

Borgstedter See



A7 Ersatzbauwerk Rader Hochbrücke
einschließlich Erweiterung AS Rends-
burg/Büdelsdorf – AK Rendsburg

Unterlage 19.5.1 Anlage III

Feststellungsunterlage

Untersuchungen des Makrozoo- und- Makrophytobenthos im Borgstedter See

Auftraggeber

TGP - Trüper Gondesen Partner mbB, Landschaftsarchitekten BDLA

An der Untertrave 17
23552 Lübeck

Bearbeitung

MariLim
Gesellschaft für Gewässeruntersuchung mbH
Heinrich-Wöhlk-Str. 14
24232 Schönkirchen
Staatl. Geprüfter UTA S. Schreiner & Th. Meyer

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung	4
2	Material und Methoden	5
2.1	Untersuchungsgebiet.....	5
2.2	Datenerhebung.....	6
2.2.1	Hydrographie	6
2.2.2	Sedimentbeschaffenheit	6
2.2.3	Infauna.....	7
2.2.4	Epifauna.....	7
2.2.5	Laborarbeit.....	7
2.3	Datenanalyse	8
3	Ergebnisse	9
3.1	Hydrographie.....	9
3.2	Sedimentbeschaffenheit	9
3.3	Makrozoobenthos (In- und Epifauna)	10
3.3.1	Artenzahl (Gesamttaxa).....	10
3.3.2	Individuendichte	12
3.3.3	Biomasse	16
3.3.4	Muschellängen.....	18
3.3.5	Rote Liste Arten	21
3.4	Makrophytobenthos	21
3.4.1	Artenzahl (Gesamttaxa).....	21
3.4.2	Rote Liste Arten	21
4	Bestandsbewertung	22
5	Prognose möglicher Auswirkungen.....	23
5.1	Habitatverlust	23
5.2	Sedimentation	23
5.3	Schwebstoffe.....	24
5.4	Freisetzung von Nährstoffen	25
5.5	Freisetzung von Schadstoffen	25

6	Zusammenfassung.....	26
7	Literatur.....	27

1 Veranlassung

Die Rader Hochbrücke muss durch ein neues Bauwerk ersetzt werden. Zusätzlich soll die neue Brücke selbst, wie auch die Autobahnabschnitte nördlich (AS Rendsburg/Büdelndorf) und südlich der Brücke (AK Rendsburg) auf Grund des stetig steigenden Verkehrsaufkommens, von vier auf sechs Spuren erweitert werden. Alle Baumaßnahmen an der Bundesautobahn A7 (BAB A7) sollen unter laufendem Verkehr stattfinden. Spätestens im Jahr 2026 soll der in zwei Phasen geplante Rück- und Neubau abgeschlossen sein. Zunächst wird der östliche Teil, danach der westliche Teil der Brücke erneuert. Die Bundesrepublik Deutschland ist sowohl der Träger als auch der Vorhabenträger dieser Baulast und wird vertreten durch die Bundesstraßenverwaltung und die Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH (DEGES).

Über die Rader Hochbrücke quert die BAB A7 nicht nur den Nord-Ostsee-Kanal (NOK), sondern auch den Borgstedter See. Dieser ist ein ehemaliger Fließgewässerabschnitt der Eider, die dort parallel zum NOK verläuft. Durch die Spurerweiterung und das in Phasen aufgeteilte Bauvorhaben wird das neue Brückenbauwerk in östlicher Richtung versetzt erbaut und verbreitert sich um zwei Meter.

Vor dem Bau sind im Borgstedter See biologische Untersuchungen durchgeführt worden, die den ökologischen Ist-Zustand beschreiben, um die Auswirkungen der Baumaßnahmen einschätzen zu können. Dazu wurden von der Firma MariLim Gesellschaft für Gewässeruntersuchung mbH das Makrozoobenthos und das Makrophytobenthos sowie zusätzliche Begleitparameter erfasst und bewertet.

2 Material und Methoden

2.1 Untersuchungsgebiet

Der Borgstedter See befindet sich im Kreis Rendsburg-Eckernförde. Er ist ein ehemaliger Fließgewässerabschnitt der Eider, die dort parallel zum Nord-Ostsee-Kanal (NOK) verläuft (Abbildung 2-1). Der Borgstedter See ist seit dem Bau des NOK mit diesem verbunden und steht somit seit vielen Jahren unter dem Einfluss marinen Wassers.

Das Gebiet weist eine Größe von ca. 60 ha auf und erstreckt sich östlich und westlich der über den Borgstedter See verlaufenden Rader Hochbrücke. Diese wird dort durch sechs Pfeiler gestützt, die ebenfalls im Untersuchungsgebiet liegen.

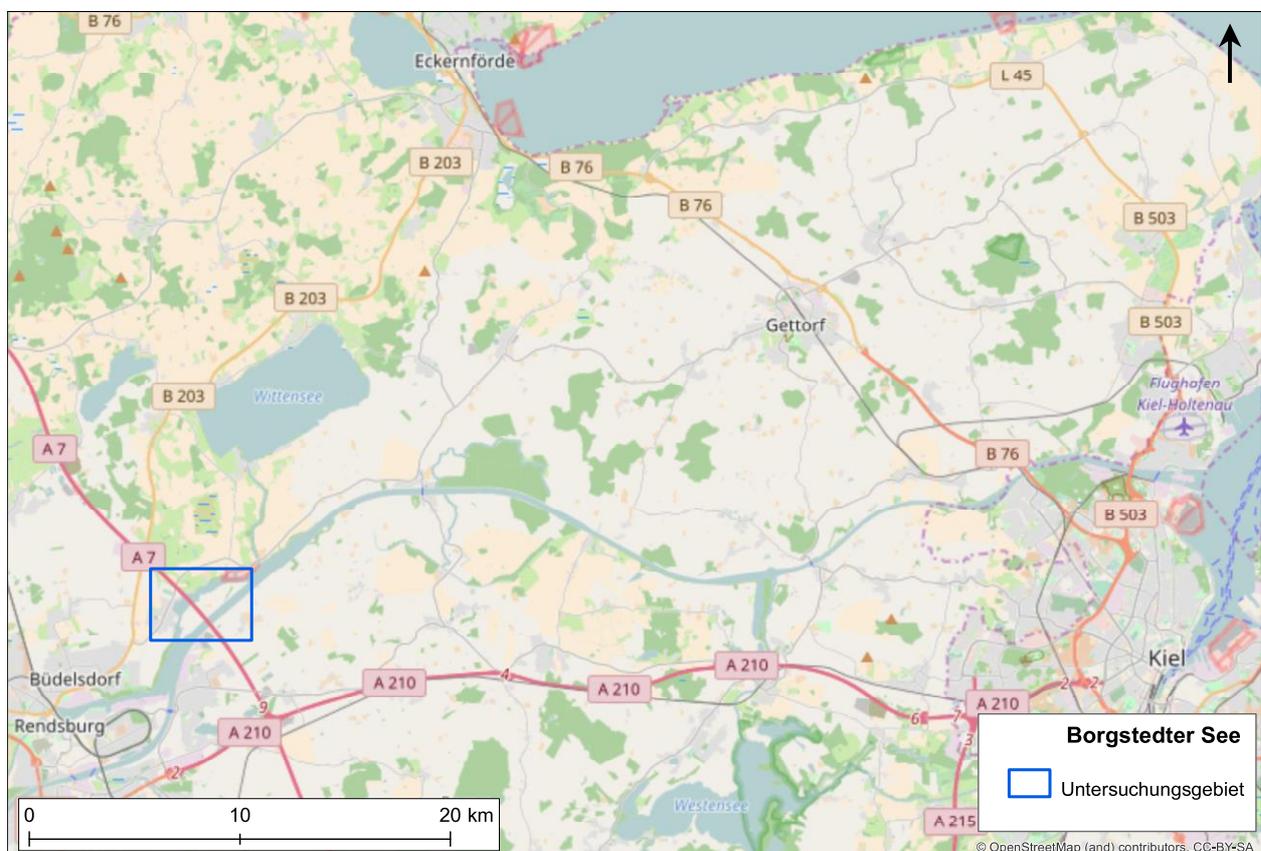


Abbildung 2-1 Lage des Untersuchungsgebiets in Schleswig-Holstein.

Im Untersuchungsgebiet wurden insgesamt 34 Stationen beprobt, die sowohl den Flachwasserbereich, als auch den Tiefenbereich und die Bauwerke abdecken (Abbildung 2-2).

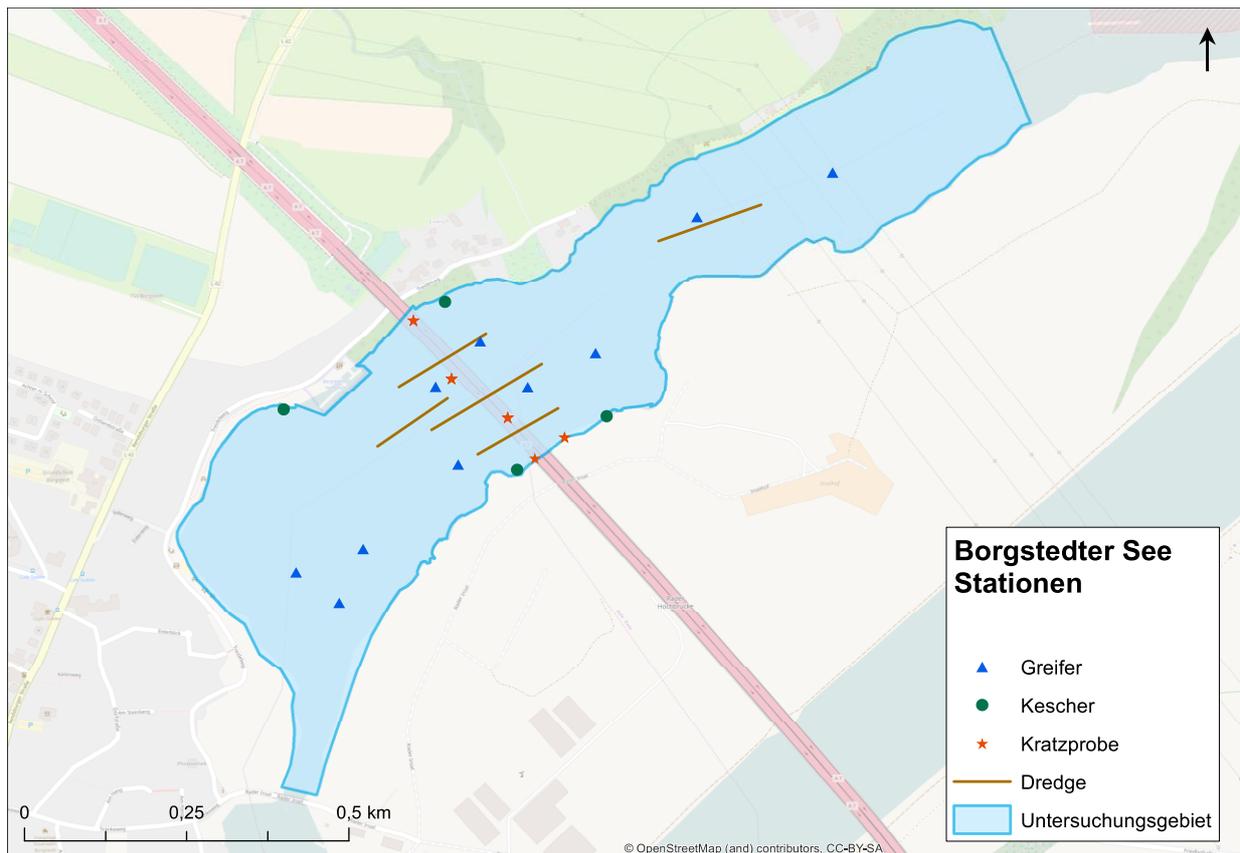


Abbildung 2-2 Das Untersuchungsgebiet des Borgstedter Sees mit dem Untersuchungsrastrer.

2.2 Datenerhebung

Die Probenahme fand am 13.06.2017 statt und wurde mit drei verschiedenen Probenahmegeräten durchgeführt. Alle Untersuchungen sind nach den Standard-Verfahrensanweisungen des BLMP (Bund-Länder-Messprogramm) untersucht worden (BLMP 1 und 2 (2009)). Das Wetter war zum Zeitpunkt der Probenahme stabil und niederschlagsfrei. Der Wind wehte mit 1-2 bft. aus südwestlicher Richtung, später auffrischend.

Die Untersuchungen in den tieferen Wasserbereichen wurden mittels Van-Veen-Greifer und Dredge vom Forschungsschiff *MS Sagitta* durchgeführt. Die flacheren Wasserbereiche wurden mit einem Aluminiumboot mit Außenbordmotor angefahren und mit einem 0,1 m²-Sammelrahmen beprobt.

2.2.1 Hydrographie

Begleitend zu allen Untersuchungen wurden meteorologische und hydrographische Daten (Temperatur, Salinität und Sauerstoff) aufgenommen.

2.2.2 Sedimentbeschaffenheit

Zur Bestimmung der grundlegenden Sedimenteigenschaften (Korngrößenverteilung, Glühverlust) wurden an allen Van-Veen-Greifer-Stationen zusätzlich Sedimentproben entnommen. Nach einer visuellen Sedimentansprache wurde mittels eines Stechrohres

(4,5 cm Innendurchmesser, Eindringtiefe 6 cm) eine repräsentative Unterprobe eines Greifers entnommen und bis zur Analyse eingefroren. Die Bestimmung der Trockensubstanz und des Glühverlustes (Maß für den organischen Gehalt) erfolgte nach DIN EN-12879:2001-02; die Korngrößenanalyse und damit die Sedimenteinteilung erfolgten nach DIN EN ISO 14688-1, DIN 38 414 S2 und S3 und wurden von der Firma *Geotechnik Rommeis & Schmoll GmbH* durchgeführt.

2.2.3 Infauna

Van-Veen-Greifer

An zehn Stationen wurden Untersuchungen mittels Van-Veen-Greifer (0,1 m² Fläche, 70 kg) durchgeführt, die zur Erfassung des im Sediment lebenden Makrozoobenthos (Infauna) dienen. Die Proben wurden anschließend über ein 1 mm Sieb gespült und der Rückstand mit 4 %-igem Borax-gepufferten Formaldehyd fixiert.

2.2.4 Epifauna

Dredge (Kieler Kinderwagen)

Die Erfassung der Epifauna erfolgte mittels einer Dredge vom Typ „Kieler Kinderwagen“ (Öffnungsbreite 1 m, Maschenweite 10 mm) an fünf Transekten. Die Anfangs- und Endkoordinaten sowie die Schleppgeschwindigkeit wurden protokolliert. Die Schleppzeit betrug bei allen Transekten 5 Minuten. Daraus ergaben sich Transektlängen zwischen 130 und 195 m. Die Proben wurden an Bord über 10 mm gesiebt und der Rückstand mit 4 %-igem Borax-gepufferten Formaldehyd fixiert.

Sammelrahmen/Kescher

Für die Beprobung der sechs Brückenpfeiler und der Spundwand (künstliche Hartsubstrate) wurden an 15 Standorten Kratzproben mittels 0,1m²-Sammelrahmen entnommen. Im Uferbereich wurde in den Schilfbereichen der Kescher eingesetzt. Alle Proben wurden zunächst in Netzbeuteln separat gesammelt, anschließend über ein 1 mm Sieb gespült und der Rückstand mit 4 %-igem Borax-gepufferten Formaldehyd fixiert.

2.2.5 Laborarbeit

Im Labor wurden alle Organismen vom verbliebenen Spülrückstand getrennt, quantitativ erfasst und soweit möglich auf Artniveau bestimmt. Die Artenbenennung richtet sich nach der Datenbank WoRMS (World Register of Marine Species) <http://www.marinespecies.org/index.php>.

Anschließend wurde die Biomasse durch Bestimmung des Feuchtgewichts (FG) pro Art und Station ermittelt und auf 1 m² hochgerechnet.

Das Makrophytobenthos wurde anhand der in den Kratz- und Dredge-Proben enthaltenen Pflanzen soweit möglich auf Artniveau bestimmt. Auch hier wurde die Datenbank WoRMS (World Register of Marine Species) <http://www.marinespecies.org/index.php> als Grundlage verwendet.

2.3 Datenanalyse

Aus den Laborergebnissen wurden verschiedene Parameter (ökologische Kenngrößen) errechnet, die zur Erfassung und Beurteilung von marinen Lebensgemeinschaften nötig sind:

- Die Besiedlungsdichte (Individuendichte) gibt die Anzahl von Individuen einer Art pro Flächeneinheit an. Berechnet wurden die Gesamtindividuenzahlen pro Station und Fläche sowie die Individuenzahl pro Art und Fläche.
- Die Biomasse ist das Gewicht von Individuen einer Art/Gruppe pro Flächeneinheit. Sie wird hier angegeben als Feuchtgewicht (FG). Berechnet wurde die Gesamtbiomasse pro Station und Fläche sowie die Biomasse pro Art und Fläche.
- Die Muschellängenverteilung liefert Informationen zur Altersstruktur der jeweiligen Art und gibt somit Informationen über den Besiedlungsstand der einzelnen Arten.
- Eine Taxaliste der vorgefundenen Pflanzenarten sowie das Vorkommen von Rote-Liste-Arten geben einen Überblick über das Makrophytobenthos.

3 Ergebnisse

3.1 Hydrographie

Die abiotischen Parameter Temperatur, Salz- und Sauerstoffgehalt sind im gesamten Untersuchungsgebiet so ähnlich, dass auf eine Einzeldarstellung für jede Station verzichtet wird (Tabelle 3-1). Die untersuchten Wassertiefen reichten von <0,5 bis 3,7 m. Die Wassertemperatur unterschied sich im Untersuchungsgebiet kaum und variierte von 17,7 bis 18,0°C. Die Salinität war an allen Stationen konstant mit 7,3. Der Sauerstoffgehalt schwankte zwischen 8,48 und 12,88 mg/l bzw. 88,9 und 134,7 %, was auf erhöhte Wasserbewegung aufgrund von zunehmendem Wind zurückzuführen ist.

Tabelle 3-1 Abiotische Messparameter im Untersuchungsgebiet.

Datum	Wassertiefe [m]	Temperatur [°C]	Salinität [-]	Sauerstoff [mg/l / %]
13.06.2017 (vormittags)	0,5	17,7	7,3	8,58 / 90,0
	3,2 – 3,7	17,7	7,3	8,48 / 88,9
13.06.2017 (nachmittags)	0,5	18,0	7,3	12,88 / 134,7
	3,0	17,9	7,3	10,12 / 105,9

3.2 Sedimentbeschaffenheit

Der Glühverlust dient zur Abschätzung des Gehalts an organischer Substanz und an Karbonaten in einer Sedimentprobe. Der Glühverlust reichte in den Sedimentproben der Greifer-Stationen von 4,3 bis 11,4 % und weist somit auf einen geringen Gehalt an organischer Substanz im Bodensediment des Untersuchungsgebiets hin.

Die Korngrößenanalyse zeigt, dass über 80 % des Sediments feiner waren als Sand. Der Grobsandanteil lag unter 5 %. Der Anteil an Mittelsand lag knapp unter 15 %.

Somit bestätigen beide Analysen die visuelle Sedimentansprache während der Greiferprobenahme und es kann im Tiefwasserbereich des Untersuchungsgebiets von einem Weichboden mit Feinsand der Größenklassen von < 0,2 mm ausgegangen werden (Abbildung 3-1)

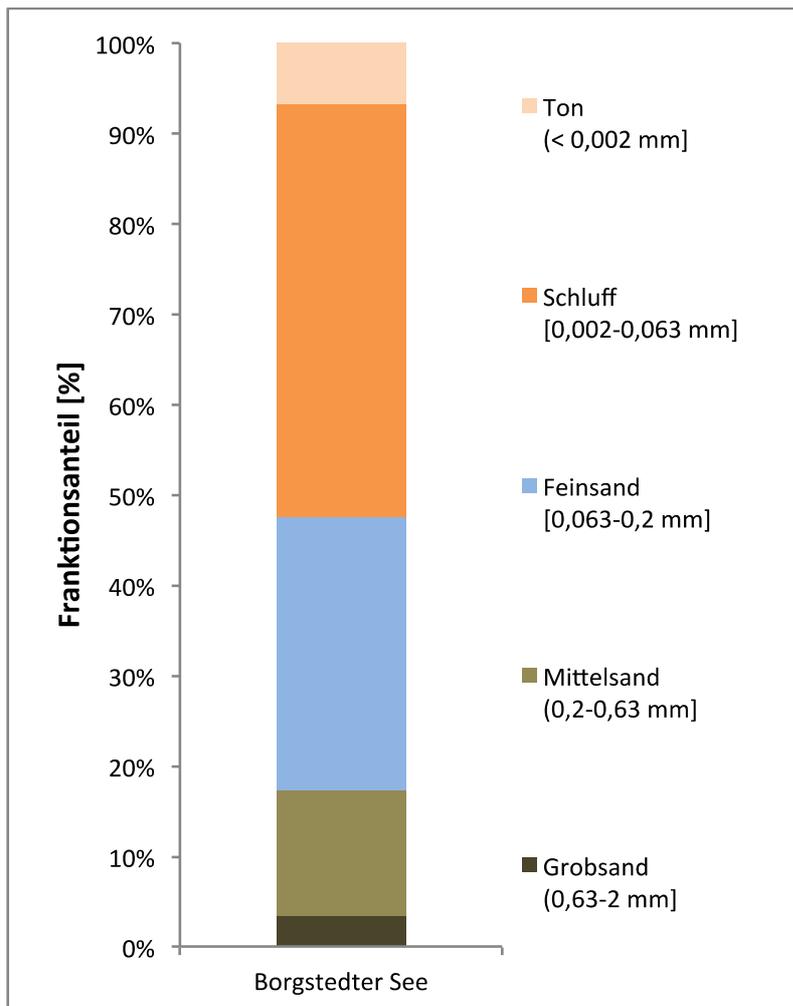


Abbildung 3-1 Fraktionsanteile der einzelnen Sedimente aus den Greiferproben

3.3 Makrozoobenthos (In- und Epifauna)

Die Kapitel 3.3.1 bis Kapitel 3.3.4 stellen die ökologischen Kenngrößen aufgeschlüsselt in Gesamttaxa, Individuendichte pro Quadratmeter, Biomasse pro Quadratmeter und Muschellängen der In- und Epifauna dar.

3.3.1 Artenzahl (Gesamttaxa)

Im Untersuchungsgebiet wurden insgesamt 38 Taxa gefunden (Tabelle 3-2).

Im und auf dem Weichboden wurden 15 Taxa erfasst. Die Beprobungen der Bauwerke (künstliche Hartsubstrate) ergaben 27 Taxa. In den Flachwasser-Schilfbereichen sind 18 Taxa erfasst worden.

Tabelle 3-2 Makrozoobenthosarten im Untersuchungsgebiet (+: Art vorhanden).

Großgruppe	Taxon	Epifauna			
		Infauna Greifer	Dredge	Kratzproben	Kescher
Hydrozoa	<i>Cordylophora caspia</i>			+	+
	Hydrozoa			+	+
Turbellaria	Turbellaria			+	
Gastropoda	<i>Peringia ulvae</i>			+	
	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	+		+	+
	<i>Pusillina inconspicua</i>			+	
Nudibranchia	<i>Nudibranchia</i>			+	+
Bivalvia	<i>Cerastoderma glaucum</i>	+	+		
	<i>Dreissena polymorpha</i>	+		+	
	<i>Mya arenaria</i>	+	+		
	<i>Mytilus edulis</i>			+	
	<i>Rangia cuneata</i>	+	+		
Polychaeta	<i>Alkmaria romijni</i>	+			
	<i>Hediste diversicolor</i>	+			
	<i>Marenzelleria neglecta</i>	+			
	<i>Nereididae</i> juv.	+		+	+
	<i>Polydora ciliata</i>	+		+	
	<i>Streblospio shrubsolii</i>	+			
Oligochaeta	Oligochaeta			+	+
Cirripedia	<i>Amphibalanus improvisus</i>	+		+	+
Amphipoda	<i>Apocorophium lacustre</i>			+	+
	<i>Corophium</i>			+	
	<i>Gammarus</i> juv.			+	+
	<i>Gammarus oceanicus</i>			+	
	<i>Gammarus tigrinus</i>			+	+
	<i>Gammarus zaddachi</i>				+
	<i>Melita nitida</i>			+	+
	<i>Heterotanais oerstedii</i>			+	+
Isopoda	<i>Cyathura carinata</i>	+			
	<i>Idotea balthica</i>			+	
	<i>Jaera (Jaera) albifrons</i>				+
	<i>Lekanesphaera hookeri</i>			+	
Decapoda	<i>Crangon crangon</i>		+		
	<i>Rhithropanopeus harrisii</i>	+	+	+	+
Hexapoda	<i>Clunio</i>			+	
	<i>Dicrotendipes</i>			+	+
	<i>Halocladus variabilis</i>			+	+
Bryozoa	<i>Conopeum seurati</i>			+	+
Anzahl Taxa		14	5	27	18
Gesamttaxa		38			
Gesamttaxa Epifauna		33			

3.3.2 Individuendichte

Betrachtet man das gesamte Makrozoobenthos war die Gruppe der Krebse (Crustacea) mit 15 Arten am häufigsten vertreten. Danach folgten die Weichtiere (Mollusca), die sich aus der Gruppe der Schnecken (Gastropoda) und Muscheln (Bivalvia) zusammensetzen mit acht Arten und die Vielborster (Polychaeta) mit sechs Arten. Außerdem wurden Wenigborster (Oligochaeta) in den Proben gefunden. Die übrigen Arten, dazu gehören u.a. Moostierchen (Bryozoa), Hydrozoen (Hydrozoa) oder Nacktkiemer (Nudibranchia) wurden unter „Andere“ zusammengefasst und waren mit insgesamt acht Arten vertreten (Abbildung 3-2).

Bei ausschließlicher Betrachtung der **Infauna** zeigte sich ein anderes Bild. Hier dominierten die Vielborster (Polychaeta) mit sechs Arten und die Weichtiere (Mollusca) mit fünf Arten. Die Krebse (Crustacea) und die Gruppe „Andere“ beinhalten drei Arten (Abbildung 3-3). Die größte Abundanz wiesen die juvenilen Nereiden (Nereididae juv.) (700 Ind./m^2) Jung-Vertreter der Ringelwürmer auf (Tabelle 3-3). Danach folgte mit dem Seeringelwurm *Hediste diversivolor* ein weiterer Vertreter der Polychaeta mit 436 Ind./m^2 . Alle weiteren erfassten Arten waren jeweils mit Abundanzen von weniger als 300 Ind./m^2 vertreten. Dazu gehört auch die Zebramuschel *Dreissena polymorpha*, die kein typischer Brackwasservertreter ist. Diese Muschel tritt häufig in langsam fließenden Gewässern wie Flüssen und Kanälen auf.

Bei der **Epifauna** waren die Krebse (Crustacea) mit 14 Arten am häufigsten vertreten (Abbildung 3-4). Es folgen die Weichtiere (Mollusca) mit acht Arten, die Vielborster (Polychaeta) mit zwei Arten, Wenigborster (Oligochaeta) mit einer Art und die "anderen" Arten mit acht Taxa. Die drei häufigsten Arten der Epifauna sind ebenfalls zugleich die häufigsten Arten der Gesamtabundanz. Es handelt sich um die Brackwasser-Seepocke *Amphibalanus improvisus* (1.711 Ind./m^2), die Scherenassel *Heterotanais oerstedii* (674 Ind./m^2) und die Zuckmückenlarve *Halocladius variabilis* (491 Ind./m^2). Somit ist die Brackwasser-Seepocke *Amphibalanus improvisus* aus der Familie der Rankenfußkrebse (Cirripedia) mit 1.221 Ind./m^2 auch über die gesamte Untersuchung betrachtet die häufigste Art (Abbildung 3-2, Tabelle 3-3). Sie gilt als unempfindlich gegen äußere Einflüsse und hat an den jetzigen Brückenpfeilern der Rader Hochbrücke gute Lebens- und Vermehrungsbedingungen. Auch in den Flachwasserbereichen des Schilfs ist eine ähnliche Artenzusammensetzung vorgefunden worden.

Im Untersuchungsgebiet Borgstedter See wurden zwei Neozoen gefunden. Eine ist die den Decapoden zugehörige Zuiderzeekrabbe *Rhithropnaopeus harrisii*. Diese circa 2 cm große Krabbe wurde 1936 erstmals im Nordostseekanal gefunden. Eine weitere Neozoe ist die Brackwasser-Trogmuschel *Rangia cuneata*. Sie kommt ursprünglich aus dem Golf von Mexico. Über das Ballastwasser der Schiffe ist diese nach Europa gekommen und besiedelt vorzugsweise schlammige oder sandige Weichböden.

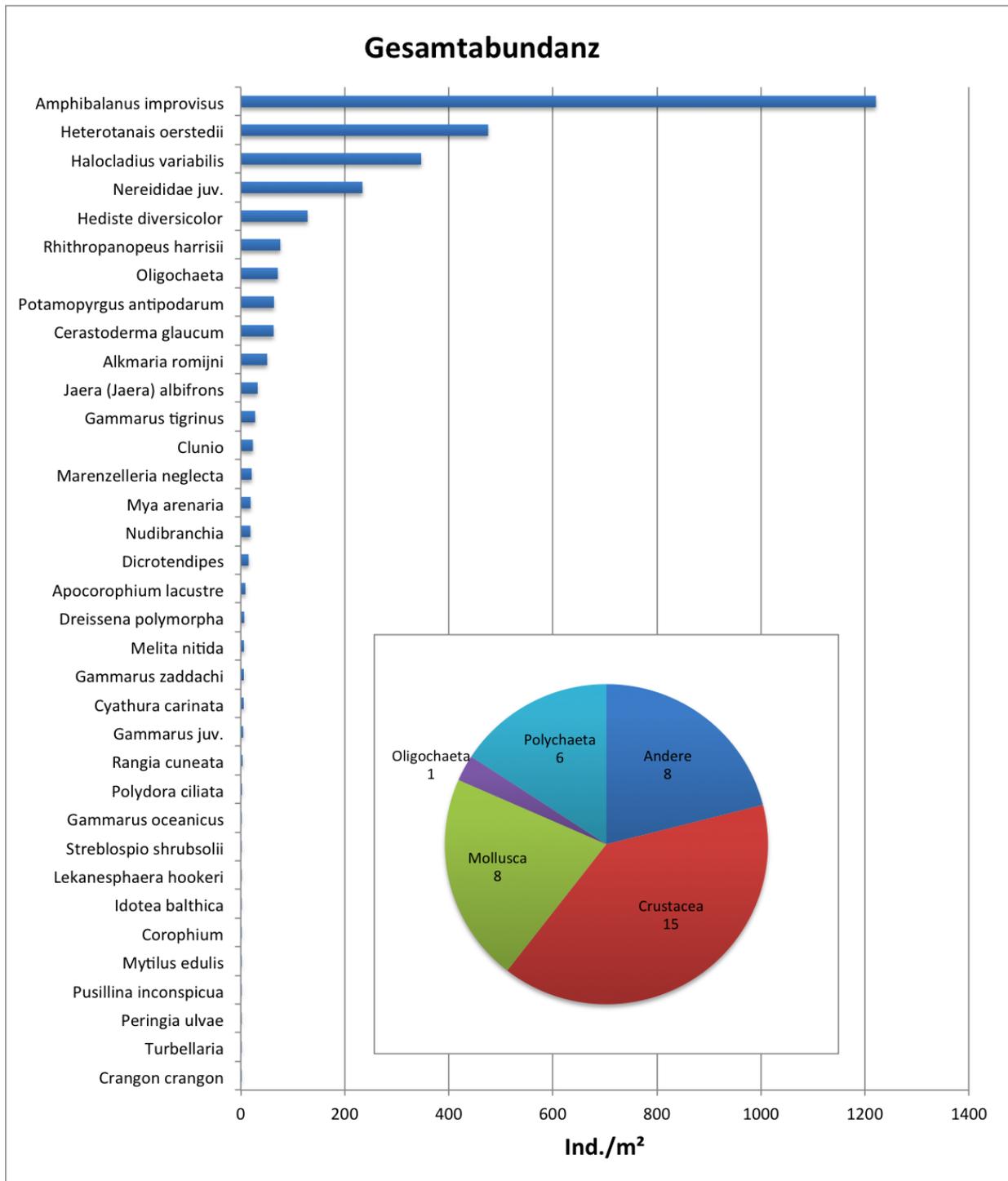


Abbildung 3-2 Verteilung der Gesamtabundanz der Makrozoobenthosarten im Untersuchungsgebiet (Ind./m²: Mittlere Individuendichte/m², Anzahl der Proben: 34)

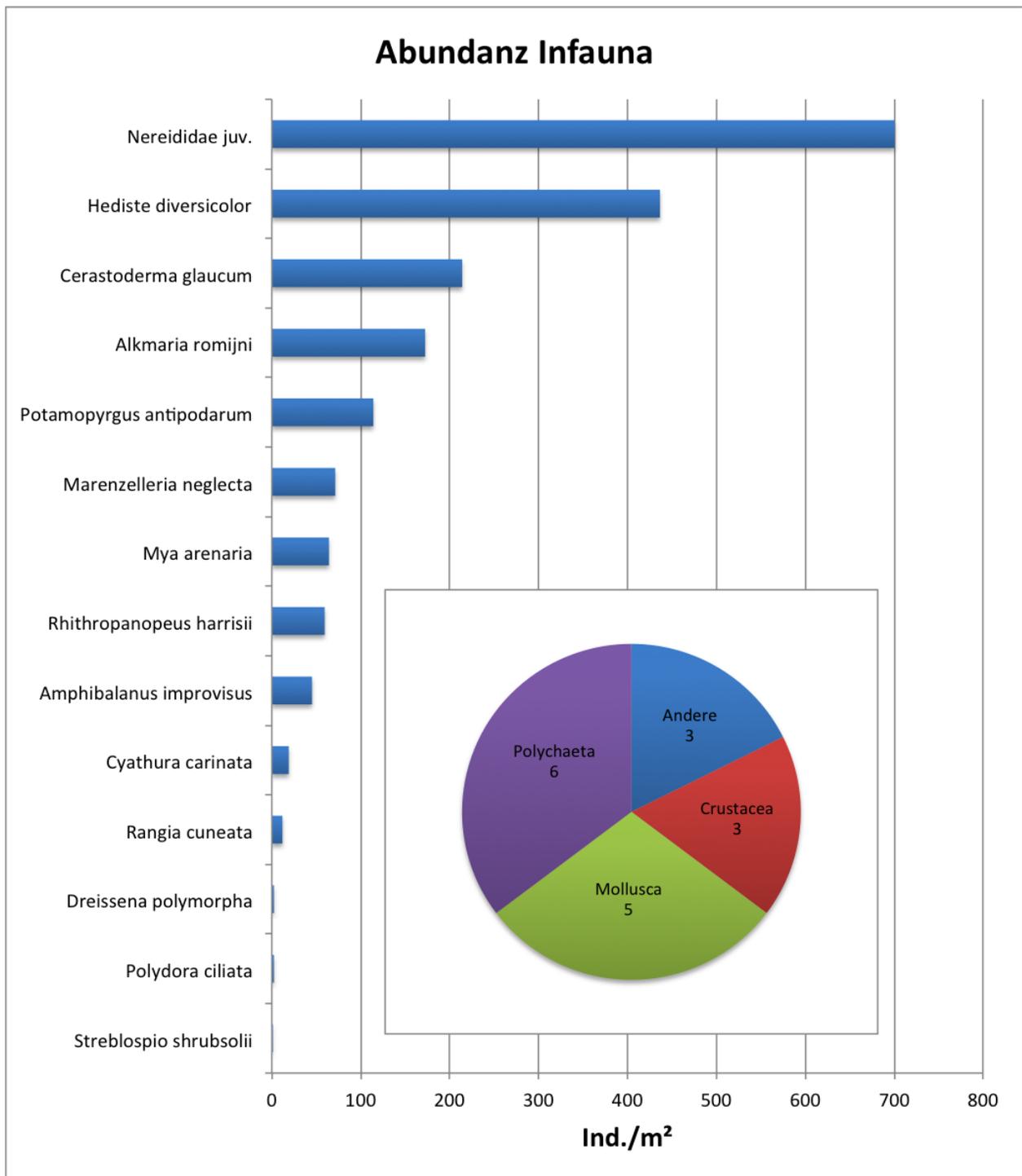


Abbildung 3-3 Abundanzverteilung der Infauna-Arten im Untersuchungsgebiet (Ind./m²: Zahlen im Kreis: Mittlere Individuendichte/m², Anzahl der Proben: 10).

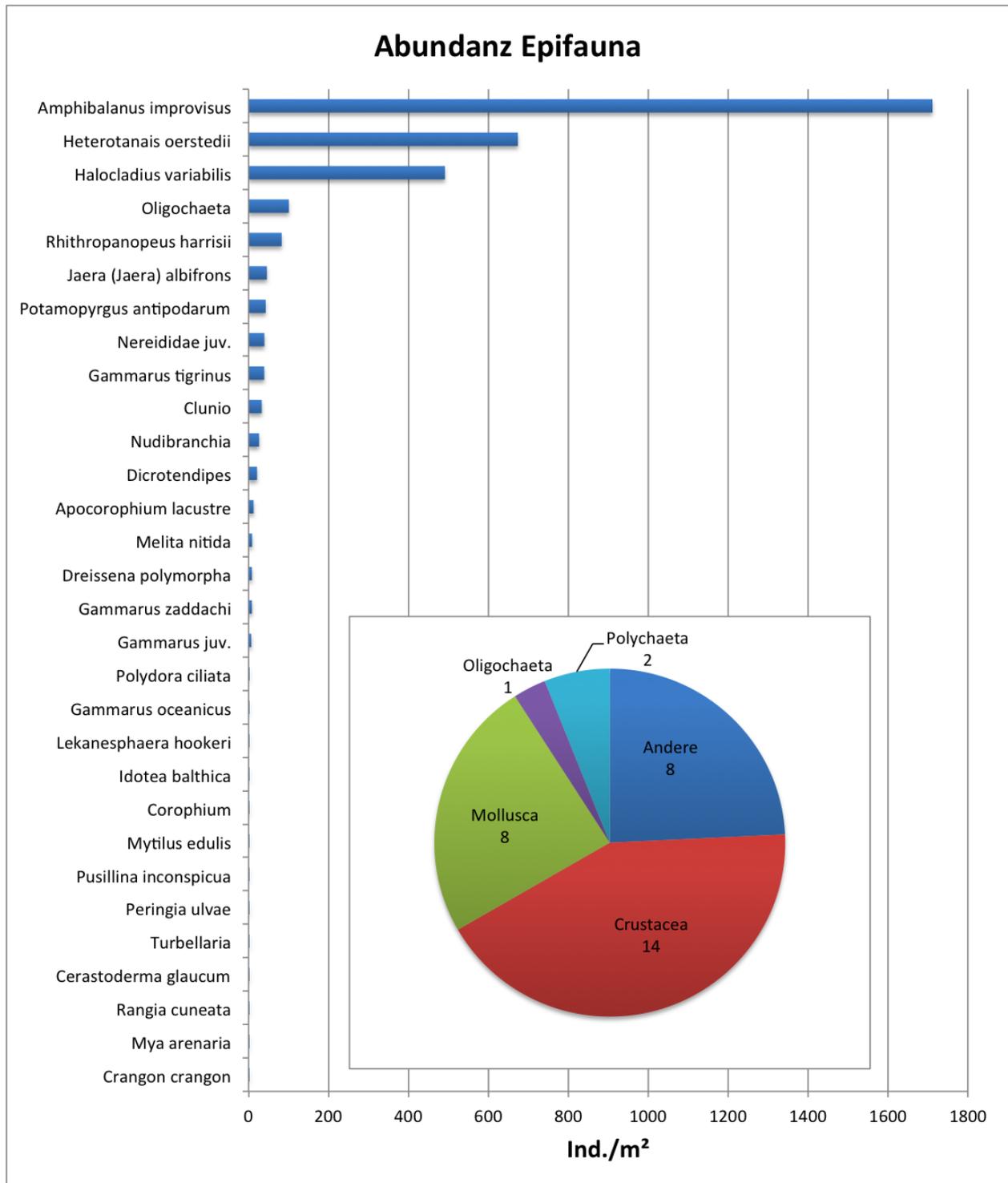


Abbildung 3-4 Abundanzverteilung der Epifauna-Arten im Untersuchungsgebiet (Ind./m²: Zahlen im Kreis: Mittlere Individuendichte/m², Anzahl der Proben: 24).

3.3.3 Biomasse

Das gesamte im Untersuchungsgebiet erfasste Makrozoobenthos wies eine Biomasse von $165,02 \text{ g/m}^2$ auf. Den größten Anteil daran hatten die Brackwasser-Seepocke *Amphibalanus improvisus* ($46,67 \text{ g/m}^2$), die Sandklaffmuschel *Mya arenaria* ($36,53 \text{ g/m}^2$) und die Lagunen-Herzmuschel *Cerastoderma glaucum* ($35,12 \text{ g/m}^2$) (Tabelle 3-3).

Die Biomasse der **Infauna**-Arten betrug $397,01 \text{ g/m}^2$. Hier dominierten die mit der Sandklaffmuschel *Mya arenaria* ($124,21 \text{ g/m}^2$), der Lagunen-Herzmuschel *Cerastoderma glaucum* ($118,89 \text{ g/m}^2$) und der Brackwasser-Trogmuschel *Rangia cuneata* ($84,04 \text{ g/m}^2$) drei Muschelarten das Feuchtgewicht an den untersuchten Stationen (Tabelle 3-3). Die Brackwasser-Trogmuschel *Rangia cuneata* gehört nicht zu den heimischen Arten und ist damit ein Neobiont in diesem Gebiet.

Der Anteil der **Epifauna**- Arten an der Biomasse, der durch die Dredge erfasst wurde, war mit $1,70 \text{ g/m}^2$ gering. Mit $148,12 \text{ g/m}^2$ wiesen die Arten in den Schilfzonen den größten Anteil und die Fauna der künstlichen Hartsubstrate mit $69,30 \text{ g/m}^2$ den zweitgrößten Anteil an der Gesamtbiomasse der Epifauna auf (Tabelle 3-3).

Tabelle 3-3 Makrozoobenthosarten der In- und Epifauna im Untersuchungsgebiet mit Angabe zur mittleren Individuenabundanz (Ind./m²) und mittleren Biomasse (g/m²). +: Art ist vorhanden, wird nicht gezählt, da koloniebildend; -: Art nicht vorhanden.

Großgruppe	Taxon	Gesamt		Infauna		Epifauna					
		n=34		Greifer n=10		Dredge n=5		Kratzproben n=15		Kescher n=4	
		Ind./m ²	g/m ²								
Hydrozoa	<i>Cordylophora caspia</i>	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+
	<i>Hydrozoa</i>	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+
Turbellaria	<i>Turbellaria</i>	<1	0,003	-	-	-	-	1	0,008	-	-
Gastropoda	<i>Peringia ulvae</i>	<1	<0,0001	-	-	-	-	1	0,001	-	-
	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	64	0,312	114	0,664	-	-	2	0,007	250	0,965
	<i>Pusillina inconspicua</i>	<1	<0,0001	-	-	-	-	1	<0,0001	-	-
Nudibranchia	<i>Nudibranchia</i>	19	0,011	-	-	-	-	9	0,004	125	0,083
Bivalvia	<i>Cerastoderma glaucum</i>	63	35,119	214	118,888	1	1,030	-	-	-	-
	<i>Dreissena polymorpha</i>	7	0,369	2	0,293	-	-	13	0,641	-	-
	<i>Mya arenaria</i>	19	36,532	64	124,205	<1	0,011	-	-	-	-
	<i>Mytilus edulis</i>	<1	0,001	-	-	-	-	1	0,003	-	-
	<i>Rangia cuneata</i>	4	24,813	12	84,042	<1	0,647	-	-	-	-
Polychaeta	<i>Alkmaria romijni</i>	51	0,029	172	0,097	-	-	-	-	-	-
	<i>Hediste diversicolor</i>	128	15,141	436	51,481	-	-	-	-	-	-
	<i>Marenzelleria neglecta</i>	21	0,309	71	1,051	-	-	-	-	-	-
	<i>Nereididae</i> juv.	234	1,917	700	6,243	-	-	30	0,104	125	0,298
	<i>Polydora ciliata</i>	2	0,002	2	0,002	-	-	4	0,004	-	-
	<i>Streblospio shrubsolii</i>	<1	<0,0001	1	0,001	-	-	-	-	-	-
Oligochaeta	<i>Oligochaeta</i>	71	0,004	-	-	-	-	48	0,001	425	0,033
Cirripedia	<i>Amphibalanus improvisus</i>	1221	46,666	45	6,563	-	-	611	64,897	7975	136,895
Amphipoda	<i>Apocorophium lacustre</i>	9	0,004	-	-	-	-	7	0,004	50	0,023
	<i>Corophium</i>	<1	<0,0001	-	-	-	-	1	<0,0001	-	-
	<i>Gammarus</i> juv.	5	0,005	-	-	-	-	4	0,005	25	0,023
	<i>Gammarus oceanicus</i>	1	0,005	-	-	-	-	2	0,011	-	-
	<i>Gammarus tigrinus</i>	28	0,205	-	-	-	-	9	0,058	200	1,523
	<i>Gammarus zaddachi</i>	6	0,159	-	-	-	-	-	-	50	1,353
	<i>Melita nitida</i>	6	0,004	-	-	-	-	1	0,003	50	0,028
Tanaidacea	<i>Heterotanais oerstedii</i>	476	0,138	-	-	-	-	391	0,112	2575	0,750
Isopoda	<i>Cyathura carinata</i>	6	0,050	19	0,169	-	-	-	-	-	-
	<i>Idotea balthica</i>	0	0,008	-	-	-	-	1	0,018	-	-
	<i>Jaera (Jaera) albifrons</i>	32	0,017	-	-	-	-	-	-	275	0,148
	<i>Lekanesphaera hookeri</i>	<1	0,005	-	-	-	-	1	0,012	-	-
Decapoda	<i>Crangon crangon</i>	<1	<0,0001	-	-	<1	0,001	-	-	-	-
	<i>Rhithropanopeus harrisii</i>	76	3,003	59	3,311	<1	0,008	106	3,173	100	5,338
Hexapoda	<i>Clunio</i>	23	0,021	-	-	-	-	53	0,048	-	-
	<i>Dicrotendipes</i>	15	0,012	-	-	-	-	1	0,001	125	0,095
	<i>Halocladius variabilis</i>	347	0,149	-	-	-	-	419	0,184	1375	0,573
Bryozoa	<i>Conopeum seurati</i>	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+
Individuenabundanz		2934		1914		1		1714		13725	
Gesamttaxa		38		14		5		27		11	
Biomasse		165,02		397,01		1,70		69,30		148,12	

3.3.4 Muschellängen

Die Bestimmung der Längen-Häufigkeitsverteilung wird dazu verwendet, eine Aussage über den Reproduktionserfolg der Muscheln zu treffen. Sind auch große Exemplare einer Art vorhanden, kann davon ausgegangen werden, dass sich die Art fortpflanzt und an diesem Standort heranwächst. Eine direkte Beziehung der Längenverteilung zur Altersstruktur einer Population ist jedoch schwierig. Das Wachstum einer Muschel hängt stark von den gegebenen Umweltfaktoren wie dem Substrat, der Temperatur, dem Salzgehalt, dem Sauerstoffgehalt oder dem Nahrungsangebot ab. Im Falle dieser Untersuchung dient die Längenhäufigkeitsverteilung vor allem dazu eine Aussage über Fortpflanzung und Ansiedlung treffen zu können.

Die Abundanzen aller im Greifer gefundenen und vermessenen Muscheln sind gering. Es wurden 54 Individuen der Sandklaffmuschel *Mya arenaria*, 180 Individuen der Lagunen-Herzmuschel *Cerastoderma glaucum*, 22 der Zebramuschel *Dreissena polymorpha* und 10 Individuen der Brackwasser-Trogmuschel *Rangia cuneata* erfasst (Abbildung 3-5, Abbildung 3-6, Abbildung 3-7, Abbildung 3-8). Die Muschellängenverteilung der Arten Sandklaffmuschel *Mya arenaria* und Lagunen-Herzmuschel *Cerastoderma glaucum* (Abbildung 3-5, Abbildung 3-6) zeigten bei beiden Arten Individuen verschiedener Längensklassen. Da kleine und auch große Individuen vorhanden sind, kann von einem in diesem Lebensraum etablierten Vorkommen ausgegangen werden. Die Individuenzahlen der Zebramuschel *Dreissena polymorpha* (Abbildung 3-7) reichen nicht aus, um eine genaue Populationsanalyse durchzuführen. Das geringe Auftreten kann auf die für diese Art nicht optimalen Lebensbedingungen zurückzuführen sein, die durch den Salzwassereinstrom aus dem NOK und die damit verbundenen Schwankungen der Salinität bedingt sind. Auch die geringe Individuendichte der Brackwasser-Trogmuschel (*Rangia cuneata*) lässt keine Aussagen über Populationsentwicklungen zu (Abbildung 3-8). Die größten gefundenen Exemplare sind 37 mm lang und somit etwa fünf Jahre alt. Besonders von dieser Muschelart war sehr viel Schill (leere Muschelschalen) in den Netzen der Dredge-Proben. Da auch Vertreter mit größerer Länge gefunden wurden ist davon auszugehen, dass diese Muschel zumindest einen gewissen Zeitraum dort überdauern kann. Aussagen zur Reproduktion können aber nicht getroffen werden.

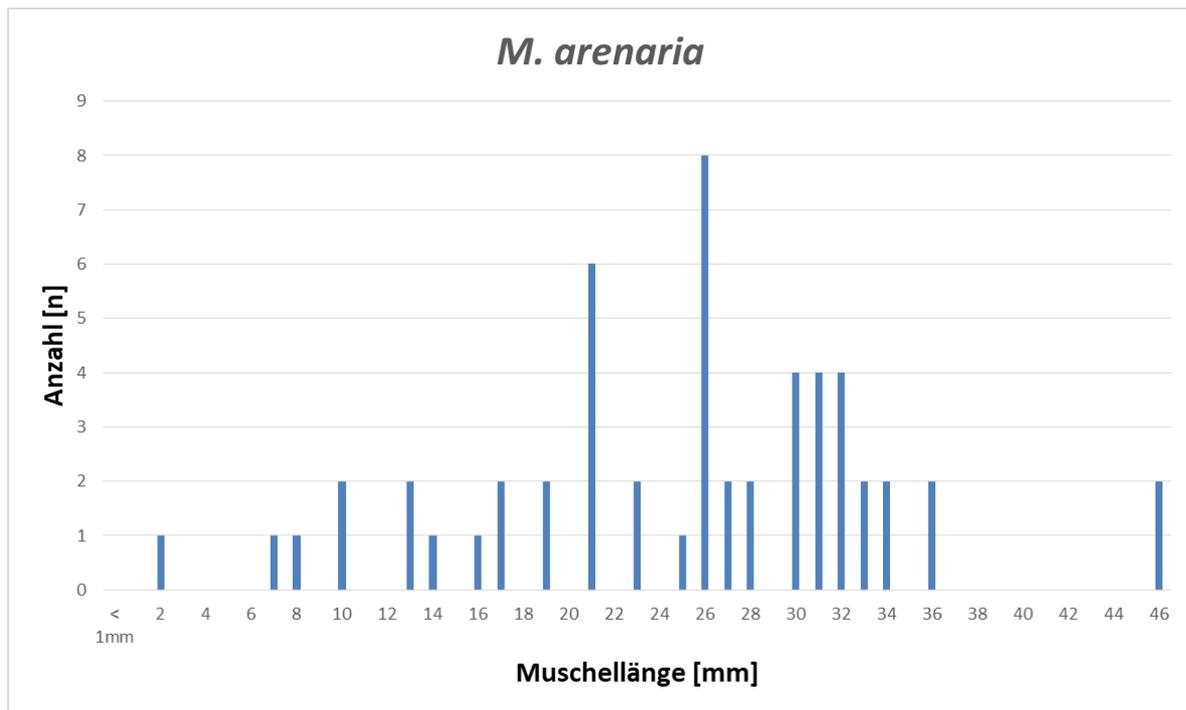


Abbildung 3-5 Längenhäufigkeitsverteilung von *Mya arenaria* im Untersuchungsgebiet.

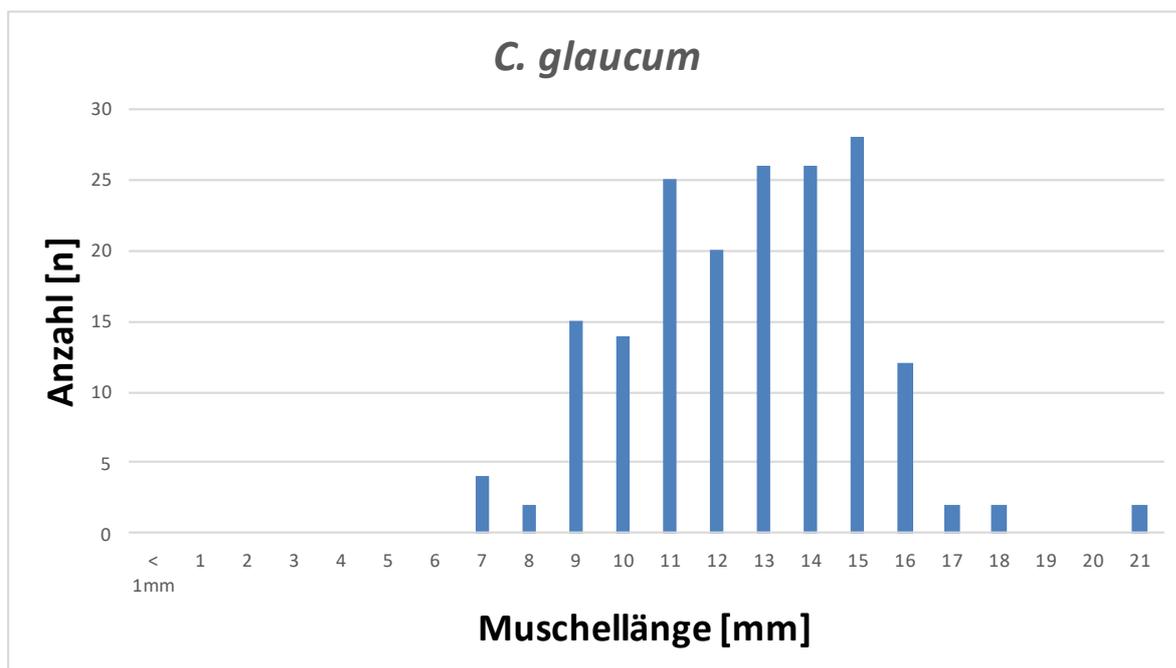


Abbildung 3-6 Längenhäufigkeitsverteilung von *Cerastoderma glaucum* im Untersuchungsgebiet.

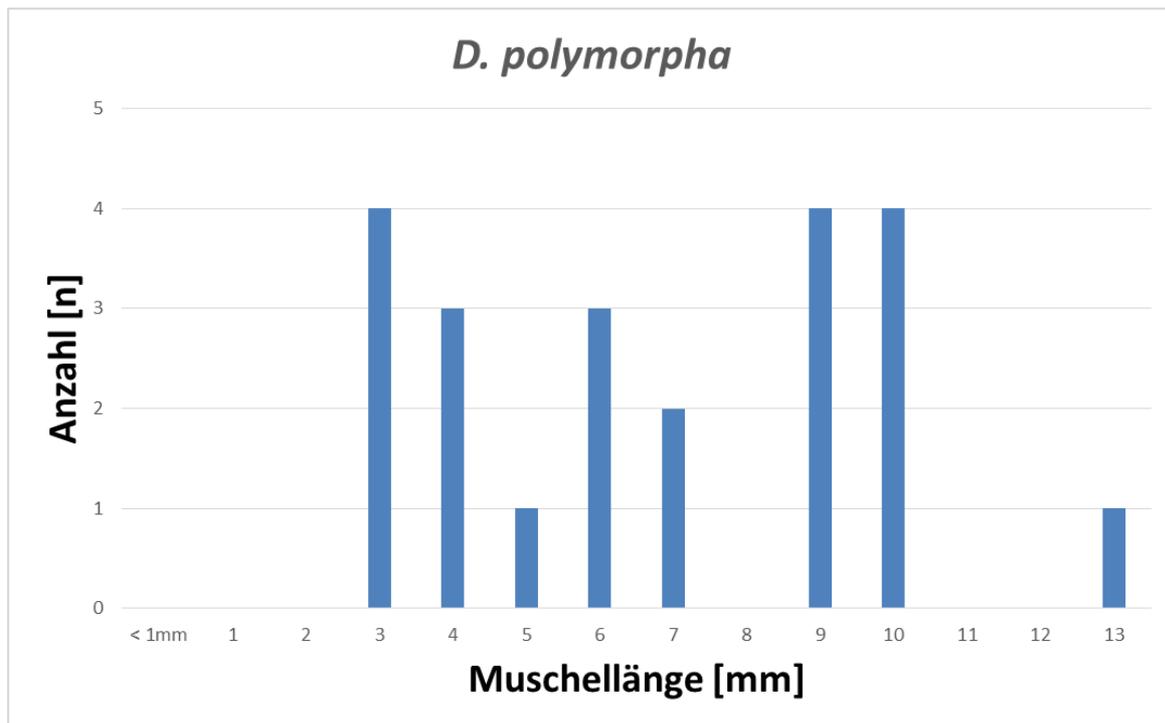


Abbildung 3-7 Längenhäufigkeitsverteilung von *Dreissena polymorpha* im Untersuchungsgebiet.

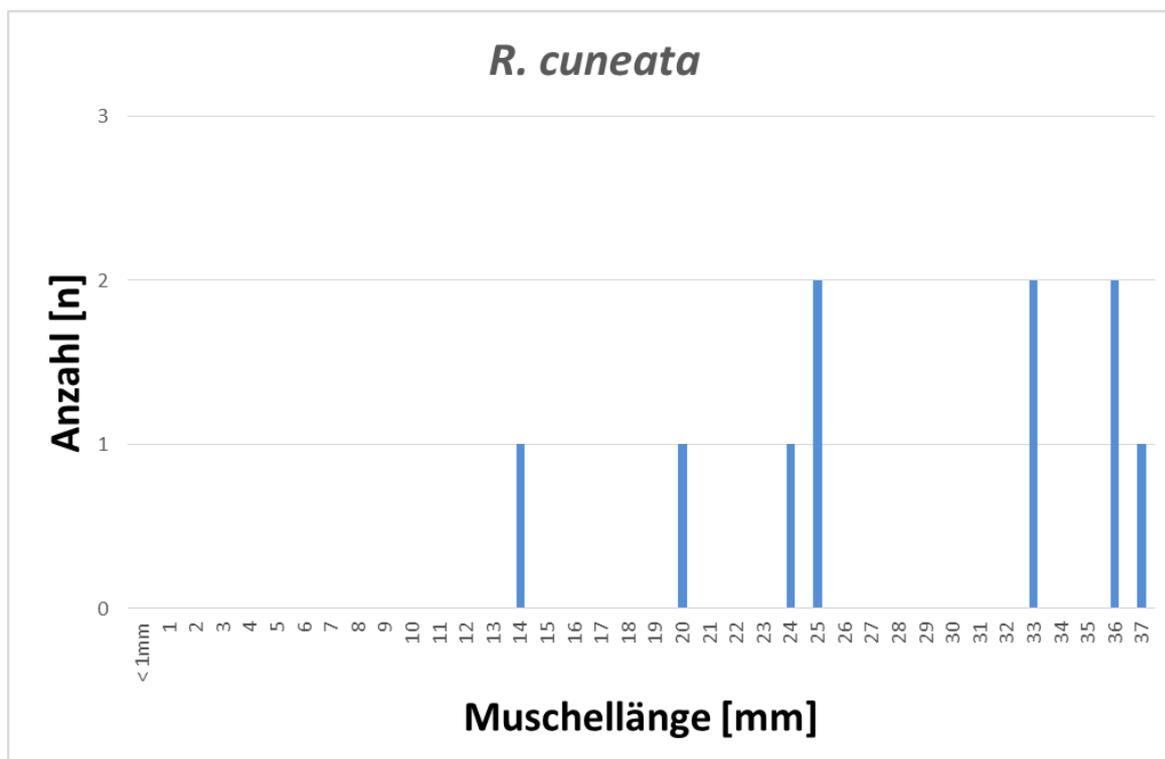


Abbildung 3-8 Längenhäufigkeitsverteilung von *Rangia cuneata* im Untersuchungsgebiet.

3.3.5 Rote Liste Arten

Im Untersuchungsgebiet wurde eine Art erfasst, welche einen Gefährdungsstatus hat. Für die Assel *Lekanesphaera hookeri* liegt mit dem Status G eine Gefährdung unbekanntes Ausmaßes vor. Die Bryozoe *Conopeum seurati* wird auf der Roten Liste genannt, es liegen aber nicht genügend Daten vor, um einen Gefährdungszustand zu ermitteln (Status D).

3.4 Makrophytobenthos

3.4.1 Artenzahl (Gesamttaxa)

Im Untersuchungsgebiet wurden mit den beiden Grünalgen, d.h. der Drahtalge *Chaetomorpha linum* und dem Meersalat *Ulva* sp., zwei Arten des Makrophytobenthos erfasst.

3.4.2 Rote Liste Arten

Im Untersuchungsgebiet wurden keine Makrophyten-Arten gefunden, die laut Roter Liste einen Gefährdungsstatus aufweisen. Mit *Ulva pseudocurvata* und *U. tenera* gibt es zwei *Ulva*-Spezies, die den Gefährdungsstatus R "extrem selten" tragen. Diese zwei Arten sind allerdings weder im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer noch in der Schleswig-Holsteinischen Ostsee etabliert. Es kann somit davon ausgegangen werden, dass es sich bei der im Borgstedter See erfassten *Ulva*-Spezies nicht um eine der beiden genannten Arten handelt (Schories *et al.* 2013).

4 Bestandsbewertung

Die Erfassung der benthischen Fauna und Flora wurde mit vier verschiedenen Methoden durchgeführt. Eine Greiferprobenahme für die Infauna des Tiefenwasserbereiches, sowie Dredgen für die Epifauna. Die künstlichen Hartsubstrate an den Brückenpfeilern und der Spundwand wurden mit Kratzproben erfasst, für die Flachwasserbereiche der Schilfzonen kam ein Kescher zum Einsatz.

Das Untersuchungsgebiet des Borgstedter Sees ist ein ehemaliger Fließgewässerabschnitt der Eider. Durch die Verbindung dieses Teilstücks mit dem NOK findet hier seit vielen Jahren ein Ein- und Durchfluss von Brackwasser statt.

Dieser Brackwassereinfluss spiegelt sich auch im Arteninventar wieder. Der Borgstedter See wird hauptsächlich von marinen Ostseearten besiedelt und kann somit als Brackwasserlebensraum angesehen werden.

Dominanter Vertreter dieser Artengemeinschaft waren der Seeringelwurm *Hediste diversicolor* sowie zahlreiche juvenile Individuen dieser Art und die Brackwasser-Seepocke *Amphibalanus improvisus*. Diese gehören zu den Arten mit kurzer Lebenszeit und hoher Reproduktionsrate. Hinzu kommen weitere Vertreter der Polychaeta wie *Alkmaria romijni* und *Marenzelleria neglecta*. Erweitert wird diese Gemeinschaft von verschiedenen Vertretern der Muscheln (Bivalvia) und Schnecken (Gastropoda). Zu nennen sind hier die Lagunen-Herzmuschel *Cerastoderma glaucum* sowie die Sandklaffmuschel *Mya arenaria*. Beide sind typische Brackwasserbewohner.

Abweichend von dieser Gemeinschaft ist das Auftreten der Brackwasser-Trogmuschel *Rangia cuneata*. Diese wird durch den laufenden Schiffsverkehr des NOKs in den Borgstedter See gelangt sein. Die geringen Individuenzahlen lassen keine Aussagen über einen stabilen Bestand zu, durch die adulten Individuen dieser Art ist zumindest vom Bestand einer Generation auszugehen.

Die reduzierten Individuenzahlen und geringen Biomassewerte vieler Arten können auf den Salzgehalt zurückgeführt werden, der im Vergleich zur Ostsee geringer ist, da der Borgstedter See im Landesinneren liegt und somit kein ständiger Austausch mit der Ostsee vorhanden ist. Ebenfalls darauf zurückzuführen sind die Abundanzverhältnisse. Einige wenige opportunistische Arten dominieren die Gemeinschaft. Diese Arten weisen meist kurze Lebenszeiten und hohe Reproduktionsraten auf. Eine vergleichbare Artengemeinschaft wurde bei der Untersuchung der Levensauer Hochbrücke 2015 ermittelt (ARGE 2015).

5 Prognose möglicher Auswirkungen

In den folgenden Abschnitten werden potenzielle Projektwirkungen und deren Auswirkungen auf die Lebensgemeinschaften im Untersuchungsgebiet beschrieben.

5.1 Habitatverlust

Durch das Entfernen der Brückenpfeiler sowie den Bau der neuen Brückenpfeiler und der für den Bau / Rückbau benötigten Anleger kommt es zu einem zeitweiligen Verlust von Organismen und der vorhandenen Bodenstruktur. Die räumliche Ausdehnung der Projektwirkung ist auf die unmittelbaren Einwirkungsbereiche beschränkt. Dabei wird die Flächeninanspruchnahme durch die Nutzung vorhandener Strukturen wie bei dem Bau des einen neuen Anlegers auf den alten Brückenfundamenten, minimiert. Eine Wiederbesiedlung aus nicht betroffenen Bereichen ist grundsätzlich möglich. Die Dauer der Regeneration (Rieken et al. 2006) ist von der jeweils betroffenen Gemeinschaft und deren Wiederbesiedlungspotenzial abhängig. Die Angleichung der Biomasse und der Altersstruktur kann mehrere Jahre dauern, wenn langlebige bzw. relativ große Organismen (Muscheln) vom Eingriff betroffen sind. Andere Arten, wie der Seeringelwurm *Hediste diversicolor* und die Brackwasser-Seepocke *Amphibalanus improvisus*, beides kurzlebige Opportunisten, die in dieser Untersuchung häufig vorkamen, sind in der Lage sich schneller fortzupflanzen. Je nachdem, wie die Substratverhältnisse nach Ende der Bauarbeiten sind, kann die Wiederbesiedlung auch zu einer Artengemeinschaft führen die von der ursprünglichen abweicht.

5.2 Sedimentation

Bei den Baumaßnahmen entstehen durch Sedimentumlagerungen und sowohl durch das Entfernen der alten Brückenfundamente als auch durch das Setzen der neuen Fundamente Schwebstoffe. Zusätzlich kommt es zu Stoffeinträgen, die zum Beispiel bei den geplanten Sprengungen entstehen. Die dadurch zu erwartenden Stoffeinträge (Staubteilchen von Beton und Kleinteile), sollen mit Hilfe von geeigneten Maßnahmen (Ummantelung der Sprengkörper mit Sprengmatten und Auffangnetzen) minimiert werden, können aber nicht gänzlich vermieden werden. Die freiwerdenden Stoffe gelangen auf die Wasseroberfläche und sedimentieren nachfolgend ab. Strömung und Korngrößen der freigesetzten oder eingebrachten Schwebstoffe bestimmen im Wesentlichen die räumliche Ausdehnung der Sedimentfahne und damit auch die möglichen Sedimentationsbereiche. Die Auswirkungen der Sedimentation auf die benthische Fauna hängen von der Struktur der Gemeinschaft und ihres Habitats, der Sedimentationsrate, der Höhe der Sedimentschicht und der Dauer des Sedimentationsereignisses ab. Die möglichen Auswirkungen reichen von einer Herabsetzung der Lebensfunktionen (Nahrungsmangel bei Wirbellosen oder Verringerung der photosynthetisch aktiven Fläche bei Pflanzen), erhöhtem Energieaufwand z. B. durch Entfernen des Sediments aus Wohnröhren oder durch eigenständiges Ausgraben) bis zum Absterben der gesamten Gemeinschaft (Begraben der Tiere / Pflanzen). Innerhalb dieser Spanne können Änderungen der biologischen Funktion der Gemeinschaften auftreten, z. B. durch Abwandern

mobiler Arten oder durch einen erhöhten Fraßdruck auf Arten, die an die Sedimentoberfläche kommen um ihre Sauerstoffversorgung zu verbessern (etwa röhrenbewohnende Borstenwürmer). Sedimentationsereignisse von feinen Tonpartikeln auf eine reine Sandbodengemeinschaft können stärkere Auswirkungen haben als auf Gemeinschaften, die bereits an feine Partikel angepasst sind. Dabei ist es grundsätzlich wichtig, die vorhandene natürliche Sedimentation zu berücksichtigen. Generell kann eine zusätzliche Sedimentation die Vitalität, das Wachstum und die Sterblichkeitsrate beeinflussen. Die Überlebensraten hängen von einer Vielzahl von Faktoren ab, wie z. B. von Typ und Menge des abgelagerten Materials, dem Alter und der Größe der Individuen oder Pflanzen sowie deren Lebensweise. Gemeinschaften, die in Regionen mit natürlicherweise hoher Sedimentation und Erosion vorkommen, sind an eine gewisse Sedimentdynamik angepasst und daher zunächst weniger empfindlich gegenüber zusätzlicher Sedimentation. Die Sedimentationsrate, die Verweildauer der bedeckenden Sedimentschicht, ihre Dicke und auch die Wassertemperatur sind weitere Faktoren, welche die Überlebensraten der benthischen Fauna beeinflussen können (Essink 1999). Geringe Sedimentationsraten über längere Zeit ergeben die gleichen Schichtdicken wie höhere Sedimentationsraten über eine kürzere Zeit. Die daraus resultierenden Auswirkungen können jedoch unterschiedlich sein.

5.3 Schwebstoffe

Auf Grund der Baumaßnahmen kommt es zu Aufwirbelungen von Sediment. Diese entstehen vor allem bei der Entnahme der alten Brückenfundamente und der Einbringung der Fundamente für die neuen Brückenpfeiler und Spundwänden (siehe auch Abschnitt 5.2). Das Sediment verbleibt als Schwebstoff (Sediment- bzw. Trübungsfahne) eine gewisse Zeit in der Wassersäule, bevor es in strömungsberuhigten Zonen absedimentiert. Die Strömungslage-, -stärke und Korngröße des Sediments sind entscheidend für die räumliche Verteilung der Schwebstoffe. An den Schwebstoffpartikeln im Wasser findet eine verstärkte Streuung und Absorption des Lichts statt, so dass als Folgewirkung den am Boden lebenden Pflanzen weniger Licht für die Photosynthese zur Verfügung steht. Daraus kann, je nach Wirkdauer, eine geringere Biomassezunahme oder auch ein Rückgang der Biomasse resultieren. Leben die Pflanzen dabei bereits an ihrer durch die Lichtmenge gesetzten unteren Verbreitungsgrenze, kann dies ein Absterben der Pflanzen zur Folge haben, sofern die Lichttrübung über längere Zeit anhält. Die erhöhte Schwebstoffkonzentration kann Auswirkungen auf filtrierende Organismen wie Miesmuscheln, Herzmuscheln oder Seepocken haben, die ihre Nahrung aus dem Wasser mittels eines Filtermechanismus aufnehmen. Bei zu hohen Konzentrationen an Schwebstoffen ist die Nahrung im Wasser (z. B. Phytoplankton) im Verhältnis zu unverdaulichen Schwebstoffen zu niedrig und der Filterapparat kann durch die Schwebstofffracht überladen werden. Dies führt zu einer Herabsetzung der Lebensfunktionen (BfG 1996).

5.4 Nährstoffe

Im Sediment gebundene Nährstoffe werden durch die Sedimentaufwirbelung teils im Wasser gelöst und stehen damit dem biologischen System wieder direkt zur Verfügung. Dies kann zu den bereits vorhandenen Eutrophierungseffekten beitragen und begünstigt Lebensgemeinschaften, die von kurzlebigen opportunistischen Arten dominiert werden. Die Stärke des Effektes hängt dabei von der Menge der im Sediment gebundenen Nährstoffe und der Jahreszeit ab, in der die Resuspension stattfindet (BfG 1996).

5.5 Schadstoffe

Bei der Entstehung von Schwebstoffen können neben Nährstoffen auch im Sediment gebundene Schadstoffe (Metalle, polychlorierte Biphenyle, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe usw.) freigesetzt werden. Zusätzlich können auch Schadstoffe durch die Bauarbeiten in den Borgstedter See gelangen. Schadstoffeinträge in das Gewässer werden mit verschiedenen Maßnahmen vermieden. So werden die neuen Gründungselemente in geschlossenen Spundwandkästen hergestellt, sodass keine Schadstoffe in das Gewässer gelangen können. Arbeiten bei denen es Schadstoffeinträge unvermeidbar sind, werden durch wiederholte Schadstoffmessungen überwacht.

Freigesetzte oder eingebrachte Schadstoffe können von verschiedenen Organismen aufgenommen werden. Dies kann zu negativen physiologischen Wirkungen auf langlebige Arten zur Folge haben. Zum anderen kann es zur Anreicherung der Schadstoffe innerhalb des Nahrungsnetzes kommen.

6 Zusammenfassung

Auf Grund des geplanten Neubaus der Rader Hochbrücke sind im Borgstedter See, einem Seitenarm des NOKs, biologische Untersuchungen durchgeführt worden, um den ökologischen Ist-Zustand sowohl des Makrozoobenthos, als auch des Makrophytobenthos zu erfassen und zu bewerten.

Für die Untersuchungen am 13.06.2017 wurden 10 Stationen mit dem Van-Veen-Greifer und 5 Transekte im Tiefwasserbereich mit einer Dredge vom Typ „Kieler Kinderwagen“ beprobt. Mit einem 0,1 m²-Rahmen mit Netzbeutel wurden an 19 Stationen die künstlichen Hartsubstrate der Bauwerke, und mit einem Kescher an 4 Stationen der Flachwasserbereich erfasst. Alle Proben wurden zur Weiterbearbeitung in 4 prozentiger Borax-gepufferter Formaldehyd-Lösung fixiert. Im Labor erfolgte eine quantitative Erfassung jeder Art, sowie die Ermittlung der Biomasse pro Art als Feuchtgewicht. Begleitend zu den Untersuchungen wurden die hydrographische Daten Temperatur, Salinität und Sauerstoff erfasst. Außerdem wurden für die Tiefwasserbereiche mittels Glühverlust der Anteil organischer Substanz sowie die Korngrößenverteilung durch eine Korngrößenanalyse ermittelt.

Die hydrographischen Parameter änderten sich während des Untersuchungszeitraumes nur gering. Die höheren Sauerstoffwerte sind auf eine größere Wasserbewegung durch stärkeren Wind zurückzuführen. Die Sedimentanalysen ergaben einen hohen Anteil an feinen Sedimenten mit geringem organischem Anteil.

Die Lebensgemeinschaft des Weichbodens setzte sich aus für dieses Gebiet typischen Arten zusammen und wurde von dem Polychaet *Hediste diversicolor* und juvenilen Vertretern der Nereiden dominiert. Als Ausnahmeart ist die Muschel *Rangia cuneata* zu nennen, die als Neozoe wahrscheinlich durch den Schiffsverkehr im NOK eingeschleppt wurde. Die Lebensgemeinschaften an den künstlichen Hartsubstraten der Brückenpfeiler und der Spundwand sowie im Flachwasserbereich (Schilf) sind sehr ähnlich und werden von der Brackwasser-Seepocke (*Amphibalanus improvisus*) dominiert. Der Borgstedter See ist ein Brackwasserlebensraum der von wenigen opportunistischen Arten dominiert wird.

Durch die geplanten Baumaßnahmen kommt es zu durch das Entfernen der Brückenpfeiler sowie den Bau der neuen Pfeiler zu einem Habitatverlust. Die Bauarbeiten verursachen eine Sedimentumverteilung durch Aufwirbelungen und erneute Sedimentierung sowie erhöhtes Aufkommen von Schwebstoffen. Außerdem können Nähr- und Schadstoffe freigesetzt werden. Dies wird zu einer zeitweisen Verminderung oder Veränderung der Lebensgemeinschaft führen. Eine Wiederbesiedelung wird zeitbedingt stattfinden.

7 Literatur

- ARGE (2015) (Arbeitsgemeinschaft TGP, PU, & LEGUAN: Planfestellungsverfahren Ersatzneubau der alten Levensauer Hochbrück und Kanalausbau von NOK-Km 93,2 bis 94,2
- BfG (1996): BfG- Mitteilungen Nr. 11 - Baggern und Verklappen im Küstenbereich: Auswirkungen auf das Makrozoobenthos. pp. 112. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz / Hamburg.
- BLMP 1 (2009): Muster-Standardarbeitsanweisung für Laboratorien des Bund/Länder-Messprogramms. Prüfverfahren-SOP: Makrozoobenthos-Untersuchungen in marinen Sedimenten (Weichboden). Qualitätssicherungsstelle des Bund/Länder-Messprogramms Nord- und Ostsee am Umweltbundesamt, Berlin.
- BLMP 2 (2009): Muster-Standardarbeitsanweisung für Laboratorien des Bund/Länder-Messprogramms. Prüfverfahren-SOP: Makrophytobenthos-Untersuchungen auf marinen Substraten: Rahmenbeprobung im Sublitoral (P-SOP-BLMP-MPB_RB-SUB_v01). Qualitätssicherungsstelle des Bund/Länder-Messprogramms Nord- und Ostsee am Umweltbundesamt, Berlin.
- DIN EN ISO 14688-1 (2003) Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden. *Berlin, Deutsches Institut für Normung e.V.* pp: 15.
- DIN 18123 (2011) Baugrund, Untersuchungen von Bodenproben - Bestimmung der Korngrößenverteilung; Ersatz für DIN 18123:1996-11. *Berlin, Deutsches Institut für Normung e.V.* pp: 24.
- DIN 38414-2 (1985) Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung - Schlamm und Sedimente (Gruppe S) - Bestimmung des Wassergehaltes und des Trockenrückstandes bzw. der Trockensubstanz (S 2) *Berlin, Deutsches Institut für Normung e.V.*
- DIN 38414-3 (1985) Glühverlust des Trockenrückstandes der Originalsubstanz (S3) (Anhang 1 Nr. 2.01) DIN 38414-S3 (Ausgabe November 1985). *Berlin, Deutsches Institut für Normung e.V.*
- Essink K (1999): Ecological effects of dumping of dredged sediments; options for management. *Journal of Coastal Conservation* 5: 69-80
- Riecken U, Finck P, Raths U, Schröder E & A Ssymank (2006): Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen Deutschlands. Zweite fortgeschriebene Fassung 2006. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 34: 1-318
- Schories D, Kuhlenkamp R, Schubert H & U Seelig (2013): Rote Liste und Gesamtartenliste der marinen Makroalgen (*Chlorophyta*, *Phaeophyceae* et *Rhodophyta*) Deutschlands – in: Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands. Band 2: Meeresorganismen, Bundesamt für Naturschutz, 70(2): 179-229