

**Überblicksweise Überwachung des  
Weserästuars anhand der QK benthische  
Wirbellosenfauna.**

**Durchführung der Untersuchung und Be-  
wertung der Oberflächenwasserkörper mit  
dem Ästuartypieverfahren in 2011**

**Auftraggeber**

**Das Land Niedersachsen**

vertreten durch

**Niedersächsischer Landesbetrieb für  
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz  
Betriebsstelle Brake - Oldenburg**

**Dienstgebäude Norderney**

**Auftragnehmer**

**HUuG Tangstedt**

**Oktober 2011**

**Auftraggeber:** **Niedersächsischer Landesbetrieb für  
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz**  
Betriebsstelle Brake/Oldenburg  
- Dienstgebäude Norderney -  
An der Mühle 5  
26548 NORDERNEY

**Titel:** Überblicksweise Überwachung des Weserästuars  
anhand der QK benthische wirbellose Fauna.  
Durchführung der Untersuchung und Bewertung der Ober-  
flächenwasserkörper mit dem Ästuartypieverfahren in 2011  
Bericht (Vers. 01\_10/11)

**Auftragnehmer:** **Hans-Joachim Krieg – Beratender Biologe**  
Hydrobiologische Untersuchungen und Gutachten  
**HUuG Tangstedt**  
Pinneberger Weg 2 · D - 25499 Tangstedt

Telefon 04101 · 27573  
Telefax 04101 · 480920  
EMail huug.krieg@t-online.de

**Autor:** Diplombiologe Hans-Joachim Krieg  
HUuG Tangstedt

**Bearbeitung:** Diplombiologe Hans-Joachim Krieg HUuG Tangstedt  
Diplombiologin Anja Maria Jacobi HUuG Tangstedt

**Inhalt:** 35 Seiten inkl. Anhang

**Datum:** 26. Oktober 2011

INHALTSVERZEICHNIS		SEITE
<b>1</b>	Prolog	4
<b>2</b>	Untersuchungsgebiet und Methoden	5
2.1	Untersuchungsgebiet	5
2.2	P5robenahme-Design und Bearbeitungstechniken	6
2.2.1	Probenahme	6
2.2.2	Probenbearbeitung	7
2.3	Bewertung	7
<b>3</b>	Status quo und Bewertung der OWK Tideweser	11
3.1	Status quo der benthischen Wirbellosenfauna	11
3.1.1	OWK Tideweser (Marschengewässer)	11
3.1.2	OWK Tideweser (Übergangsgewässer)	15
3.2	Bewertung der benthischen Wirbellosenfauna mittels AeTV	19
3.2.1	OWK Tideweser (Marschengewässer)	19
3.2.2	OWK Tideweser (Übergangsgewässer)	23
3.2.3	Vergleichende Bewertung 2007 versus 2011	26
<b>4</b>	Zusammenfassung	27
<b>5</b>	Literatur	29
	<b>Anhang</b>	31
	Anhangtabellen A.1 – A.3	

ABBILDUNGS- & TABELLENVERZEICHNIS		SEITE
<b>Abb. 1</b>	Das UG Tideweser mit Lage der vier AeTV-Profile	5
<b>Abb. 2</b>	Dominanzstruktur (DW%) der benthischen Wirbellosenbiozönose im OWK Tideweser (Marschengew.)	13
<b>Abb. 3</b>	Dominanzstruktur (DW%) der benthischen Wirbellosenbiozönose im OWK Tideweser (Übergangsgew.)	17
<b>Abb. 4</b>	Anzahl und Individuendominanz der eco-Arten pro ÖZK (syn. ECO-Klasse) bei Weser-km 17 & km 30	21
<b>Abb. 5</b>	Anzahl [n] und Individuendominanz [%] der eco-Arten pro ÖZK (syn. ECO-Klasse)	24
<b>Tab. 1</b>	Artenspektrum und Abundanzen [Ind./m <sup>2</sup> ] der benthischen Wirbellosenfauna OWK Marschengewässer	12
<b>Tab. 2</b>	Vergleich BWF OWK Tideweser (Marschengewässer) 2007 versus 2011	14
<b>Tab. 3</b>	Artenspektrum und Abundanzen [Ind./m <sup>2</sup> ] der benthischen Wirbellosenfauna OWK Tideweser (Übergangsgewässer)	16
<b>Tab. 4</b>	Vergleich BWF OWK Tideweser (Übergangsgewässer) 2007 versus 2011	19
<b>Tab. 5</b>	Vergleich OWK Tidegewässer (Marschengewässer) - Bewertungsniveau „Probestelle“	19
<b>Tab. 6</b>	Vergleich OWK Tidegewässer (Marschengewässer) - Bewertungsniveau „Querprofil“	20
<b>Tab. 7</b>	Zusammenstellung der Kern- & Co-Parameter sowie Einstufung in die ökologische Zustandsklasse für den OWK Tideweser (Marschengewässer) (analog FGW-Subtyp 22.3, tideoffen)	22
<b>Tab. 8</b>	Vergleich OWK Tidegewässer (Übergangsgewässer) - Bewertungsniveau „Probestelle“	23
<b>Tab. 9</b>	Vergleich OWK Tidegewässer (Übergangsgewässer) - Bewertungsniveau „Probestelle“	23
<b>Tab. 10</b>	Zusammenstellung der Kern- & Co-Parameter sowie Einstufung in die ökologische Zustandsklasse für den OWK Tideweser (Übergangsgewässer) (analog FGW-Typ T 1)	25
<b>Tab. 11</b>	Vergleich Bewertung (QK BWF) nach AeTV der OWK Tideweser 2007 versus 2011	26
<b>Tab. 12</b>	Bewertung der QK BWF gem. AeTV für die 4 Querprofile & die 2 OWK Tideweser im Fhj. 2011	28

## 1 Prolog

Die Unter- und Außenweser bilden zusammen das Weserästuar. Vom Weserwehr Bremen-Hemelingen erstreckt sich die Unterweser über 65 km bis auf Höhe Bremerhaven. Hier geht der Fluss in die Außenweser über, die wiederum bis Weser-km 120 in die Nordsee reicht.

Die Tideweser ist in die Fließgewässertypen 22.3 (FGW-Subtyp: Ströme der Marschen) und in den FGW-Typ T 1 (Übergangsgewässer) gegliedert. Die Grenzlinie zwischen den beiden FGW-Typen liegt etwa bei Brake (Weser-km 40); beim Querbauwerk Bremen-Hemelingen endet der FGW-Typ 22.3 (Abb. 1). Übergangs- und Marschengewässer sind in zwei analoge Oberflächenwasserkörper (i.W. = OWK) unterteilt.

Das Weserästuar unterliegt in seiner Gesamtheit der Tidedynamik, wobei v.a. als Masterfaktoren gelten, die Strömungsverhältnisse (Variabilität und Umkehr), der Wasserstand (Tidehub) und das Salz (Gradient und see- wie flussaufwärtige Brackwassergrenze). Auf diese haben wiederum drei variable Größen einen steuernden Einfluss: Die hydrologischen sowie meteorologischen Randbedingungen und die hydrodynamische Charakteristik, hier Systemgeometrie. Letztere ist definiert durch die Parameter Wassertiefe, Querschnittsweite und Fluträume, erstere hingegen durch den Oberwasserzufluss über das Wehr Bremen-Hemelingen, die Tideverhältnisse in der Deutschen Bucht/Außenweser (mondphasenabhängige Nipp-/Springtiden) und die Windwirkungen [v.a. Windrichtung und Stärke (Sturm oder Orkan)]. Ergo ist das Weserästuar ein hochdynamisches System, welches letztendlich durch das künstliche Querbauwerk bei Bremen-Hemelingen in seiner Dynamik „gebremst“ wird. Diese Charakteristik ist für die räumliche wie zeitliche Verbreitung der benthischen Wirbellosen bestimmend.

Die WRRL-Qualitätskomponente benthische Wirbellosenfauna (im Weiteren kurz BWF genannt) der Tideweser wurde erstmals im Frühjahr 2007 mit des Ästuartypieverfahren erfasst und bewertet. Dazu wurde die Oligochäten- und Chironomidenfauna, als wesentlicher Eckpfeiler des Verfahrens, systematisch beprobt. Ziel war die Anwendung der Bewertungsmethodik auf die Tideweser bzw. deren Bewertung anhand ästuarspezifischer, benthischer Indikatorarten (KRIEG 2008b).

Im Mai 2011 wurde im Rahmen der routinemäßigen, überblicksweisen Überwachung der Tideweser das Verfahren entsprechend den methodischen Vorgaben erneut angewendet. Das Probenmaterial wurde wiederum auf den AeTV-Querschnitten km 17 (Lemwerder), 30 (Elsfleth), 60 (Nordenham) und 75 (Imsum) gesammelt bzw. gezogen (Proben aus Eu- und Sublitoral).

Der NLWKN - Betriebsstelle Brake – Oldenburg - Dienstgebäude Norderney, beauftragte am 27.06.2011 den Beratenden Biologen Krieg, HUuG Tangstedt, mit der taxonomischen Bearbeitung des Probenmaterials, der Erhebung des Status quo benthische Wirbellosenfauna und der Bewertung der Oberflächenwasserkörper der Tideweser gemäß AeTV nach KRIEG (2006, 2007, 2008a-c).

## 2 Untersuchungsgebiet und Methoden

### 2.1 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet (im Weiteren kurz UG genannt) Tideweser umfasst die zwei Fließgewässertypen Übergangsgewässer (FGW-Typ T 1) und Ströme der Marschen (FGW-Typ 22.3). Insgesamt wurden in den Flussabschnitt vier lokale Profile gelegt:

- (1) AeTV-Profil in der Außenweser bei km 75 (mesohalin). Die weiteren Querprofile in der Unterweser.
- (2) AeTV-Profil bei km 60 (oligohalin); (3) AeTV-Profil bei km 30 (limnisch) und (4) AeTV-Profil bei km 17 (limnisch). In den OWK Übergangsgewässer gehören die Querschnitte 1 & 2, in den OWK Marschengewässer die zwei flussaufwärtigen Profile 3 & 4.

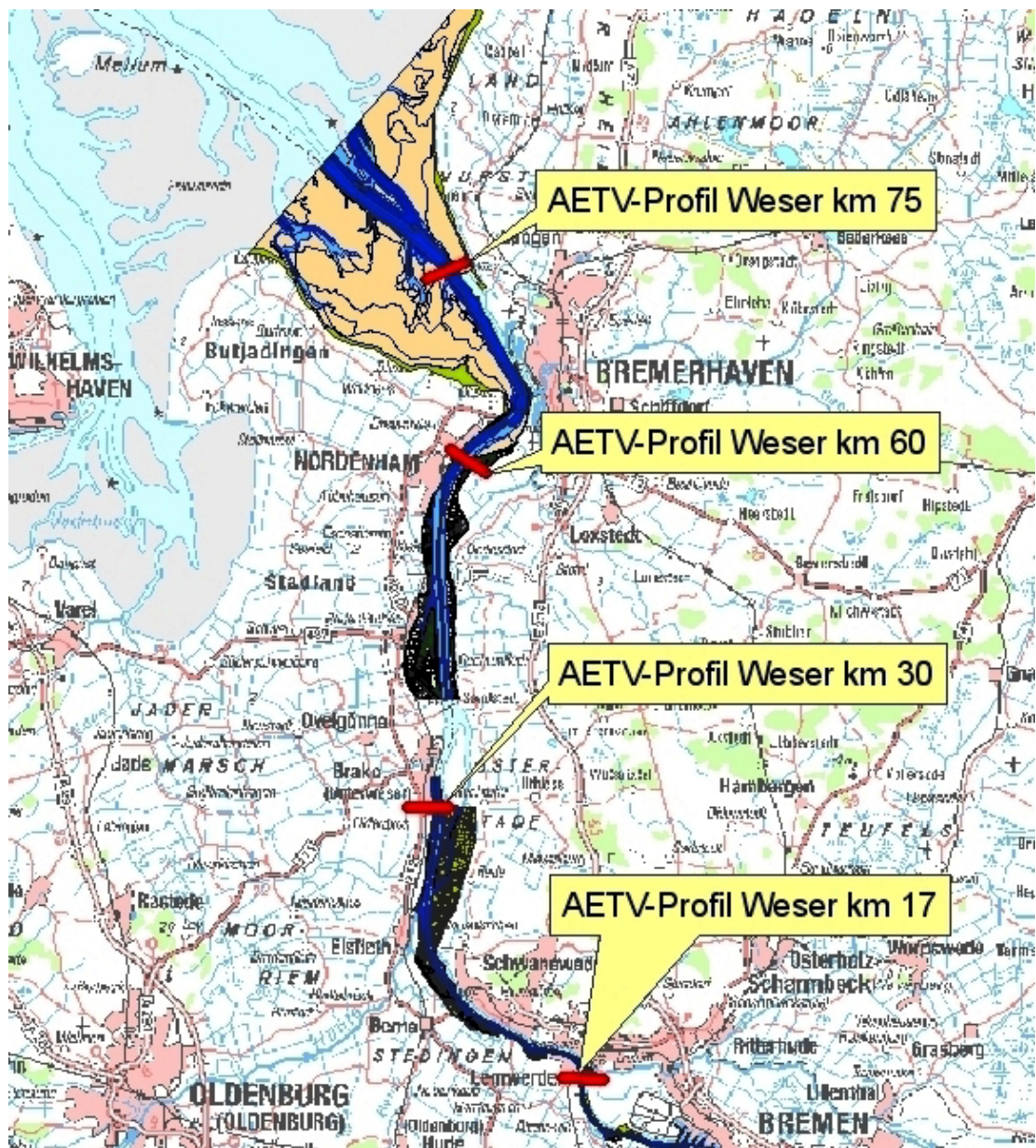


Abb. 1: Das UG Tideweser mit Lage der vier AeTV-Querschnitte

Legende:

rote Querbalken = Querprofile AeTV; Kilometrierung stromab aufsteigend

Die Anzahl der Probestellen orientierte sich am Tiefenprofil und umfasste grundsätzlich drei Ökotope: das Eulitoral, das flache Sublitoral und das tiefe Sublitoral. Nur bei km 17 wurden Proben ausschließlich aus dem flachen und tiefen Sublitoral des Fahrwassers, der Fahrrinne gezogen, da hier aufgrund des „harten“ Uferverbaus mit Wasserbausteinen kein eulitorales Weichsubstrat anstand.

Die Beprobungen erfolgten an unterschiedlichen Tagen im Mai d.J.: Am 10.05.2011 die zwei Querprofile km 17 & 30 komplett; am 11.05. d.J. die Probestellen bei km 60 und am 17.05.2011 die bei Querprofil km 75. Insgesamt wurden 66 Stichproben mit einem Van Veen-Bodengreifer (OF = 0,1 m<sup>2</sup>) und 44 Stichproben mit einem Stechrohr (OF = 15,9 cm<sup>2</sup>) entnommen.

Die Planung, Logistik und Durchführung der Mai-Beprobung Tideweser 2011 lag ausnahmslos beim Auftraggeber (M. GROTHJAHN, NLWKN Betriebsstelle Brake – Oldenburg – Dienstgebäude Norderney).

## **2.2 Probenahme-Design und Bearbeitungstechnik**

Die Freilandarbeiten erfolgten, wie bereits erwähnt, durch den Auftraggeber. Die nachstehend beschriebene Methodik & Technik des Verfahrens wurde bei der Beprobung weitgehend übernommen. Das fixierte, ungesiebte Probenmaterial (Stechrohr; gleich 250 µm-Fraktion) wurde dem Auftragnehmer KRIEG, HUuG Tangstedt, zur Bearbeitung und Auswertung komplett übergeben (44 Rohproben). Die 500 µm-Fraktion (Siebung vor Ort über genannte Maschenweite), also das Greifermaterial, wurde extern durch das Büro STEUWER (Oldenburg) qualitativ-quantitativ bearbeitet (n = 66 Stichproben). Die aus der 500 µm-Fraktion aussortierten Oligochäten und Chironomiden wurden dem AN HUuG Tangstedt zur Artdiagnostik und Quantifizierung überstellt.

### **2.2.1 Probenahme**

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

Wegen der hohen, tideabhängig zeitweise extremen Strömungsgeschwindigkeiten, ist für die Beprobung der Weichbodensubstrate ein möglichst schwerer Bodengreifer (plus Zusatzgewichte) das Mittel der Wahl. Eingesetzt wurde ein Van Veen-Greifer (VV-Greifer) mit den Standardmaßen 0,1 m<sup>2</sup> Oberfläche (OF) und 20 cm Grabtiefe.

Grundsätzlich wurden an einer sublitoralen Probestelle sechs Parallelen mit dem VV-Greifer genommen. Befüllungsgrade unter 2/3 des Greifervolumens wurden verworfen. Aus 100% vollen Greifern wurden mit dem Stechrohr insgesamt 4 Stichproben für die Auswertung der Oligochäten-, Chironomiden- und Kleinpolychätenfauna entnommen (STR mit Ø = 4,5 cm; OF 15,9 cm<sup>2</sup>; Tiefe = 10 cm). Das Stechrohrmaterial wurde ungesiebt jeweils in ein 0,5 l-Kautex-Gefäß überführt und sofort mit Formaldehyd fixiert (Endkonzentration ca. 4%).

Das Eulitoral wurde zu Fuß und direkt beprobt (Stechrahmen, Stechzylinder & Stechrohr); Anzahl Parallelen analog Sublitoral.

Die 6 VV-Greiferinhalte wurden noch an Bord mit reichlich Wasser gespült, das jeweilige Material über ein Sieb der Maschenweite (MW) 500 µm dekantierte und schonend aufkonzentriert. Fixierung des Siebrückstands wie vorstehend.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung bildeten 6 x 1 Greifer- oder Stechrahmen- oder Stechzylinderinhalte sowie 4 x 1 Stechrohrinhalte das Fundament der Erhebung und der ökolo-

gischen Aus- und Bewertung der Weichsubstrate. D. h., eine Probeneinheit (PE) war mit insgesamt 10 Parallelen bzw. Stichproben pro Station ausgestattet.

### 2.2.2 Probenbearbeitung

Die Aufarbeitung der konservierten Weich- und Hartsubstratproben erfolgt im Labor. Das Formol wird vorsichtig über ein Sieb mit der MW 200 µm dekantiert, und das STR-Material in einem speziellen Verfahren eluiert: Durch einen diskreten Wasserstrom wird die Wirbellosenfauna schonend vom Sediment getrennt. Die Stärke des Wasserstroms wird derart reguliert, dass die „leichte“ Endo- und Epifauna aufschwimmt, organische und Tonpartikel ebenfalls, aber die Masse des (mineralischen) Sediments im Spülgefäß verbleibt. Das Eluat wird über das vorgenannte, gleiche Sieb (MW 200 µm) geleitet, dabei aufkonzentriert und die Schlufffraktion mit reichlich Wasser ausgespült - ohne den meist schädigenden Prozess des mechanischen Siebvorgangs. Die Siebfraktion wird dann in einer Sortierlösung zwischengelagert (5% Propylen glykol und 0,2% Propylenphenoxetol gelöst in Deionat; Bedingung für Sortierlösung ist die vorherige Formolkonservierung). Das im Spülgefäß verbleibende Sediment wird noch stichprobenartig nach großen Organismen durchsucht. Allerdings werden bei richtiger Justierung des Wasserstroms auch diese Faunenelemente quantitativ überspült. Selbst vergleichsweise große, schwergewichtige Tiere, v.a. Schnecken oder Muscheln, werden im Eluatstrom transportiert.

Die bereits an Bord gesiebten Greiferrückstände werden nochmals mit reichlich Wasser gespült (MW 500 µm) und anschließend in Sortierlösung überführt und gelagert.

Das Sortieren der Organismen nach Taxa höherer Ordnung bzw. FE und deren Trennung vom Restsediment sowie die Quantifizierung erfolgt portionsweise in speziellen Bogorov-Zählschalen unter dem Binokular bei 10- bis 40-facher Vergrößerung. Durch einen Bengalrosa-Zusatz fallen selbst die kleinsten Organismen auf und werden nicht übersehen (färbt Protein leuchtend rot). Da bei der Probenahme zahlreiche Annelida autotomieren und durch die weitere Bearbeitung die Tiere auch teilweise zerbrechen, was selbst bei schonendster Arbeitsweise unvermeidlich ist, werden nur komplett erhaltene Tiere oder abgetrennte Kopfsegmente bestimmt und gezählt. Bei Muscheln und Schnecken wurden nur Tiere mit Weichkörpern registriert und quantifiziert; leere Schalen und Gehäuse bleiben unberücksichtigt.

Die Artdetermination und quantitative Auswertung erfolgt entsprechend der Organismengröße mit Hilfe von Binokular (max. 40-fache Vergrößerung) und Mikroskop (max. 1000-fache Vergrößerung - Ölimmersion). Wenn in Proben die Abundanzen bspw. der Annelida hoch sind (> 350 Individuen), werden in solchen Fällen die Populationen im 10-fach-Planktonteiler geteilt. Je nach Eingangsdichte werden 1/10 bis 5/10 aus dem Teiler entnommen (mind. 113 Tiere). Für die taxonomische Ansprache der Oligochäten werden i. W. Präparate aus BERLESE'schem Aufhellungsgemisch hergestellt. Das Zellgewebe mazeriert in Berlese, und die chitinösen, artdiagnostisch wichtigen Strukturelemente werden deutlich sichtbar.

Im Rahmen dieser Untersuchung konnten erwartungsgemäß nicht sämtliche Tiere bis auf Art-niveau bestimmt werden. Insbesondere Juvenilstadien von Polychäten, Tubificiden, Gammarriden oder Bathyporeien entziehen sich der Genauigkeit; deshalb i. d. R. als <juv.> und/oder <indet.> angesprochen (Ansprache entsprechend den Vorgaben des BLMP MZB Nord-/Ostsee des UBA Berlin).

### 2.3 Bewertung

Qualitativ ist es das Ziel, das Artenspektrum, die Gemeinschaftsstruktur zu erfassen [Spezies-Niveau]; in Ausnahmefällen Gattungen oder Großtaxa (syn. Fauneneinheit FE). Aus den Zählgrößen werden die Dominanzwerte [DW%] berechnet und die Artenhierarchie bestimmt. Das

Gesamtresultat repräsentiert den Ist-Zustand der benthischen Wirbellosenfauna im UG im Erhebungszeitraum Mai 2011.

Für die Bewertung der benthischen Wirbellosenfauna ist das Ästuartypieverfahren (KRIEG 2005, 2006, 2007, 2008a-c) die Methode der Wahl. Das Verfahren ist gewässertypspezifisch und analysiert die qualitativ-quantitative Struktur einer ästuarinen Indikatorgemeinschaft sowie deren Biodiversität. Mittlerweile ist die Methode mehrfach revidiert und als Ästuartypieverfahren (AeTV) im Ausschuss KOR-TEL (Koordinierungsraum Tideelbe der Gebiets-ARGE ELBE der Bundesländer Hamburg, Niedersachsen & Schleswig-Holstein) vorgestellt, diskutiert und für das Elbeästuar anerkannte Bewertungsmethode gem. EU-WRRL. Derzeit befindet sich das AeTV in der EU-weiten Interkalibrierungsphase der NEAIG (North East Atlantic Intercalibration Group).

### 2.3.1 Kurzfassung der Bewertung gemäß Ästuartypieverfahren

Für die Qualitätskomponente benthische Wirbellosenfauna existierte bis 2006 keine anerkannte Methode zur Bewertung des ökologischen Zustands von Übergangsgewässern gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL 2001). Das für kleine und mittlere (gezeitenlose) Fließgewässer konzipierte Methodenhandbuch (MEIER et al. 2006) sowie das multimetrische Bewertungsverfahren PERLODES und die zugehörige Software ASTERICS (AQEM/STAR 2006) sind auf einen Gezeitenstrom nicht übertragbar. Ein Ästuar erfordert aufgrund seiner Tidedynamik, seiner Hydromorphologie und seiner historischen Entwicklung als Seeschiffahrtsstraße ein eigenständiges Verfahren.

Der von KRIEG (2005) für die Tideelbe, mit Gültigkeit für die norddeutschen Ästuarie entwickelte Prototyp des Verfahrens, der AeTI, wurde mehrfach überarbeitet und erweitert. Die aktuelle Bewertungsmethodik, das AeTV, beruht ebenso wie das für große Ströme, Flussmittelläufe und Bundeswasserstraßen konzipierte Potamontypieverfahren (SCHÖLL et al. 2005) auf einem multimetrischen Ansatz (KRIEG 2006, 2007, 2008a-c). Im Gegensatz zu SCHÖLL et al. (2005) konnten als Co-Parameter ausschließlich zwei Indizes zur Biodiversität berücksichtigt werden: Die Mittlere Artenzahl (MAZ) und die  $\alpha$ -Diversität nach FISHER et al. (1943) (ADF).

Das AeTV fällt unter die Bewertung gemäß Modul „Allgemeine Degradation nach MEIER et al. (2005, 2006). Die Methode erfüllt die Kriterien gem. PE-CONS 3639/00 (EU-WRRL 2001, Anhang V REV 1): Artenzahl, strukturelle Zusammensetzung und Vielfalt der Gemeinschaft benthischer Wirbelloser, ebenso wie die Parameter Individuenzahl (indirekt) und Anteil sensitiver Arten.

Der Kernparameter AeTI und zwei Co-Metrisen sind die Bausteine des AeTV:

- (a) Der Aestuar-Typie-Index (AeTI). Das Grundelement ist die „Offene Liste“ typspezifischer Indikatorarten; für ein Gezeitengewässer eben jene ästuar- und potamontypischen Fließgewässerspezies. Die im Ästuar vorkommenden Arten werden nach ihrer Bindung zum System indiziert. Die Einstufung in Form von Eco-Werten reicht von eins bis fünf, wobei der höchste Wert der engsten Bindung entspricht. Die Indizierung erfolgte auf der Basis von Literaturrecherchen und aufgrund von Expertenwissen (= WRRL konform). Die im einzelnen modifizierte Liste der 288 eingestufteten Arten ist im Anhang archiviert. Die Liste entspricht in ihrer revidierten Fassung gleichzeitig der modellhaften Referenz eines ästuarinen Bewertungsraumes.

Die Berechnungsformel für den AeTI basiert unverändert auf SCHÖLL et al. (2005), wie auch deren Gültigkeitskriterien übernommen wurden. Werden die Kriterien nicht erfüllt, so sind die zwei Co-Metrisen der Biodiversität heranzuziehen und gegen den AeTI abzuwägen, wobei die Parameter unterschiedlich gewichtet sind: AeTI > MAZ > ADF wie 50 : 30 : 20 [%]. Der Indexwert kann rechnerisch zwischen 1,0 und 5,0 liegen. Die Zuordnung der Klassenbreite/-grenzen entsprechen den 5 ökologischen Zustandsklassen und den



Anforderungen gem. PE-CONS 3639/00 Anhang V REV 1. Die AeTI-Werte wiederum sind dem europäischen Standard, der EQR-Skala, von 0 bis 1 angepasst (= Ecological Quality Ratio).

- (b) Die Mittlere Artenzahl (MAZ). Die strukturelle Diversität wird anhand des Parameters MAZ aus mehreren Stichproben mit einheitlicher Probenahme­fläche bestimmt. Im Gegensatz zum AeTI ist die MAZ nicht übergreifend auf das Ästuar in seiner Gesamtheit, übertragbar. Die Größe kann die ökologischen Zustandsklassen über die Flusstypen einheitlich nicht angeben. D. h., für jeden einzelnen Fließgewässertypen eines Ästuars wurde eine eigene Skalierung generiert.
- (c) Die Artendiversität nach FISHER (ADF). Das Diversitätsmaß ADF beruht auf der für Ästuar­e und BWStr. zutreffenden Modellvorstellung, dass immer einige wenige Arten mit hohen und viele Arten mit geringen Individuendichten in einer Biozönose existieren. Für die Anwendbarkeit des Schätzmaßes ADF gelten dieselben Bedingungen wie für die MAZ. Auch die  $\alpha$ -Diversität kann nicht über die verschiedenen Flusstypen hinweg die ökologische Zustandsklasse angeben. Bezüglich der typspezifischen Klassifikation und Gültigkeit wurden gegenüber der Vorversion grundlegende Änderungen vorgenommen.

### 2.3.2 Quantitative Datenbehandlung

Für die Ermittlung der ökologischen Zustandsklasse (im Weiteren kurz ÖZK genannt) wurden unterschiedlich besetzte Kollektive entsprechend den Fragestellungen transformiert oder als Rohdaten in eine Rechenmatrix eingelesen. Das Faunenspektrum der eco-Arten und die quantitative Komponente (Absolutzahlen) ist in den Tabellen 1 & 3 zusammengestellt.

#### Anmerkung:

Der Ästuar-Typie-Index ist prinzipiell ein gewichteter Mittelwert. Die Wichtung erfolgt über den **eco-Wert** einer Zeigerart und über die **Abundanz** einer eco-Art/Population. Des weiteren gehen in die Kalkulation des AeTIs anstatt der absoluten Individuenzahlen [Ind./m<sup>2</sup>] transformierte Abundanzklassen  $A_i$  ein (syn. Schätzhäufigkeit). Statt der linearen Abstufung für  $A_i$  von 1, 2, 3, 4, 5, 6 bis 7 gem. DIN 38410 wurde der Fibonacci-Folge der Vorzug gegeben. Dahinter verbirgt sich eine populationsdynamische Zahlenfolge, für die die Rekursionsformel

$$F_{n+1} = F_n + F_{n-1} \text{ mit } F_0 = 0, F_1 = 1 \text{ gilt; daraus ergibt sich die Zahlenreihung}$$

$$(0), 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233 \dots \text{ usw.}$$

Abstufung der 7 Abundanzklassen  $A_i$  für die AeTI-Berechnung demnach **0, 1, 2, 3, 5, 8, 13 & 21**

Aufgrund der gewählten Methodik setzt sich eine Probeneinheit aus zwei verschiedenartigen Aufschlüssen zusammen: Der 500  $\mu\text{m}$ -Fraktion (syn. Makrozoobenthos = VV-Greifermaterial) und der 250  $\mu\text{m}$ -Fraktion (syn. Oligochäten-/Chironomiden- und Kleinpolychätenfauna = Stechrohrmaterial). Rechnerisch wird der Ästuar-Typie-Index für das Einzelkollektiv Probestelle (N = 11), den jeweiligen Querschnitt (N = 4) und für den jeweiligen OWK (N = 2) ermittelt (s. Kap. 3.2).

Erwartungsgemäß ist die direkte, quantitative Ausbeute entsprechend der Maschenweite (= MW) unterschiedlich, und i. d. R. differiert das Resultat der jeweiligen Hochrechnung (Bezug Quadratmeter) zwischen beiden MW – i.d.R. zugunsten der kleineren MW. Wäre allerdings das gesamte Greifervolumen von max. 18 - 20 l über die MW 250  $\mu\text{m}$  gesiebt und aussortiert worden, so wäre das Ergebnis der Umrechnung von 0,1 auf 1 m<sup>2</sup> grundsätzlich nicht anders, sondern in der gleichen Größenordnung ausgefallen wie das der Stechrohr-Fraktion<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> In der AG Kausch (Inst. Hydrobiol.Fisch.wiss. - Hydrobiol. Abtlg., Univ. HH) ist die Methode in verschiedenen Versuchsreihen in den 80-er Jahren getestet worden, insbesondere die Übertragbarkeit der quantitativen Ergebnissen zwischen der 500  $\mu\text{m}$ - und 250  $\mu\text{m}$ -Fraktion und die Hochrechnung auf 1 m<sup>2</sup> (Direktauszahlungen von Unterprobenvol. vs. Gesamtvoll.). Das Ergebnis war **eindeutig**: Bei Hochrechnung auf 1 m<sup>2</sup> stimmten die Individuenzahlen beider Fraktionen in der Größenordnung überein:  $10^2 = 10^2$ ,  $10^3 = 10^3$ ,  $10^4 = 10^4$ ,  $10^5 = 10^5$  [Ind./m<sup>2</sup>]. Die Ergebnisse der Testreihen wurden (leider) nicht veröffentlicht; sie dienen der Qualitätssicherung im internen Laborgebrauch.

Im Routinebetrieb sprechen Kostengründe gegen die Auswertung des Gesamtvolumens mehrerer 0,1 m<sup>2</sup> VV-Greifer über 250 µm MW (unverhältnismäßig hoher Zeitaufwand). In der Praxis hat sich deshalb das eingesetzte Verfahren der „angepassten Volumina“ bewährt. Speziell für Oligochäten sind kleine Probevolumina, der Einsatz von Stechrohren und kleine Siebmaschenweiten das Mittel der Wahl (v.a. GIERE & PFANNKUCHE 1982, GRIMM & KIESEWETTER 1996). Dies gilt analog für die ästuarinen Kleinpolychätenpopulationen. Im übrigen werden mögliche, graduelle Differenzen zwischen den Absolutwerten durch die **Fib\_A<sub>I</sub>-Transformierung** ausgeglichen, denn die absolute Individuenzahl (pro m<sup>2</sup>), wird zur entsprechenden Abundanzziffer FibA<sub>I</sub> transformiert. Die Individuenzahl geht daher als relativer Häufigkeitswert in die Berechnung des AeTIs ein, was zu einer Glättung der extremalen Dichteschwankungen führt.

Für die  $\alpha$ -Diversität nach Fisher werden hingegen die Abundanzen als Absolutzahlen benötigt. D. h., es müssen auf jeden Fall die Datensätze in Form von [**Ind./m<sup>2</sup>**] und [**Fib\_A<sub>I</sub>**] archiviert werden.

### 3 Status quo und Bewertung der OWK Tideweser

Nachstehend werden die Ergebnisse der aktuellen Tideweser-Untersuchung 2011 und deren Bewertung zusammenfassend dargestellt und diskutiert. Interessant ist der mögliche Fall einer OWK-Bewertung, wenn der Kernparameter AeTI seine Gültigkeitskriterien verfehlt bzw. über-/unterschreitet. Unter Berücksichtigung der Biodiversität ist ein Korrektiv möglich. Die Berichtigung selbst erfolgt abwägend, verbal-argumentativ. Analog SCHÖLL et al. (2005) ist eine Verrechnung der Indizes nicht opportun, da Kern- und Co-Parameter mathematisch in keiner Beziehung zueinander stehen.

#### 3.1 Status quo der benthischen Wirbellosenfauna

##### 3.1.1 OWK Tideweser (Marschengewässer)

In der nachstehenden Tab. 1 sind das lokale Faunenspektrum und die Abundanzen der jeweiligen Probeneinheiten/Probestellen zusammengefasst (eine Probeneinheit = PE mit  $n = 4$  STR-Parallelen & 6 VV-Greifer-Parallelen besetzt). Bei Außerachtlassung von *Cordylophora caspia* (Cnidaria) ist die Ordnung *Oligochaeta* (aus historischen Gründen inkl. Aphanoneura), wie in norddeutschen Tieflandflüssen und –strömen üblich, die dominante Fauneneinheit, sowohl individuen- als auch artenmäßig.

Insgesamt ist der limnische Abschnitt des Weserästuars mit 59 eco-Arten relativ gut ausgestattet. In der oberen limnischen Tideelbe wurde mit 60 eco-Arten eine identische Größenordnung in 2010 registriert. Auch individuenmäßig bewegt sich der Parameter von  $10^3$  Ind. über  $10^4$  Ind. bis  $10^5$  Ind./m<sup>2</sup> & PE in einem vergleichbaren Rahmen mit der limnischen Tideelbe (vgl. KRIEG 2011).

Auffällig sind jedoch die qualitativ-quantitativen Unterschiede zwischen den Weserkilometern 17 und 30:

Die MAZ mit 37,0 vs. 15,3 eco-Arten und die  $\emptyset$  Abundanz (bezogen auf eco-Arten) mit rd.  $3,6 \times 10^5$  Ind. vs.  $1,1 \times 10^4$  Ind./m<sup>2</sup>.

Möglicherweise resultiert der signifikante Arten- und Individuenmangel des Weserquerschnitts km 30 aus einem lokal intensiveren Unterhaltungsaufwand oder aber, was nahe liegender ist, dass sich bei km 30 der Salzeinstrom, das Brackwasser bemerkbarer macht. Kennzeichnend für die Brackwasserzone sind Arten- und Individuen- (einschließlich Biomasse-) Minimum.

Unter diesem Aspekt ist das lokale Vorkommen der Tubificiden, v.a. *Limnodrilus* spp. und *Potamothrix* spp., die fast ausschließlich bei km 17 siedeln, durchaus wesenseigen. Eine gerichtete, substratspezifische Verbreitung scheidet aus, denn die Spezies der genannten Tubificiden-Gattungen sind generell eurytop, zumal auf den zwei Querschnitten Sand dominierte.

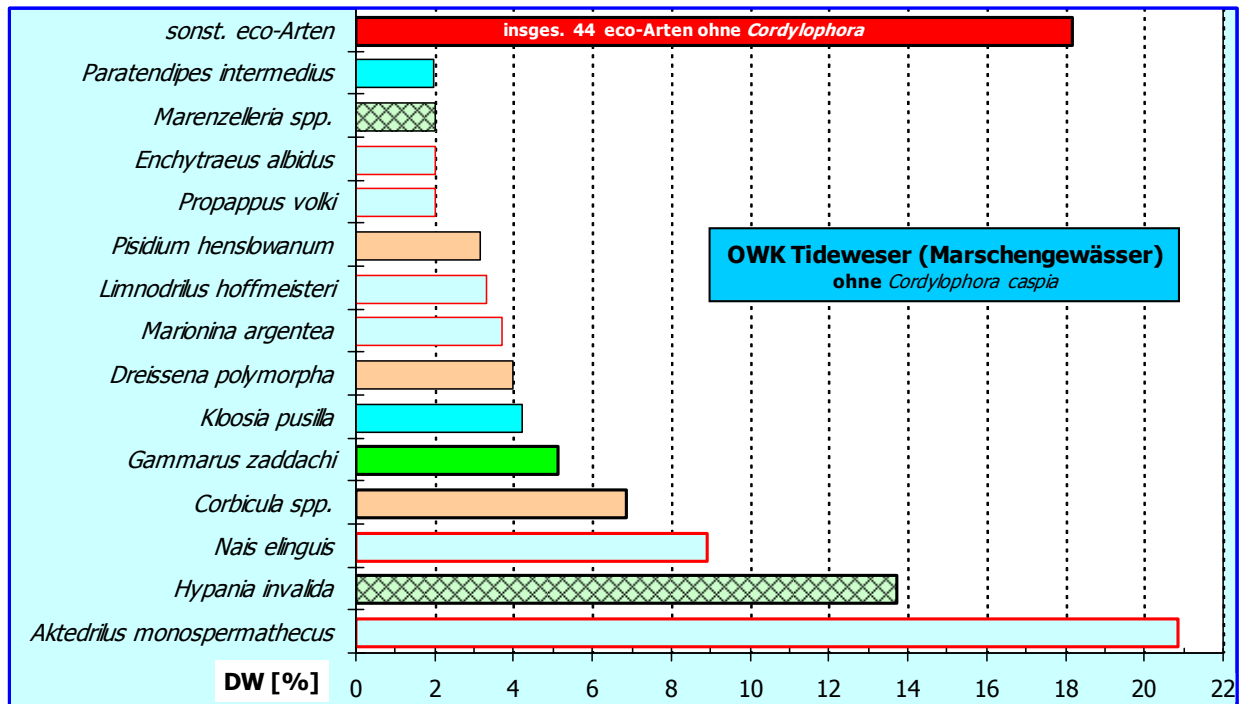
Vergleichbar ist das bis km 17 begrenzte Vorkommen des nachgewiesenen Polychäten *Hypania invalida*. Diese Art gehört zu den wenigen limnischen Lebensformen unter den Polychaeta und ist erst seit kurzer Zeit in Ästuarien von Weser und Elbe verbreitet (= Neozoon aus dem pontokaspischen Raum). In der Tideelbe wurde der Wurm unterhalb des Stauwehrs Geesthacht erstmalig in 2009 identifiziert (KRIEG 2010) ... in der Tideweser? Mittlerweile ist *H. invalida* aber in beiden Ästuarien im Süßwasserabschnitt verbreitet.

In der Hierarchie beider Querprofile war der Keulenpolyp *Cordylophora caspia* (Cnidaria) die eudominante Art schlechthin - mit lokal sehr unterschiedlichen Populationsgrößen: QS km 17 vs. QS 30 wie  $7 \times 10^5$  Ind./m<sup>2</sup> vs.  $2 \times 10^4$  Ind./m<sup>2</sup>. Dies ungleiche Verteilungsmuster ist wahrscheinlich zufällig, da die Art holeuryhalin ist. Andererseits kann aber ein lokales Angebot an passenden Hartsubstraten eine Rolle gespielt haben, wie Kies, Grobkies, Steine.

**Tab. 1:** Artenspektrum und Abundanzen [Ind./m<sup>2</sup>] der benthischen Wirbellosenfauna OWK Marschengewässer  
Legende: vgl. Tabelle 3

Art/Taxon	System	lfd.#	17 SubF	17 SubT	QS km17	30 Eul	30 SubF	30 SubT	QS km30
<i>Cordylophora caspia</i>	Cnidaria	1	687.959	250	688.209	0	4.180	12.039	16.219
<i>Corbicula</i> spp.	Bivalvia	2	3.765	2	3.767	0	13	0	13
<i>Dreissena polymorpha</i>	Bivalvia	3	1.575	0	1.575	0	629	0	629
<i>Pisidium henslowanum</i>	Bivalvia	4	943	0	943	0	786	0	786
<i>Pisidium</i> spp.	Bivalvia	5	8	2	10	0	314	0	314
<i>Pisidium subtruncatum</i>	Bivalvia	6	0	0	0	314	314	0	629
<i>Pisidium supinum</i>	Bivalvia	7	0	157	157	0	0	0	0
<i>Hypania invalida</i>	Polychaeta	8	7.546	2	7.548	0	12	0	12
<i>Marenzelleria</i> spp.	Polychaeta	9	0	786	786	0	0	314	314
<i>Marenzelleria viridis</i>	Polychaeta	10	0	23	23	9	13	38	60
<i>Aeolosoma hemprichi</i>	Aphanoneura	11	472	0	472	0	0	0	0
<i>Aeolosoma litorale</i>	Aphanoneura	12	0	314	314	0	0	0	0
<i>Aktedrilus monospermathecus</i>	Oligochaeta	13	6.130	314	6.445	3.301	472	1.259	5.032
<i>Branchiura sowerbyi</i>	Oligochaeta	14	53	0	53	0	0	0	0
<i>Dero obtusa</i>	Oligochaeta	15	472	0	472	0	0	0	0
<i>Eiseniella tetraedra</i>	Oligochaeta	16	8	0	8	0	0	0	0
<i>Enchytraeus albidus</i>	Oligochaeta	17	0	1.105	1.105	0	2	0	2
<i>Enchytraeus capitatus</i>	Oligochaeta	18	318	634	952	0	0	0	0
<i>Limnodrilus claparedeanus</i>	Oligochaeta	19	47	0	47	0	2	0	2
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	Oligochaeta	20	1.808	7	1.815	0	0	0	0
<i>Limnodrilus profundicola</i>	Oligochaeta	21	652	164	816	0	0	0	0
<i>Limnodrilus udekemianus</i>	Oligochaeta	22	58	7	65	0	0	0	0
<i>Lumbriculus variegatus</i>	Oligochaeta	23	35	0	35	0	0	0	0
<i>Marionina argentea</i>	Oligochaeta	24	472	472	943	314	629	159	1.102
<i>Nais elinguis</i>	Oligochaeta	25	4.900	0	4.900	0	0	0	0
<i>Nais pardalis</i>	Oligochaeta	26	82	0	82	0	0	0	0
<i>Potamothrix moldaviensis</i>	Oligochaeta	27	2	30	32	0	8	0	8
<i>Potamothrix vejvodskyi</i>	Oligochaeta	28	3	0	3	0	0	0	0
<i>Propappus volki</i>	Oligochaeta	29	0	482	482	0	0	632	632
<i>Psammoryctides barbatus</i>	Oligochaeta	30	984	2	985	0	12	0	12
<i>Stylaria lacustris</i>	Oligochaeta	31	314	0	314	0	0	0	0
<i>Stylodrilus</i> sp.	Oligochaeta	32	20	0	20	0	0	0	0
<i>Thalassodrilus prostatus</i>	Oligochaeta	33	2	0	2	0	0	0	0
<i>Vejvodskyella intermedia</i>	Oligochaeta	34	314	0	314	0	0	0	0
<i>Jaera istri</i>	Isopoda	35	27	0	27	0	0	0	0
<i>Bathyporeia elegans</i>	Amphipoda	36	0	15	15	0	20	13	33
<i>Bathyporeia pilosa</i>	Amphipoda	37	0	387	387	0	431	3	434
<i>Corophium curvispinum</i>	Amphipoda	38	28	0	28	0	0	0	0
<i>Corophium lacustre</i>	Amphipoda	39	25	0	25	0	0	0	0
<i>Corophium multisetosum</i>	Amphipoda	40	12	3	15	0	160	0	160
<i>Corophium volutator</i>	Amphipoda	41	0	0	0	138	0	0	138
<i>Gammarus tigrinus</i>	Amphipoda	42	406	25	431	0	472	157	629
<i>Gammarus zaddachi</i>	Amphipoda	43	350	37	387	18	1.702	712	2.432
<i>Neomysis integer</i>	Mysidacea	44	2	5	7	0	3	10	13
<i>Eriocheir sinensis</i>	Decapoda	45	331	0	331	0	0	0	0
<i>Chironomus</i> sp.	Diptera	46	1,67	0	2	0	0	0	0
<i>Cladotanytarsus</i> spp.	Diptera	47	3	0	3	0	0	0	0
<i>Dicrotendipes nervosus</i>	Diptera	48	164	0	164	0	0	0	0
<i>Glyptotendipes barbipes</i>	Diptera	49	159	0	159	0	0	0	0
<i>Kloosia pusilla</i>	Diptera	50	323	507	829	18	829	640	1.488
<i>Nanocladius bicolor</i> agg.	Diptera	51	2	0	2	0	0	0	0
<i>Paratanytarsus</i> sp.	Diptera	52	3	0	3	0	0	0	0
<i>Paratendipes albimanus</i>	Diptera	53	2	0	2	314	157	0	472
<i>Paratendipes intermedius</i>	Diptera	54	0	577	577	18	13	480	512
<i>Paratendipes</i> sp.	Diptera	55	0	0	0	0	0	2	2
<i>Polypedilum nubeculosum</i>	Diptera	56	162	0	162	0	0	0	0
<i>Polypedilum scalaenum</i>	Diptera	57	8	0	8	0	0	0	0
<i>Procladius (Holotanypus)</i>	Diptera	58	3	0	3	0	0	0	0
<i>Cloeon dipterum</i>	Ephemeroptera	59	157	0	157	0	0	0	0
<b>Summe eco-Artzahlen</b>			47	26	56	9	23	14	27
<b>Summe eco-Individuen</b>			721.112	6.308	727.419	4.446	11.173	16.459	32.078
<b>MAZ (eco-Arten)</b>					36,5				15,3
<b>MW Ind./m<sup>2</sup> (eco-Arten)</b>					363.710				10.693

Mit Dominanzwerten zwischen 94,6% (bei km 17) und  $\geq 50\%$  (bei km 30) war die benthische Biozönose des limnischen OWKs Tideweser (Marschengewässer) durch die genannte Polypenart eindeutig geprägt. Wird *Cordylophora* aus der Hierarchie „ausgeblendet“, so ergibt sich die gemäß Abbildung 2 dargestellte Dominanzstruktur.



**Abb. 2:** Dominanzstruktur (DW%) der benthischen Wirbellosenbiozönose im OWK Tideweser (Marschengewässer) im Mai 2011

**Legende:** hellblau = Oligochaeta; hellgrün & schraffiert = Polychaeta; hellbraun = Bivalvia; grün = Crustacea; blau = Chironomidae

Eudominant waren die bereits genannten Antagonisten *Hypania invalida* und *Aktedrilus monospermathecus*. Der erstgenannte Polychät ist limnisch und dringt von oberstrom ein, während der Oligochät aus dem marinen Milieu stammt.

*Aktedrilus monospermathecus* ist ein ästuarspezifischer, euryhalin-mariner Tubificide, der aus der Nordsee in die Ästuare einwandert. Der Wurm präferiert Sand und toleriert hohe Strömungsgeschwindigkeiten (und Wellenschlag). In der Vertikalen kommt die Spezies vom Supra- über das Eulitoral bis ins Flachwasser vor (SCHMELZ 2004). So ist der Tubificide in den Küstengewässern der Nordsee eine typisch eulitorale Strandart, im Höhenprofil bis zum Spülsaum abundant (GIERE & PFANNKUCHE 1982). Im inneren Ästuarbereich, bei niedrigen Salzgehalten des Oberflächenwassers, weicht *A. monospermathecus* i.d.R. in das dichtere, salzhaltige Tiefenwasser aus (KRIEG 2007).

Die Proben bei km 17 entstammen alle dem Sublitoral (> 4 m bis rd. 13 m). Die Tiere folgten im Tiefenprofil dem Salz und besiedelten offensichtlich die Sandhabitats der Flachwasser- und Tiefwasserzone. Bei Weser-km 30 wurde auch das Watt beprobt. Eine Brackwassersubmergenz war auf diesem Querprofil nicht erkennbar: In den eulitoralischen Proben wurden über 3.000 Ind./m<sup>2</sup> gezählt, in den sublitoralen Chargen < 2.000 Ind./m<sup>2</sup>. Das Verteilungsmuster spricht dafür, dass auch das Oberflächenwasser im Mai genügend Salz enthielt.

Umgekehrt das lokale Vorkommen des Neueinwanderers *Hypania invalida*. Der Polychät ist zwar bis Weser-km 30 noch präsent, jedoch in den Proben von km 17 mit rd.  $8 \times 10^3$  Ind./m<sup>2</sup> um

mehrere Zehnerpotenzen abundanter. Kennzeichnend für den limnischen Repräsentant ist die Brackwassersubmergenz, das Meiden des salzhaltigen, dichten Bodenwassers. Ganz im Gegenteil zu *Marenzelleria* spp. Der an sich holeuryhaline Spionide präferiert die tiefen Bereiche des Sublitorals.

Vergleichbar charakteristisch ist das lokale Vorkommen der nachgewiesenen Muschelarten. Mit knapp  $4 \times 10^3$  Ind./m<sup>2</sup> eine signifikante höhere Konzentration von *Corbicula* cf. *fluminea* im Probenmaterial des limnischen Querprofils km 17; bei Weser-km 30 dagegen ein drastischer Rückgang auf einen spärlichen Restbestand von  $10^2$  Ind./m<sup>2</sup>. Analog die Verbreitung der potamotypischen Pisidienarten (vulgo Erbsenmuscheln) und der Zebra- bzw. Dreikantmuschel *Dreissena polymorpha*.

Die gegenüber den Anneliden individuenmäßig gering vertretenen Kleinkrebsarten waren tendenziell stärker weserabwärts präsent, insbesondere die Amphipoden *Gammarus* spp. und *Corophium* spp.

**Fazit:** Aufgrund der unterschiedlichen Arten- und Individuenstruktur des Probenmaterials bei der „limnischen“ Querschnitte bei Weser-km 17 & 30 ist davon auszugehen, dass Salz zumindest bei km 30 eine limitierende Rolle spielt. Geringe Arten- und Individuenzahl auf Querprofil 30 lassen den Schluss zu, dass hier zumindest das sog. „Brackwasser-Minimum“ noch vorherrscht (vgl. REMANE 1958).

Wahrscheinlich finden auch sohnnahe Salzeinschübe bis km 17 statt. Durch den Ausbau der Unter- und Außenweser ein plausibles Phänomen. Wie in der ausgebauten Tideelbe wird der Flutstrom das salzhaltige Wasser über der Flusssohle der Schifffahrtsrinne sehr viel weiter flussaufwärts transportieren als an der Oberfläche. Die abundante Verbreitung des marinen Tubificiden *Akteredrilus monospermathecus* bis weit weseraufwärts (mindestens bis km 17) ist ein eindeutiges Indiz dafür.

In der nachfolgenden Tabelle sind qualitativ-quantitative Kenngrößen zusammengestellt, die einen schnellen Vergleich zwischen der Weseruntersuchung 2007 und der aktuellen Erhebung ermöglichen.

**Tab. 2:** Vergleich BWF OWK Tideweser (Marschengewässer) 2007 versus 2011

Parameter	Frühjahr 2007	Frühjahr 2011
Gesamtabundanz [Ind./m <sup>2</sup> ]	517.931	759.497
Mittlere Abundanz [Ind./m <sup>2</sup> ]	36.995	151.899
Gesamtartenzahl [n]	41	59
Mittlere Artenzahl [n]	12,8	23,8
Dominanz/Rangfolge (Arten-Hierarchie)	<i>Aeolosoma hemprichi</i>	<i>Cordylophora caspia</i>
	<i>Akteredrilus monospermathecus</i>	<i>Akteredrilus monospermathecus</i>
	<i>Marionina argentea</i>	<i>Hypania invalida</i>
	<i>Aeolosoma variegatum</i>	<i>Nais elinguis</i>
	<i>Cordylophora caspia</i>	<i>Corbicula</i> cf. <i>fluminea</i>

Die benthische Wirbellosenbiozönose hat sich sowohl quantitativ als auch qualitativ scheinbar verändert: Anstieg sämtlicher Zählgrößen und Wechsel in der Spitze der Artenhierarchie; der marine Tubificidae *Akteredrilus monospermathecus* in der Rangfolge jedoch unverändert konstant.

Scheinbar deshalb, weil es sich sowohl 2007 als auch im vorliegenden Fall 2011 um eine isolierte Einzelerhebung handelt. Das Ergebnis, die Repräsentativität zweier, einmaliger Beprobun-

gen im Abstand von vier Jahren darf nicht überbewertet werden ( $\ll N$ ). Auf einer lückenhaften Basis lässt sich keine Entscheidung dahingehend treffen, ob die benthische Wirbellosenbiozönose gegenüber der letzten Untersuchung 2007 gleich geblieben oder sich tatsächlich strukturell verändert hat. Bekanntermaßen ist die Variabilität biologischer Parameter im Brackwassermilieu extrem. Eine abgesicherte Signifikanzprüfung verbietet sich aufgrund der vierjährigen Wissenslücke. Ergo müssen die Abweichungen als zufällig interpretiert werden.

### 3.1.2 OWK Tideweser (Übergangsgewässer)

In der nachstehenden Tab. 3 sind das lokale Faunenspektrum und die Abundanzen der jeweiligen Probeneinheiten/Probestellen zusammengefasst (eine Probeneinheit = PE mit  $n = 4$  STR-Parallelen & 6 VV-Greifer-Parallelen besetzt). Als dominante Fauneneinheit (i.W. = FE) erwiesen sich in der aktuellen Untersuchung die Kleinkrebstiere mit fast  $2/3$  Anteil am gesamten Individuenbestand. Allerdings basiert diese Quote einzig und allein auf der Eudominanz einer Art, nämlich von *Corophium volutator* mit einer durchschnittlichen Populationsgröße von rd.  $3 \times 10^4$  Ind./m<sup>2</sup>.

Normalerweise dominiert in maringepprägten Mündungsbereichen tideoffener Tieflandflüsse und Ströme die Stammgruppe Annelida individuen- und artenmäßig, wobei Polychaeta und marine Oligochaeta sich die „Waage halten“, was sich auch im vorliegenden Fall als zutreffend erwiesen hat: Dominanzwert Polychaeta vs. Oligochaeta wie 18% vs. 17%.

Insgesamt war der oligo- bis mesohaline Abschnitt der Tideweser mit 44 eco-Arten recht befriedigend ausgestattet. Für die Tideelbe war im vergleichbaren OWK mit nur 25 eco-Arten eine deutlich geringere Indikatordichte in 2010 dokumentiert. Individuenmäßig bewegte sich der Parameter mit  $10^3$  Ind. bis  $10^4$  Ind./m<sup>2</sup> & PE dagegen in einem vergleichbaren Rahmen mit dem OWK Tideelbe (Übergangsgewässer) (vgl. KRIEG 2011).

Wiederum auffällig waren die qualitativ-quantitativen Unterschiede zwischen den Weserquerprofilen km 60 und km 75 (vgl. km 17 vs. km 30):

Die MAZ mit 13,0 vs. 22,7 eco-Arten und die Ø Abundanz (bezogen auf eco-Arten) mit rd.  $7 \times 10^3$  Ind. vs.  $8 \times 10^4$  Ind./m<sup>2</sup>.

Mit Sicherheit korrespondiert der erkennbare Artenmangel des Weserquerschnitts km 60 mit der Lage der Brackwasserzone. Analog zu Weser-km 30 befindet sich dieser Flussabschnitt wahrscheinlich in der Arten- & Biomasse-Minimumzone. Im Brackwasser, dem Übergangsbereich, kann nur ein begrenztes Spektrum angepasster Arten existieren, ausgezeichnet durch besonders osmoregulatorische Fähigkeiten.

Eudominantes Faunenelement im OWK war, wie bereits genannt, der Amphipode *Corophium volutator* (Crustacea). Der Schlickkrebis war auf dem Schlickwatt bei km 75 mit einer Populationsgröße von  $1,6 \times 10^5$  Ind./m<sup>2</sup> abundant. Im Sublitoral wie auch auf dem gesamten wasser- aufwärtigen Querprofil km 60 fiel die Bestandsdichte um drei Zehnerpotenzen auf  $10^2$  Ind./m<sup>2</sup> zurück.

Unter den Bathyporeien siedelten die euryhalin-marinen Arten *Bathyporeia elegans* und *B. pelagica* sowie die holeuryhaline Spezies *B. pilosa* bevorzugt im Sublitoral bei Weser-km 75 mit entsprechend sandigen Habitaten (Größenordnung  $\leq 10^2$  Ind./m<sup>2</sup>).

Der Nachweis der Muscheln wie der der Schnecken beschränkte sich fast ausnahmslos auf den nordseewärtigen Querschnitt km 75. *Hydrobia* spp. (Gastropoda) und *Macoma balthica* (Bivalvia) wurden auf den Watten beobachtet, während die Muscheln *Mya* sp. und *Mytilus edulis* das Sublitoral bevorzugten.

**Tab. 3:** Artenspektrum und Abundanzen [Ind./m<sup>2</sup>] der benthischen Wirbellosenfauna OWK Tideweser (Übergangsgewässer)

Legende: 17, 30, 60 & 75 = Weser-Kilometrierung; Eul = Eulitoral; Sub = Sublitoral; F = Flach (≈ Flachwasserzone); T = Tief-(wasserzone); QS = Querschnitt bei Weser-km #; MAZ = Mittlere Artenzahl; MW = Mittelwert; eco-Arten = ästuarspezifische Indikatorart.

Art	System	lfd.#	60_Eul	60_SubF	60_SubT	QS km60	75_Eul	75_SubF	75_SubT	QS km75
<i>Cordylophora caspia</i>	Cnidaria	1	0	0	0	0	0	0	3.930	3.930
<i>Obelia longissima</i>	Cnidaria	2	0	0	25	25	0	2.043	0	2.043
<i>Sertularia cupressina</i>	Cnidaria	3	0	0	0	0	0	0	2	2
<i>Hydrobia ulvae</i>	Gastropoda	4	0	0	0	0	657	0	0	657
<i>Macoma balthica</i>	Bivalvia	5	0	2	0	2	240	0	2	242
<i>Mya truncata</i>	Bivalvia	6	0	0	0	0	0	0	157	157
<i>Mytilus edulis</i>	Bivalvia	7	0	0	0	0	0	0	314	314
<i>Scobicularia plana</i>	Bivalvia	8	0	0	0	0	0	3	0	3
<i>Arenicola marina</i>	Polychaeta	9	0	0	0	0	629	0	2	631
<i>Capitella cf. capitata</i>	Polychaeta	10	0	0	0	0	1.267	482	27	1.775
<i>Eteone longa</i>	Polychaeta	11	0	0	0	0	194	319	159	673
<i>Heteromastus filiformis</i>	Polychaeta	12	0	0	0	0	1.053	1.682	10	2.745
<i>Manayunkia aestuarina</i>	Polychaeta	13	314	0	0	314	19.501	0	0	19.501
<i>Marenzelleria spp.</i>	Polychaeta	14	0	314	472	786	2.829	2.201	0	5.030
<i>Marenzelleria viridis</i>	Polychaeta	15	44	167	575	786	1.432	2.481	137	4.050
<i>Marenzelleria wireni</i>	Polychaeta	16	0	0	0	0	157	314	472	943
<i>Nephtys hombergii</i>	Polychaeta	17	0	0	0	0	314	0	314	629
<i>Nereis (Hediste) diversicolor</i>	Polychaeta	18	0	0	314	314	645	314	0	960
<i>Nereis (Neanthes) succinea</i>	Polychaeta	19	0	317	159	477	166	472	157	795
<i>Ophelia rathkei</i>	Polychaeta	20	0	0	0	0	0	0	2	2
<i>Polydora (Boccardiella) ligerica</i>	Polychaeta	21	0	1.575	0	1.575	0	943	0	943
<i>Pygospio elegans</i>	Polychaeta	22	0	0	0	0	1.274	314	164	1.753
<i>Streblospio dekhuyzenii</i>	Polychaeta	23	0	0	0	0	0	314	786	1.100
<i>Tharyx killariensis</i>	Polychaeta	24	0	0	0	0	18	1.122	2	1.142
<i>Amphichaeta sannio</i>	Oligochaeta	25	314	0	0	314	0	0	0	0
<i>Heterochaeta costata</i>	Oligochaeta	26	1.502	804	0	2.307	13.349	0	0	13.349
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	Oligochaeta	27	0	2	0	2	0	0	0	0
<i>Nais elinguis</i>	Oligochaeta	28	0	0	157	157	0	0	0	0
<i>Potamothrix moldaviensis</i>	Oligochaeta	29	0	3	0	3	0	0	0	0
<i>Tubificoides benedii</i>	Oligochaeta	30	0	0	0	0	14.320	1.252	176	15.748
<i>Tubificoides heterochaetus</i>	Oligochaeta	31	2.043	8.959	0	11.002	0	0	0	0
<i>Tubificoides pseudogaster</i> agg.	Oligochaeta	32	0	10	0	10	157	0	0	157
<i>Balanus improvisus</i>	Cirripedia	33	0	2	0	2	0	0	38	38
<i>Bathyporeia elegans</i>	Amphipoda	34	0	0	5	5	0	0	316	316
<i>Bathyporeia pelagica</i>	Amphipoda	35	0	0	0	0	0	0	157	157
<i>Bathyporeia pilosa</i>	Amphipoda	36	0	0	12	12	0	0	60	60
<i>Corophium volutator</i>	Amphipoda	37	830	164	3	997	156.312	512	344	157.168
<i>Gammarus salinus</i>	Amphipoda	38	0	2	0	2	0	0	472	472
<i>Gammarus zaddachi</i>	Amphipoda	39	0	0	8	8	0	0	0	0
<i>Mesopodopsis slabberi</i>	Mysidacea	40	833	184	5	1.022	0	7	329	336
<i>Neomysis integer</i>	Mysidacea	41	219	5	490	714	18	5	60	83
<i>Crangon crangon</i>	Decapoda	42	175	15	8	198	46	317	5	368
<i>Palaeomon macrodactylus</i>	Decapoda	43	0	0	0	0	0	0	2	2
<i>Tanytarsus</i> gr. <i>eminulus</i>	Diptera	44	0	2	0	2	0	0	0	0
<b>Summe eco-Artzahlen</b>			9	17	13	25	21	19	28	37
<b>Summe eco-Individuen</b>			6.276	12.528	2.233	21.037	214.580	15.099	8.597	238.276
<b>MAZ (eco-Arten)</b>						13,0				22,7
<b>MW Ind./m<sup>2</sup> (eco-Arten)</b>						7.012				79.425

Wie bereits eingangs erwähnt dominierten im Probenmaterial des seewärtigen OWK bzw. Übergangsgewässer auch die Annelida: Polychaeta und marine Oligochaeta (vgl. Abb. 3).

Innerhalb der 16 Polychätenarten des nordseewärtigen Profils waren sowohl opportunistische als auch sensitive Arten vertreten. Mit  $2 \times 10^4$  Ind./m<sup>2</sup> (analog DW = 8,2%) bildete die sensitive Brackwasserart *Manayunkia aestuarina* die individuenstärkste Polychätenpopulation; nachgewiesen wurden die Tiere nur auf dem Mischwatt (Schluff und Feinsand), nicht im schluffhaltigen Feinsand des Sublitorals.

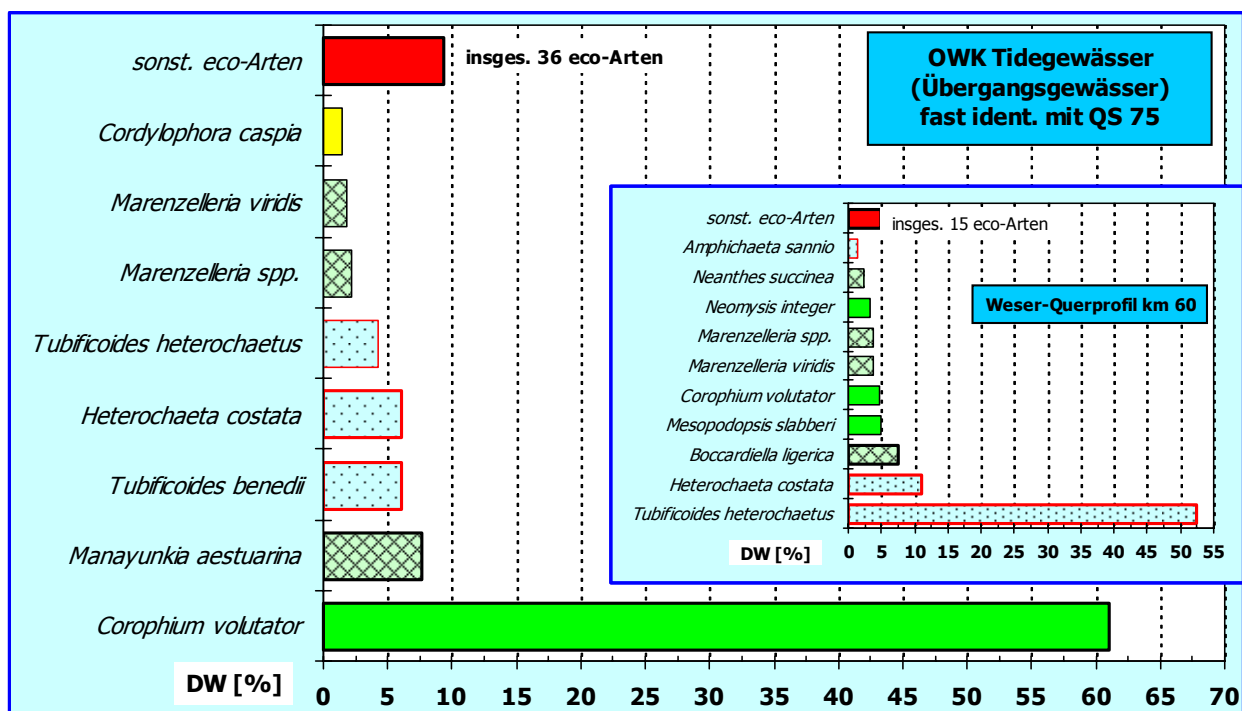


Neben *Manayunkia* wurden zwei weitere autochthone Brackwasserarten identifiziert: *Streblospio dekhuyzeni* (syn. *S. benedicti* & *S. shrubsolii*) und *Boccardiella ligerica* (syn. *Polydora ligerica*), beide allerdings nur im Sublitoral (Flach- und Tiefwasser).

V.a. *Marenzelleria* (sp. & cf. *viridis*), *Heteromastus filiformis*, *Capitella* cf. *capitata*, *Pygospio elegans* und *Tharyx killariensis*, bildeten, jeweils in der Größenordnung von  $\geq 10^3$  Ind./m<sup>2</sup>, die Fraktion der opportunistischen Polychäten. Am individuenreichsten waren deren Populationen auf dem Watt und in der Flachwasserzone (= SubF); das Tiefwasser (= SubT), die Fahrrinne war nur ausgedünnt und wohl eher zufällig besiedelt (Milieubedingungen ↓).

Auf Querprofil 60 reduzierte sich das Polychäteninventar primär auf vier Opportunisten: *Marenzelleria* spp. und *Nereis* spp. Die mittlere Abundanz variierte innerhalb der Größenordnung 10<sup>2</sup> Ind./m<sup>2</sup>, und das Vorkommen fokussierte sich das Sublitoral, vorwiegend auf die Fahrwasser-ränder und die Fahrrinne (-4 m bis -11 m). Die genuine Brackwasserart *Boccardiella ligerica* wurde nur im Flachwasser registriert, allerdings mit rd. 1.500 Ind./m<sup>2</sup>.

Überbrückendes Glied zwischen Weser-km 75 und 60, und wenn man so will bis km 17, war der invasive Neueinwanderer und Spionidae *Marenzelleria*. Hinsichtlich der Nomenklatur bzgl. dieses Polychäten wurde der Empfehlung des „BLMP-Nord-/Ostsee-Makrozoobenthos (UBA)“ gefolgt und die Bezeichnungen *Marenzelleria* spp., *M. cf. viridis*, *M. wireni* verwendet.



**Abb. 3:** Dominanzstruktur (DW%) der benthischen Wirbellosenbiozönose im OWK Tideweser (Übergangsgewässer) im Mai 2011

**Legende:** grün = Crustacea; hellblau & gepunktet = Oligochaeta; hellgrün & schraffiert = Polychaeta;; gelb = Cnidaria

Das Artenspektrum der Oligochaeta rekrutierte sich aus drei (euryhalin-) marinen Arten und zwei genuinen Brackwasserarten. Außerdem mit *Potamothrix moldaviensis* und *Limnodrilus hoffmeisteri* noch zwei limnische Tubificiden mit einer Toleranz für Salz. Darüber hinaus wurde im OWK noch *Nais elinguis* (Naididae) mehrfach beobachtet; ein Gewässerubiquist, analog *L. hoffmeisteri*, dagegen aber holeuryhalin.

Die individuenstärksten Oligochäten-Populationen wurden im seewärtigen Teilgebiet der „Trichtermündung“ gezählt - auf dem Querprofil km 75. Drei marine Tubificidenarten siedelten (fast ausschließlich) auf den anstehenden Mischwatten: *Tubificoides benedii* mit  $1,4 \times 10^4$  Ind./m<sup>2</sup> und *Heterochaeta costata* mit einer annähernd identischen Population von  $1,3 \times 10^4$  Ind./m<sup>2</sup>. Ergänzt wurde diese Assoziation durch *Tubificoides pseudogaster* mit einer geringen Wohndichte von  $10^2$  Ind./m<sup>2</sup>. Die drei Spezies bevorzugten heterogenes Feinsubstrat – (feinsten) Feinsand mit Fein- und Grobschluff sowie C<sub>org</sub>-Beimengungen. Ihre Verbreitung im Ästuar ist auf das Mesohalinikum stromauf bis ca. 8‰ begrenzt (PFANNKUCHE 1977, GIÈRE & PFANNKUCHE 1982).

Artenreicher strukturiert war die Oligochätenfauna im inneren Abschnitt des OWK - auf dem Querschnitt Weser-km 60. Im reinen Schlickwatt des Ufers und im Sublitoral des schlickigen Flachwassers waren zwei Arten abundant: Der schon genannte euryhalin-marine Tubificide *Heterochaeta costata* in der Größenordnung  $10^3$  Ind./m<sup>2</sup> und der autochthone Brackwassertubificide *Tubificoides heterochaetus* in der Größenordnung  $10^4$  Ind./m<sup>2</sup>. Vergesellschaftet waren die genannten Spezies mit *Limnodrilus hoffmeisteri* und *Potamothrix moldaviensis*, allerdings wurden letztere nur vereinzelt im Probenmaterial identifiziert. Wahrscheinlich sind sie von stromauf verdriftet, denn ihrem Ursprung nach sind es Süßwassertubificiden. Der Naididae *Amphichaeta sannio*, ein weiterer genuiner Brackwasserbewohner, siedelte auch auf dem Querprofil, jedoch war die Population mit hochgerechnet 314 Ind./m<sup>2</sup> individuenarm. *Amphichaeta* lebt epibenthisch, ebenso wie *Nais elinguis*, dessen Fund im Tiefwasser als zufällig zu werten ist (verdriftete Individuen).

Aus dem vorstehenden Text sind Gemeinsamkeiten zwischen Weser- und Elbeästuar für die euryhalin-marinen Oligochäten abzulesen. Das lokale Arteninventar ist entsprechend, ihre Verbreitung im Ästuar, sowie ihr diskretes Vorkommen in gewissen Halinitätszonen und ihre Sedimenttyp-Präferenzen.

**Fazit:** Wie in den maringepprägten Mündungsbereichen tideoffener Ströme üblich, ist die Stammgruppe Annelida auch in der äußeren Tideweser eine der dominanten Fauneneinheit, qualitativ wie quantitativ. Die benthische Zönose der Polychaeta sowie marinen und euryhalinen Oligochaeta ist i.d.R. divers strukturiert, darüber hinaus erreichen diese Fauneneinheiten im Meso- und Polyhalinikum der Ästuar hohe Abundanzen.

Vergleichbar den stromaufwärtigen Querprofilen waren auch zwischen km 60 und km 75 qualitativ-quantitative Unterschiede offensichtlich. Bei Weser-km 60 war die BWF arten- und individuenärmer (vgl. statistische Kenngrößen in Tabelle 3). Sicherlich, wie bei Weser-km 30, wieder das Phänomen der Brackwasserzone. Während bei km 75 bereits der Einfluss der Nordsee vorherrscht (s. Tab. 3 & Abb. 3, Dominanzstruktur), erstreckt sich zwischen Weser-km 30 und km 60 das Mixohalinikum mit seiner i.d.R. kleinwüchsigen Brackwasserfauna.

In der nachfolgenden Tab. 4 sind ausgewählte qualitativ-quantitative Kenngrößen zusammengestellt, die einen schnellen Vergleich zwischen der Weseruntersuchung 2007 und der aktuellen Erhebung ermöglichen.

Im Gegensatz zum OWK Tideweser (Marschengewässer) beschränkten sich die Veränderungen im Übergangsgewässer im Wesentlichen auf den quantitativen Aspekt (vgl. Tab. 2). Gesamt- und mittlere Abundanz sind höher in 2011, ebenso die MAZ. Qualitativ hat sich in der Dominanzstruktur grundsätzlich die Rangfolge, die Hierarchie geändert; das Spektrum dominanter Arten ist bis auf eine Ausnahme unverändert geblieben. Wahrscheinlich wirkt der Einfluss der Nordsee stabilisierend auf die benthische Biozönose der Außenweser und „dämpft“ die üblichen Extremschwingungen der Parameter.

Allerdings gilt auch hier der Grundsatz, dass sich eine abgesicherte Signifikanzprüfung aufgrund der Einmaligkeit der Untersuchung und wegen der vierjährigen Wissenslücke verbietet. Ergo sind Abweichungen als zufällig zu interpretieren.

**Tab. 4:** Vergleich BWF OWK Tideweser (Übergangsgewässer) 2007 versus 2011

Parameter	Frühjahr 2007	Frühjahr 2011
Gesamtabundanz [Ind./m <sup>2</sup> ]	162.210	259.313
Mittlere Abundanz [Ind./m <sup>2</sup> ]	9.012	43.219
Gesamtartenzahl [n]	42	44
Mittlere Artenzahl [n]	8,8	17,8
Dominanz/Rangfolge (Arten-Hierarchie)	<i>Heterochaeta costata</i>	<i>Corophium volutator</i>
	<i>Tubificoides heterochaetus</i>	<i>Manayunkia aestuarina</i>
	<i>Manayunkia aestuarina</i>	<i>Tubificoides benedii</i>
	<i>Marenzelleria cf. viridis</i>	<i>Heterochaeta costata</i>
	<i>Corophium volutator</i>	<i>Tubificoides heterochaetus</i>

## 3.2 Bewertung der benthischen Wirbellosenfauna mittels AeTV

### 3.2.1 OWK Tideweser (Marschengewässer)

Nach EU-WRRL (PE-CONS 3639/00, Anhänge) steht im Fokus der Bewertung der **Oberflächenwasserkörper** in seinen festgelegten Grenzen. Im Folgenden wird aufsteigend von einer Probestelle, dem einzelnen Querschnitt bis zum jeweiligen OWK die Bewertung auf Basis der Qualitätskomponente BWF vorgenommen. Wie aus den nachfolgenden Tabellen ersichtlich, je höher das Bewertungsniveau, um so belastbarer das Ergebnis, und an dessen Ende steht der OWK zur verbindlichen Bewertung an.

**Tab. 5:** Vergleich OWK Tidegewässer (Marschengewässer) - Bewertungsniveau „**Probestelle**“ (nicht WRRL-konform)

**Legende:** Parameter AeTV = gelb markiert; Sub\_Fl = flaches Sublitoral; Sub\_Ti = tiefes Sublitoral; Eul = Eulitoral; AZ = Artenzahl; ges. = gesamt; n = Anzahl; Ind. = Individuenzahl; MIZ = mittlere Individuenzahl; MAZ = mittlere Artenzahl; ADF = alpha-Diversität; AeTI = Ästuartypie-Index; EQR = Ecological quality ratio; MAZ & ADF = Biodiversität; StAbw = Standardabweichung

Parameter / Ökotyp	km 17 Sub_Fl	km 17 Sub_Ti	km 30 Eul	km 30 Sub_Fl	km 30 Sub_Ti
eco_AZ [n]	48	26	9	23	14
eco_Ind. [Ind./m <sup>2</sup> ]	721.111	6.308	4.446	11.179	16.459
<b>MAZ [n]</b>	32,0	16,5	4,5	9,5	16,5
<b>ADF ± StAbw</b>	7,2 ± 0,5	3,5 ± 0,7	1,1 ± 0,4	2,8 ± 0,6	1,9 ± 0,9
<b>AeTI ± StAbw</b>	2,71 ± 0,20	2,20 ± 0,24	<b>1,89 ± 0,38</b>	<b>2,30 ± 0,28</b>	<b>2,09 ± 0,31</b>
<b>EQR</b>	0,573	0,700	0,778	0,675	0,728
AeTI gültig	ja	ja	nein	nein	nein

Die Bewertung auf dem Niveau „**Probestelle**“ ist für Querprofil km 30 insgesamt ungültig. Der AeTI ist nicht belastbar, da zu wenige eco-Arten pro Probestelle nachgewiesen wurden und die Standardabweichung ist > ± 0,3. Die Gültigkeit ist dann erfüllt, wenn die Mindestzahl der eco-Arten größer/gleich dem Quadrat der besetzten ECO-Klassen ist (n = 4, 9, 16 & 25; Minimum der Besetzung = zwei ECO-Klassen analog ökol. Zustandsklassen). Außerdem muss die Standardabweichung deutlich < 0,3 sein.

**Tab. 6:** Vergleich OWK Tidegewässer (Marschengewässer) - Bewertungsniveau „**Querprofil**“ (nicht WRRL-konform)

**Legende:** Parameter AeTV = gelb markiert; Sub\_Fl = flaches Sublitoral; Sub\_Ti = tiefes Sublitoral; Eul = Eulitoral; AZ = Artenzahl; ges. = gesamt; n = Anzahl; Ind. = Individuenzahl; MIZ = mittlere Individuenzahl; MAZ = mittlere Artenzahl; ADF = alpha-Diversität; AeTI = Ästuartypie-Index; EQR = Ecological quality ratio; MAZ & ADF = Biodiversität; StAbw = Standardabweichung

Param. / Querprofil	QP km 17	QP km 30
eco_AZ [n]	57	27
eco_Ind. [Ind./m <sup>2</sup> ]	727.419	32.078
<b>MAZ [n]</b>	37,0	15,3
<b>ADF ± StAbw</b>	7,3 ± 0,8	2,90 ± 0,6
<b>AeTI ± StAbw</b>	2,45 ± 0,2	2,04 ± 0,2
<b>EQR</b>	0,638	0,740
AeTI gültig	ja	ja

Auf beiden Querprofilen liegt der AeTI innerhalb der Gültigkeitskriterien; beide Biozönosen entsprechen einem mäßigen ökologischen Zustand, analog ÖZK III. Die Biodiversität bestätigt mehr oder weniger diese Bonitierung mittels der QK BWF.

Die WRRL-konforme Bewertung des **OWK** Tideweser (Marschengewässer) ergibt folgende Klassifizierung:

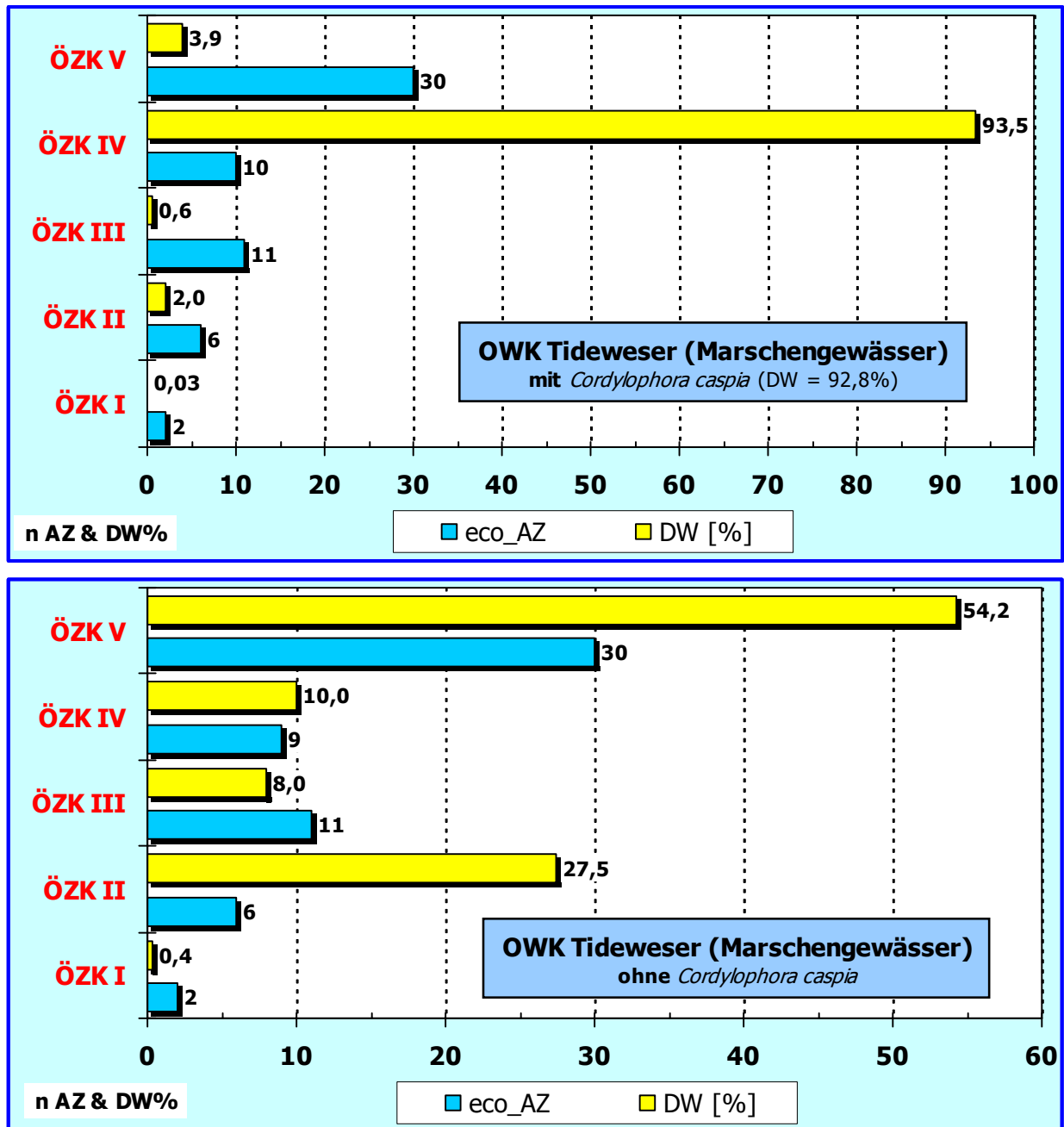
Mit einem Rechenwert von **2,26 ± 0,2** liegt der **AeTI** im mittleren Segment der ECO-Klasse III. Demnach verkörpert die Qualitätskomponente BWF für den OWK Tideweser (Marschengewässer) einen **mäßigen** ökologischen Zustand (vgl. Tab. 7). Die Gültigkeitskriterien sind in Gänze erfüllt, demnach ist der Kernparameter AeTI formal korrekt ermittelt und belastbar.

Die Verteilung der 59 Indikatorarten über 5 belegte ECO-Klassen weist ein Maximum für die Klassen IV und V auf. Gewässerubiquisten und euryöke Arten sind mit n = 40 in der Überzahl, ästuarspezifische und hypopotamale Indikatoren sind dagegen mit 8 eco-Arten (eco-Werte 5 und 4 analog ÖZK I & II) im Defizit (Abb. 4). Unter Berücksichtigung der Individuendominanz stützen sich mehr als 90% der Gesamtabundanz auf das Kollektiv der anpassungsfähigen Generalisten, Opportunisten und Ubiquisten (Abb. 4, obere Grafik). Wird die Eudominanz von *Cordylophora caspia* aus der Betrachtung ausgeblendet, so ist die Quote der Opportunisten und r-Strategen mit annähernd 2/3 Bestandsanteil immer noch hoch (Abb. 4, untere Grafik).

In der Berechnung des AeTI schlägt sich die Gewichtung der „guten“ eco-Arten (Gütekategorie x Faktor 8 oder 16) und deren gewichtete Abundanz gemäß Fibonacci-Rangfolge (bspw. 1, 2, 3 vs. 13 oder 21) im Ergebnis nieder: Eine Verschiebung in die ECO-Klasse III, weg von der Artendominanz der Generalisten und r-Strategen etc. Das Vorkommen einer sehr guten und guten Indikatorart wird gemäß Methode höher bewertet (über den eco-Wert und die Gütekategorie) als das eines Ubiquisten oder Opportunisten. Danach ist trotz Überhang von unspezifischen Arten die mäßige ökologische Zustandsklassifizierung nach dem AeTI die logische Konsequenz.

Die Co-Metrics der **Biodiversität** korrespondieren im Großen und Ganzen mit der Bewertung gemäß AeTI. Der berechnete **ADF**-Wert  $\alpha = 7,6 \pm 0,8$  liegt im zentralen Bereich einer mäßigen Einstufung (FGW-Typ 22.3); wiederum bezeichnend für eine durchschnittlich sortierte Gemeinschaftsstruktur. Mit anderen Worten, der Co-Parameter ADF bestätigt die ÖZK III. Vom Prinzip des Index' durchaus zutreffend, da in der Gemeinschaft nur fünf Arten (eu-) dominant waren, während die überwiegende Mehrzahl der eco-Arten nur (sub-) rezedent vertreten waren (s.

Abb. 2 & Tab. 1). Im Gegensatz zur MAZ, die eine univariate, qualitative Zählgröße ist, berücksichtigt der Diversitätsindex die qualitativen und quantitativen Rahmenbedingungen, vergleichbar dem AeTI, wo auch beide Faktoren gewichtet eingehen.



**Abb. 4:** Anzahl [n] und Individuendominanz [%] der eco-Arten pro ÖZK (syn. ECO-Klasse). Tideweser zwischen Strom-km 17 & 30 im Fhj. 2011 (n = 5 PE) = OWK Tideweser (Marschengewässer). Legende: AZ = Artenzahl; DW = Dominanzwert

**Obere Grafik:** Darstellung mit Berücksichtigung der eudominanten Art *Cordylophora caspia*

**Untere Grafik:** Darstellung ohne Berücksichtigung der eudominanten Art *Cordylophora caspia*

Mit einer mittleren Artenzahl (**MAZ**) von  $S_c = 24,0$  liegt der Rechenwert weit über Durchschnitt für den FGW-Typ Strom der Marschen und entspricht auf dieser Basis einem guten ökologischen Zustand. Im Vergleich mit empirischen Tideelbe-Daten (SCHUCHARDT, SCHOLLE & KRIEG

2002-2005; KRIEG 2006, 2007) aus dem Extrembiotop Fahrinne (MAZ  $\approx$  10) oder den Sandwatten (MAZ  $\geq$  20) liegt der diesjährige Unterweserwert klar über dem Mittelmaß der Tideelbe.

In Abb. 4 ist die Verteilung der Indikatorarten über die ECO- syn. ÖZ-Klassen aufgeführt. Wie bereits gesagt, eine überdeutliche Arten- und Individuendominanz euryöker Gewässerubiquisten (mit eco-Werten 1 & 2) ist nicht zu verleugnen: v.a. *Cordylophora caspia* (Cnidaria) sowie *Corbicula* spp. und *Dreissena polymorpha* (Bivalvia); darüber hinaus die Oligochäten *Nais elinguis* (Naididae), *Marionina argentea* (Enchytraeidae), *Limnodrilus hoffmeisteri* (Tubificidae) u.a. mehr.

Als strikt ästuarspezifisch (eco-Wert 5) wurden im „limnischen“ Weserästuar nur die zwei genuinen Brackwasser- und Schwesterarten *Corophium lacustre* und *C. multisetosum* (Corophiidae) vereinzelt nachgewiesen [spricht für „Salz“ bis Weser-km 17, denn echte Brackwasserarten sind an Salz gebunden (vgl. Tab. 1 & Abb. 2)].

Das Spektrum der potamon- und ästuartypischen Bewohner (mit eco-Wert 4) rekrutierte sich aus sechs Spezies: Die Süßwassermuschel *Pisidium supinum* nur bei Weser-km 17; außerdem *Propappus volki* (Oligochaeta: Propappidae), *Aktedrilus monospermathecus* (Oligochaeta: Tubificidae) und die gleichfalls rheophile, stenotope Sandart, allerdings Diptere, *Kloosia pusilla* (Chironomidae) im gesamten OWK. Der Brackwassertubificidae *A. monospermathecus* war im OWK die eudominante Oligochätenart schlechthin. Die Substratansprüche sind identisch mit *Propappus volki*: Beide leben vagil im Interstitial sandiger (lagestabiler) Substrate, allerdings genauso in den lageinstabilen Transportkörpern der Flusssohle (Überlagerungen von Dünen und Riffeln), wie sie für weite Bereiche der Unterweser typisch sind. Im räumlich variablen Überschneidungsgebiet der oberen Brackwassergrenze ist von einer Koexistenz beider Spezies auszugehen, Raumkonkurrenz ist auszuschließen. Der euryhalin-marine Amphipode *Bathyporeia elegans* und der Brackwassertubificide *Thalassodrilus prostatus* ergänzten das Spektrum der ästuartypischen Arten.

**Fazit:** Auf der Basis des Kernparameters und des Moduls Biodiversität des Ästuartypieverfahrens ergibt sich folgende Zusammenfassung zur Bewertung des OWK Tideweser (Marschengewässer) unter Zugrundelegung der benthischen wirbellosen Fauna im Frühjahr 2011.

**Tab. 7:** Zusammenstellung der Kern- & Co-Parameter sowie Einstufung in die ökologische Zustandsklasse für den OWK Tideweser (**Marschengewässer**) (analog FGW-Subtyp 22.3, tideoffen)

**Legende:** OWK = Oberflächenwasserkörper; FGW-Typ = Fließgewässertyp; PE = Probeneinheit (n = 10 Parallelen)

AeTI  $\pm$  s = Ästuar-Typie-Index & Standardabweichung; EQR = Ecological quality ratio; MAZ = Mittlere Artenzahl; ADF = Alpha-Diversität n. Fisher

OWK Tideweser ( <b>Marschengewässer</b> ) - Untersuchung im Fhj. 2011 mit 5 PE							
Parameter	AeTI $\pm$ s	EQR	MAZ	ADF	Eco-Arten	Taxa ges.	eco_Indiv.
	2,26 $\pm$ 0,20	0,685	24,0	7,6 $\pm$ 0,8	59	71	759.497
Gültigkeitskriterien AeTI <b>erfüllt</b> , da							
1. Standardabweichung AeTI s < 0,3							
2. Mindestanzahl Indikatorarten 5 <sup>2</sup> > 25							
3. Abundanzverhältnis Indikatorarten zu Gesamttaxa >> 50%							
Gem. <b>AeTI</b> : ECO-Klasse oder ökologische Zustandsklasse (ÖZK) III analog mäßig.							
Gem. <b>MAZ</b> : ECO-Klasse oder ÖZK II analog gut.							
Gem. <b>ADF</b> : ECO-Klasse oder ÖZK III analog mäßig.							
<b>Einstufung nach AeTV = 2,26 &amp; EQR = 0,685</b>							
<b>Bewertung: ÖZK III analog mäßiger Zustand</b>							
Der Grad der Vielfalt und Abundanz liegt weitgehend innerhalb des Bereichs typspezifischer Bedingungen. Biozönotische Struktur einerseits aus empfindlichen, typspezifischen Arten, andererseits große Individuendichten von Opportunisten und Ubiquisten [s. PE-CONS 3639/00 ANHANG V REV I (EG-WRRL 2001); vgl. Definitionen „sehr guter“, „guter“ und „mäßiger“ ökol. Zustand].							

### 3.2.2 OWK Tideweser (Übergangsgewässer)

Nach EU-WRRL (PE-CONS 3639/00, Anhänge) steht im Fokus der Bewertung der **Oberflächenwasserkörper** in seinen lokalen Grenzen. Wie auch für den OWK Marschengewässer wird aufsteigend von einer Probestelle, dem einzelnen Querschnitt bis zum jeweiligen OWK die Bewertung auf Basis der Qualitätskomponente BWF vorgenommen. Wie aus den nachfolgenden Tabellen ersichtlich, je höher das Bewertungsniveau, um so belastbarer das Ergebnis, und an dessen Ende steht der OWK zur verbindlichen Bewertung an.

**Tab. 8:** Vergleich OWK Tidegewässer (Übergangsgewässer) - Bewertungsniveau „**Probestelle**“ (nicht WRRL-konform)

**Legende:** Parameter AeTV = gelb markiert; Sub\_Fl = flaches Sublitoral; Sub\_Ti = tiefes Sublitoral; Eul = Eulitoral; AZ = Artenzahl; ges. = gesamt; n = Anzahl; Ind. = Individuenzahl; MIZ = mittlere Individuenzahl; MAZ = mittlere Artenzahl; ADF = alpha-Diversität; AeTI = Ästuartypie-Index; EQR = Ecological quality ratio; MAZ & ADF = Biodiversität; StAbw = Standardabweichung

Parameter/Ökotop	km 60 Eul	km 60 Sub_Fl	km 60 Sub_Ti	km 75 Eul	km 75 Sub_Fl	km 75 Sub_Ti
eco_AZ [n]	<b>9</b>	17	<b>13</b>	21	19	28
eco_Ind. [Ind./m <sup>2</sup> ]	6.276	12.528	2.233	214.580	15.099	8.597
<b>MAZ [n]</b>	5,5	11,5	7,5	17,0	13,5	17,0
<b>ADF ± StAbw</b>	1,0 ± 0,3	1,9 ± 0,5	1,8 ± 0,5	2,2 ± 0,4	2,1 ± 0,5	3,6 ± 0,7
<b>AeTI ± StAbw</b>	<b>1,88 ± 0,38</b>	1,46 ± 0,27	<b>3,65 ± 0,31</b>	2,61 ± 0,26	<b>2,56 ± 0,31</b>	2,34 ± 0,20
<b>EQR</b>	0,780	0,885	0,338	0,598	0,610	0,665
AeTI gültig	<b>nein</b>	ja	<b>nein</b>	ja	<b>nein</b>	ja

Die Bewertung auf dem Niveau „**Probestelle**“ ist für Querprofil km 60 für zwei Stationen ungültig. Der AeTI ist nicht belastbar, da zu wenige eco-Arten pro Probestelle nachgewiesen wurden und die Standardabweichung  $> \pm 0,3$  ist. Mit StAbw  $\pm 0,27$  ist der Index für Ökotop km 60 Sub\_Flach bereits recht unsicher. Auf Querprofil Weser-km 75 ist die Situation vergleichbar ähnlich; nur Probe km 75 Sub\_Tief ist mit einem belastbaren AeTI indiziert. Zur Gültigkeit des AeTI vgl. vorstehendes Kap. 3.2.1. Die  $\alpha$ -Diversität auf diesem Prüfniveau schwankt für alle Proben zwischen schlecht und unbefriedigend.

**Tab. 9:** Vergleich OWK Tidegewässer (Übergangsgewässer) - Bewertungsniveau „**Querprofil**“ (nicht WRRL-konform)

**Legende:** Parameter AeTV = gelb markiert; Sub\_Fl = flaches Sublitoral; Sub\_Ti = tiefes Sublitoral; Eul = Eulitoral; AZ = Artenzahl; ges. = gesamt; n = Anzahl; Ind. = Individuenzahl; MIZ = mittlere Individuenzahl; MAZ = mittlere Artenzahl; ADF = alpha-Diversität; AeTI = Ästuartypie-Index; EQR = Ecological quality ratio; MAZ & ADF = Biodiversität; StAbw = Standardabweichung

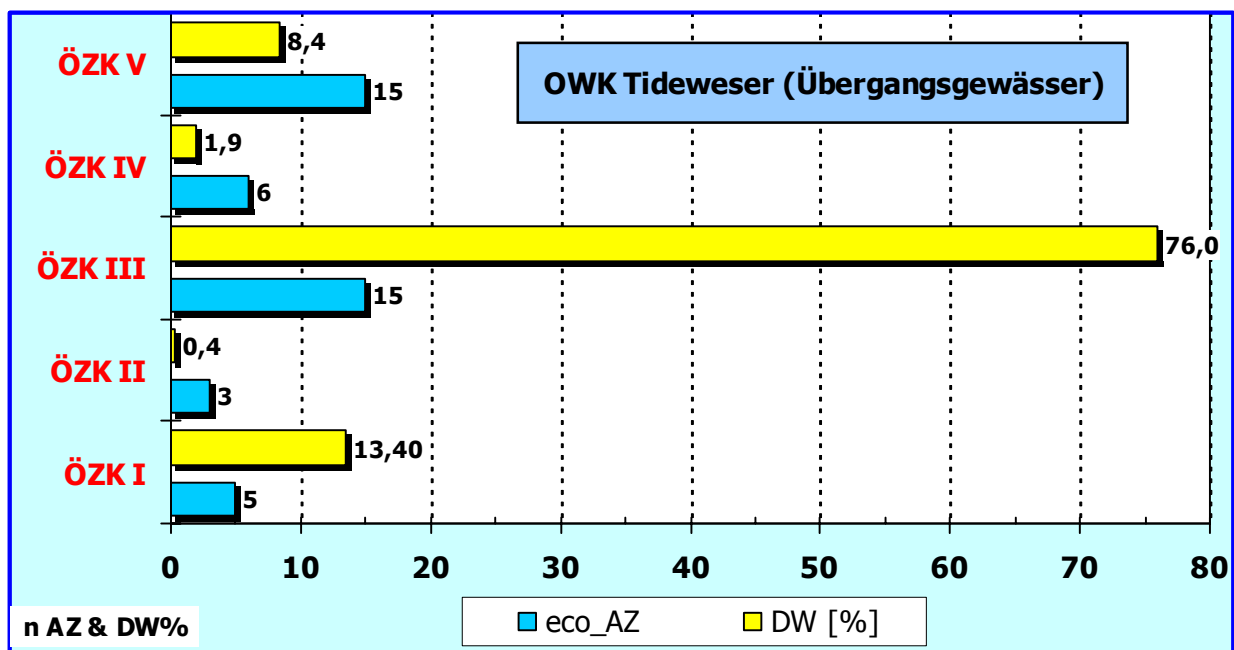
Param. / Querprofil	QP km 60	QP km 75
eco_AZ [n]	25	37
eco_Ind. [Ind./m <sup>2</sup> ]	21.037	238.276
<b>MAZ [n]</b>	13,0	22,7
<b>ADF ± StAbw</b>	2,80 ± 0,6	3,30 ± 0,5
<b>AeTI ± StAbw</b>	1,67 ± 0,2	2,43 ± 0,2
<b>EQR</b>	0,833	0,643
AeTI gültig	ja	ja

Auf beiden Querprofilen liegt der AeTI innerhalb der Gültigkeitskriterien; beide Biozönosen entsprechen einem mäßigen ökologischen Zustand - analog ÖZK III. Die Einstufung gem. Biodiversität ist zweideutig: Die alpha-Diversität verweist auf einen unbefriedigenden ökologischen Zustand, während die MAZ analog zum Kernparameter grundsätzlich eine mäßige ÖZK indiziert. Bei Abweichungen zwischen den beiden Diversitätsmaßen empfehlen SCHÖLL et al. (2005) die mittlere Artenzahl als Korrektur der ökologischen Einstufung durch den AeTI.

Die WRRL-konforme Bewertung des OWK Tideweser (Marschengewässer) ergibt folgende Klassifizierung:

Mit einem Rechenwert von **2,11 ± 0,2** liegt der **AeTI** im vorderen Segment der ECO-Klasse III. Demnach verkörpert die Qualitätskomponente BWF für den OWK Tideweser (Übergangsgewässer) einen **mäßigen** ökologischen Zustand (vgl. Tab. 10). Die Gültigkeitskriterien sind in Gänze erfüllt, demnach ist der Kernparameter AeTI formal korrekt ermittelt und repräsentiert eine belastbare Größe.

Die Verteilung der 44 Indikatorarten über 5 besetzte ECO-Klassen weist das übliche Maximum für die Klassen IV und V auf. Gewässerubiquisten und euryöke Arten sind mit  $n = 21$  in der Mehrzahl, ästuarspezifische und hypopotamale Indikatoren sind mit 8 eco-Arten (eco-Werte 5 und 4 analog ÖZK I & II) im Defizit. Der Anteil der ambivalenten, noch flusstypischen Arten beläuft sich auf  $n = 15$  eco-Arten der Klasse III (Abb. 5). Unter Bezugnahme auf die Individuendominanz (= gelbe Säulen) stützten sich über 3/4 der Gesamtabundanz auf das letztgenannte eco-Kollektiv. Die relative Individuendichte der euryöken Generalisten rangiert dagegen nur knapp über 10%. Individuenmäßig demnach eine Spitzenposition mäßiger bis sehr guter Indikatorarten.



**Abb. 5:** Anzahl [n] und Individuendominanz [%] der eco-Arten pro ÖZK (syn. ECO-Klasse). Tideweser zwischen Strom-km 60 & 75 im Fhj. 2011 ( $n = 6$  PE) = OWK Tideweser (Übergangsgewässer).  
**Legende:** AZ = Artenzahl; DW = Dominanzwert

Die Co-Metrics der Biodiversität korrespondieren im Großen und Ganzen mit der Bewertung gemäß AeTI.



Die berechnete MAZ = 17,8 liegt im oberen Ende der Skala einer (noch) mäßigen Einstufung; bezeichnend für eine mehr als befriedigende Artenmannigfaltigkeit. Mit anderen Worten, der Co-Parameter MAZ bestätigt die Vorgabe gemäß AeTI.

Mit Defiziten dagegen die Ermittlung der Diversität über die **ADF**. Mit einer  $\alpha$ -Diversität von **4,7**  $\pm$  0,6 liegt der Wert knapp außerhalb des Gültigkeitsbereich für eine mäßige Einstufung (Schwellenwert = 5). Darüber hinaus ist das verhältnismäßig niedrige Diversitätsmaß zu relativieren. Der OWK liegt in der mesohalinen Zone, eine Brackwasserzonierung, die durch einen natürlichen Artenrückgang charakterisiert ist, der sich wiederum mittelbar in der Diversitätsberechnung niederschlägt.

Bei Abweichungen zwischen den beiden Diversitätsmaßen empfehlen SCHÖLL et al. (2005) die mittlere Artenzahl als Maßstab der ökologischen Einstufung unter Berücksichtigung des AeTIs. Nach Einschätzung der Autoren ist die MAZ die belastbarere Vergleichsgröße für die Diversität in Gewässersystemen. Im Unterschied zu verschiedenen Diversitätsmaßen kann die MAZ als robustes Maß angesehen werden, das die Diversität der Biozönose allein aufgrund der Artenpräsenz schätzt, ohne Berücksichtigung der Individuenverteilung, die zu multiplen Einflüssen unterliegt. Die bessere Schätzgröße bleibt die **MAZ** (einheitliche Probenahme vorausgesetzt).

Dienlich, hinsichtlich der Bewertung, sind die heute seltenen, autochthonen Brackwasserarten. Durch anthropogene Eingriffe, die starke Überformung als Schifffahrtsrinne, sind diese endemischen Spezies generell in ihrer Existenz gefährdet. Kennzeichnend im historischen Vergleich ist ihre Abnahme; viele Arten sind heute schlichtweg verschollen oder in den deutschen Nordseeästuar ausgestorben (MICHAELIS 1994). Um so positiver ist die Bilanz zugunsten dieser genuinen Brackwasserarten im OWK. Mit *Tubificoides heterochaetus* (Oligochaeta) und *Manayunkia aestuarina* (Polychaeta) stehen zwei dieser sensitiven Spezies in der Dominanzstruktur des Gebiets gemeinsam mit den allgemeinen Brackwasserarten *Heterochaeta costata* & *Tubificoides benedii* (marine Tubificiden) ganz oben. Drei weitere genuine BWA variieren noch in subdominanter Abstufung: *Boccardiella ligerica* und *Streblospio dekhuyzeni* (beides Polychäten) und der Naididae *Amphichaeta sannio*. Hinzukommen noch diverse Arten mit enger Bindung an das Ästuar: v.a. die Annelida *Arenicola marina*, *Tubificoides pseudogaster*.

Dieser Gruppierung stehen die rezedenten (bis subdominanten), jedoch opportunistischen Polychäten gegenüber, v.a. *Marenzelleria* cf. *viridis*, *Heteromastus filiformis*, *Capitella* cf. *capitata*, die mit zahlreichen, weiteren Gewässerubiquisten (Crustacea & Mollusca) die anthropogen verursachte Gewässerdegradation unterstreichen.

**Fazit:** Auf der Basis des Kernparameters und des Moduls Biodiversität des Ästuartypieverfahrens ergibt sich folgende Zusammenfassung zur Bewertung des OWK Tideweser (Übergangsgewässer) unter Zugrundelegung der benthischen wirbellosen Fauna im Frühjahr 2011.

**Tab. 10:** Zusammenstellung der Kern- & Co-Parameter sowie Einstufung in die ökologische Zustandsklasse für den OWK Tideweser (**Übergangsgewässer**) (analog FGW-Typ T 1)

**Legende:** OWK = Oberflächenwasserkörper; FGW-Typ = Fließgewässertyp; PE = Probeneinheit (n = 10 Parallelen)

AeTI  $\pm$  s = Ästuar-Typie-Index & Standardabweichung; EQR = Ecological quality ratio; MAZ = Mittlere Artenzahl; ADF = Alpha-Diversität n. Fisher

OWK Tideweser ( <b>Übergangsgewässer</b> ) - Untersuchung im Fhj. 2011 mit 6 PE							
Parameter	AeTI $\pm$ s	EQR	MAZ	ADF	Eco-Arten	Taxa ges.	eco_Indiv.
	2,11 $\pm$ 0,20	0,723	17,8	4,7 $\pm$ 0,6	44	50	259.313
Gültigkeitskriterien AeTI <b>erfüllt</b> , da							
1. Standardabweichung AeTI s < 0,3							
2. Mindestanzahl Indikatorarten 5 <sup>2</sup> > 25							
3. Abundanzverhältnis Indikatorarten zu Gesamttaxa >> 50%							

**Fortsetzung Tab. 10**

Einstufung

Gem. **AeTI**: ECO-Klasse oder ökologische Zustandsklasse (ÖZK) III analog mäßig.Gem. **MAZ**: ECO-Klasse oder ÖZK III analog mäßig.Gem. **ADF**: ECO-Klasse oder ÖZK IV analog unbefriedigend.**Einstufung nach AeTV = 2,11 & EQR = 0,723****Bewertung: ÖZK III analog mäßiger Zustand**

Der Grad der Vielfalt und Abundanz liegt weitgehend innerhalb des Bereichs typspezifischer Bedingungen. Biozönotische Struktur einerseits aus empfindlichen, typspezifischen Arten, andererseits große Individuendichten von Opportunisten und Ubiquisten [s. PE-CONS 3639/00 ANHANG V REV I (EG-WRRL 2001); vgl. Definitionen „sehr guter“, „guter“ und „mäßiger“ ökol. Zustand].

**3.2.3 Vergleichende Bewertung 2007 versus 2011**

Sowohl 2007 als auch im vorliegenden Fall 2011 handelt es sich um Einzeluntersuchungen (<< N!). Auf Grundlage dieser Rahmenbedingungen lässt sich keine Aussage dahingehend treffen, ob die Qualität der benthischen Wirbellosenfauna bzw. die Bewertung der OWK Tideweser gegenüber der zurückliegenden, letzten Untersuchung 2007 gleich geblieben oder schlechter oder besser geworden ist. Eine abgesicherte Signifikanzprüfung verbietet sich aufgrund der mehrjährigen Wissenslücke, des 4-jährigen Abstand zwischen den isolierten Bestandserhebungen. Auf einer derartigen Basis können die Differenzen nur als zufällig interpretiert werden. Der Mangel liegt nicht im Bewertungsverfahren, sondern in der Untersuchungsfrequenz.

Möglich wird ein **belastbarer** Vergleich nach N = 5, also frühestens nach 20 Jahren –immer mit der Prämisse der 4-jährigen Wissenslücke.

In der nachfolgenden Tabelle sind ausgewählte Kenngrößen zusammengestellt, die einen schnellen Vergleich zwischen der Weserbewertung 2007 und der aktuellen Bonitierung ermöglichen.

**Tab. 11:** Vergleich Bewertung (QK BWF) nach AeTV der OWK Tideweser 2007 versus 2011

**Legende:** Parameter AeTV = gelb markiert; Sub\_Fl = flaches Sublitoral; Sub\_Ti = tiefes Sublitoral; Eul = Eulitoral; AZ = Artenzahl; ges. = gesamt; n = Anzahl; Ind. = Individuenzahl; MIZ = mittlere Individuenzahl; MAZ = mittlere Artenzahl; ADF = alpha-Diversität; AeTI = Ästuartypie-Index; EQR = Ecological quality ratio; MAZ & ADF = Biodiversität; StAbw = Standardabweichung

<b>Tideweser</b>	<b>OWK Marschengewässer</b>		<b>OWK Übergangsgewässer</b>	
Untersuchungsjahr	<b>2007</b>	<b>2011</b>	<b>2007</b>	<b>2011</b>
eco_AZ [n]	41	59	42	44
eco_Ind. [Ind./m <sup>2</sup> ]	517.931	759.497	162.210	259.313
<b>MAZ [n]</b>	12,8	24,0	12,1	17,8
<b>ADF ± StAbw</b>	5,2 ± 0,9	7,6 ± 0,8	3,95 ± 0,5	4,7 ± 0,6
<b>AeTI ± StAbw</b>	2,85 ± 0,2	2,26 ± 0,2	1,98 ± 0,2	2,11 ± 0,2
<b>EQR</b>	0,538	0,685	0,756	0,723
AeTI gültig	ja	ja	ja	ja
ÖZK (syn. ECO-Klasse)	IV (unbefriedigend)	III (mäßig)	III (mäßig)	III (mäßig)

## 4 Zusammenfassung

Im Frühjahr 2011 wurden aus den zwei OWK Tideweser (Marschen- & Übergangsgewässer) entsprechend den methodischen Vorgaben des Ästuartypieverfahrens (AeTV) auf vier Querprofilen in unterschiedlichen Halinitätszonen insgesamt 110 Stichproben der benthischen Wirbellosenfauna (BWF) genommen. Dazu wurde die Oligochaeten- und Chironomidenfauna, als wesentliche Eckpfeiler des Verfahrens, systematisch mit beprobt. Im Frühjahr 2007 fand eine erste vergleichbare Bestandserhebung und Bewertung statt. Ziel war und ist die Anwendung des AeTVs auf das Weserästuar bzw. die regionale Bewertung desselben anhand der Qualität und Quantität der wirbellosen Bodenfauna.

Der „limnische“ Abschnitt des Weserästuars (Querprofile bei Weser-km 17 und 30) war mit 59 eco-Arten zur Tideelbe vergleichsweise gut ausgestattet. Auch individuenmäßig bewegte sich die Zählgrößen von  $10^3$  Ind. über  $10^4$  bis  $10^5$  Ind./m<sup>2</sup> & PE in einem vergleichbaren Rahmen mit der limnischen Tideelbe. Wie in norddeutschen Tieflandströmen üblich, war die Ordnung **Oligochaeta** grundsätzlich die dominante Fauneneinheit – arten- als auch individuenmäßig.

Auffällig waren die qualitativ-quantitativen Differenzen zwischen den Weserkilometern 17 und 30:

Die MAZ mit 37,0 vs. 15,3 eco-Arten und die  $\emptyset$  Abundanz (bezogen auf eco-Arten) mit rd.  $3,6 \times 10^5$  Ind. vs.  $1,1 \times 10^4$  Ind./m<sup>2</sup>.

Aufgrund der qual.-quant. unterschiedlichen Strukturen der benthischen Biozöosen wurde postuliert, dass das Brackwasser, das Salz bei km 30 eine limitierende Rolle spielt. Kennzeichnend für die Brackwasserzone sind Arten- und Individuen- (einschließlich Biomasse-) Minimum. Wahrscheinlich finden Salzeinschübe noch bis Weser-km 17 statt. Durch den Ausbau der Unter- und Außenweser ein durchaus plausibles Phänomen.

Der oligo- bis mesohaline Abschnitt des Weserästuars (Querprofile bei Weser-km 60 und 75) war mit insgesamt 44 Arten recht befriedigend bestückt. Auch hier rangierten die Zählgrößen mit  $10^3$  Ind. bis  $10^4$  Ind./m<sup>2</sup> & PE in einem vergleichbaren Rahmen mit der mesohalinen Tideelbe.

Erneut fielen die qualitativ-quantitativen Unterschiede zwischen den Weserquerprofilen km 60 und km 75 auf:

Die MAZ mit 13,0 vs. 22,7 eco-Arten und die  $\emptyset$  Abundanz (bezogen auf eco-Arten) mit rd.  $7 \times 10^3$  Ind. vs.  $8 \times 10^4$  Ind./m<sup>2</sup>.

Mit Sicherheit korrespondiert der erkennbare Artenmangel des Weserquerschnitts km 60 wiederum mit der Lage der Brackwasserzone. Analog zu Weser-km 30 befindet sich dieser Flussabschnitt wahrscheinlich in der Arten- & Biomasse-Minimumzone. Während bei km 75 bereits der Einfluss der Nordsee vorherrscht, erstreckt sich zwischen km 30 und km 60 das Mixohalinikum mit einer i.d.R. kleinwüchsigen, artenarmen und an das Brackwasser angepassten Fauna.

Wie in den maringepprägten Mündungsbereichen tideoffener Ströme üblich, ist die Stammgruppe **Annelida** auch in der äußeren Tideweser eine der dominanten Fauneneinheit, qualitativ wie quantitativ. Die benthische Gemeinschaft der **Polychaeta** sowie marinen und euryhalinen **Oligochaeta** ist i.d.R. divers strukturiert, darüber hinaus erreichen diese Fauneneinheiten im Meso- und Polyhalinikum der Ästuarare hohe Abundanzen.

Unter Berücksichtigung des Kernparameters AeTI und der beiden Co-Parameter MAZ und ADF des gewässerspezifischen **Ästuartypieverfahrens** ergibt sich die nachfolgende Zusammenstellung zur **Bewertung** der Qualitätskomponente benthische wirbellose Fauna im Untersuchungsraum Tideweser im Frühjahr 2011 (s. Tab. 12):

Die Qualitätskomponente verkörpert für den OWK Tideweser (Marschengewässer) einen **mäßigen** ökologischen Zustand; mit einem Rechenwert von 2,26 liegt der AeTI im zentralen Bereich der ÖZ-Klasse III.

Rechnerisch repräsentiert die Qualitätskomponente für den OWK Tideweser (Übergangsgewässer) ebenfalls einen **mäßigen** ökologischen Zustand. Mit einem Rechenwert von 2,11 liegt der AeTI im unteren Drittel der ÖZ-Klasse III.

**Tab. 12:** Bewertung der Qualitätskomponente benthische wirbellose Fauna gem. Ästuartypieverfahren für die vier Querprofile und die zwei Oberflächenwasserkörper Tideweser im Fhj. 2011  
\*) = AeTI herabgestuft wg. Biodiversität (MAZ & ADF)

Param. / Querprofil	QP km 17	QP km 30
eco_AZ [n]	57	27
eco_Ind. [Ind./m <sup>2</sup> ]	727.419	32.078
<b>MAZ [n]</b>	37,0	15,3
<b>ADF ± StAbw</b>	7,3 ± 0,8	2,90 ± 0,6
<b>AeTI ± StAbw</b>	2,45 ± 0,2	2,04 ± 0,2
EQR	0,638	0,740
AeTI gültig / ÖZK	ja / III	ja / III
Param. / Querprofil	QP km 60	QP km 75
eco_AZ [n]	25	37
eco_Ind. [Ind./m <sup>2</sup> ]	21.037	238.276
<b>MAZ [n]</b>	<b>13,0</b>	22,7
<b>ADF ± StAbw</b>	<b>2,80 ± 0,6</b>	3,30 ± 0,5
<b>AeTI ± StAbw</b>	1,67 ± 0,2	2,43 ± 0,2
EQR	0,833	0,643
AeTI gültig	ja / III*)	ja / III

**OWK Tideweser (Marschengewässer) - Untersuchung im Fhj. 2011 mit 5 PE**

Gem. **AeTI**: ECO-Klasse oder ökologische Zustandsklasse (ÖZK) III analog mäßig.

Gem. **MAZ**: ECO-Klasse oder ÖZK II analog gut.

Gem. **ADF**: ECO-Klasse oder ÖZK III analog mäßig.

**Einstufung nach AeTV = 2,26 & EQR = 0,685**

**Bewertung: ÖZK III analog mäßiger Zustand**

Der Grad der Vielfalt und Abundanz liegt weitgehend innerhalb des Bereichs typspezifischer Bedingungen. Biozönotische Struktur einerseits aus empfindlichen, typspezifischen Arten, andererseits große Individuendichten von Opportunisten und Ubiquisten [s. PE-CONS 3639/00 ANHANG V REV I (EG-WRRL 2001); vgl. Definitionen „sehr guter“, „guter“ und „mäßiger“ ökol. Zustand].

**OWK Tideweser (Übergangsgewässer) - Untersuchung im Fhj. 2011 mit 6 PE**

Gem. **AeTI**: ECO-Klasse oder ökologische Zustandsklasse (ÖZK) III analog mäßig.

Gem. **MAZ**: ECO-Klasse oder ÖZK III analog mäßig.

Gem. **ADF**: ECO-Klasse oder ÖZK IV analog unbefriedigend.

**Einstufung nach AeTV = 2,11 & EQR = 0,723**

**Bewertung: ÖZK III analog mäßiger Zustand**

Der Grad der Vielfalt und Abundanz liegt weitgehend innerhalb des Bereichs typspezifischer Bedingungen. Biozönotische Struktur einerseits aus empfindlichen, typspezifischen Arten, andererseits große Individuendichten von Opportunisten und Ubiquisten [s. PE-CONS 3639/00 ANHANG V REV I (EG-WRRL 2001); vgl. Definitionen „sehr guter“, „guter“ und „mäßiger“ ökol. Zustand].

„Lege totum, si vis scire totum“ (Cicero)


## 5 Literatur

- ASTERICS (2006): Asterics einschließlich PERLODES. Version 3.0. Mai 2006. Software Handbuch für deutsche Version. – [www.fliessgewaesserbewertung.de](http://www.fliessgewaesserbewertung.de) oder [www.aqem.de](http://www.aqem.de)
- EUROPÄISCHE GEMEINSCHAFT-WASSERRAHMENRICHTLINIE (EG-WRRL) (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.
- GRIMM, R. & KIESEWETTER, B. (1996): Ecological study on the ditches and tideways of the Wedeler Marsch and on the Fährmannsander Watt. – Arch. Hydrobiol./Suppl. 110 (2/3): 215-262.
- HELCOM (1998): Marine monitoring in the combine programme of HELCOM. Annex C-8: Soft Bottom Macrozoobenthos.
- KRIEG, H.-J. (2005): Die Entwicklung eines modifizierten Potamon-Typie-Index (Qualitätskomponente benthische Wirbellosenfauna) zur Bewertung des ökologischen Zustands 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 Ästuar-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/WGElbe. – 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). – Gutachten (veröff.) i. A. ARGE ELBE – Sonderaufgabenbereich Tideelbe, FH Hamburg/BSU/WGElbe. – Krieg, Beratender Biologe - HUuG Tangstedt: 41 S.
- KRIEG, H.-J. (2008a): Prüfung des Ästuartypieverfahrens als potentiell geeignete Methode für die Bewertung der QK benthische wirbellose Fauna gemäß EG-WRRL für das Ems-Ästuar. Praxistest i. A. NLWKN Oldenburg (unveröff.). - Krieg, Beratender Biologe - HUuG Tangstedt: 31 S.
- KRIEG, H.-J. (2008b): Prüfung des Ästuartypieverfahrens (AeTV) als geeignete Methode für die Bewertung der Qualitätskomponente benthische wirbellose Fauna gemäß EG-WRRL für das Weserästuar. Unveröff. Gutachten i. A. NLWKN Betriebsstelle Oldenburg/Brake. – Krieg – Beratender Biologe, HUuG Tangstedt: 33 S. inkl. Anhang.
- KRIEG, H.-J. (2008c): 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/WGElbe. – Krieg, Beratender Biologe - HUuG Tangstedt: 47 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. + Anhang.
- KRIEG, H.-J. (2011): 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/WGElbe. – Krieg, Beratender Biologe - HUuG Tangstedt: 41 S.
- MEIER, C., HAASE, P., ROLAUFFS, K., SCHINDEHÜTTE, K.; SCHÖLL, F., SUNDERMANN, A. & HERING, D., (2006): Methodisches Handbuch Fließgewässerbewertung. Stand Mai 2006. – [www.fliessgewaesserbewertung.de](http://www.fliessgewaesserbewertung.de)
- 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.
- MICHAELIS, H. (1994): Der Schwund echter Brackwasserarten in Ästuaren und kleinen Mündungsgewässern. – In : LOTZÁN, J. L., E. RACHOR, K. REISE, H. v. WESTERNHAGEN & W. LENZ (Hrsg.): Warnsignale aus dem Wattenmeer. Wissenschaftliche Fakten. – Blackwell Wiss.-Verl., Berlin, 178-181.
- PFANNKUCHE, O. (1977): Ökologische und systematische Untersuchungen an naidomorphen Oligochaeten brackiger und limnischer Biotope. – Diss. FB Biologie Univ. Hamburg, 138 S.
- PFANNKUCHE, O., JELINEK, H. & HARTWIG, E. (1975): Zur Fauna eines Süßwasserwattes im Elbe-Ästuar. - Arch. Hydrobiol. 76: 475-498.
- REMANE, A. (1958): Ökologie des Brackwassers. – In: REMANE, A. & C. SCHLIEPER (Hrsg.): Die Biologie des Brackwassers. – Binnengewässer 12: 1-126.
- RUMOHR, H. (1990): Soft bottom macrofauna. Collection and treatment of samples. – Int. Council. Explor. Sea, Copenhagen: 3-18.
- RUHMOHR, H. (1999): Soft bottom macrofauna collection, treatment and quality assurance of samples. – ICES Techniques in Marine Environmental Sciences, No. 27.

- SCHMELZ, R. M. (2004): Bestimmungsschlüssel für die bislang im Nord- und Ostseebereich nachgewiesenen Meeres- und Brackwasseroligochaeten (incl. Aphanoneura) nach Borstenmerkmalen und anderen cuticularisierten Strukturen. Mit autökologischen Anmerkungen. – Schmelz, La Coruna: 42 S.
- 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.
- SCHUCHARDT, B., J. SCHOLLE & H.-J. KRIEG (2002): Beweissicherung zur Fahrrinnenanpassung. Makrozoobenthos in der Außen- und Unterelbe. Fahrrinne Unterelbe (km 647 – 653). Ergebnisse Frühjahr 2001 und Vergleich 1999 vs. 2001. Gutachten i. A. WSV Kiel, WSA Hamburg (unveröff.). – Bioconsult Bremen (Schuchardt & Scholle GbR) und HUuG Tangstedt (Krieg).
- SCHUCHARDT, B., J. SCHOLLE & H.-J. KRIEG (2003a): Beweissicherung zur Fahrrinnenanpassung. Makrozoobenthos in der Außen- und Unterelbe. Fahrrinne Unterelbe (km 647 – 653). Ergebnisse Frühjahr 2002 und Vergleich 1999 vs. 2001 & 2002. Gutachten i. A. WSV Kiel, WSA Hamburg (unveröff.). – Bioconsult Bremen (Schuchardt & Scholle GbR) und HUuG Tangstedt (Krieg).
- SCHUCHARDT, B., J. SCHOLLE & H.-J. KRIEG (2003b): Monitoring des Zoobenthos im Einbringungsbereich von Hamburger Baggergut bei Neßsand in der Unterelbe. Abschlussbericht der Untersuchungen 2000-2002. Bd. I & II. Unveröff. Gutachten i. A. FHH Wirtschaftsbehörde, Amt Strom- und Hafenaufbau, Hamburg. – Bioconsult Bremen und HUuG Tangstedt (Krieg).
- SCHUCHARDT, B., J. SCHOLLE & H.-J. KRIEG (2004a): Beweissicherung zur Fahrrinnenanpassung. Makrozoobenthos in der Außen- und Unterelbe. Fahrrinne Unterelbe (km 647 – 653). Ergebnisse Frühjahr 2003 und Vergleich 1999 vs. 2001 - 2003. Gutachten i. A. WSV Kiel, WSA Hamburg (unveröff.). – Bioconsult Bremen (Schuchardt & Scholle GbR) und HUuG Tangstedt (Krieg).
- SCHUCHARDT, B., J. SCHOLLE & H.-J. KRIEG (2004b): Untersuchungen zum Makrozoobenthos im Bereich verschiedener Klappstellen der Unter- und Außenelbe. HABAK/HABAB 2002/2003. Gutachten i. A. WSV Kiel, WSA Hamburg (unveröff.). - Bioconsult Bremen (Schuchardt & Scholle GbR) und HUuG Tangstedt (Krieg).
- SCHUCHARDT, B., J. SCHOLLE & H.-J. KRIEG (2005): Beweissicherung zur Fahrrinnenanpassung. Makrozoobenthos in der Außen- und Unterelbe. Fahrrinne Unterelbe (km 647 – 653). Ergebnisse Frühjahr 2004 und Vergleich 1999 vs. 2001 - 2004. Gutachten i. A. WSV Kiel, WSA Hamburg (unveröff.). – Bioconsult Bremen (Schuchardt & Scholle GbR) und HUuG Tangstedt (Krieg).
- SEYS, J., M. VINCX & P. MEIRE (1999): Spatial distribution of oligochaetes (Clitellata) in the tidal freshwater and brackish parts of the Schelde estuary. – Hydrobiologia 406, 119-132.

Tangstedt, den 26. Oktober 2011

Bericht (Vers. 01\_10/11; Rev. 0)

  
**HUuG Tangstedt**  
H.-J. KRIEG – Beratender Biologe  
Pinneberger Weg 2 - 25499 Tangstedt  
Telefon 04101 - 275 73

# **A N H A N G**

## **Anhangtabelle A.1, A.2 & A.3**

Anhang-Tab. A.1: Klassifizierung der Kern- und Co-Parameter AeTV

<b>Anhang-Tabelle: Ästuartypieverfahren - Kern- &amp; Co-Parameter</b>						
<b>A. Klassifizierung Aestuar-Typie-Index (= AeTI) (= Kernparameter)</b>						
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>B. Klassifizierung Ecological Quality Ratio (= EQR)</b>						
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.			
<b>C. Klassifizierung Mittlere Artenzahl (= MAZ) (= Co-Parameter)</b>						
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	
<b>D. Klassifizierung Alpha-Diversität n. Fisher (= ADF) (= Co-Parameter)</b>						
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)		



## Anhang-Tab. A.2: Indizierung der eco-Arten (Stand: Juli 2011)

lfd. ##	Anhangtabelle: Einstufung der eco-Arten (historische, potentielle u. präsente Arten)		Einstufung eco-Wert	lfd. ##	Fortsetzung Anhangtabelle Stand: Juli 2011		Einstufung eco-Wert
	Spezies oder Genus	System			Spezies oder Genus	System	
WBF_001	Ablabesmyia monilis agg.	Diptera	2	WBF_081	Ephemera vulgata	Ephemeroptera	4
WBF_002	Acrololox lacustris	Gastropoda	1	WBF_082	Ephoron virgo	Ephemeroptera	4
WBF_003	Aeolosoma hemprichi	Aphanoneura	1	WBF_083	Ephydatia fluviatilis	Porifera	2
WBF_004	Aeolosoma litorale	Aphanoneura	4	WBF_084	Eriocheir sinensis	Decapoda	1
WBF_005	Aeolosoma quaternarium	Aphanoneura	2	WBF_085	Erbodella octoculata	Hirudinea	1
WBF_006	Aeolosoma variegatum	Aphanoneura	2	WBF_086	Eteone longa	Polychaeta	3
WBF_007	Aktedrilus monospermathecus	Oligochaeta	5	WBF_087	Fabricia stellaris (syn. F. sabella)	Polychaeta	4
WBF_008	Alboglossiphonia heteroclita	Hirudinea	2	WBF_088	Ferrisia wautieri	Gastropoda	2
WBF_009	Alkmaria romijni	Polychaeta	5	WBF_089	Frederiella sultana	Bryozoa	3
WBF_010	Amphichaeta leydigii	Oligochaeta	4	WBF_090	Gammarus duebeni	Amphipoda	4
WBF_011	Amphichaeta sannio	Oligochaeta	5	WBF_091	Gammarus pulex	Amphipoda	4
WBF_012	Anabolia nervosa	Trichoptera	4	WBF_092	Gammarus roeseli	Amphipoda	4
WBF_013	Ancylus fluviatilis	Gastropoda	4	WBF_093	Gammarus salinus	Amphipoda	5
WBF_014	Anisus vortex	Gastropoda	2	WBF_094	Gammarus tigrinus	Amphipoda	1
WBF_015	Anodonta anatina	Bivalvia	4	WBF_095	Gammarus zaddachi	Amphipoda	1
WBF_016	Anodonta cygnea	Bivalvia	4	WBF_096	Gastrosaccus spinifer	Mysidacea	4
WBF_017	Arenicola marina	Polychaeta	4	WBF_097	Glossiphonia complanata	Hirudinea	1
WBF_018	Asellus aquaticus	Isopoda	1	WBF_098	Glyptotendipes barbipes	Diptera	4
WBF_019	Assimineya grayana	Gastropoda	1	WBF_099	Glyptotendipes pallens agg.	Diptera	2
WBF_020	Atyaephyra desmaresti	Decapoda	1	WBF_100	Glyptotendipes paripes	Diptera	2
WBF_021	Aulodrilus plurisetus	Oligochaeta	2	WBF_101	Gomphus flavipes	Odonata	5
WBF_022	Baetis sp.	Ephemeroptera	1	WBF_102	Gomphus vulgatissimus	Odonata	5
WBF_023	Balanus crenatus	Cirripedia	4	WBF_103	Gyraulus albus	Gastropoda	2
WBF_024	Balanus improvisus	Cirripedia	1	WBF_104	Halipilus fluviatilis	Coleoptera	4
WBF_025	Barnea candida	Bivalvia	4	WBF_105	Halipilus immaculatus	Coleoptera	1
WBF_026	Bathynomphalus contortus	Gastropoda	2	WBF_106	Halocladus varians	Diptera	5
WBF_027	Bathyporeia elegans	Amphipoda	4	WBF_107	Harmothoe (Harmothoe) imbricata	Polychaeta	3
WBF_028	Bathyporeia pelagica	Amphipoda	4	WBF_108	Hausiorius arenarius	Amphipoda	5
WBF_029	Bathyporeia pilosa	Amphipoda	2	WBF_109	Helobdella stagnalis	Hirudinea	2
WBF_030	Bathyporeia sarsi	Amphipoda	4	WBF_110	Helophorus sp.	Coleoptera	1
WBF_031	Beraea pullata	Trichoptera	4	WBF_111	Heptagenia flava	Ephemeroptera	5
WBF_032	Bithynia leachi	Gastropoda	2	WBF_112	Heptagenia sulphurea	Ephemeroptera	4
WBF_033	Bithynia tentaculata	Gastropoda	2	WBF_113	Heterochaeta costata	Oligochaeta	3
WBF_034	Bougainvillia ramosa	Cnidaria	4	WBF_114	Heteromastus filiformis	Polychaeta	2
WBF_035	Branchiura sowerbyi	Oligochaeta	1	WBF_115	Heterotanaeis oerstedii	Tanaidacea	5
WBF_036	Bylgides sarsi	Polychaeta	3	WBF_116	Hydra oligactis	Cnidaria	3
WBF_037	Caenis horaria	Ephemeroptera	1	WBF_117	Hydrobia stagnalis	Gastropoda	2
WBF_038	Caenis luctuosa	Ephemeroptera	2	WBF_118	Hydrobia ulvae	Gastropoda	2
WBF_039	Calopteryx splendens	Odonata	4	WBF_119	Hydropsyche angustipennis	Trichoptera	4
WBF_040	Capitella cf. capitata	Polychaeta	1	WBF_120	Hydropsyche bulgaromanorum	Trichoptera	4
WBF_041	Carcinus maenas	Decapoda	3	WBF_121	Hydropsyche contubernalis	Trichoptera	4
WBF_042	Cerastoderma edule	Bivalvia	4	WBF_122	Hypania invalida	Polychaeta	1
WBF_043	Cerastoderma spp.	Bivalvia	3	WBF_123	Idothea balthica	Isopoda	2
WBF_044	Chaetogaster diaphanus	Oligochaeta	2	WBF_124	Idothea chelipes (syn. I. viridis)	Isopoda	5
WBF_045	Chaetogaster diastrophus	Oligochaeta	2	WBF_125	Ilyodrilus templetoni	Oligochaeta	3
WBF_046	Chaetogaster setosus	Oligochaeta	3	WBF_126	Ischnura elegans	Odonata	3
WBF_047	Chironomus aprillinus	Diptera	4	WBF_127	Isogenus nubecula	Plecoptera	5
WBF_048	Chironomus sp.	Diptera	1	WBF_128	Jaera istri	Isopoda	1
WBF_049	Chironomus salinarius	Diptera	5	WBF_129	Kloosia pusilla	Diptera	4
WBF_050	Cladotanytarsus spp.	Diptera	1	WBF_130	Laccophilus hyalinus	Coleoptera	3
WBF_051	Clitellio arenarius	Oligochaeta	4	WBF_131	Laccophilus minutus	Coleoptera	2
WBF_052	Cloeon dipterum	Ephemeroptera	1	WBF_132	Lagis koreni	Polychaeta	3
WBF_053	Coenagrion pulchellum	Odonata	3	WBF_133	Laomedea calceolifera	Cnidaria	3
WBF_054	Conchapelopia arctope-Gruppe	Diptera	2	WBF_134	Lepidonotus squamatus	Polychaeta	4
WBF_055	Congeria leucophaea (syn. C. cochleata)	Bivalvia	3	WBF_135	Leptocheirus pilosus	Amphipoda	4
WBF_056	Corbicula spp.	Bivalvia	1	WBF_136	Ligia oceanica	Isopoda	1
WBF_057	Cordylophora caspia	Cnidaria	2	WBF_137	Limnephilus flavicornis	Trichoptera	3
WBF_058	Corophium curvispinum	Amphipoda	1	WBF_138	Limnodrilus claparedeanus	Oligochaeta	4
WBF_059	Corophium lacustre	Amphipoda	5	WBF_139	Limnodrilus hoffmeisteri	Oligochaeta	1
WBF_060	Corophium multisetosum	Amphipoda	5	WBF_140	Limnodrilus profundicola	Oligochaeta	4
WBF_061	Corophium volutator	Amphipoda	4	WBF_141	Limnodrilus udekemianus	Oligochaeta	4
WBF_062	Crangon crangon	Decapoda	4	WBF_142	Lithoglyphus naticoides	Gastropoda	4
WBF_063	Cricotopus ornatus	Diptera	4	WBF_143	Lumbricillus lineatus	Oligochaeta	3
WBF_064	Cricotopus sylvestris-Gruppe	Diptera	3	WBF_144	Lumbriculus variegatus	Oligochaeta	2
WBF_065	Cryptochironomus spp.	Diptera	2	WBF_145	Macoma balthica	Bivalvia	1
WBF_066	Cyathura carinata	Isopoda	5	WBF_146	Magelona mirabilis (syn. M. papillicornis)	Polychaeta	4
WBF_067	Dero obtusa	Oligochaeta	2	WBF_147	Manayunkia aestuarina	Polychaeta	5
WBF_068	Diastylis rathkei	Cumacea	4	WBF_148	Marenzelleria spp.	Polychaeta	1
WBF_069	Dicretodipides nervosus	Diptera	2	WBF_149	Marenzelleria viridis	Polychaeta	1
WBF_070	Dikerogammarus villosus	Amphipoda	1	WBF_150	Marenzelleria wireni	Polychaeta	2
WBF_071	Dreissena polymorpha	Bivalvia	2	WBF_151	Marionina argentea	Oligochaeta	1
WBF_072	Dugesia lugubris	Turbellaria	2	WBF_152	Mesopodopsis slabberi	Mysidacea	4
WBF_073	Dugesia tigrina	Turbellaria	1	WBF_153	Microchironomus tener	Diptera	2
WBF_074	Ecnomus tenellus	Trichoptera	4	WBF_154	Microphthalmus aberrans	Polychaeta	4
WBF_075	Eiseniella tetraedra	Oligochaeta	1	WBF_155	Microphthalmus similis	Polychaeta	4
WBF_076	Electra crustulenta	Bryozoa	4	WBF_156	Micropsectra apposita	Diptera	3
WBF_077	Enchytraeus capitatus	Oligochaeta	2	WBF_157	Micropsectra notescens	Diptera	4
WBF_078	Enchytraeus albidus	Oligochaeta	1	WBF_158	Microtendipes chloris-Gruppe	Diptera	2
WBF_079	Enchytraeus buchholzi agg.	Oligochaeta	2	WBF_159	Microtendipes pedellus agg.	Diptera	1
WBF_080	Endochironomus tendens	Diptera	2	WBF_160	Monopylephorus rubroniveus	Oligochaeta	4

## Anhang-Tab. A.2: Fortsetzung

lfd. ##	Fortsetzung Anhangtabelle Stand: Juli 2011		Einstufung eco-Wert	lfd. ##	Fortsetzung Anhangtabelle Stand: Juli 2011		Einstufung eco-Wert
	Spezies oder Genus	System			Spezies oder Genus	System	
WBF_161	Musculium lacustre	Bivalvia	2	WBF_243	Radix balthica	Gastropoda	1
WBF_162	Mya arenaria	Bivalvia	3	WBF_244	Radix peregra	Gastropoda	2
WBF_163	Mya truncata	Bivalvia	3	WBF_245	Retusa obtusa	Gastropoda	3
WBF_164	Mysella bidentata	Bivalvia	2	WBF_246	Rhithropanopeus harrissii	Decapoda	1
WBF_165	Mysis relicta	Mysidacea	3	WBF_247	Robackia demejerei	Diptera	4
WBF_166	Mystacides longicornis	Trichoptera	4	WBF_248	Schistomysis kervillei	Mysidacea	4
WBF_167	Mytilus edulis	Bivalvia	3	WBF_249	Scoloplos armiger	Polychaeta	2
WBF_168	Nais barbata	Oligochaeta	3	WBF_250	Scobicularia plana	Bivalvia	3
WBF_169	Nais behningi	Oligochaeta	3	WBF_251	Sertularia cupressina	Cnidaria	3
WBF_170	Nais bretscheri	Oligochaeta	2	WBF_252	Sphaerium corneum	Bivalvia	2
WBF_171	Nais communis	Oligochaeta	2	WBF_253	Sphaerium rivicola	Bivalvia	4
WBF_172	Nais elinguis	Oligochaeta	1	WBF_254	Sphaerium solidum	Bivalvia	4
WBF_173	Nais pardalis	Oligochaeta	2	WBF_255	Sphaeroma hookeri	Isopoda	5
WBF_174	Nais pseudobutusa	Oligochaeta	2	WBF_256	Sphaeroma rugicauda	Isopoda	5
WBF_175	Nais variabilis	Oligochaeta	2	WBF_257	Spio filicornis	Polychaeta	4
WBF_176	Nanocladus bicolor agg.	Diptera	2	WBF_258	Spirosperma ferox	Oligochaeta	2
WBF_177	Neanthes virens	Polychaeta	2	WBF_259	Spongilla lacustris	Porifera	2
WBF_178	Neomysis integer	Mysidacea	2	WBF_260	Stagnicola corvus	Gastropoda	2
WBF_179	Nepa cinerea	Heteroptera	1	WBF_261	Stagnicola palustris	Gastropoda	2
WBF_180	Nephtys caeca	Polychaeta	3	WBF_262	Streblospio dekhuyzeni (syn. S. shrubsolii)	Polychaeta	5
WBF_181	Nephtys ciliata	Polychaeta	3	WBF_263	Stylaria lacustris	Oligochaeta	2
WBF_182	Nephtys hombergii	Polychaeta	3	WBF_264	Styldrilus sp.	Oligochaeta	2
WBF_183	Nereis (Eunereis) longissima	Polychaeta	4	WBF_265	Synorthocladus semivirens	Diptera	3
WBF_184	Nereis (Hedista) diversicolor	Polychaeta	1	WBF_266	Taeniopteryx nebulosa	Plecoptera	4
WBF_185	Nereis (Neanthes) succinea	Polychaeta	1	WBF_267	Talitrus saltator	Amphipoda	3
WBF_186	Obelia longissima	Cnidaria	3	WBF_268	Tanytus punctipennis	Diptera	4
WBF_187	Ophelia rathkei	Polychaeta	2	WBF_269	Tanytarsus gr. erminulus	Diptera	2
WBF_188	Ophidonais serpentina	Oligochaeta	2	WBF_270	Tanytarsus gr. verralli	Diptera	2
WBF_189	Orchestia cavimana	Amphipoda	2	WBF_271	Tharyx killariensis	Polychaeta	3
WBF_190	Orchestia gammarella	Amphipoda	2	WBF_272	Thalassodrilus prostatus	Oligochaeta	4
WBF_191	Palaemon longirostris	Decapoda	3	WBF_273	Trianodes bicolor	Trichoptera	3
WBF_192	Palaemon macrodactylus	Decapoda	1	WBF_274	Tubifex ignotus	Oligochaeta	3
WBF_193	Palaemonetes varians	Decapoda	5	WBF_275	Tubifex nerthus	Oligochaeta	4
WBF_194	Paratanytarsus sp.	Diptera	3	WBF_276	Tubifex tubifex	Oligochaeta	4
WBF_195	Paratendipes albianus	Diptera	2	WBF_277	Tubificoides benedii	Oligochaeta	4
WBF_196	Paratendipes intermedius	Diptera	4	WBF_278	Tubificoides heterochaetus	Oligochaeta	5
WBF_197	Paratendipes sp.	Diptera	4	WBF_279	Tubificoides pseudogaster agg.	Oligochaeta	4
WBF_198	Paranis frici	Oligochaeta	4	WBF_280	Uncinails uncinata	Oligochaeta	4
WBF_199	Paranis litoralis	Oligochaeta	4	WBF_281	Unio crassus	Bivalvia	5
WBF_200	Pelocolex multisetosus (syn. Quistadrilus m)	Oligochaeta	2	WBF_282	Unio pictorum	Bivalvia	4
WBF_201	Phyllodoce (Anaitides) maculata	Polychaeta	4	WBF_283	Unio tumidus	Bivalvia	4
WBF_202	Phyllodoce (Anaitides) mucosa	Polychaeta	4	WBF_284	Valvata cristata	Gastropoda	3
WBF_203	Physa fontinalis	Gastropoda	2	WBF_285	Valvata piscinalis	Gastropoda	2
WBF_204	Physella acuta	Gastropoda	1	WBF_286	Vejdovskyella intermedia	Oligochaeta	2
WBF_205	Piscicola geometra	Hirudinea	1	WBF_287	Viviparus contectus	Gastropoda	4
WBF_206	Pisidium amnicum	Bivalvia	4	WBF_288	<b>Viviparus viviparus</b>	<b>Gastropoda</b>	<b>4</b>
WBF_207	Pisidium casertanum	Bivalvia	1	WBF_289	Amphipoda indet.	Crustacea	0
WBF_208	Pisidium henslowanum	Bivalvia	4	WBF_290	Annelida indet.	Metazoa	0
WBF_209	Pisidium moitessierianum	Bivalvia	4	WBF_291	Bathyporeia	Amphipoda	0
WBF_210	Pisidium nitidum	Bivalvia	3	WBF_292	Bathyporeia juv. indet.	Amphipoda	0
WBF_211	Pisidium spp.	Bivalvia	1	WBF_293	Chironomidae (Larve) indet.	Diptera	0
WBF_212	Pisidium subtruncatum	Bivalvia	1	WBF_294	Chironomidae (Puppe) indet.	Diptera	0
WBF_213	Pisidium supinum	Bivalvia	4	WBF_295	Cnidaria indet.	Coelenterata	0
WBF_214	Pisione remota	Polychaeta	4	WBF_296	Coleoptera indet.	Insecta	0
WBF_215	Planorbis planorbis	Gastropoda	2	WBF_297	Corophium juv. indet.	Amphipoda	0
WBF_216	Plumatella marginata	Bryozoa	2	WBF_298	Corophium sp.	Amphipoda	0
WBF_217	Plumatella fungosa	Bryozoa	3	WBF_299	Culicidae indet.	Diptera	0
WBF_218	Plumatella repens	Bryozoa	2	WBF_300	Decapoda indet.	Crustacea	0
WBF_219	Polydora (Boccardiella) ligerica	Polychaeta	5	WBF_301	Ceratopogonidae indet.	Diptera	0
WBF_220	Polydora (Polydora) caeca	Polychaeta	3	WBF_302	Diptera (Puppe) indet.	Insecta	0
WBF_221	Polydora (Polydora) ciliata	Polychaeta	1	WBF_303	Enchytraeidae indet.	Oligochaeta	0
WBF_222	Polydora (Polydora) cornuta	Polychaeta	2	WBF_304	Enchytraeus sp.	Oligochaeta	0
WBF_223	Polydora (Polydora) quadrilobata	Polychaeta	3	WBF_305	Ephemeroptera indet.	Insecta	0
WBF_224	Polypedium scalaenum	Diptera	2	WBF_306	Gammaridae indet.	Amphipoda	0
WBF_225	Polypedium nubeculosum	Diptera	2	WBF_307	Gammarus	Amphipoda	0
WBF_226	Potamopyrgus antipodarum (+ f. carinata)	Gastropoda	1	WBF_308	Gammarus juv. indet.	Amphipoda	0
WBF_227	Potamothenis bavariensis	Oligochaeta	3	WBF_309	Insecta indet.	Antennata	0
WBF_228	Potamothenis hammoniensis	Oligochaeta	3	WBF_310	Isopoda indet.	Crustacea	0
WBF_229	Potamothenis heuschleri	Oligochaeta	3	WBF_311	Kokon (Oligochaeta)	Annelida	0
WBF_230	Potamothenis moldaviensis	Oligochaeta	4	WBF_312	Mysidacea indet.	Crustacea	0
WBF_231	Potamothenis vejdoskyi	Oligochaeta	3	WBF_313	Naididae indet.	Oligochaeta	0
WBF_232	Potthastia longimanus	Diptera	2	WBF_314	Nais sp.	Oligochaeta	0
WBF_233	Praunus flexuosus	Mysidacea	4	WBF_315	Nematoda indet.	Scolecida	0
WBF_234	Pristina longiseta	Oligochaeta	2	WBF_316	Nemertini indet.	Scolecida	0
WBF_235	Procladius (Holotanypus)	Diptera	1	WBF_317	Oligochaeta juv. indet.	Annelida	0
WBF_236	Procladius olivacea	Diptera	1	WBF_318	Nereidae indet.	Polychaeta	0
WBF_237	Propappus volki	Oligochaeta	5	WBF_319	Trichoptera indet.	Insecta	0
WBF_238	Psammoryctides barbatus	Oligochaeta	3	WBF_320	Tubificidae adult indet.	Oligochaeta	0
WBF_239	Psectrocladius sordidellus/limbatellus	Diptera	2	WBF_321	Tubificidae juv. indet.	Oligochaeta	0
WBF_240	Pseudanodonta complanata	Bivalvia	5	WBF_322	Tubificidae mit HB	Oligochaeta	0
WBF_241	Pygospio elegans	Polychaeta	2	WBF_323	Tubificidae ohne HB	Oligochaeta	0
WBF_242	Radix auricularia	Gastropoda	2	WBF_324	Turbellaria indet.	Scolecida	0
				WBF_325	frei z.V.	nn	0

Anhang-Tab. A.3: Formeln Kern- und Co-Parameter AeTV

<b>Anhang-Tabelle: Ästuartypieverfahren - Rechenformeln des Kern- und der Co-Parameter</b>	
<b>1</b>	<b>AeTI (1.1) &amp; StAbw (1.2) &amp; Gültigkeitskriterien (1.3 ff.)</b>
<b>1.1</b>	$AeTI = \frac{\sum_{i=1}^T (W_i \cdot G_i \cdot \sum_{k=1}^N A_{i,k})}{\sum_{i=1}^T (G_i \cdot \sum_{k=1}^N A_{i,k})} \pm \delta AeTI \quad \text{mit} \quad G_i = 2^{(5-W_i)} \quad \text{und} \quad W_i = 6 - ECO_i$ <p>der Indikatorwert <math>ECO_i</math> der Art <math>i</math>, das Indikatorgewicht <math>G_i</math> der <math>i</math>-ten Art und die relative Abundanz <math>A_{i,k}</math> der <math>i</math>-ten Art in der <math>k</math>-ten Probe, wobei                  (1) der <math>ECO</math>-Wert über den Term <math>W_i = 6 - ECO_i</math>                  (2) und das Indikatorgewicht über den Term <math>G_i = 2^{(5-W_i)}</math></p>
<b>1.2</b>	$\delta AeTI = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^T ((W_i - AeTI)^2 \cdot G_i \cdot \sum_{k=1}^N A_{i,k})}{(T-1) \cdot \sum_{i=1}^T (G_i \cdot \sum_{k=1}^N A_{i,k})}}$
<b>1.3 &amp; 1.4</b>	$\delta AeTI < 0,3 \qquad T_{min} \geq (ECO_{max} - ECO_{min} + 1)^2$
<b>1.5</b>	$AV = \frac{100\% \cdot \sum_{i=1}^T (\sum_{k=1}^N A_{i,k})}{\sum_{j=1}^S (\sum_{k=1}^N A_{j,k})} > 50\% \qquad \frac{\sum_m AnzECO_m}{M} \cdot \frac{M \cdot \sum_m AnzECO_m^2}{M \cdot (M-1)} < \frac{\left(\sum_m AnzECO_m\right)^2}{M \cdot (M-1)}$
zu 1.3:	Vorgabe einer maximal zulässigen Standardabweichung für AeTI
zu 1.4:	Die geforderte minimale Anzahl der eingestuft Taxa $T_{min}$ wird aus der Anzahl der besetzten $ECO$ -Klassen geschätzt
zu 1.5:	Das Abundanzverhältnis $AV$ der eingestuft zu allen Taxa muss größer als 50% sein
<b>2</b>	<b>MAZ (Mittlere Artenzahl)</b>
	$S_c = \frac{\sum_{k=1}^N S_k}{N}, \quad \delta S = \sqrt{\frac{N \cdot \sum_{k=1}^N S_k^2 - \left(\sum_{k=1}^N S_k\right)^2}{N \cdot (N-1)}}$ <p><math>S_c</math> = Mittlere Artenzahl; <math>S_k</math> = Artenzahl der <math>k</math>-ten Probenahme;  <math>N</math> = Anzahl der Probenahmen; <math>\delta s</math> = Standardabweichung</p>
<b>3</b>	<b>ADF (alpha-Diversität n. Fisher)</b>
	$\alpha = \frac{M(1-x)}{x}, \quad \text{mit } 0 < x < 1 \text{ geschätzt}$ <p>aus <math>\frac{S}{M} = \frac{1-x}{x} \cdot [-\ln(1-x)]</math></p> $\delta \alpha = \mp \sqrt{\frac{\alpha}{-\ln(1-x)}}$ <p>alpha = Artendiversität nach Fisher; <math>S</math> = Gesamtartzahl; <math>M</math> = Gesamtindividuenzahl                  delta s = Standardabweichung</p>