

Die Untersuchung der Qualitätskomponente benthische wirbellose Fauna gemäß WRRL.

**Koordiniertes Elbemessprogramm 2014
(KEMP 2014) auf dem Schrägprofil Schwarz-
tonnensand über Fahrrinne / Pagensand bis
Kollmar (Oligohalinikum).**

OWK Übergangsgewässer Tideelbe

Auftraggeber

**Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft,
Küsten- und Naturschutz (NLWKN)
Betriebsstelle Stade**

für den Koordinierungsraum Tideelbe (HH, NI,SH)



Dipl.-Biol. Anja Jacobi

Im November 2015

Auftraggeber	Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz - Betriebsstelle Stade - Harsefelder Straße 2 21680 Stade (VM-Gut – I 06/2010 Vertrag MZB-AeTV) in Kooperation mit Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg Moorweidenstraße 14 20110 Hamburg
Titel	Die Untersuchung der Qualitätskomponente benthische wir- bellose Fauna gemäß WRRL. Koordiniertes Elbemessprogramm 2014 (KEMP 2014) auf dem Schrägprofil Schwarztonnensand über Fahrrinne/Pagensand bis Kollmar. OWK Elbe (Übergangsgewässer) Oligohalinikum. Koordinierungsraum Tideelbe (KOR TEL 2014)
Auftragnehmer	Dipl.-Biol. Anja Jacobi Hydrobiologische Untersuchungen Klein Flottbeker Weg 26 · D - 22605 Hamburg Fon 040 63738245 Email anjacobi@arcor.de
Projektleitung & Autorin	Dipl.-Biol. Anja Jacobi Hydrobiologische Untersuchungen
Mitarbeit von	Dipl. Biol. Hans-Joachim Krieg TA Sigrid Mörke HIWIs Janosch und Julian Jacobi
Inhalt	34 Seiten + Anhang
Datum	13.11.2015
Titelfoto	Untere Elbe, Nordufer bei Kollmar (Fotonachweis: H.-J. Krieg)

INHALTSVERZEICHNIS		SEITE
1	Prolog	5
2	Aufgabenstellung	5
3	Methoden	6
3.1	Zeitpunkt der Beprobung und Probestellen	6
3.2	Beprobung und Bearbeitungstechniken	6
3.3	Bewertung	7
4	Ergebnisse und Diskussion	10
4.1	Status quo der Weichsubstrate	10
4.2	Bewertung des Status quo	16
5	Zusammenfassung	20
6	Literatur	22
	ANHANG	24
	Tabellen A.1 – A.5	25 ff.

A B B I L D U N G S V E R Z E I C H N I S		S E I T E
1a+b	Untersuchungsraum Oligohalinikum – Teil-OWK Elbe Übergangsgewässer	9
2	Dominanzwerte (DW%) und Struktur der wirbellosen Weichbodenfauna auf Großtaxa-Niveau (UA Schwarztonnensand – Pagensand - Kollmar, Juni 2014)	13
3	Dominanzwerte (DW%) und Struktur der benthischen Wirbellosenfauna, hier Spezies oder Genus (UA Schwarztonnensand – Pagensand - Kollmar, Juni 2014)	13
4	Anzahl der eco-Arten (AZ) und deren Dominanzwerte [DW %] pro ökol. Zustandsklasse (ÖZK). OWK Elbe Übergangsgewässer (Oligohalinikum) mit insgesamt K = 8 (n = 48 Stichproben)	17
5	Ableitung des AeTV-Index' für FG-Typ T1 aus den MAZ- und ADF-Rechenwerten	18

T A B E L L E N V E R Z E I C H N I S		S E I T E
1	Qual.-quant. Spektrum der Wirbellosenfauna [Ind./m ²] im UA Schwarztonnensand – Pagensand - Kollmar (Tideelbe km 662 – 666; Juni 2014)	11
2	Vergleich „Teil-OWK Elbe Übergangsgewässer (ÜGW) - Oligohalinikum“ (FG-Typ T1 bei Schwarztonnen- / Pagensand/Kollmar) vs. Sublitoral und Eulitoral (Juni 2014)	18
3	Bewertung „Teil-OWK Elbe Übergangsgewässer - Oligohalinikum“ (FG-Typ T1 bei Schwarztonnen-/ Pagensand/Kollmar) (10.Juni 2014)	21
	ANHANG	25
	Tabellen A.1 – A.5	26 ff.

1 Prolog

Gemäß Artikel 8 EG-WRRL (2000) sind die Oberflächenwasserkörper unserer Fließgewässer hinsichtlich ihres ökologischen (und chemischen) Zustands zu überwachen. Anthropogene und/ oder natürliche Beeinträchtigungen sind aufzuspüren, zu erfassen. Die unterschiedlichen, biologischen Qualitätskomponenten (= QK) werden zur ökologischen Zustandsbewertung bzw. fünfstufigen Klassifizierung eines Oberflächenwasserkörpers (= OWK) herangezogen [entsprechend den normativen Begriffsbestimmungen gemäß EG-WRRL/Anhang V (2000)].

Ziel gemäß EG-WRRL ist das Erreichen eines guten ökologischen Zustands bzw. Potentials und chemischen Zustands der Oberflächenwasserkörper. Die Untersuchungen der QK benthische Wirbellosenfauna im Rahmen der überblicksweisen Überwachungen in 2005, 2006, 2007, 2010 & 2012 der Tideelbe haben gezeigt, dass der gute ökologische Zustand bzw. das gute ökologische Potential für die Tideelbe nicht erreicht wird.

2 Aufgabenstellung

Im Auftrag der Bundesländer Hamburg, Niedersachsen und Schleswig-Holstein, vertreten durch die Geschäftsführung des Koordinierungsraums Tideelbe (= KOR TEL) in Stade und das Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg, wurde eine zusätzliche Untersuchung der QK benthische Wirbellosenfauna im Oligohalinikum der Tideelbe in Auftrag gegeben. Diese mixohaline Zone der Tideelbe, mit Salzgehalten zwischen $> 0,5$ und $< 5\text{‰}$, wurde im Rahmen der überblicksweisen Überwachung zur WRRL bis dato nicht untersucht.

In Anbetracht der aktuell in Planung befindlichen Fahrrinnenanpassung der Unterelbe an die Containerschifffahrt ist auch diese Salzgehaltszone in Zusammenhang mit der erforderlichen Beweissicherung zu untersuchen. Es gilt, den Status quo dieser Qualitätskomponente im Oligohalinikum zu dokumentieren und qualitativ einzustufen.

Die WRRL-Qualitätskomponente benthische Wirbellosenfauna wird mit dem Ästuartypieverfahren nach KRIEG (2005, 2006, 2007, 2008a, 2011a, 2013) bewertet. Die Methodik ist den ästuar-spezifischen Rahmenbedingungen [vgl. dazu KÜHL (1972), LUCHT (1953, 1964)] angepasst und beruht auf einem multimetrischen Ansatz: Dem Kernparameter Ästuar-Typie-Index (= AeTI) und den zwei Co-Metrics zur Biodiversität, (1) der Mittleren Artenzahl (MAZ) und (2) der α -Diversität (ADF) nach FISHER et al. (1943).

Die vorliegende Bestandserhebung zum Status quo der benthischen Wirbellosenfauna war entsprechend des Auftrags (wie 2013) auf einem Schrägprofil von Schwarztonnensand über Pagensand bis Nordufer bei Kollmar durchzuführen (Tideelbe km $\approx 663 - 666,5$).

3 Untersuchungsgebiet und Methoden

Der Untersuchungsabschnitt (= UA) im Oligohalinikum der Tideelbe und die Lage des Schrägprofils wurde durch den Auftraggeber vorgegeben.

Große Ströme und Ästuare bedürfen einer eigenständigen Probenahmestrategie und -technik. Die Gründe sind nahe liegend: v.a. Gewässertiefe und –breite, Trübung, Strömungsgeschwindigkeit. Die Methode korrespondiert im Wesentlichen mit denen der Küstengewässer (v.a. HELCOM 1998, RUMOHR 1990, 1999, SEYS et al. 1999).

3.1 Zeitpunkt der Beprobung und Probestellen

Die eintägige Probenahme der Weichsubstrate erfolgte einmalig am 10. Juni 2014. An insgesamt acht Stationen wurden Sedimentproben gezogen, wobei sich eine Probeneinheit aus sechs parallelen Stichproben pro Station zusammensetzte (vgl. Kap. 3.2.1). Bezüglich der Höhenlage wurden aus Watt (Eulitoral oberhalb NW-Linie) und Tiefwasser (tiefes Sublitoral) Proben entnommen.

Die eulitoralen Probestellen P 1 bis P 3 lagen an der Südostspitze von Schwarztonnensand. Die Probestellen P 4 bis P 6 deckten das tiefe Sublitoral der Fahrrinne ab. Die Probestelle P 7 lag ebenfalls im tiefen Sublitoral, allerdings im Nebenfahrwasser zur Pagensander Nebenelbe. Die nordwestliche Probestelle P 8 war auf dem Watt des Nordufers positioniert – unterhalb von Kollmar (s. Abb. 1a+b).

3.2 Beprobung und Bearbeitungstechniken

In diesem Kapitel werden die Rahmenbedingungen der Bestandserhebung benthische Wirbellosenfauna beschrieben, wie sie für die Bewertung nach AeTV essentiell ist.

3.2.1 Probenahme

Die Probenahme nach AeTV soll die benthische Wirbellosenfauna der Weichsubstrate möglichst vollständig qualitativ-quantitativ erfassen. Ufernahe Hartsubstrate (v.a. Stacks) können optional beprobt werden (Kicksampling auf 0,2 m² Fläche; MW 500 µm). Die Probenahme ist im Süßwasser und im Oligohalinikum der Tideelbe generell im späten Frühjahr (von Mitte Mai bis Ende Juni eines Jahres) durchzuführen und in jährlichem Rhythmus zu wiederholen (u.a. Krieg 2011a, 2013).

Die Bewertung eines Untersuchungsabschnitts (= UA) und/oder eines OWKs basiert grundsätzlich auf acht Probestellen, die den Umständen entsprechend entweder über das Querprofil des Flusses oder im Längs-/Schrägprofil (Wichtig: Positionserfassung der Standorte über GPS) verteilt sind.

Die Beprobung des Eu- und Sublitorals wird mit einem mind. 50 kg schweren Van Veen-Bodengreifer (0,1 m² Grundfläche, Entnahmetiefe 18 cm) durchgeführt. An jeder Probestelle werden als Mindestanforderung zwei VV-Bodengreifer-Parallelen entnommen. Befüllungsgrade unter 2/3 des Greifervolumens sollten prinzipiell verworfen werden. Die zwei Greiferinhalte werden an Bord über 500 µm Maschenweite gesiebt (= 500 µm-Fraktion), der Rückstand mit Formaldehyd fixiert (Endkonzentration ca. 4%) und mit Bengalrosa angefärbt. Aus zwei weiteren, separaten VV-Bodengreiferproben werden jeweils zwei Stechrohrinhalte (= STR; Durchmesser 4,5 cm; Fläche 15,9 cm²; Tiefe 10 cm) entnommen, primär für die Auswertung der kleinwüchsigen Fauneneinheiten (Annelida: Polychaeta und Oligochaeta). Die insgesamt vier STR-Proben werden ungesiebt einzeln in Kautex-Gefäße überführt (= 250 µm-Fraktion) und wie vorstehend fixiert.

Eulitorale Standorte können bei Tideniedrigwasser auch direkt mittels o.g. Stechrohr (4x) (analog 250 µm-Fraktion) und Hamburg-Poolcorer oder Stechrahmen auf entsprechender (Ober-) Fläche von 0,2 m² beprobt werden (analog 500 µm-Fraktion).

3.2.2 Aufarbeitung und Bestimmung

Die Aufarbeitung der Proben erfolgt im Labor. Zunächst wird das Formol über ein Sieb (Maschenweite 200 µm) dekantiert und der Siebrückstand der jeweiligen STR-Inhalte in einem konischen Gefäß schonend für 10 min flотиert. Der Eluatstrom wird über ein Sieb mit der Maschenweite 250 µm geleitet, aufkonzentriert und die Fraktion mit reichlich Wasser ausgespült. Die jeweilige 250 µm-Fraktion wird anschließend in einer Sortierlösung zwischengelagert (5% Propylenglykol und 0,2% Propylenphenoxetol gelöst in Deionat; Bedingung für die Sortierlösung ist die vorherige Formolkonservierung). Das im Spülgefäß verbleibende Sediment wird noch stichprobenartig nach großen Organismen durchsucht. Die Rückstände der bereits vor Ort gesiebten VV-Bodengreiferinhalte, die 500 µm-Fraktion, wird analog behandelt.

Die Bestimmung erfolgt möglichst bis auf Artniveau. Dies bezieht sich auf alle nachgewiesenen Faunengrößen, auf die brackwassertypische „Kleinf fauna“ aus Oligochäten, Polychäten sowie Chironomidenlarven und auf das rudimentäre Makrozoobenthos (v.a. Mollusken, Crustaceen).

3.3 Bewertung

Der von KRIEG (2005) für die Tideelbe, mit Gültigkeit für die norddeutschen Ästuarare entwickelte Prototyp des Verfahrens, der AeTI, wurde bis 2012 mehrfach überarbeitet und den Erfordernissen angepasst. Die Bewertungsmethodik, das AeTV, beruht ebenso wie das für große Ströme, Flussmittelläufe und Bundeswasserstraßen konzipierte Potamontypieverfahren (SCHÖLL et al. 2005) auf einem multimetrischen Ansatz.

Mittels AeTV wird das Ausmaß der „Allgemeinen Degradation“ (vgl. dazu MEIER et al. 2005, 2006) eines ästuarinen Lebensraumes bewertet. Das Verfahren berücksichtigt die Parameter Artenzahl, strukturelle Zusammensetzung der Benthoszönose, Individuenzahl (relative Abundanz) sowie den Anteil sensitiver Arten.

Zentrale Größe des AeTV ist der „Ästuar-Typie-Index“ (AeTI). Zusätzlich geht die Biodiversität mit den zwei Co-Metrisen „Mittlere Artenzahl“ (MAZ) und „Alpha-Diversität“ (ADF) (FISHER et al. 1943) in die Bewertung ein (KRIEG 2006, 2007).

3.3.1 Kernparameter AeTI

Der Index ist eng an die Prinzipien des Potamon-Typie-Index' (PTI) nach SCHÖLL et al. (2005) angelehnt. Das Grundelement des Moduls ist eine „Offene Liste“ gewässercharakteristischer Indikatorarten. Bezogen auf den AeTI sind dies alle ästuar-spezifischen Arten, zuzüglich zahlreicher, in den Grenzen des Ästuarare vagabundierender, potamontypischer Spezies. Die im Ästuar vorkommenden Arten werden nach ihrer Bindung zum System indiziert. Die Einstufung in Form von eco-Werten reicht von 1,0 bis 5,0, wobei der höchste Wert die engste Bindung an den Lebensraum Ästuar signalisiert. D.h., eine entsprechende Art kann als besonders sensitiv gegenüber Systemveränderungen angesehen werden. Die eco-Indizierung erfolgte auf der Basis intensiver Literaturrecherchen und aufgrund des Fachwissens und der Erfahrung zahlreicher, interviewter Experten („expert judgement“ gem. WRRL).

Der Prototyp der „Offenen Taxaliste“ wurde revidiert, v.a. um historische und potentielle Arten auf 288 Taxa aufgestockt, um sich dem ursprünglich naturnahen Zustand der Tideelbe anzunähern (= Modellreferenz der Ästuarbewertung; KRIEG 2006, 2007). Die bisher letzte Revision des AeTV wurde im Juli 2012 abgeschlossen (KRIEG 2013). Die „Offene Liste“ wurde auf 333 eco-Arten erweitert, die artspezifische eco-Indizierung/Bindung überprüft und im Einzelnen korrigiert.

Euryhalin-marine und autochthone Brackwasserarten werden bei Nachweis stromauf der „Oberen Brackwassergrenze“ mit einem „Malus“, geringeren eco-Wert, belegt (als Indiz für die anthropogen verursachte Verlagerung der Brackwassergrenze). Außerdem wurde der eco-Wert auf eine Zehnerstelle nach dem Komma erweitert (feinere Abstufung der typspezifischen Anpassung innerhalb einer Qualitätsklasse). Ferner wurde die Konvertierung der Absolutzahlen in Abundanzziffern (Schätzhäufigkeiten) für die meiobenthische Wirbellosenfauna (v.a. Oligochäten und Kleinpolychäten des Brackwassers) und das in der TEL (rudimentäre) Makrozoobenthos revidiert, unter Beibehaltung der Fibonacci-Rangzahlen (s. Anhang). Ergänzungen durch weitere Arten oder Streichungen und/oder Ersatz durch andere Arten sind durchaus erwünscht – entsprechend dem Prinzip der offenen Liste. Insgesamt errechnet sich der AeTI aus dem gewichteten Mittel der eco-Werte, dem abgeleiteten Indikationsgewicht G und der relativen Abundanz A der in einer Probe vorhandenen Indikatorarten.

3.3.2 Co-Metrik MAZ

Die strukturelle Diversität wird anhand der mittleren Artenzahl, der MAZ, aus mehreren Stichproben mit einheitlicher Probenahme­fläche bestimmt. Sie ergibt sich aus dem Mittel aller Stichproben einer Probestelle bzw. aus der Probenahme­einheit(PE) ($n = 2$ VV-Greiferinhalte und $n = 4$ STR-Inhalte). Diese Größe ist einfach zu berechnen, und außerdem ist sie mit dem gewählten Diversitätsmaß nach FISHER et al. (1943) gut korreliert. Im Gegensatz zum AeTI ist die MAZ nicht übergreifend auf das Ästuar in ihrer Gesamtheit übertragbar. Analog der Aufteilung der Tideelbe in die drei Fließgewässertypen 20, 22.2/3 und T1 wird für jeden Typ eine gesonderte Referenz formuliert.

3.3.3 Co-Metrik ADF

Die α -Diversität nach Fisher et al. (1943) (= ADF) ist ein Diversitätsmaß, welches auf der für Ästuar­e und Bundeswasserstraßen zutreffenden Modellvorstellung beruht, dass immer einige wenige Arten mit sehr hohen und (sehr) viele Arten mit geringen Individuendichten in einer Biozönose existieren. In die Berechnung α -Diversität gehen die Anzahl der Arten und die Gesamtabundanz ein; dadurch ist die ADF sehr robust gegenüber heterogenen Flächenmaßen. Dieser Index ist auch für den Vergleich unterschiedlicher Biozönosen ein gutes Maß, weil α den Wert präzisiert, an dem mit einer zusätzlichen Probe weniger als eine neue Art nachgewiesen wird. Für die Anwendbarkeit des Schätzmaßes ADF gilt dasselbe wie für die MAZ. Der Fisher-Index kann nicht den ökologischen Zustand des Ästuars insgesamt angeben, sondern bewertet wie die MAZ typspezifisch (ADF-Referenzen für FGT 20, 22.2/3 & T1).

3.3.4 Belastbarkeit und Gültigkeit AeTV

Die Belastbarkeit des AeT-Verfahrens ist an die Erfüllung statistischer Voraussetzungen gekoppelt, v.a.:

- (a) 8 (± 1) Probestellen je OWK oder UA & gleiche Anzahl Probestellen in jedem OWK/ UA
- (b) Probenahme-Design wie vorstehend beschrieben
- (c) Homogenität (in mathematischem Sinn) der Stichproben
vgl. dazu KÖNIG (2003), SCHÖLL et al. (2005), KRIEG (2005, 2006, 2007, 2013)

Der AeTI ist gültig, wenn

- (a) die Standardabweichung (StAbw) $< 0,3$
- (b) die Mindesttaxazahl \geq dem Quadrat der besetzten ÖZK; bspw. sind die ÖZK 4, 3, 2 & 1 besetzt, also in der Summe 4 Klassen. Demnach müssen mindestens 16 eco-Arten der Berechnung zugrunde liegen, da $4^2 = 16$
- (c) Der Abundanzanteil der eco-Arten muss $\geq 50\%$ sein in Relation zur Gesamtabundanz (= indizierte & sonstige Taxa)

Für die Einstufung eines OWKs oder UAs in die ökologische Zustandsklasse bzw. Berechnung des EQR ist grundsätzlich das Modul AeTI bestimmend. Berechnet wird der EQR als gewichtetes Mittel aus (1) AeTI = 50%; (2) MAZ = 30% und (3) ADF = 20% (KRIEG 2011a, 2013).

Bei der Bewertung kann im Einzelfall vom rechnerischen Ergebnis abgewichen werden, wenn (a) der Index nicht innerhalb seiner Gültigkeitsnormen liegt oder (b) dies nach Expertenurteil oder aufgrund nicht stimmiger Co-Parameter geboten ist. Die Gründe sind fachlich zu belegen. Die abschließende Gesamtbewertung des ökologischen Zustands eines OWK (oder Transekts/Profils) erfolgt anhand des EQR (Ecological Quality Ratio).

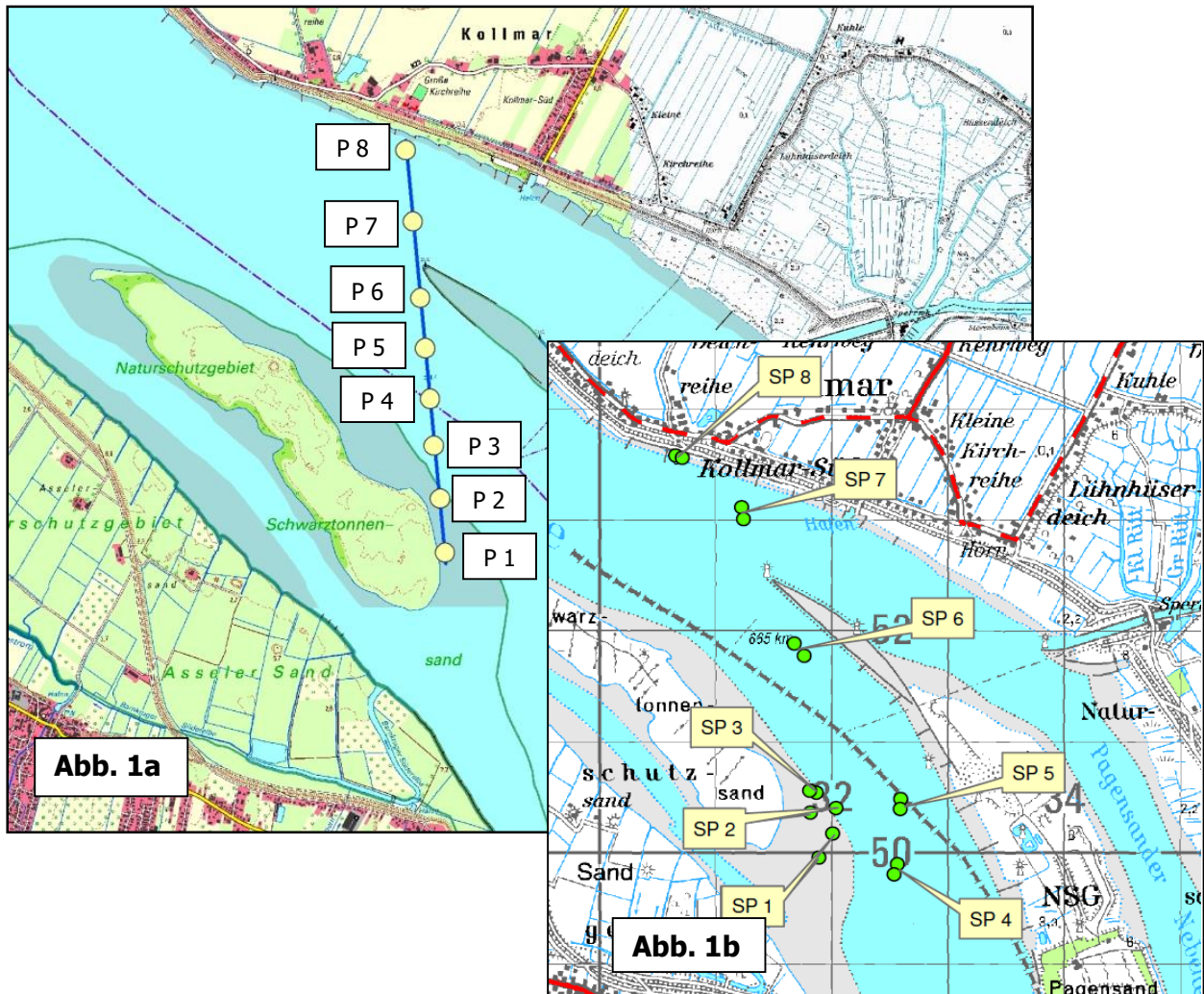


Abb. 1a: Untersuchungsraum Oligohalinikum und ursprünglich angedachte Lage, linienhafte Lage der acht Probestellen P 1 – P 8 auf dem Schrägprofil Schwarztonnensand - Pagensand - Kollmar (Karte DTK 25. LA f. Geoinformation & Landentwicklung Niedersachsen; bearbeitet NLWKN – BST Stade 2014)

Abb. 1b: Positionen der acht Probestellen P 1 – P 8 auf dem Schrägprofil Schwarztonnensand - Pagensand – Kollmar, die sich nach der Probenahme 2013 ergeben haben und 2014 ebenfalls untersucht wurden (Kartengrundlage NLWKN Stade 2015)

4 Ergebnisse und Diskussion

Nachstehend wird der Status quo der aktuellen Freilanduntersuchung 2014 und deren Bewertung gemäß AeTV vorgestellt und diskutiert.

4.1 Status quo der Weichsubstrate

Als Weichsubstrate werden im Allgemeinen jene Sedimente angesprochen, deren Korngröße $\geq 2 \mu\text{m}$ ist, also von Ton über Sand bis Kies. Die wirbellose Infauna, die im Substrat lebt, besiedelt entweder das Interstitial (= Sandlückensystem), dann meist vagil, oder es sind tubicole (= röhrenbauende) Organismen, die hemi-sessil leben. Die Art der Lebensweise ist abhängig von der Lagestabilität des Substrats. Die auf dem Substrat lebenden, meist vagilen Epibionten, v.a. Krebse, Schnecken, zählen auch zu dieser Gesellschaft.

Qualitative Fluktuationen und quantitative Populationsschwankungen sind im Jahreszyklus oder interannuell naturgegeben. Ein „standing stock“ (individuenstarker Grundbestand) ist ganzjährig präsent: Im Frühjahr und mit Herbstbeginn reproduzieren sich zahlreiche Fauneneinheiten, einige ganzjährig, wie bspw. die Tubificidae (Oligochaeta). Andere wiederum bevorzugen die Sommerperiode, v.a. die Amphipoda (Flohkrebse). Naididae (Oligochaeta) haben dagegen zwei Reproduktionsmaxima, eins im Frühjahr und ein weiteres im Herbst. So gesehen ist die Übergangsperiode von Frühjahr auf Sommer ein durchaus geeigneter Zeitraum zur einmaligen Beprobung der benthischen Wirbellosenfauna in der limnischen und oligohalinen Zone der Tideelbe.

4.1.1 Artenspektrum

Insgesamt wurden im UA Schwarztonnensand – Pagensand - Kollmar 21 eco-indizierte Spezies (rd. 48% der Arten sind Oligochaeta) und sechs nicht indizierte Großtaxa nachgewiesen - summa summarum nur 27 Taxa (s. Tab. 1).

Die Gesamttaxazahl ist als Vergleichsmaßstab nicht brauchbar, da der Parameter streng von der Anzahl [n] der Stichproben abhängig ist und mit steigender Stichprobenzahl zwangsläufig immer größer wird (KÖNIG 2003). Dagegen ist die Mittlere Artenzahl (= MAZ) eine gute Schätzgröße für die Artendiversität in einem Gewässer. Im Unterschied zu verschiedenen Diversitätsmaßen (v.a. Shannon-Wiener-Index) kann die MAZ als robustes Maß angesehen werden, da der Parameter die Diversität der Biozönose allein aufgrund der Artenpräsenz schätzt - ohne Berücksichtigung der Abundanz, die vielen variablen Einflüssen unterliegt. Fließgewässerproben mit einer mittleren Artenzahl < 6 sind grundsätzlich als schlecht einzustufen (SCHÖLL et al. 2005).

Mit durchschnittlich 8,4 Spezies liegt die Rechengröße (MAZ) im oberen unbefriedigenden Bereich des FGW-Typs T 1. Die Biozönose ist artenarm und wenig strukturiert. In 37,5% der Proben (bezogen auf eine PE) wurde die MAZ deutlich unterschritten (Fahrerinne!). Die Extrema schwankten von min. drei bis max. vierzehn Arten (s. Tab. 1). Eine Variabilität ist kennzeichnend für das Oligohalinikum, in dem abwechselnd mehr Salz- oder mehr Süßwasser dominiert - entsprechend den hydrodynamischen, hydrologischen und meteorologischen Rahmenbedingungen. Andererseits ist die Variabilität aber auch typisch für die Ökotope von Bundeswasserstraßen.

Die benthische wirbellose Fauna setzte sich individuenmäßig fast ausschließlich aus Oligochäten (Clitellata) zusammen. Alle anderen Großtaxa fallen weit dahinter zurück. Der Anteil der Oligochaeta an der Gesamtabundanz der Wirbellosenfauna entsprach rd. 98%; hinsichtlich der Artendominanz im Stationsvergleich rd. 48% (s. Tab. 1). Crustaceen, Dipteren und Mollusken spielen in der Faunenstruktur keine Rolle (analog Reliktfauna). Insbesondere ihr quantitativer Nachweis bleibt rudimentär. Ein Befund, wie er für die heutigen Bestandserhebungen der

Makrofauna in der Tideelbe mittlerweile kennzeichnend ist und der auf eine wenig strukturierte Benthoszönose hinweist.

Tab. 1: Qual.-quant. Spektrum der Wirbellosenfauna [Ind./m²] im UA Schwarztonnensand – Pagensand - Kollmar (Tideelbe km 662 – 666; Juni 2014)

Legende

Sedimenttypen: Si = Silt/Schluff; S = Schlick; FS = Feinsand; MS = Mittelsand; Ki = Kies

eco-AZ = Indikatorart; Ind. = Individuen; juv. = juvenil; indet. = nicht bestimmbar; HB = Haarborsten

Gebiet	Ökotoptyp	Sedimenttyp	Schwarztonnensand			Stromelbe Hauptfahrrinne			Pagensand	Kollmar
			S	S/Si/FS	S	FS/MS	FS/MS/Ki	FS	FS/S	S
Spezies/Station	System	nr. #	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Bathyporeia pilosa	Amphipoda	30	554	202	943	0	157	0	0	0
Gammarus tigrinus	Amphipoda	112	0	0	0	0	0	0	0	10
Psidium amnicum	Bivalvia	245	157	25	15	0	0	0	0	0
Psidium spp.	Bivalvia	250	40	192	40	0	0	0	0	0
Psidium subtruncatum	Bivalvia	251	0	25	15	0	0	0	0	0
Cordylophora caspia	Cnidaria	64	0	0	20	1.140	0	40	0	0
Palaemon longirostris	Decapoda	219	0	0	0	0	0	0	5	0
Chironomus acutiventris/obtusidens	Diptera	50	0	5	0	0	0	0	5	0
Cryptochironomus obreptans/supplicans	Diptera	73	0	10	0	0	0	0	0	0
Amphichaeta leydigii	Oligochaeta	11	0	0	1.415	0	0	0	0	0
Limnodrilus claparedeanus	Oligochaeta	163	1.593	1.767	70	0	0	0	1.061	369
Limnodrilus hoffmeisteri	Oligochaeta	164	6.623	3.390	4.839	5	791	0	13.188	9.985
Limnodrilus profundicola	Oligochaeta	165	2.206	629	1.623	0	0	0	849	757
Limnodrilus udekemianus	Oligochaeta	166	90	1.073	210	0	0	0	510	0
Potamothenix hammoniensis	Oligochaeta	266	2.162	300	1.306	0	0	0	1.759	1.313
Potamothenix moldaviensis	Oligochaeta	268	1.163	547	1.800	0	0	157	3.647	677
Propappus volki	Oligochaeta	273	0	0	0	81.174	10.462	76.598	0	786
Psammoryctides barbatus	Oligochaeta	274	0	55	0	0	0	0	0	0
Vejdovskya intermedia	Oligochaeta	331	3.301	0	0	0	0	0	0	0
Marenzelleria spp.	Polychaeta	175	40	207	95	0	0	0	45	10
Marenzelleria viridis agg.	Polychaeta	176	167	0	0	15	15	0	0	0
eco-AZ (n)			12	14	13	4	4	3	9	8
eco-Ind./m²			18.096	8.428	12.392	82.334	11.426	76.795	21.068	13.907
nicht indizierte Taxa										
Bathyporeia juv. indet.	Amphipoda	1.003	370	10	3.310	0	0	0	0	0
Chironomidae (Larve) indet.	Diptera	1.004	177	5	10	0	0	0	0	0
Chironomidae (Puppe) indet.	Diptera	1.005	0	0	0	0	5	0	0	0
Gammarus juv. indet.	Amphipoda	1.019	167	0	25	162	0	0	0	70
Tubificidae mit HB	Oligochaeta	1.033	11.345	5.579	9.200	3.615	948	0	3.301	2.058
Tubificidae ohne HB	Oligochaeta	1.034	29.443	17.673	43.115	4.269	2.363	1.100	28.961	8.100
	Ind./m ²		6.917	3.878	9.277	1.341	553	183	5.377	1.705

Beim Vergleich zwischen den Ökotoptypen Watt Schwarztonnensand (P 1 – P 3) und Nordufer (P 8) sowie tiefes Sublitoral (Fahrrinne: P 4 – P 6 & P 7 (Nebenfahrwasser) zeigen sich Unterschiede in der qualitativ-quantitativen Besetzung. Mit durchschnittlich 11,8 Arten und im Mittel 13.206 Ind./m² weist das Eulitoral des Profils zwar mehr Arten auf, es ist aber weniger dicht besiedelt. Die Biozönose des Sublitorals ist mit MAZ = 5 schlecht ausgestattet aber mit durchschnittlich 47.906 Ind./m² relativ dicht besiedelt, die Individuenanzahl wird allerdings fast alleine durch *Propappus volki* repräsentiert. Auf dem Schwarztonnensand Watt fällt die MAZ an P 2 mit 14,0 zwar deutlich besser aus, aber hier ist im Vergleich zu den anderen Wattstationen die Individuendichte mit 8.428 Ind./m² am geringsten. Im tiefen Sublitoral der Fahrrinne fällt die MAZ mit 3,7 auf den Tiefpunkt, die Individuendichte liegt mit durchschnittlich 56.852 Ind./m² über den Werten der Vergleichsstationen. Allerdings beruht der Wert fast ausnahmslos auf der Abundanz einer Spezies, nämlich von *Propappus volki*.

Diese lokalen Besiedlungsdifferenzen sind die Reaktion auf die extrem unterschiedlichen, abiotischen Rahmenbedingungen. Die Sohlsubstrate der Fahrrinne sind, aufgrund der hohen Strömungsgeschwindigkeiten (max. Flut- und Ebbstrom > 1 m/s), als „mobil“ (Transportkörperstrecken) und „grob sortiert“ einzustufen (Sand und Kies). Hier sind stenöke Spezialisten gefragt, wie der haptische, rheobionte Oligochaet *Propappus volki*. Ganz anders das Nordufer: Geringe

Strömung und infolgedessen lagestabiler Schlick in Watt und Fahrwasser der Pagensander Nebenelbe. Der ideale Biotop für tubicole Würmer der Gattungen *Limnodrilus* und *Potamothrix* (~ 10.000 Ind./m²). Das der Insel Schwarztonnensand vorgelagerte Watt setzt sich dagegen aus Feinsand mit Schluffbeimengungen zusammen. Der Feinsand ist wiederum derart verdichtet, dass ein ausreichendes Interstitial fehlt. Ein Phänomen, welches heute im Tideelbeverlauf auf den (ehemals schlickigen) Wattten von Belum bis Fährmannsand zu beobachten ist und darüber hinaus die Beprobung mit dem Bodengreifer sehr erschwert.

4.1.2 Dominanzstruktur

Die Dominanz, wie sie sich im UA der TEL zwischen Schwarztonnensand und Kollmar darstellt, ist in den Abb. 2 & 3 für die Fauneneinheiten und Zeigerarten zusammengestellt.

In der Dominanzstruktur „Ind/m²“ auf Großtaxa-Niveau führt die Ordnung Oligochaeta mit rd. 87% Bestandsanteil (=eudominant) unangefochten die Hierarchie an. Die weiteren Großtaxa teilen sich weit abgeschlagen die „hinteren Plätze“ und rangieren unter der 1%-Marke (=subzedent): Amphipoda 0,7%, Cnidaria 0,4% u.a. (s. Abb. 2).

Das Verhältnis der benthischen Wirbellosen marinen Ursprungs zu denen des Süßwassers beträgt in etwa 1:3 – eine typische Struktur für die oligohaline Zone bzw. die noch räumliche Nähe zum Süßwasser. Unter den marinen Einwanderern sind generelle und echte Brackwasserarten präsent (vgl. dazu Tab. 1). Unter den Anneliden findet sich das gesamte Artenspektrum von Salz- bis Süßwasserorganismen: Ubiquisten vs. genuine Brackwasserarten, sowie marine Polychaeta vs. limnische Oligochaeta.

Auf Art-Ebene nehmen eindeutig die Oligochaeta die Spitzenposition im hierarchischen Gefüge ein: Allen voran *Propappus volki* in der Fahrrinne mit rd. 62%, gefolgt von *Limnodrilus hoffmeisteri* mit rd. 14%. Alle anderen Arten sind rezedent und liegen weit unter einem Anteil von 5% (s. Abb. 3).

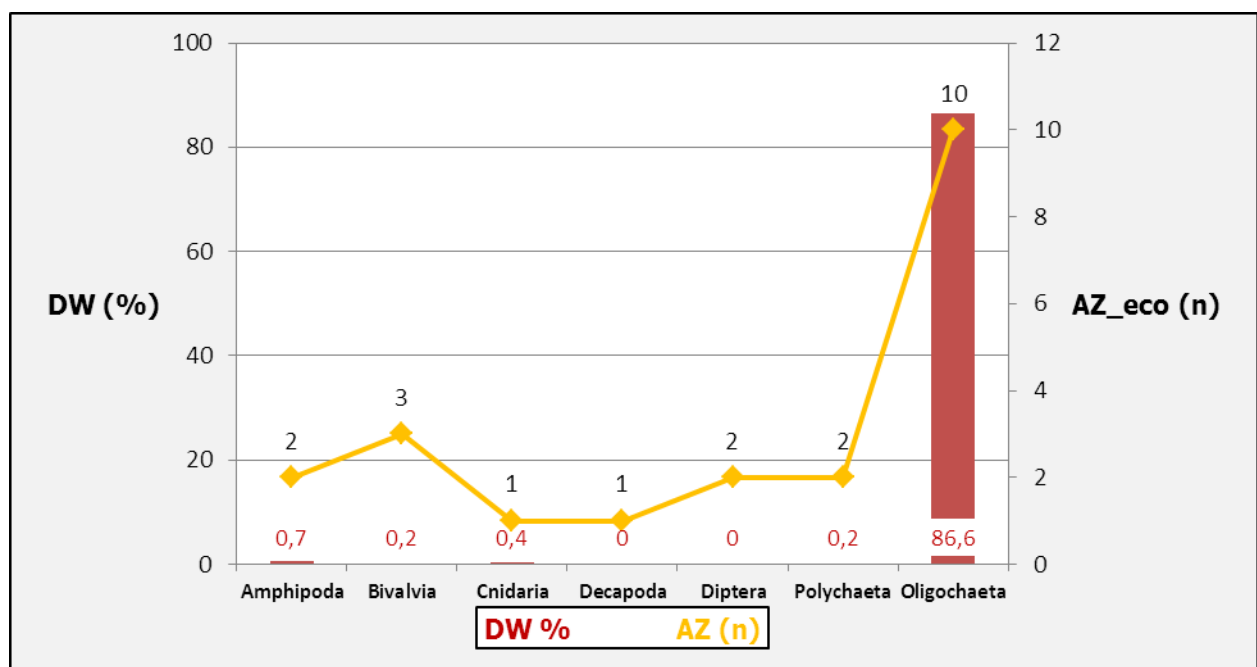


Abb. 2: Dominanzwerte zu Ind./m² (DW%) und Struktur der wirbellosen Weichbodenfauna auf Großtaxa-Niveau (UA Schwarztonnensand – Pagensand - Kollmar, Juni 2014)

Legende

DW = Dominanzwert in [%]; AZ = Artzahl [n] der eco-Indikatoren

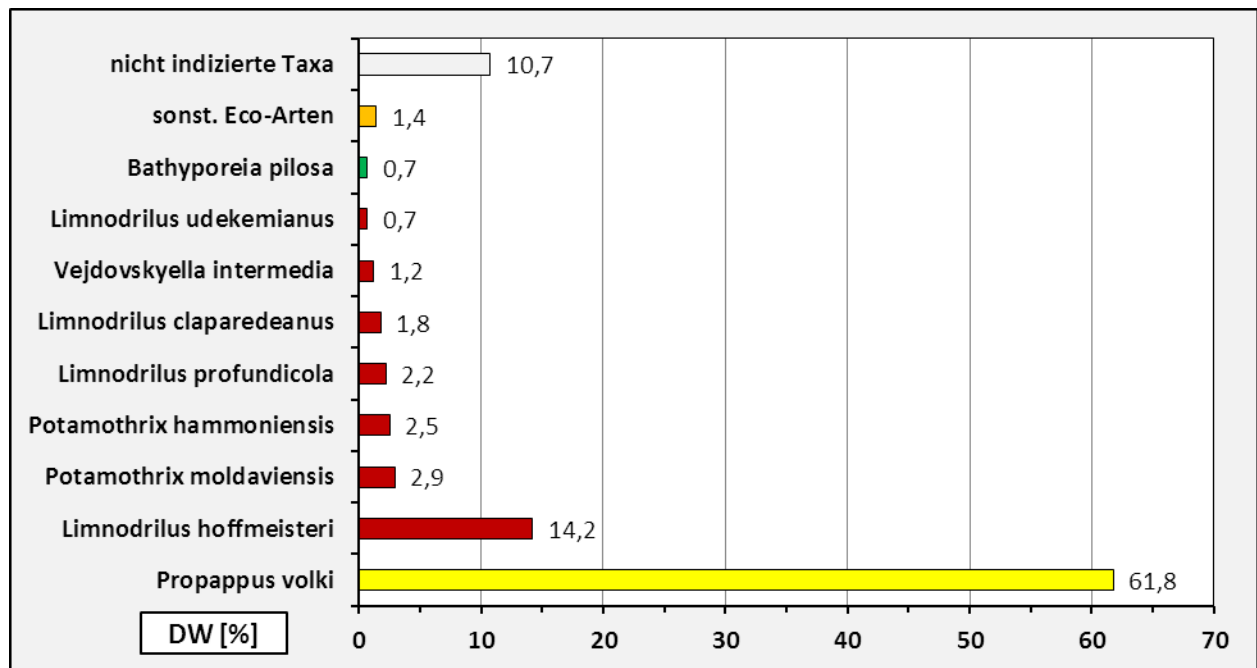


Abb. 3: Dominanzwerte (DW%) und Struktur der benthischen Wirbellosenfauna, hier Spezies oder Genus (UA Schwarztzonnensand – Pagensand - Kollmar, Juni 2014)

Legende

rot = Fam. Tubificidae; grün= Haustoriidae; gelb = Fam. Propappidae; orange = ökoindizierte Arten; grau= nicht indizierte Taxa

Hypertrophe Substrate des Eu- und Sublitorals mit hohem C_{ORG} - und Schluffanteil, wie der sog. Schllick, sind jene Sedimente, die die Süßwassertubificiden *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Limnodrilus udekemianus* und *Potamothenrix hammoniensis* präferieren. Darüber hinaus ist der Kosmopolit *Limnodrilus hoffmeisteri* allerdings ein Musterbeispiel für eurytopes und extrem euryökes Verhalten – einer der klassischen Gewässerubiquisten.

Weitere Tubificiden des Eu- und Sublitorals mit einer unscharfen Präferenz für sandige und/oder schluffige Sedimente sind die limnischen Arten *Potamothenrix moldaviensis* und *Limnodrilus profundicola*. In schllickigen Substraten werden diese Tiere jedoch genauso registriert. Beide Spezies waren im UA noch vertreten; bevorzugt oberhalb der Niedrigwasserlinie, im Watt (s. Tab. 1). Die Dominanzstruktur der Tubificiden war sehr ähnlich: Beide Arten blieben mit < 3% rezident (s. Abb. 3). *Limnodrilus profundicola* ist deutlicher auf sandige Substrate spezialisiert und erreicht somit nicht die Populationsdichten typischer „Schlammtubificiden“ (PFANNKUCHE 1977, GIERS & PFANNKUCHE 1982, KRIEG 1996). Beide Arten verfolgen aber eine gleiche Strategie. Als typische Opportunisten weichen sie dem Konkurrenzdruck aus und erobern schnell leere Räume bis hin zu Extremhabitaten. So sind die Würmer normalerweise auch in den instabilen Hanglagen des Fahrwassers wie in den Transportkörperstrecken der Fahrrinne zu finden (KRIEG 1996, UVU-MATERIALBAND VII 1997).

Mit rd. 62% Bestandsquote war *Propappus volki* (Propappidae) in der Fahrrinne eudominant. Der urtümliche Wurm ist ein limnischer, rheophiler Oligochät der Flüsse. Individuenreiche Populationen (> 10^4 Ind./m²) werden dann erreicht, wenn die Faktoren Sand und Strömungsgeschwindigkeit kumulativ wirken. In den Sandwatten und strömungsberuhigten, flachen Seitenräume sind die Besiedlungsdichten daher gering. Primär siedelt die haptische Art im Sublitoral, im Eulitoral sinkt die Wohndichte mit ansteigendem Horizont sehr schnell ab. In der Fahrrinne sind die

strukturellen Rahmenbedingungen hingegen optimal: mobiler Sand und hohe Strömungsgeschwindigkeiten, darüber hinaus wenig Konkurrenz. Deshalb ist der Propappidae auch die Leitart der Fahrinne der TEL von Strom-km 589 bis etwa 668 (UVU-MATERIALBAND VII 1997; KRIEG 2006, 2007, 2008a, 2011a, 2013).

Der genuine Brackwassernaidide *Amphichaeta sannio* wurden im Vergleich zur Untersuchung 2013 im Probenahmegebiet nicht gefunden.

Im Probenmaterial wurden außerdem zwei Polychätentaxa *Marenzelleria viridis agg.* und *Marenzelleria* sp. vorwiegend euryhalin-marine Arten, die weit ins Süßwasser eindringen können. Die spioniden Vielborster sind invasive Neueinwanderer (Atlantikküste Nordamerikas), die sich seit Anfang der 90-er Jahre in den Nordsee-Ästuarien und der Ostsee verbreitet haben. Mittlerweile ist *Marenzelleria viridis agg.* im Eu- und Sublitoral der TEL etabliert und bis ins Süßwasser des Mühlenberger Lochs vorgedrungen (KRIEG 2006 ff.). Im Eulitoral des UA variierten die Abundanzen zwischen (0), 15 und 167 Ind./m², entsprechend einer subrezedenten Bestandsquote von 0,1%.

Das weitere Artenspektrum des UA rekrutierte sich im Wesentlichen aus Muscheln der Gattung *Pisidium* - Verbreitung fast ausnahmslos auf den Watten. In der Fahrinne bildete dagegen der sessile Keulenpolyp *Cordylophora caspia* Kolonien bis zu 1 x 10³ Ind./m² (mit 0,44% Bestandsquote allerdings subrezedent). Der holeuryhaline „Keulenpolyp“ ist in der (Tide-) Elbe ubiquitär verbreitet. Die Krebstiere (Crustacea) waren mit nur drei Arten unterrepräsentiert.

Eine Fauneneinheit, die der Zuckmückenlarven (Insecta: Diptera; Chironomidae), ist in der limnischen Tideelbe normalerweise arten- und individuenreich präsent; sowohl auf Schlickflächen, stark schluffigen Sedimenten als auch auf überschlickten Hartsubstraten (HAGGE et al. 2003; KRIEG 2006 ff.). Im Untersuchungsraum Schwarztonnen-/Pagensand/Kollmar war das Artenspektrum stark eingeschränkt. Grundsätzlich beschränkte sich der Nachweis auf die Wattflächen und auf die Gattung *Chironomus* und *Cryptochironomus*. Die Zuckmückenlarve *Kloosia pusilla*, die eine leichte Aufsalzung toleriert, ist im Gegensatz zu 2013 nicht nachgewiesen worden.

Fazit: Insgesamt wurden im UA Schwarztonnen-/Pagensand/Kollmar 21 Arten (48% der Arten gleich Oligochaeta) und sechs nicht indizierte Großtaxa im Weichboden nachgewiesen. Für den UA errechnete sich daraus eine mittlere Artenzahl von 8,4. Damit ist die benthische Biozönose der Wirbellosenfauna für den FGW-Typs T 1 unzureichend ausgestattete: vergleichsweise artenarm und wenig strukturiert.

In der Hierarchie markierten die Oligochäten mit fast 87% Bestandsquote die absolute Spitze. Insbesondere die Leitart der Fahrinne *Propappus volki* mit 62% (Propappidae) gefolgt von Tubificiden. *Limnodrilus hoffmeisteri*, die Schwesterarten *Limnodrilus profundicola*, *Limnodrilus claparedeanus*, *Potamothrix moldaviensis* und *Potamothrix hammoniensis* bilden die subdominante Assoziation: Dominanzwert dieses Kollektivs = 23,6% des Gesamtbestands. Alle anderen Fauneneinheiten treten dahinter zurück und sind mit Dominanzwerten unter 3% rezedent.

Kennzeichnende Merkmale der benthischen Wirbellosenzönose sind einerseits r-Strategie und Opportunismus, andererseits Gewässerubiquisten und Neozoen (*Cordylophora caspia* und *Gammurus tigrinus*), letztere in vergleichsweise geringen Abundanzen. Die meisten Oligochäten sind generelle r-Strategen mit opportunistischer Ausprägung, was ebenso auf die Populationen der weiteren Fauneneinheiten zutrifft, v.a. Polychäten, Chironomiden, Amphipoden. Derartige Populationen unterliegen naturgemäß starken Bestandsschwankungen und Fluktuationen. Für r-Strategen und/oder Opportunisten sind katastrophale Mortalitäten genauso typisch wie rasante (explosionsartige) Bestandsentwicklungen.

Darüber hinaus sind aber kaum Attribute sensitiven Spezialistentums mit ästuar- und flusstypischer Indikation zu erkennen. Lediglich eine der lokalen Arten (*Propappus volki*) ist stenök in Bezug auf Strömung und Sedimenttyp.

Vorwiegend sind im Untersuchungsgebiet Arten der ÖKZ IV und V vertreten. Bis auf *Propappus volki* in der Fahrrinne setzt sich die Benthoszönose überwiegend aus euryöken Arten und Gewässerubiquisten zusammen.

4.1.3 Interannueller Vergleich

In der nachfolgenden Tabelle sind qualitativ-quantitative Kenngrößen zusammengestellt, die einen kurzen Vergleich zwischen den Untersuchungen 2010, 2012, 2013 und der aktuellen Erhebung ermöglichen.

4.2 Bewertung des Status quo

Für die Berechnung ¹ der ökologischen Zustandsklasse (analog ÖZK) des OWKs (hier: Teilaspekt „Oligohalinikum“) wird ein Gesamtkollektiv eco-indizierter Arten aus $K = 8$ Datenkollektiven ($n = 48$ Stichproben) in eine Rechenmatrix eingelesen. Das Faunenspektrum der 21 eco-Arten und die quantitative Komponente ist in Tab. 1 zusammengestellt.

Mit einem **AeTI = 2,39** (EQR = 0,6525) verkörpert die benthische Wirbellosenfauna für den Teil-OWK Elbe Übergangsgewässer/Oligohalinikum einen **mäßigen** ökologischen Zustand, analog **ÖZK 3** (Klassengrenzen von $> 1,8$ bis $\leq 2,8$). Der ermittelte AeTI ist formal zutreffend, da die Gültigkeitskriterien erfüllt sind. Bei vier besetzten Klassen muss die Sollzahl der Indikatorarten ≥ 16 Spezies sein. Mit Ist = 21 Indikatorarten wird das Kriterium übertroffen. Die berechnete Standardabweichung liegt mit $s = \pm 0,24$ innerhalb der Toleranzgrenze ($\pm s < 0,3$). Die dritte Voraussetzung ist ebenfalls erfüllt: Die mittlere Individuendichte der Indikatorarten gegenüber den nicht indizierten Taxa überschreitet die 50%-Marke (vgl. Tab. 1).

In Abbildung 4 ist die Verteilung der Indikatorarten über die ökologischen Zustandsklassen aufgeführt. Die Streuung der 21 eco-Arten (= **rote** Balken) über vier belegte ÖZ-Klassen weist die höchsten Werte für die Klassen 5 und 3 auf; der Wert für Klasse 4 rangiert dazwischen. Gewässerubiquisten und euryöke Arten sind mit insgesamt dreizehn Arten in der Überzahl (Indikatoren mit eco-Werten von 1,0 bis 2,0). Die typspezifischen Ästuar- und hypopotamalen Flussarten sind dagegen mit zwei Spezies (ÖZK 1 & 2) eindeutig im Defizit. Die sechs mittelständigen Zeigerarten mit einer Indikation für eine mäßige Einstufung mit eco-Werten von 3,2 bis 3,5 sind weder typspezifisch, noch unspezifisch.

Unter Berücksichtigung der Individuendominanz (= **blaue** Balken) verschieben sich die Verhältnisse: 62% der Gesamtabundanz findet sich in der Klasse 2, allerdings ist dies ausschließlich auf die bereits zitierte Leitart *Propappus volki* (Abundanzwert im Mittel 2×10^4 Ind./m²) zurückzuführen.

Lediglich 8% der Gesamtabundanz stellen die intermediären eco-Arten. Dem steht mit 19% die Bestandsquote der Ubiquisten, Opportunisten und Generalisten gegenüber. Die Hierarchie orientiert sich also, abgesehen von der Fahrrinne, eindeutig an den Gewässerubiquisten.

In der Berechnung des AeTI schlägt sich die Gewichtung der Anzahl „guter bis sehr guter“ eco-Arten (mit Indikationsgewichten G_i von 8 und 16) im Ergebnis stärker nieder, als die der nicht ästuartypischen Organismen (G_i 1, 2 & 4) mit individuenstarken Populationen. Dies ergibt sich aus der Konvertierung der absoluten Abundanzen in Schätzwerte $A_{i,k}$ gemäß Fibonacci-Rangfolge. Aufgrund der Dämpfung der Arten-/Individuendominanz von Ubiquisten erfolgt eine Einstufung in ÖZ-Klasse III.

¹ Rechnerisch wird der Ästuar-Typie-Index (= AeTI) aus dem Gesamtkollektiv ($K = 8$) ermittelt, wobei eine Wichtung sowohl über den eco-Wert und die Güte-Indikation einer Zeigerart, als auch über die Abundanzsumme einer Art/Population erfolgt. In die Kalkulation des AeTIs gehen statt der absoluten Individuenzahlen [Ind./m²] transformierte Abundanzklassen A_i (syn. Schätzhäufigkeit) ein. Statt einer linearen Abstufung wird der Fibonacci-Folge der Vorzug gegeben, da sie Naturabläufen entspricht:

Fibo-Folge: 0, 1, 2, 3, 5, 8, 13 & 21.

Die Berechnung der Größen Mittlere Artenzahl (= MAZ) und α -Diversität (n. FISHER) (= ADF) basiert dagegen auf den absoluten Abundanzen [Ind./m²].

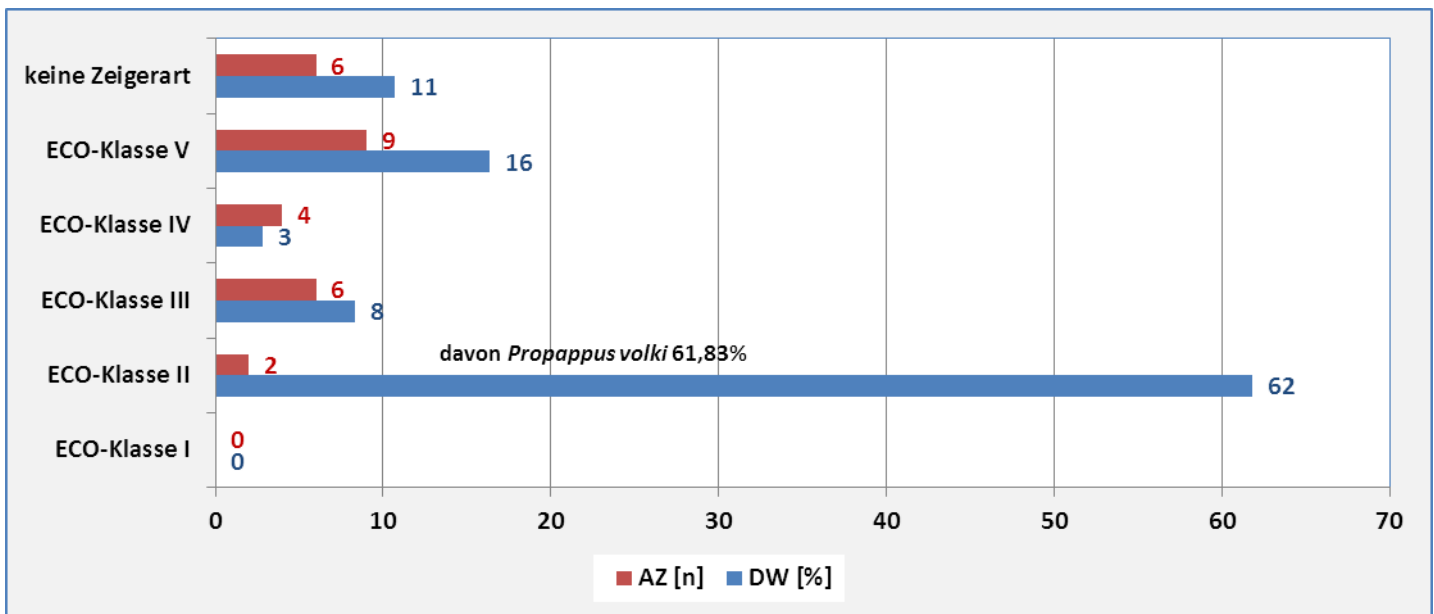


Abb. 4: Anzahl der eco-Arten (AZ) und deren Dominanzwerte [DW %] pro ökol. Zustandsklasse (ÖZK). OWK Elbe Übergangsgewässer (Oligohalinikum) mit insgesamt K = 8 (n = 48 Stichproben) (Schrägprofil Schwarztonnen-/Pagensand bis Kollmar; Juni 2014)

In der Gesamtbetrachtung ist der Einfluss euryöker Arten deutlich ausgeprägt: v.a. der bereits mehrfach zitierte Tubificidae *Limnodrilus hoffmeisteri*, die holoeryöken Polychäten *Marenzelleria* sp. sowie durch den Polypen *Cordylophora caspia* (Cnidaria).

Der hohe Dominanzwert der ECO-Klasse II ist allein das Ergebnis der individuenstarken *Propappus*-Population in der Fahrrinne.

Die Co-Parameter der **Biodiversität** MAZ & ADF sind formal noch unbefriedigend (s. MAZ-Grenzwert 9 und ADF-Grenzwert 5,0). Insgesamt ergibt sich aufgrund des Kernparameters AeTI mit 2,39 jedoch eine mäßige Einstufung. Die Co-Parameter weisen aber tendenziell auf eine unbefriedigenden ökol. Zustandsklasse hin.

Die **MAZ** weicht mit $S_c = 8,4$ eco-Arten von der mäßigen Bewertung des Kernparameters AeTI ab. In ihrer qualitativen Zusammensetzung ist die benthische Biozönose im Teil-OWK Oligohalinikum bzw. FG-Typ T1 wenig divers strukturiert (analog ÖZK 4) (vgl. Eingangstextpassage in Kap. 4.1.1).

Die **ADF** weist mit $\alpha = 4,15$ für den Teil-OWK Oligohalinikum und den Fließgewässertyp T 1 ebenfalls, entsprechend der MAZ, einen unbefriedigenden ökologischen Zustand aus (ÖZK 4).

Die Biodiversität kennzeichnet die ökologische Zustandsklasse für das Teilgebiet OWK (Oligohalinikum) mit **unbefriedigend**. Der AeTI verweist auf eine durchschnittlich ausgestattete, **mäßig** strukturierte benthische Wirbellosenzönose hin.

In der Einzelbetrachtung von Fahrrinne und Eulitoral, ist der AeTI formal **ungültig**. Im Sublitoral der Fahrrinne aufgrund der zu geringen Artenzahl (Ist < Soll) und der StAbw (> 0,3); im Eulitoral wegen des zu geringen Anteils der eco-indizierten Arten (29%).

In Ergänzung zu der vorstehenden Bewertung, kann unter Gewichtung der einzelnen Bausteine AeTI und Biodiversität (KRIEG 2011a, 2013) auch eine rechnerische Gesamtbewertung als gewichtetes Mittel ($AeTV_Q$) und übertragen als EQR_{Gesamt} erfolgen:

$$AeTV_Q = [(AeTI * 50\%) + (MAZ\text{-Index} * 30\%) + (ADF\text{-Index} * 20\%)]/100\%$$

Für die jeweiligen fünf Klassen der Rechengrößen MAZ und ADF werden die Klassenbreiten den analogen Breiten des AeTI gegenübergestellt und daraus die zutreffenden Indizes aus der Funktion $y = (f) x$ ermittelt. Dazu nachfolgendes Beispiel (s. Abb. 5) für MAZ und ADF für den FG-Typ T1 und entsprechend ÖZK 4.

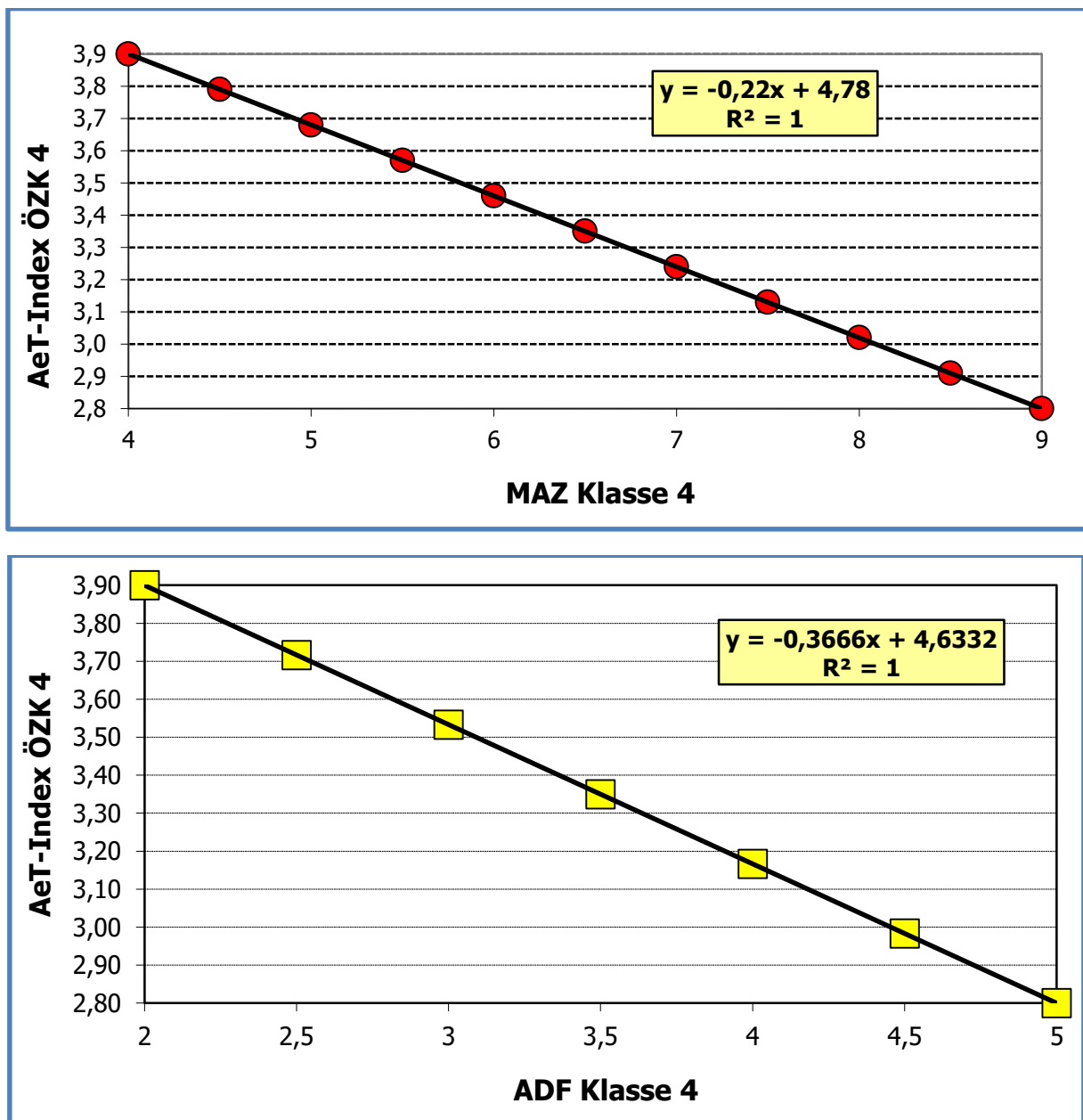


Abb. 5 a und b: Ableitung des AeTV-Index für FG-Typ T1 aus den MAZ- (links) und ADF-Rechenwerten (rechts)

Werden der AeTI und die modifizierten MAZ- und ADF-Werte in die Gesamtberechnung $AeTV_Q$ einbezogen, so errechnet sich aus obiger Gleichung der EQR als gewichtetes Gesamtmittel für den Teil-ÖWK bzw. den Untersuchungsabschnitt „Oligohalinikum“.

$$\text{TOWK T1 Berechnung } \text{AeTV}_Q = [(2,39 \cdot 50) + (2,93 \cdot 30) + (3,11 \cdot 20)] / 100 = 2,70$$

Aus dem „mittleren“ AeTI lässt sich nach Tab.A.4 ein $\text{EQR}_{\text{Gesamt}}$ von 0,5725 ermitteln

$\text{EQR}_{\text{GESAMT}} = 0,5725$ oder **ÖZK 3**, analog **mäßiger** Zustand

Insgesamt ergibt AeTV_Q bzw. $\text{EQR}_{\text{Gesamt}}$ also rechnerische ebenfalls eine **mäßige** Einstufung. Die Co-Parameter der Biodiversität geben jedoch Hinweise auf die Tendenz hin zu einer unbefriedigenden ökol. Zustandsklasse.

Tab. 2: Vergleich „Teil-OWK Elbe Übergangsgewässer (ÜGW) - Oligohalinikum“ (FG-Typ T1 bei Schwarztonnen- / Pagensand/Kollmar) vs. Sublitoral und Eulitoral (Juni 2014)

Legende: Sublitoral = Wasserkörper unterhalb MTNw; Eulitoral = Watt („Gezeitenzone“)

AeTI = Ästuar-Typie-Index; StAbw = Standardabweichung; **MAZ** = Mittlere Artenzahl; **ADF** = alpha-Diversität.; **AeTV_Q** = gewichtetes Mittel aus AeTI, MAZ & ADF; **EQR** = Ecological Quality Ratio; **ÖZK** = ökol. Zustandsklasse; **eco_Ind./m²** = Individuenzahl Indikatoren/m²; **gesamt_Ind./m²** = Sum. indizierte & nicht indizierte Individuen; **eco_Soll-AZ** = Mindestanzahl der eco-Arten; **eco_Ist-AZ** = Anzahl eco-Arten im Ist-Zustand; **AV** = Abundanzverhältnis eco-Arten vs. aller Taxa; n.a. = nicht ausgewertet.

Tideelbe Parameter	OWK Elbe ÜGW (T1) ($\Sigma K = 8; \Sigma n = 48$)	Sublitoral (K = 4 ; n = 24)*	Eulitoral (K = 4 ; n = 24)*
AeTI	2,39	(1,95)	(2,80)
± StAbw	0,24	0,301	0,23
EQR	0,6525	0,7625	0,5500
eco-AZ _{SOLL}	16	16	16
eco-AZ _{IST}	21	13	20
Taxa _s	27	16	25
eco_Ind.	244.446	191.623	52.823
Gesamt_Ind.	419.830	236.181	183.644
AV (%)	58	81	29
AeTI gültig	ja	nein (s > 0,3; IST _{eco} AZ < 16)	nein (AV% << 50)
WRRL konform	nein (Teilaspekt, nicht OWK)		
MAZ	8,4	5,0	11,8

ADF	4,15	(2,18)	(3,62)
E [%]	52,8 (einheitliche Biozönose)	n.a.	n.a.
AeTV_Q	2,70	n.a.	n.a.
EQR_{GESAMT}	0,5725	n.a.	n.a.
ÖZK	3	(3) *	(3) *
	mäßig	(mäßig)	(mäßig)

* = Rahmenbedingungen nicht erfüllt, i.d.S. Schätzwert/Tendenz

Für die jeweilige Berechnung der ÖZK der Ökotope Sublitoral und Eulitoral wurde ein Teilkollektiv eco-indizierter Arten aus $K = 4$ Datensätzen ($n = 24$ Stichproben) in eine Rechenmatrix eingelesen (s. Tab. 2). Das Faunenspektrum ist in Tab. 1 quantitativ aufgelistet.

Der Co-Metrik ADF wurde zwar berechnet, wird in der vergleichenden Analyse aber nicht weiter betrachtet. Im Gegensatz zum AeTI und der MAZ, die mittelwertbezogen sind, gehen in die α -Diversität die Gesamttaxazahl S und die Abundanzsumme N aller Individuen ein. Ein „Mehr“ an Stichproben führt zwangsläufig zu einer ansteigenden Abundanzsumme N , deutlicher noch als der Anstieg des Kennwerts S (vgl. Zählgrößen $\langle \text{eco_Ind.} \rangle$ und $\langle \text{gesamt_Ind.} \rangle$ in Tab. 2). Insofern ist die ADF streng abhängig von der Stichprobenanzahl bzw. erfordert einen stets gleichen Probenumfang n (vgl. Kap. 4.1.1: 2. Absatz).

Dem AeTI und der MAZ liegt jeweils ein (gewichteter) Mittelwert zugrunde, so dass die Anzahl der Stichproben auch unterschiedlich sein kann. Allerdings sollten die Differenzen nicht zu groß sein; anzustreben ist die gleiche Stichprobenanzahl. Eine Grundforderung des AeTVs sind ohnehin acht (± 1) gleich besetzte Probestellen/Stationen je OWK (KRIEG 2006 ff.; vgl. auch KÖNIG 2003, SCHÖLL et al. 2005). Auf die Metrcübergreifende Bewertung des Sub- bzw. Eulitorals als AeTV_Q bzw. EQR_{GESAMT} wurde aufgrund dieser und o.g. Einschränkungen verzichtet.

Wird die BWF des Sublitorals in die Rechenmatrix eingelesen ($K = 4$), ergibt sich für die benthischen Fahrrinnenbesiedlung ein AeTI von 1,95, analog dem „mäßigen“ Zustand. Das Watt ($K = 4$) schneidet gegenüber der Fahrrinnen- wie Gesamtbewertung mit AeTI = 2,8 schlechter ab und liegt nur knapp über dem Grenzwert zu „unbefriedigend“ ($< 2,8001$). Der vergleichsweise gute Indexwert für die Fahrrinne ist das Ergebnis der individuenstarken Propappus-Population - trotz Konvertierung in A_{FIBO} -Ziffern. Die doppelte Wichtung schlägt hier zu Buche (eco-Wert und Gewichtung).

Die Werte der MAZ variieren zwischen dem Gesamtkollektiv und den beiden reduzierten Datensätzen Sub- und Eulitoral. Mit $S_c = 5,0$ liegt die Artenstruktur der Fahrrinne unter dem Gesamtwert und deutlich unter der des Watts mit $S_c = 11,8$. Die Min- und Max-Werte schwankten zwischen wenigen drei und vierzehn Arten. Die i.d.R. niedrige Artenzahl ist einerseits kennzeichnend für die extreme Dynamik in der Fahrrinne, andererseits symptomatisch für eine Seeschiffahrtsstraße. Die Unterhaltungsbaggerei ist dabei ein wesentlicher Störfaktor, der sich zwangsläufig auf den Bestand und die Artenstruktur der benthischen Wirbellosenzönose negativ auswirkt (KRIEG 2011a, 2012, 2013).

5 Zusammenfassung

Der vorliegende Bericht stellt den Status quo der Untersuchung im Juni 2014 und die Bewertung derselben für die Qualitätskomponente benthische Wirbellosenfauna gemäß Ästuartypieverfahren im Oligohalinikum der Tideelbe zwischen km 663 und 666,5 vor.

Für die hydrobiologische Bestandserhebung wurden acht Probestellen auf einem Schrägprofil zwischen Schwarztonnensand über Pagensand bis Kollmar am 10.06.2014 beprobt: Pro Station sechs Parallelen, insgesamt 48 Stichproben.

Zielvorgabe war die Dokumentation des Ist-Zustands der benthischen Wirbellosenfauna zum Zwecke der biologischen Beweissicherung für die aktuell geplante Fahrrinnenanpassung der Unterelbe an die Containerschifffahrt, insbesondere unter Berücksichtigung der dominanten Fauneneinheiten Annelida (Oligochaeta & Polychaeta) und Chironomidae (Diptera).

Insgesamt wurden im Untersuchungsraum Schwarztonnen-/Pagensand/Kollmar 21 Arten und sechs nicht indizierte Großtaxa in den Weichsubstraten des Eulitorals und Sublitorals (Fahrrinne) nachgewiesen. Daraus errechnete sich eine mittlere Artenzahl von 8,4, die wie die ADF mit 4,15 formal noch **unbefriedigend** (s. MAZ-Grenzwert 9 und ADF-Grenzwert 5,0) ist. Insgesamt ergibt EQR bzw. AeTV_Q jedoch aufgrund der höheren Gewichtung des Kernparameters AeTI eine **mäßige** Einstufung. Die Co-Parameter weisen allerdings auf die Tendenz zu einer unbefriedigenden ökol. Zustandsklasse hin.

Die benthische Biozönose der Wirbellosenfauna im Oligohalinikum des FGW-Typs T 1 ist damit noch durchschnittlich ausgestattet; allerdings eher artenarm und wenig divers strukturiert.

In der Hierarchie markierten die Oligochäten mit fast 90% Bestandsquote die absolute Spitze. Insbesondere die Leitart der Fahrrinne *Propappus volki* mit 62% (Propappidae) gefolgt von Tubificiden. *Limnodrilus hoffmeisteri*, die Schwesterarten *Limnodrilus profundicola*, *Limnodrilus claparedeanus*, *Potamothrix moldaviensis* und *Potamothrix hammoniensis* bilden die subdominante Assoziation: Der Dominanzwert dieses Kollektivs entspricht 23,6% des Gesamtbestandes. Alle anderen Fauneneinheiten treten dahinter weit zurück und sind mit Dominanzwerten unter 3% rezedent.

Darüber hinaus waren kaum Attribute sensitiven Spezialistentums mit ästuar- und flusstypischer Indikation zu erkennen.

Kennzeichnende Merkmale der präsenten benthischen Wirbellosenzönose sind einerseits r-Strategie und Opportunismus, andererseits Gewässerubiquisten und Neozoen. Die meisten Oligochäten sind generelle r-Strategen mit opportunistischer Ausprägung, was ebenso auf die Populationen der weiteren Fauneneinheiten zutrifft, v.a. Polychäten, Chironomiden, Amphipoden. Derartige Populationen unterliegen naturgemäß starken Bestandsschwankungen und Fluktuationen. Für r-Strategen und/oder Opportunisten sind katastrophale Mortalitäten genauso typisch wie eine rasante (explosionsartige) Reproduktion.

Die WRRL-Qualitätskomponente benthische Wirbellosenfauna wird mit dem **Ästuartypieverfahren** nach KRIEG (2005, 2006, 2007, 2008a, 2011a, 2013) bewertet. Die Methodik beruht auf einem multimetrischen Ansatz: Dem Kernparameter Ästuartypieindex (= AeTI) und den zwei Co-Parametern zur Biodiversität, der Mittleren Artenzahl (MAZ) und der α -Diversität (ADF). Detailbeschreibungen sind den o.g. Literaturzitatzen zu entnehmen.

Die Bewertung des Oligohalinikums bzw. Teil-OWK erfolgte einerseits als expert judgement auf Basis des AeTIs und unter Hinzuziehung der Co-Metrics. Andererseits resultierte die Einstufung aus der gewichteten Verrechnung der drei Module AeTI, MAZ und ADF, dargestellt als EQR_{GESAMT}.

Tab. 3: Bewertung „Teil-OWK Elbe Übergangsgewässer - Oligohalinikum“ (FG-Typ T1 bei Schwarztonnen-/Pagensand/Kollmar) (10.Juni 2014).

Legende s. Tab. 2

Tideelbe Parameter	Teil-OWK Elbe Übergangsgewässer Oligohalinikum (K = 8; n = 48)
AeTI	2,39
± StAbw	0,24
EQR	0,6525
eco_Soll-AZ	16
eco_Ist-AZ	21
AV (%)	58
AeTI gültig	ja
MAZ	8,4
ADF	4,15
AeTV_q	2,70
EQR_{GESAMT}	0,5725
ÖZK	3
	mäßig
Homogenität E (%) Probenkollektiv	52,8

Letztendlich kommt die Berechnung auf Grundlage der drei gewichteten Parameter auf

$$\text{EQR}_{\text{GESAMT}} = 0,5725 \text{ oder } \text{ÖZK } 3, \text{ analog } \text{mäßig} \text{er Zustand.}$$

Gültig für Teil-OWK Oligohalinikum bzw. Untersuchungsabschnitt Schwarztonnensand – Pagensand – Kollmar (Juni 2014).

Die Ökotope Eulitoral und Sublitoral wurde ebenfalls auf Basis ihrer wirbellosen Benthoszönose eingestuft. Die Bewertung ist jedoch nur mit Einschränkungen möglich. Der vergleichsweise gute Indexwert für die Fahrrinne ist auf das Ergebnis der individuenstarken *Propappus*-Population - trotz Konvertierung in A_{FIBO} -Ziffern- zurückzuführen. Die Anzahl der eco-indizierten Arten ist allerdings zu gering. Das Eulitoral weist zwar mehr Indikatorarten auf, ihr Anteil an der Gesamtabundanz liegt aber unter dem Grenzwert von 50%.

$$\text{AeTI}_{\text{WATT}} = 2,80 \text{ vs. } \text{AeTI}_{\text{FAHRRINNE}} = 1,95$$

sowie

$$\text{MAZ}_{\text{WATT}} = 11,8 \text{ vs. } \text{MAZ}_{\text{FAHRRINNE}} = 5,0$$

Nach expert judgement sind beide Ökotope als „mäßig-unbefriedigend“ einzustufen, analog ÖZK 3-4.

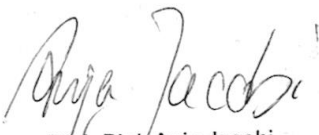
Fazit: Der im Oligohalinikum der Tideelbe liegende Untersuchungsabschnitt Schwarztonnensand – Pagensand – Kollmar stellte sich im Juni 2014 als „mäßig“ degradiert dar (Basis QK benthische Wirbellosenfauna). Bezüglich der Ökotope Eulitoral (Watt) und tiefes Sublitoral (Fahrrinne) zeigt sich eine erkennbar stärkere Degradation. Die Tendenz weist deutlich in Richtung „unbefriedigend“.

6 Literatur

- EG-WASSERRAHMENRICHTLINIE (2001): Richtlinie 2000/60/EG des europäischen Parlaments des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik.- Abl. L 327 vom 22.12.2000, geändert durch Entscheidung Nr. 2455/2001/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 20. November 2001 - Abl. L 331 vom 15.12.2001.
- FISHER, R. A., CORBET, A. S. & C. B. WILLIAMS (1943): The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. – J. Anim. Ecol. 12, 42-58.
- GIERE, O. & O. PFANNKUCHE (1982): Biology and ecology of marine oligochaeta. A review. – Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. 20, 173-308.
- HAGGE, A., F. EGGERS, H.-J. KRIEG, H.-J. SCHUBERT & G. STILLER (2003): Untersuchungen zur EU-Wasserrahmenrichtlinie an ausgewählten Flussunterläufen (Hypopotamal) und Speicherbecken der Marschen von Schleswig-Holstein. Bd. 1 - 8. – Unveröff. Gutachten i. A. LANU SH Kiel-Flintbek.
- HELCOM (1998): Marine monitoring in the combine programme of HELCOM. Annex C-8: Soft Bottom Macrozoobenthos.
- ICES (INT. COUNC. EXPLOR. SEA) (1999): Soft bottom macrofauna collection, treatment and quality assurance of samples. – ICES Techniques in Marine Environmental Sciences, No. 27.
- KÖNIG, B. (2003): Prüfung von Makrozoobenthosproben auf Einheitlichkeit der Besiedlung – ein einfaches mathematisches Homogenitätskriterium. – Hydrologie und Wasserwirtschaft 47, Heft 2, 67-70.
- KRIEG, H.-J. (1996): Investigation on the occurrence and distribution of benthic fauna along a transect in the transition zone between fresh and brackish water on both sides of Lühesand at km 648,5 in the Lower Elbe. – Arch. Hydrobiol./Suppl. 110 (2/3), Unters. Elbeästuar 7, 283-309.
- KRIEG, H.-J. (2005): Die Entwicklung eines modifizierten Potamon-Typie-Index (Qualitätskomponente benthische Wirbellosenfauna) zur Bewertung des ökologischen Potentials der Tideelbe von Geesthacht bis zur Seegrenze. F+E-Vorhaben i. A. der ARGE ELBE, Wassergütestelle Elbe, Hamburg. – Krieg, Beratender Biologe - HUUG Tangstedt: 38 S.
- KRIEG, H.-J. (2006): Prüfung des erweiterten Aestuar-Typie-Indexes (AeTI) in der Tideelbe als geeignete Methode für die Bewertung der Qualitätskomponente benthische Wirbellosenfauna gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie im Rahmen eines vorläufigen Überwachungskonzeptes (Biomonitoring). Praxistest AETI anhand aktueller Daten der wirbellosen Bodenfauna (Zoobenthos) im Untersuchungsraum Tideelbe (2005) und Konzept zur Probenahmestrategie sowie Design und Probenauf- und Bearbeitung. Gutachten (veröff.) i. A. ARGE ELBE – Sonderaufgabenbereich Tideelbe, FH Hamburg/BSU/WGEIbe. – Krieg, Beratender Biologe, HUUG Tangstedt, 48 S.
- KRIEG, H.-J. (2007): Vorgezogene, überblicksweise Überwachung der Tideelbe – Durchführung der Untersuchung und Bewertung der Oberflächenwasserkörper des Tideelbestroms (QK benthische wirbellose Fauna) in 2006. – Gutachten (veröff.) i. A. ARGE ELBE – Sonderaufgabenbereich Tideelbe, FH Hamburg/BSU/WGEIbe. – Krieg, Beratender Biologe - HUUG Tangstedt: 41 S.
- KRIEG, H.-J. (2008a): Überblicksweise Überwachung der Tideelbe 2007 – Biomonitoring und Bewertung der Oberflächenwasserkörper des Tideelbestroms (QK benthische wirbellose Fauna). Veröff. Gutachten i. A. ARGE ELBE – Sonderaufgabenbereich Tideelbe, FH Hamburg/BSU/WGEIbe. – Krieg, Beratender Biologe - HUUG Tangstedt: 47 S.
- KRIEG, H.-J. (2008b): Prüfung des Ästuartypieverfahrens als potentiell geeignete Methode für die Bewertung der QK benthische wirbellose Fauna gemäß EG-WRRL für das Emsästuar (2007). Praxistest i. A. NLWKN Oldenburg (Unveröff.). - Krieg, Beratender Biologe - HUUG Tangstedt, 31 S.
- KRIEG, H.-J. (2008c): Prüfung des Ästuartypieverfahrens (AeTV) als geeignete Methode für die Bewertung der Qualitätskomponente benthische wirbellose Fauna gemäß EG-WRRL für das Weserästuar (2007). Unveröff. Gutachten i. A. NLWKN Betriebsstelle Oldenburg/Brake. – Krieg – Beratender Biologe, HUUG Tangstedt, 33 S.
- KRIEG, H.-J. (2010): Untersuchung der wirbellosen Bodenfauna im Rahmen des IKSE-Messprogramms 2009 und Bewertung der OWK Elbe (Ost) und OWK Hafen (Tideelbe). Veröff. Gutachten i. A. IKSE & FH Hamburg/BSU/Wassergütestelle Elbe. - Krieg, Beratender Biologe, HUUG Tangstedt, 20 S.
- KRIEG, H.-J. (2011a): Überblicksweise Überwachung der Tideelbe anhand der QK benthische wirbellose Fauna. Durchführung der Untersuchung und Bewertung der Oberflächenwasserkörper des Tideelbestroms in 2010. Veröff. Gutachten i. A. ARGE ELBE – Sonderaufgabenbereich Tideelbe, FH Hamburg/BSU/WGEIbe. – Krieg, Beratender Biologe - HUUG Tangstedt: 41 S.
- KRIEG, H.-J. (2011b): Überblicksweise Überwachung des Weserästuars anhand der QK benthische wirbellose Fauna. Durchführung der Untersuchung und Bewertung der Oberflächenwasserkörper mit dem Ästuartypieverfahren in

2011. Veröff. Gutachten i. A. NLWKN Betriebsstelle Oldenburg/Brake, Dienstgebäude Norderney. – Krieg – Beratender Biologe, HUuG Tangstedt, 33 S.
- KRIEG, H.-J. (2011c): Überblicksweise Überwachung des Emsästuars anhand der QK benthische wirbellose Fauna. Durchführung der Untersuchung und Bewertung der Oberflächenwasserkörper mit dem Ästuartypieverfahren in 2011. Veröff. Gutachten i. A. NLWKN Betriebsstelle Oldenburg/Brake, Dienstgebäude Norderney. – Krieg – Beratender Biologe, HUuG Tangstedt, 32 S.
- KRIEG, H.-J. (2012): Untersuchungen zum Vorkommen und der Indikation der Fauna Oligochaeta (Annelida: Clitellata) in den Sedimenten des Elbeästuars. – In: IKSE (INTERNATIONALE KOMMISSION ZUM SCHUTZ DER ELBE) (Hrsg.): Die Elbe und ihre Sedimente. Magdeburger Gewässerschutzseminar 10. und 11. Oktober 2012 in Hamburg. – Sekretariat IKSE, 67-71.
- KRIEG, H.-J. (2013): Die Untersuchung der Qualitätskomponente benthische Wirbellosenfauna gem. WRRL und Koordinierten Elbemessprogramm 2012 (KEMP 2012) in den Oberflächenwasserkörpern (OWK) der Tideelbe. Veröff. Gutacht. i.A. FH Hamburg/BSU/AfU/Wasserwirtschaft. – Krieg, Beratender Biologe, HUuG Tangstedt, 30 S.
- KÜHL, H. (1972): Hydrographie and biology of the Elbe Estuary. – In: BARNES, H. (Ed.). –Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. 10: 225-309.
- LUCHT, F. (1953): Hydrographische Untersuchungen in der Brackwasserzone der Elbe. – Dt. Hydr. Z. 6: 18-33.
- LUCHT, F. (1964): Hydrographie des Elbe-Aestuars. – Arch. Hydrobiol. Suppl. Elbe-Aestuar 29 (1/2): 1-96.
- MEIER, C., HERING, D., HAASE, P., SUNDERMANN, A. & BÖHMER, J. (2005): Die Bewertung von Fließgewässern mit dem Makrozoobenthos. - In: FELD, C. K., RÖDIGER, S., SOMMERHÄUSER, M. & FRIEDRICH, G. (Hrsg.): Typologie, Bewertung, Management von Oberflächengewässern. – Limnol. aktuell, 11: 76-90.
- MEIER, C., HAASE, P., ROLAUFFS, K., SCHINDEHÜTTE, K.; SCHÖLL, F., SUNDERMANN, A. & HERING, D., (2006): Methodisches Handbuch Fließgewässerbewertung. Stand Mai 2006. – www.fliessgewaesserbewertung.de
- NEHRING, S. & LEUCHS, H. (2000): Neozoen im Makrozoobenthos der Brackgewässer an der deutschen Nordseeküste.- Lauterbornia 39: 73-116
- PFANNKUCHE, O. (1977): Ökologische und systematische Untersuchungen an naidomorphen Oligochaeten brackiger und limnischer Biotope. – Diss. FB Biologie Univ. Hamburg, 138 S.
- ROHDE, H. (1971): Eine Studie über die Entwicklung der Elbe als Schifffahrtstraße. – Mitt. Franzius-Inst. Grund- u. Wasserbau, TU Hannover, 36, 17-241.
- RUMOHR, H. (1990): Soft bottom macrofauna. Collection and treatment of samples. – Int. Counc. Explor. Sea, Copenhagen, 3-18.
- SCHÖLL, F., A. HAYBACH & B. KÖNIG (2005): Das erweiterte Potamontypieverfahren zur ökologischen Bewertung von Bundeswasserstraßen (Fließgewässertypen 10 und 20: kies- und sandgeprägte Ströme, Qualitätskomponente Makrozoobenthos) nach Maßgabe der EU-Wasserrahmenrichtlinie. - Hydrologie und Wasserwirtschaft, 49, Heft 5, 234-247.
- UVU-MATERIALBAND VII (1997): UVU zur Anpassung der Fahrrinne der Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt. Tiere und Pflanzen - aquatische Lebensgemeinschaften. Unveröff. Gutachten i. A. der WSV Kiel, WSA Hamburg, Amt Strom- und Hafengebäude, Hamburg und Planungsgruppe Ökologie und Umwelt Nord, Hamburg. - Inst. Hydrobiol. Fisch.wiss. Univ. Hamburg und Krieg – Beratender Biologe, HUuG Tangstedt, 567 S.

Hamburg, den 13. November 2015


Dipl.-Biol. Anja Jacobi
Hydrobiologische Untersuchungen
Willi-Hill-Weg 23
22547 Hamburg
Tel.: 040-881 34 31
anjacobi@arcor.de

A n h a n g

Tabellen

- A. 1 QK BWF Daten Teil-OWK Elbe Übergangsgewässer - Oligohalinikum**
- A. 2 eco-Arten und Indizierung (Offene Artenliste)**
- A. 3 Formeln AeTI (incl. Gültigkeitskriterien) und MAZ sowie ADF**
- A. 4 Klassifikation AeTI, EQR, MAZ & ADF für norddeutsche Ästuarrien**
- A. 5 Protokoll Probenahme vom 10.06.2014**

Tab. A.1:
Benthische wirbellose Fauna – beide Fraktionen
Projekt: Profil STS - PGS - Koll
Summe beider Fraktionen (aus 4 STR & 2 VVG)
Probenahme vom 10.06.2014

Abundanzangabe: Ind./m ²			Watt			Sublitoral, tief				Watt
SediTyp			S	S/Si/FS	S	FS/MS	FS/MS/Kl	FS	FS/S	S
Spezies/Station	System	Nr. #	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Bathyporeia pilosa	Amphipoda	30	554	202	943	0	157	0	0	0
Gammarus tigrinus	Amphipoda	112	0	0	0	0	0	0	0	10
Pisidium amnicum	Bivalvia	245	157	25	15	0	0	0	0	0
Pisidium spp.	Bivalvia	250	40	192	40	0	0	0	0	0
Pisidium subtruncatum	Bivalvia	251	0	25	15	0	0	0	0	0
Cordylophora caspia	Cnidaria	64	0	0	20	1.140	0	40	0	0
Palaemon longirostris	Decapoda	219	0	0	0	0	0	0	5	0
Chironomus acutiventris/obtusidens	Diptera	50	0	5	0	0	0	0	5	0
Cryptochironomus obreptans/supplicans	Diptera	73	0	10	0	0	0	0	0	0
Amphichaeta leydigii	Oligochaeta	11	0	0	1.415	0	0	0	0	0
Limnodrilus claparedeanus	Oligochaeta	163	1.593	1.767	70	0	0	0	1.061	369
Limnodrilus hoffmeisteri	Oligochaeta	164	6.623	3.390	4.839	5	791	0	13.188	9.985
Limnodrilus profundicola	Oligochaeta	165	2.206	629	1.623	0	0	0	849	757
Limnodrilus udekemianus	Oligochaeta	166	90	1.073	210	0	0	0	510	0
Potamothrix hammoniensis	Oligochaeta	266	2.162	300	1.306	0	0	0	1.759	1.313
Potamothrix moldaviensis	Oligochaeta	268	1.163	547	1.800	0	0	157	3.647	677
Propappus volki	Oligochaeta	273	0	0	0	81.174	10.462	76.598	0	786
Psammoryctides barbatus	Oligochaeta	274	0	55	0	0	0	0	0	0
Vejdovskyella intermedia	Oligochaeta	331	3.301	0	0	0	0	0	0	0
Marenzelleria spp.	Polychaeta	175	40	207	95	0	0	0	45	10
Marenzelleria viridis agg.	Polychaeta	176	167	0	0	15	15	0	0	0
nicht indizierte (Arten)/Taxa										
Bathyporeia juv. indet.	Amphipoda	1.003	370	10	3.310	0	0	0	0	0
Gammarus juv. indet.	Amphipoda	1.019	167	0	25	162	0	0	0	70
Chironomidae (Larve) indet.	Diptera	1.004	177	5	10	0	0	0	0	0
Chironomidae (Puppe) indet.	Diptera	1.005	0	0	0	0	5	0	0	0
Tubificidae mit HB	Oligochaeta	1.033	11.345	5.579	9.200	3.615	948	0	3.301	2.058
Tubificidae ohne HB	Oligochaeta	1.034	29.443	17.673	43.115	4.269	2.363	1.100	28.961	8.100
Kokon (Oligochaeta)	Annelida	1.022	11.927	1.710	3.213	5	0	0	9.444	3.017
Nematoda indet.	Scolecida	1.026	16.662	6.445	4.087	11.632	477	0	0	157
Turbellaria indet.	Scolecida	1.035	806	1.420	1.729	5	1.258	1.180	50	0

Tab. A.2: Offene Liste - eco-Arten und Indizierung (Stand: Juli 2012) (Legende: s. Tabellenende)

Ordn. Nr. ##	BW-Faunenspektrum Ästuar Stand: Aktualisierung vom 02.07.2012		Einstufung	Özk	G20
	Spezies	System	eco-Wert		
1	Acroloxus lacustris	Gastropoda	1,0	5	maz
2	Aeolosoma hemprichi	Aphanoneura	1,0	5	miz
3	Aeolosoma litorale_B	Aphanoneura	3,8	3	miz
4	Aeolosoma litorale_lim	Aphanoneura	1,0	5	miz
5	Aeolosoma quaternarium	Aphanoneura	2,1	4	miz
6	Aeolosoma variegatum	Aphanoneura	2,1	4	miz
7	Aktedrilus monospermathecus_em	Oligochaeta	4,6	2	miz
8	Aktedrilus monospermathecus_lim	Oligochaeta	1,0	5	miz
9	Alboglossiphonia heteroclita	Hirudinea	2,1	4	maz
10	Alkmaria romijni	Polychaeta	5,0	1	maz
11	Amphichaeta leydigii	Oligochaeta	3,8	3	miz
12	Amphichaeta sannio_gB	Oligochaeta	5,0	1	miz
13	Amphichaeta sannio_lim	Oligochaeta	1,0	5	miz
14	Anabolia nervosa	Trichoptera	3,5	3	maz
15	Ancylus fluviatilis	Gastropoda	4,2	2	maz
16	Anisus vortex	Gastropoda	2,1	4	maz
17	Anodonta anatina	Bivalvia	3,5	3	maz
18	Anodonta cygnea	Bivalvia	4,1	3	maz
19	Arenicola marina	Polychaeta	4,1	3	maz
20	Asellus aquaticus	Isopoda	1,0	5	maz
21	Assiminea grayana	Gastropoda	1,0	5	maz
22	Atyaephyra desmaresti	Decapoda	1,0	5	maz
23	Aulodrilus pluriseta	Oligochaeta	2,5	4	miz
24	Baetis sp.	Ephemeroptera	2,0	5	maz
25	Balanus improvisus	Cirripedia	1,0	5	maz
26	Barnea candida (syn. Pholas candida)	Bivalvia	3,8	3	maz
27	Bathymorphus contortus	Gastropoda	2,1	4	maz
28	Bathyporeia elegans	Amphipoda	4,1	3	maz
29	Bathyporeia pelagica	Amphipoda	4,4	2	maz
30	Bathyporeia pilosa	Amphipoda	2,1	4	maz
31	Bathyporeia sarsi	Amphipoda	3,8	3	maz
32	Beraea pullata	Trichoptera	4,2	2	maz
33	Bithynia leachi	Gastropoda	2,3	4	maz
34	Bithynia tentaculata	Gastropoda	2,1	4	maz
35	Boccardiella (syn. Polydora) ligerica_gB	Polychaeta	5,0	1	maz
36	Boccardiella (syn. Polydora) ligerica_lim	Polychaeta	1,8	5	maz
37	Bougainvillia ramosa	Cnidaria	3,5	3	maz
38	Branchiura sowerbyi	Oligochaeta	1,0	5	miz
39	Bylgides (syn. Harmothoe, Antinoella) sarsi	Polychaeta	2,8	4	maz
40	Caenis horaria	Ephemeroptera	1,0	5	maz
41	Caenis luctuosa	Ephemeroptera	2,0	5	maz
42	Calopteryx splendens	Odonata	3,8	3	maz
43	Capitella capitata	Polychaeta	1,3	5	maz
44	Carcinus maenas	Decapoda	2,5	4	maz
45	Cerastoderma edule	Bivalvia	3,5	3	maz
46	Cerastoderma sp.	Bivalvia	2,5	4	maz
47	Chaetogaster diaphanus	Oligochaeta	2,0	5	miz
48	Chaetogaster diastrophus	Oligochaeta	2,0	5	miz
49	Chaetogaster setosus	Oligochaeta	2,8	4	miz
50	Chironomus acutiventris/obtusidens	Diptera	2,0	5	miz
51	Chironomus aprilius_B	Diptera	4,2	2	miz
52	Chironomus aprilius_lim	Diptera	1,0	5	miz
53	Chironomus plumosus Gr.	Diptera	2,3	4	miz
54	Chironomus salinarius_gB	Diptera	5,0	1	miz
55	Chironomus salinarius_lim	Diptera	1,0	5	miz
56	Chironomus sp.	Diptera	1,0	5	miz
57	Cladotanytarsus sp.	Diptera	1,0	5	miz
58	Clitello arenarius	Oligochaeta	3,8	3	miz
59	Cloeon dipterum	Ephemeroptera	1,0	5	maz
60	Coenagrion pulchellum	Odonata	3,2	3	maz
61	Conchapelopia melanops	Diptera	3,1	4	miz
62	Congeria leucophaeata (syn. C. cochleata)	Bivalvia	3,2	3	maz
63	Corbicula sp.	Bivalvia	1,0	5	maz
64	Cordylophora caspia	Cnidaria	2,1	4	maz
65	Corophium curvispinum	Amphipoda	1,0	5	maz
66	Corophium lacustre	Amphipoda	5,0	1	maz
67	Corophium multisetosum	Amphipoda	5,0	1	maz

Tab. A.2: Fortsetzung

##	Spezies	System	eco-Wert	ÖZK	GZO
68	Corophium volutator	Amphipoda	3,8	3	maz
69	Crangon crangon	Decapoda	3,5	3	maz
70	Cricotopus ornatus	Diptera	4,2	2	miz
71	Cricotopus sylvestris	Diptera	3,1	4	miz
72	Cricotopus triannulatus	Diptera	4,1	3	miz
73	Cryptochironomus obreptans/supplicans	Diptera	2,0	5	miz
74	Cryptochironomus rostratus	Diptera	2,5	4	miz
75	Cryptochironomus sp.	Diptera	1,5	5	miz
76	Cryptotendipes sp.	Diptera	2,0	5	miz
77	Cyathura carinata	Isopoda	5,0	1	maz
78	Dendrocoelum lacteum	Turbellaria	2,3	4	maz
79	Dero obtusa	Oligochaeta	2,0	5	miz
80	Diastylis rathkei	Cumacea	3,5	3	maz
81	Dicrotendipes nervosus	Diptera	2,0	5	miz
82	Dicrotendipes pallidicornis	Diptera	3,8	3	miz
83	Dicrotendipes sp.	Diptera	1,0	5	miz
84	Dikerogammarus villosus	Amphipoda	1,0	5	maz
85	Dreissena (rostriformis) bugensis	Bivalvia	1,0	5	maz
86	Dreissena polymorpha	Bivalvia	2,3	4	maz
87	Dugesia lugubris	Turbellaria	2,3	4	maz
88	Dugesia tigrina	Turbellaria	2,1	4	maz
89	Ecnomus tenellus	Trichoptera	3,5	3	maz
90	Einfeldia carbonaria	Diptera	2,0	5	miz
91	Eiseniella tetraedra	Oligochaeta	1,0	5	maz
92	Electra crustulenta	Bryozoa	3,8	3	maz
93	Elminius modestus	Cirripedia	1,0	5	maz
94	Elmis sp.	Coleoptera	3,1	4	maz
95	Enchytraeus albidus	Oligochaeta	1,0	5	miz
96	Enchytraeus buchholzi agg.	Oligochaeta	2,0	5	miz
97	Enchytraeus capitatus	Oligochaeta	2,3	4	miz
98	Endochironomus tendens	Diptera	1,8	5	miz
99	Ephemera lineata	Ephemeroptera	4,1	3	maz
100	Ephoron virgo	Ephemeroptera	4,2	2	maz
101	Ephydatia fluviatilis	Porifera	2,0	5	maz
102	Eriocheir sinensis	Decapoda	1,0	5	maz
103	Erpobdella octoculata	Hirudinea	1,0	5	maz
104	Eteone longa	Polychaeta	3,2	3	maz
105	Fabricia (syn. Tubularia) stellaris (syn. sabella)	Polychaeta	4,2	2	miz
106	Ferrisia wautieri	Gastropoda	2,1	4	maz
107	Frederiella sultana	Bryozoa	3,1	4	maz
108	Gammarus duebeni	Amphipoda	4,4	2	maz
109	Gammarus pulex	Amphipoda	3,5	3	maz
110	Gammarus roeseli	Amphipoda	3,8	3	maz
111	Gammarus salinus	Amphipoda	4,6	2	maz
112	Gammarus tigrinus	Amphipoda	1,0	5	maz
113	Gammarus zaddachi	Amphipoda	1,0	5	maz
114	Gastrosaccus spinifer	Mysidacea	3,5	3	maz
115	Glossiphonia complanata	Hirudinea	1,5	5	maz
116	Glyptotendipes barbipes	Diptera	3,5	3	miz
117	Glyptotendipes pallens Gr.	Diptera	2,0	5	miz
118	Gomphus flavipes	Odonata	4,4	2	maz
119	Gomphus vulgatissimus	Odonata	4,2	2	maz
120	Grania postclitellochaeta	Oligochaeta	4,2	2	miz
121	Gyraulus albus	Gastropoda	2,0	5	maz
122	Haliphus fluviatilis	Coleoptera	4,2	2	maz
123	Haliphus immaculatus	Coleoptera	1,0	5	maz
124	Halocladius variabilis	Diptera	5,0	1	miz
125	Halocladius varians	Diptera	5,0	1	miz
126	Harmothoe imbricata	Polychaeta	3,5	3	maz
127	Harnischia sp.	Diptera	2,1	4	miz
128	Haustorius arenarius	Amphipoda	4,6	2	maz
129	Helobdella stagnalis	Hirudinea	1,5	5	maz
130	Helophorus sp.	Coleoptera	1,0	5	maz
131	Heptagenia flava	Ephemeroptera	4,7	1	maz
132	Heptagenia sulphurea	Ephemeroptera	4,1	3	maz
133	Heterochaeta costata	Oligochaeta	3,2	3	miz
134	Heteromastus filiformis	Polychaeta	2,0	5	maz
135	Heterotanais oerstedii	Tanaidacea	5,0	1	maz
136	Hydra attenuata	Cnidaria	3,2	3	maz
137	Hydra oligactis	Cnidaria	2,8	4	maz
138	Hydrobia stagnalis	Gastropoda	2,1	4	maz
139	Hydrobia ulvae	Gastropoda	2,1	4	maz
140	Hydrobia stagnalis agg.	Gastropoda	2,1	4	maz

Tab. A.2: Fortsetzung

##	Spezies	System	eco-Wert	ÖZK	GZO
141	Hydropsyche angustipennis	Trichoptera	3,8	3	maz
142	Hydropsyche bulgaromanorum	Trichoptera	4,2	2	maz
143	Hydropsyche contubernalis	Trichoptera	4,2	2	maz
144	Hydroptila sp.	Trichoptera	3,2	3	maz
145	Hypania invalida	Polychaeta	1,0	5	maz
146	Idothea balthica	Isopoda	1,8	5	maz
147	Idothea chelipes (syn. I. viridis)	Isopoda	4,7	1	maz
148	Ilyodrilus templetoni	Oligochaeta	2,3	4	miz
149	Ischnura elegans	Odonata	3,5	3	maz
150	Isogenus nubecula	Plecoptera	5,0	1	maz
151	Jaera albifrons	Isopoda	2,8	4	maz
152	Jaera istri (syn. J. sarsi)	Isopoda	1,0	5	maz
153	Kloosia pusilla	Diptera	4,4	2	miz
154	Laccophilus hyalinus	Coleoptera	3,2	3	maz
155	Laccophilus minutus	Coleoptera	1,5	5	maz
156	Lagis (syn. Pectinaria) koreni	Polychaeta	2,8	4	maz
157	Laomedea calceolifera	Cnidaria	3,2	3	maz
158	Lepidonotus squamatus	Polychaeta	3,5	3	maz
159	Leptocheirus pilosus	Amphipoda	4,1	3	maz
160	Ligia oceanica	Isopoda	1,0	5	maz
161	Limnephilus affinis	Trichoptera	2,5	4	maz
162	Limnephilus flavicornis	Trichoptera	2,5	4	maz
163	Limnodrilus claparedeanus	Oligochaeta	3,2	3	miz
164	Limnodrilus hoffmeisteri	Oligochaeta	1,0	5	miz
165	Limnodrilus profundicola	Oligochaeta	3,5	3	miz
166	Limnodrilus udekemianus	Oligochaeta	3,2	3	miz
167	Limnophyes sp.	Diptera	2,0	5	miz
168	Lithoglyphus naticoides	Gastropoda	4,2	2	maz
169	Lumbricillus lineatus	Oligochaeta	3,1	4	miz
170	Lumbriculus variegatus	Oligochaeta	1,5	5	maz
171	Macoma balthica	Bivalvia	1,0	5	maz
172	Magelona mirabilis (syn. M. papillicornis)	Polychaeta	4,2	2	maz
173	Manayunkia aestuarina	Polychaeta	5,0	1	miz
174	Marenzelleria neglecta	Polychaeta	1,0	5	maz
175	Marenzelleria sp.	Polychaeta	1,0	5	miz
176	Marenzelleria viridis agg.	Polychaeta	1,0	5	maz
177	Marenzelleria wireni	Polychaeta	2,1	4	maz
178	Marionina argentea agg.	Oligochaeta	1,0	5	miz
179	Mesopodopsis slabberi	Mysidacea	3,8	3	maz
180	Microchironomus deribae_B	Diptera	4,4	2	miz
181	Microchironomus deribae_lim	Diptera	1,0	5	miz
182	Microphthalmus aberrans	Polychaeta	4,2	2	maz
183	Microphthalmus similis	Polychaeta	4,2	2	maz
184	Microtendipes pedellus Gr.	Diptera	1,0	5	miz
185	Monopylephorus rubroniveus	Oligochaeta	4,4	2	miz
186	Musculium lacustre	Bivalvia	2,3	4	maz
187	Mya arenaria	Bivalvia	3,2	3	maz
188	Mya truncata	Bivalvia	3,5	3	maz
189	Mysella bidentata	Bivalvia	2,1	4	maz
190	Mysis relicta	Mysidacea	3,2	3	maz
191	Mystacides longicornis	Trichoptera	3,5	3	maz
192	Mytilus edulis	Bivalvia	3,1	4	maz
193	Nais barbata	Oligochaeta	2,5	4	miz
194	Nais behningi	Oligochaeta	2,5	4	miz
195	Nais bretscheri	Oligochaeta	2,3	4	miz
196	Nais communis	Oligochaeta	2,1	4	miz
197	Nais communis agg.	Oligochaeta	2,1	4	miz
198	Nais elinguis	Oligochaeta	1,0	5	miz
199	Nais pardalis	Oligochaeta	2,1	4	miz
200	Nais pseudobtusa	Oligochaeta	2,1	4	miz
201	Nais variabilis	Oligochaeta	2,1	4	miz
202	Nanocladus bicolor	Diptera	2,1	4	miz
203	Neanthes virens	Polychaeta	2,1	4	maz
204	Neomysis integer	Mysidacea	2,0	5	maz
205	Nepa cinerea	Heteroptera	1,0	5	maz
206	Nephtys caeca	Polychaeta	3,2	3	maz
207	Nephtys cirrosa	Polychaeta	3,2	3	maz
208	Nephtys hombergii	Polychaeta	3,2	3	maz
209	Nereis (Eunereis) longissima	Polychaeta	4,1	3	maz
210	Nereis (Hediste) diversicolor	Polychaeta	1,3	5	maz
211	Nereis (Neanthes) succinea	Polychaeta	1,3	5	maz
212	Obelia longissima	Cnidaria	3,2	3	maz
213	Oecetis lacustris	Trichoptera	2,5	4	maz

Tab. A.2: Fortsetzung

##	Spezies	System	eco-Wert	ÖZK	GZO
214	<i>Ophelia rathkei</i>	Polychaeta	3,5	3	maz
215	<i>Ophidonais serpentina</i>	Oligochaeta	2,5	4	miz
216	<i>Orchestia cavimana</i>	Amphipoda	2,0	5	maz
217	<i>Orchestia gammarella</i>	Amphipoda	2,0	5	maz
218	<i>Orthocladius</i> sp.	Diptera	1,0	5	miz
219	<i>Palaemon longirostris</i>	Decapoda	3,2	3	maz
220	<i>Palaemon macrodactylus</i>	Decapoda	1,0	5	maz
221	<i>Palaemon squilla</i> (syn. <i>P. adspersus</i>)	Decapoda	3,8	3	maz
222	<i>Palaemonetes varians</i>	Decapoda	4,7	1	maz
223	<i>Palingenia longicauda</i>	Ephemeroptera	5,0	1	maz
224	<i>Paludicella articulata</i>	Bryozoa	4,2	2	maz
225	<i>Parachironomus mauricii</i>	Diptera	3,2	3	miz
226	<i>Paracladius conversus</i>	Diptera	2,1	4	miz
227	<i>Paramysis spiritus</i>	Mysidacea	2,3	4	maz
228	<i>Paranais frici</i>	Oligochaeta	3,8	3	miz
229	<i>Paranais litoralis</i> qB	Oligochaeta	4,2	2	miz
230	<i>Paranais litoralis</i> lim	Oligochaeta	1,0	5	miz
231	<i>Paraphaenocladius</i> sp.	Diptera	1,8	5	miz
232	<i>Paratanytarsus confusus</i>	Diptera	3,5	3	miz
233	<i>Paratanytarsus intricatus</i>	Diptera	3,8	3	miz
234	<i>Paratanytarsus</i> sp.	Diptera	3,1	4	miz
235	<i>Paratendipes albimanus</i>	Diptera	2,3	4	miz
236	<i>Paratendipes intermedius</i>	Diptera	4,1	3	miz
237	<i>Paratendipes</i> sp.	Diptera	3,5	3	miz
238	<i>Petricola</i> (syn. <i>Petricolaria</i>) <i>pholadiformis</i>	Bivalvia	1,0	5	maz
239	<i>Pholas dactylus</i>	Bivalvia	3,8	3	maz
240	<i>Phyllodoce</i> (<i>Anaitides</i>) <i>maculata</i>	Polychaeta	3,5	3	miz
241	<i>Phyllodoce</i> (<i>Anaitides</i>) <i>mucosa</i>	Polychaeta	3,8	3	miz
242	<i>Physa fontinalis</i>	Gastropoda	2,0	5	maz
243	<i>Physella acuta</i>	Gastropoda	1,0	5	maz
244	<i>Piscicola geometra</i>	Hirudinea	1,0	5	maz
245	<i>Pisidium amnicum</i>	Bivalvia	4,2	2	maz
246	<i>Pisidium casertanum</i>	Bivalvia	1,0	5	maz
247	<i>Pisidium henslowanum</i>	Bivalvia	3,8	3	maz
248	<i>Pisidium moitessierianum</i>	Bivalvia	3,8	3	maz
249	<i>Pisidium nitidum</i>	Bivalvia	3,5	3	maz
250	<i>Pisidium</i> sp.	Bivalvia	1,0	5	maz
251	<i>Pisidium subtruncatum</i>	Bivalvia	1,0	5	maz
252	<i>Pisidium supinum</i>	Bivalvia	4,2	2	maz
253	<i>Pisione remota</i>	Polychaeta	4,2	2	maz
254	<i>Planorbis planorbis</i>	Gastropoda	2,1	4	maz
255	<i>Plumatella emarginata</i>	Bryozoa	2,3	4	maz
256	<i>Plumatella fungosa</i>	Bryozoa	2,5	4	maz
257	<i>Plumatella repens</i>	Bryozoa	2,1	4	maz
258	<i>Polydora ciliata</i> -Komplex	Polychaeta	1,3	5	maz
259	<i>Polydora cornuta</i> -Komplex	Polychaeta	1,5	5	maz
260	<i>Polydora ligni</i> -Komplex	Polychaeta	2,5	4	maz
261	<i>Polypedilum bicrenatum</i>	Diptera	2,0	5	miz
262	<i>Polypedilum nubeculosum</i>	Diptera	1,8	5	miz
263	<i>Polypedilum scalaenum</i>	Diptera	2,3	4	miz
264	<i>Potamopyrgus antipodarum</i> (+ f. <i>carinata</i>)	Gastropoda	1,0	5	maz
265	<i>Potamothenix bavaricus</i>	Oligochaeta	3,2	3	miz
266	<i>Potamothenix hammoniensis</i>	Oligochaeta	3,2	3	miz
267	<i>Potamothenix heuscheri</i>	Oligochaeta	3,2	3	miz
268	<i>Potamothenix moldaviensis</i>	Oligochaeta	3,5	3	miz
269	<i>Potamothenix vejvodskyi</i>	Oligochaeta	3,2	3	miz
270	<i>Fraunus flexuosus</i>	Mysidacea	3,8	3	maz
271	<i>Pristinella rosea</i>	Oligochaeta	2,8	4	miz
272	<i>Procladius</i> sp. (<i>Holotanypus</i>)	Diptera	1,0	5	miz
273	<i>Propappus volki</i>	Oligochaeta	4,6	2	miz
274	<i>Psammoryctides barbatus</i>	Oligochaeta	3,2	3	miz
275	<i>Psectrocladius sordidellus/limbatellus</i>	Diptera	2,0	5	miz
276	<i>Psectrocladius ventricosus</i>	Diptera	4,1	3	miz
277	<i>Pseudanodonta complanata</i>	Bivalvia	5,0	1	maz
278	<i>Pygospio elegans</i>	Polychaeta	1,8	5	miz
279	<i>Quistadrilus multisetosus</i>	Oligochaeta	2,1	4	miz
280	<i>Radix auricularia</i>	Gastropoda	2,3	4	maz
281	<i>Radix balthica</i>	Gastropoda	1,0	5	maz
282	<i>Radix peregra</i>	Gastropoda	2,1	4	maz
283	<i>Retusa obtusa</i>	Gastropoda	3,2	3	maz
284	<i>Rheotanytarsus</i> sp.	Diptera	3,2	3	miz
285	<i>Rhithropanopeus harrissii</i>	Decapoda	1,0	5	maz
286	<i>Robackia demeijerei</i>	Diptera	4,2	2	miz

Tab. A.2: Fortsetzung

##	Spezies oder Genus	System	eco-Wert	ÖZK	GZO
287	Schistomysis kervillei	Mysidacea	3,8	3	maz
288	Scoloplos armiger	Polychaeta	1,5	5	maz
289	Serratella ignita	Ephemeroptera	3,5	3	maz
290	Sphaerium corneum	Bivalvia	2,3	4	maz
291	Sphaerium rivicola	Bivalvia	4,2	2	maz
292	Sphaerium solidum	Bivalvia	4,2	2	maz
293	Sphaeroma hookeri	Isopoda	5,0	1	maz
294	Sphaeroma rugicauda	Isopoda	5,0	1	maz
295	Spio filicornis (cf. sympitha - in Nordsee!)	Polychaeta	3,5	3	maz
296	Spirosperma ferox	Oligochaeta	2,1	4	miz
297	Spongilla lacustris	Porifera	1,8	5	maz
298	Stagnicola corvus	Gastropoda	1,5	5	maz
299	Stagnicola palustris	Gastropoda	1,5	5	maz
300	Streblospio dekhuyzeni (syn. S. shrubsolii)_gB	Polychaeta	5,0	1	maz
301	Streblospio dekhuyzeni (syn. S. shrubsolii)_lim	Polychaeta	1,0	5	maz
302	Stylaria lacustris	Oligochaeta	2,1	4	miz
303	Stylodrilus heringianus	Oligochaeta	4,1	3	maz
304	Taeniopteryx nebulosa	Plecoptera	4,4	2	maz
305	Talitrus saltator	Amphipoda	3,2	3	maz
306	Tanypus kraatzi	Diptera	2,5	4	miz
307	Tanypus punctipennis	Diptera	3,5	3	miz
308	Tanypus sp.	Diptera	2,0	5	miz
309	Tanytarsus eminulus Gr.	Diptera	2,1	4	miz
310	Tanytarsus gracilentus	Diptera	3,5	3	miz
311	Tanytarsus pallidicornis Gr.	Diptera	1,8	5	miz
312	Thalassodrilus prostatus_B	Oligochaeta	4,1	3	miz
313	Thalassodrilus prostatus_lim	Oligochaeta	1,0	5	miz
314	Thalassosmittia thalassophila_em	Diptera	4,2	2	miz
315	Thalassosmittia thalassophila_lim	Diptera	1,0	5	miz
316	Tharyx killariensis	Polychaeta	3,5	3	maz
317	Theodoxus fluviatilis	Gastropoda	4,2	2	maz
318	Trianodes bicolor	Trichoptera	3,1	4	maz
319	Tubifex ignotus	Oligochaeta	3,5	3	miz
320	Tubifex nerthus	Oligochaeta	4,6	2	miz
321	Tubifex tubifex	Oligochaeta	3,2	3	miz
322	Tubificoides benedii	Oligochaeta	4,1	3	miz
323	Tubificoides heterochaetus	Oligochaeta	5,0	1	miz
324	Tubificoides pseudogaster agg.	Oligochaeta	3,8	3	miz
325	Uncinaiis uncinata	Oligochaeta	3,8	3	miz
326	Unio crassus	Bivalvia	5,0	1	maz
327	Unio pictorum	Bivalvia	4,1	3	maz
328	Unio tumidus	Bivalvia	4,4	2	maz
329	Valvata cristata	Gastropoda	3,2	3	maz
330	Valvata piscinalis	Gastropoda	2,1	4	maz
331	Vejdovskyella intermedia	Oligochaeta	2,1	4	miz
332	Viviparus contectus	Gastropoda	3,8	3	maz
333	Viviparus viviparus	Gastropoda	4,2	2	maz

Legende:

ÖZK = Ökologische Zustandsklasse 1 – 5

GZO = Größenzuordnung

miz = Annelida (Oligochäten und Kleinpolychäten im Brackwasser) und

maz = das eigentliche Makrozoobenthos (in Tideelbe nur noch rudimentär präsent)

rot = Malusart

Anhang-Tab. A.3: AeTV Rechenformeln

- 1. AeTI
- 2. StAbw AeTI
- 3.1-3 Gültigkeitskriterien

1.

$$AeTI = \frac{\sum_{i=1}^T (W_i \cdot G_i) \sum_{k=1}^N A_{i,k}}{\sum_{i=1}^T (G_i \cdot \sum_{k=1}^N A_{i,k})} \pm \delta AeTI \quad \text{mit } G_i = 2^{(5-W_i)} \quad \text{und } W_i = 6 - ECO_i$$

der Indikatorwert ECO_i der Art i , das Indikatorgewicht G_i der i -ten Art und die relative Abundanz $A_{i,k}$ der i -ten Art in der k -ten Probe, wobei
 (1) der ECO-Wert über den Term $W_i = 6 - ECO_i$
 (2) und das Indikatorgewicht über den Term $G_i = 2^{(5-W_i)}$

2.

$$\delta AeTI = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^T ((W_i - AeTI)^2 \cdot G_i \cdot \sum_{k=1}^N A_{i,k})}{(T-1) \cdot \sum_{i=1}^T (G_i \cdot \sum_{k=1}^N A_{i,k})}}$$

3.1 & 3.2 $\delta AeTI < 0,3$ $T_{min} \geq (ECO_{max} - ECO_{min} + 1)^2$

3.3 & 3.4 $AV = \frac{100\% \cdot \sum_{i=1}^T (\sum_{k=1}^N A_{i,k})}{\sum_{j=1}^S (\sum_{k=1}^N A_{j,k})} > 50\%$ ~~$\frac{\sum_m AnzECO_m}{M} < \frac{M \cdot \sum_m AnzECO_m^2 - (\sum_m AnzECO_m)^2}{M \cdot (M-1)}$~~

- zu 3.1.: Vorgabe einer maximal zulässigen Standardabweichung für PTI
- zu 3.2.: Die geforderte minimale Anzahl der eingestuftes Taxa T_{min} wird aus der Anzahl der besetzten ECO-Klassen geschätzt
- zu 3.3.: Das Abundanzverhältnis AV der eingestuftes zu allen Taxa muss größer als 50% sein

4. **MAZ (Mittlere Artenzahl)**

$$S_c = \frac{\sum_{k=1}^N S_k}{N}, \delta S = \sqrt{\frac{N \cdot \sum_{k=1}^N S_k^2 - (\sum_{k=1}^N S_k)^2}{N \cdot (N-1)}}$$

S_c = Mittlere Artenzahl; S_k = Artenzahl der k -ten Probenahme;
 N = Anzahl der Probenahmen; delta s = Standardabweichung

5. **ADF (alpha-Diversität n. Fisher)**

$$\alpha = \frac{M(1-x)}{x}, \text{ mit } 0 < x < 1 \text{ geschätzt}$$

aus $\frac{S}{M} = \frac{1-x}{x} \cdot [-\ln(1-x)]$

$$\delta \alpha = \mp \sqrt{\frac{\alpha}{-\ln(1-x)}}$$

alpha = Artendiversität nach Fisher; S = Gesamtartzahl; M = Gesamtindividuenzahl
 delta s = Standardabweichung

Tab. A.4: Klassifizierung der Kern- und Co-Metrisen AeTV

Anhang-Tabelle: Ästuartypieverfahren - Kern- & Co-Parameter						
A. Klassifizierung Aestuar-Type-Index (= AeTI) (= Kernparameter)						
ÖZK	von	bis	ökologischer Zustand			
I	1,0000	1,3000	sehr guter ökol. Zustd.			
II	1,3001	1,8000	guter ökol. Zustd.			
III	1,8001	2,8000	mäßiger ökol. Zustd.			
IV	2,8001	3,9000	unbefriedigender ökol. Zustd.			
V	3,9001	5,0000	schlechter ökol. Zustd.			
B. Klassifizierung Ecological Quality Ratio (= EQR)						
ÖZK	von	bis	ökologischer Zustand			
I	1,000	0,925	sehr guter ökol. Zustd.			
II	0,925	0,800	guter ökol. Zustd.			
III	0,800	0,550	mäßiger ökol. Zustd.			
IV	0,550	0,275	unbefriedigender ökol. Zustd.			
V	0,275	0,000	schlechter ökol. Zustd.			
C. Klassifizierung Mittlere Artenzahl (= MAZ) (= Co-Parameter)						
ÖZK	FGW-Typ 20-TEL		FGW-Typ 22.3-TEL		FGW-Typ T 1	
I	> 32		> 30		> 27	
II	25 < 32		22 < 30		19 < 27	
III	13 < 25		11 < 22		9 < 19	
IV	6 < 13		5 < 11		4 < 9	
V	< 6		< 5		< 4	
D. Klassifizierung Alpha-Diversität n. Fisher (= ADF) (= Co-Parameter)						
ÖZK	FGW-Typ 20-TEL		FGW-Typ 22.3-TEL		FGW-Typ T 1	
I	> 12,7		> 12,5		> 12	
II	9,51	12,70	9,31	12,50	9,01	12,00
III	5,61	9,50	5,31	9,30	5,01	9,00
IV	3,11	5,60	2,81	5,30	2,01	5,00
V	0,00	3,10	0,00	2,80	0,00	2,00
ÖZK = Ökologische Zustandsklasse			TEL = Tideelbe			
FGW-Typ = Fließgewässertyp			Bez. 20	sandgeprägter Tieflandstrom (Tide)		
			Bez. 22.3	Strom der Marschen (Tide)		
			Bez. T 1	Übergangsgewässer (transitional zone)		

Tab. A.5: Qualitätskomponente benthische Wirbellosenfauna													
Probenahme Tideelbe am 10.06.2014 (Oligohalnikum - OWK Elbe Übergangsgewässer; FG-Typ Übergangsgewässer T1)													
Schiff: "Kollmar" WSA Wedel													
Tideelbe bei Schwarztommensand, Pagensand und Kollmar (Strom-km 662 - 669); <u>HW</u> = Hochwasser, <u>NW</u> = Niedrigwasser; <u>KN</u> = Kartennull													
<u>Van Veen-Greifer</u> : OF = 1.000 [cm ²]; Vol. = 14 [l]; Maße: 36 x 28 [cm]; max. Grabtiefe = 18 [cm]; Masse, leer ca. 50 [kg]; Siebung vor Ort.													
<u>STR = Stechrohr</u> : I.D. = 4,5 [cm]; OF = 15,9 [cm ²]; Tiefe = 10 [cm]; Vol. = rd. 160 [cm ³]; keine Siebung vor Ort. <u>MW</u> = Maschenweite													
<u>Sedimenttyp</u> : Kl = Klei; S = Schlack; Si = Schluff; FS = Feinsand; MS = Mittelsand; GS = Grobsand; Ki = Kies													
**) = min,xxx													
Probestelle	Probenahme		HW	NW	Nordwert (N) Grad min **)	Ostwert (E) Grad min **)	Tiefe (m) KN	Sedimenttyp	STR I.D. 4,5	Van-Veen-Greifer		Sieb-MW µm	Bemerkungen
	Jahr	Monat								Tag	Uhrzeit		
SP1-1					41,951	29,090	-1,0	S	2	65	1	500	
SP1-2					41,835	28,981	-1,0	S	2	60	1	500	
SP2-1					42,074	29,118	-1,0	S	2	75	1	500	
SP2-1					42,053	28,917	-1,0	Si/FS	2	60	1	500	Schiff aufliegend (= Watt, Schwarztommensand), Sediment verdichtet
SP3-1					42,150	28,964	-1,0	S	2	55	1	500	
SP3-2					42,160	28,912	-1,0	S	2	60	1	500	
SP4-1					41,800	29,595	-20,0	FS	2	100	1	500	
SP4-2					41,751	29,569	-19,0	FS/MS	2	85	1	500	
SP5-1	2014	6	10		42,116	29,624	-20,0	FS/MS	2	70	1	500	Fahrinne Hauptstrom TEL SP6-2 nach 5 vergleichlichen Versuchen aufgegeben
SP5-2					42,068	29,621	-19,0	FS/MS/Kl	2	60	1	500	
SP6-1					42,814	28,877	-20,0	FS	2	75	1	500	
SP6-2					42,874	28,799	-17,0						
SP7-1					43,537	28,395	-9,0	FS/S	2	100	1	500	Fahrinne Nebenstrom Pagensand
SP7-2					43,479	28,409	-6,0	FS/S	2	100	1	500	
SP8-1					43,790	27,880	+1,0	S	2	100	1	500	Schiff aufliegend (= Watt, Nordufer bei Kollmar)
SP8-2					43,779	27,932	+1,0	S	2	95	1	500	

Wetter: wolkig, warm wenig Wind