

Hydrobiologische Bestandsaufnahme zum Ist-Zustand der wirbellosen Bodenfauna auf der Baggergutablagerungsfläche Twielenfleth und zwei benachbarten Referenztransekten (Unternelbe, April 1998)

Beweissicherung zur Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt

1. Aufgabenstellung

In Zusammenhang mit der Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe wird am südlichen Ufer der Unternelbe bei Twielenfleth eine Baggergutablagerungsfläche (i. w. BA) eingerichtet. Drei Ziele werden durch diese Maßnahme angestrebt:

- die ausbaubedingte Deponierung von ca. 1,2 bis 1,4 Millionen m³ Sand
- strombautechnisch wird die Deponie derart gestaltet, daß die Strömung gezielt auf die Fahrrinne gebündelt und dadurch die Geschiebetransportkapazität erhöht wird – bei angestrebter Verminderung des Unterhaltungsaufwands
- durch die Aufhöhung wird der lokale Flachwasserbereich vergrößert

Zur Dokumentation möglicher Beeinträchtigungen ist die WSD Kiel, vertreten durch das WSA Hamburg, per Planfeststellungsbeschluß verpflichtet, eine Beweissicherung durchzuführen. Im Rahmen der UVU sind im Gebiet der BA Twielenfleth keine eigenen Untersuchungen durchgeführt worden. Vielmehr beschränkten sich die Aussagen zum Status quo und der Prognose auf Analogieschlüsse (vgl. UVU-MATERIALBAND VII 1997). Das WSA Hamburg hat deshalb den Beratenden Biologen H.-J. Krieg, HUuG Tangstedt, Anfang April 1998 beauftragt, umgehend, noch vor Baubeginn, die sog. „Nullproben“ zu sichern. Die Beprobung der wirbellosen Bodenfauna (i. w. WBF) fand am 20. April 1998 statt. Ein weiterer Auftrag zur Auswertung des Materials ist am 25. Februar 1999 durch das WSA Hamburg erfolgt. In den nachstehenden Kapiteln werden das Faunenspektrum, die Populationsdichten, die Altersstruktur und die Diversität der Benthoszönose im Ist-Zustand dargestellt.

2. Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet liegt am Südufer der Unternelbe bei Twielenfleth (annähernd zwischen Strom-km 651,5 und 653,5) im Übergangsbereich der oberen Brackwassergrenze und dem Süßwasserbereich.

Die Wahl der Stationen und Transekte im Umfeld der zukünftigen BA Twielenfleth beruht in Grundzügen auf Empfehlungen des NLÖ (HEIBER, Wilhelmshaven, pers. Mitt.).

Insgesamt sind 15 Stationen auf vier Transekten untersucht worden (vgl. Karte 1). Die Höhenlage der Probestellen reicht vom Watt über Flachwasser bis ins Tiefwasser. Das westliche Referenztransekt mit vier Stationen liegt etwa bei Strom-km 653,3. Von Süd (T1* syn. L5) nach Nord vergrößert sich der Abstand der Probestellen zur westlichen Randschwelle der BA Twielenfleth von rd. 100 m (Nahreferenz) auf etwa 350 m (Fernreferenz). Die westliche Referenz mußte so gezogen werden, daß sie mit allen Stationen noch außerhalb des Kühlwasser-einstroms des benachbarten AKW Stade liegt. Sieben Stationen befinden sich unmittelbar bzw. mittelbar auf der Fläche der BA Twielenfleth ca. zwischen Strom-km 653,1 und 652,5. Zwei Transekte sind in einem relativ weiten Winkel ($\approx 60^\circ$) angeordnet, die Schenkel schneiden sich in Position T8 syn. L9 (Wattstation). Die östliche Referenz mit wiederum vier Stationen

verläuft in etwa parallel zur östlichen Randschwelle von Strom-km 652,3 bis 651,5. Von West (T12* syn. L13) nach Ost vergrößert sich der Abstand jedoch von rd. 150 m (Nahreferenz) auf 500 m (Fernreferenz).

Hinsichtlich der Sedimenttypologie erwiesen sich die Aussagen gemäß UVU-Materialband III als unzureichend (demzufolge Sande vorherrschend). Die Sedimente im Untersuchungsraum waren jedoch sehr heterogen zusammengesetzt: Schlack, Feinsand mit unterschiedlichen Schluffanteilen, Mittel- und Grobsand sowie Klei.

In der nachfolgenden Tabelle sind maßgebende Stationsmerkmale zusammengestellt.

Tab. 1: Untersuchungsgebiet Twielenfleth

Höhenlage und Sedimentcharakteristik (Grobsprache vor Ort)

Fwz = Flachwasserzone (MTnw -2 m); eFwz = erweiterte Flachwasserzone (MTnw -2 m bis -4 m);

Twz = Tiefwasserzone (MTnw > -4 m)

Tiefe = aktuelle Tiefe in [m] bei Probenahme

Sedimenttyp (Sedi.typ): S = Schlack; Fs = Feinsand mit Schluff; F = Feinsand; M = Mittelsand; G = Grobsand; K = Klei

Lage	Referenztransekt West				Transekte BA Twielenfleth								Referenztransekt Ost			
Station	T1*	T2*	T3*	T4*	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12*	T13*	T14*	T15*	
	L5	L4	L3	L2	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16	
Zone	Watt	Fwz	Twz	Twz	Twz	Twz	eFwz	Watt	Fwz	Twz	Twz	Twz	Twz	Fwz	Watt	
Tiefe	3	5,7	7,8	11	11	8,4	4,55	2,2	3,3	6,8	8,5	9	7,1	4,5	3,2	
Sedi.-typ	S	Fs/M	F/M	K/M/G	K/F/M	K/Fs	S/F	F/M/G	S/F	Fs/M	M	M/G	F/M	S/F/M	S	

3. Material und Methodik

Gemäß Auftragserteilung wurde die Lebensgemeinschaft **Zoobenthos** beprobt (Wirbellosenfauna des Gewässergrundes). Die Bodenfaunaprobe sind am 20. April 1998 in der Zeit von 09:00 Uhr bis 16:25 Uhr entnommen worden. Das Hochwasser trat an dem Tag um 09:45 Uhr ein, das Niedrigwasser um 16:27 Uhr; d. h. die Proben sind überwiegend bei ablaufend Wasser gezogen worden.

Die **Probenahme** erfolgte mit einem Van Veen-Greifer (0,1 m² Oberfläche, max. 20 cm Grabtiefe, Volumen rd. 14 l), wobei grundsätzlich vier Bodenproben je Station entnommen worden sind. Je nach Sedimentart differierte der Befüllungsgrad zwischen 2/3 und 1/1 des Volumens. Bei geringerem Greiferinhalt wurde das Material verworfen.

Zwei Greiferinhalte sind jeweils nacheinander in eine Wanne entleert und bearbeitet worden. Das Sediment ist mit Elbewasser verwirbelt und die entsprechenden Überstände über ein Sieb der Maschenweite 1.000 µm aufkonzentriert worden. Das dekantierte Material wurde aus dem Sieb in Kautex-Gefäße überspült. Das verbleibende Sediment ist anschließend portionsweise und möglichst schonend gesiebt worden (Maschenweite 1.000 µm). Beide Rückstände sind zu einem Kollektiv vereint worden (= 1.000 µm-Fraktion). Aus zwei weiteren, separaten Greiferinhalten sind im ganzen 6 Unterproben mit einem Stechrohr (Oberfläche des Unterprobenkollektivs 95 cm²) entnommen und ebenfalls zu einem Kollektiv vereinigt worden. Dies Material ist über ein Sieb mit der Maschenweite 250 µm eingeeengt worden (= 250 µm-Fraktion). Alle Siebrückstände sind noch an Bord mit Formalin fixiert (Endkonzentration ca. 4%) und mit Bengalrosa angefärbt worden.

Die relativ kleine Maschengröße 250 µm wurde gewählt, um gezielt die juvenilen Stadien der Tubificiden sowie die präsenten Propappiden, Enchytraeiden und Naididen quantitativ und qualitativ zu erfassen. Bei Einsatz der Standardmaschenweite 1.000 µm ist im limnischen und im Bereich der oberen Brackwassergrenze schlechterdings davon auszugehen, daß der Großteil dieser Oligochäten, selbst der Adulten, wortwörtlich „durch die Maschen schlüpft“. Der Gebrauch dieser Maschenweite richtet sich ausschließlich auf die Erfassung des Makrozoobenthos (per Definition Tiere ≥1 cm) - unter bewußter Vernachlässigung der o. g. kleinen Faunenelemente, die mit Sicherheit im Untersuchungsraum zahlenmäßig dominieren. Im vorliegenden Fall wurde eine Kombination aus beidem gewählt, um auch die subdominante bzw. rezente Makrofauna möglichst quantitativ zu dokumentieren.

Die weitere Bearbeitung der Proben erfolgte im Labor. Hier wurde das Material über einen Konzentrador der Maschenweite 200 µm gespült. Die Siebrückstände wurden in einer Sortierlösung (aus 5% Propylenglycol und 0,2% Propylenphenoxetol gelöst in Aqua dest.) zwischengelagert.

Das **Sortieren** (Trennung der Organismen vom Sediment) und z. T. auch das **Zählen** der rot gefärbten Tiere erfolgte portionsweise in speziellen Zählchalen unter dem Binokular bei 10 bis 40facher Vergrößerung. Da beim Siebvorgang die Oligochäten und Polychäten teilweise zerbrechen, was selbst bei schonender Arbeitsweise unvermeidlich ist, wurden nur vollständige Tiere oder abgetrennte Kopfsegmente gezählt. Bei Muscheln und Schnecken sind auch leere Schalen oder Gehäuse registriert worden; allerdings sind nur lebende Mollusken vermessen worden.

Die **Artdetermination** und **quantitative Auswertung** erfolgte mit Hilfe von Binokular (max. 320fache Vergrößerung) und Mikroskop (max. 1000fache Vergrößerung). Da in einigen Proben die Populationsdichte der Oligochäten sehr hoch war (> 200 Individuen), sind in solchen Fällen die Würmer im 10fach-Planktoneteiler geteilt worden. Je nach Dichte wurden 3/10 bis 5/10 entnommen, mindestens aber 150 Tiere. Für die taxonomische Ansprache der Oligochäten sind sodann Dauerpräparate aus BERLESE'schem Aufhellungsgemisch hergestellt worden. Sämtliche Zählergebnisse sind auf einen Quadratmeter hochgerechnet angegeben.

Als **Bestimmungsliteratur** wurden die nachfolgenden Arbeiten herangezogen:

SPERBER (1950), BRINKHURST (1986), GLEDHILL et al. (1993), LINCOLN (1979), HEITKAMP (1986), SCHÖNBORN et al. (1993), MACAN (1994), WILLMANN (1989), SCHMEDTJE & KOHMANN (1992), VOIGT (1957), FLÖSSNER (1972), KIEFER & FRYER (1978), SCHELLENBERG (1942), GLÖER et al. (1978), BOETERS (1998).

Die **Dominanzermittlung** basiert auf HEYDEMANN (1975), wobei:

subrezent = Dominanzwert < 1%; **rezent** = Dominanzwert 1 - 2%; **subdominant** = Dominanzwert 2 - 5%; **dominant** = Dominanzwert 5 - 10%; **eudominant** = Dominanzwert > 10%.

Der **Diversitätsindex** wurde nach **Shannon-Wiener** und die **Evenness** nach **Heip** berechnet.

Der Auftrag zur Auswertung des Probenmaterials wurde an Fa. Krieg – Beratender Biologe, HUuG Tangstedt am 25. Februar 1999 erteilt.

4. Ergebnisse und Diskussion

4.1 Faunenspektrum und Dominanzstruktur

In summa sind 58 Arten/Taxa im Untersuchungsraum während der Beprobung im April 1998 protokolliert worden. Von der Gesamtzahl waren neun Arten/Taxa der Lebensgemeinschaft Zooplankton zuzuschreiben (Rädertiere, Wasserflöhe und Ruderfußkrebse). Einschließlich Fischlaich, Fischlarven und Oligochaeten-Kokons sind an den untersuchten Stationen 49 zoobenthische Arten/Taxa registriert worden; wobei es sich bei acht Arten bzw. Gattungen ausnahmslos um leere Gehäuse- oder Schalennachweise von Mollusken handelte. Innerhalb der lebenden¹, wirbellosen Bodenfauna konnten 29 Taxa bis auf Art- bzw. Gattungsniveau determiniert werden (vgl. Anhang: Tabelle A.22).

Die nachfolgenden Tabellen 2 und 3, jeweils a & b, geben einen Überblick über das aktuelle Faunenspektrum und deren Dominanzstruktur für die untersuchten Stationen. Einerseits differenziert für die zwei Referenztransekte T1*-T4* syn. L5-L2 und T12*-T15* syn. L13-L16 sowie die BA Twielenfleth (T5-T11 syn. L6-L12), andererseits für die 250 µm- und 1.000 µm-Siebfraktion (vgl. auch Anhang: Tab. A.1 – A.15).

Charakteristisch für die Mehrzahl der Proben war eine Tubificidengesellschaft (Oligochaeta, Tubificidae), die sich grundsätzlich aus unreifen Jugendstadien sowie adulten Spezies dieser Familie zusammensetzte; wobei die Arten *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Limnodrilus profundicola* und *Potamothrix moldaviensis* prinzipiell aspektbildend hervortraten. Im Oligochaetenspektrum erreichten noch *Propappus volki* (Oligochaeta, Propappidae) und *Nais* spp. (Oligochaeta, Naididae) lokal nennenswerte Bestandsanteile.

¹ zum Zeitpunkt der Probenahme

Turbellarien (Scolecida, Plathelminthes) sind in den Proben fast immer dokumentiert worden; allerdings, wie schon bei den Propappiden und Naididen, mit eindeutig höheren Dominanzwerten in der 250 µm-Fraktion.

Lebende Mollusken spielten im Probenmaterial ausnahmslos eine unbedeutende Rolle. Vereinzelt und unregelmäßig wurden die Zebra- oder Dreikantmuschel *Dreissena polymorpha* (Bivalvia) und die Kugelmuschel *Sphaerium corneum* (Bivalvia) beobachtet. Bei insgesamt 13 Art-/Gattungsfunden (Bivalvia und Gastropoda) beschränkte sich der Lebendnachweis auf vier Molluskenarten und eine -gattung.

In der Unterordnung Amphipoda (Malacostraca, Peracarida) sind vier Flohkrebsarten identifiziert worden. Mit Bezug auf die Dominanzstruktur hatten auch diese Spezies eine untergeordnete Bedeutung gehabt. Vergleichsweise am häufigsten ist der „Sandlieger“ *Bathyporeia pilosa* (Haustoriidae) relativ regelmäßig im Untersuchungsraum gefunden worden.

Tab. 2a: Arten-/Taxaspektrum der 250 µm-Fraktion auf den Transekten der Referenzstationen (Ist-Zustand vom 20.04.1999)

Legende:

Fwz = Flachwasserzone (MTnw -2 m); eFwz = erweiterte Flachwasserzone (MTnw -2 m bis -4 m);

Twz = Tiefwasserzone (MTnw > -4 m)

(*) = Mollusken: ausschließlich leere Schalen oder Gehäuse

+ = Nachweis primär planktischer Organismen (**Zooplankton**)

Dominanzstufen:

x = rezent; xx = subdominant; xxx = dominant; xxxx = eudominant

Transekte außerhalb BA Twielenfleth		westliche Referenzstationen				östliche Referenzstationen			
Stationsbezeichnung		T1* syn. L5	T2* syn. L4	T3* syn. L3	T4* syn. L2	T12* syn. L13	T13* syn. L14	T14* syn. L15	T15* syn. L16
Zonierung		Watt	Fwz	Twz	Twz	Twz	Twz	Fwz	Watt
aktuelle, mittlere Tiefe [m]		3	5,7	7,8	11	9	7,1	4,5	3,2
System	Name	Dominanzstufe							
Cnidaria	<i>Cordylophora caspia</i>		x						
Cnidaria	<i>Hydra oligactis</i>					xx			x
Scolecida	Nematoda	xx		xx					x
Scolecida	Turbellaria	xx	xxx	x	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xx
Scolecida	Rotatoria	+		+					
Gastropoda	<i>Bithynia tentaculata</i>	x							
Gastropoda	<i>Hydrobia</i> sp.			(*)					
Gastropoda	<i>Valvata cf. piscinalis</i>		(*)						
Gastropoda	<i>Valvata</i> sp.			(*)	(*)				
Bivalvia	<i>Dreissena polymorpha</i>		x	x					
Bivalvia	<i>Sphaerium corneum</i>		x						
Propappidae	<i>Propappus volki</i>		xxxx	xxxx	xxxx			x	
Naididae	<i>Nais barbata/pseudobtusa</i> -Komplex			x				x	
Naididae	<i>Nais elinguis</i>							x	
Naididae	<i>Nais</i> sp.				x				
Naididae	<i>Vejdovskyella intermedia</i>							x	
Tubificidae	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	xxxx	xx	xx			xx	xxxx	xxxx
Tubificidae	<i>Limnodrilus profundicola</i>	x	x				xxx	x	xx
Tubificidae	<i>Limnodrilus udekemianus</i>	x				xx		x	
Tubificidae	<i>Potamothrix moldaviensis</i>	x	xxxx	xx	x		xx	x	x
Tubificidae	<i>Psammoryctides barbatus</i>							x	
Tubificidae	<i>Tubifex tubifex</i>	x							x
Oligochaeta	Tubificidae mit Haarborsten	x		x	xx				xx
Oligochaeta	Tubificidae ohne Haarborsten	xx	xxxx	xxx	xxx		xx	xxxx	xxxx
Clitellata	Oligochaeta, juv. indet.	xxxx	xx			xx	xxxx	x	

Fortsetzung Tabelle 2a									
Transekte außerhalb BA Twielenfleth		westliche Referenzstationen				östliche Referenzstationen			
Stationsbezeichnung		T1*	T2*	T3*	T4*	T12*	T13*	T14*	T15*
		syn. L5	syn. L4	syn. L3	syn. L2	syn. L13	syn. L14	syn. L15	syn. L16
Zonierung		Watt	Fwz	Twz	Twz	Twz	Twz	Fwz	Watt
aktuelle, mittlere Tiefe [m]		3	5,7	7,8	11	9	7,1	4,5	3,2
System	Name	Dominanzstufe							
Clitellata	Kokons (Oligochaeta)	xxxx	xxx	xx	xxx	xx	xxxx	xxxx	xxxx
Amphipoda	<i>Bathyporeia pilosa</i>							x	
Amphipoda	<i>Gammarus tigrinus</i>				x				
Amphipoda	<i>Gammarus zaddachi</i>				xx				
Crustacea	Ostracoda	x							
Crustacea	Cladocera	+							+
Cladocera	<i>Bosmina</i> sp.			+					
Crustacea	Copepoda		+	+	+	+	+	+	+
Copepoda	Nauplia								+
Copepoda	Calanoidea	+							
Diptera	Chironomidae	x							
Pisces	Fischlaich	xxx					xxx		
Summe Bodenfauna		15	11	10	9	5	8	14	10
davon Oligochaeta		9	7	7	6	3	6	12	7
Summe Zooplankton		3	1	3	1	1	1	1	3
Summe Mollusken (leere Gehäuse/Schalen)		0	1	2	1	0	0	0	0
insgesamt		18	13	15	11	6	9	15	13

Tab. 2b: Arten-/Taxaspektrum der 250 µm-Fraktion auf den Transekten der BA Twielenfleth (Ist-Zustand vom 20.04.1999)

Legende vgl. Tab. 2a

Transekte auf BA Twielenfleth		westliche Stationen				östliche Stationen		
Stationsbezeichnung		T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11
		syn. L6	syn. L7	syn. L8	syn. L9	syn. L10	syn. L11	syn. L12
Zonierung		Twz	Twz	eFwz	Watt	Fwz	Twz	Twz
aktuelle, mittlere Tiefe [m]		11	8,4	4,55	2,2	3,3	6,8	8,5
System	Name	Dominanzstufe						
Protozoa	Foraminifera					+		
Cnidaria	<i>Cordylophora caspia</i>			x		xx		
Cnidaria	<i>Hydra oligactis</i>			x				
Scolecida	Nematoda	x		x				
Scolecida	Turbellaria	xxxx	xxxx	xx	x	xx	xx	xxxx
Scolecida	Rotatoria			+	+	+		
Gastropoda	<i>Bithynia tentaculata</i>						x	
Gastropoda	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>		(*)				(*)	(*)
Gastropoda	<i>Viviparus viviparus</i>						(*)	
Bivalvia	<i>Dreissena polymorpha</i>			x		x		
Bivalvia	<i>Sphaerium corneum</i>					x		
Propappidae	<i>Propappus volki</i>		xx		x			
Oligochaeta	Enchytraeidae, juv. indet.				x			
Enchytraeidae	<i>Enchytraeus</i> sp.				x			x
Oligochaeta	Naididae (Fragment von cf. ? <i>Amphichaeta sannio</i> ?)							x
Naididae	<i>Nais barbata/pseudobtusa</i> -Komplex					xx		
Naididae	<i>Nais communis/variabilis</i> -Komplex			x				

Fortsetzung Tabelle 2b								
Transecte auf BA Twielenfleth		westliche Stationen			östliche Stationen			
Stationsbezeichnung		T5 syn. L6	T6 syn. L7	T7 syn. L8	T8 syn. L9	T9 syn. L10	T10 syn. L11	T11 syn. L12
Zonierung		Twz	Twz	eFwz	Watt	Fwz	Twz	Twz
aktuelle, mittlere Tiefe [m]		11	8,4	4,55	2,2	3,3	6,8	8,5
System	Name	Dominanzstufe						
Naididae	<i>Nais elinguis</i>			x		xxx		
Naididae	<i>Vejdovskyella intermedia</i>			xx		xxx		
Tubificidae	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>			x		xxx	xxx	
Tubificidae	<i>Limnodrilus profundicola</i>	x	xx			x	xxxx	
Tubificidae	<i>Limnodrilus udekemianus</i>						xx	
Tubificidae	<i>Peloscoclex multisetosus</i>			x				
Tubificidae	<i>Potamothenix moldaviensis</i>		xx	x		xxx	xxx	
Tubificidae	<i>Tubifex tubifex</i>					x		
Oligochaeta	Tubificidae mit Haarborsten			x		xx		
Oligochaeta	Tubificidae ohne Haarborsten	x	xxx	x		xxxx	xxxx	
Clitellata	Oligochaeta, juv. indet.		xxxx		x		xx	
Clitellata	Kokons (Oligochaeta)		xxxx	xxxx	xxxx	xxxx		xx
Polychaeta	<i>Marenzelleria cf. viridis</i>			x				
Amphipoda	<i>Bathyporeia pilosa</i>	x					xxxx	
Amphipoda	<i>Corophium curvispinum</i>						xx	
Amphipoda	<i>Gammarus zaddachi</i>							x
Crustacea	Ostracoda			x	x	x		
Crustacea	Cladocera			+		+		
Cladocera	<i>Bosmina</i> sp.				+			
Crustacea	Copepoda	+	+	+			+	+
Copepoda	Nauplia				+	+		
Copepoda	<i>Eurytemora affinis</i>				+	+		
Pisces	Fischlaich				x			
Summe Bodenfauna		5	7	16	8	15	10	5
davon Oligochaeta		2	6	9	5	10	6	3
Summe Zooplankton		1	1	3	4	5	1	1
Summe Mollusken (leere Gehäuse/Schalen)		0	1	0	0	0	2	1
insgesamt		6	9	19	12	20	13	7

Tab. 3a: Arten-/Taxaspektrum der 1.000 µm-Fraktion auf den Transecten der Referenzstationen (Ist-Zustand vom 20.04.1999)
Legende vgl. Tab. 2a

Transecte außerhalb BA Twielenfleth		westliche Referenzstationen				östliche Referenzstationen			
Stationsbezeichnung		T1* syn. L5	T2* syn. L4	T3* syn. L3	T4* syn. L2	T12* syn. L13	T13* syn. L14	T14* syn. L15	T15* syn. L16
Zonierung		Watt	Fwz	Twz	Twz	Twz	Twz	Fwz	Watt
aktuelle, mittlere Tiefe [m]		3	5,7	7,8	11	9	7,1	4,5	3,2
System	Name	Dominanzstufe							
Cnidaria	<i>Cordylophora caspia</i>				xxx				
Scolecida	Nematoda			xx					
Scolecida	Turbellaria		x	xx	x	xxxx		xxxx	
Gastropoda	<i>Bithynia tentaculata</i>				(*)				
Gastropoda	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>		(*)		(*)				
Gastropoda	<i>Valvata cf. piscinalis</i>				(*)				
Gastropoda	<i>Viviparus viviparus</i>		(*)		(*)				
Bivalvia	<i>Dreissena polymorpha</i>		xx		(*)				
Bivalvia	<i>Pisidium cf. amnicum</i>				x				

Fortsetzung Tabelle 3a									
Transecte außerhalb BA Twielenfleth		westliche Referenzstationen				östliche Referenzstationen			
Stationsbezeichnung		T1*	T2*	T3*	T4*	T12*	T13*	T14*	T15*
		syn. L5	syn. L4	syn. L3	syn. L2	syn. L13	syn. L14	syn. L15	syn. L16
Zonierung		Watt	Fwz	Twz	Twz	Twz	Twz	Fwz	Watt
aktuelle, mittlere Tiefe [m]		3	5,7	7,8	11	9	7,1	4,5	3,2
System	Name	Dominanzstufe							
Bivalvia	<i>Unio cf. tumidus</i>				(*)				
Propappidae	<i>Propappus volki</i>		x	xx	x			x	
Naididae	<i>Pristina sp. (cf. rosea)</i>				x				
Tubificidae	<i>Limnodrilus claparedeanus</i>	xx		xx					
Tubificidae	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	xxxx	xxx	xxxx		xx		xxxx	xxxx
Tubificidae	<i>Limnodrilus profundicola</i>	xxxx	x	xxxx			xxxx	xx	xxx
Tubificidae	<i>Potamothrix moldaviensis</i>		xxx	xxxx					xx
Tubificidae	<i>Tubifex tubifex</i>	xx							xx
Oligochaeta	Tubificidae mit Haarborsten		x						x
Oligochaeta	Tubificidae ohne Haarborsten	xx	xxxx	xx				xxx	x
Clitellata	Oligochaeta, juv. indet.		xxxx			xxx		xxxx	
Clitellata	Kokons (Oligochaeta)	xx	xxxx		xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx
Polychaeta	<i>Marenzelleria cf. viridis</i>		x	xx					
Amphipoda	<i>Bathyporeia pilosa</i>		x	xxxx		xx	xxxx	xxxx	
Crustacea	Cladocera							+	+
Cladocera	<i>Bosmina sp.</i>					+			
Cladocera	<i>Daphnia sp.</i>					+			
Crustacea	Copepoda					+	+	+	
Copepoda	<i>Eurytemora affinis</i>						+		
Pisces	Fischlaich	xx					xxxx		
Pisces	Fischlarven				x				
Summe Bodenfauna		7	12	10	7	5	4	8	7
davon Oligochaeta		6	8	6	3	3	2	6	7
Summe Zooplankton		0	0	0	0	3	2	2	1
Summe Mollusken (leere Gehäuse/Schalen)		0	2	0	6	0	0	0	0
insgesamt		7	14	10	13	8	6	10	8

Tab. 3b: Arten-/Taxaspektrum der 1.000 µm-Fraktion auf den Transecten der BA Twielenfleth (Ist-Zustand vom 20.04.1999)
Legende vgl. Tab. 2a

Transecte auf BA Twielenfleth		westliche Stationen			östliche Stationen			
Stationsbezeichnung		T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11
		syn. L6	syn. L7	syn. L8	syn. L9	syn. L10	syn. L11	syn. L12
Zonierung		Twz	Twz	eFwz	Watt	Fwz	Twz	Twz
aktuelle, mittlere Tiefe [m]		11	8,4	4,55	2,2	3,3	6,8	8,5
System	Name	Dominanzstufe						
Scolecida	Nematoda				xxxx			
Scolecida	Turbellaria				xxxx	x	xxxx	xx
Gastropoda	<i>Bithynia tentaculata</i>			(*)				(*)
Gastropoda	<i>Hydrobia sp.</i>							(*)
Gastropoda	<i>Hydrobia ulvae</i>		(*)					(*)
Gastropoda	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>		(*)					
Gastropoda	<i>Radix ovata</i>		(*)					
Gastropoda	<i>Valvata sp.</i>		(*)	(*)				
Gastropoda	<i>Viviparus viviparus</i>	(*)	(*)					
Bivalvia	<i>Dreissena polymorpha</i>		(*)					
Bivalvia	<i>Pisidium sp.</i>					x		

Fortsetzung Tabelle 3b								
Transekte auf BA Twielenfleth		westliche Stationen			östliche Stationen			
Stationsbezeichnung		T5 syn. L6	T6 syn. L7	T7 syn. L8	T8 syn. L9	T9 syn. L10	T10 syn. L11	T11 syn. L12
Zonierung		Twz	Twz	eFwz	Watt	Fwz	Twz	Twz
aktuelle, mittlere Tiefe [m]		11	8,4	4,55	2,2	3,3	6,8	8,5
System	Name	Dominanzstufe						
Tubificidae	<i>Limnodrilus claparedeanus</i>					x		
Tubificidae	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>			x		xxx		
Tubificidae	<i>Limnodrilus profundicola</i>		xxxx			x	xxxx	
Tubificidae	<i>Potamothrix moldaviensis</i>			x		xx		
Tubificidae	<i>Tubifex tubifex</i>					x		
Oligochaeta	Tubificidae mit Haarborsten					x		
Oligochaeta	Tubificidae ohne Haarborsten	xxx		x		x		
Clitellata	Oligochaeta, juv. indet.					x		
Clitellata	Kokons (Oligochaeta)		xxxx	xxxx	xxxx	xxxx		xxxx
Clitellata	Hirudinea			x				
Polychaeta	<i>Marenzelleria cf. viridis</i>		xxxx	x		x		
Amphipoda	<i>Bathyporeia pilosa</i>	xxxx		x	xxxx			xx
Amphipoda	<i>Gammarus tigrinus</i>	xxx						
Amphipoda	<i>Gammarus zaddachi</i>	xxxx						xx
Cladocera	<i>Bosmina</i> sp.				+			
Crustacea	Copepoda	+	+	+		+		+
Copepoda	<i>Eurytemora affinis</i>				+			
Pisces	Fischlaich					x		
Pisces	Fischlarven			x				
Summe Bodenfauna		4	3	8	4	13	2	4
davon Oligochaeta		1	2	4	1	9	1	1
Summe Zooplankton		1	1	1	2	1	0	1
Summe Mollusken (leere Gehäuse/Schalen)		1	6	2	0	0	0	3
insgesamt		6	10	11	6	14	2	8

In Abbildung 1 sind die Dominanzverhältnisse auf Ordnungs- oder höherem Abstammungsniveau in einer Übersicht dargestellt. Für die zwei Referenztransekte T1*-T4* (syn. L5-L2) sowie T12*-T15* (syn. L13-L16) und die BA Twielenfleth T5-T11 (syn. L6-L12) sind die entsprechenden Stationsbefunde zu je einem Kollektiv zusammengefaßt worden, wiederum getrennt nach 250 µm- bzw. 1.000 µm-Fraktion.

Die Oligochaeta erwiesen sich in sämtlichen Kollektiven mit Werten von rd. 70 bis > 90% als eudominant - unabhängig von der Siebfraktion. Ebenfalls eudominant (>10 – 30%) war der Anteil der Turbellarien, bis auf eine Ausnahme ausschließlich in der 250 µm-Fraktion. Die Rangfolge der rezenten bis subdominanten Taxagruppen variierte wiederum in Abhängigkeit von der eingesetzten Maschenweite – vergleichbar den Arten-/Taxazahlen (vgl. vorstehender Text).

Für Detailinformationen vgl. Tab. A.16 – A.21 (Anhang).

Die nachstehende Tabelle 4 gibt eine gekürzte Fassung der obigen Tabellen wider; der Bezug liegt ausschließlich auf den Art-/Taxazahlen.

Unter Bezugnahme auf die Boden- oder Oligochaetenfauna (**lebend** bei PN) dokumentiert die Summe Artzahlen, daß mit der 250 µm-Fraktion ein deutlich höheres Artenspektrum erfaßt worden ist. Bis auf eine Ausnahme (Station T2* syn. L4) liegen die Zahlen der 1.000 µm-Fraktion weit unter dem tatsächlich vorhandenen Artenspektrum. Insbesondere die „kleineren“ Arten aus den Familien der Propappidae, Enchytraeidae und Naididae (Oligochaeta), ebenso wie die Turbellaria und Nematoda (Scolecida), werden mit der Maschenweite 1.000 µm nur unzureichend oder gar nicht zurückgehalten. Im limnischen

Abschnitt der Tideelbe, aber auch im Bereich der oberen Brackwassergrenze, dominieren jedoch klar die Oligochaeta (vgl. weiter unten). Die methodisch bedingte Unterschätzung des Artpotentials mit der 1.000 µm-Fraktion setzt sich im übrigen bei der Abundanzanalyse fort (vgl. Kap. 4.3).

Des Weiteren lassen sich aus der nachstehenden Zusammenstellung noch folgende Schlüsse bezüglich der aktuellen WBF ziehen: Offensichtlich sind die Wattflächen und speziell die Flachwasserzonen artenreicher strukturiert als die Tiefwasserzonen. Dieser Trend zeigt sich sowohl in der 250 µm-Fraktion als auch in der 1.000 µm-Fraktion. Das gilt grundsätzlich auch für die Referenztransekte und das Gebiet der BA Twielenfleth.

**Tab. 4: Zusammenfassung der Art-/Taxazahlen der Fauna im Untersuchungsraum
250 µm- versus 1.000 µm-Fraktion**
Legende vgl. Tab. 2a

Transekte außerh. BA Twielenfleth	Referenzstationen West				Referenzstationen Ost			
	T1* syn. L5	T2* syn. L4	T3* syn. L3	T4* syn. L2	T12* syn. L13	T13* syn. L14	T14* syn. L15	T15* syn. L16
Zonierung	Watt	Fwz	Twz	Twz	Twz	Twz	Fwz	Watt
250 µm-Fraktion								
Summe Bodenfauna	15	11	10	9	5	8	14	10
davon Oligochaeta	9	7	7	6	3	6	12	7
Summe Zooplankton	3	1	3	1	1	1	1	3
Summe Mollusken (leere Gehäuse/Schalen)	0	1	2	1	0	0	0	0
insgesamt	18	13	15	11	6	9	15	13
1.000 µm-Fraktion								
Summe Bodenfauna	7	12	10	7	5	4	8	7
davon Oligochaeta	6	8	6	3	3	2	6	7
Summe Zooplankton	0	0	0	0	3	2	2	1
Summe Mollusken (leere Gehäuse/Schalen)	0	2	0	6	0	0	0	0
insgesamt	7	14	10	13	8	6	10	8
Transekte auf BA Twielenfleth								
Stationsbezeichnung	westliche Stationen				östliche Stationen			
	T5 syn. L6	T6 syn. L7	T7 syn. L8	T8 syn. L9	T9 syn. L10	T10 syn. L11	T11 syn. L12	
Zonierung	Twz	Twz	eFwz	Watt	Fwz	Twz	Twz	
250 µm-Fraktion								
Summe Bodenfauna	5	7	16	8	15	10	5	
davon Oligochaeta	2	6	9	5	10	6	3	
Summe Zooplankton	1	1	3	4	5	1	1	
Summe Mollusken (leere Gehäuse/Schalen)	0	1	0	0	0	2	1	
insgesamt	6	9	19	12	20	13	7	
1.000 µm-Fraktion								
Summe Bodenfauna	4	3	8	4	13	2	4	
davon Oligochaeta	1	2	4	1	9	1	1	
Summe Zooplankton	1	1	1	2	1	0	1	
Summe Mollusken (leere Gehäuse/Schalen)	1	6	2	0	0	0	3	
insgesamt	6	10	11	6	14	2	8	

Abb. 1

(FileBez.: Tf98_Abbild1-4b; Blatt Tf98_Abb.1)

4.2 Vorkommen und Anmerkungen zur Autökologie aspektbildender Arten

(..... = innerhalb der faunistischen Einheit i. d. R. bestandsbildend)

Scolecida („Niedere Würmer“)

Turbellaria (Strudelwürmer)

Nematoda (Fadenwürmer)

Das Probenmaterial ist nur bis zur Klasse definiert worden, da die Artdiagnostik erfahrenen Spezialisten vorbehalten sein sollte. Die Ungenauigkeit, die die Auswertung in diesem Punkt aufweist, mußte schon im Hinblick auf den Zeitaufwand in Kauf genommen werden. Aktuelle Arbeiten von MÜLLER & FAUBEL (1993) und BLOME & FAUBEL (1996) geben Informationen zur Artstruktur, Verbreitung und Ökologie dieser Fauna in der Unterelbe.

Turbellarien waren in allen Proben der 250 µm-Fraktion vorhanden. Lokal traten die Strudelwürmer eudominant auf (>> 10% des Bestands), vorwiegend in Fein- und Mittelsanden.

Cnidaria (Nessel- oder Hohltiere)

Cordylophora caspia

Hydra oligactis

Der Keulenpolyp *Cordylophora caspia* ist eine im Bereich der Unterelbe charakteristische Brackwasserart. Aus der Autökologie ist bekannt, daß die *C. caspia* eine weite Salinitätsspanne von 0 bis 30 ‰ toleriert (SCHÖNBORN et al. 1993), und die Süßwassergrenze somit keine Barriere darstellt. Das Tier ernährt sich räuberisch, ist sessil und siedelt auf allen primären und sekundären Hartsubstraten (UVU-MATERIALBAND VII 1997; ARGE ELBE 1991, 1993, 1995).

Der Süßwasserpolyp *Hydra oligactis* ist ober- und unterhalb Hamburgs eine vielfach zitierte Art, u. a. ARGE ELBE (1991, 1993), ORTEGA et al. (1994), KRIEG (1996, 1997, 1998a+b). Der Polyp ist räuberisch und frißt u. a. Chironomiden und Cladoceren. Im Gegensatz zu *Cordylophora* kann er sich jedoch vom Substrat lösen und in der fließenden Welle verdriften. Vorwiegend lebt das Tier aber sesshaft auf allen toten, lebenden und „künstlichen“ Oberflächen.

Der zahlenmäßig geringe Nachweis der o. g. Polypen ist einerseits durch das Substrat, andererseits durch den Zeitpunkt der Probenahme bedingt. Höhere Individuendichten werden wahrscheinlich von Sommer bis Herbst zu erwarten sein.

Mollusca (Weichtiere)

Bithynia tentaculata

Dreissena polymorpha

Pisidium cf. *amnicum*

Pisidium sp.

Sphaerium corneum

Neben den fünf Lebendnachweisen sind noch acht Arten/Gattungen in dem Probenmaterial registriert worden; allerdings handelte es sich dabei um leere Schneckengehäuse und Muschelschalen. Die Totfunde bleiben im weiteren unberücksichtigt, da Molluskenschill durch den Gezeitenstrom weiträumig zerstreut wird, und der Fundort nicht zwangsläufig mit dem Aufenthaltsraum potentiell lebender Weichtiere korrespondiert.

Einzig *Bithynia tentaculata* ist in der Klasse der Gastropoda lebend nachgewiesen worden. Die Schleischnecke ist in stehenden, aber auch mäßig fließenden Gewässern verbreitet und siedelte bis in Tiefwasserbereiche. Bevorzugt lebt das Tier im Bewuchs, den es abweidet. Die max. Salzgehaltstoleranz liegt bei 1,2 ‰ (GLÖER et al. 1978).

In den aktuellen Proben sind lebende Muscheln (Bivalvia) aus der Familie Sphaeriidae mit den Gattungen *Pisidium* (Erbsemmuscheln) und *Sphaerium* (Kugelmuscheln) verzeichnet. Diese Muscheln sind in Gewässern aller Art verbreitet, meiden jedoch starke Strömungen und tolerieren nur geringe Salzgehalte (< 0,5‰). Die Individuendichten reduzierten sich allerdings bis auf wenige Exemplare. Die seßhafte Dreikant- oder Zebrauschel *Dreissena polymorpha* war dagegen zahlreicher. *D. polymorpha* ist primär ein Hartsubstratbesiedler und ober- sowie unterhalb der Niedrigwasserlinie verbreitet (UVU-MATERIALBAND VII 1997, KRIEG & MAASER 1997; KRIEG 1999). Die Salztoleranz liegt knapp unter 0,5‰ (GLÖER et al. 1978). Aus Untersuchungen der ARGE ELBE (1994) ist die Muschel aber sporadisch bis Grauerort dokumentiert.

In Abhängigkeit von der saisonalen Abflußdynamik ist die Annahme plausibel, daß die obere Brackwassergrenze im Frühjahr elbeabwärts Twielenfleth lag und im Untersuchungsraum limnische Einflüsse vorherrschten. Die Funde der gering salztoleranten, lebenden Mollusken sind dafür ein deutliches Indiz.

Clitellata (wenigborstige Ringelwürmer & Egel)

Propappus volki

Enchytraeus sp.

Enchytraeidae, juv. indet.

Nais barbata/pseudobtusa-Komplex

Nais communis/variabilis-Komplex

Nais elinguis

Nais sp.

Pristina sp. (cf. *rosea*)

Vejdovskyella intermedia

?*Amphichaeta* cf. *sannio*? (Fragment)

Limnodrilus claparedeanus

Limnodrilus hoffmeisteri

Limnodrilus profundicola

Limnodrilus udekemianus

Peloscolex multisetosus

Potamothrix moldaviensis

Psammoryctides barbatus

Tubifex tubifex

unreife Tubificidae mit Haarborsten

unreife Tubificidae ohne Haarborsten

Kokons (Oligochaeta)

Oligochaeta, juv. indet.

Hirudinea indet.

Außer Eikokons, juvenilen Oligochäten bzw. Tubificiden sind insgesamt 15 sichere Arten bzw. Gattungen determiniert worden. Aus der 1. Ordnung Oligochaeta die Familien Propappidae mit einer Art, Enchytraeidae mit einer Gattung, Naididae mit fünf Arten/Gattungen und Tubificidae mit acht Arten. Außerdem aus der 2. Ordnung Hirudinea ein nicht genauer identifizierter Egel. Alle oben zitierten Tiere sind in der Tideelbe durch ein sehr großes Verbreitungspotential ausgezeichnet.

Die euryhalin-limnische Art *Propappus volki* (Propappidae) ist ein charakteristischer Bewohner sandiger Substrate (Fein- bis Mittelsand) und meidet Sedimente mit (hohen) Schluffanteilen. Darüber hinaus ist der Wurm an starke Strömungsgeschwindigkeiten angepaßt und somit auch in der Fahrrinne, bei analogem Sedimenttyp, eine Leitart (UVU-MATERIALBAND VII 1997). Entsprechend diesen Voraussetzungen stellt sich das Verbreitungsmuster

von *Propappus volki* im Untersuchungsraum dar (vgl. Tabellen 2a+b, A.1-A.15, jeweils 250 µm-Fraktion). In der 1.000 µm-Fraktion ist *Propappus* klar unterrepräsentiert oder fehlt ganz (vgl. auch SCHUCHARDT & SCHOLLE 1997). Dies gilt uneingeschränkt für die Enchytraeiden sowie die nachstehenden Naididen, unreifen Tubificiden und juvenilen Oligochäten. Die nachgewiesenen Naididen ernähren sich ausnahmslos von Algen (u. a. Diatomeen) und Detritus. Sie spielen aufgrund ihrer Reproduktionsraten eine große Rolle bei der Produktion organischer Biomasse und zählen zur Nahrungsgrundlage von Räubern und Fischen (GRIMM 1979). Die zitierten Würmer sind euryhalin-limnisch und tolerieren Salzgehalte bis $\pm 5\%$ (GIERE & PFANNKUCHE 1982).

Unter den Naididen war *Vejdovskyella intermedia* zahlenmäßig die weitaus bedeutendste Spezies. Nach FRENZEL (1983) ist die Art ein Bestandteil von Sandbodengemeinschaften (vgl. auch UVU-MATERIALBAND VII 1997). Nach den aktuellen Untersuchungsergebnissen bevorzugt der naidide Wurm eher schluffige Feinsande (vgl. Tabellen A.7, A.9 & A.14). Vergleichbare Substratpräferenzen werden auch in POSEWANG-KONSTANTIN et al. (1992) und KRIEG (1999) genannt.

Unter den detritusfressenden Naididen ist noch der Artkomplex *Nais barbata/pseudobtusa*² mit nennenswerten Abundanzen anzusprechen. Der Wurm wird von GRIMM (1979) als eine häufige und charakteristische Art für Steinschüttungen beschrieben. In der aktuellen Untersuchung ist *Nais barbata/pseudobtusa* vorwiegend in sandigem Probenmaterial registriert worden – was nicht unbedingt widersprüchlich ist. Folgende Naididen, wie die Spezies *Nais linguis* und der weitere Artkomplex *Nais communis/variabilis*² waren ebenfalls präsent. Hohe Abundanzen erreichen diese Arten im allgemeinen in Schlick und schluffhaltigen Feinsänden (PFANNKUCHE et al. 1975). In der vorliegenden Untersuchung sind diese Naididen dementsprechend in schlickigen Feinsänden gefunden worden. Generell beschränkte sich der Nachweis der dokumentierten Naididen-Spezies auf Probestellen in der Flachwasserzone.

Die sedimentfressenden Tubificiden repräsentierten in dem Probenmaterial die artenreichste Oligochäten-Familie, sowohl in der 250 µm- als auch in der 1.000 µm-Fraktion. Insgesamt konnten acht mature Arten in dem Untersuchungsgebiet erfaßt werden. Die Gemeinschaft aus *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Limnodrilus profundicola* und *Potamothrix moldaviensis* war die am häufigsten vertretene Artkombination und in der Mehrzahl der Proben mit unterschiedlichen Gewichtungen abundant. Erwähnenswerte Individuenzahlen erreichten noch *Limnodrilus claparedeanus*, *Tubifex tubifex* und *Limnodrilus udekemianus*, allerdings in unsteter Präsenz. *Peloscolex multisetosus* und *Psammoryctides barbatus* traten ausschließlich vereinzelt in Erscheinung.

Innerhalb des Tubificidenspektrums waren Arten mit einer deutlichen Präferenz für Sand oder Schlick sowie indifferente Spezies vertreten. In der nachstehenden Schemazeichnung sind die grundsätzlichen Habitatansprüche bezüglich des bevorzugten Sedimenttyps für die zitierten Arten zusammenfassend dargestellt. Die Aufstellung basiert auf eigenen Beobachtungen sowie Literaturdaten (u. a. DZWILLO 1966, PFANNKUCHE 1977, GIERE & PFANNKUCHE 1982, KRIEG & KAUSCH 1985, 1988, UVU-MATERIALBAND VII 1997, KRIEG 1999).

² nach GRIMM (1979) sind *Nais barbata* und *Nais pseudobtusa* in der Tideelbe nicht zu trennen. Die div. Borsten sind derart ähnlich und wiederum variabel, daß die Merkmale auf beide Arten zutreffen können. Nach GRIMM ist der Schluß naheliegend, daß es sich bei den Arten um **Varietäten** handelt. Aus diesem Grunde sind in der vorliegenden Arbeit beide Arten zu einem Komplex zusammengefaßt worden.

Die Arten *Nais communis* und *Nais variabilis* sind in **konserviertem** Zustand nicht zu bestimmen, da die Bewegung das ausschlaggebende Merkmal ist: Schwimmend oder nicht. Deshalb wiederum Vereinigung zu einem Komplex.

Amphipoda (Floh- und Schlickkrebse)

Bathyporeia pilosa

Corophium curvispinum

Gammarus tigrinus

Gammarus zaddachi

Bathyporeia pilosa (Haustoriidae) siedelt nach MOVAGHAR (1964) bevorzugt auf Fein- bis Mittelsänden und meidet schluffhaltige Substrate. Der Kleinkrebs wird als „Sandlieger“ beschrieben und ernährt sich als Zerkleinerer überwiegend von organischem Detritus. Gemäß MOVAGHAR (1964) ist *Bathyporeia pilosa* eine omnieuryhaline Spezies, so daß seine Verbreitung bis in den limnischen Bereich der Tideelbe nicht verwundert (FIEDLER 1991, UVU-MATERIALBAND VII 1997).

In der vorliegenden Untersuchung ist *Bathyporeia pilosa* eine häufig und vergleichsweise zahlreich dokumentierte Art. Entsprechend der Siebfraction trat das Tier als dominante bis eudominante Form in den Vordergrund. Analog *Marezzelleria* cf. *viridis* erwies sich die Nachweisfrequenz in der 1.000 µm- der der 250 µm-Fraktion überlegen (Relation 9 : 3). Gemäß seiner Substratpräferenz ist das Krebstier in allen sandigen Probenmaterialien nachgewiesen worden (10 Stationen mit Fein- und Mittelsand sowie Feinsand mit geringen Schluffanteilen).

Aus der Familie der Corophiidae konnte mit *Corophium curvispinum* nur eine Art bestimmt werden. Der Amphipode ist ein Neozoon, der wie *Gammarus tigrinus* aus dem pontokaspischen Raum über das Süßwasser von Flüssen und Kanälen immigriert ist. 1920/22 wurde sein Vorkommen bis in die Süderelbe dokumentiert (SCHLIENZ 1923), inzwischen ist der Krebs definitiv weiter stromab gewandert (vgl. ARGE ELBE 1991, SPIEKER 1994, UVU-MATERIALBAND VII 1997). Der Nachweis von *Corophium curvispinum* beschränkte sich mit wenigen Exemplaren ausnahmslos auf die 250 µm-Fraktion der Probe T10/L11 (BA Twielenfleth). Normalerweise bevorzugt das Tier Hartsubstrate und baut seine Röhren in pflanzlichem und tierischem Aufwuchs. In dem eigenen Probenmaterial ist es hingegen auf Fein-/Mittelsand lokalisiert worden.

Mit *Gammarus zaddachi* und *Gammarus tigrinus* (Neozoon aus dem pontokaspischen Raum) konnten zwei weitere Amphipoden im Untersuchungsgebiet erfaßt werden. Die Nachweise waren unabhängig von der Siebfraction auf drei Proben begrenzt (Stationen T4*/L2, T5/L6 und T11/L12) bei gleichzeitig spärlicher Besiedlungsdichte. Zu einem späteren Termin würden die Bestandsdichten der o. g. Gammariden wahrscheinlich höher ausfallen (Abundanzmaxima Richtung Sommer).

Beide Arten sind euryhalin, wobei *Gammarus zaddachi* offenbar salztoleranter (omnieuryhalin) ist, zumindest was die Verbreitung in der Tideelbe betrifft. Die Gammariden besiedeln sowohl die Sedimentoberfläche als auch Hartsubstrate mit gut ausgebildetem Aufwuchsrasen. Auf den Steinschüttungen der Tideelbe erreichen diese Amphipoden in der Regel hohe Individuenzahlen (KRIEG & MAASER 1997, KRIEG 1997, 1998a). In der aktuellen Untersuchung sind beide Spezies im Tiefwasser auf Mittelsand nachgewiesen worden.

4.3 Abundanz

Die Besiedlungsdichten auf Art- bzw. Taxaniveau für die 15 Probestellen sind in den Tabellen A.1 bis A.15 im Anhang katalogisiert. In den genannten Tabellen sind die Abundanzen auf die jeweilige Entnahmefläche und normiert auf einen Quadratmeter Oberfläche angegeben. Die weiteren Anhangtabellen A.16 bis A.21 basieren auf einer Zusammenlegung jener Individuenzahlen, die auf einem lokalen Transekt liegen, also die westlichen wie östlichen Refe-

renzstationen und die Probestellen BA Twielenfleth. Alle Datenangaben sind immer getrennt für die 250 µm- und 1.000 µm-Fraktion dokumentiert.

Die Abundanzwerte der 250- und der 1.000 µm-Fraktion sind in ihrer Höhe von Grund auf unterschiedlich. Sie liegen in der 250 µm-Fraktion ausnahmslos um ein bis zwei Größenordnungen höher, d. h. die „Fängigkeit“ der kleinen Maschenweite ist der größeren im limnischen Bereich überlegen (vgl. auch Faunenspektrum). Besonders deutlich wird die Unterschätzung der Populationsdichten bei Vergleich der Abundanzen bei 250 µm und 1.000 µm Maschenweite pro Entnahmefläche: [Individuen/80 bzw. 95 cm²] versus [Individuen/0,1 bzw. 0,2 m²]⁴ (vgl. dazu Anhang: hier 9. Spalte der Tabellen A.1 – A.15). „Kleine“ Organismen, beispielsweise Turbellaria, Propappidae oder Naididae, werden nur vereinzelt oder gar nicht in der 1.000 µm-Fraktion zurückgehalten. Dies trifft grundsätzlich auch auf juvenile Oligochaeta wie unreife Tubificidae zu. Letztendlich sind diese Organismen jedoch ausschlaggebend für das Untersuchungsgebiet, da sie in der Summe den Bestand eindeutig dominieren. Infolgedessen beziehen sich die quantitativen Betrachtungen im weiteren ausschließlich auf die 250 µm-Fraktion. Einzig der Vollständigkeit halber sind die Befunde der 1.000 µm-Fraktion noch mit aufgenommen (vgl. Abbildung „b“).

Die Individuenzahlen zeigten insgesamt wie auch für die einzelnen Taxagruppen eine sehr hohe Variabilität (vgl. Abbildung 2a). Die höchsten Gesamtabundanzen mit Werten >10⁵ Ind. m⁻² sind auf der BA Twielenfleth mit der FWZ- bzw. Wattstation T7/L8 und T8/L9 dokumentiert. Das Gros der Organismen repräsentierten in diesen Stichproben überwiegend juvenile Oligochaeten (unreife Tubificidae eingeschlossen) und deren Eikokons (>100.000 m⁻²). Diese Stadien waren in fast allen Proben präsent; normalerweise lagen ihre Abundanzwerte unter 10⁴ m⁻².

Turbellarien (Scolecida) wurden mit unterschiedlichen Besiedlungsdichten überall nachgewiesen. Hohe Abundanzen erreichten diese Tiere mit max. 5 x 10⁴ Ind. m⁻² in den Tiefwasserbereichen des Untersuchungsgebiets.

Die Verbreitung von *Propappus volki* (Propappidae, Oligochaeta) war bis auf wenige Ausnahmen auf das westliche Transekt begrenzt. Für die Probestelle T3/L3 wurden rd. 30.000 Ind. m⁻² errechnet.

Das Vorkommen von Naididen (Oligochaeta) war fast ausschließlich auf die FWZ-Stationen T7/L8 und T9/L10 beschränkt (BA Twielenfleth). Beachtenswerte Individuenzahlen erreichte unter den naididen Würmern *Vejdovskyella intermedia* mit max. 4 x 10³ Ind. m⁻².

Der Anteil der adulten (geschlechtsreifen) Tubificidae (Oligochaeta) war mit rd. 2 x 10³ Ind. m⁻² in der Mehrzahl der Stichproben relativ konstant. Die Assoziation aus *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Limnodrilus profundicola* und *Potamothrix moldaviensis* war fast überall zugegen, allerdings in unterschiedlichen Verhältniszahlen zueinander. Max. Bestandszahlen >10³ Ind. m⁻² wurden für *Limnodrilus hoffmeisteri* u. a. bei Station T1/L5 und T14/L15 registriert, für *Limnodrilus profundicola* bei Station T10/L11 und für *Potamothrix moldaviensis* u. a. bei Station T2/L4 und T9/L10.

Mollusken spielten im Probenmaterial eine belanglose Rolle (vgl. Kap. 4.1 und 4.2). Amphipoden waren lokal vertreten, allerdings mit geringen Individuendichten. Erwähnenswert ist in diesem Zusammenhang die relativ stete Präsenz von *Bathyporeia pilosa* (Haustoriidae) mit durchschnittlich 30 Ind. m⁻². Dies ist eine der wenigen Ausnahmen, in denen sich die 1.000 µm-Fraktion für die Verteilung im Untersuchungsraum als vorteilhafter erwies – analog dem Polychaeta *Marenzelleria cf. viridis*.

⁴ Prinzipiell sollte überlegt werden, ob man nicht die Abundanzzahlen statt auf die übliche Standardoberfläche von 1 m² auf 1 dm² normieren sollte. Dies wird zumindest den Rahmenbedingungen im limnischen Bereich wesentlich gerechter, primär der räumlichen Heterogenität.

Abb. 2a
(FileBez.: Tf98_Abbild1-4b; Blatt: Tf98_Abb.2a)

Abb. 2b

(FileBez.: Tf98_Abbild1-4b; Blatt: Tf98_Abb.2b)

In Abbildung 3a (Bezug: 250 µm-Fraktion) sind die durchschnittlichen Abundanzen der einzelnen Taxagruppen nach unterschiedlichen Gesichtspunkten dargestellt. Die erste Säule repräsentiert das Kollektiv der 15 Stichproben mit einer mittleren Gesamtbesiedlungsdichte von rd. 3×10^4 Ind. m⁻². Den drei nächsten Säulen liegt als Parameter die Tiefenlage zugrunde. Sowohl auf den Watt- als auch FWZ-Stationen waren juvenile Oligochäten und Eikokons mit durchschnittlich 30- bis 40tausend Ind. m⁻² am häufigsten, im Tiefwasser dagegen Turbellarien und propappide Würmer. Die drei letzten Säulen basieren auf der örtlichen Zuordnung des Probenmaterials. Mit einer mittleren Gesamtabundanz von fast 5×10^4 Ind. m⁻² erwies sich das Gebiet der BA Twielenfleth am dichtesten besiedelt. Auffällig hoch war wiederum der Anteil der „kleinen“ und juvenilen Organismen (Turbellaria und Oligochaeta). Das östliche war im Gegensatz zum westlichen Referenztransekt und zur BA Twielenfleth vergleichsweise am dünnsten besiedelt; der Mittelwert lag klar unter 10^4 Ind. m⁻². Auffallend ist bei der Mittelwertbildung, daß die Quote der adulten Tubificidae auch bei unterschiedlichem Blickwinkel grundsätzlich konstant bleibt.

Die Höhe der Individuenzahlen und die Verbreitung der Arten im Untersuchungsraum ist m. E. weniger von der Tiefenlage abhängig, sondern vielmehr von der örtlichen Sedimentstruktur. In der nachstehenden Tabelle 5 sind Stationen mit analogen Sedimenttypen zusammengefaßt. Grundsätzlich nehmen mit Zunahme der Korngröße und Verringerung des Schluffanteils die Individuenzahlen ab. In Probenmaterial aus Mittel- bis Grobsand sind mit 10^3 Ind. m⁻² die geringsten, dagegen in Feinsand mit viel Schluff tendenziell die höchsten Abundanzen mit 10^4 bis 10^5 Ind. m⁻² ermittelt worden. Klei bildet eine Ausnahme, da es aufgrund seiner Kompaktheit für die Infauna schwer besiedelbar ist (vgl. UVU-MATERIALBAND VII 1997).

Tab. 5: Beziehung zwischen Sedimenttyp und Besiedlungsdichte WBF im Untersuchungsraum (250 µm-Fraktion)

vorherrschender Sedimenttyp	Stationen	Abundanz (Größenordnung)
Schlick (Ton & Schluff)	T1/L5; T15/L16	1×10^4
schluffiger Feinsand	T7/L8; T9/L10;	$2 \times 10^4 - 10^5$
Fein- bis Mittelsand (mit ± Schluffanteilen)	T2/L4; T3/L3; T5/L6; T8/L9; T10/L11; T13/L14; T14/L15	$(<5 \times 10^3) \leftarrow \pm 2 \times 10^4 \rightarrow (10^5)$
Mittelsand	T4/L2; T11/L12	4×10^4
Mittel- bis Grobsand	T12/L13	5×10^3
Klei	T6/L7	$<5 \times 10^3$

Aus den Ergebnissen lassen sich Sedimentpräferenzen einzelner Arten ablesen. Beispielsweise war unter den Tubificiden die Spezies *Potamothrix moldaviensis* in überwiegend rein sandigen Substraten mit tausend bis dreitausend Ind. m⁻² präsent. Ähnlich war die Verteilung von *Limnodrilus profundicola*, allerdings mit einer Bevorzugung kleinerer Korngrößen und unterschiedlichen Schluffanteilen. *Limnodrilus hoffmeisteri* ist dagegen extrem eurytop. Sowohl in reinen Schlick- als auch Mittelsandproben war der Tubificidae mit $\geq 10^3$ Ind. m⁻² abundant.

Die typischen Sandarten *Propappus volki* (Oligochaeta, Propappidae) und *Bathyporeia pilosa* (Amphipoda, Haustoriidae) erreichten ihre höchsten Individuendichten in reinen Sänden (Feinsand, Fein- bis Mittelsand). *P. volki* war fast ausnahmslos in den Sandproben des westlichen Referenztransekts mit 10^3 bis 10^4 Ind. m⁻² abundant. Die Verbreitung von *B. pilosa* war hingegen weit gestreuter, jedoch auf Sandflächen beschränkt; mit max. Besiedlungsdichten bis 10^2 Ind. m⁻² in Fein- bis Mittelsandproben (Bezug: 1.000 µm-Fraktion).

Abb. 3a

(FileBez.: Tf98_Abbild1-4b; Blatt: Tf98_Abb.3a)

Abb. 3b
(FileBez.: Tf98_Abbild1-4b; Blatt: Tf98_Abb.3b)

4.4 Altersstruktur ausgewählter Populationen

Diesbezügliche Angaben können sich nur auf partielle Aspekte der Oligochätenfauna beziehen, da hier ausreichende hohe Besatzdichten vorlagen. Für Polychäten und Amphipoden lassen sich noch bedingt Grundzüge ableiten.

Cnidaria und Scolecida waren zwar vertreten – darunter besonders zahlreich Turbellarien, sind im allgemeinen aber einjährige Organismen.

Die Molluskenfauna war in dem vorliegenden Material klar unterrepräsentiert – unabhängig von der Siebfraction. Der Nachweis lebender Weichtiere beschränkte sich auf einen Einzelfund von *Bithynia tentaculata* (Gastropoda) bzw. wenige Dreikantmuscheln (Bivalvia). Insgesamt sind acht *Dreissena polymorpha* in vier Proben registriert worden (bemerkenswerterweise nur in der 250 µm-Fraktion). Die Schalenlängen differierten zwischen ≤ 5 bis > 20 [mm]. Es ist davon auszugehen, daß es sich um Muscheln der sog. „Nullgruppe“ aus der vorjährigen Laichperiode handelt.

Die Altersstruktur der Oligochätenfauna ist in den Abbildungen 4a und b für die jeweilige Siebfraction dargestellt. Um die Prozentzahlen besser relativieren zu können, sind in der oberen Zeile der Abbildungen die Absolutwerte der Fauneneinheit (Gesamtindividuen m^{-2}) für die entsprechende Siebmaschengröße aufgeführt. Die Abundanzen sind insbesondere bei Vergleich der unterschiedlichen Siebfractionen wesentlich.

Die Gruppendominanzwerte beziehen sich einerseits auf den Anteil der Kokons, der juvenilen Oligochäten und der nicht geschlechtsreifen Tubificiden mit und ohne Haarborsten. Diesem Kollektiv steht die Gemeinschaft maturer (= geschlechtsreifer) Tubificiden gegenüber. Im Falle der juvenilen Oligochäten ist mit Sicherheit anzunehmen, daß es sich bei dieser Fauneneinheit in der Mehrzahl um frisch geschlüpfte bzw. sehr junge Tubificiden der Gattung *Limnodrilus* gehandelt hat. Bezüglich der Kokons handelte es sich im vorliegenden Material um Eistadien diverser Oligochäten-Arten. Auf den ersten Blick verblüffend ist der verhältnismäßig hohe Anteil der Kokons mit Werten $> 10^3$ Eier m^{-2} in der 1.000 µm-Fraktion der Stationen T4/L2, T7/L8, T9/L10 und T11/L12 (vgl. Abbildung 4b). Bei näherer Betrachtung ist die vermeintliche Besonderheit jedoch unspektakulär, da es sich durchweg um mit Sandkörnchen verklebte „Eiaggregate“ > 1 [mm] handelte. Einzelne Eikokons wurden im Gegensatz zur 250 µm-Fraktion so gut wie **nicht** beobachtet.

Die Quote der maturen (geschlechtsreifen) bzw. reproduzierenden Tubificiden am Oligochätenbestand betrug im Durchschnitt rd. 25%; extremal schwankte der Wert zwischen 0 und 65%.⁵ Mit Prozentzahlen kleiner bzw. um 1% war der Anteil der Adulten in den Stichproben T7/L8, T8/L9 und T11/L12 (BA Twielenfleth) am geringsten, am höchsten dagegen in den Proben der Stationen T5/L6 und T10/L11 (dito BA Twielenfleth). Die Relation adult zu juvenil (einschließlich Kokons) lag in den Stichproben bei 1 : 1 bzw. 3 : 1.

Wie schon mehrfach erwähnt, erwies sich in bezug auf die Tubificiden die Assoziation aus *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Limnodrilus profundicola* und *Potamothenix moldaviensis* als bestandsbildend. Grundsätzlich treten reife und reproduzierende Tiere dieser Arten in der (limnischen) Tideelbe ganzjährig auf. Perioden erhöhter Fortpflanzungsaktivität sind darüber hinaus für alle drei Arten bekannt. Sie fallen temperaturabhängig in den Zeitraum März bis Ende Juni (PFANNKUCHE 1977, GIERE & PFANNKUCHE 1982). Die hohen Kokonzahlen und Dominanzwerte juveniler Oligochäten in den aktuellen Proben von Ende April 1998 erhärten dies.

⁵ Bezugsgröße, wie auch im folgenden, ist grundsätzlich die 250 µm-Fraktion, da sie die Altersstruktur der Realität entsprechend besser reproduziert

Abb. 4a

(FileBez.: Tf98_Abbild1-4b; Blatt: Tf98_Abb.4a)

Abb. 4b

(FileBez.: Tf98_Abbild1-4b; Blatt: Tf98_Abb.4b)

Das durchweg hohe Reproduktionspotential läßt sich noch durch weitere, interessante Beobachtungen belegen. Schon geradezu kleine Exemplare der Gattung *Limnodrilus* waren des öfteren reproduktionsfähig (gefüllte Eiersäcke), d. h. die Würmer müssen bereits im ersten Lebensjahr sexuell aktiv gewesen sein. Außerdem ist für große, mature Tiere der Arten *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Limnodrilus profundicola* und *Potamothrix moldaviensis* die mehrfache Beobachtung zutreffend gewesen, daß sie sich schon fortgepflanzt hatten, da die Geschlechtsorgane resorbiert waren. Eine Wahrnehmung, wie sie auch schon von PFANNKUCHE (1997) für das Gebiet Fährmannssand beschrieben worden ist. Der Autor interpretiert das Phänomen dahingehend, daß zumindest *Limnodrilus hoffmeisteri* und *Limnodrilus profundicola* schneller geschlechtsreif werden als andere Tubificidenarten und in der Lage sind, sich mehr als einmal zu reproduzieren.

Die Propappiden und Naididen sind für diese Betrachtung vernachlässigt worden, da sie nur in einer eng begrenzten Probenanzahl, dann allerdings mit verhältnismäßig hohen Individuendichten dokumentiert sind (BA Twielenfleth und Referenztransekt West). Bei den Naididen spielt die sexuelle Vermehrung jedoch nur eine bescheidene Rolle. In erster Linie reproduzieren sich naidide Würmer asexuell durch Paratomie. Im Sinne der Vervollständigung, der Anteil maturer und reproduzierender Tiere schwankte zwischen rd. 12 und 20%.

In der Klasse der Polychaeta ist ausschließlich die Spionide *Marenzelleria* cf. *viridis* nachgewiesen worden. Die Bestandszahlen waren mit $\approx 10^1$ Ind. m^2 relativ gering (Bezug: 1.000 μm -Fraktion) und das Vorkommen auf wenige Stationen begrenzt (westliche Transekte der Referenz und BA Twielenfleth).

Die Angaben zur Altersstruktur der Tiere sind mit großem Vorbehalt zu werten, da nur insgesamt 15 Exemplare (Kopfteile) von *M. cf. viridis* im Probenmaterial gefunden wurden. Für die Ermittlung und Bestimmung von juvenil und adult sind die Vorgaben von ZETTLER (1996) angewendet worden. Dazu wurde die Breite zwischen dem 5. und 10. Segment gemessen und daraus die Segmentzahl rechnerisch ermittelt. Ab 200 Segmenten wird ein Tier als Adultus definiert.

67% des *Marenzelleria*-Bestandes waren demzufolge adult und 1/3 juvenil. Eine eigenständige Reproduktion im Gebiet Twielenfleth ist unwahrscheinlich, da sich die Spionide erst ab 5‰ erfolgreich fortpflanzen kann (ZETTLER 1996). Eine Besiedlung im Bereich der oberen Brackwassergrenze kann sich also nur über verdriftende Larvenstadien vollziehen.

In der im April durchgeführten Untersuchung sind Gammariden (Amphipoda) jahreszeitlich bedingt nur in geringer Besiedlungsdichte und lediglich stellenweise nachgewiesen worden (BA Twielenfleth). Von *Gammarus tigrinus* sind 3 und von *Gammarus zaddachi* 14 Exemplare im Probenmaterial registriert worden. Der durchschnittliche Abundanzwert ist mit $1,5 \times 10^3$ Ind. m^2 errechnet worden (unabhängig von der Siebfraktion). Die Relation juvenil zu adult betrug für *G. tigrinus* 2 :1 und für *G. zaddachi* rd. 2,4 :1.

4.5 Diversität

Die Diversität ist ein Maß für die Mannigfaltigkeit einer Biozönose. Hoch diverse Gemeinschaften gelten als biologisch kontrolliert. Eine geringe Diversität findet man in stark von physikalischen Bedingungen kontrollierten Systemen (PEARSON 1981).

Als Standard hat sich der Shannon-Wiener-Index (H') durchgesetzt. Je höher der Indexwert der Biozönose, desto mehr Arten mit relativ ähnlichen Häufigkeiten. Da eine Gemeinschaft durch die Berechnung der Diversität **und** der Evenness (E, analog Äquität) gründlicher und informativer dargestellt wird (ENGREN 1977), ist im folgenden auch die Gleichverteilung der Individuen auf die Arten über den Heip-Index ermittelt worden. Der E-Index kann Werte zwischen „0“ und „1“ annehmen. Je stärker sich E „1“ nähert, desto geringer sind die Unter-

schiede in der Häufigkeit der gefundenen Arten. So viel zum Verständnis der nachfolgenden Zahlen in Tabelle 6.

Tab. 6: Shannon-Wiener Diversität und Evenness nach Heip an den Stationen im Untersuchungsgebiet Twielenfleth (April 1998)

Parameter	Diversität [H']				Äquität oder Evenness [E]			
	Shannon-Wiener				Heip			
	mit Kokons		ohne Kokons		mit Kokons		ohne Kokons	
Siebfraktion	250 µm	1.000 µm	250 µm	1.000 µm	250 µm	1.000 µm	250 µm	1.000 µm
Stationen Referenztransekt West								
T1/L5	1,90	0,93	1,98	0,85	0,4	0,3	0,5	0,3
T2/L4	1,70	1,59	1,54	1,85	0,5	0,4	0,5	0,5
T3/L3	0,98	1,86	0,89	1,86	0,2	0,6	0,2	0,6
T4/L2	1,40	0,61	1,20	1,35	0,4	0,1	0,3	0,6
Stationen Ba Twielenfleth								
T5/L6	0,07	1,10	0,07	1,10	0,02	0,7	0,02	0,7
T6/L7	1,34	0,95	1,10	0,69	0,5	0,8	0,4	1,0
T7/L8	0,68	0,23	2,18	1,68	0,06	0,04	0,6	0,7
T8/L9	0,19	1,21	1,52	0,87	0,03	0,8	0,6	0,7
T9/L10	1,97	0,65	2,12	1,46	0,5	0,08	0,6	0,3
T10/L11	1,77	0,35	1,77	0,35	0,5	0,4	0,5	0,4
T11/L12	0,25	0,32	0,13	1,10	0,07	0,1	0,05	1,0
Stationen Referenztransekt Ost								
T12/L13	0,45	1,09	0,30	1,15	0,1	0,5	0,1	0,7
T13/L15	1,74	1,23	1,55	1,07	0,7	0,8	0,6	0,9
T14/L15	1,88	1,79	1,72	1,62	0,4	0,7	0,4	0,7
T15/L16	1,50	1,16	1,55	1,22	0,4	0,4	0,5	0,5

In der obigen Tabelle sind die Indizes getrennt für die 250 µm- und die 1.000 µm-Fraktion berechnet worden, jeweils mit und ohne Eikokons. In die Datenmatrix sind außer den Arten auch die Gattungen aufgenommen worden. Darüber hinaus sind die unreifen Tubificiden und juvenilen Oligochäten in die Berechnung eingegangen. Damit wird der Wert für die Diversität vorwiegend durch die zum Teil extreme Verteilung der Abundanzen auf die einzelnen Arten/Taxa beeinflusst. Das ist bewußt in Kauf genommen worden, schließlich ist der Anteil dieser Fauneneinheiten charakteristisch für das vorliegende Probenmaterial. Die anschließende Diskussion bezieht sich das Kollektiv „ohne Kokons“.

Alles in allem war die Diversität im gesamten Untersuchungsgebiet gering. Das legt den Schluß nahe, daß die Zoobenthosgemeinschaft vorrangig über physikalische bzw. hydrodynamische Randbedingungen kontrolliert wird. Bis auf wenige Ausnahmen schwankten die einzelnen Rechenwerte für H' (Maß für den Artenreichtum) zwischen 1 und 2. Nur für die Stationen T7/L8 und T9/L10 sind H'-Indizes >2 berechnet worden. Der Wert der Diversität ist in diesen Ausnahmefällen vor allem über die Gleichverteilung der Abundanzen auf die einzelnen Arten beeinflusst worden (vgl. Anhang: Tabellen A.7 & A.9). Ansonsten überwog mehr oder weniger eine Steuerung über die (geringe) Artenzahl, kombiniert mit einer teilweise extremen „Schieflage“ der Häufigkeitsverteilung auf die Arten, wie beispielsweise für die Stationen T5/L6, T11/L12 & T12/L13 (vgl. Anhang: Tabellen A.5, A.11-12).

Die Unterschiede in der Mannigfaltigkeit zwischen den Kollektiven der 250 µm- und der 1.000 µm-Fraktion erwiesen sich als zufällig (U-Test; $\alpha=0,01$). Die gebietsbezogene Prüfung der Werte für die zwei Referenztransekte und die BA Twielenfleth ergab ebenfalls keine signifikanten Differenzen (H-Test; $\alpha=0,01$). Allerdings bleibt zu beachten, daß die drei Kollektive hinsichtlich ihrer Stichprobenanzahl unterschiedlich und relativ gering besetzt waren.

Unter Vernachlässigung der Statistik stellt sich die Diversität zumindest für das westliche Referenztransekt trendmäßig besser dar.

Wie den E-Indizes in Tabelle 6 zu entnehmen ist, erwiesen sich die Rechenwerte der 1.000 µm- der der 250 µm-Fraktion anscheinend überlegen. Die Gleichverteilung der Individuen auf die Arten ist aber nur scheinbar. Im Endeffekt ist das Phänomen methodisch bedingt. Aufgrund der großen Siebmaschenweite tritt ein gerichteter Fehler auf, d. h. die individuenstarken „kleinen“ Organismen werden quantitativ kaum zurückgehalten. Letztendlich führt das dazu, daß die extremalen Häufigkeitsschwankungen zwischen den einzelnen Arten geringer ausfallen. Zum Beispiel basieren die Indexwerte für die Stationen T6/L7 und T11/L12 mit $E = 1$ bloß auf zwei bzw. drei Arten mit jeweils nur 10 bzw. 20 Individuen m^2 (vgl. Anhang: Tabellen A.6 & A.11).

5. Ist-Zustand der wirbellosen Bodenfauna 1998 versus potentieller Ist-Zustand gemäß UVU-Materialband VII

In UVU-MATERIALBAND VII (1997) konnte von den Verfassern kein aufgeschlüsseltes Faunenspektrum genannt werden, da keine hydrobiologischen Untersuchungen für das betroffene Gebiet zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung vorlagen.. Die Autoren gingen vielmehr davon aus, daß es sich im Falle der benthischen Wirbellosen im ganzen um eine Sandbodenfauna handeln mußte. Entsprechende Angaben zum vorherrschenden Sedimenttyp (= Sande) sind seinerzeit UVU-MATERIALBAND III (1997) entnommen worden.

Ein Vergleich mit dem Status quo ante ist demzufolge nicht durchführbar. Überschlägig läßt sich noch folgendes Resümee ziehen:

- ➔ Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung bestätigen die damalige Aussage nur sehr bedingt.
- ➔ Kausal basiert die damalige Fehleinschätzung auf unzureichenden Daten zur tatsächlichen Sedimentstruktur.
- ➔ Entsprechend der aktuellen Sedimentheterogenität waren sowohl stenotope „Sandboden“- als auch „Weichbodenorganismen“ sowie eurytope „Übergangsformen“ auf der BA Twielenfleth präsent.
- ➔ Sollte tatsächlich ausschließlich Sand auf der BA deponiert werden, so dürfte die ursprünglich angenommene Sandbodengemeinschaft kurzfristig Realität werden. Möglicherweise wird sich aber mittel- bis langfristig der Sedimenttyp auf der BA durch eine Verringerung der Strömungsgeschwindigkeit ändern. Durch die zwangsläufige Ablagerung schluffhaltiger Sedimente wird die Fläche partiell verschlickt, was wiederum einen Wechsel zur aktuellen Besiedlungsstruktur auslösen wird.

6. Zusammenfassung

In Verbindung mit der Anpassung der Fahrinne der Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt wird am südlichen Ufer der Unterelbe bei Twielenfleth eine Baggergutablagerungsfläche eingerichtet. Als Kompensation zur Fahrrinnenvertiefung wird die Strombaudeponie so angelegt, daß die uferständige Flachwasserzone auf rd. 30 ha Fläche vergrößert wird.

Das WSA Hamburg hat den Beratenden Biologen H.-J. Krieg, HUuG Tangstedt, Anfang April 1998 beauftragt, noch vor Baubeginn, die sog. „Nullproben“ zu sichern.

Die Beprobung der wirbellosen Bodenfauna fand am 20.04.1998 statt. Im potentiellen Ausgleichsgebiet sind auf vier Transekten mit insgesamt 15 Stationen vom Eu- (oberhalb MTnw-Linie) bis ins Sublitoral (unterhalb MTnw-Linie) Bodenproben entnommen worden.

Einschließlich Fischlaich, Fischlarven und Oligochaeten-Kokons sind an den untersuchten Stationen 49 zoobenthische Arten/Taxa registriert worden; wobei es sich bei acht Arten bzw. Gattungen ausnahmslos um leere Gehäuse- oder Schalennachweise von Mollusken handelte. Innerhalb der lebenden, wirbellosen Bodenfauna konnten 29 Taxa bis auf Art- bzw. Gattungsniveau determiniert werden. Die präsenten Arten waren sog. „Allerweltsarten“, die allgemein als robust gelten und durch ein hohes Reproduktionspotential ausgezeichnet sind.

Charakteristisch für die Mehrzahl der Proben war eine Tubificidengesellschaft (Oligochaeta, Tubificidae), die sich aus unreifen Jugendstadien sowie adulten Spezies dieser Familie zusammensetzte, u. a. *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Limnodrilus profundicola* und *Potamothrix moldaviensis*. Im Oligochaetenspektrum erreichten noch *Propappus volki* (Oligochaeta, Propappidae) und *Nais* spp. (Oligochaeta, Naididae) lokal nennenswerte Bestandsanteile.

Die Individuenzahlen zeigten insgesamt wie auch für die einzelnen Taxagruppen eine sehr hohe Variabilität. Sie differierten in der Größenordnung von $>10^3$ bis 10^5 Tieren m^2 . Die höchsten Gesamtabundanzen mit Werten $>10^5$ Ind. m^2 sind auf der BA Twielenfleth dokumentiert. Das Gros der Organismen repräsentierten in fast allen Stichproben überwiegend juvenile Oligochaeten und deren Eikokons. Der Anteil der geschlechtsreifen Tubificiden war mit rd. 2×10^3 Ind. m^2 in der Mehrzahl der Stichproben relativ konstant (i. d. R. obenerwähnte Assoziation). Mollusken spielten im Probenmaterial keine Rolle. Amphipoden waren lokal vertreten, allerdings mit geringen Individuendichten.

Mit einer mittleren Gesamtabundanz von fast 5×10^4 Ind. m^2 erwies sich das Gebiet der BA Twielenfleth am dichtesten besiedelt. Auffällig hoch war der Anteil der „kleinen“ und juvenilen Organismen (Turbellaria und Oligochaeta). Das östliche war im Gegensatz zum westlichen Referenztransekt und zur BA Twielenfleth vergleichsweise am dünnsten besiedelt; der Mittelwert lag signifikant unter 10^4 Ind. m^2 .

Alles in allem war die Diversität im gesamten Untersuchungsgebiet gering. Das legt den Schluß nahe, daß die Zoobenthosgemeinschaft vorrangig über physikalische bzw. hydrodynamische Randbedingungen kontrolliert wird. Bis auf wenige Ausnahmen schwankten die einzelnen Rechenwerte des Shannon-Wiener-Indexes zwischen 1 und 2.

Die Höhe der Individuenzahlen und die Verbreitung der Arten im Untersuchungsraum ist weniger von der Tiefenlage abhängig, sondern primär von der örtlichen Sedimentstruktur. Grundsätzlich nahmen mit Zunahme der Korngröße und Verringerung des Schluffanteils die Individuenzahlen ab und die Artenzahlen zu. In Probenmaterial aus Mittel- bis Grobsand sind mit 10^3 Ind. m^2 die geringsten, dagegen in Feinsand mit viel Schluff tendenziell die höchsten Abundanzen mit 10^4 bis 10^5 Ind. m^2 ermittelt worden.

7. Literatur

ARGE ELBE (1991): Das oberflächennahe Zoobenthos der Elbe als Indikator für die Gewässerqualität. - Wassergütestelle Elbe, Hamburg: 108 S.

ARGE ELBE (1993): Biomonitoring des Zoobenthos an ausgewählten Standorten in der Elbe. Voruntersuchungen zur örtlichen und zeitlichen Variabilität einschließlich Bilddokumentation. - Wassergütestelle Elbe, Hamburg: 64+14 S.

ARGE ELBE (1995): Makrozoobenthon der Elbe. Arten, Biomasse und Güteklassifizierung zwischen Schmilka und Cuxhaven 1994. - Wassergütestelle Elbe, Hamburg: 49 S.

- BOETERS, H. D. (1998): Mollusca: Gastropoda: Rissooidea. Süßwasserfauna von Mitteleuropa. Bd. 5/1-2. – Gustav Fischer Verlag, Stuttgart: 76 S.
- BRINKHURST, R. O. (1986): Guide to the freshwater aquatic microdrile Oligochaetes of North America. - Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. **84**: 259 p.
- DZWILLO, M. (1966): Untersuchungen über die Zusammensetzung der Tubificidenfauna im Bereich des Hamburger Hafens. – Abh. u. Verh. d. Naturw. Ver. Hamburg **11**: 101-116.
- ELLIOTT, M. & KINGSTON, P. F. (1987): The sublittoral benthic fauna of the estuary and Firth of Forth, Scotland. – Proc. Roy. Soc. Edinburgh **93b**: 449-465.
- ENGREN, S. (1979): Some basic concepts of ecological equitability. – In: GRASSLE, J. F., PATIL, G. P., SMITH, W. & TAILLIE, C. (Eds.): Ecological diversity in theory and practice. – Fairland, Intern. coop. Publ. House: 37-49.
- FIEDLER, M. (1991): Die Bedeutung von Makrozoobenthos und Zooplankton der Unterelbe als Fischnahrung. Ber. Inst. f. Meereskunde, Kiel **204**: 226 S.
- FLÖSSNER, D. (1972): Krebstiere, Crustacea. Kiemen- und Blattfüßer (Branchiopoda). - In. DAHL, F. (Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands. 60. Teil. - Gustav Fischer Verlag, Jena: 501 S.
- FRENZEL, P. (1983): Untersuchungen zur Ökologie der Naididae des Bodensees. Die Coenosen des eutrophen Sees. Eutrophierung und Faunenwechsel. – Arch. Hydrobiol./Suppl. **65** (1): 106-133.
- GIERE, O. & PFANNKUCHE, O. (1982): Biology and ecology of marine oligochaeta. A review. – Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. **20**: 173-308.
- GLEDHILL, G., SUTCLIFFE, D. W. & WILLIAMS, W. D. (1993): British freshwater Crustacea, Malacostraca: A key with ecological notes. - Freshw. Biol. Assoc., Scient. Publ. **52**: 173 pp.
- GLÖER, P., MEIER-BROOK, C. & OSTERMANN, O. (1978): Süßwassermollusken. – DJN, Hamburg: 73 S.
- GRIMM, R. (1979): Die Entwicklung der litoralen Fauna in der Elbe. Ökologische Indikatorfunktion des Makro- und Meiobenthos im Bereich einer „verbauten“ Elbestrecke unter besonderer Berücksichtigung der Naididae (Oligochaeta). - Arch. Hydrobiol./Suppl. **43** (Elbe-Aestuar 4): 236-264.
- HEITKAMP, U. (1986): Bestimmungsschlüssel der europäischen Hydra-Arten (Cnidaria, Hydrozoa). - Arch. Hydrobiol. **107** (4): 529-543.
- HEYDEMANN, B. (1975): Agrarökologische Problematik, dargetan an Untersuchungen über die Tierwelt der Bodenoberfläche der Kulturfelder. - In: SCHWERDTFEGER, F. (Hrsg.): Ökologie der Tiere. **3** (Synökologie). - Parey Verlag Hamburg Berlin: 451 S.
- KAUSCH, H. (1995): Biologische Langzeitaspekte von Fahrwasservertiefungen. – In: SCHUTZGEMEINSCHAFT DEUTSCHE NORDSEEKÜSTE (Hrsg.): Fahrwasservertiefungen und ihre Auswirkungen auf die Umwelt. – Schriftenr. SDN 1: 83-89.
- KAUSCH, H. (1996): Fahrwasservertiefungen ohne Grenzen? – In: LOZÁN, J. L. & KAUSCH, H. (Hrsg.): Warnsignale aus Flüssen und Ästuaren. – Parey, Berlin: 390 S.
- KIEFER, F. & FRYER, G. (1978): Das Zooplankton der Binnengewässer. 2. Teil. - In: THIENEMANN, A. (Hrsg.): Die Binnengewässer. Bd. 26. - Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart: 343 S.
- KRIEG, H.-J. (1996): Untersuchungen zur Ermittlung der biologisch leicht abbaubaren, organischen Belastung an 14 Stationen Hamburger Oberflächengewässer 1996. Ergebnisse der Untersuchungen des heterotrophen Aufwuchses (Mikrozoobenthos) auf Glasobjektträgern, sowie ein Vergleich der Besiedlung des Makrozoobenthos auf Steinschüttungen der Uferbefestigungen und exponiertem Standardharts substrat in der Hamburger Tideelbe. Gutachten i. A. Umweltbehörde Hamburg, Amt f. Umweltschutz, Umweltuntersuchungen UB/H 2. - HUuG Tangstedt: 7 S. + Anlagen.

- KRIEG, H.-J. (1997): Untersuchungen zur Ermittlung der biologisch leicht abbaubaren, organischen Belastung an 17 Stationen Hamburger Oberflächengewässer 1997. Ergebnisse der Untersuchungen des heterotrophen Aufwuchses (Mikrozoobenthos) auf Glasobjektträgern, sowie ein Vergleich der Besiedlung des Makrozoobenthos auf Steinschüttungen der Uferbefestigungen und exponiertem Standardharts substrat in der Hamburger Tideelbe. Gutachten i. A. Umweltbehörde Hamburg, Amt f. Umweltschutz, Umweltuntersuchungen UB/H 2. - HUuG Tangstedt: 13 S. + Anlagen.
- KRIEG, H.-J. (1998a): Untersuchungen zur Ermittlung der biologisch leicht abbaubaren, organischen Belastung an 36 Stationen Hamburger Oberflächengewässer 1998. Ergebnisse der Untersuchungen des heterotrophen Aufwuchses (Mikrozoobenthos) auf Glasobjektträgern, sowie ein Vergleich der Besiedlung des Makrozoobenthos auf Steinschüttungen der Uferbefestigungen und exponiertem Standardharts substrat in der Hamburger Tideelbe. Gutachten i. A. Umweltbehörde Hamburg, Amt f. Umweltschutz, Umweltuntersuchungen UB/H 2. - HUuG Tangstedt: 14 S. + Anlagen.
- KRIEG, H.-J. (1998b): Beschaffenheit der Elbe (nichtstationäre Messungen). Saprobiologische Untersuchungen im Hamburger Elbeabschnitt zur biologischen Güteklassifizierung (Gewässergütekarte). - In: FHH HAMBURG, UMWELTBEBÖRDE (Hrsg.): Wassergütemeßnetz Hamburg. Elbe und Nebengewässer. Jahresbericht 1997: 20-24.
- KRIEG, H.-J. (1999): Der Ist-Zustand der aquatischen Flora und Fauna und dessen Bewertung sowie Potentialabschätzung im westlichen Teilgebiet der „Hafencity“. Ergebnisse der hydrobiologischen Untersuchung im Sandtorhafen, Grasbrookhafen sowie im System Magdeburger Hafen, Brooktorhafen und Ericusgraben (Kanäle II) im Frühjahr 1999. Gutachten i. A. Planungsgruppe Ökologie + Umwelt Nord, Hamburg. - HUuG Tangstedt: 51 S. + Anlagen.
- KRIEG, H.-J. & KAUSCH, H. (1985): Wirkungskataster der wesentlichen Hamburger Oberflächengewässer. Zwischenbericht 1984. Gutachten i. A. Umweltbehörde Hamburg, Amt f. Umweltschutz. – Inst. f. Hydrobiol. u. Fischereiwiss. d. Univ. Hamburg: 156 S.
- KRIEG, H.-J. & KAUSCH, H. (1988): Wirkungskataster der wesentlichen Hamburger Oberflächengewässer. Zwischenbericht 1987. Gutachten i. A. Umweltbehörde Hamburg, Amt f. Umweltschutz. – Inst. f. Hydrobiol. u. Fischereiwiss. d. Univ. Hamburg: 86 S.
- KRIEG, H.-J. & MAASER, G. (1997): Hydrobiologische Untersuchungen in der Süderelbe zwischen Kattwyk- und Köhlbrandbrücke. UVU Kaimauer Hamburg Altenwerder und seeseitige Zufahrt. Gutachten i. A. Amt Strom- und Hafenaufbau, Hamburg und Planungsgruppe Ökologie und Umwelt Nord, Hamburg. - HUuG Tangstedt: 113 S.
- LELING, A. (1986): Untersuchungen zur Häufigkeit und Verteilung des Makrozoobenthos in der Unterelbe. – Dipl. Arb. FB Biol. d. Univ. Hamburg: 117 S.
- LINCOLN, R. J. (1979): British marine amphipoda: Gammaridea. - British Mus. (Nat. History), London: 658 pp.
- MACAN, T. T. (1994): British fresh- and brackish-water Gastropods. - Freshwater Biological Association, Scientific Publ. **13**.
- MCLUSKY, D. S., HULL, S. C. & ELLIOTT, M. (1993): Variations in the intertidal and subtidal macrofauna and sediments along a salinity gradient in the upper Forth Estuary. – Neth. J. Aqua. Ecol. **27**: 101-109.
- MOVAGHAR, C.-A. (1964): Verbreitung und Ökologie der Amphipoden im Elbe-Aestuar. – Arch. Hydrobiol./Suppl. **29**, Elbe-Aestuar II (1/2): 97-179.
- MÜLLER, D. & FAUBEL, A. (1993): The “Turbellaria“ of the River Elbe Estuary. Amphipoda faunistic analysis of oligohaline and limnic areas. – Arch. Hydrobiol./Suppl. **75**, Elbe-Aestuar (3/4): 363-396.
- ORTEGA, J., STEEGE, V. & KAUSCH, H. (1994): Hydrobiologische Untersuchungen im Hamburger Hafen. Vorschläge für Maßnahmen zur Verbesserung der gewässerökologischen Situation im Hafen. Band 1-3. Gutachten i. A. Umweltbehörde Hamburg, Amt f. Umweltschutz UB/W. - Inst. f. Hydrobiol. u. Fisch.wiss. d. Univ. Hamburg.

- PEARSON, T. H. (1981): Stress and catastrophe in marine benthic ecosystems. – In: BARRETT, G. W. & ROSENBERG, R. (Eds.): Stress effects on natural ecosystems. – Wiley and Sons: 201-214.
- PFANNKUCHE, O. (1977): Ökologische und systematische Untersuchungen an naidomorphen Oligochaeten brackiger und limnischer Biotope. – Diss. FB Biologie d. Univ. Hamburg: 138 S.
- PFANNKUCHE, O., JELINEK, H. & HARTWIG, E. (1975): Zur Fauna eines Süßwasserwattes im Elbe-Aestuar. – Arch. Hydrobiol. 76: 475-498.
- POSEWANG-KONSTANTIN, G., SCHÖL, A. & KAUSCH, H. (1992): Hydrobiologische Untersuchung des Mühlenberger Lochs. - Gutachten f. Amt Strom- und Hafenanbau, Hamburg. - Inst. f. Hydrobiol. u. Fisch.wiss. d. Univ. Hamburg (unveröff.): 116 S.
- SCELLENBERG, A. (1942): Krebstiere oder Crustacea. - In: DAHL, F. (Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands. Bd. IV: Flohkrebse oder Amphipoda - Gustav Fischer Verlag, Jena: 252 S.
- SCHMEDTJE, U. & KOHMANN, F. (1992): Bestimmungsschlüssel für die Saprobier-DIN-Arten (Makroorganismen). - Info.Ber. d. Bay. Landesamtes f. Wasserwirt. 2: 274 S.
- SCHLIENZ, W. (1923): Verbreitung und Verbreitungsbedingungen der höheren Krebse im Mündungsgebiet der Elbe. – Arch. Hydrobiol. 14: 429-452.
- SCHÖNBORN, C., ARNDT, E. A. & GOSSELCK, F. (1993): Bestimmungsschlüssel der benthischen Hydrozoen der Ostsee. - Mitt. Zool. Mus. Berlin 69: 201-253.
- SCHUCHARDT, B. & SCHOLLE, J. (1997): Faunistische Erhebungen (Makrozoobenthos) und Bewertungen in den Bereichen Wischhafener Fahrwasser und Hahnöfer Nebenelbe/Mühlenberger Loch (Untere Elbe). Gutachten i. A. d. BfG Koblenz. - Bioconsult Bremen: 71 S.
- SPERBER, C. (1950): A guide for the determination of european Naididae. - Zool. Bidrag. Uppsala 29: 45-81.
- SPIEKER, J. (1994): Monitoring des Makrozoobenthos an 5 Stationen in der Elbe im Jahr 1993. Gutachten i. A. Wassergütestelle Elbe, Hamburg. - KLS Pinneberg: 35 S. + Anlagen.
- UVU-MATERIALBAND III (1997): UVU zur Anpassung der Fahrwinne der Unter- und Außenelbe an die Containerschiffahrt. Fachgutachten Sedimente. I. A. der WSV Kiel, WSA Hamburg, Amt Strom- und Hafenanbau, Hamburg und Planungsgruppe Ökologie und Umwelt Nord, Hamburg. - Inst. f. Bodenkunde d. Univ. Hamburg: 352 S.
- UVU-MATERIALBAND VII (1997): UVU zur Anpassung der Fahrwinne der Unter- und Außenelbe an die Containerschiffahrt. Tiere und Pflanzen - aquatische Lebensgemeinschaften. Gutachten i. A. der WSV Kiel, WSA Hamburg, Amt Strom- und Hafenanbau, Hamburg und Planungsgruppe Ökologie und Umwelt Nord, Hamburg. - Inst. f. Hydrobiol. u. Fisch.wiss. d. Univ. Hamburg und HUuG Tangstedt: 567 S.
- VOIGT, M. (1957): Rotatoria. Die Rädertiere Mitteleuropas. Bd. 1 u. 2. Berlin.
- WILLMANN, R. (1989): Muscheln und Schnecken der Nord- und Ostsee. - Verl. J. Neumann-Neudamm, Melungen: 310 S.
- ZETTLER, M. L. (1996): Ökologische Untersuchungen am Neozoon *Marenzelleria viridis* (VERRILL, 1873) (Polychaeta: Spionidae) in einem Küstengewässer der südlichen Ostsee. – Inaug. Diss. d. Math.-Naturw. Fak. Univ. Rostock: 149 S.

Tangstedt, den 14. November 1999

Dipl.-Biol. H.-J. Krieg – Beratender Biologe
Hydrobiologische Untersuchungen und Gutachten – HUuG
Pinneberger Weg 2 · D-25499 Tangstedt · Germany

A N H A N G

Karte 1

Untersuchungsgebiet und Lage der Probestellen

Tabellen A.1 – A.15

Qualitativ-quantitative Faunenlisten der 15 Stationen

Tabellen A.16 – A.21

Zusammenfassung Referenztransekt West & Ost, Transekte BA Twielenfleth

Qualitativ-quantitativ

Tabelle A.22

Faunenspektrum

Qualitativ