

Nr. 11

**Baggern und Verklappen
im Küstenbereich**

**Auswirkungen auf das
Makrozoobenthos**

**Beiträge zum Workshop
am 15.11.1995 in Hamburg**

MITTEILUNG

BfG

**Bundesanstalt für Gewässerkunde
Koblenz · Berlin**



Baggern und Verklappen im Küstenbereich

**Auswirkungen auf das
Makrozoobenthos**

**Beiträge zum Workshop
am 15.11.1995 in Hamburg**

Redaktion: Dr. Heiko Leuchs
Dr. Andreas Anlauf
Dr. Stefan Nehring

Dauerklappstelle Brunsbüttel - Auswirkungen auf das Makrozoobenthos

Heiko Leuchs, Stefan Nehring, Roland Hagendorff, Ingrid Kröncke und Jens Stecher

1 Einleitung

Seit Eröffnung des Nord-Ostsee-Kanals im Jahre 1895 wird im Bereich der Schleusen Brunsbüttel und des Binnenhafens gebaggert und umgelagert, wobei das Baggergut immer etwa in dem gleichen Gebiet der Elbe (soweit keine Landlagerung stattfand) wieder eingebracht wurde.

In den letzten 10 Jahren wurden mit dem Hopperbagger "Wilhelm Krüger" umgerechnet auf die Dichte $1,2 \text{ t/m}^3$ zwischen 4,7 und 9,3 Mio. m^3/a im Schleusenbereich Brunsbüttel gebaggert und der Elbe bei km 700 wieder zugeführt (ca. 2/3 des gesamten Baggergutes wird dabei

an Dauerklappstelle Brunsbüttel verklappt, ca. 1/3 wird über Rohrleitung verspült) [1]. Die Aufschlickungsrate im Neuen Vorhafen wird vom WSA Brunsbüttel für 1977 bis 1993 im Jahresmittel mit $21,3 \text{ m}^3/\text{a}$ angegeben. Diese erheblichen Schlickmengen stammen ausschließlich aus dem Ästuarbereich der Elbe, das heißt, es findet ein permanenter Feststoffkreislauf (Eintrieb, Ablagerung, Baggerung, Verklappung/Verspülung) statt. Die Wiederholungshäufigkeit des Baggerns beträgt für fast alle zu baggernden Bereiche im Normalbetrieb ca. 1-4 Tage. Die Klappstelle wird hierbei mehrmals täglich angefahren.

Im Rahmen des Pilotprojektes Brunsbüttel zur Umset-

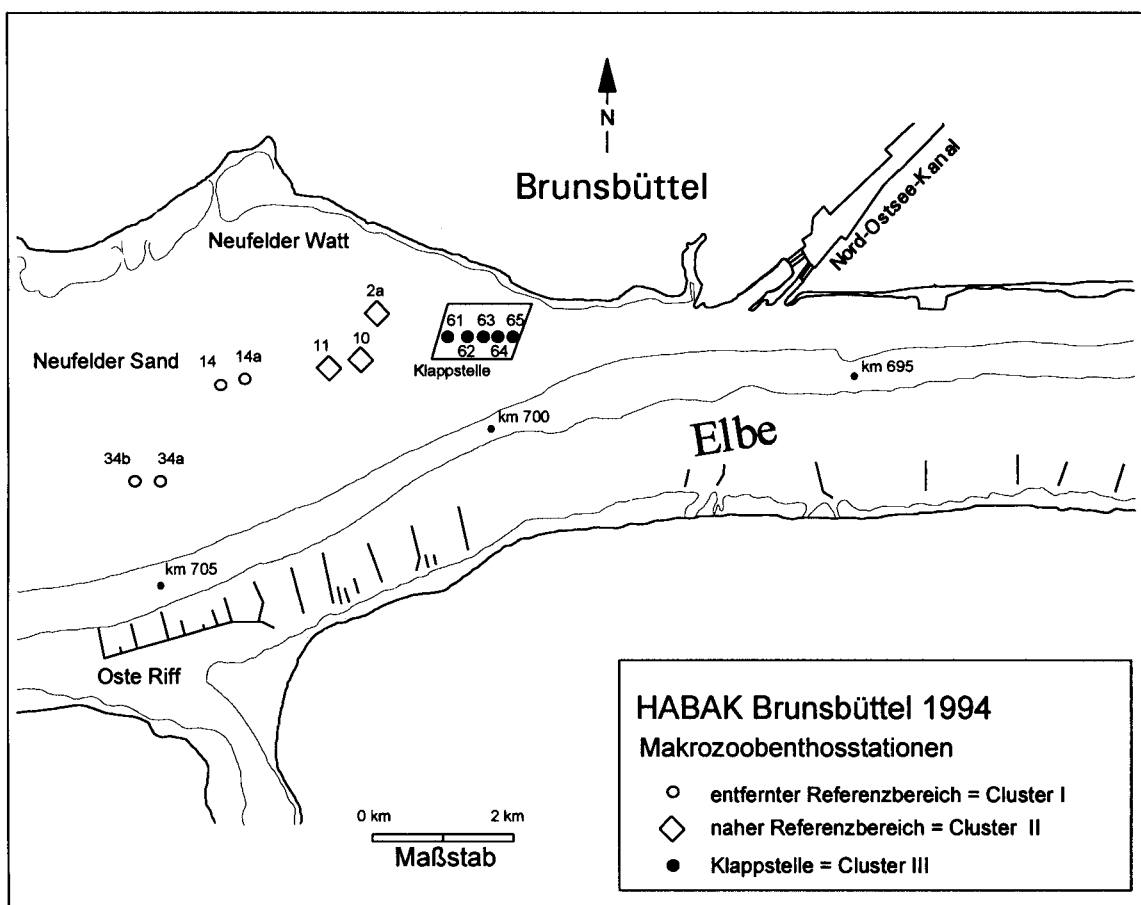


Abb. 1

Zuordnung der Benthosstationen zu Stationsgruppen nach Resultaten der Clusteranalyse. Offener Kreis = Cluster I "entfernter Referenzbereich" (Stat. 34a, 34b, 14, 14a), Raute = Cluster II "naher Referenzbereich" (Stat. 11, 10, 2a), gefüllter Kreis = Cluster III "Klappstelle" (Stat. 61-64) und die isolierte Klappstellenstation 65.

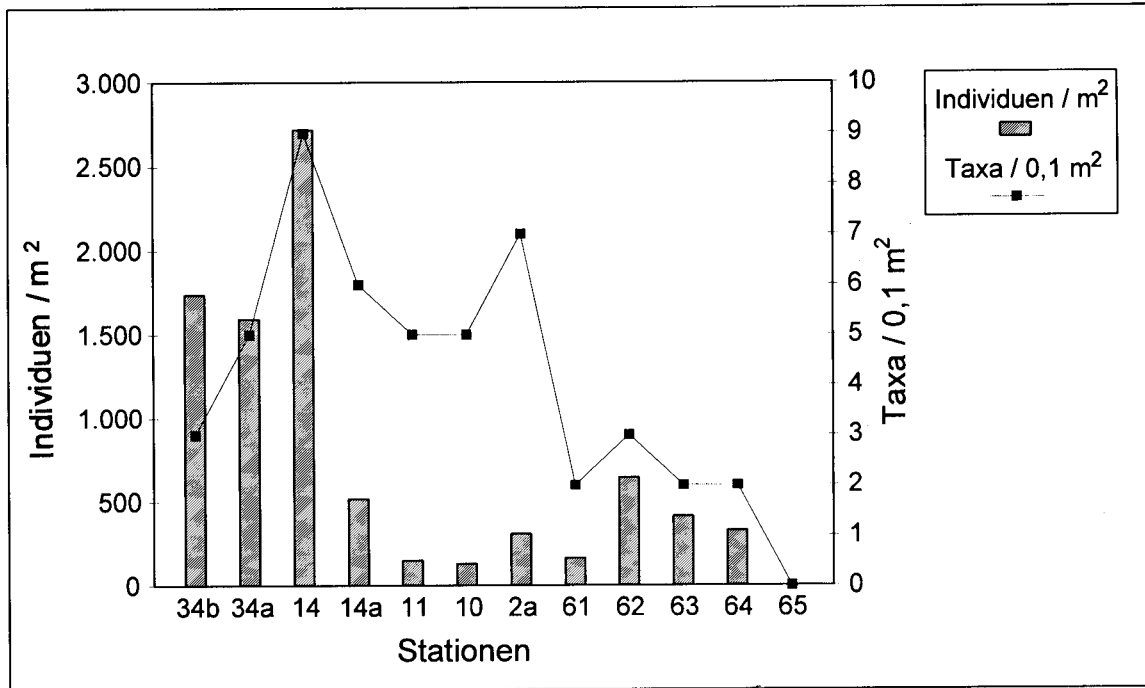


Abb. 2

Gesamtindividuenzahlen/m² (Mediane) und Anzahl in mindestens 2 Parallelproben/Station nachgewiesener Taxa.

zung der "Handlungsanweisung zur Unterbringung von Baggergut im Küstenbereich" HABAK [4, 17] wurden faunistische Erhebungen zur Makrozoobenthosbesiedlung im Bereich der o. g. Klappstelle durchgeführt, um die Auswirkungen der jahrelangen, kontinuierlichen Verklappung von Sedimenten auf die Bodenfauna zu beurteilen.

2 Verfahren und Probenahmen

Am 28.3.94 wurden Erhebungen des sublitoralen Makrozoobenthos in der Elbe bei Brunsbüttel (Elbe-km 700-706) durchgeführt. Neben fünf Stationen im unmittelbaren Klappstellenbereich wurden in Anlehnung an das Stationsraster der sedimentologischen Untersuchungen der BfG [4] sieben weitere Stationen im Hangbereich zwischen der Klappstelle und dem Neufelder Sand beprobt (Abb. 1). Pro Station wurden drei Parallelproben mit einem 0,1 m² van Veen-Greifer (60 kg) entnommen und zur Abtrennung der Makrofauna über 0,5 mm Maschenweite gesiebt. Anhand der Benthosbesiedlung wurde die Ähnlichkeit der Stationen untereinander mit Hilfe multivariater Datenanalyseverfahren ermittelt. Diese Auswertungen wurden mit dem speziell für die Bearbeitung marinbiologischer Datensätze vom *Plymouth Marine Laboratory, Großbritannien* entwickelten Statistikprogramm "Primer" durchgeführt. In die Analysen gingen nur auf den m² bezogene Bestandsdichten der nachgewiesenen Taxa ein, die in mehr als einer Parallelprobe pro Station auftraten.

Die eingebrachten Sedimente wurden grob visuell angesprochen. In Benthosproben aus dem Bereich der Klappstelle wurde einheitlich fester, schwarzer Schlack, z. T. mit Miesmuschelschill angetroffen. Mit zunehmender Entfernung von der Klappstelle nahmen die Feinsandanteile im Sediment zu. Auf den Stationen 14, 34a und 34b wurde fast reiner Feinsand gefunden. Detailliertere Untersuchungen der BfG [4] zur Sedimentzusammensetzung im Untersuchungsgebiet führten zu analogen Resultaten.

3 Ergebnisse der Benthosuntersuchungen

Die Verklappungsstelle liegt in der -mixo-mesohalinen Zone der Elbe [5], einem Gebiet, in dem natürlicherweise wenige anpassungsfähige Arten leben. Insgesamt wurden 22 Arten und höhere Taxa der Makrofauna identifiziert (Tabelle 1). Arten der Roten Listen [19] wurden nicht nachgewiesen.

Die Artenzusammensetzung entspricht generell dem von Leling [16] gefundenen Artenspektrum zwischen Stromkilometer 700 und 708. Bemerkenswert ist die weitläufige Besiedlung von *Marenzelleria viridis* (Polychaet) im Untersuchungsgebiet, eine erst Anfang der achtziger Jahre dieses Jahrhunderts mit Ballastwasser aus Nordamerika in die europäischen Gewässer eingeschleppte Art [8]. Leling konnte diese Art (als *M. wireni* bestimmt) erstmalig 1985, jedoch in geringeren Abundanz, für das Elbe-Ästuar nachweisen. Fiedler [9] fand während seiner Elbe-Untersuchungen 1984-86 diese Art nicht, was

Tabelle 1

Artenliste und Mediane der Individuenzahlen pro m² des Makrozoobenthos zwischen Elbe km 700-706, Probenahme 28.03.1994.

Taxon \ Station	Referenzbereich						Klappstelle					
	Cluster I				Cluster II			Cluster III				65
	34b	34a	14	14a	11	10	2a	61	62	63	64	
Polychaeta:												
<i>Heteromastus filiformis</i>	-	*	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Magelona mirabilis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-
<i>Manayunkia aestuaria</i>	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-
<i>Marenzelleria viridis</i>	1600	675	740	160	55	35	115	150	620	375	315	*
<i>Nereis longissima</i>	-	*	340	75	*	-	10	*	*	*	15	*
Crustacea (Amphipoda)												
<i>Bathyporeia elegans</i>	*	15	10	*	15	5	5	*	-	-	-	-
<i>Bathyporeia pilosa</i>	80	520	15	*	65	40	-	15	*	-	*	-
<i>Bathyporeia</i> sp.	60	380	25	*	*	*	-	*	*	-	-	-
<i>Caprella</i> cf. <i>linearis</i>	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-
<i>Corophium volutator</i>	*	-	5	-	-	15	50	-	-	-	*	-
<i>Gammarus zaddachi</i>	-	*	-	-	-	*	-	-	-	*	-	-
<i>Gammarus</i> spec.	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Crustacea (Mysidacea)												
<i>Neomysis vulgaris</i>	*	*	10	10	*	*	-	*	-	-	*	-
Crustacea (Cirripedia)												
<i>Semibalanus balanoides</i>	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-
Mollusca												
<i>Macoma balthica</i>	*	*	5	*	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mya arenaria</i>	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-
Echinodermata												
<i>Asterias rubens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*
Phoronidae												
<i>Phoronis</i> spec.	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-
Nematoda												
<i>Heterothylum gadi</i>	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-
Nematoda spp.	-	5	1570	220	10	35	120	-	5	-	-	*
Nemertini												
Nemertini spec.	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-
Oligocheta												
Oligochaeta spp.	*	*	*	50	5	*	5	*	20	40	-	*
Nachgewiesene Taxa	8	12	10	11	9	12	7	7	7	4	6	5
davon in mind. 2 Proben pro Station präsent	3	5	9	6	5	5	7	2	3	2	2	0

* nicht auf den m² hochgerechnete Einzelfunde (Kriterium: Nachweis des Taxons nur in einer Parallelprobe / Station)

was möglicherweise auf die schwierige taxonomische Einordnung von *M. viridis* zurückzuführen ist. Diese Art ist leicht mit der von Fiedler nachgewiesenen Art *Spio filicornis* zu verwechseln. Auch der von Fiedler nachgewiesene Polychaet *Nereis diversicolor* ist vermutlich der in der vorliegenden Untersuchung gefundene *N. longissima*.

Die Gesamtzahl nachgewiesener Taxa pro Station, besonders jedoch die Zahl in mindestens zwei der drei Parallelproben je Station vorkommender Taxa war an Klappstellenstationen (Stat. 61-65) im Vergleich zu Stationen außerhalb der Klappstelle deutlich niedriger (Tabelle 1, Abb. 2).

Trotz großer Ähnlichkeit der Stationen untereinander läßt die Clusteranalyse eine Differenzierung zwischen den Stationen aus dem Bereich der Klappstelle einerseits und den Referenzstationen andererseits erkennen (Abb. 3). Es werden 3 Stationsgruppen (Cluster) unterschieden, denen die Stationen so zugeordnet sind, daß sich eine räumlich klare Trennung ergibt (Abb. 1).

Cluster I ("entfernter Referenzbereich") umfaßt die am weitesten von der Klappstelle entfernt gelegenen Stationen 34a, 34b, 14 und 14a, bei einer Ähnlichkeit von ca. 73 %. Von der Gesamtindividuenzahl dieser Stationsgruppe ($n = 6575$) entfielen 55 % auf die Borstenwürmer (*Polychaeta*) mit *Marenzelleria viridis* als dominanter Art. Die Fadenwürmer (*Nematoda*) stellten 27 %, gefolgt von den Flohkrebse (*Amphipoda*) mit 17 %. Der Anteil der Wenigborstigen Würmer (*Oligochaeta*) lag bei weniger als 1 %. Gleiches gilt für weitere, unter dem Begriff "Sonstige" zusammengefaßte taxonomische Gruppen.

Dem **Cluster II** ("naher Referenzbereich") gehören die näher an der Klappstelle gelegenen Referenzstationen 2a, 10 und 11 an (Ähnlichkeitsniveau ca. 75 %). Während die Gesamtindividuenzahl ($n = 590$) hier deutlich niedriger lag, waren die Anteile der taxonomischen Gruppen ähnlich wie in Cluster I: *Polychaeta* 37 %, *Amphipoda* 33 %, *Nematoda* 28 %, *Oligochaeta* 2 % und "Sonstige" < 1 %.

Obwohl die in Cluster I und II zusammengefaßten Referenzstationen über eine Strecke von ca. 5 km verteilt sind und die Sedimentverhältnisse in diesem Bereich z. T. deutlich variieren, liegt die Ähnlichkeit aller Referenzstationen untereinander bei 69 %.

Dem **Cluster III** ("Klappstelle") werden die Klappstellenstationen 61-64 zugeordnet (70 % Ähnlichkeit). Die Gesamtindividuenzahl war hier mit $n = 1555$ höher als im benachbarten Cluster II. Die Verteilung der Individuen auf die taxonomischen Gruppen unterschied sich deutlich von den Verhältnissen in den Referenzbereichen: Die Polychaeten stellten mit hauptsächlich juvenilen *Marenzelleria viridis* als dominanter Art 94,5 % der Individuen. Die *Oligochaeten* waren mit 3,9 % vertreten. *Amphipoden* und *Nematoden* stellten jeweils weniger als 1 %.

Wie das Dendrogramm der Clusteranalyse (Abb. 3) zeigt, steht die Klappstellenstation 65 den übrigen Stationen isoliert gegenüber. In zwei Proben der Station 65 lagen insgesamt lediglich fünf durch Einzelfunde vertretene Taxa vor (Tabelle 1). Das Sediment einer dritten Probe erwies sich hier als gänzlich frei von Makrozoen. Kein Taxon war in mehr als einer Probe dieser Station präsent.

Zur Validierung der Clusteranalysen wurden die Daten-

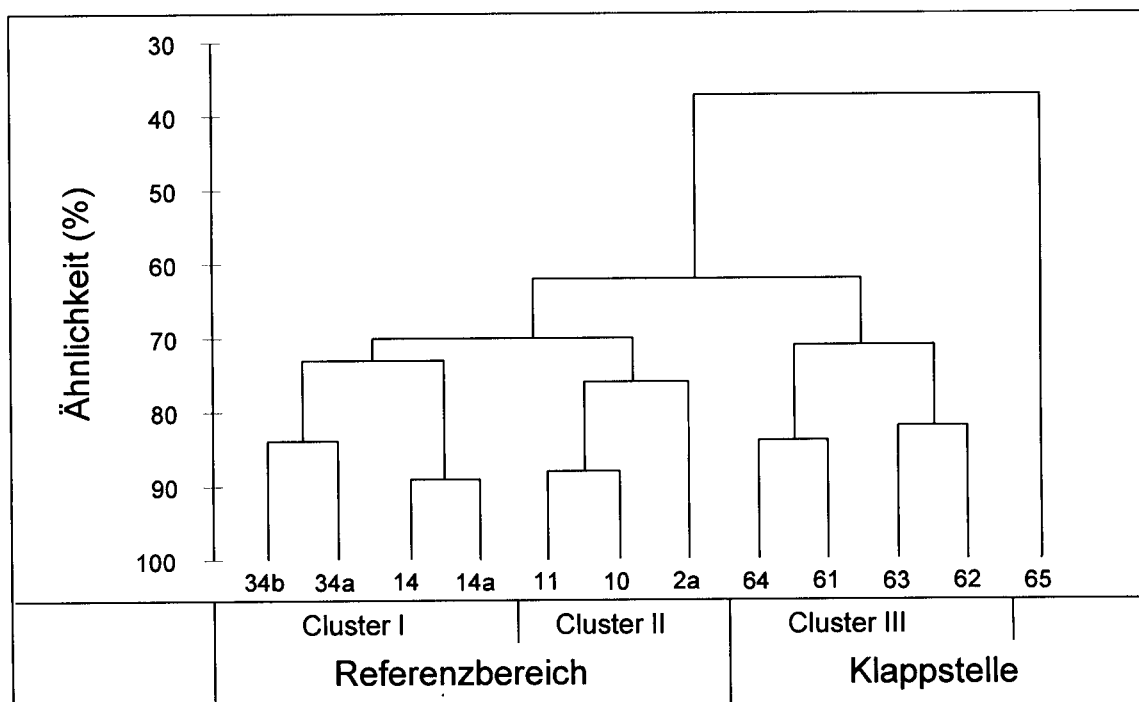


Abb. 3

Dendrogramm der Clusteranalyse. Die Originaldaten wurden um den Einfluß von Extremwerten zu minimieren mit dem log 2 transformiert. Ähnlichkeiten zwischen Stationen wurden an Hand des Bray-Curtis Koeffizienten [3] berechnet.

sätze ebenfalls mit Hilfe der Multidimensionalen Skalierung untersucht. Auch dieses Verfahren zeigte eine klare Abgrenzung der Klappstellenstationen von den Referenzstationen.

Die Unterschiede in der Besiedlungsstruktur werden durch Darstellung der Ranghäufigkeitsverteilungen nach der Methode von Lambhead et al. [15] für die drei Cluster in Abb. 4 weiter verdeutlicht. Die relativen Anteile der einzelnen Taxa an der Gesamtindividuenzahl sind hier kumulativ gegen die ihrer Dominanz entsprechende Rangfolge aufgetragen. In Cluster III (Klappstelle) ergibt sich bei einer relativen Artenarmut eine extrem einseitige Verteilung der Individuen auf die Arten. Derartig einseitige Verteilungen sind typisch für Daten aus frühen Sukzessionsstadien und unwirtlichen Lebensräumen [11]. Demgegenüber zeigen die Kurven für die durch Referenzstationen gebildeten Cluster I und II bei einer größeren Artenvielfalt eine weniger einseitige Häufigkeitsverteilung.

4 Bewertung der Benthosuntersuchungen

Die vorgelegten Resultate lassen deutliche Unterschiede zwischen Klappstellen- und Referenzstationen hinsichtlich der Makrofaunenbesiedlung erkennen. Diese Unterschiede können nicht primär substratbedingt sein, da die im Klappstellenbereich angetroffenen schlickigen Sedimente auch an den Referenzstationen 2a, 10, 11 und 14a vorgefunden wurden. Sämtliche außerhalb der Klappstelle gelegenen Stationen besaßen, obwohl sie in Bezug auf die Sedimente starke Unterschiede aufwiesen, nach den Ergebnissen der multivariaten Analysen der Benthosgemeinschaften untereinander eine größere Ähnlichkeit als zu den Klappstellenstationen. Andere Einflußgrößen wie Strömung, Wassertiefe, Salzgehalt und Temperatur sind im Untersuchungsbereich insbesondere bei den schlickigen Referenzstationen 10, 11 und 14a und den schlickigen Stellen 61-65 sehr ähnlich [vgl. 4,5] und können daher nicht die Unterschiede in der Besiedlung erklären. Selbst die Bereiche 2a bzw. 14, 34a und

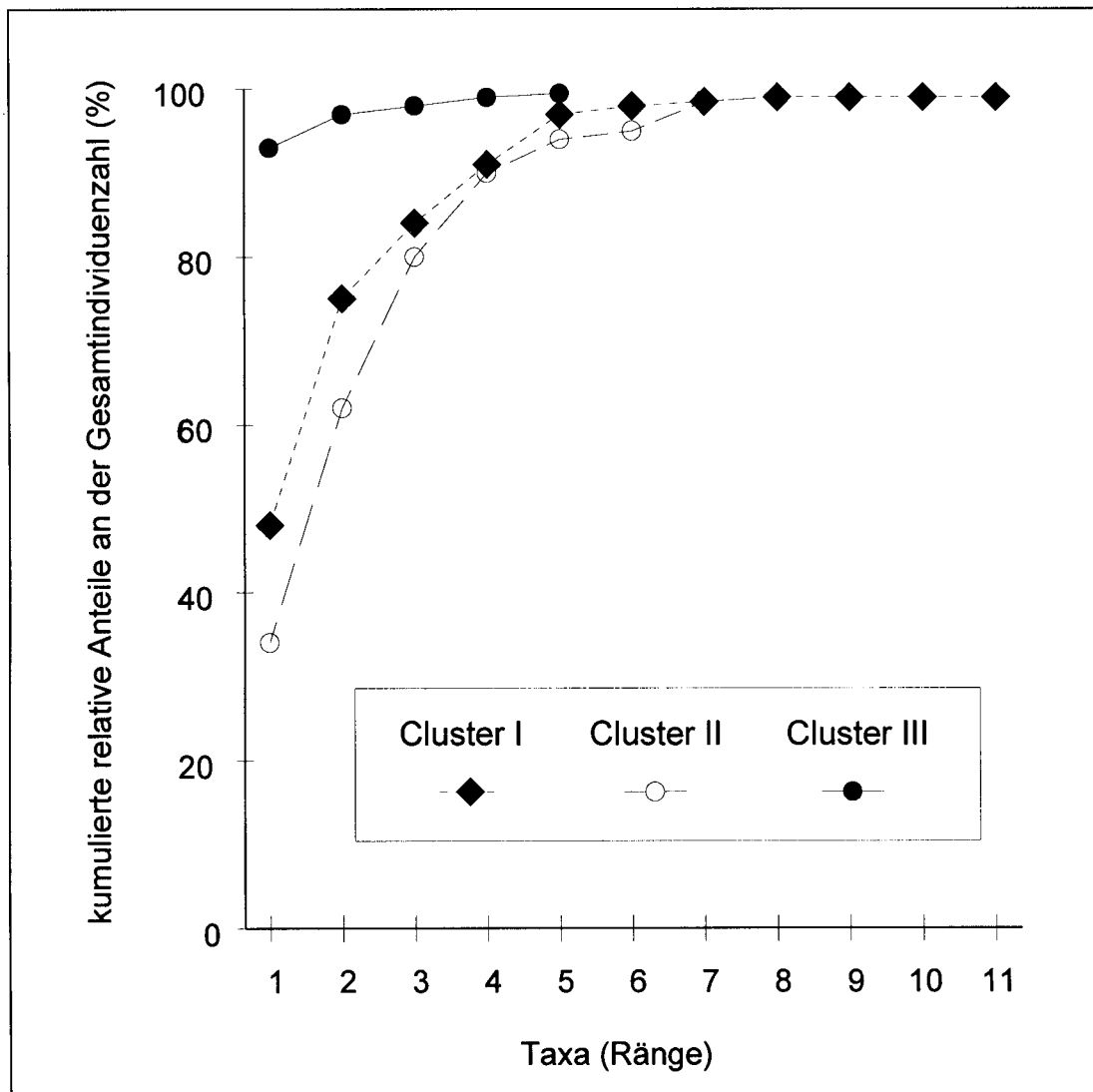


Abb. 4 Dominanzstruktur der Makrozoobenthosgemeinschaften in Referenzbereichen (Cluster I - II) und im Bereich der Klappstelle (Cluster III).

34b, die sich hinsichtlich Wassertiefe bzw. Substrat und damit wohl auch in der Strömung stärker von den Bereichen 10, 11 und 14a unterscheiden, ähneln sich hinsichtlich der Besiedlung mehr, als im Vergleich zur Klappstelle. Dies zeigt deutlich, daß diese hydrologischen und physikalischen Parameter nicht die Beeinträchtigung im Klappstellenbereich erklären können.

Das Makrozoobenthos der Klappstelle ist im Vergleich zu den Referenzstationen durch Artenarmut und deutliche Dominanz mit im wesentlichen juvenilen Individuen einer Art geprägt, was auf ein frühes Sukzessionsstadium eines gestörten Systems hindeutet. Das vollständige Fehlen stetig auftretender Arten (Vorkommen in mehr als zwei der drei Parallelproben) an der Klappstellenstation 65 unterstreicht dies. Eine dauerhafte Ablagerung von Baggergut konnte zwar nicht nachgewiesen werden [4], es kommt aber mindestens bei Stromruhe (Gezeitenwechsel) bzw. reduzierten Strömungsgeschwindigkeiten zu kurzfristigen Ablagerungen sowie erhöhten Schwebstoffkonzentrationen in Bodennähe [18]. Nach Angaben von Saucier et al. [21, zitiert in 2] ergeben sich besonders nachteilige Effekte für das Makrozoobenthos (Beeinträchtigung der Nahrungsaufnahme und des Wachstums bei filtrierenden Organismen, z. B. Muscheln, was sogar ein Absterben bewirken kann), wenn das verklappte Material eine suspendierte Schlickschicht über dem Boden ausbildet. Ob es bei Brunsbüttel zur Ausprägung eines solchen "Fluid mud layer" kommt, ist derzeit nicht bekannt. Eine wie für den Bereich der Elbe bei Brunsbüttel nachgewiesene erhöhte Konzentration von suspendiertem Schlick in dem bodennahen, tidebewegten Wasserkörper [4] führt ebenfalls zu einer Beeinträchtigung von Filterern im Sediment.

Auch bei Untersuchungen über die Auswirkungen von Baggergutverklappungen in der Bucht von Liverpool wurde ein signifikanter Rückgang der Anzahl von Makrofaunaarten in der Nähe der Klappstelle festgestellt [10, 20]. Degermann [6] fand im schwedischen Hakefjord im Einzugsbereich einer Verklappungsstelle nach einem kurzfristigen Anstieg der Biomasse einiger Arten langfristig gesehen einen drastischen Rückgang der Bestandsdichten und Biomassen vieler Makrofaunaarten. Bei Untersuchungen des niederländischen Rijksinstituut voor Kust en Zee, Dienst Getijdewateren, wurde ebenfalls eine Reduzierung der Artenzahl des Makrozoobenthos auf die Hälfte nach Verklappungen von Baggergut aus dem Emshafen (Defzjil) an neu eingerichteten Klappstellen beobachtet [7, 13].

5 Zusammenfassung und Ausblick

Benthosbiologische Untersuchungen im Rahmen der HABAK Brunsbüttel zeigen eine im Vergleich zu Referenzstationen verarmte Makrofaunengemeinschaft im Bereich der Klappstelle. Unter Berücksichtigung aller möglichen Einflußfaktoren sind einzig die Verklappungsaktivitäten als Erklärung für die Schäden beim Makrozoobenthos anzusehen. Bedingt durch die Häufigkeit der

Verklappung dürfte die makrobenthische Fauna in einem Stadium der ständigen Wiederbesiedlung mit nur wenigen raschwüchsigen und vermehrungsfreudigen Arten verbleiben. Eine dauerhafte Ansiedlung langlebiger Arten ist im Klappstellenbereich nicht zu erwarten.

Da die vorliegende Einzeluntersuchung nur eine Momentaufnahme liefert, sollte durch regelmäßige Untersuchungen der Makrofauna im Rahmen eines in der HABAK geforderten Überwachungsprogrammes geprüft werden, ob die beobachteten Effekte dauerhafter Natur sind und auf die Klappstelle selbst begrenzt bleiben. Bei diesen Untersuchungen sollte die saisonale Dynamik der Benthosgemeinschaften berücksichtigt werden.

6 Literaturverzeichnis

- [1] Arbeitskreis Naßbaggerei Küste (1995): Naßbaggerunterhaltungsarbeiten im Küstenbereich - Ergebnisbericht 1994 Datenteil. Wasser- und Schifffahrtsamt Bremerhaven, Baggerbüro Küste
- [2] Bijkerk, R. (1988): Ontsnappen of begraven blijven - De effecten op bodemdieren van een verhoogde sedimentatie als gevolg van baggerwerkzaamheden. Literatuuronderzoek Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren
- [3] Bray, J.R. and J.T. Curtis (1957): An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. Ecol. Monogr. 27, pp. 325-349
- [4] Bundesanstalt für Gewässerkunde (1995): Untersuchung der Einbringung von Baggergut aus dem Bereich der Schleuse Brunsbüttel in die Außenelbe - Pilotprojekt zur Umsetzung der Handlungsanweisung Baggergut-Küste (HABAK-WSV. Koblenz, BfG-Nr. 0874
- [5] Caspers, H. (1959): Vorschläge einer Brackwassernomenklatur (The Venice System). Int. Rev. Gesamt. Hydrobiol. 44, pp. 313-316
- [6] Degermann, E. (1986): The influence of spoil disposal on bottom fauna and fish inside Tjoern, Bohuslaan. Medd. Havsfiskelab. Lysekil. 315, pp. 1-52
- [7] Essink, K. (1993): Ecologische effecten van baggeren en storten van baggerspecie in het Eems-Dollard estuarium en de Waddenzee. Dienst Getijdewateren, Rijksinstituut voor Kust en Zee, Haren
- [8] Essink, K. and H.L. Kleef (1993): Distribution and life cycle of the North American spionid polychaet *Marenzelleria viridis* (Verrill, 1873) in the Ems estuary. Neth. J. Aquat. Ecol. 27, pp. 237-246
- [9] Fiedler, M. (1991): Die Bedeutung von Makrozoobenthos und Zooplankton der Unterelbe als Fischnahrung. Ber. Inst. f. Meereskunde Kiel 204, S. 1-226
- [10] Franklin, A. and J. Jones (1993): Monitoring and surveillance of non-radioactive contaminants in the aquatic environment and activities regulating the disposal at the sea. Aquat. environm. monit. rep. dir.

- fish. res. GB 36, pp. 60-61
- [11] Gray, J.S. (1984): Ökologie mariner Sedimente. Springer, Berlin
- [12] Jongman, R.H.G., C.J.F. ter Braak, and O.F.R. van Tongeren (1987): Data analysis in community and landscape ecology. Centre for Agricultural Publishing and Documentation (Pudoc), Wageningen
- [13] Kleef, H.L., K. Essink, and E.E. Welling (1992): Het effect van het storten van baggerspecie op de bodemfauna in de Oude Westerems in de jaren 1989 en 1990. RWS. Dienst Getijdewateren
- [14] Kruskal, J. B. and M. Wish (1978): Multidimensional scaling. Sage Publ., Beverly Hills, California
- [15] Lambshead, P.J.D., H.M. Platt and K.M. Shaw (1983): The detection of differences among assemblages of marine benthic species based on an assessment of dominance and diversity. J. Nat. Hist. 17, pp. 859-874
- [16] Leling, A., (1986): Untersuchungen zur Häufigkeit und Verteilung des Makrozoobenthos in der Unterelbe. Diplomarbeit Universität Hamburg
- [17] Nehring, S. und H. Leuchs (1996): Umsetzung der "Handlungsanweisung zur Unterbringung von Baggergut im Küstenbereich": Die HABAK-Pilotprojekte Ems-Dukegat und Elbe-Brunsbüttel. Mitteilungen der Bundesanstalt für Gewässerkunde, dieses Heft
- [18] Nehring, S. und H. Leuchs (1996): Einsatz der REMOTS Sedimentprofilkamera zur Dokumentation von Sedimentationsereignissen nach Verklappung. Mitteilungen der Bundesanstalt für Gewässerkunde, dieses Heft
- [19] Rachor, E., J. Harms, W. Heiber, I. Kröncke, H. Michaelis, K. Reise, und K.-H. v. Bernem (1995): Liste der gefährdeten bodenlebenden Wirbellosen des Wattenmeeres und der Nordsee. Schr.-R. f. Landschaftspfl. u. Natursch. 44, S. 61-73
- [20] Rees, H. L., S.M. Rowlett, D.S. Limpinny, E.I.S. Rees und M.S. Rolfe (1992): Benthic studies at dredged material disposal sites in Liverpool Bay. Aquat. environm. monit. rep. dir. fish. res. GB 28, pp. 1-28
- [21] Saucier, R. T., C.C. Calhoun jr., R.M. Engler, T.R. Patin, H.K. Smith (1978): Executive overview and detailed summary. Dredged Material Research Programme, Technical Report DS - 78 - 22, US Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, Mississippi
- Anschrift der Verfasser:*
- Dr. Heiko Leuchs, Dr. Stefan Nehring
Bundesanstalt für Gewässerkunde
Kaiserin-Augusta-Anlagen 15-17
56068 Koblenz
- Dipl.-Biol. Roland Hagendorff
Scheideweg 186
26127 Oldenburg
- Dr. Ingrid Kröncke, Dipl.-Biol. Jens Stecher
Forschungsinstitut Senckenberg
Schleusenstraße 39a
26382 Wilhelmshaven