28A, B).

#### Dominanzstruktur

Abb. 29 (A+B) zeigt die Anteile der dominierenden Benthosarten im Bereich der Baggerstrecke sowie im Bereich nördlich der Baggerstrecke, im interannuellen Vergleich, gemessen an der jeweiligen Jahres-Gesamtabundanz sowie an der Bilanz der Individuendichte des Jahres 2003 gegenüber 1999 und gegenüber 2002 (C-F). Auf die Darstellung des südlich der Baggerstrecke befindlichen Bereiches (MFS) wurde aufgrund der sowohl 1999 als auch 2001 und 2002 sehr geringen Besiedlungsdichte verzichtet.

Die Ergebnisse veranschaulichen, dass Crustacea unabhängig vom Untersuchungsjahr die Benthosgemeinschaft der Fahrrinne überwiegend stark dominierten. So stellten im Bereich der Neubaustrecke 4 Amphipodaarten (*Haustorius arenarius*, *Bathyporeia pelagica*, *B. pilosa*, *B. elegans*) den Hauptanteil der Makrozoobenthos-Besiedlung. In 1999 erreichten die Amphipoda zusammen 78,6%, in 2001 war deren Dominanz noch sehr viel deutlicher ausgeprägt (95,5%). Allerdings wurde *H. arenarius*, der 1999 eudominant auftrat, in 2001 von *B. pilosa* als häufigste Art abgelöst. Die Veränderung der Dominanzstruktur war dabei aber nicht auf einen tatsächlichen Individuenrückgang von *H. arenarius* zurückzuführen - dessen Individuendichte blieb in 2001 gegenüber 1999 nahezu unverändert - sondern auf den starken Abundanzzuwachs von *Bathyporeia*-Arten in 2001. In 2002 und 2003 war der Crustacea-Anteil mit 80% bzw. 88,5% weiterhin sehr hoch, dies war auf eine nur geringe Abundanzveränderung der häufigsten Arten zurückzuführen (Abb. 29E).

Strukturelle Veränderungen wurden, bei insgesamt geringen Abundanzschwankungen, für die Polychaeta verzeichnet (Abb. 29C). Diese Gruppe spielte v.a. in 2001 aus quantitativer Sicht keine Rolle. In 2002 und 2003 nahm die Abundanz wieder leicht zu, so dass *Nephtys cirrosa* in 2002 und *Magelona mirabilis* in 2003 einen subdominanten Status erreichten (Abb. 29A).



**Abb. 29:** Interannueller Vergleich der MZB-Dominanzstruktur (A+B) und der Bilanz der Abundanzverhältnisse (Abweichung 2003/1999, C+D; Abweichung 2003/2002 E+F) anhand der häufigsten Benthosarten im Untersuchungsgebiet Fahrrinne km 730-740, differenziert nach Teilbereichen: Neubaustrecke ( $N_{\text{Stationen}}=9$ , Bilder A+B) und Bereich nördlich der Baggerstrecke ( $N_{\text{Stationen}}=3/5^*$ , Bilder D-F).  $*$  = nur 2003.

Mit Ausnahme von *H. arenarius* dessen Dominanzanteile und Abundanzen von 1999 bis 2003 kontinuierlich rückläufig waren und *B. pilosa* dessen Werte von 1999 bis 2003 zunahmen, entsprachen die Abundanzverhältnisse der Arten in etwa denjenigen, die auch 1999 im Bereich der Neubaustrecke festgestellt wurden. Dieses Ergebnis wird durch die Abweichung von der Null-Linie (= Situation 1999) verdeutlicht (Abb. 29C).

Im nördlichen Referenzbereich erfolgten im Verlauf der Untersuchung ebenfalls Verschiebungen im Hinblick auf die Dominanzstruktur. Anders als im Bereich der Neubaustrecke wurden diese Ver-

schiebungen in 2001 z.T. durch Individuenrückgänge, wie z.B. bei *H. arenarius* oder dem Polychaeten *Magelona mirabilis* hervorgerufen (BIOCONSULT 2003). In 2002 wurden gegenüber 1999 und 2001 durch einen höheren Dominanzanteil von *B. elegans* weitere Veränderungen der Dominanzstruktur verzeichnet (Abb. 29B). Die Eudominanz von *B. elegans* war die Folge der in 2002 höheren Individuendichte im Vergleich zu den Vorjahren. Ein ähnliches Ergebnis konnte auch für den Polychaeten *Nephtys cirrosa* verzeichnet werden, dessen Abundanzanteil in 2002 auf 10,5% stieg und damit gehörte die Art, anders als in den Vorjahren, sogar zu den dominanten Arten in diesem Untersuchungsbereich (vgl. BIOCONSULT 2003). In 2003 traten insbesondere gegenüber dem Vorjahr deutliche Veränderungen ein. So nahm die Besiedlungsdichte der Crustacea vergleichsweise deutlich ab, während bei den Polychaeten sogar leichte Zunahmen (*Ophelia limacina*) dokumentiert wurden (Abb. 29F). Diese Entwicklung hatte eine Umstrukturierung der Dominanzhierarchie zur Folge. Während im Zeitraum 1999-2002 die Benthosgemeinschaft der nördlichen Referenz immer durch *Bathyporeia*-Arten dominiert wurde, erfolgte in 2003 deren Ablösung aus den o.g. Gründen durch die Polychaeta *Ophelia limacina* und *Magelona mirabilis* (Abb. 29B).

Die ausgeprägte Variabilität der Dominanzstruktur im Bereich der nördlichen Referenz, insbesondere in 2003, wird auch durch einen Vergleich der Dominanzidentitäten (Renkonen'sche Zahl) mit der Neubaustrecke verdeutlicht. In den Jahren 1999-2002 wiesen beide Teilgebiete eine relativ hohe Ähnlichkeit ihrer Benthosgemeinschaften von 48,6–52% auf, in 2003 sank die Dominanzidentität auf nur 20% ab. Dieser Befund ist auf den Rückgang der Crustacea im Referenzbereich zurückzuführen. Gründe für die rückläufigen Crustaceazahlen sind derzeit nicht offensichtlich.

### Abundanzen

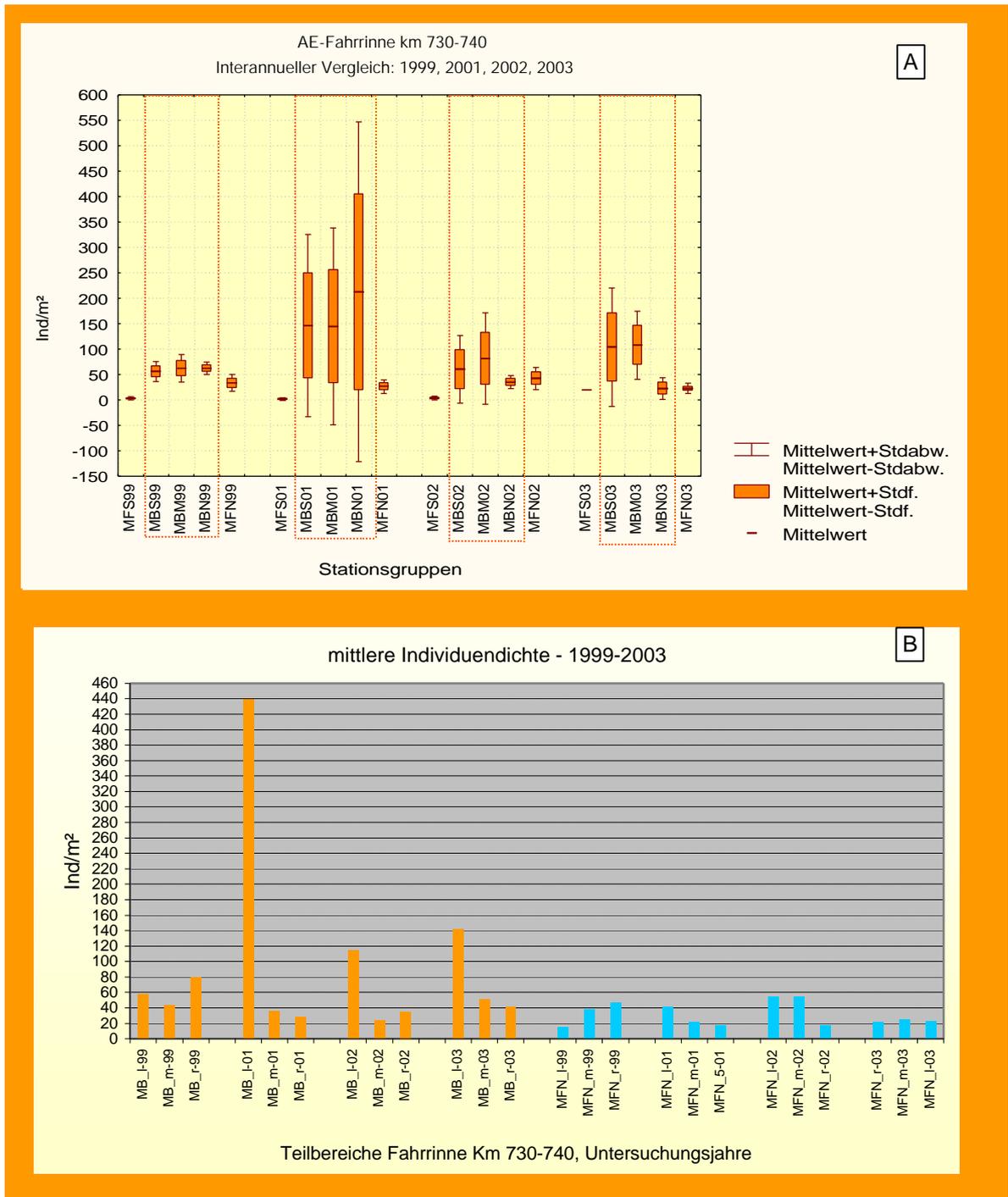
Abb. 30 (Bilder A+B) veranschaulicht analog zum Parameter Artenzahl den interannuellen Vergleich der MZB-Gesamtabundanz, unterschieden nach den Teilbereichen MFS, MB und MFN. Ebenso wird auch für den Aspekt Abundanz eine weitere Differenzierung innerhalb der Teilbereiche vorgenommen.

Die Ergebnisse zeigen, dass 1999 die Neubaustrecke eine höhere Benthosdichte aufwies als die südlich und nördlich gelegenen Referenzgebiete. Die mittlere Besiedlungsdichte der MB-Stationsgruppen lag bei etwa 60 Ind./m<sup>2</sup>, während die Referenzen Besiedlungsdichten von 33 Ind./m<sup>2</sup> (MFN) bzw. <10 Ind./m<sup>2</sup> (MFS) aufwiesen.

Diese Ausgangssituation änderte sich in 2001. Es wurde eine deutliche Zunahme der Besiedlungsdichte im Bereich der Neubaustrecke festgestellt. Die mittlere Individuendichte nahm insgesamt in 2001 gegenüber 1999 deutlich zu, was in erster Linie auf die Bestandsdynamik der o.g. *Bathyporeia*-Arten zurückzuführen war. Die Benthosabundanz stieg in 2001 bei sehr ausgeprägter gebietsinterner Variabilität auf 170 Ind./m<sup>2</sup> an. In den Folgejahren war dieses hohe Besiedlungsniveau jedoch nicht konstant. In 2002 sank die Individuendichte (59 Ind./m<sup>2</sup>) wieder auf den Wert von 1999; in 2003 war die Veränderung gegenüber dem Vorjahr eher gering und stieg leicht auf 78 Ind./m<sup>2</sup> an (Abb. 30A).

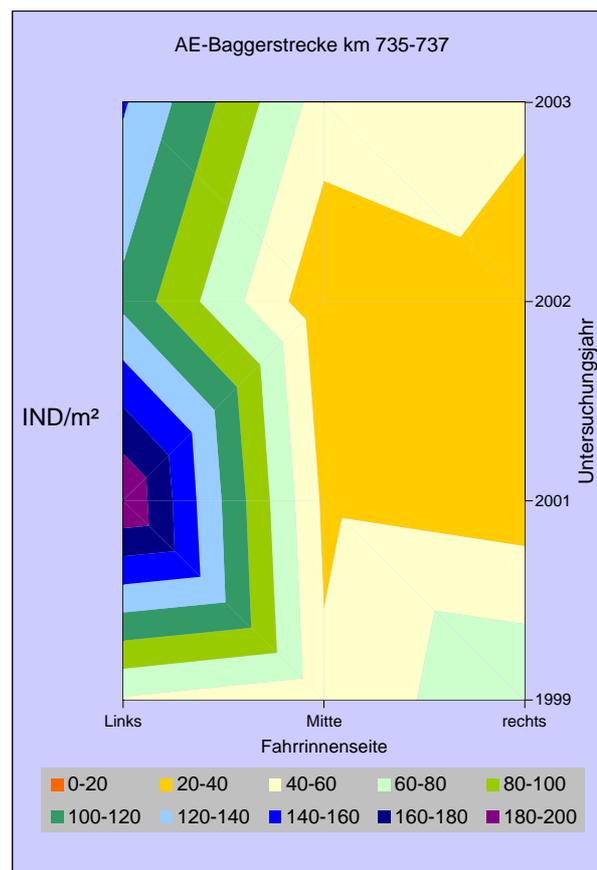
Die nördliche Referenz (MFN) wies eine im Vergleich zur Neubaustrecke deutlich geringere interannuelle Besiedlungsvariabilität auf. Der Ausgangswert von 33 Ind./m<sup>2</sup> veränderte sich in den Folgejahren kaum. Der höchste Wert wurde 2002 mit 42 Ind./m<sup>2</sup> und der geringste in 2003 mit 22,7 Ind./m<sup>2</sup> ermittelt. Die mittlere Besiedlungsdichte der Referenz lag während der gesamten bisheri-

gen Untersuchungszeit z.T. deutlich unter derjenigen, die im Bereich der Neubaustrecke ermittelt wurde. Dies gilt v.a. in 2001, dem ersten Untersuchungsjahr nach Abschluss der Vertiefungsarbeiten. Die südliche Referenz (MFS) war schon 1999 sehr spärlich besiedelt. In 2001 und 2002 waren die MFS-Stationen nahezu unbesiedelt (Abb. 30A). 2003 war aufgrund einer sehr wahrscheinlich zufällig erfassten hohen Balanidendichte (nicht in Abb. 30 mit dargestellt) im Hinblick auf die Besiedlungsdichte ein Sonderjahr.



**Abb. 30:** A: Entwicklung der mittleren MZB-Abundanz der 5 Quertransekte (jeweils  $N_{Stationen}=3$ ) in der Fahrrinne von km 730-740 von 1999 bis 2003, differenziert nach Teilbereichen: MFS=Bereich oberhalb der Neubaustrecke ( $N_{Stationen}=3$  bis 2002/ 1 in 2003), MBS= südl. Bereich der Neubaustrecke, MBM=mittlerer Bereich der Neubaustrecke, MBN=nördl. Bereich der Neubaustrecke; MFN= Bereich unterhalb (nördl.) der Neubaustrecke. MFS in 2003 ohne Balaniden dargestellt. B: Interannueller Vergleich (1999-2002) der MZB-Abundanz/Station, differenziert nach Teilbereichen (MB, MFN) sowie nach Lage der Stationen im Fahrinnenquerschnitt. L=linker Fahrinnenrand, M=Fahrinnenmitte, R= rechter Fahrinnenrand. Hyperbenthos nicht berücksichtigt. Stationen der Neubaustrecke rot umrandet.

Abb. 31 (fokussiert auf die Neubaustrecke) verdeutlichen die z.T. sehr unterschiedliche Besiedlung der Fahrrinnenzonen. Dieses betrifft insbesondere die Baggerstrecke; so unterscheidet sich die Fahrrinnenmitte (MB-M99) in 1999 von den Rändern durch eine geringere MZB-Abundanz; die Unterschiede zum rechten Fahrrinnenrand (MB-R99) sind als signifikant anzusehen ( $p < 0,05$  U-Test). In 2001 waren die Unterschiede noch deutlicher ausgeprägt, insbesondere ist der erhebliche Individuenzuwachs am linken Fahrrinnenrand (MB-L01) auffällig. Die MZB-Dichte war hier signifikant höher als an den beiden anderen Bereichen. Auch im interannuellen Vergleich sind die Unterschiede im Bereich der Baggerstrecke deutlich und z.T. rechnerisch signifikant (BIOCONSULT 2002). Während in 2002 und 2003 gegenüber 2001 weder in der Fahrrinnenmitte noch in Bereich des rechten Fahrrinnenrandes wesentliche Unterschiede zu verzeichnen waren, wies die linke Fahrrinnenseite mit etwa 115 Ind./m<sup>2</sup> (2002) und 140 Ind./m<sup>2</sup> (2003) gegenüber 439 Ind./m<sup>2</sup> (2001) wieder deutlich geringere Abundanzen auf. Zwei Aspekte blieben aber nach wie vor auffällig: zum einen die nach Abschluss der Vertiefungsarbeiten deutlich höhere Besiedlung des linken Fahrrinnenrandes, die unerwartet mit den in diesem Bereich höchsten Baggeraktivitäten korrespondiert und zum anderen die nach 1999 durchgängig höhere Besiedlungsdichte im Vergleich zu den Referenzstandorten.



**Abb. 31:** Abundanzverteilung im Bereich der Neubaustrecke über den Fahrrinnenquerschnitt (Stationswerte zusammengefasst).

Eine vergleichbare, aber weniger ausgeprägte Besiedlungsdynamik zeigt sich auch an MFN (Abb. 30B). Schon in 1999 waren z.T. deutliche Unterschiede vorhanden. So lag die Benthosdichte in der Fahrrinnenmitte signifikant höher als diejenige am linken Fahrrinnenrand ( $p < 0,1$  U-Test, vgl. BIOCONSULT 2002). Der interannuelle Vergleich veranschaulicht, dass die Fahrrinnenmitte (MB-M01) in 2001 mit ca. 22 Ind./m<sup>2</sup> gegenüber 1999 (38 Ind./m<sup>2</sup>) geringer besiedelt war. In 2002 erfolgte eine Zunahme der Individuendichte, die am rechten Fahrrinnenrand schwach, in der Fahrrinnenmitte ausgeprägt war. Im Bereich des linken Fahrrinnenrandes wurden aus quantitativer Sicht kaum Veränderungen sichtbar. In 2003 waren bei im Vergleich zum Vorjahr geringeren Abundanzen, gebietsinterne Besiedlungsunterschiede nicht vorhanden (Abb. 30B).

Trotz der auch im Referenzabschnitt dokumentierten gebietsinternen räumlichen und zeitlichen Besiedlungsvariabilität zeigen sich im Vergleich zur Neubaustrecke deutliche Unterschiede im Hinblick auf die Besiedlungsdynamik. Zum einen sind die interannuellen Veränderungen nach 1999 wesentlich geringer und zum anderen hebt sich im gebietsinternen Vergleich, anders als im Bereich der Neubaustrecke, keine Fahrrinnenseite im Hinblick auf die Benthosbesiedlung durchgängig gleichbleibend ab.

#### 4.4 Zusammenfassende Diskussion Fahrrinne km 730 - 740

Die einzelnen Teilbereiche unterschieden sich im Hinblick auf die Sedimentbeschaffenheit z.T. deutlich. Dies betrifft insbesondere die südliche Stationsgruppe in der Fahrrinne, deren Sedimente durch Grobsande geprägt wurden, während die Stationen der Baggerstrecke und die im nördlichen Fahrrinnenbereich gelegenen Stationen vorwiegend durch Feinsande oder durch Mittelsande dominiert wurden. Diese unterschiedlichen Rahmenbedingungen waren bereits 1999 vorhanden (s.u.), in 2002 und mit Abstrichen auch 2003 waren sie noch deutlicher ausgeprägt. Möglicherweise sind die Sedimentbedingungen ein Grund für die sehr geringe Besiedlung (Ausnahme 2003) der südlichen Stationsgruppe (s. Kap. 4.3.).

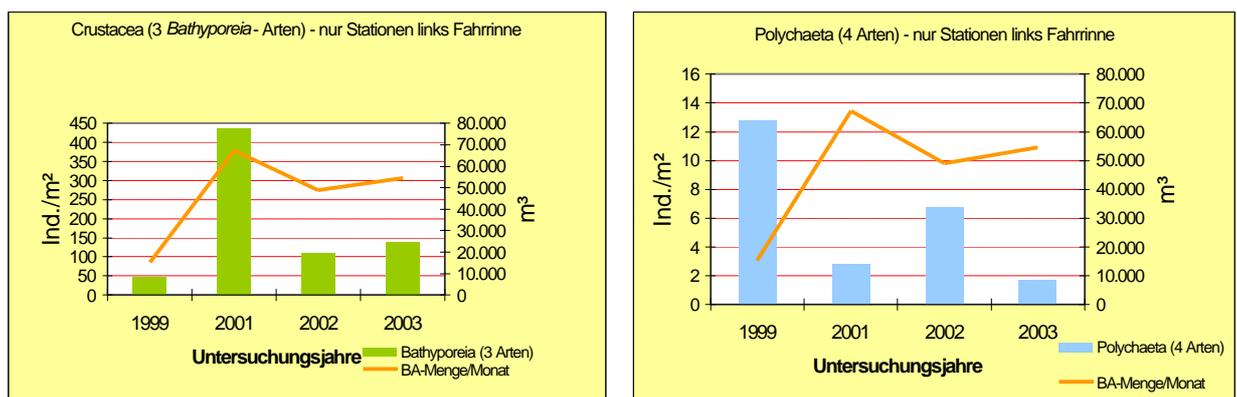
Der räumliche Vergleich mit den in 2003 erhobenen faunistischen Daten hat gezeigt, dass sich die einzelnen Teilbereiche hinsichtlich der Artenspektren bzw. der Besiedlungsstrukturen anders als in den Vorjahren deutlicher unterschieden. So dominierten zwar (mit Ausnahme der südlichen Stationsgruppe) überall Arten, die sandige Standorte bevorzugen oder bezüglich ihrer Sedimentansprüche indifferente Ansprüche haben, aber die Zusammensetzung der Benthosgemeinschaften unterschied sich, anders als in den Vorjahren, im Vergleich der Teilgebiete Neubaustrecke und nördliche Referenz deutlicher. Amphipoden waren wie auch in den Vorjahren im Bereich der Neubaustrecke dominant, während die Referenz (MFN) in 2003 von Polychaeten geprägt wurde. Weitere Unterschiede waren auf der quantitativen Ebene zu verzeichnen: sowohl bei der mittleren Artenzahl/Station als auch bezüglich der Individuendichte wies die Neubaustrecke insgesamt die höchsten Besiedlungskennwerte auf, mit Ausnahme der südlichen Referenzstation MFS29.

Der interannuelle Vergleich verdeutlicht, dass eine klare Veränderung der abiotischen Rahmenbedingungen (v.a. Wassertiefe, Sedimente) gegenüber 1999 eingetreten ist. Dies betrifft den südlich der Baggerstrecke gelegenen Bereich sowie die Baggerstrecke selbst. In diesen Bereichen erhöhte sich die mittlere Wassertiefe z.T. um bis zu 3 m, wobei diese Vertiefung in 2002 und 2003 im Referenzbereich-Süd wieder rückläufig war. Insgesamt war der südliche Fahrrinnenbereich einer hohen Veränderungsdynamik unterworfen.

Nach Abschluss der Vertiefungsarbeiten erfolgten im Bereich der Neubaustrecke und im nördlichen Fahrrinnenbereich dagegen weniger ausgeprägte Veränderungen.

Die Status-quo-Untersuchung in 1999 offenbarte bereits zu diesem Zeitpunkt Besiedlungsunterschiede zwischen den untersuchten Teilgebieten südliche und nördliche Referenz sowie der Neubaustrecke. Die südliche Referenz hatte im gesamten Verlauf der bisherigen Untersuchungen durchgängig eine Sonderstellung inne, die sich von 1999 bis 2002 durch eine extrem spärliche Besiedlung und in 2003 durch ein relativ hohes Individuenaufkommen von sehr wahrscheinlich zufällig erfassten Balaniden ausdrückte. Aus den genannten Gründen erschien sie als Vergleichsmaßstab ungeeignet, was nach 2002 insofern zu einer Modifikation des Untersuchungsdesigns führte, als dass 2 der 3 südlichen Stationen in den nördlichen Referenzbereich verlegt wurden. Anders als bei der südlichen Referenz war die Gemeinschaft der nördlichen Referenz ähnlich strukturiert wie diejenige der Neubaustrecke, wies aber 1999 geringere Kennwerte (Artenzahl, Abundanz) auf. In 2001 veränderte sich diese Ausgangssituation aufgrund einer deutlichen Abundanzzunahme im Bereich der Neubaustrecke, bei in etwa gleichbleibender Besiedlungsdichte im nördlichen Referenzbereich. Diese Unterschiede bleiben auch in 2002 und 2003 erhalten, trotz einer Abnahme der in 2001 sehr hohen Makrozoobenthos-Abundanzen im Bereich der Neubaustrecke.

Die räumlich differenzierte Betrachtung verschiedener Fahrrinnenzonen (links, Mitte, rechts) zeigt, anders als die zusammenfassende Betrachtung der Untersuchungsgebiete, eine stark ausgeprägte räumliche und zeitliche Besiedlungsvariabilität. So konnten z.T. signifikante Unterschiede innerhalb der Teilgebiete, v.a. innerhalb der Neubaustrecke ermittelt werden. Hier erfolgte insbesondere in 2001 gegenüber 1999 eine starke Abundanzzunahme verschiedener *Bathyporeia*-Arten, die allerdings fast ausschließlich die Stationen am linken Fahrrinnenrand betraf. Dieser Befund blieb auch 2002 und 2003 in etwas abgeschwächter Form erhalten.



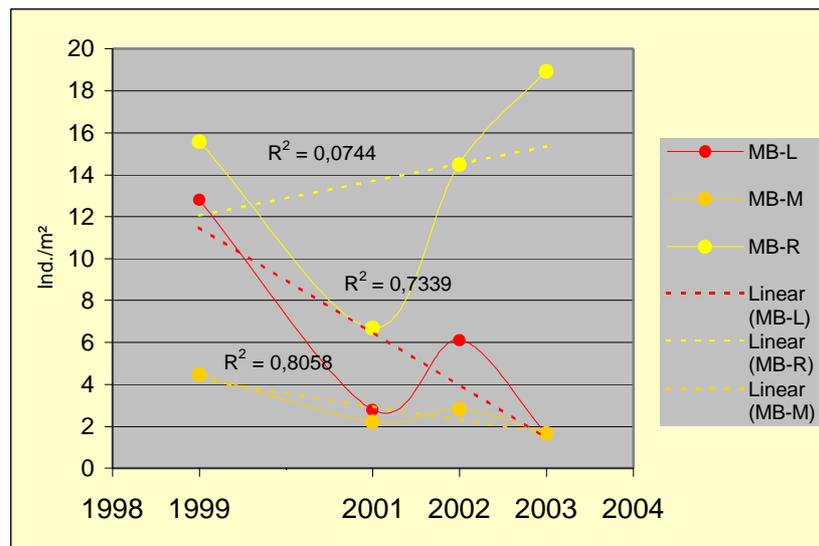
**Abb. 32:** Entwicklung der *Bathyporeia*- und Polychaeta-Abundanz von 1999-2003 und durchschnittliche Baggermengen/Monat bezogen auf den Zeitraum jeweils 17 Monate vor der Probenahme.

Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang die Tatsache, dass diese Entwicklung trotz der gerade im linken Fahrrinnenbereich (MB-L) sehr intensiven Baggerungen erfolgte (Abb. 32, linkes Bild). Die Art siedelt in der obersten Sedimentschicht der sandigen Gewässersohle, so dass wahrscheinlich ist, dass die Tiere durch Sedimententnahmen wohl weitgehend quantitativ entfernt

werden. Anzunehmen ist daher, dass auch im Bereich der Neubaustrecke unmittelbar nach den Baggerungen zunächst ein deutlicher Abundanzrückgang erfolgte, der im Rahmen der vorliegenden Untersuchung aber nicht dokumentiert wurde, vermutlich weil die Beprobungen im Mai 2001 während des bereits eingesetzten Wiederbesiedlungsprozesses erfolgten. *Bathyporeia*-Arten besitzen ein sehr hohes Wiederbesiedlungspotenzial, da sie zum einen sehr mobil sind und zum anderen auch eine hohe Reproduktionsrate und 2 Generationen im Jahr hervorbringen (FISH & FISH 1978, LADLE 1978). Nach den vorliegenden Ergebnissen erscheint es denkbar, dass bestimmte Arten, wie die vergleichsweise mobilen Amphipoda (v.a. *Bathyporeia*) durch Baggerungen in ihrer Entwicklung begünstigt werden. Ein solcher Zusammenhang wird durch die Befunde der Stationen der Fahrrinnen-Mitte (MB-M) und der am rechten Fahrrinnenrand (MB-R) und auch derjenigen des nördlichen Referenzbereiches unterstützt: hier wurde im interannuellen Vergleich bei deutlich geringerer Baggerintensität eine ebenfalls deutlich geringere Besiedlungsvarianz verzeichnet. Die Besiedlungsdichte der Fahrrinnenmitte war zwar von 1999 bis 2002 rückläufig, dieser Trend setzte sich aber nicht weiter fort. In 2003 entsprach die Besiedlungsdichte im Bereich der Neubaustrecke der Fahrrinnenmitte und des rechten Fahrrinnenrandes in etwa wieder dem Ausgangsniveau von 1999.

Anders als für die o.g. Amphipoda scheinen andere Spezies von den Baggerungen beeinträchtigt worden zu sein. Hierzu gehören z.B. verschiedene Polychaeta. Arten dieser Gruppe, deren Besiedlungsdichte im Bereich der Elbe-Fahrrinne zwar wohl generell niedrig ist, wurden im Bereich der Neubaustrecke aber von einem dennoch erkennbaren Rückgang im Zeitraum von 1999 bis 2003 gekennzeichnet. Insbesondere an den Stationen am linken Fahrrinnenrand (MB-L) war der Rückgang am deutlichsten (Abb. 32, rechtes Bild).

Die Fahrrinnenmitte wurde durch einen schwachen Rückgang gekennzeichnet, allerdings war dieser Fahrrinnenbereich schon 1999 kaum durch Polychaeten besiedelt. Der rechte, wenig bebaggerte Fahrrinnenrand (MB-R) wies die im gebietsinternen Vergleich höchsten Polychaeta-Anzahlen auf; ein ähnlicher Abnahmetrend wie an den Stationen der linken Fahrrinnenseite (MB-L) dokumentiert, wurde hier nicht verzeichnet (Abb. 33).



**Abb. 33:** Entwicklungstrends der Polychaeten-Abundanz im Bereich der Neubaustrecke (Außenelbe km 735 – 737) im Untersuchungszeitraum 1999 - 2003, differenziert nach Fahrrinnenseite. MB-L = linker Fahrrinnenrand, MB-R = rechter Fahrrinnenrand, MB-M = Fahrrinnenmitte.

Im Bereich der nördlichen Referenz wurde im Gegensatz zur Neubaustrecke eine Abnahme bzw. unterschiedliche Entwicklung der Polychaetaabundanz in Abhängigkeit der Fahrrinnenseite im bisherigen Untersuchungszeitraum von 1999 – 2003 nicht verzeichnet.

Die Ergebnisse veranschaulichen insgesamt, dass die untersuchte Baggerstrecke ca. drei Jahre nach den Neubauarbeiten nicht faunistisch verarmt ist. Sie ist sogar sowohl bezüglich der Anzahl der Taxa als auch hinsichtlich der Gesamt-Individuendichte im räumlichen Vergleich (Referenz) und im Vergleich zur Status-quo-Situation (1999) zumindest örtlich deutlich umfangreicher besiedelt als 1999, obwohl intensive Baggerungen durchgeführt wurden. Die Neubaustrecke unterlag schon vor der Status-quo-Beprobung Unterhaltungsbaggerungen. Diese Rahmenbedingungen erschweren die Bewertung der Ergebnisse, insgesamt bleibt die Situation auf der Basis der vorliegenden Daten unklar. Trotz der, anders als erwartet, wesentlich höheren Individuendichte der Zoobenthos-Gemeinschaft (v.a. Crustacea), die sowohl auf der Raumskala (Vergleich mit der Referenz) als auch auf der Zeitskala (interner Vergleich) im Bereich der Baggerstrecke erkennbar ist, könnte die interannuell sehr ausgeprägte Besiedlungsdynamik (starke Abundanzschwankungen) ein möglicher Hinweis auf Wirkungen der Vertiefungsmaßnahmen sein, da eine solche in diesem Maß im Referenzbereich nicht dokumentiert wurde. Zwei Gründe sind in diesem Zusammenhang zu betrachten: zum einen die Sedimentverschiebung zu höheren Feinsandanteilen bzw. Fein-Mittelsandanteilen als mögliche Folge der Vertiefungsarbeiten. Die dadurch entstehende höhere Attraktivität feinsandliebender Crustacea könnte für die dynamische Abundanzentwicklung im Bereich der Baggerstrecke verantwortlich sein. Zum zweiten ist nicht auszuschließen, dass nach der durch die Vertiefung hervorgerufenen Störungen eine Phase intensiver Wiederbesiedlung (insbesondere 2001) erfasst wurde, aus der (vermutlich) nur vorübergehend eine sehr individuenreiche Gemeinschaft resultiert. Eine solche Annahme wird durch die in 2002 und 2003 festgestellten, z.T. deutlichen Abundanzrückgänge gegenüber 2001 in der Tendenz unterstützt. Der Individuenrückgang wurde in der Neubaustrecke zwar nur örtlich registriert, erfolgte allerdings v.a. in einem Bereich der im bisherigen Untersuchungszeitraum den intensivsten Baggerungen (linker Fahrrinnenrand) unterlag.

Insofern lassen die Ergebnisse die Vermutung zu, dass die *Bathyporeia*-Arten besonders nach starken Störungen hohe Besiedlungsdichten entwickeln können; u.U. durch massive, kurzfristige Einwanderung aus den Seitenbereichen und/oder möglicherweise auch durch eine in diesen Bereichen besonders erfolgreiche Reproduktion, wenn die von den Arten bevorzugten Sedimentbedingungen (Fein-Mittelsande) erhalten bleiben. Untersuchungen haben gezeigt, dass Verschiebungen der Sedimentbedingungen sowohl in Richtung höherer Feinkornanteile, als auch umgekehrt in Richtung höherer Grobkornanteile zu Abundanzrückgängen der *Bathyporeia* geführt haben (FISH & FISH 1996, KHAYRALLAH & JONES 1980a).

Aufgrund der insgesamt eher geringen Besiedlungsdichte der Polychaeta sowohl im Neubaubereich als auch im Bereich der Referenz, lassen sich Hinweise auf Wirkungen der Vertiefungsarbeiten auf diese Organismengruppe nur eingeschränkt ableiten. Dennoch deuten sich auf der Basis der vorliegenden Daten örtliche Entwicklungen an, deren Zusammenhang mit den Baggerungen nicht auszuschließen ist. Dies ist v.a. die tendenzielle Abnahme der Besiedlungsdichte in stark bebaggerten Bereichen, während in weniger stark beeinflussten Bereichen (z.B. rechte Fahrrinnenseite der Neubaustrecke, nördliche Referenz) keine analogen Entwicklungen stattgefunden haben.

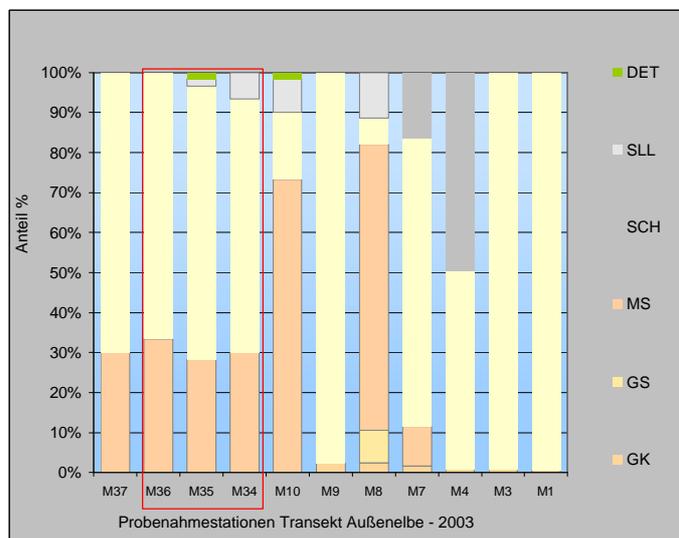
## 5. Ergebnisse Transekt km 736-Zehnerloch

Das Transekt umfasst insgesamt 11 Stationen im Bereich der Fahrrinne (in einem Abschnitt der Baggerstrecke) und der Klappstelle (aber außerhalb des eigentlichen Verklappungsbereichs) und repräsentiert damit bezüglich der abiotischen Rahmenbedingungen unterschiedliche Habitate.

### 5.1 Ergebnisse 2003

#### 5.1.1 Sedimente und Wassertiefen

Die Sedimente der Transekt-Stationen werden abhängig von ihrer Lage durch unterschiedliche Sedimente gekennzeichnet. Es lassen sich drei Stationsgruppen unterscheiden. So war die Fahrrinne inkl. einer westlich gelegenen Station in 2003 ganz überwiegend von Feinsanden (Anteil 60-70%) und z.T. auch von Mittelsanden und Schill (örtlich bis zu 20%) geprägt. Eine weitere Stationsgruppe (N=4) östlich der Fahrrinne in Richtung Zehnerloch gelegen, wurde zwar auch von Sanden geprägt, jedoch lag der Mittelsandanteil örtlich bis zu >70%. Schill hatte in diesem Bereich einen Anteil um 10%. Die dritte Stationsgruppe (N=3) im Bereich Zehnerloch wies neben Feinsanden auch schlickige Sedimente (lokal bis zu 50%) auf (Abb. 34).



**Abb. 34:** Sedimentzusammensetzung an den Transektstationen bei Elbe-km 736, Daten 2003. Rot eingerahmt: Stationen in der Fahrrinne (Neubaubereich). GK = Grobkies, GS = Grobsand, MS = Mittelsand, SCH = Schlick, SLL = Schill, Det = Detritus.

Das Transekt repräsentiert unterschiedliche Wassertiefen. Diese waren im Bereich der Fahrrinne und im östlich angrenzenden Bereich mit ca. 11 – 17 m [-SKN] am höchsten, während es in Richtung Zehnerloch deutlich flacher wurde: hier lag die Wassertiefe in 2001 zwischen 3,9–5 m [-SKN].

Die links der Fahrrinne positionierte Station (MT37) nahm mit ca. 9,2 m [-SKN] eine Mittelstellung ein.

## 5.1.2 Makrozoobenthos

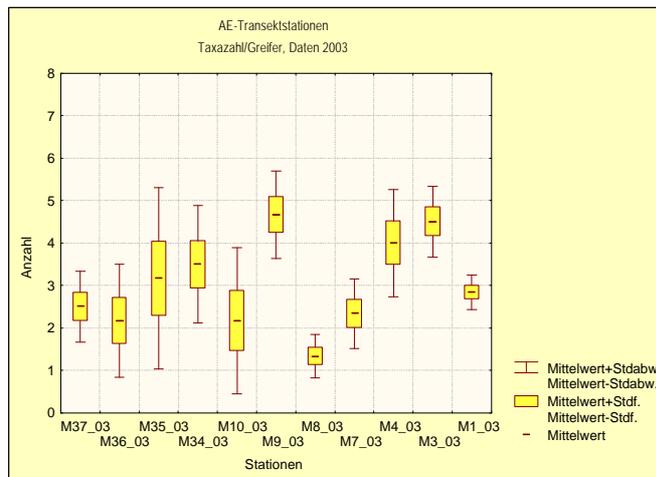
### Artenzahl und Dominanzstruktur

Insgesamt wurden auf dem Transekt 5 taxonomische Gruppen nachgewiesen (Nemertini, Bivalvia, Gastropoda, Polychaeta und Crustacea), die 20 verschiedenen Arten/Taxa (ohne spp. juv.) zugeordnet werden konnten (Tab. 10).

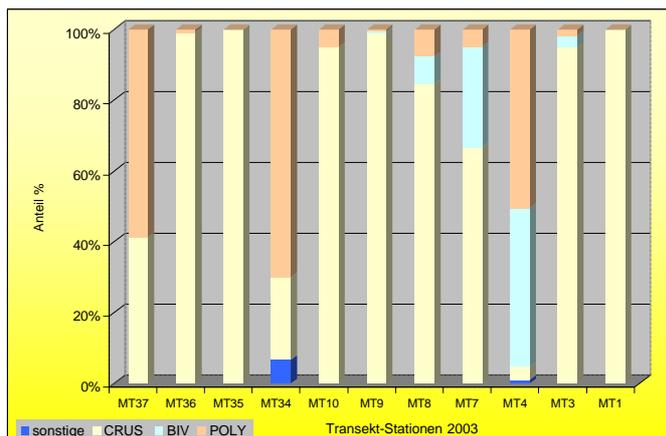
Die mittlere Taxazahl/Greifer lag zwischen 1,3 (MT7) und 4,7 (MT9). Der rechts von der Fahrrinne (Baggerstrecke MT34-36) befindliche Bereich, der durch die Stationen MT8 - MT10 repräsentiert wird, wies mit Ausnahme von MT9 im Vergleich die niedrigsten Artenzahlen/Greifer (<2,5 Taxa) auf. Ähnlich niedrige Werte wurden z.T. auch in der Fahrrinne (MT36) mit etwa 2,2 Taxa/Greifer dokumentiert. Höhere Taxazahlen konnten v.a. örtlich im Bereich des Zehnerlochs (MT3, MT4) ermittelt werden (Abb. 35).

**Tab. 10:** Transekt Fahrrinne –Zehnerloch bei Elbe-km 736. Artenspektrum und mittlere Individuendichte (Ind./m<sup>2</sup>), Untersuchung Mai 2003. \* = Arten bei den Abundanzvergleichen nicht berücksichtigt.

Taxagruppe	Taxa	MW
Biv	<i>Macoma balthica</i>	15,5
Gas	<i>Hydrobia ulvae</i>	0,2
Nem	Nemertini indet.	0,3
Poly	<i>Heteromastus filiformis</i>	4,7
Poly	<i>Magelona mirabilis</i>	5,8
Poly	<i>Marenzelleria</i> sp. (cf. <i>wireni</i> )	0,2
Poly	<i>Nephtys longosetosa</i>	0,2
Poly	<i>Nephtys cirrosa</i>	0,5
Poly	<i>Nephtys hombergii</i>	2,1
Poly	<i>Nephtys</i> spp. juv.	2,7
Crus	<i>Balanus crenatus</i>	0,2
Crus	<i>Bathyporeia elegans</i>	59,7
Crus	<i>Bathyporeia pelagica</i>	10,8
Crus	<i>Bathyporeia pilosa</i>	187,9
Crus	<i>Bathyporeia</i> spp. juv.	3,0
Crus	<i>Corophium arenarium</i>	0,2
Crus	<i>Gammarus salinus</i>	0,2
Crus	<i>Haustorius arenarius</i>	2,4
Crus	<i>Crangon crangon</i> *	x
Crus	<i>Gastrosaccus spinifer</i> *	x
Crus	<i>Neomysis integer</i> *	x
Crus	<i>Schistomysis kervillei</i> *	x



**Abb. 35:** Mittlere Taxazahlen der Transekt-Stationen aus Richtung links der Fahrrinne (MT37), Fahrrinne (MT36-34) und weiter in Richtung Zehnerloch (MT10-M1).



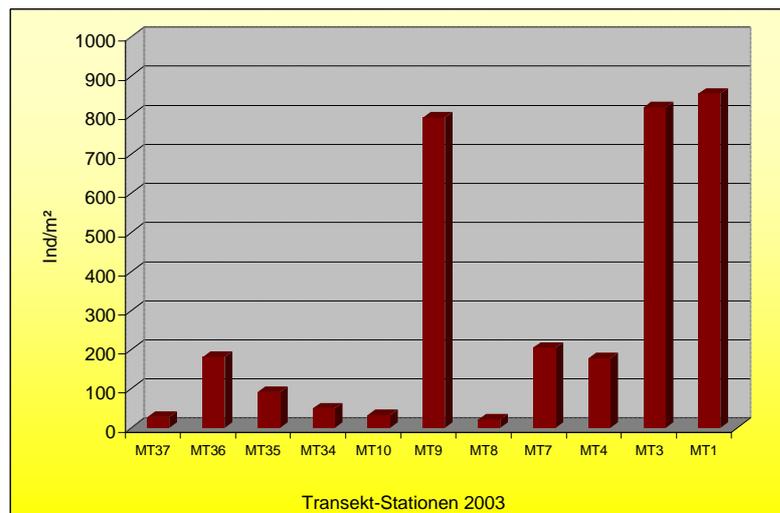
**Abb. 36:** Zusammensetzung der Benthosgemeinschaft/Station (Ind./m<sup>2</sup>) an den Transekt-Stationen bei km 736. Anordnung der Stationen entsprechend ihrer Lage vom linken Fahrinnenbereich (MT 37) bis zum Zehnerloch (MT 1). Hyperbenthos nicht berücksichtigt; Crus: Crustacea; Poly: Polychaeta; Biv: Bivalvia.

Die Benthosgemeinschaft wird in Abhängigkeit der Lage der Transektstationen von unterschiedlichen Taxagruppen dominiert. Die Besiedlung der Fahrrinne sowie deren angrenzende Stationen wurden überwiegend von Crustacea dominiert, örtlich hatten auch Polychaeta einen höheren Anteil. Dieses lag dann aber weniger an hohen Polychaeta-Abundanzen, sondern vielmehr an niedrigen Crustacea-Dichten. Der flachere Bereich in der Nähe des Zehnerlochs (MT1-MT4) wurde neben Crustacea lokal auch durch Polychaeta und Bivalvia geprägt (Abb. 36). Die z.T. unterschiedlichen Sedimentverhältnisse im Bereich des Zehnerlochs, mit örtlich höheren Schlickanteilen sind für die unterschiedlichen Besiedlungsstrukturen mitverantwortlich. Insbesondere MT4 mit Schlickanteilen von >50% war kaum durch die ansonsten dominierenden sandliebenden Amphipoden der Gattung *Bathyporeia* besiedelt. Die nahezu reinen Feinsandstationen MT3 und MT1 waren fast

ausschließlich durch Crustacea besiedelt. Deren Abundanzanteile lagen zwischen 90 und 100% (Abb. 36)

### Abundanzen

Höhere Individuenzahlen (>100 Ind./Station) wurden örtlich zum einen in der Fahrrinne (am rechten Rand, MT36) und zum anderen an den Stationen nahe des Zehnerlochs erfasst. Insbesondere die Stationen MT3 und MT1 sowie die rechts der Fahrrinne befindliche Station MT9 wiesen mit >700 Ind./m<sup>2</sup> erheblich höhere Abundanzen auf als die übrigen Transektstationen. Die hohen Werte sind ausschließlich auf die *Bathyporeia*-Arten *B. pilosa* und *B. elegans* zurückzuführen. Die neben den genannten Amphipoden ansonsten örtlich häufigeren Arten waren die Muschel *Macoma balthica* (MT7, MT4) sowie der Polychaet *Heteromastus filiformis* (MT4). Wie stark die räumliche Besiedlungsvarianz ausgeprägt sein kann, zeigt sich an der Besiedlung der Nachbarstationen von MT9; diese wiesen mit <50 Ind./m<sup>2</sup> eine etwa 20fach geringere Benthosdichte auf (Abb. 37). Diese deutlichen Unterschiede sind das Resultat der o.g. unterschiedlichen *Bathyporeia*-Abundanzen. Die geringe Besiedlungsdichte an den Stationen MT8 und MT10 hängt vermutlich auch mit den dort vergleichsweise niedrigen Feinsandanteilen zusammen (s. Kap. 5.1.1); feinsandige Standorte werden von *Bathyporeia* bevorzugt besiedelt.



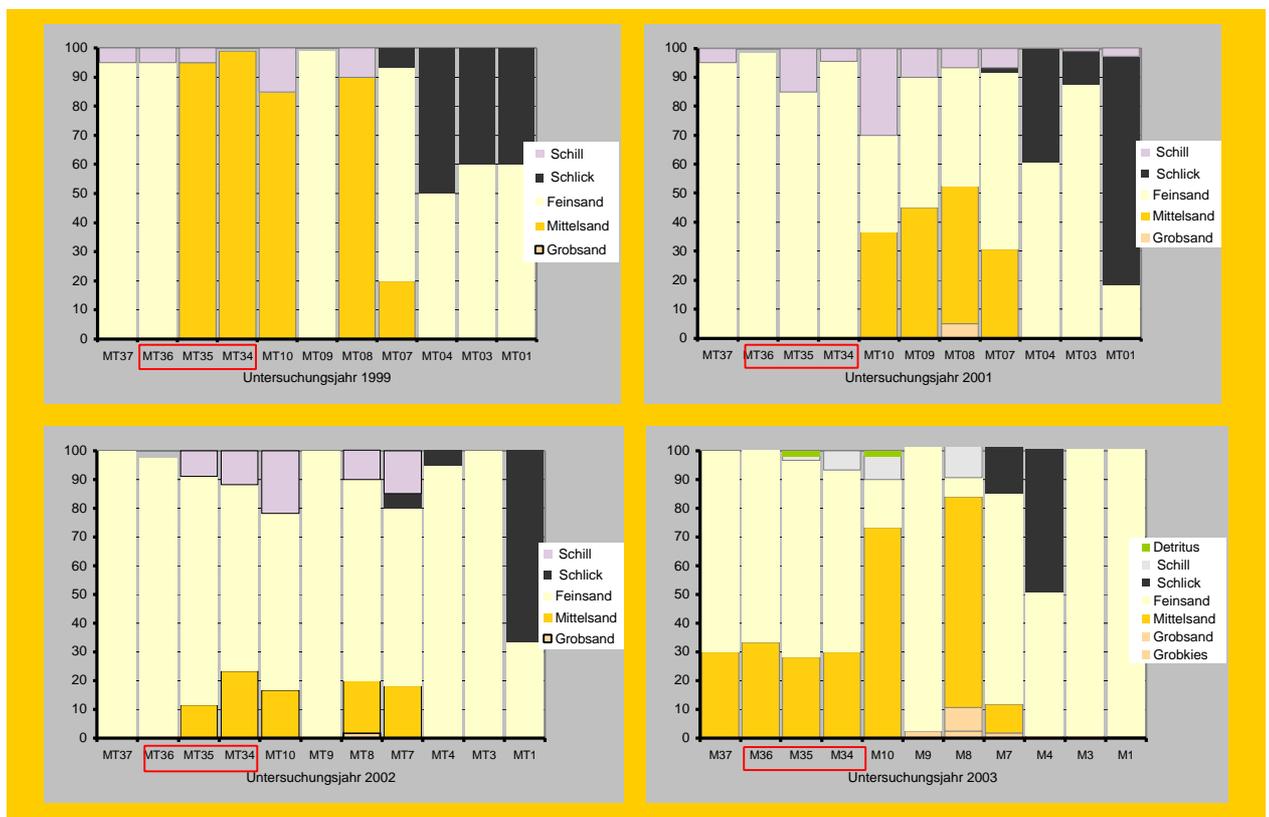
**Abb. 37:** Mittlere Individuendichte/Greifer (Ind./m<sup>2</sup>) an den Transekt-Stationen bei km 736. Anordnung der Stationen entsprechend ihrer Lage, gesehen vom linken Fahrinnenbereich (MT 37) bis zum Zehnerloch (MT 1). Hyperbenthos nicht berücksichtigt, Daten 2003.

## 5.2 Vergleich 1999 - 2003

Der zeitliche Vergleich umfasst die Darstellung möglicherweise veränderter abiotischer Rahmenbedingungen. Des Weiteren wird die Entwicklung der Artenzahl und Abundanz der Benthosgemeinschaft in 2003 mit der Situation der Vorjahre verglichen. Eine Analyse der Altersstruktur ausgewählter Arten ließ sich aufgrund der geringen Datenmenge nicht sinnvoll durchführen.

## 5.2.1 Sedimente und Wassertiefen

Der Vergleich 1999-2003 macht deutlich, dass sich die Sedimentbedingungen in einigen Bereichen verändert haben. Dieses betrifft v.a. die Sandfraktionen. Der in 1999 hohe Mittelsandanteil im Bereich der Fahrrinne, hat in den Folgejahren besonders in 2001 und 2002 zugunsten einer Erhöhung des Feinsandanteils deutlich abgenommen. Von den Veränderungen war dabei die Fahrinnenmitte (MT 35) sowie die rechte Fahrinnenseite (MT34) und der rechts angrenzende Bereich betroffen (MT10, MT 9, MT8). Nur geringe Unterschiede zu 1999 wurden in 2001 und 2002 auf der linken Fahrinnenseite (MT36) und dem angrenzenden Bereich (MT37) sowie an den Stationen im Bereich Zehnerloch verzeichnet. Eine mäßige Veränderung ergab sich allerdings in 2003 durch vorher nicht vorhandene Mittelsande (Abb. 38).

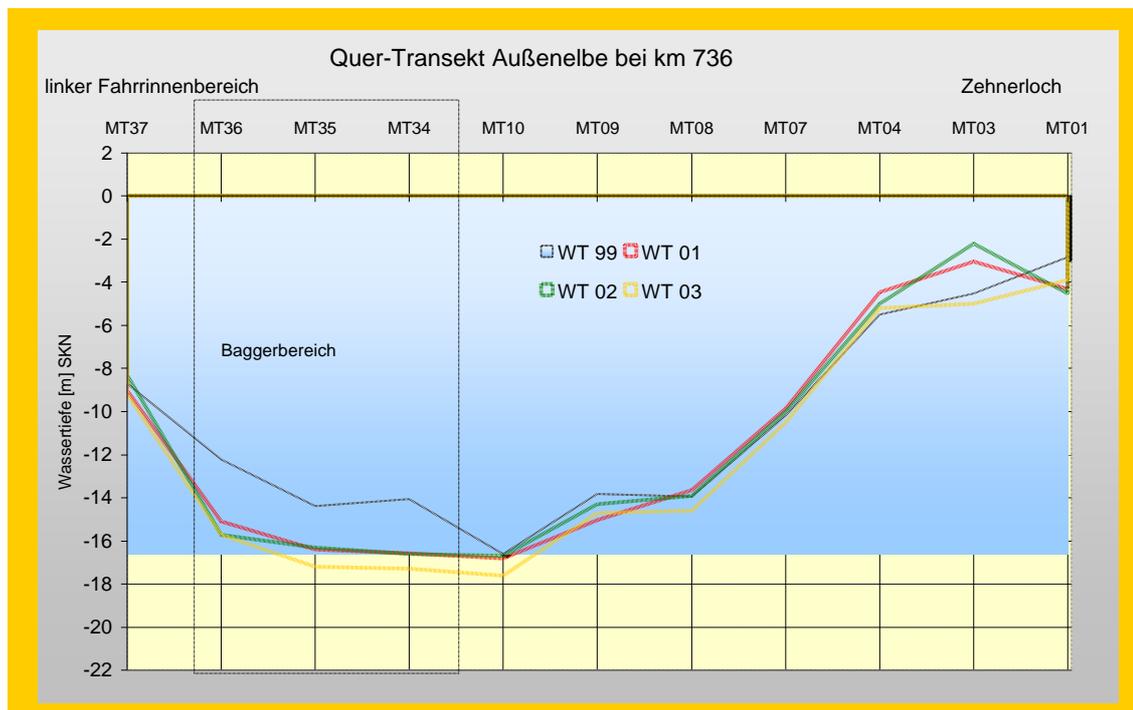


**Abb. 38:** Sedimentzusammensetzung in 1999 -2003 an den Transektstationen (positioniert von linksseitig der Fahrrinne (MT37) bis Zehnerloch (MT1) bei km 736 in der Außenelbe. Fahrrinne (Baggerbereich) rot eingerahmt.

Eine wesentliche Änderung der Sedimentverhältnisse gegenüber 2001 trat in 2002 nicht ein. Lediglich die Stationen MT9 und MT3 waren deutlicheren Veränderungen unterworfen. So wurde an Station MT9 in 2002 kein Mittelsand mehr erfasst, der in 2001 noch den größten Anteil an dieser Station ausmachte. Damit entsprachen die Sedimentbedingungen dort wieder denjenigen, die auch 1999 festgestellt wurden. Die Station MT03 wies, anders als in den Vorjahren, in 2002 keine Schlickanteile auf. Auch in 2001 war dieser im Vergleich zu 1999 schon deutlich zurückgegangen. In 2003 erhöhte sich der Mittelsandanteil an einigen Stationen wieder. Insbesondere gilt dies für die Fahrrinne (MT36 – MT34), wobei aber (wie auch 2001 und 2002) Feinsand weiterhin der prä-

gende Sedimenttyp blieb. Die deutlichsten Veränderungen wurden an Station MT8 verzeichnet. Diese wies 2002 eher einen geringen Mittelsandanteil auf, der in 2003 auf ca. 80% anstieg. Damit entsprachen die Verhältnisse dort wieder denjenigen der Ausgangssituation. Insgesamt waren die interannuellen Veränderungen nach 1999 aber überwiegend weniger deutlich.

Abb. 39 zeigt die Veränderung der Wassertiefen im Zeitraum 1999-2003. Es ist erkennbar, dass die Wassertiefen in 2001 erwartungsgemäß im Bereich der Fahrrinne bzw. der Neubaustrecke zugenommen haben. Die Vertiefung erreichte bis zu 2 m und reichte von etwa 14 m auf 16 m unter SKN. Auch rechtsseitig der Fahrrinne konnte örtlich (MT9) eine Vertiefung gegenüber 1999 festgestellt werden. Diese war jedoch mit etwa 1m geringer als im Fahrinnenbereich. Die Morphologie der anderen Transektbereiche änderte sich im Vergleich zu 1999 in nur geringem Maße. Anders als in der Fahrrinne wurde in 2001 im flachen Bereich des Zehnerlochs (MT 3, MT4) eine Aufhöhung um bis >1 m registriert, so dass die Tiefe in 2001 bei etwa 3 bzw. 4,5 m [-SKN] betrug. 1999 wurden in diesem Bereich ca. 4,5 bzw. 5,5 m [-SKN] ermittelt. In diesem Bereich setzte sich die Aufhöhungstendenz auch in 2002 örtlich fort, so dass an MT3 die Wassertiefe auf etwa 2 m [-SKN] weiter zurückging. Diese Entwicklung setzte sich in 2003 nicht weiter fort, sondern insbesondere an MT3 war die Wassertiefe im Vergleich zu 2001/02 wieder größer und entsprach der Tiefe (5 m – SKN), die in 1999 dokumentiert wurde. Im Bereich der Fahrrinne und auch rechts der Fahrrinne wurden in 2003 ebenfalls Vertiefungen festgestellt, diese waren aber weniger deutlich. Ansonsten änderte sich die Situation gegenüber 2001 nicht wesentlich (Abb. 39).



**Abb. 39:** Veränderung der Wassertiefen im Zeitraum 1999 – 2003 an den Transektstationen (positioniert von linksseitig – in Richtung stromab - der Fahrrinne (MT37) bis Zehnerloch (MT1) bei km 736 in der Außenelbe.

## 5.2.2 Makrozoobenthos

Insgesamt wurden 42 Taxa (ohne spp. juv.) im Transektbereich festgestellt. Die Taxazahlen der Untersuchungsjahre lagen zwischen 24 und 26. Lediglich 11 Taxa wurden in jedem Untersuchungsjahr nachgewiesen. Hierzu gehörten z.B. die Muschel *Macoma balthica*, einige Polychaeten wie *Heteromastus filiformis*, *Magelona mirabilis* oder verschiedene *Nephtys*-Arten. Die Crustacea waren durch verschiedene Amphipoden (v.a. *Bathyporeia*-Arten) stetig repräsentiert (Tab. 11). Einige Taxa konnten jeweils nur in einem Jahr nachgewiesen werden. Dabei handelt es sich überwiegend um solche Taxa, die in dem einen oder dem anderen Untersuchungsjahr auch im Hinblick auf ihre Besiedlungsdichte nur eine untergeordnete Rolle spielten. Aufgrund ihrer geringen Besiedlungsdichte war ihr Nachweis also einer großen Zufälligkeit unterworfen.

Die in 1999 dominierenden Arten (Dominanzwerte >3% bzw. >5%) zeigten im interannuellen Vergleich z.T. zwar erhebliche Abundanzänderungen (s.u.), sie waren aber in jedem Jahr mit ähnlichem Dominanzstatus vorhanden (Tab. 11).

**Tab. 11:** Makrozoobenthos-Gesamtartenspektrum der Transekt-Stationen (N=11) in der Außenelbe bei km 736; Untersuchungszeitpunkte April 1999 und Mai 2001/2002/2003. Gelb hervorgehoben t: Arten mit einem Dominanzanteil von >3% \* = Arten mit einem Dominanzanteil von >5%.

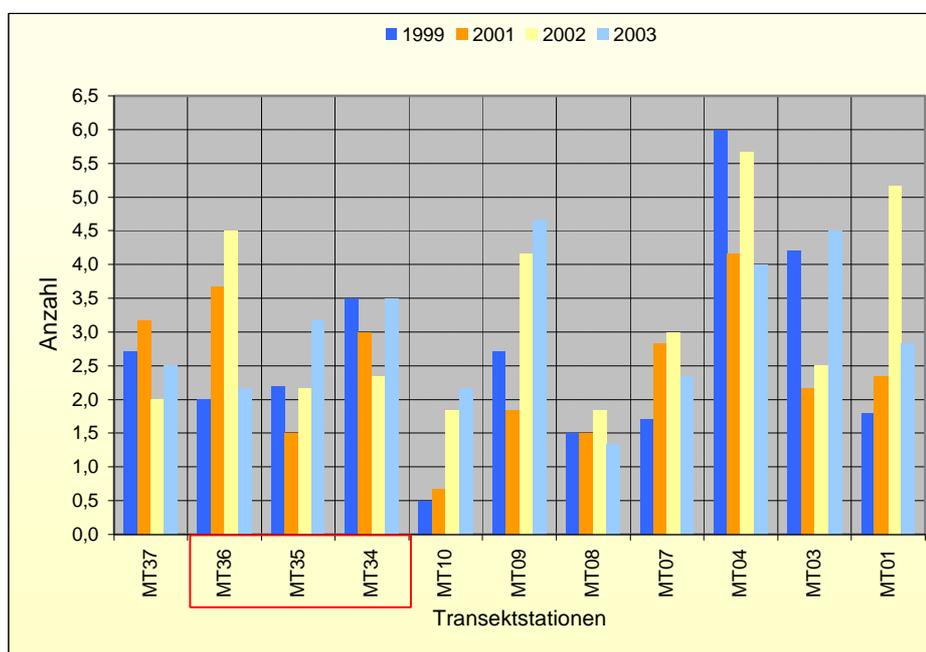
Makrozoobenthos	1999	2001	2002	2003
Hydrozoa				
Hartlaubella gelatinosa		x		
Hydrozoa indet.				x
Obelia bidentata				x
Anthozoa				
Actiniaria indet.		x		
Nemertini				
Nemertini indet.	x	x	x	x
Gastropoda				
Hydrobia ulvae				x
Bivalvia				
<i>Macoma balthica</i> inkl. juv	x	x*	x*	x*
<i>Petricola pholadiformis</i>	x			
Polychaeta				
<i>Arenicola marina</i>	x			
<i>Goniadella bobretzkii</i>	x	x		
<i>Eteone longa</i>	x	x		
<i>Hediste diversicolor</i>	x	x		
<i>Heteromastus filiformis</i>	x*	x	x*	x
<i>Lanice conchilega</i>			x	
<i>Magelona mirabilis</i>	x*	x	x	x
<i>Marenzelleria</i> spp.		x	x	x
<i>Neanthes succinea</i>	x		x	
<i>Neanthes virens</i>		x		
<i>Nephtys caeca</i>		x	x	
<i>Nephtys cirrosa</i>		x	x	x
<i>Nephtys hombergii</i> inkl. juv	x	x	x	x
<i>Nephtys longosetosa</i> inkl. juv	x	x	x	x
<i>Nephtys</i> sp. (inkl. juv)			x	x
Nereidae sp. (juv.)	x			
<i>Ophelia limacina</i>	x			
<i>Scolecopsis squamata</i>	x		x	
<i>Scoloplos armiger</i>	x		x	
<i>Spio martinensis</i>	x	x	x	
<i>Spiophanes bombyx</i>			x	

Makrozoobenthos	1999	2001	2002	2003
Crustacea				
<i>Balanus crenatus</i>	x	x		x
<i>Crangon crangon</i>			x	x
<i>Gastrosaccus spinifer</i>	x	x	x	x
<i>Neomysis integer</i>	x			x
<i>Praunus inermis</i>		x		
<i>Schistomysis kervillei</i>	x		x	x
<i>Bathyporeia elegans</i>	x	x*	x	x
<i>Bathyporeia guillamsoniana</i>			x	x
<i>Bathyporeia pelagica</i>	x	x*	x*	x*
<i>Bathyporeia pilosa</i>	x*	x*	x*	x*
<i>Bathyporeia sarsi</i>		x	x	x
<i>Bathyporeia</i> spp. juv.			x	x
<i>Corophium arenarium</i>				x
<i>Corophium volutator</i>		x		
<i>Gammarus salinus</i>		x	x	x
<i>Gammarus</i> spp.			x	x
<i>Haustorium arenarium</i> inkl. juv	x	x	x	x
Echinodermata				
<i>Ophiura albida</i>			x	
Bryozoa				
<i>Farella repens</i>				x
Anzahl Taxa /oh. Juv	25	26	28	24

### Artenzahl und Dominanzstruktur

Abb. 40 veranschaulicht die mittlere Taxazahl/Greifer für die Jahre 1999-2002. Das Ergebnis zeigt ein sehr heterogenes Bild. So nahm die Taxazahl in 2001 im Vergleich zu 1999 vor allem in der Fahrrinne (MT35 und MT34) und örtlich im Bereich des Zehnerlochs (MT4 und MT3) ab. In 2002 erhöhte sich gegenüber 2001 an fast allen Transekt-Stationen die mittlere Taxazahl/Greifer wieder. Gegen den Trend entwickelte sich die Station MT37 und MT34, die links von der Fahrrinne bzw. in der Fahrrinne positioniert waren. Auch in 2003 waren die Stationen z.T. von Zunahmen, z.T. von Abnahmen gegenüber 2002 gekennzeichnet. Mit Ausnahme der Station MT4 erreichte die mittlere Taxazahl/Greifer das Ausgangsniveau von 1999 oder lag darüber.



**Abb. 40:** Mittlere Taxazahl/Greifer an den Transektstationen (positioniert von linksseitig der Fahrrinne (MT37) bis Zehnerloch (MT1) bei km 736 in der Außenelbe von 1999-2003. Rot eingrahmt: Stationen im Bereich der Baggerstrecke.

Die Zusammensetzung des Benthos auf Phylaebebene veränderte sich im interannuellen Vergleich ebenfalls unterschiedlich deutlich (Abb. 41). Insbesondere im Bereich Zehnerloch (MT1-MT3) erfolgte in 2001 eine ausgeprägte Umstrukturierung der benthischen Gemeinschaft. Die Benthosgemeinschaft der Stationen MT1-MT7 wurde in 1999 im Wesentlichen von Polychaeta dominiert, wobei sowohl das umfangreichere Artenspektrum als auch die höhere Individuendichte von Wichtigkeit war; Crustacea spielten nur eine untergeordnete Rolle. Dieses Verhältnis verkehrte sich in 2001 ins Gegenteil. Der deutliche Rückgang der Polychaeta-Dichte wurde v.a. von der Bestandsdynamik der Arten *Heteromastus filiformis* und *Magelona mirabilis* beeinflusst. Beide Arten wiesen 1999 an den Stationen MT1-MT4 mittlere Abundanzen von 78 bzw. 40 Ind./m<sup>2</sup> auf. Dieses entsprach zusammen ca. 83% der Polychaeta-Gesamtdichte an diesen Stationen. Die Abundanz beider Polychaeta war mit 7 bzw. 0,6 Ind./m<sup>2</sup> in 2001 wesentlich geringer. Der Grund für diesen sehr deutlichen Rückgang bleibt allerdings unklar, da sich die Sedimentverhältnisse im Bereich Zehner-

loch gegenüber 1999 nur geringfügig veränderten. In 2002 nahm die Polychaeta- und insbesondere die Bivalvia-Anzahl wieder zu, so dass im Bereich Zehnerloch, anders als 2001, neben den Crustacea auch Polychaeta und Bivalvia die Gemeinschaft prägten (Abb. 41F). Zu diesem Ergebnis trugen die Polychaeta *Nephtys hombergii* und *H. filiformis* sowie die Muschel *Macoma balthica* aufgrund ihrer im Vergleich zum Vorjahr höheren Bestandsdichten bei. Eine erneute Veränderung zeigte sich in 2003 in diesem Bereich: die Crustacea dominierten ähnlich wie 2001 die Benthosgemeinschaft sehr deutlich, ihr Abundanzanteil lag an den Stationen MT1 – MT3 bei >90% (Abb. 41H). Das Ergebnis ist dabei z.T. auf den Individuenrückgang von Bivalvia und Polychaeta bei gleichzeitig höheren Crustacea-Anzahlen (MT1) sowie z.T. auch ausschließlich auf den starken Anstieg der Crustacea-Anzahlen zurückzuführen (MT3).

Anders als im Bereich Zehnerloch stieg der Anteil der Polychaeta in 2001 gegenüber 1999 an den insgesamt eher schwach besiedelten Stationen rechts der Fahrrinne MT7-MT10, allerdings nicht durch höhere Individuenzahlen, sondern aufgrund eines Rückgangs der Crustacea-Abundanz. Diese Situation veränderte sich in 2002 und 2003 wieder zugunsten der Crustacea (Abb. 41D-H), v.a. durch die im Vergleich zu 2001 höheren Individuenzahlen der Arten *B. elegans* und *B. pelagica*. Es ist aber in diesem Zusammenhang anzumerken, dass an eher gering besiedelten Stationen, wie z.B. MT8 oder MT10, schon eine geringe absolute Abundanzveränderung einen erheblichen Einfluss auf die Ausprägung der Dominanzstruktur haben kann, so dass deren Veränderungen möglicherweise überschätzt werden können.

Eine vergleichsweise geringe Veränderung der Zusammensetzung der Benthosgemeinschaft erfolgte im Bereich der Fahrrinne (MT34-MT36). Hier dominierten mit Ausnahme von MT34 (2003) sowohl 1999 als auch in den Folgejahren Crustacea die Benthosgemeinschaft. Innerhalb der Taxagruppe Crustacea veränderten sich die Dominanzverhältnisse allerdings deutlich. So erfolgte in den Jahren 2001 –2003 ein Rückgang der Abundanz von *Haustorius arenarius*, der 1999 dominanten Art. Diese reduzierte sich von 24 Ind./m<sup>2</sup> (1999) auf 3,3 Ind./m<sup>2</sup> (2002) bzw. 4,4 Ind./m<sup>2</sup> (2003), bei einem gleichzeitigen Abundanzanstieg von *Bathyporeia*-Arten von insgesamt 26 Ind./m<sup>2</sup> (1999) auf 124 Ind./m<sup>2</sup> (2001) bzw. 90 Ind./m<sup>2</sup> (2003). *B. pilosa* war in allen Jahren die häufigste *Bathyporeia*-Art.

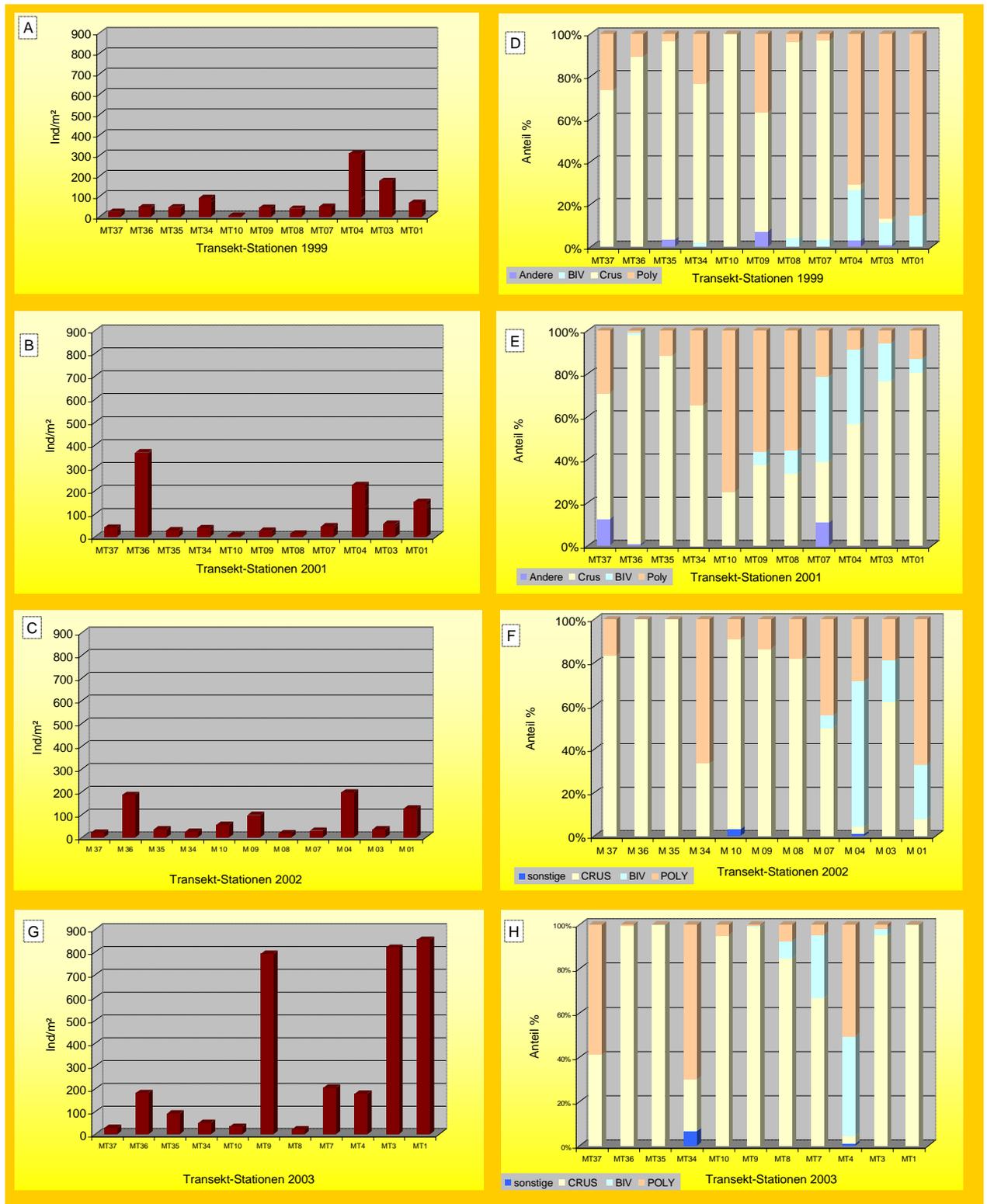


Abb. 41: Mittlere Individuendichten (A –C und G) und Dominanzstruktur (D-F und H) an den Transektstationen (positioniert von linksseitig der Fahrrinne (MT37) bis Zehnerloch (MT1) bei km 736 in der Außenelbe im Zeitraum von 1999 – 2003. Crus: Crustacea; Biv: Bivalvia; Poly: Polychaeta.

## Abundanzen

Mit wenigen Ausnahmen (MT36, MT3) änderte sich die mittlere Abundanz/Station an den einzelnen Stationen im interannuellen Vergleich bis 2002 vergleichsweise wenig (Abb. 41A-C). Die dokumentierten interannuellen Abundanz-Veränderungen erfolgten dabei sowohl in die eine als auch in die andere Richtung. So erhöhte sich z.B. die Dichte an MT36 (linke Fahrrinnenseite) in 2001/2002 gegenüber 1999 erheblich, während die Gesamtabundanz des Makrozoobenthos an MT3 kontinuierlich zurückging. In 2003 erfolgte örtlich (MT9, MT3, MT1) eine erhebliche Zunahme der Besiedlungsdichte, die durch die *Bathyporeia*-Arten hervorgerufen wurde (Abb. 41G). Möglicherweise steht diese starke Zunahme, um mehr als das 10fache, auch im Zusammenhang mit der Erhöhung der Feinsandanteile an den entsprechenden Stationen (s.o.).

## Gradientenanalyse

Um mögliche Beziehungen zwischen Besiedlungsstruktur und bekannten Umweltvariablen bzw. deren interannuelle Veränderungen entlang des Transektes zu identifizieren, ist exemplarisch eine Gradientenanalyse (Redundancy Analysis-RDA) durchgeführt worden, welche die Abundanzen (Stationsmittelwerte) sowie die Sedimentstrukturen der einzelnen Stationen miteinander verknüpft. Für die Analyse sind die 22 häufigsten Benthostaxa (Anteil >0,5% an der MZB-Gesamtabundanz, bezogen auf alle bisherigen Untersuchungsjahre) sowie die Sedimentdaten und die Wassertiefen berücksichtigt worden. Um sehr hohe Abundanzen einzelner Taxa geringer zu gewichten, wurden die Daten vor der Analyse einer Quadratwurzel-Transformation unterzogen. Die Analyse gibt Hinweise darauf, ob und welche Umweltvariablen für die Besiedlungsvarianz verantwortlich sind und ob auffällige interannuelle Veränderungen deutlich werden, die möglicherweise als ein Hinweis auf die Wirkungen der Vertiefungsarbeiten gewertet werden können. Das Ergebnis der RDA wird in einem Ordinationsdiagramm veranschaulicht. In der Ordination sind die Arten und auch die Umweltparameter als Pfeile dargestellt, die jeweiligen Transekt-Stationen werden als Punkte in das Koordinatensystem eingefügt (Abb. 42). Pfeile, die in eine ähnliche Richtung weisen, indizieren eine hohe Korrelation der jeweiligen Parameter. Kreuzen sich die Pfeile im Bereich eines 90° Winkels, so ist eine Korrelation sehr gering bzw. gar nicht vorhanden. Weisen die Pfeile in die entgegengesetzte Richtung, ist von einer negativen Korrelation auszugehen. Des Weiteren wird durch die jeweilige Länge der Pfeile die Bedeutung der jeweiligen Parameter signalisiert, d.h. je länger die Pfeile, je wahrscheinlicher ist die jeweilige Korrelation der Parameter. Die Lage der Stationsymbole gibt Auskunft darüber, von welchen Arten bzw. Umweltbedingungen die jeweilige Station bzw. das jeweilige Untersuchungsjahr charakterisiert ist.

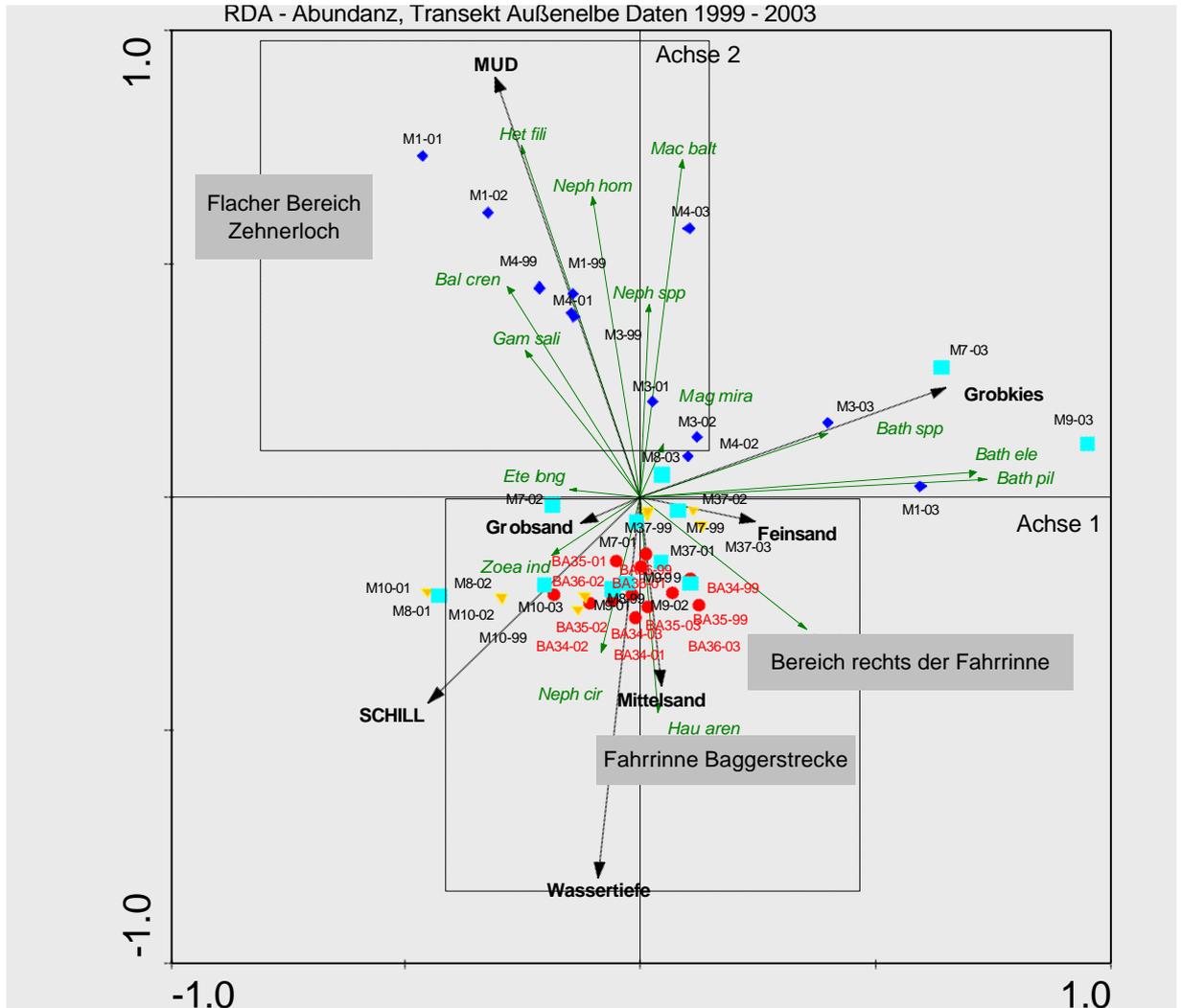


Abb. 42: Ordinationsdiagramm der Redundancy Analysis (RDA) der Transektstationen Fahrrinne (MT37) bis Zehnerloch (MT1) bei km 736 in der Außenelbe, Daten: 1999-2003. M<sub>n</sub>99=Untersuchungsjahr 1999, M<sub>n</sub>01=Untersuchungsjahr 2001, M<sub>n</sub>02=Untersuchungsjahr 2002. M<sub>n</sub>03=Untersuchungsjahr 2003. Rot = Stationen in der Neubaustrecke, hellblaue Quadrate = Stationen rechts der Neubaustrecke, dunkelblaue Rauten = Stationen im Bereich Zehner Loch. BA = Baggerstrecke

**** Summary ****					
Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues :	0.332	0.129	0.017	0.007	1.000
Species-environment correlations :	0.748	0.861	0.707	0.484	
Cumulative percentage variance					
of species data :	33.2	46.0	47.8	48.4	
of species-environment relation:	67.4	93.5	97.0	98.4	
Sum of all eigenvalues					1.000
Sum of all canonical eigenvalues					0.492
**** Summary of Monte Carlo test ****					
Test of significance of first canonical axis: eigenvalue = 0.332					
F-ratio = 17.854					
P-value = 0.0020					
Test of significance of all canonical axes : Trace = 0.492					
F-ratio = 4.983					
P-value = 0.0020					

Die Ordination, die auf den Daten der Jahre 1999, 2001, 2002 und 2003 basiert, zeigt eine mehr oder weniger deutliche Trennung von 2 Gruppen (Abb. 42, Kästen). Eine Gruppe von Arten und Stationen (Flacher Bereich) gruppiert sich entlang der 2. Achse oberhalb der 1. Hauptachse; signifikant bedeutsame Umweltvariable ist hier der Sedimenttyp Schlick ( $p < 0,01$ ). Die Korrelation der Arten-Umweltbeziehung beträgt in diesem Fall 0,86, wobei durch die ersten beiden Achsen die Besiedlungsvarianz zu etwa 46%, die der Arten-Umweltbeziehung zu 93,5% gut erklärt wird (Abb. 42, s. Summary *species environment relation*). Zu dieser Gruppe gehören ausschließlich die in flacheren Wassertiefen positionierten Stationen (M1-M4) im Bereich des Zehnerlochs. Diese Stationen wurden von Polychaeta (v.a. *Heteromastus filiformis*, *Nephtys hombergii*) und Bivalvia (*Macoma balthica*) geprägt, die die schlickigen Sedimente im Bereich Zehnerloch bevorzugen. Der Amphipode *Gammarus salinus* ordnet sich dieser Gruppe zu, da er zum einen in 2001 sein Abundanzmaximum an der dieser Gruppe zugehörigen Station M1-01 aufwies und zum anderen an den übrigen Stationen nicht oder nur in geringer Anzahl erfasst wurde. Trotz der insgesamt interannuellen Variabilität der Besiedlungsdichten, insbesondere derjenigen der Polychaeta, gruppieren sich alle Untersuchungsjahre der Stationen M1-M4 (1999-2003) zueinander, so dass eine klare Trennung von den anderen Transektstationen deutlich wird. Die räumlichen und interannuellen Unterschiede innerhalb dieser Gruppe werden von den im Vergleich größeren Unterschieden zu den anderen Transektstationen überlagert. Außerhalb dieser Stationsgruppe ordnen sich entlang der 1. Achse einzelne Stationen des Jahrgangs 2003 an. Zu diesen gehört u.a. auch die Station M3-03, die sich anders als in den Vorjahren in 2003 durch sehr hohe *Bathyporeia*-Anzahlen auszeichnet und sich deshalb von der Hauptgruppe ‚Flacher Bereich Zehnerloch‘ trennt.

Die zweite unterhalb der 1. Achse befindliche Gruppe, in der sich die meisten Jahrgänge der BA-Stationen sowie Stationen die rechts und links der Fahrrinne liegen, anordnen, wird in erster Linie von Crustacea-Arten, hier v.a. von *Haustorius arenarius* und *Bathyporeia*-Arten geprägt; Polychaeta wie auch Bivalvia spielen in dieser Gruppe nur eine untergeordnete bzw. keine Rolle. Lediglich der Polychaet *Nephtys cirrosa* ordnet sich dieser Gruppe zu. Bedeutsame Umweltvariablen sind hier Schill ( $p < 0,01$ ) und die Wassertiefe, deren Einfluss aber nicht signifikant war.

Die Ergebnisse zeigen, dass Unterschiede auf der Raumskala gegenüber denen auf der Zeitskala überwiegen. So ordnen sich über alle Jahre die flacheren von feinkörnigeren Sedimenten geprägten Stationen aufgrund der umfangreicheren Vorkommen von Polychaeta und Bivalvia zu einer mehr oder weniger deutlich abgrenzbaren Gruppe, trotz der auch an diesen Stationen festgestellten interannuellen Besiedlungsunterschiede. Diese werden aufgrund der größeren räumlichen Unterschiede zur zweiten Gruppe, die die tieferen fein-mittelsandigen Crustacea-dominierten Standorte umfasst, in der Ordination nicht erkennbar. Lediglich in 2003 werden die räumlichen Unterschiede z.T. durch zeitliche überlagert. Dies betrifft sowohl einzelne Stationen der ersten Stationsgruppe (M3, M1) als auch tiefere Stationen (M9, M7) der zweiten Stationsgruppe und ist auf die in 2003 erheblich höheren *Bathyporeia*-Abundanzen an diesen Stationen zurückzuführen. In der Ordination wird das Ergebnis dadurch verdeutlicht, dass sich die genannten Stationen außerhalb beider Hauptgruppen in Richtung der Arten-Abundanz-Pfeile der *Bathyporeia*-Arten entlang der 1. Achse anordnen.

### 5.3 Zusammenfassung Transekt bei km 736

Die Besiedlung der Transektstationen ist erwartungsgemäß heterogen. So hob sich der Bereich Zehnerloch aufgrund der Sedimentstruktur und einer anderen Gemeinschaftsstruktur von den übrigen Transektstationen relativ deutlich ab. Diese Eigenständigkeit blieb trotz der hohen interannuellen Varianz der Benthosgemeinschaften im bisherigen Untersuchungszeitraum weitgehend erhalten. Alle übrigen Transekt-Stationen weisen in der Gradientenanalyse eine insgesamt unscharfe räumliche und auch zeitliche Trennung voneinander auf. Dies ist u.a. auf die hohe Besiedlungsvarianz der Crustacea zurückzuführen, die an den einzelnen Stationen nicht gleichsinnig verlief. So nahm z.B. deren Abundanz im interannuellen Vergleich an einigen Stationen ab, während sie an anderen Stationen z.T. deutlich zunahm. Diese faunistische Entwicklung steht u.a. in Zusammenhang mit der Veränderung der Sedimentverhältnisse an verschiedenen Stationen, insbesondere an denjenigen, die im Bereich der Baggerstrecke positioniert waren. So verringerte sich an manchen BA-Stationen der Mittelsandanteil zu Gunsten des Feinsandanteils, so dass gerade Feinsandarten der Taxongruppe *Bathyporeia* begünstigt wurden, wie dies v.a. die Entwicklung im Bereich der Baggerstrecke von 1999 auf 2001 mit der erheblichen Zunahme der *Bathyporeia*-Dichte bei ebenfalls starker Zunahme des Feinsandanteils verdeutlichte.

Aufgrund der insgesamt sehr ausgeprägten, räumlichen und zeitlichen Veränderlichkeit der Benthosbesiedlung im Bereich des Transektes, die sich auf Basis aller durchgeführten Analysen in ähnlicher Weise zeigt, werden Wirkungen der Ausbaumaßnahmen auf das Zoobenthos auf der Basis des vorliegenden Datensatzes nicht offensichtlich.

## 6. Vergleich mit den Daten der UVU Elbe von 1997

Die im Rahmen der vorliegenden Beweissicherung untersuchten Teilgebiete (Klappstelle, Neubaustrecke, Transekt) lagen im Bereich der Außenelbe bei km 732-740. Dies entspricht dem in der UVU Elbe zur Zonierung des Makrozoobenthos eingeteilten Elbe-Kilometerabschnitt VII. Im Rahmen der UVU erfolgte eine Bewertung der Makrozoobenthosgemeinschaft differenziert nach Flussabschnitten. Bewertungsrelevante Parameter waren dabei v.a. die Artenzahl, ökologische Funktionen und Wiederherstellbarkeit. Es ist anzumerken, dass das im MATERIALBAND VII (1997) aufgeführte Artenspektrum, nur zu einem geringen Teil auf den im Rahmen der UVU durchgeführten Untersuchungen basiert, sondern weitgehend auch auf z.T. relativ weit zurückliegenden Literaturangaben. D.h. die UVU-Bewertung schließt auch die Ergebnisse aus Untersuchungen ab etwa 1980 ein. Das für die Elbe aus UVU-Untersuchungen und Literaturangaben zusammengestellte potenzielle Artenspektrum wurde im Rahmen der UVU-Methodik klassifiziert in ‚eurytope Arten‘, ‚Echte Brackwasserarten‘ sowie ‚historisch bedeutsame Arten‘. Für den Parameter ‚Artenspektrum‘ erfolgte beispielsweise eine Bewertung unter Berücksichtigung der Artenzahl und des Anteils der o.g. unterschiedlich wertgebenden Arten, wobei sich die Bewertung räumlich auf die Gesamtfläche zwischen den festgelegten Abschnittsgrenzen bezieht. Ergebnisse aus unterschiedlich besiedelten Habitaten (Weichboden, Hartsubstrat, Eulitoral, Sublitoral) wurden zur ‚Besiedlung der Außenelbe des Abschnitts VII‘ zusammengefasst (vgl. MATERIALBAND VII 1997). Eine räumliche Differenzierung der UVU-Bewertung im Hinblick auf unterschiedliche Habitats, die z.T. durch deutlich unterschiedliche Benthos-Gemeinschaften charakterisiert sind, wurde durch das in der UVU verwandte Bewertungsmodell nicht geleistet (MATERIALBAND VII, S. 351).

Auch die im Rahmen der UVU durchgeführten Benthos-Untersuchungen sind insofern nur eingeschränkt mit den vorliegenden zu vergleichen, da zum einen andere Bereiche und zum anderen mit einer abweichenden Methodik untersucht wurde. So erfolgten die Untersuchungen im Rahmen der Beweissicherung mit einem Van-Veen-Greifer mit einer Flächengröße von 0,1 m<sup>2</sup>, die Sedimententnahme liegt je nach Sediment etwa zwischen 10 – 20 cm, der gesamte Greiferinhalt wurde ausgewertet. Im Rahmen der UVU wurde ein wesentlich größerer Greifer (0,4 m<sup>2</sup>) mit einer entsprechend größeren Grabtiefe verwandt. Ausgewertet wurden dann aus dem Greiferinhalt entnommene Unterproben (Stechrohre, Durchmesser ca. 5 cm), der Rest wurde Vorort auf Vorkommen größerer Organismen in Augenschein genommen.

Ein Vergleich der UVU-Ergebnisse mit den vorliegenden kann aufgrund der erfassungsmethodischen Unterschiede daher nur von eingeschränkter Aussagekraft sein.

### 6.1 Artenspektrum

In der aktuellen Untersuchung wurde ein Artenspektrum gefunden, das zum Großteil auch in der UVU Elbe (MATERIALBAND VII 1997) für die entsprechenden Flussabschnitte angegeben wurde. Allerdings sind die Artenanzahlen verschiedener Taxagruppen im Vergleich zur potenziellen Artenliste der UVU aufgrund der oben genannten Aspekte z.T. deutlich geringer. Die Ergebnisse werden im Folgenden differenziert nach taxonomischen Gruppen kurz dargestellt.

**Foraminifera** und Diatomeen, die nicht zum Makrozoobenthos zählen, traten im April 1999 in der Außen- und Unterelbe in den Proben auf. In der UVU wurden sie ebenfalls in den Stromabschnitten VI und VII nachgewiesen. Foraminiferen sind nicht Gegenstand der Beweissicherungsmaßnahmen zum Makrozoobenthos.

**Hydrozoa** waren in der Außenelbe mit verschiedenen Taxa vertreten. In der UVU wurden insgesamt 5 Taxa benannt, von denen 3 in der vorliegenden Untersuchung nachgewiesen wurden. Hervorzuheben ist das gefährdete Seemoss (*Sertularia cupressina*), das aktuell auch in 2003 im Referenzgebiet K733 nachgewiesen wurde. Aufwuchsorganismen zu denen alle Hydrozoa wie auch *Hartlaubella* sp. und *Obelia* sp. zählen, konnten in der vorliegenden Untersuchung, in der ausschließlich Weichbodenstandorte untersucht wurden, nur sporadisch nachgewiesen werden. Hydrozoa sind typische Hartsubstratbewohner und besiedeln z.B. als Aufwuchs Miesmuscheln. Besonders in der Außenelbe sind sie wie in der UVU dokumentiert, auf solchen Hartsubstraten präsent. Das Artenspektrum der UVU wird durch die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung durch zwei Arten (*Hartlaubella gelatinosa*, *Obelia bidentata*) ergänzt, die 1997 nicht benannt wurden.

**Anthozoa** sind in der UVU mit 6 Arten angegeben. Die meisten dieser Arten sind dort als historisch bedeutsam klassifiziert bzw. auch auf der Roten Liste (RACHOR et al. 1995) aufgeführt (z.B. *Metridium senile* oder *Urticina felina*). Keine dieser Arten wurde im Rahmen der vorliegenden Untersuchung zur Beweissicherung erfasst. Lediglich 2 Anthozoa-Taxa sind in sehr geringer Zahl als Zufallsfunde nachgewiesen worden. Als typische Hartsubstratbesiedler waren sie allerdings an den in der vorliegenden Untersuchung beprobten Stationen als ständiges Fauneninventar auch nicht zu erwarten.

**Turbellaria, Nematoda** und **Rotatoria** wurden sowohl in der UVU Elbe als auch im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen nachgewiesen. Die drei genannten taxonomischen Gruppen zählen nicht zum Makrozoobenthos, sondern zum Meiobenthos und sind daher nicht Gegenstand der Beweissicherungsmaßnahmen. Laut UVU sind diese Taxa nicht Zielsetzung der Untersuchung und für die Bestandsanalyse peripher (UVU Elbe, MATERIALBAND VII, S. 103).

**Nemertini** wurden in Einzelexemplaren in den aktuellen Untersuchungen auf verschiedenen Stationen in der Außenelbe nachgewiesen. Auch in der UVU Elbe wurde diese Gruppe nachgewiesen, die jedoch taxonomisch nicht auf Artniveau aufgeschlüsselt wurde.

Das im Rahmen der Beweissicherung nachgewiesene Artenspektrum der **Bivalvia** wich mit 5 Arten deutlich vom potenziellen Artenspektrum (17) der UVU ab. Im Verlauf der Untersuchungen von 1999 – 2003 konnten die Tellmuschel *Macoma balthica*, Miesmuschel *Mytilus edulis* (nur Juvenile), *Corbula gibba*, Herzmuschel *Cerastoderma edule* sowie *Petricola pholadiformis* erfasst werden. Von diesen war aber lediglich *M. balthica* (Abb. 43) in jedem Untersuchungs-jahr (im Untersuchungsgebiet K733) präsent und gehörte örtlich auch zu den dominanten Arten. Alle übrigen Arten wurden nur sporadisch in wenigen Exemplaren nachgewiesen. Die Fahrinne, insbesondere die Neubaustrecke war kaum durch Muscheln besiedelt. Keine Art wurde über den bisherigen Untersuchungszeitraum stetig nachgewiesen. In der Außenelbe (Abschnitt VII vgl. MATERIALBAND VII 1997) sind insgesamt 17 Muschelarten angegeben, die in diesem Elbabschnitt potenziell vorkommen. Der letzte Nachweis einiger Arten liegt allerdings z.T. schon länger zurück. Die Mitte der 90er im Rahmen der UVU durchgeführten Untersuchungen ergaben ebenfalls nur den Nachweis einiger der 17 möglichen Muschelarten. Hierzu gehörten die Scheidenmuschel *Ensis americanus*, Bohrmu-

schel *Barnea candida*, Sägezähnen *Donax vittatus* und Sandklaffmuschel *Mya arenaria / truncata*. Diese Arten wurden aktuell im Rahmen der Beweissicherung nicht erfasst, was möglicherweise auf die vergleichsweise geringe Eindringtiefe des 0,1 m<sup>2</sup>-Greifers zurückzuführen ist, der tief im Sediment lebende Arten nur unzureichend erfasst. In der UVU wurde dagegen ein 0,4 m<sup>2</sup>-Greifer eingesetzt. Da im Rahmen der vorliegenden Studie die Probenahme in Fahrrinne, auf dem Transekt und auf der Klappstelle erfolgte, sind zudem vermutlich die bevorzugten Lebensräume der o.g. Muschelarten (z.B. Kleibänke für *Barnea candida*) ohnehin nicht vertreten. Dies kann den Nichtnachweis der Arten bedingt haben; ein Zusammenhang mit den Vertiefungsarbeiten bzw. Verklappungen ist nicht wahrscheinlich, da die Arten auch in den von den Eingriffen nicht direkt betroffenen Teilgebieten (Referenzen) nicht erfasst wurden. Es ist davon auszugehen, dass die in der UVU Elbe nachgewiesenen Bivalvia zum Fauneninventar der Elbe gehören und die Arten in den entsprechenden Lebensräumen auch aktuell vorkommen können.



Abb. 43: *Macoma balthica* (Bivalvia)

Aus der Gruppe der **Gastropoda** konnten im Rahmen der Beweissicherung in der Außenelbe lediglich 2 Arten (*Hydrobia ulvae* und *Eubranhia* sp.) erfasst werden. Beide kamen aber nicht stetig und in nur geringer Dichte vor. In der UVU sind insgesamt 14 Gastropoda als mögliches Fauneninventar der Außenelbe aufgeführt. Die meisten der Arten bevorzugten andere Habitate als die in der Beweissicherung beprobt; die großen Diskrepanzen zwischen den aktuellen Ergebnissen und der potenziellen Artenliste der UVU lassen sich zum größten Teil auf diesen Aspekt zurückführen. So besiedelt z.B. die Strandschnecke *Littorina littorea* bevorzugt Buhnen und andere Hartsubstrate. Auch die Arten *Retusa obtusata* und *Lunatia* sp. sowie die Nacktschnecke *Tergipes tergipes* bevorzugten mehr oder weniger Hartsubstrate, die in der vorliegenden Untersuchung nicht beprobt wurden. Mit *Eubranhia* sp. ist aktuell ein Taxon nachgewiesen worden, das in der UVU nicht benannt wurde.

**Polychaeta** sind mit einer Vielzahl an Arten in der Außenelbe vertreten. Die Übereinstimmung mit dem Artenspektrum der UVU Elbe ist allerdings eher mäßig. Insgesamt ist die Zahl der Arten hoch, die lediglich einmalig nachgewiesen wurden und damit zwangsläufig in der jeweils anderen Untersuchung fehlten. So sind in der UVU 29 Polychaeta-Taxa aufgeführt, in der vorliegenden Untersuchung konnten insgesamt sogar 30 Taxa erfasst werden. Dabei waren nur 11 gemeinsame Arten vorhanden. Das in der UVU aufgeführte Artenspektrum wird durch die vorliegenden Ergebnisse deutlich ergänzt.

U.a. *Capitella capitata*, *Eteone longa*, *Heteromastus filiformis*, *Magelona mirabilis*, *Marenzelleria* sp., *Nephtys caeca*, *N. hombergii*, *Neanthes succinea* und *Pygospio elegans* wurden in beiden Untersuchungen nachgewiesen. Eine Reihe von Arten wurde nur in der UVU Elbe (z.B. *Anaitides maculata*, *Microphthalmus similis*, *Nephtys ciliata*, *Pisione remota*, *Polydora ciliata*, *Polydora ligni*) bzw. nur in den 1999er Untersuchungen (z.B. *Arenicola marina*, *Goniadella bobretzkii*, *Hediste diversicolor*, *Nephtys longosetosa*, *Ophelia limacina*, *Scolelepis squamata*, *Scoloplos armiger*, *Spio martinensis*) nachgewiesen. Ursachen sind wahrscheinlich die weder in UVU noch in der Beweissicherung zur Gesamterfassung aller Arten ausreichende Probenanzahl (bzw. die Berücksichtigung aller relevanten Habitate), die interannuelle Schwankungsbreite im Vorkommen von einzelnen Arten und methodische Unterschiede in der Datenerhebung. Die sowohl in der UVU als auch in dieser Untersuchung nachgewiesenen Arten können vor dem Hintergrund der hohen Fluktuationen als ‚stetige Arten‘ betrachtet werden. Also solche, die dauerhaft bzw. flächendeckend im Untersuchungsgebiet Außenelbe vorkommen und deren Nachweiswahrscheinlichkeit damit hoch ist.

Die in der UVU als besonders bedeutsam hervorgehobenen Polychaeta wie *Potamocerus triqueter*, *Sabellaria spinulosa* oder *Streblospio shrubsoli* (historisch bedeutsame Art bzw. ‚Echte Brackwasserart‘ oder Rote-Liste-Art) wurden im Rahmen der Beweissicherung, allerdings auch nicht im Rahmen der damaligen UVU-Untersuchungen nachgewiesen. Sie gehören z.T. zur Gruppe der Hartsubstratarten. *P. triqueter* baut seine Röhren beispielsweise auf Fels oder Steinen oder auch anderen biogenen Hartgegenständen (Muschelgehäuse, *Sabellaria*-Riffe, HARTMANN-SCHRÖDER 1996).

In der Außenelbe wurde in der vorliegenden Studie aus der Gruppe der **Oligochaeta** mit *Tubificoides benedii* ein Tubificide angetroffen. In der UVU werden neben *T. benedii* drei weitere Tubificiden für die Außenelbe aufgeführt. Zu diesen gehören mit *Tubifex costatus* und *Monopylephorus rubroniveus* zwei ‚Echte Brackwasserarten‘.

In der UVU sind etwa 30 **Crustacea**-Taxa aufgeführt; 21 Taxa konnten im Rahmen der Beweissicherung nachgewiesen werden, wobei 13 gemeinsame Taxa vorhanden waren.

Crustacea-Gruppen wie **Copepoda**, **Cladocera** und **Ostracoda** zählen nicht zum Makrozoobenthos i.e.S. und sind daher nicht Bestandteil der Beweissicherungsmaßnahmen zum Makrozoobenthos.

**Cirripedia** (Seepocken) konnten in der Außenelbe als Aufwuchs auf zufällig erfassten Steinen oder z.T. auf Schill vereinzelt Nachweise geführt werden. *Balanus crenatus* war in der aktuellen Untersuchung vertreten, *B. balanoides* und *B. improvisus* dagegen nur in der UVU Elbe.

**Mysidacea** (Schwebegarnelen) wurden in der UVU Elbe und der vorliegenden Untersuchung nachgewiesen, allerdings wurden jeweils z.T. andere Arten erfasst. Im Rahmen der vorliegenden Beweissicherung wurden mit *Gastrosaccus spinifer*, *Neomysis integer*, *Praunus inermis* und *Schistomysis kervillei* sowie *S. spiritus* 5 Arten nachgewiesen (km 732-740); für Abschnitt VII (km 727-756) benennt die UVU das Vorkommen von 3 Arten (*Neomysis integer*, *Mesopodopsis slabberi* und *Praunus flexuosus*). Die Erfassung der epibenthischen hochmobilen und fleckenhaft auftretenden Mysidaceen unterliegt allerdings mit der Greifertechnik einer großen Zufälligkeit.

Weitere Vertreter der Crustacea, die **Amphipoda**, spielen im Hinblick auf die Beweissicherung in der Außen- und Unterelbe aufgrund ihrer Stetigkeit und vergleichsweise hoher Abundanzen eine bedeutsame Rolle. Haustoridae (*Bathyporeia*-Arten [Abb. 44], *Haustorius arenarius*) und Gammariidae (*Gammarus salinus*, *G. zaddachi*) sind die häufigsten Vertreter, die sowohl in der UVU Elbe aufgeführt sind, als auch in der vorliegenden Studie nachgewiesen wurden.



Abb. 44: *Bathyporeia pilosa* (Crustacea)

**Dekapoda** werden in der UVU (Abschnitt VII) mit insgesamt 8 Arten angegeben. Darunter *Cancer pagurus*, *Hyas araneus*, *Palaemon longirostris* sowie *Pagurus bernardus*, die im Rahmen der Untersuchung zur Beweissicherung (3 Arten) nicht erfasst wurden. *Hyas araneus* zählt im Sinne der UVU zu den historisch bedeutsamen Arten.

## 6.2 UVU-Bewertung des Abschnitt VII

„Die Untersuchungsabschnitte VII (seewärts Cuxhaven) und VI (Ostemündung bis etwa Cuxhaven) werden aufgrund des Artenspektrums in die mittlere Wertigkeit eingestuft. Im Vergleich mit den Ergebnissen aus den 50-er und 60-er Jahren (MOVAGHAR 1964), JENSEN (1965) und ODHE (1981) zeigt sich, dass sich seit der Zeit die Artenzusammensetzung grundsätzlich wenig geändert hat...“

Aufgrund des (potenziellen) Vorkommens von 5 Rote-Liste-Arten (RACHOR et al. 1995) wurde dem Abschnitt VII eine hohe Wertigkeit zugeordnet. Dies gilt auch im Hinblick auf die ökologische

Funktion (Reproduktionspotenzial, Ernährungstyp). Unter Berücksichtigung des Aspektes Wiederherstellbarkeit erhielt der Abschnitt VII eine mittlere Wertigkeit. Zusammenfassend wurde dem Abschnitt VII eine **hohe Wertigkeit** zugeordnet (MATERIALBAND VII 1997).

Die o.g. Bewertung wurde nicht auf Bereiche übertragen, die im Rahmen der Unterhaltungsarbeiten schon einer hohen Vorbelastung unterlagen (vgl. MATERIALBAND VII). Die in der UVU dargestellten Auswirkungen der Ausbaumaßnahmen sind als erhebliche Beeinträchtigungen in solchen Abschnitten bewertet worden, die keiner besonderen Vorbelastung unterlegen haben (zur Bemessung der Vorbelastung s. MATERIALBAND VII 1997). Im Abschnitt VII sind unter diesen Voraussetzungen auf einer Fläche von 245 ha erhebliche Beeinträchtigungen vermutet worden. Von nachhaltigen Auswirkungen wurde dabei mit der möglichen Ausnahme sehr langlebiger, wenig mobiler Arten (Muscheln), nicht ausgegangen. Bei fokussierter Betrachtung der damals vorliegenden Daten im Hinblick auf Muschelvorkommen (s.a. Kap. 7) wurde aber auch für diese Artengruppe nicht von einer nachhaltigen Wirkung ausgegangen.

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

Das Makrozoobenthos der Außenelbe wird von marin-euryhalinen Arten dominiert, die überwiegend ein hohes Reproduktionspotenzial besitzen. Es kommen aber auch Arten mit geringerem Wiederbesiedlungsvermögen vor. Es ist eine Gemeinschaft etabliert, die nicht nur Objekt einer starken natürlichen Variabilität der abiotischen Bedingungen, sondern auch frequenter anthropogener Störungen durch Strombaumaßnahmen und Unterhaltungsaktivitäten ist (vorbelastete Gemeinschaft). In der UVU (MATERIALBAND VII 1997) wurde für die Außenelbe auf das eingeschränkte Artenspektrum der Bivalvia, insbesondere das Fehlen von individuenstarken Populationen mit heterogener Altersstruktur hingewiesen. So konnten in den 1993 durchgeführten Untersuchungen im Sublitoral der Fahrinne, im Gegensatz zu den Watten keine langlebigen Bodentiere, insbesondere keine älteren Muschelbestände (i. d. S. fünf bis 10 Jahre und älter) nachgewiesen werden. Jüngere Ansiedlungen waren dagegen vorhanden. So waren nach MATERIALBAND VII (1997) Klappstellen in der Außenelbe durch juvenile *Ensis americanus* besiedelt. Da diese Tiere potenziell langlebig sind, war eine Beeinträchtigung durch weitere Verklappungsaktivitäten anzunehmen. Allerdings erschließt *Ensis americanus* (syn. *E. directus*) nach den Autoren bevorzugt Gebiete, die durch starke (natürliche) Umlagerungsaktivitäten charakterisiert sind.

Hinsichtlich der ökologischen Kriterien „Reproduktionsdauer“ und „Wiederherstellbarkeit“ wurde die Biozönose der Außenelbe als mittelfristig wiederherstellbar und empfindlich gegenüber Eingriffen in das System eingestuft (MATERIALBAND VII 1997).

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

**Allgemein:** „...Entsprechend den prognostizierten geringen positiven wie negativen Änderungen im Unterhaltungsaufwand wird der Status quo von Bestand sein. An der hohen Wertigkeit des Untersuchungsabschnittes VII wird sich nach der Fahrinnenanpassung mittelfristig nichts ändern. Sollte sich darüber hinaus die tendenzielle, wenn auch geringfügig lokale Reduzierung des Unterhaltungsaufwan-

des realisieren lassen, so ist mit einer Stabilisierung, vielleicht sogar mit einer Verbesserung der ökologischen Situation zu rechnen ...“.

„...Es sollte jedoch nicht übersehen werden, dass es sehr wohl zu einem qualitativen, allerdings lokal begrenzten Umbruch in der Artenstruktur kommen kann, der im Wesentlichen seinen Ursprung in kleinskaligen, hydro- und/oder morphodynamischen Veränderungen haben kann. Ausnahmen bezüglich der Nachhaltigkeit eines Eingriffes bilden hingegen Vorkommen langlebiger, überwiegend ortsgebundener Arten, wie beispielsweise Muscheln...“. Für die unmittelbaren Eingriffsflächen wurde allerdings angenommen, dass sich in Folge der Eingriffe der Ausgangszustand ‚hohe Wertigkeit‘ verändern würde. Vermutet wurde der Prognosezustand ‚sehr geringe Wertigkeit‘.

**Klappstelle:** „...Bei einer ausbaubedingten Verklappungsmenge von beispielsweise 3 Millionen m<sup>3</sup>, die in 18 Monaten ausgebracht wird, berechnen sich überschlagsweise zwei Baggerladungen pro Tag. D. h. tagtäglich über eine Periode von 1,5 Jahren wird die benthische Wirbellosenfauna in ihrer potenziellen Entwicklung gestört. Eine Neubesiedlung dürfte sich wahrscheinlich auf einem ähnlichen Niveau wieder einstellen, da der Sedimenttyp der gleiche bleibt. Nach den gesetzten Maßstäben sind die negativen Veränderungen der Populationsparameter in ihren Auswirkungen erheblich, aber nur vorübergehend.

„...Über den Zeitfaktor der Wiederherstellbarkeit einer Faunengemeinschaft (nach Baggergutverklappungen) gehen die Meinungen auseinander. Über das Ausmaß der Folgebesiedlung sind sich die meisten Autoren im Grundsatz einig. Während die Artenzahl in der Regel gleich bleibt - was einen Wandel in der Artenstruktur nicht ausschließt - sinkt nach der Verklappungsperiode für gewöhnlich die Besiedlungsdichte und auch die Biomasse: Charakteristisch ist im polyhalinen Bereich eine opportunistische, biomassearme Kleinpolychaeten-Gemeinschaft mit starken Schwankungen der Populationsparameter...“.

Die Verklappungen (1999/2000) haben nicht zu einer faunistischen Verödung der Klappstelle geführt. Allerdings konnte v.a. 2001 eine Reduzierung der Besiedlungskennwerte auf der Klappstelle und z.T. auch im Nahbereich festgestellt werden. In 2003 wies die Zoobenthos-Gemeinschaft der ‚ursprünglichen‘ Klappstelle im räumlichen und interannuellen Vergleich noch mehr oder weniger geringere Besiedlungskennwerte (Besiedlungsdichte) auf. Bei den Crustacea war dies, anders als bei den Bivalvia und Polychaeta, jedoch nicht der Fall. Bezugsgrößen zur Beurteilung waren sowohl der Status quo (1999) als auch räumliche Referenzstationen. Die auf der Klappstelle dokumentierte Situation entsprach insbesondere in 2001 in etwa denjenigen Wirkungen, die in der UVU prognostiziert wurden (u.a. Reduzierung der Besiedlungsdichte). Auf der Grundlage der vorliegenden Ergebnisse ist in 2003 eine vollständige Erholung, der Benthosgemeinschaft die sich bereits 2002 anzudeuten schien, derzeit noch nicht eindeutig zu belegen ist. Allerdings können umgekehrt die Befunde unter Berücksichtigung der natürlichen Variabilität nicht eindeutig als Hinweise auf noch bestehende Verklappungswirkungen angesehen werden. Die Regenerationsdauer der Benthosgemeinschaft nach Verklappungen wurde in der UVU nicht prognostiziert, da eine Regeneration v.a. abhängig ist von der damals nicht einzuschätzenden weiteren Beaufschlagungsmenge und -frequenz im Rahmen der Unterhaltung. Da hier nach Abschluss der Neubauarbeiten der Verklappungsbereich nur noch örtlich bzw. nicht mehr beaufschlagt wurde, erfolgten also nach 2001 keine weiteren Beeinträchtigungen im Rahmen von Unterhaltungsmaßnahmen. Insofern wird eine Beurteilung der Regenerationsdauer nach Abschluss einer umfangreichen Beaufschlagung (hier: im Rahmen der Neubaumaßnahme) möglich. Ein in diesem Zusammenhang abschließendes Ergebnis ist nach der in 2004 durchgeführten Untersuchung zu erwarten.

**Fahrrinne:** „...Die zeitliche Beeinträchtigung entspricht überschlägig der Dauer der jeweiligen Bauphase. Die Eingriffswirksamkeit ist danach auf 6 bis 18 Monate begrenzt (vgl. Baumaßnahmenbeschreibung), zuzüglich dem Zeitraum der Wiederbesiedlung der ausgebagerten Flächen. Bereits während der Ausbaubaggerarbeiten ist damit zu rechnen, dass die betroffenen Flächen, wenn auch ausgedünnt, durch aktives Einwandern, Einschwimmen aus Seitenräumen und großräumige Verdriftung sowie überlebende Restpopulationen faunistisch wieder erschlossen werden.... Ein bis spätestens drei Jahre nach dem Ende der eigentlichen Bauphase wird sich auf den Flächen, die anschließend nicht von ausbaubedingt erhöhter Unterhaltungsbaggerung betroffen sind, die ursprünglich vorhandene Rinnengemeinschaft erneut einstellen ...“.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung haben gezeigt, dass sich in 2001 und in den Folgejahren eine ähnliche Makrozoobenthos-Gemeinschaft, mit einigen Verschiebungen in der Dominanzstruktur, in der Fahrrinne wieder quantitativ eingestellt hat. Als Vergleichsmaßstab hierfür wurde zum einen die Situation in 1999 herangezogen und zum anderen die räumliche Referenz (nur Referenz-Nord, die südliche Referenz bleibt unberücksichtigt) herangezogen. Der in der UVU-Prognose angenommene Zeitraum zur Wiederetablierung einer typischen Rinnengemeinschaft sandiger Sedimente mit der Dominanz von sandbevorzugenden Arten wie den *Bathyporeia*-Arten und verschiedenen Polychaeten scheint sich nach den ersten vorliegenden Ergebnissen in der Tendenz zu bestätigen. Allerdings zeigte sich nach 1999 in der Neubaustrecke eine mehr oder weniger kontinuierliche Veränderung in der Artenstruktur der Fahrrinnengemeinschaft, die sich in der Tendenz auch 2003 fortsetzte. Dies betraf v.a. die Gruppe der Polychaeta, deren Abundanzen seit 1999 im Bereich der intensivsten Baggerungen (linker Fahrrinnenrand) mehr oder weniger deutlich rückläufig waren. Ein solches Ergebnis wurde aufgrund der durch die Vertiefungsmaßnahmen u.U. örtlich veränderten Rahmenbedingungen in der Prognose für möglich gehalten. Erschwert wird die Identifikation möglicher Wirkungen im Hinblick auf die Vertiefungsmaßnahmen durch die auch nach Abschluss der Neubauarbeiten mehr oder weniger umfangreichen Unterhaltungsbaggerungen.

## 6.4 Bewertung der untersuchten Teilgebiete im Vergleich zur UVU-Prognose

Im Folgenden sollen die im Rahmen des Beweissicherungsverfahrens untersuchten Teilgebiete exemplarisch für den Aspekt ‚Artenspektrum‘ nach dem UVU-Verfahren bewertet werden:

**Klappstelle K733:** Die Klappstelle (MK) wies 2003 ein Gesamtartenspektrum von 15 Taxa auf. Davon sind im Sinne der UVU-Klassifizierung 11 Taxa der Kategorie I (eurytope Arten) und 4 Taxa der Kategorie II-2 (echte Brackwasserarten, zeitgenössisch relevant) zuzuordnen. Dies entspricht jeweils <25% der potenziell in diesem Abschnitt in der UVU benannten ca. 120 Taxa (Kat. I und Kat. II summiert). Das derzeitige Artenspektrum im Bereich der Klappstelle entspricht nach den Kriterien der UVU nicht dem eines potenziell naturnahen Elbabschnitt und würde der Kategorie ‚sehr geringe Wertigkeit‘ zugeordnet. Auch die Ausgangssituation in 1999, mit insgesamt 18 erfassten Taxa, würde in diese Bewertungskategorie eingestuft. Die Referenz (MKÄ) erreicht in 2003 (und gleichsinnig auch 1999) durch ihre höhere Artenvielfalt mit 23 Taxa der Kat. I, 6 Taxa der Kategorie II-2 sowie 1 Art der Kategorie II-3 (historisch bedeutsame Art) und der Präsenz einer Roten Liste Art (*Sertularia cupressina*) eine geringe bzw. mittlere Wertigkeit. Allerdings korrespon-

diert die höhere Artenvielfalt sehr wahrscheinlich auch mit der höheren Anzahl an Untersuchungsstationen.

**Fahrrinne:** Die Neubaustrecke der Fahrrinne (MB) würde in 2003 aufgrund des Artenvorkommens (14 Taxa) ebenso wie die Klappstelle eine nur ‚sehr geringe Wertigkeit‘ erhalten. Aufgrund des Vorkommens von der gefährdeten Muschel *Corbula gibba* läge die Wertigkeit 1999 höher als in den Folgejahren, in denen die Muschel nicht mehr erfasst wurde. Allerdings handelt es sich bei *C. gibba* aufgrund der wenigen erfassten Exemplare vermutlich auch vor 1999 nicht um eine stetig in der Fahrrinne vorkommende Art. Eine analoge Bewertung (sehr geringe Wertigkeit) wäre auch für die nördliche Referenz (MFN) zu diagnostizieren, allerdings waren die Referenzen durch eine geringere Anzahl an Stationen gekennzeichnet.

Die o.g. Beispiele verdeutlichen die Schwierigkeit der Anwendung des UVU-Bewertungsverfahrens, so dass u.E. eine Bewertung der untersuchten Teilgebiete analog zur UVU-Methodik aus folgenden Gründen nicht sinnvoll ist:

Zum einen handelt es sich bei der Bemessung der Wertigkeit in der UVU um die Bewertung eines gesamten Elb-Abschnittes, der sehr unterschiedliche Habitats mit jeweils entsprechend spezifischen Benthosgemeinschaften und eines damit insgesamt sehr diversen Arteninventars umfasst. Begrenzte Teilgebiete dieses Abschnitts, wie diejenigen, die im Rahmen der Beweissicherung untersucht wurden, weisen daher im Vergleich zum gesamten Abschnitt VII zwangsläufig ein viel geringeres Arteninventar auf. Besonders die in der UVU benannten wertgebenden Hartsubstrat-Arten waren an den im Rahmen der vorliegenden Beweissicherung untersuchten Weichbodenstandorten nicht oder höchstens als Zufallsfunde zu erwarten. Dies gilt sowohl für die Eingriffsbereiche als auch für die zugehörigen Referenzbereiche.

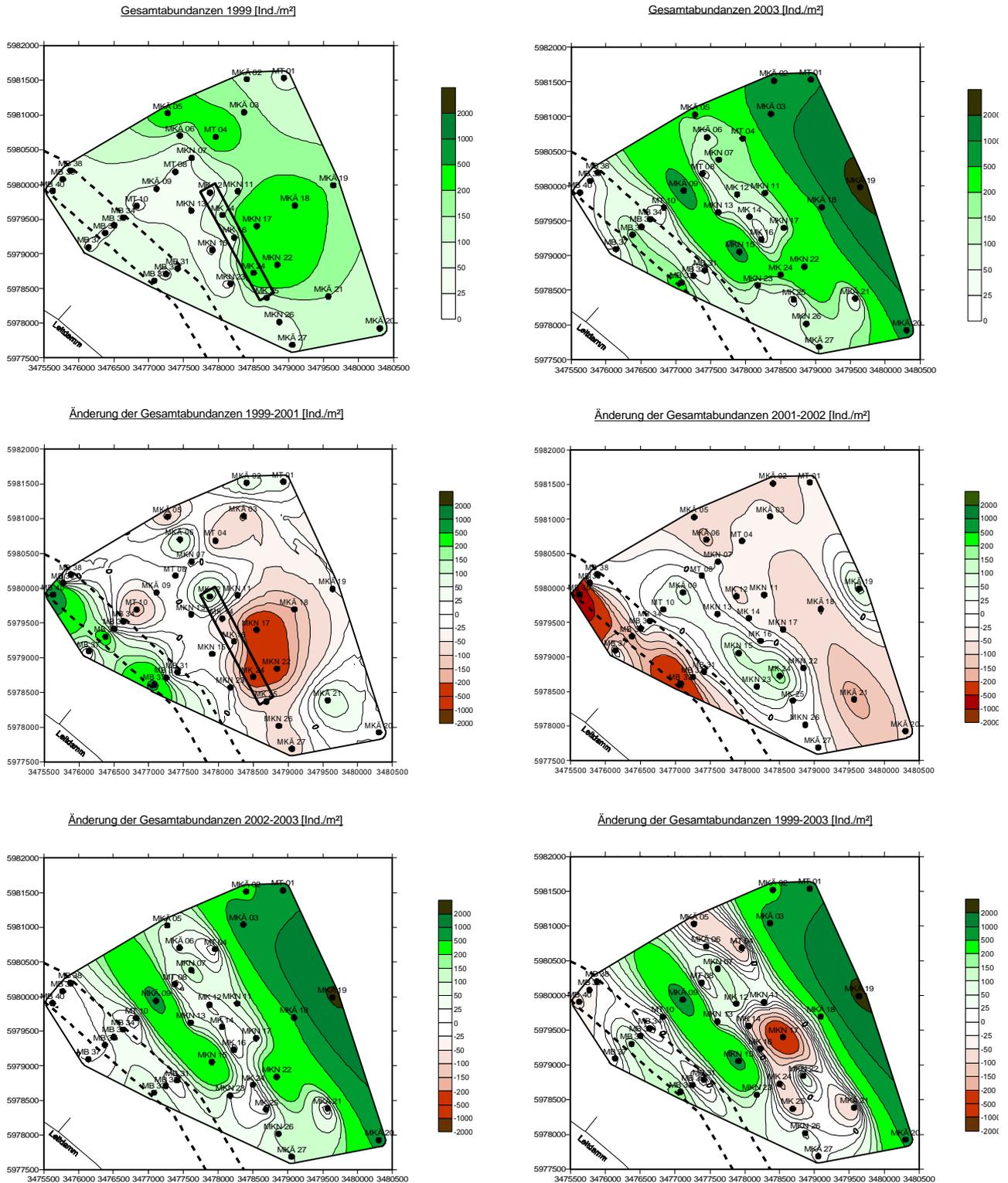
Zum anderen gingen neben den Untersuchungsergebnissen, die im Rahmen der UVU erhoben wurden zusätzlich Ergebnisse weiterer Untersuchungen (seit etwa 1980) in die Bewertung ein (s.o.).

## 7. Schlussfolgerungen

Abb. 45 gibt einen zusammenfassenden Überblick über die Makrozoobenthos-Besiedlungsdichte zum Zeitpunkt der Status-quo-Untersuchung in 1999 und in 2003 etwa 4 Jahre nach Abschluss der Vertiefungsarbeiten. Weiterhin sind die Entwicklungen von Jahr zu Jahr als Differenzbetrachtung dargestellt. Die bisherigen Ergebnisse machen deutlich, dass die untersuchten Abschnitte der Außenelbe, die durch Baggerungen oder Verklappungen betroffen sind, in 2003 wieder eine ähnliche Gemeinschaft aufweisen wie vor der Maßnahme. Hervorzuheben ist dabei, dass nach 1999 für die beiden Eingriffsbereiche (Klappstelle, Baggerstrecke) zwei konträre Entwicklungen dokumentiert wurden. So erfolgte die erwartete Abnahme der Besiedlungskennwerte im Verklappungsbereich. Im Bereich der Neubaustrecke erfolgte dagegen eine unerwartet deutliche Zunahme der Besiedlungsdichte. Beide Entwicklungen waren in 2001 bei ausbaubedingt sehr hohen Klapp- und Baggermengen am augenscheinlichsten.

**Klappstelle K733:** Die Verklappungen im Rahmen der Neubaumaßnahmen hatten keine faunistische Verödung des Verklappungsbereiches zur Folge. In 2001 wurde aber ein Abundanzrückgang der Benthosorganismen registriert, der weite Teile der Klappstelle aber auch Bereiche im Nahbereich der Klappstelle betraf. An den von der Klappstelle weiter entfernt liegenden Referenzstationen waren dagegen keine so ausgeprägten Rückgänge bzw. auch örtlich leichte Zunahmen zu verzeichnen (Abb. 45, 1999-2001). Nachdem nach 2000 nur noch örtlich Beaufschlagungen auf der ehemaligen Klappstelle erfolgten, wurde nach den in 2001 sehr geringen Besiedlungskennwerten in 2002/2003 wieder ein Anstieg der Werte festgestellt. Dieser setzte sich in 2003 allerdings nicht fort, obwohl in 2003 überwiegend eine großräumige Zunahme der Besiedlungskennwerte erkennbar war. Diese wurde aber nur außerhalb der Klappstelle dokumentiert (Abb. 45, 2002-2003). Zudem weicht die Besiedlungsdichte der Klappstelle in 2003 aufgrund geringerer Werte noch mehr oder weniger deutlich von der Ausgangssituation (1999) ab; der Referenzbereich und auch der Nahbereich waren in 2003 dagegen, mit wenigen örtlichen Ausnahmen im Nahbereich, durch höhere Werte als in 1999 gekennzeichnet (s. Abb. 45, 1999-2003).

Es ist im Zusammenhang mit der Beurteilung der Ergebnisse hervorzuheben, dass die Verlegung der Klappstelle (s. Appendix) für die Beurteilung der vorliegenden Befunde insofern vorteilhaft ist, als somit die Entwicklung der Benthosgemeinschaft ab 2001 (fast) ohne folgende Unterhaltungsverklappungen dokumentiert wurde und damit eine Überlagerung der ausbaubedingten Wirkungen durch unterhaltungsbedingte Wirkungen weitgehend ausgeschlossen ist. Dies erleichtert eine im Sinne der Fragestellung eindeutige Identifizierung möglicher verklappungsbedingter Wirkungen der Vertiefungsarbeiten.



**Abb. 45:** Überblick über Makrozoobenthos-Besiedlungsdichte in 1999 und 2003 im gesamten Untersuchungsgebiet der Außenelbe (Klappstelle, Fahrrinne – ohne Referenzbereiche, Transekt), sowie Darstellung der interannuellen Veränderungen von 1999 – 2003 als Differenzdarstellung von Jahr zu Jahr.

Die vorliegenden Befunde im Untersuchungsgebiet K 733 sind derzeit noch nicht eindeutig zu beurteilen, sie könnten einerseits auf eine in 2003 noch nicht gänzlich abgeschlossene Regenerati-

on der Benthosbesiedlung hindeuten (und damit auf noch bestehende Verklappungswirkungen). Andererseits wäre es auch denkbar, dass die Ergebnisse die natürliche Besiedlungsvariabilität widerspiegeln. Diesbezüglich mögliche Einflussfaktoren die zu den Unterschieden beigetragen haben könnten, wären die z.T. unterschiedliche Wassertiefe und die örtlich höheren Schlickanteile im Referenzbereich. Eine belastbarere Beurteilung der bisherigen Befunde (auch der in 2003) ist auf der Grundlage einer in 2004 durchzuführenden Untersuchung zu erwarten.

**Vertiefungsstrecke:** Hier ist, anders als im Verklappungsbereich, eine deutliche Zunahme (v.a. in 2001) der Besiedlungsdichte festgestellt worden. Diese Zunahme wurde in Bereichen der Neubaustrecke (linke Fahrrinnenseite) verzeichnet, die nach 1999, insbesondere in 2001, den intensivsten Baggerungen unterlagen. Verantwortlich für die Zunahme der Besiedlungsdichte waren ausschließlich Crustacea der Gattung *Bathyporeia*. Die Individuenzahl anderer Taxagruppen (Polychaeta) gingen in den Baggerbereichen dagegen im Untersuchungszeitraum mehr oder weniger kontinuierlich zurück. Allerdings waren Polychaeta bereits 1999 in nur geringer Anzahl im Bereich der Fahrrinne vertreten. Mit Abnahme der sehr hohen Baggermengen war auch die Abundanz der *Bathyporeia* in 2002 und 2003 im Vergleich zu 2001 rückläufig. Sie blieb aber auch in 2003 örtlich über den Werten die 1999 dokumentiert wurden (Abb. 45, 1999-2003).

In der Fahrrinne sind aus den o.g. Gründen Wirkungen der Vertiefung weniger offensichtlich, da hier, anders als im Bereich der Klappstelle, die erwartete Reduzierung der Zoobenthosabundanzen zum Zeitpunkt der Untersuchung nicht eintrat oder nicht (mehr) erkennbar war. Es ist aber wahrscheinlich, dass unmittelbar nach den Baggertätigkeiten zunächst eine deutliche Abnahme der Makrozoobenthosdichte eintrat, die durch eine sehr schnelle Wiederbesiedlung, v.a. durch mobile Arten in kurzer Zeit wiederhergestellt war. In diesem Zusammenhang erfolgte durch Baggararbeiten die Herstellung eines für *Bathyporeia*-Arten offensichtlich besonders attraktiven Standortes, der sehr schnell von den Arten in hoher Anzahl besetzt wurde. Die möglicherweise ausbaubedingt etwas veränderten Sedimentbedingungen (mehr Feinsand) im Bereich der Baggerstrecke könnten für die Einwanderung (oder für die besonders erfolgreiche Reproduktion) der stenotopen (fein)sandliebenden Arten mitverantwortlich gewesen sein.

Die im Bereich der Neubaustrecke festgestellten Veränderungen könnten aus folgenden Gründen als Hinweise auf Wirkungen der Baggararbeiten anzusehen sein:

Die deutliche Erhöhung der *Bathyporeia*-Abundanzen und eine damit einhergehende Veränderung der Gemeinschaftsstruktur erfolgte am ausgeprägtesten sowohl auf der Raum (linker Fahrrinnenbereich)- als auch auf der Zeitskala (2001) in den von Baggerungen am stärksten betroffenen Bereichen. Die Abschnitte der Neubaustrecke, die von Baggerungen wenig betroffen waren sowie die nicht direkt von Baggerungen beeinflussten nördlichen Referenzbereiche zeichneten sich durch deutlich geringere interannuelle Veränderungen der Benthosgemeinschaft aus. Der, wenngleich nur schwach ausgeprägte, Rückgang der Polychaeta in den fast ausschließlich intensiv bebaggerten Bereichen könnte ebenfalls als Hinweis auf Auswirkungen der Vertiefungsarbeiten angesehen werden.

Erschwert wurde (bzw. wird) die Analyse durch die zeitlich außerhalb der eigentlichen Vertiefungs-baggerungen stattgefundenen Unterhaltungsarbeiten und die Tatsache, dass die Vertiefungs-baggerungen eine durch die in der Vergangenheit stattgefundenen Strombaumaßnahmen und die laufende Unterhaltungsbaggerei vorbelastete Gemeinschaft betroffen haben. In diesem Zusam-

menhang sind zwei Aspekte nicht voneinander zu trennen: die (andauernde?) Wirkung der ausbaubedingten intensiven Baggerung und die Wirkungen der nach Abschluss der Ausbauarbeiten weiter erfolgenden, aber weniger intensiven Baggerung im Rahmen der Fahrrinnenunterhaltung.

**Transekt:** Aufgrund der insgesamt sehr ausgeprägten, räumlichen und zeitlichen Veränderlichkeit der Benthosbesiedlung im Bereich des Transektes, die sich auf Basis aller durchgeführten Analysen in ähnlicher Weise zeigten, werden Wirkungen der Ausbaumaßnahmen auf das Zoobenthos auf der Basis des vorliegenden Datensatzes nicht offensichtlich.

## 8. Literatur

- BARNES, R. S. K. (1994): The brackish-water fauna of northwestern Europe. Cambridge Press, Cambridge.
- BFG (1998): BFG-Monitoring in Ems, Jade, Weser und Eider. Kritische Übersicht über die Ergebnisse 1995-1997. Bundesanstalt f. Gewässerkunde, Koblenz.
- BFG (2000): Anpassung der Unter- und Außenelbe an die Containerschiffahrt – Beweissicherung Makrozoobenthos- Statistische Analyse zur Ermittlung der Anzahl notwendiger Parallelproben. BfG Bericht 1227, Bundesanstalt f. Gewässerkunde, Koblenz.
- BFN (1998): Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands – Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz Heft 55. Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg, 434 Seiten und Anhang
- BIOCONSULT (1998): Die Makrozoobenthosbesiedlung von Buhnen in Unter- und Außenweser. Auftraggeber: Bundesanstalt f. Gewässerkunde, Koblenz.
- 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. Bereich Außenelbe. Ergebnisse Frühjahr 2001. Auftraggeber: WSA Hamburg.
- BIOCONSULT (2003): Makrozoobenthos in der Außen- und Unterelbe. Bereich Außenelbe. Ergebnisse Frühjahr 2002. Auftraggeber: WSA Hamburg.
- BRAUKMANN, U. (1987): Zooökologische und saprobiologische Beiträge zu einer allgemeinen regionalen Bachtypologie. Arch. Hydrobiol. Beih. 26.
- FISH, J.D. & S. FISH (1978): Observations on annual migration of *Bathyporeia pelagica* (Amphipoda, Haustoriidae). Crustaceana, 35, 215-221.
- FISH, J.D. & S. FISH (1996): A student's guide to the seashore. Cambridge: Cambridge University Press.
- HARTMANN-SCHRÖDER, G. (1996): Annelida, Borstenwürmer, Polychaeta.- Die Tierwelt Deutschlands 58, G. Fischer Verlag.
- HAYWARD, P. J. & J. S. RYLAND (1995): Handbook of the marine fauna of North-West Europe.- Oxford University Press, Oxford.
- JEBSEN, U. (1965): Die Struktur der Wattenbiozönose im Vormündungsgebiet der Elbe. Arch. Hydrobiol./Suppl. 29, Elbe-Aestur II (3/4): 252-370.
- JONGMAN R.H.G., C.F.F TER BRAAK & O.F.R. VAN TONGEREN (1998): Data Analysis in Community and Landscape Ecology. Cambridge University Press, Cambridge UK.
- KHAYRALLAH, N.H. & A.M. JONES (1980a): The ecology of *Bathyporeia pilosa* (Amphipoda: Haustoriidae) in the Tay Estuary. 1. Factors influencing the distribution on Tayport and Tentsmuir beaches. Proceedings of the Royal Society of Edinburgh. B, 78, 109-119.

- LADLE, M. (1975): The Haustoriidae (Amphipoda) of Budle Bay, Northumberland. *Crustaceana*, 28, 37-47.
- 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 Hafenbau, Hamburg und Planungsgruppe Ökologie und Umwelt Nord, Hamburg. - Inst. f. Hydrobiol. u. Fisch.wiss. d. Univ. Hamburg und HUUG Tangstedt: 567 S.
- MOVAGHAR, C.-A. (1964): Verbreitung und Ökologie der Amphipoden im Elbe-Aestuar. *Arch. Hydrobiol./Suppl.* 29, Elbe-Aestur II (1/2): 97-179.
- MÜLLER, P., U. KLOMANN, P. NAGEL, H. REIS & A. SCHÄFER (1974): Indikatorwert unterschiedlicher Biotischer Diversität im Verdichtungsraum von Saarbrücken.
- OHDE, J. (1981): Entstehung von Besiedlungsmustern der Makroendofauna im Wattenmeer der Elbe-Mündung. Diss. FB Biol. Univ. Hamburg, 445 S.
- RACHOR, E., J. HARMS, W. HEIBER, I. KRÖNCKE, H. MICHAELIS, K. REISE & K. H. VAN BERNEM, 1995: Rote Liste der bodenlebenden Wirbellosen des deutschen Wattenmeer- und Nordseebereichs. - In: VON NORDHEIM, H. & T. MERCK (Hrsg.), Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 44. Bundesamt für Naturschutz, Bonn: 63-74.
- REMANE, A. (1940): Einführung in die zoologische Ökologie der Nord- und Ostsee. Die Tierwelt der Nord- und Ostsee, Lief. 34.
- SCHELLENBERG, A. (1942): Krebstiere oder Crustacea IV: Flohkrebse oder Amphipoda. In DAHL: Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile. G. Fischer Verlag, Jena.
- SMITH, R. J. (1955): On the distribution of *Nereis diversicolor* in relation to salinity in the vicinity of Tvärminne, Finland, and the Isefjord, Denmark. *Biol. Bull.* 108, 326-345.
- TER BRAAK, C.J.F. (1996): Unimodal models to relate species to environment. DLO Agricultural Mathematics Group, Wageningen, the Netherlands.
- TER BRAAK, C.J.F. & P. SMILAUER (2002): CANOCO References manual and CanoDraw for Windows user's guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Micromputer Power (Ithaca, NY, USA).
- ZIEGELMEIER, E. (1957): Die Muscheln (Bivalvia) der deutschen Meeresgebiete. *Biol. Anst. Helgoland, Sonderabdr. Helgoländer wiss. Meeresunters.* 6, 1-64.

## 9. Anhang Inhaltsverzeichnis

### **Anhang I:**

1a: Rahmenparameter der Probenahme vom April-Mai 2001

1b: Sedimentansprache

1c: Sondenmesswerte einzelner Stationen der Außenelbe

### **Anhang II:** Abundanzen an den untersuchten Stationen der Außenelbe

2a: Äußerer Bereich, Makrozoobenthosdaten

2b: Klappstelle, Makrozoobenthosdaten

2c: Nahbereich, Makrozoobenthosdaten

2d: Transekt, Makrozoobenthosdaten

2e: Fahrrinne, Makrozoobenthosdaten

2f: Fahrrinne-Referenz, Makrozoobenthosdaten

### **Anhang III:**

3a: Tabelle zu den Baggermengen [m<sup>3</sup>] im Bereich der Außenelbe

3b: Grafik zu den Verklappungsmengen

3c: Verklappungsmengen [m<sup>3</sup>] auf der Klappstelle 733

### **Anhang IV:**

4: CCA auf Artenebene

### **Anhang V:**

5: Ergebnisse der Muschelvermessung

### **Anhang VI:**

Übersichtskarte zur Lage der Probenahmestationen Außenelbe

## Anhang 1a: Rahmenparameter der Probenahme vom April-Mai 2001

Station Nr.	Position N Position E	Datum/ Uhrzeit	Wassertiefe (m) auf SKN	Tidephase	Wind	Wetter
M 01-1	53°57,849 8°40,676	13.05.2003 12:08	3,9	fallend	W 5	2/8 Bewölkung
M 01-2		13.05.2003 12:10	3,9	fallend	W 5	2/8 Bewölkung
M 01-3		13.05.2003 12:14	3,9	fallend	W 5	2/8 Bewölkung
M 01-4		13.05.2003 12:17	3,9	fallend	W 5	3/8 Bewölkung
M 01-5		13.05.2003 12:20	4	fallend	W 5	3/8 Bewölkung
M 01-6		13.05.2003 12:23	3,9	fallend	W 5	3/8 Bewölkung
M 02-1	53°57,839 8°40,193	13.05.2003 13:16	4,2	fallend	W 5	3/8 Bewölkung
M 02-2		13.05.2003 13:25	4	fallend	W 5	3/8 Bewölkung
M 02-3		13.05.2003 13:27	4,2	fallend	W 5	3/8 Bewölkung
M 02-4		13.05.2003 13:32	3,8	fallend	W 5	3/8 Bewölkung
M 02-5		13.05.2003 13:35	4,3	fallend	W 5	2/8 Bewölkung
M 02-6		13.05.2003 13:37	4,8	fallend	W 5	2/8 Bewölkung
M 03-1	53°57,581 8°40,157	13.05.2003 13:44	5	fallend	W 5	2/8 Bewölkung
M 03-2		13.05.2003 13:47	5,1	fallend	W 5	3/8 Bewölkung
M 03-3		13.05.2003 13:50	5,1	fallend	W 5	3/8 Bewölkung
M 03-4		13.05.2003 13:52	4,8	fallend	W 5	3/8 Bewölkung
M 03-5		13.05.2003 13:56	5	fallend	W 5	3/8 Bewölkung
M 03-6		13.05.2003 13:58	5	fallend	W 5	3/8 Bewölkung
M 04-1	53°57,389 8°39,789	13.05.2003 14:04	5,3	fallend	W 5	3/8 Bewölkung
M 04-2		13.05.2003 14:06	4,8	fallend	W 5	3/8 Bewölkung
M 04-3		13.05.2003 14:09	5	fallend	W 5	3/8 Bewölkung
M 04-4		13.05.2003 14:10	5,2	fallend	W 5	3/8 Bewölkung
M 04-5		13.05.2003 14:12	5,2	fallend	W 5	3/8 Bewölkung
M 04-6		13.05.2003 14:14	5,2	fallend	W 5	3/8 Bewölkung
M 05-1	53°57,572 8°39,160	13.05.2003 14:44	8,6	fallend	W 5	4/8 Bewölkung
M 05-2		13.05.2003 14:45	8,8	fallend	W 5	4/8 Bewölkung
M 05-3		13.05.2003 14:49	8,7	fallend	W 5	4/8 Bewölkung
M 05-4		13.05.2003 14:53	9,3	fallend	W 5	3/8 Bewölkung
M 05-5		13.05.2003 14:55	8,5	fallend	W 5	3/8 Bewölkung
M 05-6		13.05.2003 14:57	8,6	fallend	W 5	3/8 Bewölkung

Fortsetzung Anhang 1a:

Station Nr.	Position N Position E	Datum/ Uhrzeit	Wassertiefe (m) auf SKN	Tidephase	Wind	Wetter
M 06-1	53°57,397 8°39,321	14.05.2003 08:26	9,7	steigend	S 5-6	1/8 Bewölkung
M 06-2		14.05.2003 08:29	9,9	steigend	S 5-6	1/8 Bewölkung
M 06-3		14.05.2003 08:31	9,7	steigend	S 5-6	1/8 Bewölkung
M 06-4		14.05.2003 08:34	10	steigend	S 5-6	1/8 Bewölkung
M 06-5		14.05.2003 08:39	9,9	steigend	S 5-6	1/8 Bewölkung
M 06-6		14.05.2003 08:41	9,8	steigend	S 5-6	1/8 Bewölkung
M 07-1	53°57,225 8°39,476	14.05.2003 08:48	10,6	steigend	S 5-6	1/8 Bewölkung
M 07-2		14.05.2003 08:49	10,7	steigend	S 5-6	1/8 Bewölkung
M 07-3		14.05.2003 08:51	10,6	steigend	S 5-6	1/8 Bewölkung
M 07-4		14.05.2003 08:55	10,4	steigend	S 5-6	1/8 Bewölkung
M 07-5		14.05.2003 08:57	10,5	steigend	S 5-6	1/8 Bewölkung
M 07-6		14.05.2003 09:00	10,4	steigend	S 5-6	1/8 Bewölkung
M 08-1	53°57,116 8°39,264	14.05.2003 09:04	14,5	steigend	S 5-6	2/8 Bewölkung
M 08-2		14.05.2003 09:08	14,6	steigend	S 5-6	2/8 Bewölkung
M 08-3		14.05.2003 09:11	14,4	steigend	S 5-6	2/8 Bewölkung
M 08-4		14.05.2003 09:13	14,7	steigend	S 5-6	2/8 Bewölkung
M 08-5		14.05.2003 09:21	14,7	steigend	S 5-6	2/8 Bewölkung
M 08-6		14.05.2003 09:23	14,9	steigend	S 5-6	2/8 Bewölkung
M 09-1	53°56,984 8°39,018	14.05.2003 09:30	14,5	steigend	S 5-6	2/8 Bewölkung
M 09-2		14.05.2003 09:32	14,6	steigend	S 5-6	2/8 Bewölkung
M 09-3		14.05.2003 09:34	14,8	steigend	S 5-6	2/8 Bewölkung
M 09-4		14.05.2003 09:37	14,6	steigend	S 5-6	2/8 Bewölkung
M 09-5		14.05.2003 09:44	14,7	steigend	S 5-6	2/8 Bewölkung
M 09-6		14.05.2003 09:47	14,7	steigend	S 5-6	2/8 Bewölkung
M 10-1	53°56,850 8°38,759	14.05.2003 09:53	17,3	steigend	S 5-6	2/8 Bewölkung
M 10-2		14.05.2003 09:56	17,2	steigend	S 5-6	2/8 Bewölkung
M 10-3		14.05.2003 09:59	17,4	steigend	S 5-6	2/8 Bewölkung
M 10-4		14.05.2003 10:01	17,3	steigend	S 5-6	2/8 Bewölkung
M 10-5		14.05.2003 10:03	17,7	steigend	S 5-6	2/8 Bewölkung
M 10-6		14.05.2003 10:07	17,5	steigend	S 5-6	2/8 Bewölkung

Fortsetzung Anhang 1a:

Station Nr.	Position N Position E	Datum/ Uhrzeit	Wassertiefe (m) auf SKN	Tidephase	Wind	Wetter
M 11-1	53°56,968 8°40,082	14.05.2003 10:18	8	steigend	S 5-6	5/8 Bewölkung
M 11-2		14.05.2003 10:20	7,9	steigend	S 5-6	5/8 Bewölkung
M 11-3		14.05.2003 10:21	8	steigend	S 5-6	5/8 Bewölkung
M 11-4		14.05.2003 10:23	8	steigend	S 5-6	6/8 Bewölkung
M 11-5		14.05.2003 10:25	7,8	steigend	S 5-6	6/8 Bewölkung
M 11-6		14.05.2003 10:27	7,9	steigend	S 5-6	6/8 Bewölkung
M 12-1	53°56,956 8°39,719	14.05.2003 10:46	11,1	steigend	S 5-6	7/8 Bewölkung
M 12-2		14.05.2003 10:53	11,2	steigend	S 5-6	7/8 Bewölkung
M 12-3		14.05.2003 10:56	11,2	steigend	S 5-6	7/8 Bewölkung
M 12-4		14.05.2003 10:58	11,1	steigend	S 5-6	8/8 Bewölkung
M 12-5		14.05.2003 11:01	11,2	steigend	S 5-6	8/8 Bewölkung
M 12-6		14.05.2003 11:03	11,1	steigend	S 5-6	8/8 Bewölkung
M 13-1	53°56,816 8°39,473	14.05.2003 11:09	14,4	steigend	S 5-6	8/8 Bewölkung
M 13-2		14.05.2003 11:12	13,8	steigend	S 5-6	8/8 Bewölkung
M 13-3		14.05.2003 11:14	14,2	steigend	S 5-6	8/8 Bewölkung
M 13-4		14.05.2003 11:17	14,5	steigend	S 5-6	8/8 Bewölkung
M 13-5		14.05.2003 11:19	14,2	steigend	S 5-6	8/8 Bewölkung
M 13-6		14.05.2003 11:21	14,2	steigend	S 5-6	8/8 Bewölkung
M 14-1	53°56,784 8°39,883	14.05.2003 14:27	10,9	fallend	SSW 6	8/8 Bewölkung, Regen
M 14-2		14.05.2003 14:31	11	fallend	SSW 6	8/8 Bewölkung, Regen
M 14-3		14.05.2003 14:33	11,1	fallend	SSW 6	8/8 Bewölkung, Regen
M 14-4		14.05.2003 14:35	11,1	fallend	SSW 6	8/8 Bewölkung, Regen
M 14-5		14.05.2003 14:37	11	fallend	SSW 6	8/8 Bewölkung, Regen
M 14-6		14.05.2003 14:40	11,2	fallend	SSW 6	8/8 Bewölkung, Regen
M 15-1	53°56,511 8°39,752	14.05.2003 15:11	15,7	fallend	SSW 6	7/8 Bewölkung
M 15-2		14.05.2003 15:14	15,7	fallend	SSW 6	7/8 Bewölkung
M 15-3		14.05.2003 15:16	15,6	fallend	SSW 6	7/8 Bewölkung
M 15-4		14.05.2003 15:20	15,6	fallend	SSW 6	7/8 Bewölkung
M 15-5		14.05.2003 15:23	15,6	fallend	SSW 6	7/8 Bewölkung
M 15-6		14.05.2003 15:25	15,3	fallend	SSW 6	7/8 Bewölkung

Fortsetzung Anhang 1a:

Station Nr.	Position N Position E	Datum/ Uhrzeit	Wassertiefe (m) auf SKN	Tidephase	Wind	Wetter
M 16-1	53°56,608 8°40,040	14.05.2003 14:45	11,5	fallend	SSW 6	6/8 Bewölkung
M 16-2		14.05.2003 14:48				
M 16-3		14.05.2003 14:52	12	fallend	SSW 6	6/8 Bewölkung
M 16-4		14.05.2003 14:58				
M 16-5		14.05.2003 15:01	12,2	fallend	SSW 6	7/8 Bewölkung
M 16-6		14.05.2003 15:03				
M 17-1	53°56,698 8°40,333	14.05.2003 13:47	8,8	fallend	SSW 6	8/8 Bewölkung
M 17-2		14.05.2003 13:50				
M 17-3		14.05.2003 13:53	9,1	fallend	SSW 6	8/8 Bewölkung
M 17-4		14.05.2003 13:55				
M 17-5		14.05.2003 13:58	9	fallend	SSW 6	8/8 Bewölkung, Regen
M 17-6		14.05.2003 14:00				
M 18-1	53°56,859 8°40,828	14.05.2003 14:08	4,5	fallend	SSW 6	8/8 Bewölkung, Regen
M 18-2		14.05.2003 14:10				
M 18-3		14.05.2003 14:11	4,7	fallend	SSW 6	8/8 Bewölkung, Regen
M 18-4		14.05.2003 14:15				
M 18-5		14.05.2003 14:16	4,7	fallend	SSW 6	8/8 Bewölkung, Regen
M 18-6		14.05.2003 14:18				
M 19-1	53°57,018 8°41,329	14.05.2003 11:33	3	steigend	SSW 5-6	7/8 Bewölkung
M 19-2		14.05.2003 11:36				
M 19-3		14.05.2003 11:37	3,2	steigend	SSW 5-6	7/8 Bewölkung
M 19-4		14.05.2003 11:39				
M 19-5		14.05.2003 11:42	2,9	steigend	SSW 5-6	7/8 Bewölkung
M 19-6		14.05.2003 11:45				
M 20-1	53°55,908 8°41,945	14.05.2003 11:58	2,2	Stauwasser	SSW 5-6	7/8 Bewölkung
M 20-2		14.05.2003 12:01				
M 20-3		14.05.2003 12:02	2,2	Stauwasser	SSW 5-6	7/8 Bewölkung
M 20-4		14.05.2003 12:04				
M 20-5		14.05.2003 12:06	2,2	Stauwasser	SSW 5-6	7/8 Bewölkung
M 20-6		14.05.2003 12:08				

Fortsetzung Anhang 1a:

Station Nr.	Position N Position E	Datum/ Uhrzeit	Wassertiefe (m) auf SKN	Tidephase	Wind	Wetter
M 21-1	53°56,154 8°41,271	14.05.2003 13:05	7	fallend	SSW 6	8/8 Bewölkung, Regen
M 21-2		14.05.2003 13:08	7	fallend	SSW 6	8/8 Bewölkung, Regen
M 21-3		14.05.2003 13:10	7,4	fallend	SSW 6	8/8 Bewölkung, Regen
M 21-4		14.05.2003 13:12	6,8	fallend	SSW 6	8/8 Bewölkung, Regen
M 21-5		14.05.2003 13:16	7,1	fallend	SSW 6	8/8 Bewölkung, Regen
M 21-6		14.05.2003 13:20	7,4	fallend	SSW 6	8/8 Bewölkung, Regen
M 22-1	53°56,398 8°40,604	14.05.2003 13:27	8,5	fallend	SSW 6	8/8 Bewölkung
M 22-2		14.05.2003 13:31	8,4	fallend	SSW 6	8/8 Bewölkung
M 22-3		14.05.2003 13:34	8,5	fallend	SSW 6	8/8 Bewölkung
M 22-4		14.05.2003 13:36	8,6	fallend	SSW 6	8/8 Bewölkung
M 22-5		14.05.2003 13:38	8,5	fallend	SSW 6	8/8 Bewölkung
M 22-6		14.05.2003 13:41	8,6	fallend	SSW 6	8/8 Bewölkung
M 23-1	53°56,250 8°39,994	14.05.2003 15:33	16,6	fallend	SSW 5-6	8/8 Bewölkung, Regen
M 23-2		14.05.2003 15:37	17	fallend	SSW 5-6	8/8 Bewölkung, Regen
M 23-3		14.05.2003 15:40	17	fallend	SSW 5-6	8/8 Bewölkung, Regen
M 23-4		14.05.2003 15:42	17	fallend	SSW 5-6	7/8 Bewölkung
M 23-5		14.05.2003 15:45	17,3	fallend	SSW 5-6	7/8 Bewölkung
M 23-6		14.05.2003 15:48	17	fallend	SSW 5-6	7/8 Bewölkung
M 24-1	53°56,335 8°40,292	14.05.2003 15:54	12,4	fallend	SSW 5-6	7/8 Bewölkung
M 24-2		14.05.2003 15:58	13,9	fallend	SSW 5-6	7/8 Bewölkung
M 24-3		14.05.2003 16:00	13,3	fallend	SSW 5-6	7/8 Bewölkung
M 24-4		14.05.2003 16:03	11,5	fallend	SSW 5-6	7/8 Bewölkung
M 24-5		14.05.2003 16:06	15,2	fallend	SSW 5-6	7/8 Bewölkung
M 24-6		14.05.2003 16:08	13,2	fallend	SSW 5-6	7/8 Bewölkung
M 25-1	53°56,143 8°40,467	14.05.2003 16:13	10,3	fallend	SSW 5-6	8/8 Bewölkung, Regen
M 25-2		14.05.2003 16:15	10,3	fallend	SSW 5-6	8/8 Bewölkung, Regen
M 25-3		14.05.2003 16:18	10,5	fallend	SSW 5-6	8/8 Bewölkung, Regen
M 25-4		14.05.2003 16:20	9,9	fallend	SSW 5-6	8/8 Bewölkung, Regen
M 25-5		14.05.2003 16:22	9,9	fallend	SSW 5-6	8/8 Bewölkung, Regen
M 25-6		14.05.2003 16:23	10,7	fallend	SSW 5-6	8/8 Bewölkung, Regen

Fortsetzung Anhang 1a:

Station Nr.	Position N Position E	Datum/ Uhrzeit	Wassertiefe (m) auf SKN	Tidephase	Wind	Wetter
M 26-1	53°55,954 8°40,631	14.05.2003 16:29	9,4	fallend	SSW 5-6	7/8 Bewölkung
M 26-2		14.05.2003 16:31	9,2	fallend	SSW 5-6	7/8 Bewölkung
M 26-3		14.05.2003 16:33	9,2	fallend	SSW 5-6	7/8 Bewölkung
M 26-4		14.05.2003 16:35	9,2	fallend	SSW 5-6	7/8 Bewölkung
M 26-5		14.05.2003 16:38	9,2	fallend	SSW 5-6	7/8 Bewölkung
M 26-6		14.05.2003 16:40	9,2	fallend	SSW 5-6	7/8 Bewölkung
M 27-1	53°55,777 8°40,803	14.05.2003 16:51	9	fallend	SSW 5-6	8/8 Bewölkung
M 27-2		14.05.2003 16:53	8,9	fallend	SSW 5-6	8/8 Bewölkung
M 27-3		14.05.2003 16:55	9,3	fallend	SSW 5-6	8/8 Bewölkung
M 27-4		14.05.2003 16:59	9,6	fallend	SSW 5-6	8/8 Bewölkung
M 27-5		14.05.2003 17:01	8,6	fallend	SSW 5-6	8/8 Bewölkung
M 27-6		14.05.2003 17:03	9	fallend	SSW 5-6	8/8 Bewölkung
M 28-1	53°57,817 8°35,601	13.05.2003 10:49	19,5	steigend	W 5	8/8 Bewölkung, Regen
M 28-2		13.05.2003 10:51	18,9	steigend	W 5	8/8 Bewölkung, Regen
M 28-3		13.05.2003 10:56	19,3	steigend	W 5	8/8 Bewölkung, Regen
M 28-4		13.05.2003 10:59	19,2	Stauwasser	W 5	8/8 Bewölkung, Regen
M 28-5		13.05.2003 11:02	19,6	Stauwasser	W 5	8/8 Bewölkung, Regen
M 28-6		13.05.2003 11:05	19,6	Stauwasser	W 5	8/8 Bewölkung, Regen
M 29-1	53°55,015 8°40,580	15.05.2003 14:08	17,7	fallend	NW 5	4/8 Bewölkung
M 29-2		15.05.2003 14:13	17,3	fallend	NW 5	4/8 Bewölkung
M 29-3		15.05.2003 14:15	17,7	fallend	NW 5	4/8 Bewölkung
M 29-4		15.05.2003 14:17	17,8	fallend	NW 5	5/8 Bewölkung
M 29-5		15.05.2003 14:19	17	fallend	NW 5	5/8 Bewölkung
M 29-6		15.05.2003 14:21	17,6	fallend	NW 5	5/8 Bewölkung
M 30-1	53°57,665 8°35,437	13.05.2003 11:28	16,9	fallend	W 5	6/8 Bewölkung
M 30-2		13.05.2003 11:32	17,3	fallend	W 5	6/8 Bewölkung
M 30-3		13.05.2003 11:36	17,1	fallend	W 5	6/8 Bewölkung
M 30-4		13.05.2003 11:39	17,4	fallend	W 5	5/8 Bewölkung
M 30-5		13.05.2003 11:41	16,5	fallend	W 5	5/8 Bewölkung
M 30-6		13.05.2003 11:44	16,5	fallend	W 5	5/8 Bewölkung

Fortsetzung Anhang 1a:

Station Nr.	Position N Position E	Datum/ Uhrzeit	Wassertiefe (m) auf SKN	Tidephase	Wind	Wetter
M 31-1	53°56,366 8°39,300	15.05.2003 08:16	18,5	steigend	NW 6	6/8 Bewölkung
M 31-2		15.05.2003 08:18	18,4	steigend	NW 6	6/8 Bewölkung
M 31-3		15.05.2003 08:21	17,8	steigend	NW 6	6/8 Bewölkung
M 31-4		15.05.2003 08:25	17,5	steigend	NW 6	6/8 Bewölkung
M 31-5		15.05.2003 08:29	17,5	steigend	NW 6	6/8 Bewölkung
M 31-6		15.05.2003 08:36	17,3	steigend	NW 6	6/8 Bewölkung
M 32-1	53°56,323 8°39,153	15.05.2003 08:48	17,7	steigend	NW 6	6/8 Bewölkung
M 32-2		15.05.2003 08:53	17,5	steigend	NW 6	6/8 Bewölkung
M 32-3		15.05.2003 08:56	17,7	steigend	NW 6	6/8 Bewölkung
M 32-4		15.05.2003 08:58	17,7	steigend	NW 6	6/8 Bewölkung
M 32-5		15.05.2003 09:01	17,6	steigend	NW 6	6/8 Bewölkung
M 32-6		15.05.2003 09:06	17,8	steigend	NW 6	6/8 Bewölkung
M 33-1	53°56,270 8°38,996	15.05.2003 09:20	16,3	steigend	NW 5-6	6/8 Bewölkung
M 33-2		15.05.2003 09:22	16,1	steigend	NW 5-6	6/8 Bewölkung
M 33-3		15.05.2003 09:24	16,1	steigend	NW 5-6	6/8 Bewölkung
M 33-4		15.05.2003 09:27	16,5	steigend	NW 5-6	6/8 Bewölkung
M 33-5		15.05.2003 09:29	15,2	steigend	NW 5-6	6/8 Bewölkung
M 33-6		15.05.2003 09:33	16,3	steigend	NW 5-6	6/8 Bewölkung
M 34-1	53°56,760 8°38,586	15.05.2003 13:31	17,3	fallend	NW 5	7/8 Bewölkung
M 34-2		15.05.2003 13:35	17,3	fallend	NW 5	7/8 Bewölkung
M 34-3		15.05.2003 13:38	17,4	fallend	NW 5	7/8 Bewölkung
M 34-4		15.05.2003 13:40	17,4	fallend	NW 5	5/8 Bewölkung
M 34-5		15.05.2003 13:43	17,2	fallend	NW 5	5/8 Bewölkung
M 34-6		15.05.2003 13:47	17,3	fallend	NW 5	5/8 Bewölkung
M 35-1	53°56,702 8°38,468	15.05.2003 10:28	17,3	steigend	NW 5	5/8 Bewölkung
M 35-2		15.05.2003 10:35	17,1	steigend	NW 5	5/8 Bewölkung
M 35-3		15.05.2003 10:38	17,1	steigend	NW 5	5/8 Bewölkung
M 35-4		15.05.2003 10:41	17,3	steigend	NW 5	5/8 Bewölkung
M 35-5		15.05.2003 13:18	17,3	fallend	NW 5	5/8 Bewölkung
M 35-6		15.05.2003 13:20	17,3	fallend	NW 5	5/8 Bewölkung

Fortsetzung Anhang 1a:

Station Nr.	Position N Position E	Datum/ Uhrzeit	Wassertiefe (m) auf SKN	Tidephase	Wind	Wetter
M 36-1	53°56,640 8°38,351	15.05.2003 10:01	15,8	steigend	NW 5	5/8 Bewölkung
M 36-2		15.05.2003 10:05	15,6	steigend	NW 5	5/8 Bewölkung
M 36-3		15.05.2003 10:07	15,5	steigend	NW 5	5/8 Bewölkung
M 36-4		15.05.2003 10:14	16	steigend	NW 5	5/8 Bewölkung
M 36-5		15.05.2003 10:17	15,9	steigend	NW 5	5/8 Bewölkung
M 36-6		15.05.2003 10:20	15,6	steigend	NW 5	5/8 Bewölkung
M 37-1	53°56,527 8°38,135	15.05.2003 09:43	10	steigend	NW 5	7/8 Bewölkung
M 37-2		15.05.2003 09:45	9	steigend	NW 5	7/8 Bewölkung
M 37-3		15.05.2003 09:47	9,2	steigend	NW 5	7/8 Bewölkung
M 37-4		15.05.2003 09:49	9	steigend	NW 5	7/8 Bewölkung
M 37-5		15.05.2003 09:51	9,2	steigend	NW 5	7/8 Bewölkung
M 37-6		15.05.2003 09:53	9	steigend	NW 5	7/8 Bewölkung
M 38-1	53°57,122 8°37,892	15.05.2003 12:52	17,3	fallend	NW 4	7/8 Bewölkung
M 38-2		15.05.2003 13:00	17,2	fallend	NW 4	7/8 Bewölkung
M 38-3		15.05.2003 13:03	17,4	fallend	NW 4	7/8 Bewölkung
M 38-4		15.05.2003 13:06	17,3	fallend	NW 4	6/8 Bewölkung
M 38-5		15.05.2003 13:08	17,1	fallend	NW 4	6/8 Bewölkung
M 38-6		15.05.2003 13:11	17,1	fallend	NW 4	6/8 Bewölkung
M 39-1	53°57,055 8°37,793	15.05.2003 11:34	16,9	steigend	NW 5	6/8 Bewölkung
M 39-2		15.05.2003 11:38	16,6	steigend	NW 5	6/8 Bewölkung
M 39-3		15.05.2003 11:41	16,8	steigend	NW 5	6/8 Bewölkung
M 39-4		15.05.2003 11:43	17	steigend	NW 5	7/8 Bewölkung
M 39-5		15.05.2003 11:46	16,8	steigend	NW 5	7/8 Bewölkung
M 39-6		15.05.2003 11:49	16,9	steigend	NW 5	7/8 Bewölkung
M 40-1	53°56,964 8°37,660	15.05.2003 11:13	16,7	steigend	NW 5	6/8 Bewölkung
M 40-2		15.05.2003 11:16	16,6	steigend	NW 5	6/8 Bewölkung
M 40-3		15.05.2003 11:19	16,6	steigend	NW 5	6/8 Bewölkung
M 40-4		15.05.2003 11:22	16,8	steigend	NW 5	6/8 Bewölkung
M 40-5		15.05.2003 11:25	16,7	steigend	NW 5	6/8 Bewölkung
M 40-6		15.05.2003 11:27	16,7	steigend	NW 5	6/8 Bewölkung

Fortsetzung Anhang 1a:

Station Nr.	Position N Position E	Datum/ Uhrzeit	Wassertiefe (m) auf SKN	Tidephase	Wind	Wetter
M 41-1	53°57,866 8°35,340	13.05.2003 09:28	18	steigend	SW 4-5	8/8 Bewölkung, Regen
M 41-2		13.05.2003 09:32	17,5	steigend	SW 4-5	8/8 Bewölkung, Regen
M 41-3		13.05.2003 09:38	17,8	steigend	SW 4-5	8/8 Bewölkung, Regen
M 41-4		13.05.2003 09:40	17,9	steigend	SW 4-5	8/8 Bewölkung, Regen
M 41-5		13.05.2003 09:44	17,8	steigend	SW 4-5	8/8 Bewölkung, Regen
M 41-6		13.05.2003 09:48	17,8	steigend	SW 4-5	8/8 Bewölkung, Regen
M 42-1	53°57,791 8°35,280	13.05.2003 09:53	19,3	steigend	SW 4-5	8/8 Bewölkung
M 42-2		13.05.2003 09:56	19,4	steigend	SW 4-5	8/8 Bewölkung
M 42-3		13.05.2003 10:00	19,4	steigend	SW 4-5	8/8 Bewölkung
M 42-4		13.05.2003 10:11	19,4	steigend	SW 4-5	8/8 Bewölkung
M 42-5		13.05.2003 10:13	19,4	steigend	SW 4-5	8/8 Bewölkung
M 42-6		13.05.2003 10:15	19,4	steigend	SW 4-5	8/8 Bewölkung
M 43-1	53°57,684 8°35,180	13.05.2003 10:23	19,7	steigend	SW 5	8/8 Bewölkung
M 43-2		13.05.2003 10:25	19,7	steigend	SW 5	8/8 Bewölkung
M 43-3		13.05.2003 10:30	19,6	steigend	SW 5	8/8 Bewölkung
M 43-4		13.05.2003 10:33	19,6	steigend	SW 5	8/8 Bewölkung
M 43-5		13.05.2003 10:36	19,5	steigend	SW 5	8/8 Bewölkung
M 43-6		13.05.2003 10:38	19,7	steigend	SW 5	8/8 Bewölkung

Anhang 1b: Sedimentansprache

Stations Nr.	Befüllungsgrad [%]	Sedimentansprache [%]; + =vorhanden, aber nicht quantifizierbar)												Bemerkungen
		Steine	gK	mK	fK	gS	mS	fS	Schlick	Klei	Schill	Torf	Detritus	
M 01-1	40						fS	100	+				+	
M 01-2	30							100	+				+	
M 01-3	30							100	+				+	
M 01-4	40							100	+				+	
M 01-5	40							100	+				+	
M 01-6	40							100	+				+	
M 02-1	40							100	+				+	
M 02-2	60							100	+				+	
M 02-3	50							100	+				+	
M 02-4	50							100	+				+	
M 02-5	60							100	+				+	
M 02-6	50							100	+				+	
M 03-1	50							100					+	
M 03-2	50							100					+	
M 03-3	40							100					+	
M 03-4	40							100					+	
M 03-5	40							100					+	
M 03-6	40							100					+	
M 04-1	90							50	50					
M 04-2	90							50	50					
M 04-3	90							50	50					
M 04-4	80							50	50					
M 04-5	100							50	50					
M 04-6	100							50	50					
M 05-1	70							90	10					
M 05-2	50							60	40					
M 05-3	50							80	20					
M 05-4	50							80	20					
M 05-5	60							80	20					
M 05-6	60							80	20					
M 06-1	50							90	10				+	
M 06-2	50							90	10				+	
M 06-3	50							90	10				+	
M 06-4	50							80	20				+	
M 06-5	60							80	20				+	
M 06-6	50							80	20				+	

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
M 07-1	80						60	40			+				
M 07-2	50							80	20		+				
M 07-3	50							80	20		+				
M 07-4	70							80	20		+				
M 07-5	50							80	20		+				
M 07-6	50							80	20		+				
M 08-1	95					10	80	+			10				
M 08-2	90					10	80	+			10				
M 08-3	70					+	50	40			10				
M 08-4	95					10	70	+			20				
M 08-5	100					10	80	+			10				
M 08-6	100					10	80	+			10				
M 09-1	50							100							
M 09-2	50							100							
M 09-3	70							100							
M 09-4	50							100							
M 09-5	50							100							
M 09-6	50							100							
M 10-1	80					+	80	10			10				
M 10-2	95					+	80	10			10				
M 10-3	90					+	80	10			10		+		
M 10-4	90					+	80	10			10				
M 10-5	95					+	50	40			10				
M 10-6	90					+	70	20	+		+		10		
M 11-1	90						70	20	5		5		+		
M 11-2	100						20	70	10		+		+		
M 11-3	60						10	70	20		+				
M 11-4	80						10	70	20		+				
M 11-5	65						10	70	20		+				
M 11-6	50						+	70	30		+				
M 12-1	70						30	70	+		+				
M 12-2	60					+	50	30	20		+				
M 12-3	80						20	70	10		+				
M 12-4	70						80	20	+		+				
M 12-5	80						80	20	+		+				
M 12-6	65						90	10	+		+				

Fortsetzung Anhang 1b:

Stations Nr.	Befüllungsgrad [%]	Sedimentansprache [%]; + =vorhanden, aber nicht quantifizierbar)											Bemerkungen			
		Steine	gK	mK	fK	gS	mS	fS	Schlick	Klei	Schill	Torf		Detritus	Holz	
M 13-1	50							100								
M 13-2	50							100								
M 13-3	50							100								
M 13-4	60							100								
M 13-5	50							100			+					
M 13-6	60							100								
M 14-1	90						90	10			+					
M 14-2	90						60	40			+					
M 14-3	90						90	10			+					
M 14-4	70						60	40			+					
M 14-5	80						70	30			+					
M 14-6	90						90	10			+					
M 15-1	80							100								
M 15-2	60							100								
M 15-3	60							100								
M 15-4	90							100								
M 15-5	70							100								
M 15-6	70							100								
M 16-1	80						75	20			5					
M 16-2	80						80	20			+					
M 16-3	60						80	20			+					
M 16-4	70					+	75	20			5					
M 16-5	70					+	75	20			5					
M 16-6	70					+	75	20			5					
M 17-1	100							50	50							
M 17-2	100							50	50							
M 17-3	100							50	50							
M 17-4	100							50	50							
M 17-5	100						+	50	50		+					
M 17-6	80							50	50							
M 18-1	50							100								
M 18-2	50							100								
M 18-3	50							100								
M 18-4	50							100								
M 18-5	50							100								
M 18-6	50							100								

Fortsetzung Anhang 1b:

Stations Nr.	Befüllungsgrad [%]	Sedimentansprache [%]; + =vorhanden, aber nicht quantifizierbar)													Bemerkungen	
		Steine	gK	mK	fK	gS	mS	fS	Schlick	Klei	Schill	Torf	Detritus	Holz		
M 19-1	50							100								
M 19-2	50							100								
M 19-3	50							100								
M 19-4	50							100								
M 19-5	50							100								
M 19-6	50							100								
M 20-1	95							60	40							
M 20-2	80						50	40	10							
M 20-3	70						20	50	30							
M 20-4	95						50	40	10							
M 20-5	70						50	40	10							
M 20-6	60							60	40							
M 21-1	50							100								
M 21-2	50							100								
M 21-3	70							50	50							
M 21-4	50							100								
M 21-5	60							90	10							
M 21-6	60							90	10							
M 22-1	50							100	+							
M 22-2	50							100	+							
M 22-3	50							100	+							
M 22-4	60							100	+							
M 22-5	50							100	+							
M 22-6	50							100	+							
M 23-1	70							100								
M 23-2	70							100						+		
M 23-3	60							100						+		
M 23-4	70							100								
M 23-5	80						60	40			+					
M 23-6	70							100								
M 24-1	70							100								
M 24-2	60							100								
M 24-3	70							100								
M 24-4	50							100								
M 24-5	50							100								
M 24-6	50							100								

Fortsetzung Anhang 1b:

Stations Nr.	Befüllungsgrad [%]	Sedimentansprache [%]; + =vorhanden, aber nicht quantifizierbar)													Bemerkungen	
		Steine	gK	mK	fK	gS	mS	fS	Schlick	Klei	Schill	Torf	Detritus	Holz		
M 25-1	95						80	20			+					
M 25-2	80							100					+			
M 25-3	60						80	20			+					
M 25-4	95						80	20			+					
M 25-5	50						80	20			+					
M 25-6	80						80	20			+					
M 26-1	50							100								
M 26-2	50							100								
M 26-3	50							100								
M 26-4	50							100								
M 26-5	50							100								
M 26-6	90							100								
M 27-1	80							100								
M 27-2	60							100								
M 27-3	80							100								
M 27-4	90							100								
M 27-5	60							100								
M 27-6	90							100								
M 28-1	90					+	40	30			30					
M 28-2	80					+	50	20			30					
M 28-3	75					+	40	30			30					
M 28-4	80					+	30	40			30					
M 28-5	90					+	40	30			30					
M 28-6	80					+	40	20			40					
M 29-1	100			+	+	20	80	+			+		+			
M 29-2	90				+	30	70	+			+					
M 29-3	80				+	40	50	10			+		+			
M 29-4	60	+		+	+	30	70	+			+					
M 29-5	70					10	70	20			+		+			
M 29-6	90	+				10	70	20		+	+	+				
M 30-1	100					+	40	20			40		+			
M 30-2	95					+	40	50			10		+			
M 30-3	100					+	50	30			20		+			
M 30-4	90					+	50	30			20		+			
M 30-5	80					+	30	50			20		+			
M 30-6	80					+	50	30			20		+			

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		
M 31-1	100					+	60	40	+		+					
M 31-2	70					+	70	30	+		+					
M 31-3	60					+	70	30			+					
M 31-4	100					+	80	20			+					
M 31-5	70					+	80	20			+					
M 31-6	90					+	90	10			+					
M 32-1	90					+	90	10			+	+				
M 32-2	100					+	90	10			+		+			
M 32-3	90					+	90	10			+		+			
M 32-4	90					+	90	10			+					
M 32-5	100					+	80	10	+		+	10				
M 32-6	90					+	90	10	+		+	+				
M 33-1	95					+	90	10			+		+			
M 33-2	90					+	50	50					+			
M 33-3	90					+	70	30			+					
M 33-4	70					+	50	50			+					
M 33-5	80					+	40	60			+		+			
M 33-6	50					+	40	60			+		+			
M 34-1	80					+	20	70				10				
M 34-2	80					+	20	70				10				
M 34-3	50					+	20	70				10				
M 34-4	90	+				+	50	40		+	10					
M 34-5	90					+	30	70			+					
M 34-6	90					+	40	60			+					
M 35-1	90						30	70			+		+			
M 35-2	50						30	70			+					
M 35-3	90						30	70			+					
M 35-4	90						30	60			+		10			
M 35-5	90						30	70			+		+			viele Versuche, verlegt auf stromfreie Zeit
M 35-6	90						20	70			10		+			
M 36-1	90						30	70								
M 36-2	50						30	70								
M 36-3	90						40	60	+							
M 36-4	80						40	60	+		+					
M 36-5	80						30	70					+			
M 36-6	80						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	
M 37-1	100						30	70								
M 37-2	50						30	70					+			
M 37-3	80						30	70								
M 37-4	80						30	70								
M 37-5	70						30	70	+							
M 37-6	80						30	70								
M 38-1	70					+	40	60			+					
M 38-2	50					+	40	60			+					
M 38-3	90					+	40	60			+					
M 38-4	70					+	40	60			+					
M 38-5	90					+	40	60			+					
M 38-6	90					+	40	60			+					
M 39-1	50					+	40	60								
M 39-2	90					+	60	40			+		+			
M 39-3	70					+	60	40			+					
M 39-4	80					+	60	40		+	+		+			
M 39-5	60					+	60	40			+		+			
M 39-6	70					+	60	40			+		+			
M 40-1	90						35	60			5		+			
M 40-2	50						40	60			+		+			
M 40-3	90					+	50	40			10		+			
M 40-4	90					+	50	50		+	+		+			
M 40-5	90					+	50	50			+		+			
M 40-6	90					+	50	50			+		+			
M 41-1	50						90	10			+		+			
M 41-2	70						90	10			+		+			
M 41-3	80						85	10			5		+			
M 41-4	100						75	20			5					
M 41-5	80						60	40			+					
M 41-6	80						60	40			+					
M 42-1	50						20	70			10	+				
M 42-2	90						10	50			10		30			
M 42-3	70						30	60			10					
M 42-4	80					+	20	60			20					
M 42-5	80					10	10	40			40					
M 42-6	90					+	20	40			40		+			

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
M 43-1	100					+	20	40			40		+		
M 43-2	90					+	20	40			40		+		
M 43-3	90					+	20	40			40		+		
M 43-4	90					+	20	40			40		+		
M 43-5	90					+	20	40			40		+		
M 43-6	100					+	20	40			40		+		

Steine (>63 mm); gK: Grobkies (20 bis 63 mm); mK: Mittelkies (6,3 bis 20 mm); fK: Feinkies (2 bis 6,3 mm); gS: Grobsand (0,6 - 2,0 mm); mS: Mittelsand (0,2 - 0,6 mm); fS: Feinsand (0,06 – 0,2 mm)

Anhang 1c: Sondenmesswerte einzelner Stationen der Außenelbe

Station	T (°C)	Lf (µS/cm)	SAL (‰)	O <sub>2</sub> (mg/l)	O <sub>2</sub> (%)	pH
M 01-1	12,61	36570	23,1	11,9	129,4	8,02
M 05-1	13,37	31613	19,7	11,09	120	8,07
M 06-1	13,29	28490	17,6	11,02	117,5	7,87
M 19-1	12,91	36132	22,8	10,62	116	7,9
M 24-1	12,59	32978	20,6	9,3	99,5	7,96
M 29-1	13,14	39079	24,9	8,39	93,3	8,04
M 31-1	12,73	28724	17,7	8,98	94,7	7,96
M 40-1	12,89	39364	25,1	9,77	108,2	8,0
M 42-1	12,27	42579	27,3	10,52	116,6	7,79

Anhang 2a: Abundanzen Äußerer Bereich (MKÄ), Makrozoobenthosdaten  
1000 µm-Fraktion van-Veen-Greifer

Daten 2003 - IND/0,1m <sup>2</sup> : Mittelwert aus 6 Greifern										
Äußerer Bereich - REFERENZ MKÄ										
Taxa	MKÄ 20	MKÄ 21	MKÄ 27	MKÄ18	MKÄ 19	MKÄ 9	MKÄ 2	MKÄ 3	MKÄ 5	MKÄ 6
Anthozoa indet.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pleurobranchia pileus	0,00	0,00	0,17	0,00	0,17	0,00	0,00	0,33	0,33	0,00
Macoma balthica	0,83	2,83	0,17	2,00	0,17	0,33	2,17	2,67	16,33	7,50
Mytilus edulis juv.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hydrobia ulvae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00
Eubranchia sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nemertini indet.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Arenicola marina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Capitella minima	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00
Eteone longa	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00
Goniadella bobretzkii	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Harmathoe impar	0,00	0,17	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hediste diversicolor	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Heteromastus filliformis	0,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,67	0,00	1,50	0,17
Magelona mirabilis	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	1,17	0,17	0,00
Marenzelleria sp. (cf. viridis)	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Marenzelleria sp. (cf. wireni)	0,00	0,00	0,50	0,17	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00
Marenzelleria spp.	0,17	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nephtys longosetosa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nephtys cirrosa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nephtys hombergii	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,17	1,33	3,00
Nephtys spp. juv.	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	2,33	0,50
Notomastus latericeus	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ophelia limacina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Paraonis fulgens	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00
Polychaeta indet. (Art1)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00
Scoloplos armiger	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tubificoides benedii	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00
Balanus crenatus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
Bathyporeia elegans	9,67	0,67	1,83	15,67	63,83	18,67	14,50	17,67	0,17	0,00
Bathyporeia pelagica	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	5,83	0,00	0,00	0,00	0,00
Bathyporeia pilosa	56,67	0,33	5,50	36,50	181,33	53,17	31,17	58,00	0,00	0,00
Bathyporeia sarsi	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bathyporeia spp. juv.	0,33	0,00	0,00	0,17	0,17	0,67	0,00	2,17	0,00	0,00
Carcinus maenas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Corophium arenarium	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gammarus salinus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gammarus zaddachi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00
Gastrosaccus spinifer	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Haustorium arenarium	0,00	0,00	0,50	0,33	0,67	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00
Arten im Abundanzvergleich nicht berücksichtigt:										
Porifera indet.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hydrozoa (Medusae)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hydrozoa indet.	x	x	0,00	0,00	0,00	x	0,00	0,00	x	x
Obelia bidentata	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	x	x	0,00	x
Obelia sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sertularia cupressina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	x	x
Crangon crangon	0,00	0,33	0,33	0,17	0,00	0,50	0,00	0,17	0,17	0,17
Crangon crangon Zoea	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00
Decapoda Zoea	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Liocarcinus holsatus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Neomysis integer	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00
Schistomysis kervillei	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,17
Schistomysis sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ophiura spp. juv.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Electra pilosa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Farella repens	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

gelb unterlegt: Beaufschlagung in 2001 bis 2003

x: Art vorhanden ohne quantitative Angaben

T: Teilstück

Anhang 2b: Abundanzen Klappstelle (MK), Makrozoobenthosdaten  
1000 µm-Fraktion van-Veen-Greifer

<b>Daten 2003 - IND/0,1m<sup>2</sup>: Mittelwert aus 6 Greifern</b>					
<b>KLAPPSTELLE MK</b>					
<b>Taxa</b>	<b>MK 25</b>	<b>MK 24</b>	<b>MK 16</b>	<b>MK 14</b>	<b>MK 12</b>
Anthozoa indet.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Pleurobranchia pileus</i>	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00
<i>Macoma balthica</i>	0,67	2,33	0,00	0,33	0,83
<i>Mytilus edulis</i> juv.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Hydrobia ulvae</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Eubranchia</i> sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nemertini indet.	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Arenicola marina</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Capitella minima</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Eteone longa</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Goniadella bobretzkii</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Harmathoe impar</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Hediste diversicolor</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Heteromastus filiformis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
<i>Magelona mirabilis</i>	0,17	0,67	0,00	0,00	0,50
<i>Marenzelleria</i> sp. (cf. <i>viridis</i> )	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Marenzelleria</i> sp. (cf. <i>wireni</i> )	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Marenzelleria</i> spp.	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Nephtys longosetosa</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Nephtys cirrosa</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Nephtys hombergii</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Nephtys</i> spp. juv.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
<i>Notomastus latericeus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Ophelia limacina</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Paraonis fulgens</i>	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00
Polychaeta indet. (Art1)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Scoloplos armiger</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Tubificoides benedii</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Balanus crenatus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Bathyporeia elegans</i>	0,17	3,00	0,00	0,33	1,50
<i>Bathyporeia pelagica</i>	0,00	1,83	0,00	0,17	1,83
<i>Bathyporeia pilosa</i>	0,67	13,67	0,67	3,67	8,67
<i>Bathyporeia sarsi</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Bathyporeia</i> spp. juv.	0,00	1,33	0,00	0,00	0,00
<i>Carcinus maenas</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Corophium arenarium</i>	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00
<i>Gammarus salinus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Gammarus zaddachi</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Gastrosaccus spinifer</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Haustorius arenarius</i>	0,17	0,17	0,00	0,17	0,00
<b>Arten im Abundanzvergleich nicht berücksichtigt:</b>					
Porifera indet.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hydrozoa (Medusae)	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00
Hydrozoa indet.	0,00	0,00	0,00	0,00	x
<i>Obelia bidentata</i>	0,00	0,00	0,00	x	0,00
<i>Obelia</i> sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Sertularia cupressina</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Crangon crangon</i>	0,83	1,17	0,33	0,00	0,00
<i>Crangon crangon</i> Zoea	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00
Decapoda Zoea	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Liocarcinus holsatus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Neomysis integer</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Schistomysis kervillei</i>	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00
<i>Schistomysis</i> sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Ophiura</i> spp. juv.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Electra pilosa</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Farella repens</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

x: Art vorhanden ohne quantitative Angaben

T: Teilstück

Anhang 2c: Abundanzen Nahbereich (MKN), Makrozoobenthosdaten  
1000 µm-Fraktion van-Veen-Greifer

Daten 2003 - IND/0,1m <sup>2</sup> : Mittelwert aus 6 Greifern								
Klappstelle Nahbereich MKN								
Taxa	MKN 26	MKN 23	MKN 22	MKN 15	MKN 17	MKN 11	MKN 13	MKN 7
Anthozoa indet.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Pleurobranchia pileus</i>	0,17	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Macoma balthica</i>	0,33	0,00	6,67	0,00	6,00	0,00	0,17	5,83
<i>Mytilus edulis</i> juv.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Hydrobia ulvae</i>	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Eubranchia</i> sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nemertini indet.	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Arenicola marina</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00
<i>Capitella minima</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Eteone longa</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Goniadella bobretzkii</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Harmathoe impar</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Hediste diversicolor</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00
<i>Heteromastus filiformis</i>	0,00	0,00	0,50	0,00	2,17	0,40	0,00	0,17
<i>Magelona mirabilis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,33	0,33
<i>Marenzelleria</i> sp. (cf. <i>viridis</i> )	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Marenzelleria</i> sp. (cf. <i>wireni</i> )	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Marenzelleria</i> spp.	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Nephtys longosetosa</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Nephtys cirrosa</i>	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Nephtys hombergii</i>	0,00	0,00	2,50	0,00	1,33	0,00	0,00	0,50
<i>Nephtys</i> spp. juv.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Notomastus latericeus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Ophelia limacina</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Paraonis fulgens</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Polychaeta</i> indet.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Scoloplos armiger</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Tubificoides benedii</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Balanus crenatus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Bathyporeia elegans</i>	2,17	7,17	0,17	11,83	0,17	3,33	1,00	2,83
<i>Bathyporeia pelagica</i>	0,17	0,17	0,00	4,17	0,00	0,17	0,00	0,00
<i>Bathyporeia pilosa</i>	9,83	35,33	0,50	51,17	0,33	13,33	5,33	10,83
<i>Bathyporeia sarsi</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Bathyporeia</i> sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,33	0,00	0,00
<i>Bathyporeia</i> spp. juv.	0,00	0,83	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Carcinus maenas</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00
<i>Corophium arenarium</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Gammarus salinus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Gammarus zaddachi</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Gastrosaccus spinifer</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Haustorius arenarius</i>	0,33	5,17	0,00	1,67	0,00	0,00	1,50	0,00
<b>Arten im Abundanzvergleich nicht berücksichtigt:</b>								
Porifera indet.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hydrozoa (Medusae)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hydrozoa indet.	0,00	0,00	x	0,00	x	0,00	0,00	0,00
<i>Obelia bidentata</i>	0,00	0,00	x	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Obelia</i> sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Sertularia cupressina</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Crangon crangon</i>	0,67	0,67	0,00	0,17	0,00	0,17	0,00	0,00
<i>Crangon crangon</i> Zoea	0,33	0,00	0,00	0,17	0,17	0,00	0,00	0,00
Decapoda Zoea	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Liocarcinus holsatus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Neomysis integer</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Schistomysis kervillei</i>	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Schistomysis</i> sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Ophiura</i> spp. juv.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Electra pilosa</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Farella repens</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

x: Art vorhanden ohne quantitative Angaben

T: Teilstück

Anhang 2d: Abundanzen Transekt, Makrozoobenthosdaten  
1000 µm-Fraktion van-Veen-Greifer

Daten 2003 - IND/0,1m <sup>2</sup> : Mittelwert aus 6 Greifern											
TRANSEKT M											
Taxa	M 1	M 3	M 4	M 7	M 8	M 9	M 10	M 34	M 35	M 36	M 37
Porifera indet.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hydrozoa (Medusae)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hydrozoa indet.	0,00	0,00	x	0,00	0,00	0,00	0,00	x	x	0,00	0,00
<i>Obelia bidentata</i>	0,00	x	x	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	x	0,00	x
<i>Obelia</i> sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Sertularia cupressina</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Anthozoa indet.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Macoma balthica</i>	0,00	2,67	8,00	5,83	0,17	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Mytilus edulis</i> juv.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Hydrobia ulvae</i>	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Eubranchia</i> sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nemertini indet.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Arenicola marina</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Capitella minima</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Eteone longa</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Goniadella bobretzkii</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Harmathoe impar</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Hediste diversicolor</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Heteromastus filiformis</i>	0,00	0,00	4,83	0,17	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Magelona mirabilis</i>	0,00	1,17	0,00	0,33	0,00	0,33	0,00	2,83	0,00	0,17	1,50
<i>Marenzelleria</i> sp. (cf. <i>viridis</i> )	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Marenzelleria</i> sp. (cf. <i>wireni</i> )	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Marenzelleria</i> spp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Nephtys longosetosa</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00
<i>Nephtys cirrosa</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,17	0,00	0,00	0,17
<i>Nephtys hombergii</i>	0,00	0,17	1,67	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Nephtys</i> spp. juv.	0,00	0,17	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Notomastus latericeus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Ophelia limacina</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Paraonis fulgens</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Polychaeta indet.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Scoloplos armiger</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Tubificoides benedii</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Balanus crenatus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00
<i>Bathyporeia elegans</i>	21,67	17,67	0,00	2,83	0,17	18,67	0,83	0,17	1,33	2,00	0,33
<i>Bathyporeia pelagica</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,83	0,00	0,33	1,20	4,50	0,17
<i>Bathyporeia pilosa</i>	62,83	58,00	0,67	10,83	1,67	53,17	1,67	0,17	5,83	11,33	0,50
<i>Bathyporeia sarsi</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Bathyporeia</i> sp. (Matsch)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Bathyporeia</i> spp. juv.	0,00	2,17	0,00	0,00	0,00	0,67	0,33	0,00	0,00	0,17	0,00
<i>Carcinus maenas</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Corophium arenarium</i>	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Arten im Abundanzvergleich nicht berücksichtigt:</b>											
<i>Crangon crangon</i>	0,00	0,17	0,00	0,00	0,17	0,50	0,17	0,33	0,33	0,17	0,33
<i>Crangon crangon</i> Zoea	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,50	0,17	0,00
Decapoda Zoea	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Gammarus salinus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Gammarus zaddachi</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Gastrosaccus spinifer</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,17	0,17	0,17	0,00	0,00
<i>Haustorium arenarium</i>	0,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,17	0,33	1,00	0,00	0,17
<i>Liocarcinus holsatus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Neomysis integer</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Schistomysis kervillei</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,17	0,00	0,33
<i>Schistomysis</i> sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Ophiura</i> spp. juv.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Electra pilosa</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Farella repens</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	x

x: Art vorhanden ohne quantitative Angaben

T: Teilstück

Mai 2004

Anhang 2e: Abundanzen Fahrinne, Makrozoobenthosdaten  
1000 µm-Fraktion van-Veen-Greifer

Daten 2003 - IND/0,1m <sup>2</sup> : Mittelwert aus 6 Greifern									
FAHRRINNE Außenelbe M									
Taxa	M 31	M 32	M 33	M 34	M 35	M 36	M 38	M 39	M 40
Porifera indet.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Anthozoa indet.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Eubranchia sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hydrobia ulvae	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Macoma balthica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mytilus edulis juv.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nemertini indet.	0,00	0,00	0,00	0,33	x	0,00	0,00	0,00	0,00
Tubificoides benedii	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Arenicola marina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Capitella minima	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Eleone longa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Goniadella bobretzkii	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Harmathoe impar	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hediste diversicolor	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Heteromastus filiformis	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Magelona mirabilis	0,00	0,00	0,00	2,83	0,00	0,17	1,67	0,20	0,00
Marenzelleria sp. (cf. viridis)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Marenzelleria sp. (cf. wireni)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nephtys longosetosa	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nephtys cirrosa	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,33	0,17	0,17
Nephtys hombergii	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nephtys spp. juv.	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,17	0,17	0,17
Notomastus latericeus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ophelia limacina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Paraonis fulgens	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Polychaeta indet. (Art1)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Scoloplos armiger	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Balanus crenatus	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bathyporeia elegans	0,83	1,67	6,17	0,17	1,33	2,00	0,17	0,17	0,00
Bathyporeia pelagica	0,00	0,33	0,67	0,33	1,00	4,50	0,67	0,00	0,00
Bathyporeia pilosa	0,50	2,17	16,17	0,17	5,83	11,33	1,33	0,33	0,17
Bathyporeia sarsi	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bathyporeia spp. juv.	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00
Corophium arenarium	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gammarus salinus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gammarus zaddachi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Haustorium arenarium	1,50	0,33	0,00	0,33	1,00	0,00	0,33	0,50	0,17
Ophiura spp. juv.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Arten im Abundanzvergleich nicht berücksichtigt:									
Electra pilosa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hydrozoa (Medusae)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hydrozoa indet.	x	0,00	0,00	x	x	0,00	0,00	0,00	0,00
Obelia bidentata	0,00	0,00	0,00	0,00	x	0,00	0,00	0,00	0,00
Obelia sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sertularia cupressina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Crangon crangon	0,33	0,33	0,50	0,33	0,33	0,17	0,00	0,33	0,50
Crangon crangon Zoea	0,00	0,17	0,00	0,00	0,50	0,17	0,00	0,00	0,00
Carcinus maenas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gastrosaccus spinifer	0,00	0,00	0,33	0,17	0,17	0,00	0,00	0,17	0,17
Liocarcinus holsatus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
Neomysis integer	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Schistomysis kervillei	0,00	0,00	0,17	0,00	0,17	0,00	0,00	0,17	0,00
Schistomysis sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Farella repens	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

x: Art vorhanden ohne quantitative Angaben

T: Teilstück

Anhang 2f: Abundanzen Fahrinne Referenz, Makrozoobenthosdaten  
1000 µm-Fraktion van-Veen-Greifer

<b>Daten 2003 - IND/0,1m<sup>2</sup>: Mittelwert aus 6 Greifern</b>						
<b>FAHRRINNE REFERENZ Außenelbe - M</b>						
Taxa	M 28	M 29	M 30	M 41	M 42	M 43
Porifera indet.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00
Anthozoa indet.	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Eubranchia sp.	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00
Hydrobia ulvae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Macoma balthica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mytilus edulis juv.	0,00	1,83	0,00	0,00	0,00	0,00
Nemertini indet.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tubificoides benedii	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Arenicola marina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Capitella minima	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Eteone longa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Goniadella bobretzkii	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Harmathoe impar	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hediste diversicolor	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Heteromastus filiformis	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Magelona mirabilis	0,00	0,00	0,00	1,67	0,50	0,00
Marenzelleria sp. (cf. viridis)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Marenzelleria sp. (cf. wireni)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nephtys longosetosa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nephtys cirrosa	0,00	0,00	0,83	0,33	0,00	0,67
Nephtys hombergii	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nephtys spp. juv.	0,00	0,00	0,00	0,17	0,67	0,33
Notomastus latericeus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ophelia limacina	1,67	0,00	0,00	0,50	0,00	0,50
Paraonis fulgens	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Polychaeta indet. (Art1)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Scoloplos armiger	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,17
Balanus crenatus	0,00	77,67	0,00	0,00	0,00	0,33
Bathyporeia elegans	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00
Bathyporeia pelagica	0,00	0,00	0,00	0,67	1,00	0,00
Bathyporeia pilosa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bathyporeia sarsi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bathyporeia spp. juv.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Corophium arenarium	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gammarus salinus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gammarus zaddachi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Haustorius arenarius	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ophiura spp. juv.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00
<b>Arten im Abundanzvergleich nicht berücksichtigt:</b>						
Electra pilosa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hydrozoa (Medusae)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hydrozoa indet.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Obelia bidentata	0,00	x	x	x	0,00	0,00
Obelia sp.	0,00	x	0,00	0,00	0,00	0,00
Sertularia cupressina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Crangon crangon	0,00	0,00	0,00	0,17	0,17	0,00
Crangon crangon Zoea	0,00	0,17	0,00	0,17	0,00	0,00
Carcinus maenas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gastrosaccus spinifer	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00
Liocarcinus holsatus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Neomysis integer	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Schistomysis kervillei	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00
Schistomysis sp.	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00
Farella repens	0,00	x	0,17	0,00	0,00	0,00

x: Art vorhanden ohne quantitative Angaben

T: Teilstück

Anhang 3a: Tabelle zu den Baggermengen [m<sup>3</sup>] im Bereich der Außenelbe

Daten Dez 2001 - Dez 2002 - Baggermengen [m <sup>3</sup> ] im Bereich der Außenelbe										
Datum	Quadrant	von km 732	von km 732,5	von km 733	von km 735	von km 735,5	von km 736	von km 736,5	von km 737	von km 737,5
12.2001	G	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12.2001	GM	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12.2001	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12.2001	MR	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12.2001	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12.2001	G-R	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01.2002	G	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01.2002	GM	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01.2002	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01.2002	MR	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01.2002	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01.2002	G-R	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02.2002	G	0	0	0	0	0	0	6161	8674	0
02.2002	GM	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02.2002	M	0	0	0	0	0	0	0	0	3612
02.2002	MR	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02.2002	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02.2002	G-R	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03.2002	G	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03.2002	GM	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03.2002	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03.2002	MR	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03.2002	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03.2002	G-R	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04.2002	G	0	0	0	7892	33431	39969	1634	0	0
04.2002	GM	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04.2002	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04.2002	MR	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04.2002	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04.2002	G-R	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05.2002	G	0	0	0	19565	39564	36060	0	0	0
05.2002	GM	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05.2002	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05.2002	MR	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05.2002	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05.2002	G-R	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06.2002	G	7717	0	0	0	0	0	0	0	0
06.2002	GM	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06.2002	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06.2002	MR	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06.2002	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06.2002	G-R	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07.2002	G	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07.2002	GM	0	0	0	0	0	0	0	0	2167
07.2002	M	0	0	0	0	0	0	0	0	2125
07.2002	MR	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07.2002	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07.2002	G-R	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08.2002	G	0	0	0	0	0	0	1145	5722	4578
08.2002	GM	0	0	0	0	0	0	0	0	6226
08.2002	M	0	0	0	0	0	0	0	1504	2708
08.2002	MR	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08.2002	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08.2002	G-R	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09.2002	G	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09.2002	GM	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09.2002	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09.2002	MR	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09.2002	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09.2002	G-R	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10.2002	G	8300	0	0	0	4347	4804	0	0	0
10.2002	GM	0	0	0	0	0	0	0	2092	0
10.2002	M	0	0	0	1423	256	0	0	0	0
10.2002	MR	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10.2002	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10.2002	G-R	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11.2002	G	3518	0	0	0	19048	17461	2083	2709	6491
11.2002	GM	0	0	0	0	2928	1991	0	5531	0
11.2002	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11.2002	MR	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11.2002	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11.2002	G-R	0	0	0	935	0	0	0	0	0
12.2002	G	3377	0	0	3755	26822	13947	0	0	0
12.2002	GM	0	0	0	0	0	0	2694	0	0
12.2002	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12.2002	MR	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fortsetzung Anhang 3a: Tabelle zu den Baggermengen [m<sup>3</sup>] im Bereich der Außenelbe

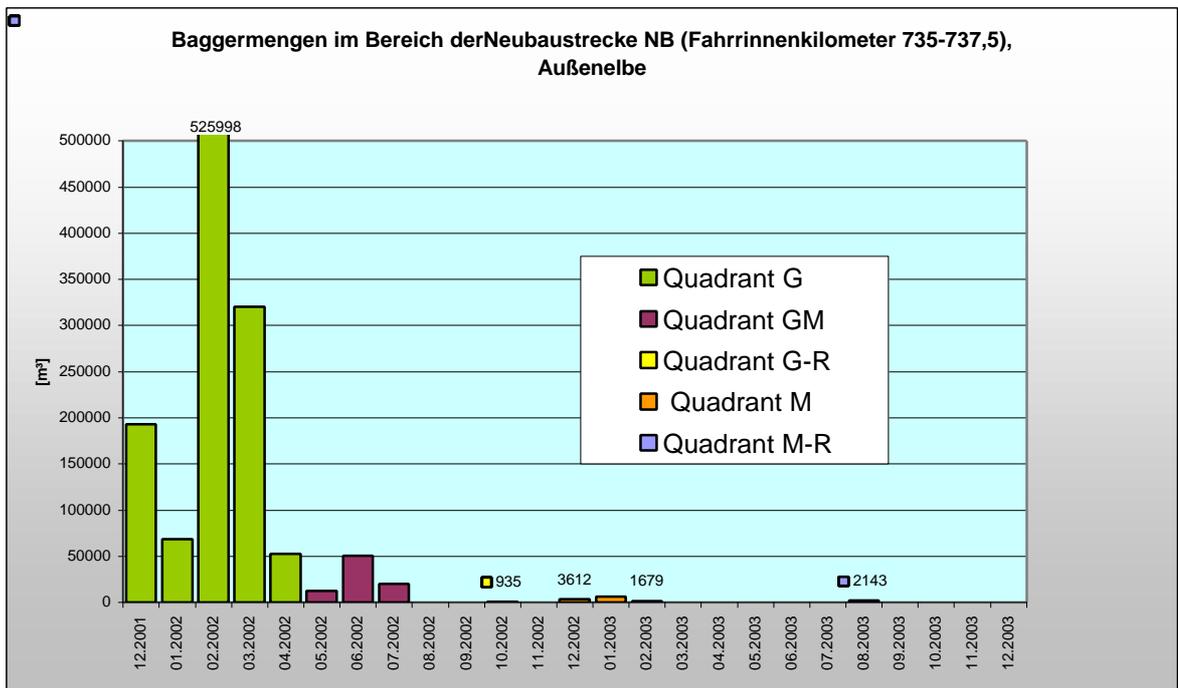
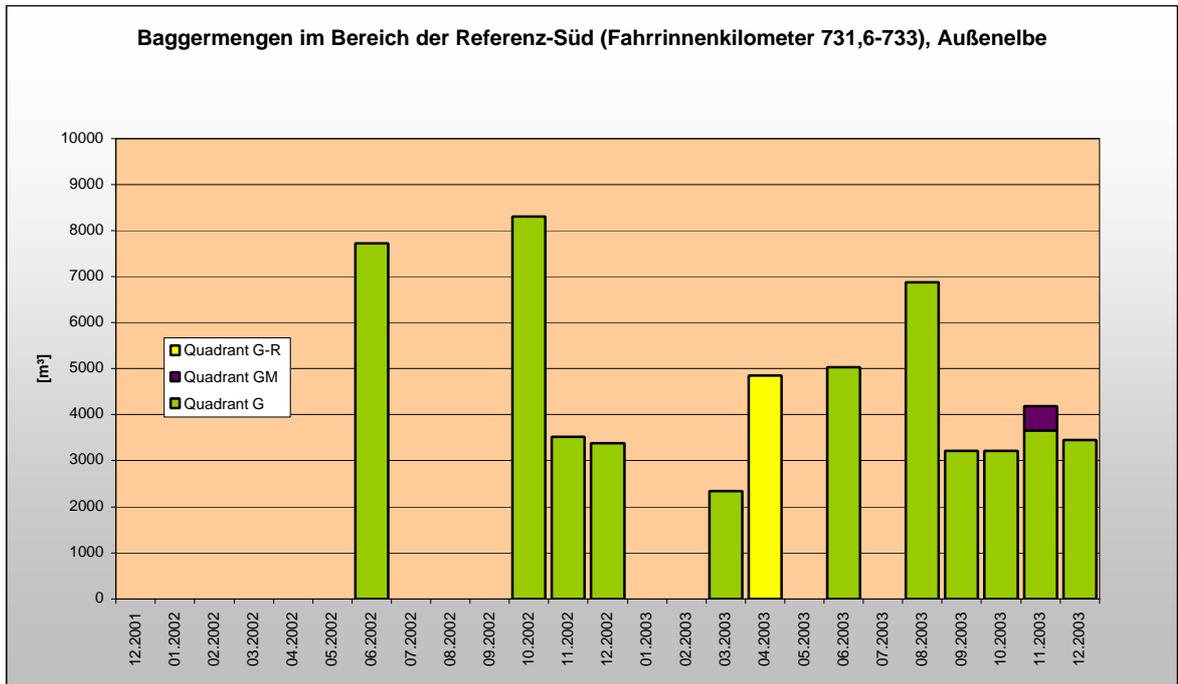
Daten 2003 - Baggermengen [m <sup>3</sup> ] im Bereich der Außenelbe										
01.2003	G	0	0	0	33973	33973	33973	3397	0	0
01.2003	GM	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01.2003	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01.2003	MR	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01.2003	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01.2003	G-R	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02.2003	G	0	0	0	49098	49098	32404	0	0	0
02.2003	GM	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02.2003	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02.2003	MR	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02.2003	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02.2003	G-R	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03.2003	G	2338	0	0	0	0	0	0	0	0
03.2003	GM	0	0	0	9697	21081	6746	0	0	0
03.2003	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03.2003	MR	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03.2003	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03.2003	G-R	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04.2003	G	0	0	0	76536	77909	41823	0	0	0
04.2003	GM	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04.2003	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04.2003	MR	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04.2003	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04.2003	G-R	4847	0	0	0	0	0	0	0	0
05.2003	G	0	0	0	19875	19875	9540	0	0	0
05.2003	GM	0	0	0	4950	15302	0	0	0	0
05.2003	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05.2003	MR	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05.2003	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05.2003	G-R	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06.2003	G	5026	0	0	13096	13096	7334	0	0	0
06.2003	GM	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06.2003	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06.2003	MR	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06.2003	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06.2003	G-R	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07.2003	G	0	0	0	21784	21784	12199	0	0	0
07.2003	GM	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07.2003	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07.2003	MR	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07.2003	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07.2003	G-R	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08.2003	G	3459	0	3422	17520	17520	4555	0	0	0
08.2003	GM	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08.2003	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08.2003	MR	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08.2003	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08.2003	G-R	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09.2003	G	973	2244	0	25086	10497	24274	0	0	0
09.2003	GM	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09.2003	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09.2003	MR	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09.2003	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09.2003	G-R	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10.2003	G	0	3217	0	4344	24132	20753	8948	13159	3948
10.2003	GM	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10.2003	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10.2003	MR	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10.2003	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10.2003	G-R	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11.2003	G	3663	0	0	2335	21298	15797	13103	3931	0
11.2003	GM	0	0	521	0	0	0	0	0	0
11.2003	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11.2003	MR	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11.2003	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11.2003	G-R	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12.2003	G	0	0	3448	7791	16881	20074	7865	0	0
12.2003	GM	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12.2003	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12.2003	MR	0	0	0	1531	612	0	0	0	0
12.2003	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12.2003	G-R	0	0	0	0	0	0	0	0	0

orange markiert: Stationen südliche Referenz

blau markiert: Stationen Neubaustrecke

Stationen km 740 wurde nicht gebaggert

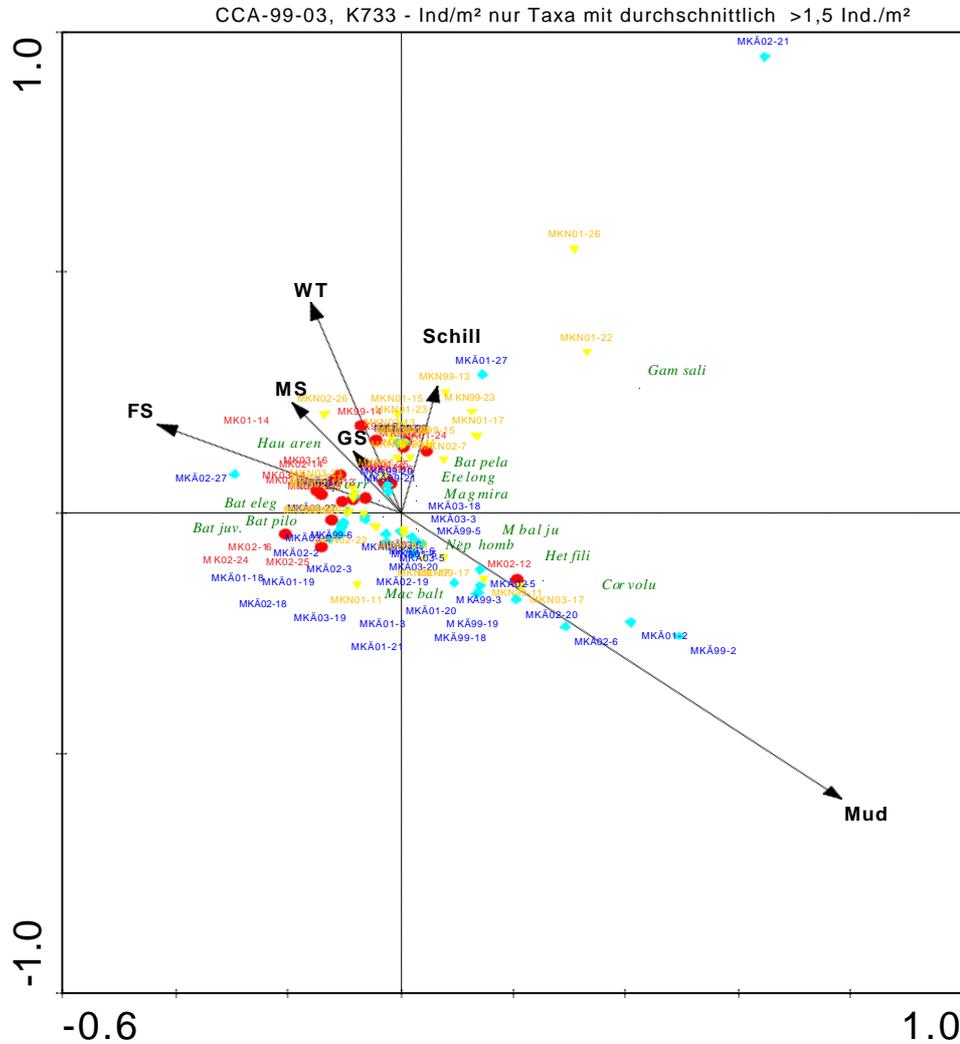
Anhang 3b: Grafiken zu den Verklappungsmengen



Anhang 3c: Verklappungsmengen [m<sup>3</sup>] auf der Klappstelle 733

lfd. Nr.	Datum	Quadrant G-R	Quadrant G	Quadrant GM	Quadrant G	Quadrant GM	Quadrant G-R	Quadrant M	Quadrant M-R
1	12.2001	0	0	0	192950	0	0	0	0
7	01.2002	0	0	0	68388	0	0	0	0
13	02.2002	0	0	0	525998	0	0	0	0
19	03.2002	0	0	0	320493	0	0	0	0
25	04.2002	0	0	0	52611	0	0	0	0
31	05.2002	0	0	0	0	12577	0	0	0
37	06.2002	0	7717	0	0	50668	0	0	0
43	07.2002	0	0	0	0	20252	0	0	0
49	08.2002	0	0	0	0	0	0	0	0
55	09.2002	0	0	0	0	0	0	0	0
61	10.2002	0	8300	0	0	0	935	0	0
67	11.2002	0	3518	0	0	0	0	0	0
73	12.2002	0	3377	0	0	0	0	3612	0
79	01.2003	0	0	0	0	0	0	6337	0
85	02.2003	0	0	0	0	0	0	1679	0
91	03.2003	0	2338	0	0	0	0	0	0
97	04.2003	4847	0	0	0	0	0	0	0
103	05.2003	0	0	0	0	0	0	0	0
109	06.2003	0	5026	0	0	0	0	0	0
115	07.2003	0	0	0	0	0	0	0	0
121	08.2003	0	6881	0	0	0	0	0	2143
127	09.2003	0	3217	0	0	0	0	0	0
133	10.2003	0	3217	0	0	0	0	0	0
139	11.2003	0	3663	521	0	0	0	0	0
145	12.2003	0	3448	0	0	0	0	0	0

Anhang 4: CCA auf Artenebene,  
 CCA- Interannuell – Arten >1,5 Ind./m<sup>2</sup> (N=15). Untersuchungsgebiet K733. MK (rot)=  
 Stationen der Klappstelle, MKN(orange) = Stationen des Nahbereichs, MKÄ (blau) =  
 Referenzstationen. FS = Feinsand, MS = Mittelsand, GS = Grobsand, Mud = Schlick, WT  
 = Wassertiefe



\*\*\*\* Summary \*\*\*\* CCA - Phyla-CCA-Artenebene >1,5 Ind/m<sup>2</sup>

Axes	1	2	3	4	Total inertia
Eigenvalues	0.197	0.089	0.071	0.037	1.785
Species-environment correlations	0.692	0.699	0.588	0.499	
Cumulative percentage variance					
of species data	11.0	16.0	20.0	22.1	
of species-environment relation:	47.8	69.3	86.4	95.4	

Sum of all eigenvalues 1.785  
 Sum of all canonical eigenvalues 0.412

\*\*\*\* Summary of Monte Carlo test \*\*\*\*

Test of significance of first canonical axis: eigenvalue = 0.197  
 F-ratio = 10.555  
 P-value = 0.0160

Test of significance of all canonical axes : Trace = 0.412  
 F-ratio = 4.257  
 P-value = 0.0020

Anhang 5: Ergebnisse der Muschelmessung

Bivalvia nach Größenklassen in cm

Taxon/ Station	M1						M2						M3						M4						M5						M6											
Größenklassifizierung/ Anzahl	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI
Gastropoda																																										
Hydrobia ulvae																																										
<b>Bivalvia</b>																																										
Cerastoderma edule																																										
Corbicula cf. Fluminalis																																										
Macoma balthica							8	5					8	8					31	12					59	34	5				27	15	3									
Mytilus edulis																																										

Taxon/ Station	M7						M8						M9						M10						M11						M12											
Größenklassifizierung/ Anzahl	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI						
Gastropoda																																										
Hydrobia ulvae																																										
<b>Bivalvia</b>																																										
Cerastoderma edule																																										
Corbicula cf. Fluminalis																																										
Macoma balthica	24	11								1			1	1																						3	2					
Mytilus edulis																																										

Taxon/ Station	M13						M14						M15						M16						M17						M18											
Größenklassifizierung/ Anzahl	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI						
Gastropoda																																										
Hydrobia ulvae																																										
<b>Bivalvia</b>																																										
Cerastoderma edule																																										
Corbicula cf. Fluminalis																																										
Macoma balthica	1									1	1																				24	12					5	7				
Mytilus edulis																																										

Taxon/ Station	M19						M20						M21						M22						M23						M24												
Größenklassifizierung/ Anzahl	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI							
Gastropoda																																											
Hydrobia ulvae																																											
<b>Bivalvia</b>																																											
Cerastoderma edule																																											
Corbicula cf. Fluminalis																																											
Macoma balthica	1									3	2							11	6							28	12											10	3				
Mytilus edulis																																											

Taxon/ Station	M25						M26						M27						M28						M29						M30											
Größenklassifizierung/ Anzahl	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI						
Gastropoda																																										
Hydrobia ulvae																																										
<b>Bivalvia</b>																																										
Cerastoderma edule																																										
Corbicula cf. Fluminalis																																										
Macoma balthica	4									2								1																								
Mytilus edulis																																										

Taxon/ Station	M31						M32						M33						M34						M35						M36											
Größenklassifizierung/ Anzahl	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI						
Gastropoda																																										
Hydrobia ulvae																																										
<b>Bivalvia</b>																																										
Cerastoderma edule																																										
Corbicula cf. Fluminalis																																										
Macoma balthica																																										
Mytilus edulis																																										

Taxon/ Station	M38						M39						M40						M41						M42						M43											
Größenklassifizierung/ Anzahl	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI						
Gastropoda																																										
Hydrobia ulvae																																										
<b>Bivalvia</b>																																										
Cerastoderma edule																																										
Corbicula cf. Fluminalis																																										
Macoma balthica																																										

Längenklassen: I 0,1 - 0,5 cm; II 0,51- 1,5 cm; III 1,51 - 2,5 cm; IV 2,51- 3,5 cm; V 3,51 - 4,5 cm; VI 4,51 - 5,5 cm

gelb unterlegt = Fahrrinne  
 grün unterlegt = Klappstelle  
 orange unterlegt = Nahbereich