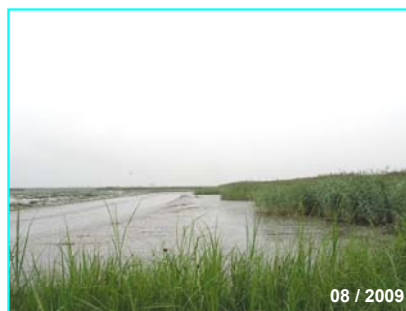


Fortschreibung der Untersuchungen
zur Variabilität von Makrophytenbeständen
im Bearbeitungsgebiet Tideelbe

sowie

Hinweise zur Zuverlässigkeit und Genauigkeit der Ergebnisse
gemäß EG-WRRL

Endbericht



ÖZK
4

Hamburg, Dezember 2009

Auftraggeber:
Sonderaufgabenbereich Tideelbe
Wassergütestelle Elbe, Hamburg

Auftragnehmerin:
Dipl.-Biol. Gabriele Stiller
Biologische Kartierungen und Gutachten, Hamburg

Fortschreibung der Untersuchungen
zur Variabilität von Makrophytenbeständen
im Bearbeitungsgebiet Tideelbe

sowie

Hinweise zur Zuverlässigkeit und Genauigkeit der Ergebnisse
gemäß EG-WRRL

Endbericht

Auftraggeber:

Sonderaufgabenbereich Tideelbe
Wassergütestelle Elbe, Hamburg
Neßdeich 120-121
21129 Hamburg

Auftragnehmerin:

Dipl.-Biol. Gabriele Stiller
Biologische Kartierungen und Gutachten
Jaguarstieg 6
22527 Hamburg

Tel.: (040) 40 18 80 95

Fax: (040) 40 18 80 96

e-Mail: Gabriele.Stiller@t-online.de

Hamburg, Dezember 2009

Titelfotos

Beispiel für anthropogen bedingte Variabilität - Monitoringstelle TEL-MP-12, Neufelder Bucht

oben: mäßiger ökologischer Zustand - nach Erholung des Bestandes in 2009

unten: unbefriedigend ökologischer Zustand - nach Unterhaltungsarbeiten im Wattbereich in 2007

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Aufgabenstellung	1
2	Bearbeitungsgebiet und Probestellen	1
3	Geländeuntersuchungen und Bewertungsverfahren	2
4	Ergebnisse	3
4.1	Kurzdarstellung und Bewertung der Probestellen	3
4.2	Vergleich der Bewertung der ausgewählten Probestellen im Untersuchungs- zeitraum 2005-2009	5
5	Hinweise zur Zuverlässigkeit und Genauigkeit der Bewertungsergebnisse gemäß WRRL	7
6	Zusammenfassung	13
7	Literatur	14
7.1	Zitierte Literatur	14
7.2	Bestimmungsliteratur	15

Anhang

Berechnung des STI-Makrophyten (<i>Auszug</i>)	Tab. A1-1
Statistische Berechnungen	Tab. A1-2
Auszug aus dem Bewertungsverfahren	Abb. A1-A2, Tab. A2-A7
Stammdaten	Tab. A8
Kartierprotokolle	TEL-MP-04, 05, 08, 11, 12 + 15

Anlage CD-ROM

Endbericht inkl. Anhang	TEL-MP-Var-2009
Berechnung des STI-Makrophyten	Tab. A1-1
Statistische Berechnungen	Tab. A1-2
Stammdaten	Tab. A8
Kartierprotokolle	TEL-MP-04, 05, 08, 11, 12 + 15

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Lage der 15 WRRL-Monitoringstellen (TEL-MP-01 bis TEL-MP-15) und der sechs für die in 2008 und 2009 durchgeführten Untersuchungen zur Variabilität ausgewählten Probestellen im Bearbeitungsgebiet Tideelbe (ARGE ELBE 2007, verändert)	2
Abb. 2:	Standorttypieindex sowie ökologische Zustandsklassen (ÖZK) der sechs ausgewählten Probestellen im Untersuchungszeitraum 2005-2009 für die Qualitätskomponenten Makrophyten und Angiospermen im Bearbeitungsgebiet Tideelbe	6
Abb. 3:	Mittelwerte für den Standorttypieindex der Monitoringstellen „Variabilität 2005-2009“ im Bearbeitungsgebiet Tideelbe mit Angabe des 95 %-Vertrauensbereichs (für n = 5) und Lage der ökologischen Zustandsklassen (ÖZK)	9
Abb. 4:	Mittelwerte für den Standorttypieindex für die 15 Monitoringstellen im Bearbeitungsgebiet Tideelbe mit Angabe des 95 %-Vertrauensbereichs und Hinweis zur Zuverlässigkeit: gering (rot), mittel (orange) und hoch (ohne Markierung)	10

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Kurzdarstellung der im Jahr 2009 gegenüber 2008 an den variablen Probestellen festgestellten Veränderungen der Vegetationsbestände	3-5
Tab. 2:	Übersicht über die Bewertungsergebnisse der 15 Monitoringstellen (TEL-MP-01 bis TEL-MP-15) für die Qualitätskomponenten Makrophyten und Angiospermen im Bearbeitungsgebiet Tideelbe und deren Zuverlässigkeit über den betrachteten Zeitraum	12

1 Einleitung und Aufgabenstellung

Das in den Jahren 2005-2007 durchgeführte Monitoring der Qualitätskomponenten Makrophyten und Angiospermen gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) hatte gezeigt, dass einige der 15 Monitoringstellen unterschiedliche Bewertungen des ökologischen Zustands oder zumindest Schwankungen innerhalb der Klassengrenzen aufwiesen. Zur Ermittlung von Ursachen für die festgestellte Variabilität der **Vegetationsbestände** im Bearbeitungsgebiet Tideelbe waren sechs der Monitoringstellen im Jahr 2008 erneut untersucht worden.

Mit der zusätzlichen Untersuchung dieser sechs als variabel eingeschätzten Probestellen konnte einerseits gezeigt werden, dass sowohl anthropogene als auch natürliche Ursachen für die Variabilität der Vegetationsbestände verantwortlich sind. Andererseits konnte nachgewiesen werden, dass sich die im Bearbeitungsgebiet vorherrschenden Makrophyten durch eine **geringe natürliche Variabilität** auszeichnen und daher als Qualitätskomponente gut geeignet sind, um langfristige Trends anzuzeigen (STILLER 2009a).

Mit der Fortschreibung der Untersuchungen zur Variabilität im Jahr 2009 sollte die Kontinuität der Untersuchungen und Dokumentation seit 2005 für die sechs ausgewählten Probestellen fortgeführt werden, um hierdurch das Verständnis und die Datengrundlage insbesondere der natürlichen Einflüsse weiter zu verbessern. Die Untersuchungen dienen außerdem der Erarbeitung von Hinweisen zur Abschätzung der Zuverlässigkeit und Genauigkeit der Bewertungsergebnisse gemäß WRRL.

Schließlich ermöglicht die erneute Untersuchung der Vegetationsbestände im Jahr 2009 eine lückenlose Integration der vorliegenden Ergebnisse in den 3-Jahres-Zyklus des WRRL-Monitorings ab 2010.

2 Bearbeitungsgebiet und Probestellen

Das Messstellennetz zum WRRL-Monitoring der Qualitätskomponenten Makrophyten und Angiospermen (im Folgenden kurz „Makrophyten“) im Bearbeitungsgebiet Tideelbe besteht aus insgesamt 15 Probestellen (STILLER 2008).

Um festzustellen, ob die Ursachen für die im Untersuchungszeitraum 2005-2007 festgestellte Variabilität der Vegetationsbestände natürlich und/oder anthropogen bedingt sind, waren im Jahr 2008 sechs als variabel eingeschätzte Probestellen aus dem bestehenden WRRL-Messstellennetz ausgewählt und untersucht worden.

Von den **sechs ausgewählten Probestellen** liegen zwei im OWK Elbe-West und damit im limnischen Abschnitt der Tideelbe. Die übrigen vier Standorte befinden sich im Übergangsgewässer und verteilen sich über die Salinitätszonen oligo-, meso- und polyhalin.

Das gesamte Monitoring-Messstellennetz sowie die Lage und Verteilung der für die Untersuchungen zur Variabilität im Jahr 2008 ausgewählten (STILLER 2009a) und in 2009 erneut untersuchten Messstellen ist in Abbildung 1 auf der folgenden Seite dargestellt.

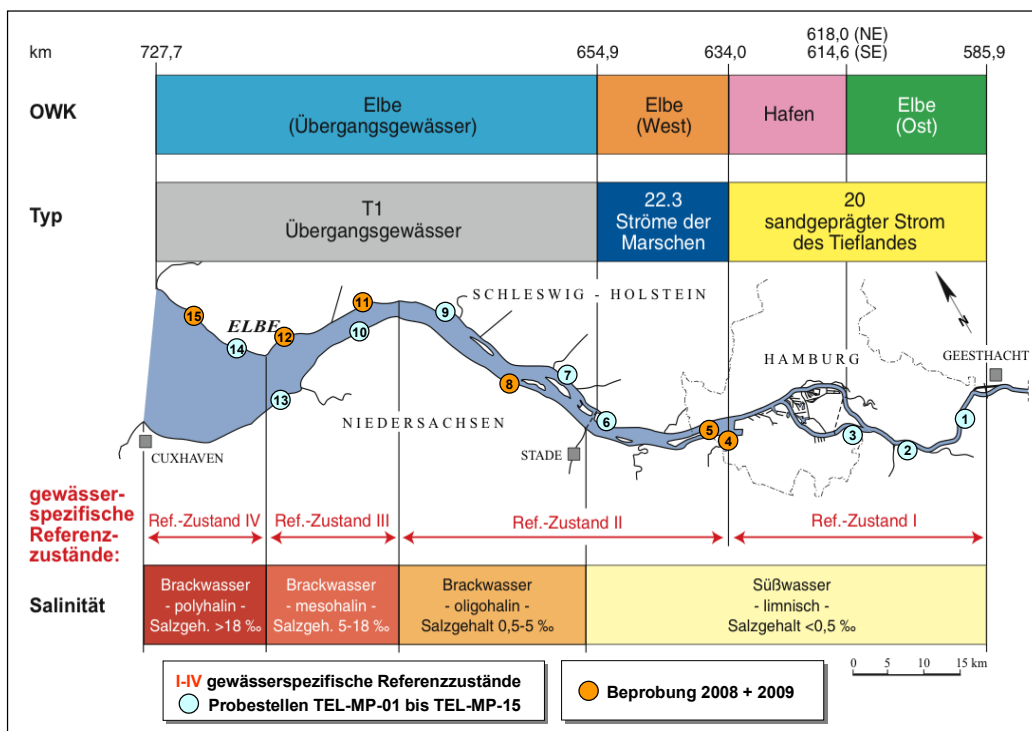


Abb. 1: Lage der 15 WRRL-Monitoringstellen (TEL-MP-01 bis TEL-MP-15) und der sechs für die in 2008 und 2009 durchgeführten Untersuchungen zur Variabilität ausgewählten Probestellen im Bearbeitungsgebiet Tideelbe (ARGE ELBE 2007, verändert)

3 Geländeuntersuchungen und Bewertungsverfahren

Die **Erfassung der Vegetation** an den sechs Probestellen erfolgte entsprechend den Vorgaben im Endbericht zur „Überblicksweisen Überwachung 2007“ (STILLER 2008). Hierbei handelt es sich im Wesentlichen um:

- Kartierung aller sechs Probestellen in der Hauptvegetationsperiode (August 2009) sowie im Frühjahr (April 2009)
- Erfassung von Artenzusammensetzung, Pflanzenmenge und Zusatzkriterien (Ausdehnung, Vegetationszonierung, Vitalität) durch Abschnitts- und Transektkartierungen
- Erhebung relevanter Standortparameter gemäß dem vorliegenden Kartierprotokoll für alle Probestellen

Die im Gelände erhobenen Makrophytendaten wurden mit der vorliegenden **Bewertungsmatrix** unter Berücksichtigung der dort genannten Kriterien und unter Einbeziehung des Frühjahrsaspekts ausgewertet, die Ergebnisse den Bewertungsstufen der Klassifizierungsskala zugeordnet und die einzelnen Probestellen bewertet. Im Zusammenhang mit der Anwendung der Bewertungsmethode gab es keine weiteren Modifikationen (STILLER 2009a).

Der Vollständigkeit halber sind im Anhang des hier vorliegenden Berichts die zur Bewertung notwendigen Formeln und Tabellen aus dem Bewertungsverfahren aufgeführt (Abb. A1-A2 und Tab. A2-A7).

4 Ergebnisse

4.1 Kurzdarstellung und Bewertung der Probestellen

Mit der Auswertung und Diskussion von Ursachen für die Variabilität der Vegetationsbestände im Jahr 2008 (STILLER 2009a) waren die im Untersuchungszeitraum 2005-2008 festgestellten Veränderungen der Vegetationsbestände einschließlich der möglichen Ursachen ausführlich beschrieben worden.




Aus diesem Grund werden in der nachstehenden Tabelle 1 in erster Linie die im Jahr 2009 gegenüber 2008 festgestellten Veränderungen einschließlich möglicher Ursachen beschrieben. Bei den angeführten Ursachen wird zwischen anthropogen bedingten und natürlichen Ursachen differenziert, soweit in einem derart anthropogen überprägten System wie der Tideelbe von „natürlich“ gesprochen werden kann (vgl. STILLER 2009a).

Darüber hinaus enthält die Tabelle die Ergebnisse der Bewertung des ökologischen Zustands der Probestellen.

Tab. 1: Kurzdarstellung der im Jahr 2009 gegenüber 2008 an den variablen Probestellen festgestellten Veränderungen der Vegetationsbestände

TEL-MP-04 - Mühlenberger Loch / NSG		Strom der Marschen - limnisch / (km 633,6)
		<p>Schilf-, Strand-, Teichsimsen-Tideröhrich Die wasserseitigen Strand- und Teichsimsenbestände sind weiter stark belastet und sehr lückig. Es ist keine Umkehr des negativen Trends erkennbar.</p> <p>Ursache für die Variabilität ist nach wie vor die <u>anthropogen</u> bedingte starke Aufschlickung des Standortes mit instabilem Fließschlick.</p>
Ökologische Zustandsbewertung:		unbefriedigend
TEL-MP-05 - Neßsand (Ost) / NSG		Strom der Marschen - limnisch / (km 636,0)
		<p>Schilf-, Strand-, Teichsimsen-Tideröhrich Das Auftreten der seltenen Gekielten Teichsimse (<i>Schoenoplectus x carinatus</i>) führt zu einer leichten Verbesserung des Ergebnisses ohne Zustandsveränderung.</p> <p>Neben den durch starken Wellenschlag und erhöhte Strömung, d. h. <u>anthropogen</u> bedingten Uferabbrüchen sind erneut <u>natürliche</u> Populationschwankungen einiger sensibler Arten zu beobachten.</p>
Ökologische Zustandsbewertung:		unbefriedigend

Tab. 1: Fortsetzung

TEL-MP-08 - Asselersand	Übergangsgewässer T1 - oligohalin / (km 667,9)
	<p>Schilf-, Strand-, Teichsimsen-Tideröhricht Die einzige erkennbare Veränderung im Bestand ist auf die Gekielte Teichsimse (<i>Schoenoplectus x carinatus</i>) zurückzuführen, deren Menge geringfügig zugenommen hat. Ursache für die Variabilität sind weiterhin <u>natürliche</u> Populationsschwankungen der Simsenbestände, die sich jedoch nicht auf das Ergebnis bzw. die Zustandsbewertung auswirken.</p>
Ökologische Zustandsbewertung:	mäßig
TEL-MP-11 - St. Margarethen	Übergangsgewässer T1 - mesohalin / (km 691,0)
	<p>Schilf-, Strand- und Teichsimsen-Röhricht Das Vorkommen der Gekielten Teichsimse (<i>Schoenoplectus x carinatus</i>) konnte bestätigt werden. Gleichzeitig ging der Anteil der Störzeiger geringfügig zurück, so dass es zu einer leichten Verbesserung des Ergebnisses ohne Zustandsveränderung kam. Ursache für die Variabilität sind <u>natürliche</u> Populationsschwankungen einzelner vor allem 1-jähriger Arten.</p>
Ökologische Zustandsbewertung:	unbefriedigend
TEL-MP-12 - Neufelder Bucht	Übergangsgewässer T1 - mesohalin / (km 701,7)
	<p>Schilf-, Strandsimsen-Brackwasserröhricht Nachdem sich der Bestand in 2008 bereits erholt hatte, ging der Anteil der Störzeiger zurück, so dass es zu einer weiteren Verbesserung des Ergebnisses kam, jedoch ohne Zustandsveränderung. Ursache für die diesjährige Variabilität waren allein <u>natürliche</u> Populationsschwankungen. Zusätzliche anthropogene Standortstörungen konnten nicht verzeichnet werden.</p>
Ökologische Zustandsbewertung:	mäßig

Tab. 1: Fortsetzung

TEL-MP-15 - Westlich Dieksander Koog	Übergangsgewässer T1 - polyhalin / (km 724,7)
	<p>Queller-Schlickgras-Bestand</p> <p>Entgegen dem Trend der vergangenen Jahre hat sich wasserseitig erneut eine Quellerzone ausgebildet. Der sehr spärliche Bestand hat sich gut 200 m ins Watt hinein ausgedehnt. Ursachen für die Variabilität sind <u>natürliche</u> Populationsschwankungen des Quellers und anderer 1-jähriger Arten, die in diesem Jahr ausgefallen waren, wodurch es zu einem leichten Anstieg des Ergebnisses ohne Zustandsveränderung kam.</p>
Ökologische Zustandsbewertung:	mäßig

Sämtliche Details zu Artenzusammensetzung, Besiedlungsstruktur sowie Standortparametern können den Kartierprotokollen sowie der Tabelle A8 im Anhang entnommen werden. Die Berechnungen des STI-Makrophyten finden sich in Tabelle A1-1 ebenfalls im Anhang sowie auf CD-ROM.

4.2 Vergleich der Bewertung der ausgewählten Probestellen im Untersuchungszeitraum 2005-2009

In Abbildung 2 auf der folgenden Seite sind die Ergebnisse der Berechnung des Standorttypieindex-Makrophyten (STI_M) und die hieraus resultierende Bewertung des ökologischen Zustands für die ausgewählten Probestellen über den Untersuchungszeitraum 2005-2009 dargestellt.

Aus der Abbildung geht hervor, dass vier der sechs Probestellen über alle fünf Untersuchungsjahre gleiche Einstufungen aufweisen. Hier pendeln die STI_M -Werte lediglich innerhalb der Klassengrenzen. Für zwei Probestellen führen die Abweichungen der STI_M -Werte dagegen auch zu abweichenden Zustandsbewertungen über den beschriebenen Monitoringzeitraum.

Hierbei handelt es sich bei einer der beiden Messstellen (TEL-MP-04) um eine Zustandsverschlechterung um eine Klasse von 2005/2006 gegenüber 2007, wobei die Verschlechterung in 2008 und 2009 anhielt. Im zweiten Fall (TEL-MP-12) war nach einer Verschlechterung des Zustands in 2007 eine Erholung des Bestandes im Jahr 2008 zu verzeichnen, so dass sich hier der Zustand von 2005/2006 wieder eingestellt hatte.

In beiden Fällen waren die beschriebenen Veränderungen der Makrophytenbestände auf die Besiedlungsstruktur (Ausdehnung, Zonierung und/oder Vitalität) zurückzuführen (vgl. Tab. 1). An der Monitoringstelle TEL-MP-12 konnte im Jahr 2009 ein weiterer Anstieg des STI_M -Wertes festgestellt werden, der auf eine Verringerung des Anteils von Arten aus der ökologischen Kategorie 1, d. h. Störzeiger bzw. tolerante Arten, zurückgeht. Dabei haben die Veränderungen im Arteninventar im Gegensatz zu den Änderungen in der Besiedlungsstruktur nicht zum Wechsel der Bewertungsklasse geführt.

Betrachtet man die übrigen vier Messstellen, deren STI_M -Werte im gesamten Untersuchungszeitraum 2005-2009 lediglich innerhalb der Klassengrenzen schwanken, so kann hier kein genereller Trend beispielsweise hin zur allgemeinen Verbesserung oder Verschlechterung beobachtet werden.

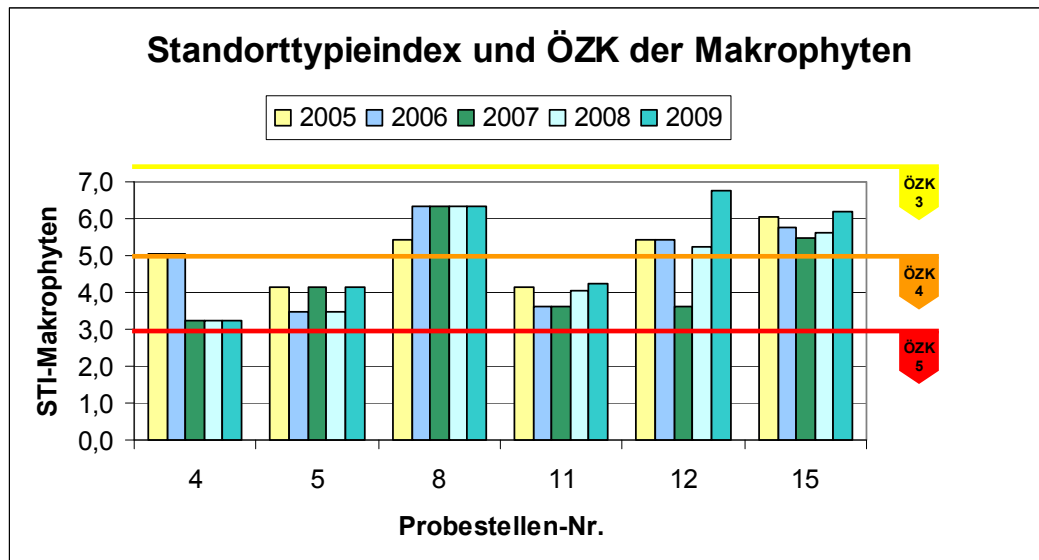


Abb. 2: Standorttypieindex sowie ökologische Zustandsklassen (ÖZK) der sechs ausgewählten Probestellen im Untersuchungszeitraum 2005-2009 für die Qualitätskomponenten Makrophyten und Angiospermen im Bearbeitungsgebiet Tideelbe
Bewertungen gem. WRRL: ÖZK 1 = sehr gut, 2 = gut, 3 = mäßig, 4 = unbefriedigend, 5 = schlecht

Während die STI_M -Werte für drei dieser Probestellen (TEL-MP-05, TEL-MP-11, TEL-MP-15) lediglich relativ geringe Auf- und Abwärtsbewegungen im Monitoring-Zeitraum zeigen, hat sich der Zustand einer Probestelle (TEL-MP-08) von 2005 auf 2006 verbessert und auf dem hohen Niveau von 2006 an bis heute stabilisiert.

Im Gegensatz zu den beiden Probestellen, deren Veränderungen in der Besiedlungsstruktur zum Klassenwechsel bei der Bewertung des ökologischen Zustands geführt haben, gehen die Schwankungen innerhalb der Klassengrenzen bei den übrigen Untersuchungsstellen auf Änderungen im Arteninventar zurück.

Ursache für die Änderungen sind Verschiebungen in der Artenzusammensetzung der Makrophytenbestände, wobei sich insbesondere die größeren Sprünge der STI_M -Werte durch Auftreten oder Ausfall von Störzeigern (ökologische Kategorie 1) und/oder sensiblen Arten (ökologische Kategorie 4) ergeben.

Da die untersuchten Standorte bzw. Vegetationsbestände im Jahr 2009 keine über das bereits vorliegende Maß hinausgehende zusätzlichen Belastungen erfahren haben, dürfte es sich bei den eingetretenen Veränderungen um die Bandbreite natürlicher interannueller Schwankungen von Vegetationsbeständen im Bearbeitungsgebiet handeln.

Wie bereits bei der Ermittlung von Ursachen für die Variabilität im Jahr 2008 festgestellt wurde (STILLER 2009a), können damit auch anhand der diesjährigen Ergebnisse die

Änderungen in der Artenzusammensetzung eher als natürlich eingestuft werden, während die Änderungen in der Besiedlungsstruktur überwiegend anthropogen bedingt sind (vgl. Tab. 1).

Ferner kann unter Einbeziehung der Ergebnisse aus dem Jahr 2009 weiterhin festgehalten werden, dass sich im Fall der hier untersuchten sechs Messstellen die Veränderungen der Besiedlungsstruktur stärker auf die Bewertungsergebnisse des ökologischen Zustands auswirken als die Veränderungen im Arteninventar.

Aus Abbildung 2 geht auch hervor, dass einige der Bewertungsergebnisse dauerhaft (TEL-MP-04) oder zumindest zeitweise (TEL-MP-12) unmittelbar an der Grenze einer Bewertungsstufe liegen. Somit könnten diese Messstellen zukünftig bereits infolge geringer Änderungen in ihrer Ausprägung auch Veränderungen bei der Bewertung erfahren.

Für derart grenznahe Werte stellt sich die Frage nach der Zuverlässigkeit der Einstufung der Messstellen in die entsprechende Bewertungsstufe. Aber auch Bewertungsergebnisse, die deutlich innerhalb der Klassengrenzen liegen, unterliegen einer gewissen Bestimmungsunsicherheit. Aus diesem Grund sollen gemäß WRRL (IKSE 2009) Schätzungen hinsichtlich des Grades der Zuverlässigkeit und Genauigkeit angegeben werden, wie im folgenden Kapitel ausgeführt wird.

5 Hinweise zur Zuverlässigkeit und Genauigkeit der Bewertungsergebnisse gemäß WRRL

Die Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) verlangt im Zuge der Berichterstattung gemäß Anhang V, Abschnitt 1.3, 3. Absatz Angaben bzw. Schätzungen hinsichtlich des Grades der Zuverlässigkeit und Genauigkeit der Bewertungsergebnisse.

Bisher gab es für das für die Tideelbe vorliegende Bewertungsverfahren keine Angaben zur Zuverlässigkeit der Bewertungsergebnisse. Im Folgenden sollen daher erste Hinweise zur Abschätzung der Zuverlässigkeit bzw. von Vertrauensbereichen sowie zur Genauigkeit der bislang vorliegenden Bewertungsergebnisse entwickelt werden. Hierzu werden außer den Ergebnissen und Erkenntnissen aus den hier vorliegenden Untersuchungen zur Variabilität auch die Ergebnisse aus dem Überblicksmonitoring (STILLER 2008) und den IKSE-Untersuchungen (STILLER 2009b) herangezogen. Hierdurch wird die Datenbasis von sechs auf 15 Monitoringstellen vergrößert.

Das Thema Zuverlässigkeit und Genauigkeit der Überwachungsergebnisse wird zwar in den CIS-Leitfäden REFCOND (CIS-AG 2.3), COAST (CIS-AG 2.4) und MONITORING (CIS-AG 2.7) behandelt, jedoch bleiben viele Fragen bei der praktischen Umsetzung und Vorgehensweise hierzu offen.

Im Folgenden werden daher die Begriffe Zuverlässigkeit und Genauigkeit zunächst erläutert und ihre Bedeutung für das Monitoringprogramm kurz dargestellt. Grundlage hierfür bilden neben dem angeführten Leitfäden die Ausführungen der Arbeitsgruppe WISER (2009), die sich u. a. mit dem Thema „...tool development and uncertainty estimation...“ beschäftigt, und die Gewässerzustandsüberwachungsverordnung aus Österreich (BMLFUW 2008).

Hiernach sind die Begriffe Zuverlässigkeit und Genauigkeit wie folgt definiert:

Zuverlässigkeit: Die Wahrscheinlichkeit (ausgedrückt in Prozent), dass das Resultat (z. B. des Monitoringprogramms) tatsächlich innerhalb der errechneten und angegebenen Grenzen liegt bzw. innerhalb der erwünschten oder festgelegten Genauigkeit.

Genauigkeit: Unterschied zwischen dem Resultat (z. B. ein Mittelwert) des Monitorings und dem wahren Wert. Einfach gesagt, ist die Genauigkeit ein Maß für die statistische Unzuverlässigkeit und entspricht der Hälfte des Konfidenzintervalls (= Vertrauensbereich).

Zuverlässigkeit und Genauigkeit sind statistische Kennwerte, die aus einer Stichprobe errechnet werden und diese charakterisieren. In der Statistik sind die Begriffe folgendermaßen definiert:

Zuverlässigkeit: Wahrscheinlichkeit, dass der wahre Wert im Konfidenzintervall (= Vertrauensbereich) liegt.

Genauigkeit: Breite des Konfidenzintervalls (= Vertrauensbereich).

Beide stehen in enger Beziehung zueinander und hängen voneinander ab: Mit steigender Genauigkeit wird die Zuverlässigkeit kleiner und umgekehrt. Vom selben Datensatz können daher verschiedene Kombinationen der beiden Werte errechnet werden. In wissenschaftlichen Untersuchungen wird jedoch im Allgemeinen die Zuverlässigkeit festgelegt (z. B. auf 95 %) und die Genauigkeit (d. h. der Vertrauensbereich) dann auf der Basis der Festlegung errechnet.

Aus der Beschreibung dieses statistischen Hintergrunds folgt, dass für eine sinnvolle Verwendung von Zuverlässigkeit und Genauigkeit für die Interpretation der Ergebnisse eine ausreichende Anzahl von einzelnen Stichproben (Untersuchungen) notwendig ist. Viele Statistiklehrbücher geben dazu eine Mindestanzahl von fünf bis zehn Einzelproben an.

Da Zuverlässigkeit und Genauigkeit, wie beschrieben einen bestimmten Datensatz charakterisieren, ist es wesentlich, welcher Datensatz als Bezugspunkt gewählt wird:

- mehrere wiederholte Beprobungen derselben Probenstelle, mehrere gleichzeitige Beprobungen in einem Wasserkörper oder mehrere gleichzeitige Beprobungen in verschiedenen Wasserkörpern

Für die als variabel eingeschätzten sechs Monitoringstellen erfolgten wiederholte Beprobungen derselben Probestellen über einen Zeitraum von nunmehr fünf Jahren, so dass diese Anzahl den derzeit größten zur Verfügung stehenden Stichprobenumfang darstellt.

Auch wenn der Stichprobenumfang für belastbare Berechnungen (noch) als kritisch angesehen werden muss, sollen hiermit im Folgenden Berechnungen durchgeführt werden, um einen Weg zur Vorgehensweise aufzuzeigen, der mit steigender Beprobungsanzahl und verbesserter Datenbasis beschritten werden kann.

In Abbildung 3 auf der folgenden Seite sind die 95 %-Vertrauensbereiche für die Mittelwerte der sechs Probestellen aus den fünf Beprobungen 2005-2009 dargestellt (Berechnungen vgl. Tab. A1-2 im Anhang und auf CD-ROM). Auf die Darstellung der Auswertung des Medians wurde verzichtet, da sich ähnliche Ergebnisse, wie für das arithmetische Mittel, ergaben.

Der Vertrauensbereich ist der Bereich zwischen den beiden Werten der oberen und unteren Grenze. Der wahre Mittelwert der Grundgesamtheit liegt für die dargestellten Messstellen mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % innerhalb dieser Grenzen. Diese Wahrscheinlichkeit entspricht der Zuverlässigkeit.

Bei der Betrachtung der Spanne der Vertrauensbereiche der einzelnen Probestellen fällt auf, dass diese unterschiedlich groß ist. Wie eingangs erwähnt, entspricht die Breite des Vertrauensbereichs bzw. Konfidenzintervalls der Genauigkeit des Wertes. Je kleiner die Spannen, d. h. die Abweichung vom Mittelwert, desto größer ist die Genauigkeit und umgekehrt. Danach lassen sich die Probestellen in zwei Gruppen einteilen: Solche mit größerer (TEL-MP-05, TEL-MP-08, TEL-MP-11 und TEL-MP-16) und solche mit geringerer (TEL-MP-04 und TEL-MP 12) Genauigkeit.

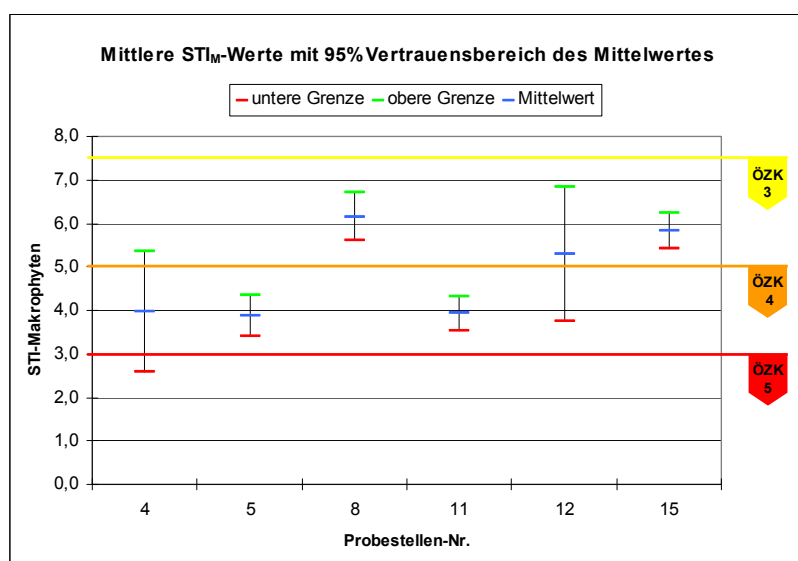


Abb. 3: Mittelwerte für den Standorttypindex der Monitoringstellen „Variabilität 2005-2009“ im Bearbeitungsgebiet Tideelbe mit Angabe des 95 %-Vertrauensbereichs (für n = 5) und Lage der ökologischen Zustandsklassen (ÖZK)

Richtwerte für das Maß der Genauigkeit der Bewertungsergebnisse gibt es weder in der WRRL noch sind hierzu Angaben in den oben angeführten Leitfäden zu finden, so dass eine Beurteilung, was gering und was groß bedeutet, zunächst schwierig ist.

Betrachtet man jedoch die Abbildung genauer, so fällt auf, dass die Grenzen zwischen den ökologischen Zustandsklassen eine entscheidende Rolle spielen: Solange die Vertrauensbereiche (hier mit einer hohen Zuverlässigkeit von 95 %) **in Gänze innerhalb einer Zustandsklasse** liegen, ist die Genauigkeit (Ausdehnung des Intervalls) von untergeordneter Bedeutung, denn die Bestimmung der Zustandsklasse ist damit eindeutig (BMLFUW 2008). Dies trifft für vier der dargestellten Monitoringstellen zu.

Bei zwei der Monitoringstellen reichen die Vertrauensbereiche **über mehrere ökologische Zustandsklassen hinweg** (TEL-MP-04, TEL-MP-12). Hier ist die Zuordnung zu einer der Zustandsklassen folglich nicht zuverlässig.

Zuverlässigkeit und Genauigkeit beschreiben neben anthropogenen Einflussfaktoren auf die Ergebnisse vor allem die natürliche **Variabilität** der Biozönosen, die ein wesentliches Kennzeichen natürlicher Systeme ist. Rechnerisch ist diese Variabilität nicht zu trennen von den anthropogenen Einflussfaktoren, wie Ungenauigkeiten bei der Beprobung und/oder anthropogene Belastungen der Standorte.

Bei der Betrachtung der Ergebnisse zur Ermittlung von Ursachen der Variabilität aus 2008 und der aktuellen Untersuchungen der ausgewählten Probestellen, fällt auf, dass diejenigen Vegetationsbestände, bei denen überwiegend anthropogene Ursachen für die festgestellt Variabilität als verantwortlich gesehen werden, die größte Ungenauigkeit bzw. die größten Konfidenzintervalle aufweisen. Damit wären die nicht zuverlässigen Ergebnisse durch stärkere anthropogene Belastungen der Vegetationsbestände hervorgerufen. Die natürlichen Schwankungen haben zumindest für die untersuchten Probestellen nicht zur Beeinträchtigung der Zuverlässigkeit der Ergebnisse beigetragen.

Für die Untersuchungen zur Variabilität waren sechs als variabel eingeschätzte Probestellen aus dem bestehenden Messstellennetz der 15 Probestellen ausgewählt worden. Die übrigen neun Probestellen müssten sich demnach durch **geringe Variabilität** und entsprechend schmale Vertrauensbereiche bzw. hohe Genauigkeit auszeichnen. Um zu prüfen, ob dies zutreffend ist, wurden die 95 %-Vertrauensbereiche auch für diese Messstellen ermittelt und in der folgenden Abbildung 4 dargestellt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass hier keine durchgängigen Untersuchungen erfolgt sind und somit noch weniger Beprobungen (drei bzw. vier) zur Auswertung zur Verfügung standen.

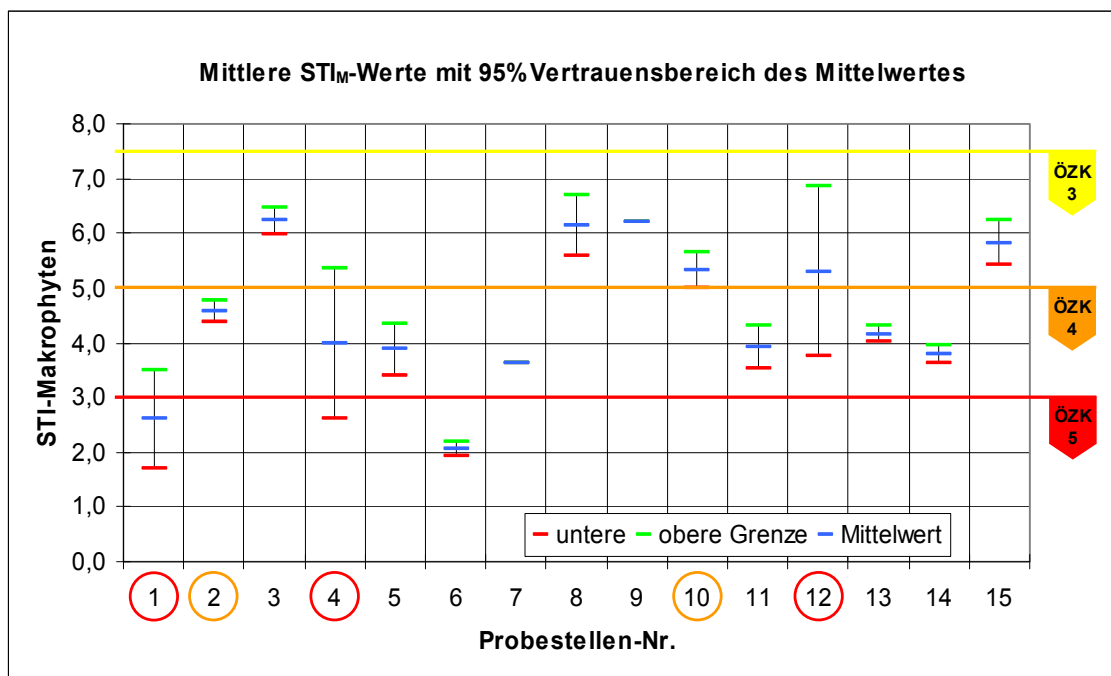


Abb. 4: Mittelwerte für den Standorttypindex für die 15 Monitoringstellen im Bearbeitungsgebiet Tideelbe mit Angabe des 95 %-Vertrauensbereichs und Hinweis zur Zuverlässigkeit: gering (rot), mittel (orange) und hoch (ohne Markierung)

Hinweis: Die Anzahl der Untersuchungen je Probestelle, die den Berechnungen zugrunde gelegt wurden, weichen wie folgt ab:

n = 3 für Nr. 6, 7, 9, 10, 13, 14; n = 4 für Nr. 1, 2, 3; n = 5 für Nr. 4, 5, 8, 11, 12, 15

Aus der Darstellung der Ergebnisse geht hervor, dass mit Ausnahme der im Zusammenhang mit Abbildung 3 bereits diskutierten Probestellen TEL-MP-04 und TEL-MP-12, das Vertrauensintervall nur noch bei der Probestelle TEL-MP-01 über mehrere (hier: zwei) Zustandsklassen reicht und das Ergebnis somit hierfür nicht zuverlässig ist. Alle übrigen Vertrauensbereiche liegen dagegen komplett innerhalb einer Zustandsklasse und können damit als zuverlässig angesehen werden.

Dabei fallen Probestellen mit hoher Genauigkeit (kleinem Konfidenzintervall) und mittlerer Genauigkeit (größerer Konfidenzintervall) auf, ohne dass dies zunächst Einfluss auf die Zuverlässigkeit hat, da sie komplett innerhalb einer Zustandsklasse liegen. Unabhängig von der Genauigkeit, d. h. der Intervallgröße liegen jedoch einige dieser Intervalle mit ihrem oberen oder unteren Grenzwert nahe einer Klassengrenze. Diese Messstellen könnten zukünftig bereits infolge geringer Änderungen in ihrer Ausprägung in die angrenzende Bewertungsklasse hinein rutschen.

Auch zum Umgang mit **grenznahen Werten** finden sich keine Hinweise in der WRRL oder den Leitfäden. Einigkeit besteht prinzipiell darüber, dass das Risiko der Falschein- stufung von Messstellen nahe den Klassengrenzen steigt, ohne genauere Angaben zum Begriff „nah“ zu machen: „...The model highlighted the risk of misclassification / low confidence ... in the ecological status assigned by classification tools at sites close to the status boundaries...“ (NEA GIG 2004).

In Abbildung 4 fällt zunächst die Messstelle TEL-MP-10 auf, deren untere Grenze des Vertrauensbereichs bereits eine Klassengrenze berührt. Dieser Wert lässt sich somit relativ leicht als „eher“ unzuverlässig einstufen. Bei einer rein subjektiven Betrachtung der übrigen Messstellen würde TEL-MP-02 noch als „relativ grenznah“ auffallen.

Um die Lage der Bewertungsergebnisse in Grenznähe objektiv beurteilen zu können, müsste zusätzlich zu den Grenzen eine Art „Grenzkorridor“ gebildet werden, bei dessen Überschreitung die Zuverlässigkeit des Ergebnisses unabhängig von dessen Genauigkeit herabgesetzt wird.

Für die Festlegung derartiger Werte sind jedoch größere Datenmengen und längere Beobachtungszeiten notwendig. Somit werden die Daten hier vorerst subjektiv beurteilt. Hiernach liegen im Gegensatz zu den oben angeführten grenznahen Werten alle übrigen Intervalle „eher zur Klassenmitte hin“ orientiert. Hier kann von einer hohen Zuverlässigkeit der Ergebnisse ausgegangen werden.

Als Ergebnis kann festgehalten werden, dass sich die Zuverlässigkeit der Zustands- bewertungen aus einer **Kombination** aus der Breite des Vertrauensbereichs, d. h. der Genauigkeit, des Ergebnisses und dessen Lage innerhalb der Zustandsklassen zusammensetzt. Dabei kann die Genauigkeit des Ergebnisses je nach Lage des Intervalls bezogen auf die Zustandsklassen in den Hintergrund treten.

Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass genauere offizielle Hinweise zur Vorgehens- weise hinsichtlich Zuverlässigkeit und Genauigkeit noch ausstehen, kann aus den hier vorgestellten Ergebnissen folgendes allgemeines Fazit gezogen werden:

Die Ergebnisse der Zustandsbewertungen zeichnen sich aus durch:

- hohe** Zuverlässigkeit, wenn ihr Vertrauensbereich in Gänze innerhalb einer Zustandsklasse und im Bereich um die Klassenmitte herum liegt
- mittlere** Zuverlässigkeit, wenn ihr Vertrauensbereich in Gänze innerhalb einer Zustandsklasse, jedoch nahe einer Klassengrenze liegt
- geringe** Zuverlässigkeit, wenn der Vertrauensbereich über eine oder mehrere Klassengrenzen hinausgeht

Die Zuverlässigkeit der Zustandsbewertungen der Qualitätskomponenten Makrophyten und Angiospermen für die **15 Monitoringstellen** im Bearbeitungsgebiet Tideelbe im Betrachtungszeitraum 2005-2007 bzw. bis 2009 sind in der folgenden Tabelle 2 zusammengestellt. Insgesamt ergibt sich für drei Bewertungsergebnisse eine geringe und für zwei Bewertungen eine mittlere Zuverlässigkeit. Für die übrigen 10 Monitoringstellen liegt eine hohe Zuverlässigkeit der Zustandsbewertungen über den betrachteten Zeitraum vor.

Tab. 2: Übersicht über die Bewertungsergebnisse der 15 Monitoringstellen (TEL-MP-01 bis TEL-MP-15) für die Qualitätskomponenten Makrophyten und Angiospermen im Bearbeitungsgebiet Tideelbe und deren Zuverlässigkeit über den betrachteten Zeitraum - Zustandsbewertungen aus dem Überblicksmonitoring¹⁾ (STILLER 2008), den IKSE-Untersuchungen²⁾ (STILLER 2009b) und den aktuellen Untersuchungen zur Variabilität³⁾

OWK	Typ	Probestelle	ökologischer Zustand	Zuverlässigkeit
Elbe-Ost	20	01 - Drennhaus	schlecht ²⁾	gering
		02 - Fliegenberg	unbefriedigend ²⁾	mittel
		03 - Schweensand / NSG	mäßig ²⁾	hoch
Elbe-West	22.3	04 - Mühlenberger Loch	unbefriedigend ³⁾	gering
		05 - Neßsand (Ost)	unbefriedigend ³⁾	hoch
		06 - Twielenflether Sand	schlecht ¹⁾	hoch
Elbe-Übergangsgewässer	T1	07 - Eschschallen	unbefriedigend ¹⁾	hoch
		08 - Asselersand	mäßig ³⁾	hoch
		09 - Unterhalb Störmündung	mäßig ¹⁾	hoch
		10 - Schönepfort / Böschrücken	mäßig ¹⁾	mittel
		11 - St. Margarethen	unbefriedigend ³⁾	hoch
		12 - Neufelder Bucht	unbefriedigend ³⁾	gering
		13 - Unterhalb Ostemündung	unbefriedigend ¹⁾	hoch
		14 - Westlich Neufelder Koog	unbefriedigend ¹⁾	hoch
		15 - Westlich Dieksander Koog	mäßig ³⁾	hoch

6 Zusammenfassung

Mit der Fortschreibung der Untersuchungen zur Variabilität im Jahr 2009 sollte die Kontinuität der Untersuchungen seit 2005 für die sechs als variabel eingeschätzten Probestellen fortgeführt werden. Anhand der Ergebnisse sollten ferner Hinweise zur Abschätzung der Zuverlässigkeit und Genauigkeit der Bewertungsergebnisse gemäß WRRL erarbeitet werden. Außerdem ermöglicht die erneute Untersuchung eine lückenlose Integration der Ergebnisse in den 3-Jahres-Zyklus des WRRL-Monitorings ab 2010.

Die Erfassung der Vegetation sowie die Bewertung der sechs Probestellen erfolgten entsprechend den Vorgaben im Überblicksmonitoring. Wie bereits im Vorjahr wiesen auch im Jahr 2009 jeweils drei der sechs Probestellen einen mäßigen bzw. einen unbefriedigenden **ökologischen Zustand** auf. Da sämtliche Zustandsbewertungen aufgrund natürlicher und/oder anthropogener Variabilität einer gewissen Bestimmungsunsicherheit unterliegen, sind gemäß WRRL Schätzungen hinsichtlich des Grades der Zuverlässigkeit und Genauigkeit der Zustandsbewertungen anzugeben. Dabei sind der Richtlinie keine konkreten Hinweise zur praktischen Umsetzung dieser Forderung zu entnehmen.

Aus diesem Grund wurden zunächst die Begriffe Zuverlässigkeit und Genauigkeit u. a. anhand der CIS-Leitfäden erläutert und ihre Bedeutung für das Monitoringprogramm dargestellt. Hiernach ist unter **Zuverlässigkeit** die Wahrscheinlichkeit zu verstehen, mit der das Resultat der Bewertung innerhalb eines vorgegebenen Bereichs (= Vertrauensbereich) liegt. Unter **Genauigkeit** ist die Breite des Vertrauensbereichs zu verstehen.

Zur Ermittlung der Zuverlässigkeit der Bewertungsergebnisse wurden die 95 %-Vertrauensbereiche außer für die sechs Probestellen der Variabilitätsuntersuchungen zum Vergleich auch für die übrigen Probestellen, d. h. für alle 15 Monitoringstellen, aus den vorliegenden Bewertungen berechnet. Auch wenn die zur Verfügung stehende Anzahl der Untersuchungen, d. h. der Stichprobenumfang, für belastbare Berechnungen als kritisch angesehen werden muss, wurden erste Berechnungen durchgeführt, um einen möglichen Weg zur Vorgehensweise aufzuzeigen.

Als Ergebnis kann festgehalten werden, dass sich die Zuverlässigkeit der Zustandsbewertungen aus einer **Kombination** aus der Breite des Vertrauensbereichs (= Genauigkeit) des Ergebnisses und dessen Lage innerhalb der Zustandsklassen zusammensetzt. Dabei kann die Genauigkeit je nach Lage des Intervalls bezogen auf die Zustandsklassen in den Hintergrund treten. Somit zeichnen sich Zustandsbewertungen aus durch:

- hohe** Zuverlässigkeit, wenn ihr Vertrauensbereich in Gänze innerhalb einer Zustandsklasse und im Bereich um die Klassenmitte herum liegt
- mittlere** Zuverlässigkeit, wenn ihr Vertrauensbereich in Gänze innerhalb einer Zustandsklasse, jedoch nahe einer Klassengrenze liegt
- geringe** Zuverlässigkeit, wenn der Vertrauensbereich über die Klassengrenzen hinausgeht

Die Anwendung dieser „Regeln“ auf die Zustandsbewertungen der Qualitätskomponenten Makrophyten und Angiospermen für die **15 Monitoringstellen** im Bearbeitungsgebiet Tideelbe ergibt für drei Bewertungsergebnisse eine geringe und für zwei Bewertungen eine mittlere Zuverlässigkeit. Für die übrigen 10 Monitoringstellen liegt eine hohe Zuverlässigkeit der Zustandsbewertungen über den jeweils betrachteten Zeitraum vor.

7 Literatur

7.1 Zitierte Literatur

- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT** (2003): Taxaliste der Gewässerorganismen Deutschlands zur Kodierung biologischer Befunde. - Info.-ber. Heft 1, München, 388 S.
- BMLFUW (BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT - Sektion VII)** (2008): Gewässerzustandsüberwachungsverordnung (GZÜV) Oberflächengewässer - Umsetzung 2007-2009. - Wien, 68 S. (www.lebensministerium.at).
- CIS-AG 2.3** (o. J.) Leitfaden zur Ableitung von Referenzbedingungen und zur Festlegung von Grenzen zwischen ökologischen Zustandsklassen für oberirdische Binnengewässer (REFCOND). (www.wasserblick.net).
- CIS-AG 2.4** (o. J.): Leitfaden zur Typologie, zu Referenzbedingungen und Klassifikationssystemen für Übergangs- und Küstengewässer (COAST). - www.wasserblick.net.
- CIS-AG 2.7** (2003): Monitoring under the Water Framework Directive. Guidance Document No 7. Produced by Working Group 2.7 (MONITORING). - (www.forum.europa.eu.int).
- IKSE (INTERNATIONALE KOMMISSION ZUM SCHUTZ DER ELBE)** (2009): Bewirtschaftungsplan nach Artikel 13 der Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. Teil A. Stand 18.09.2009, 116 S.
- LOZÁN, J. L. & H. KAUSCH** (2004): Angewandte Statistik für Naturwissenschaftler. - Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg, 300 S.
- LUNG (LANDESAMT FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND GEOLOGIE MECKLENBURG-VORPOMMERN)** (2002): Verfahrensanleitung zur ökologischen Bewertung von Fließgewässern in Mecklenburg-Vorpommern mittels Standorttypieindex. - Schriftenreihe Nr. 02, Güstrow, 36 S. + Anh.
- NEA GIG Benthic Invertebrate Group** (2004): Minutes of Northeast Atlantic Geographical Intercalibration Group - Benthic Expert Meeting. Kristineberg Marine Station, Sweden, 22.-24. Sept. 2004, Draft Minutes, 1 S.
- STILLER, G.** (2005a): Bewertungsverfahren für die Qualitätskomponenten Makrophyten und Angiospermen in der Tideelbe gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie. - Gutachten i. A. der ARGE ELBE, Wassergütestelle Elbe, Hamburg, 47 S.
- STILLER, G.** (2005b): Erprobung des Bewertungsverfahrens für die Qualitätskomponenten Makrophyten und Angiospermen in der Tideelbe im Rahmen des vorläufigen Monitorings gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie. - Gutachten i. A. der ARGE ELBE, Wassergütestelle Elbe, Hamburg, 35 S. + Anh.
- STILLER, G.** (2008): Überblicksweise Überwachung der Qualitätskomponenten Makrophyten und Angiospermen in der Tideelbe gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie. - Gutachten i. A. der ARGE ELBE, Wassergütestelle Elbe, Hamburg, 31 S. + Anh.
- STILLER, G.** (2009a): Untersuchungen zur Ermittlung von Ursachen für die Variabilität von Makrophytenbeständen im Bearbeitungsgebiet der Tideelbe. - Gutachten i. A. des Sonderaufgabebereichs Tideelbe - Wassergütestelle Elbe, Hamburg, 17 S. + Anh.
- STILLER, G.** (2009b): Untersuchung und Bewertung der Qualitätskomponenten Makrophyten im OWK Elbe-Ost gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie im Rahmen des IKSE-Messprogramms. - Gutachten i. A. der ARGE ELBE, Wassergütestelle Elbe, Hamburg, 10 S. + Anh.
- WISER (Water bodies in Europe: Integrative Systems to assess Ecological status and Recovery)** (2009): Deliverable D6.1-1: Report on a workshop to bring together experts experienced with tool development and uncertainty estimation, 34 S.
- WRRL (Wasserrahmenrichtlinie)**: 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.

7.2 Bestimmungsliteratur

- FRAHM, J.-P.** (1998): Moose als Bioindikatoren. - Quelle & Meyer, Wiesbaden, 187 S.
- FRAHM, J.-P., W. FREY** (1992): Moosflora. - Ulmer, Stuttgart, 528 S.
- HAEUPLER, H. & T. MUER** (2000): Bildatlas der Farn- und Blütenpflanzen Deutschland.- Ulmer, Stuttgart, 759 S.
- KRAUSCH, H.-D.** (1996): Farbatlas Wasser- und Uferpflanzen. - Ulmer, Stuttgart, 315 S.
- KRESKEN, G.-U.** (2000): Vorläufiger Bestimmungsschlüssel der Gattung *Callitriche*. - Botan. Verein zu Hamburg e. V., Regionalstelle Pflanzenschutz, 7 S.
- OBERDORFER, E.** (1994): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. - Ulmer, Stuttgart, 1050 S.
- RAABE, E.-W.** (1975): Über die großen *Scirpus*-Arten unserer Gewässer. - Kieler Notizen zur Pflanzenkunde in Schleswig-Holstein, 7 (3) 46-57.
- ROTHMALER, W.** (1997-2002): Exkursionsflora von Deutschland. - G. Fischer, Jena, Stuttgart, Bd. 1; Spektrum Akad. Verlag, Heidelberg, Berlin, Bd. 3 und 4.
- WEYER, K. VAN DE & C. SCHMIDT** (2007): Bestimmungsschlüssel für die aquatischen Makrophyten (Gefäßpflanzen, Armleuchteralgen und Moose) in Deutschland. - Nettetal.
- WISSKIRCHEN, R. & H. HAEUPLER** (1998): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. - Ulmer, Stuttgart, 765 S.

Anhang

Berechnung des STI-Makrophyten

Tab. A1-1: Berechnung des STI-Makrophyten und Zuordnung zu den ökologischen Zustandsklassen einschl. Angabe des EQR für die sechs Probestellen „Variabilität 2009“ im Bearbeitungsgebiet Tideelbe (Auszug, Details s. Tab. A1-1 Teil I bis III auf CD-ROM)

Statistische Berechnungen

Tab. A1-2: Zustandsbewertungen (hier als STI-Makrophyten) der 15 Monitoringstellen im Bearbeitungsgebiet Tideelbe und Berechnung der Vertrauensbereiche

Auszug aus dem Bewertungsverfahren (Details s. STILLER 2005a und 2005b)

Tab. A2: Liste der 128 potenziell und aktuell im Bearbeitungsgebiet Tideelbe unterhalb der MThw-Linie auftretenden Pflanzenarten mit Angabe der Einstufung in die ökologischen Kategorien des STI_M-Verfahrens (Stand: STILLER 2009a)

Tab. A3: Matrix zur Ermittlung der prozentualen Anteile der Quantitäten der ökologischen Kategorien (K_{DA}-Wert)

Tab. A4: Einschätzung der Beeinträchtigung der Vegetationsbestände im Hinblick auf die Zusatzkriterien zur Besiedlungsstruktur der emersen Makrophyten inkl. textlicher Erläuterungen

Tab. A5: Abstufung der Besiedlungsstruktur (Bs-Faktor) der emersen Makrophytenbestände im Eulitoral

Tab. A6: Abstufung der Besiedlungsstruktur (Bs_{ges}-Faktor) im Eulitoral und Sublitoral

Abb. A1: Formel zur Berechnung des STI-Makrophyten für den „ökologischen Zustand“

Abb. A2: Formel zur Berechnung des STI-Makrophyten für das „ökologische Potenzial“

Tab. A7: Klassifizierungsskala für die Zuordnung des STI-Makrophyten und des EQR (Ecological Quality Ratio) zu den ökologischen Zustands- bzw. Potenzialklassen

Stammdaten

Tab. A8: Stammdaten der Probestellen „Variabilität 2009“ im Bearbeitungsgebiet Tideelbe (s. a. Kartierprotokolle TEL-MP-04, 05, 08, 11, 12 + 15)

Kartierprotokolle

TEL-MP-04, 05, 08, 11, 12 + 15

Tab. A1-1: Berechnung des STI-Makrophyten und Zuordnung zu den ökologischen Zustandsklassen einschl. Angabe des EQR für die sechs Probestellen „Variabilität 2009“ im Bearbeitungsgebiet Tideelbe (Auszug, Details s. Tab. A1-1 Teil I bis III auf CD-ROM)

Prozentuale Quantitäten der ökologischen Kategorien, einzelne und summierte K_{DA} -Werte, Verrechnung mit den Faktoren zur Besiedlungsstruktur, berechnete STI_M -Werte und deren Zuordnung zum EQR bzw. zu den ökologischen Zustandsklassen

Gewässertyp gem. EG-WRRL		Typ 22		Übergangsgewässer T1			
Probestellen-Nr.	TEL-MP-	04	05	08	11	12	15
Artenzahl je Probestelle	19	21	22	21	8	7	
max. Siedlungstiefe [m] (untere Vegetationsgrenze)	1,0	0,5-1,2	1,0	0,5	0,5	0,3-0,4	
Ausdehnung Makrophyten [m]	20-30	105,0	71,0	18,0	215,0	670,0	
Zusatzkriterien zur Besiedlungsstruktur:							
Ausdehnung (1-3 Punkte)	1	3	3	1	3	3	
Vegetationzonierung (1-3 Punkte)	1	1	2	1	1	3	
Vitalität (1-3 Punkte)	2	1	3	2	2	1	
Summe Zusatzkriterien	4	5	8	4	6	7	
Besiedlungsstrukturfaktor (emerse Makrophyten)	0,50	0,50	0,75	0,50	0,75	0,75	

Summe der prozentualen Quantitäten der vier ökologischen Kategorien ¹⁾	1	15,27	5,15	2,14	2,37	0,00	50,20
	2	60,18	37,83	41,91	26,58	67,94	0,00
	3	24,55	55,60	53,81	68,95	32,06	24,51
	4	0,00	1,42	1,90	2,11	0,00	25,30

¹⁾ ohne die nicht bis zur Art bestimmten und daher nicht eingestufteten Taxa

K_{DA} -Werte der ökologischen Kategorien	1	3	4	5	5	1
	2	10	9	9	9	10
	3	13	15	15	15	14
	4	16	16	16	16	19
Summe der K_{DA} -Werte	26	44	45	45	24	33

Berechnung des STI-Makrophyten und Einstufung in die Bewertungsstufen des ökologischen Zustands							
$\sum K_{DA} / \text{Anzahl der ökologischen Kategorien}$	8,67	11,00	11,25	11,25	12,00	11,00	
Bs-Faktor _{ges} (submerse+emerse Makrophyten)	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	
Bs-Faktor (emerse Makrophyten)	0,50	0,50	0,75	0,50	0,75	0,75	
STI-Makrophyten	3,25	4,13	6,33	4,22	6,75	6,19	
EQR (Ecological Quality Ratio)	0,27	0,34	0,53	0,35	0,56	0,52	
ökologischer Zustand	4	4	3	4	3	3	

Erläuterungen zur Berechnung:

Die Berechnung des STI_M basiert auf der Grundlage der prozentualen Quantitäten der vorkommenden ökologischen Kategorien und erfolgt über die Aufsummierung der gewichteten K_{DA} -Werte, dividiert durch die Anzahl der vorkommenden ökologischen Kategorien und die Multiplikation mit dem bzw. den Faktoren zur Besiedlungsstruktur.

Tab. A1-2: Zustandsbewertungen (hier als STI-Makrophyten) der 15 Monitoringstellen im Bearbeitungsgebiet Tideelbe und Berechnung der Vertrauensbereiche

PS-Nr.	TEL-MP-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Untersuchungsprogramm / Untersuchungsjahr	ÜM + IKSE	ÜM + IKSE	ÜM + IKSE	ÜM + Var	ÜM + Var	ÜM	ÜM	ÜM + Var	ÜM	ÜM	ÜM + Var	ÜM + Var	ÜM	ÜM	ÜM + Var	
	Standorttypindex-Makrophyten															
2005	2,75	*)	6,33	5,06	4,13	2,06	3,63	5,44	6,19	5,25	4,13	5,44	4,13	3,75	6,05	
2006	2,88	4,69	6,19	5,06	3,50	2,02	3,63	6,33	6,19	5,25	3,63	5,44	4,13	3,75	5,77	
2007	2,88	4,50	6,05	3,25	4,13	2,11	3,63	6,33	6,19	5,44	3,63	3,63	4,22	3,84	5,48	
2008	-	-	-	3,25	3,50	-	-	6,33	-	-	4,03	5,25	-	-	5,63	
2009	1,88	4,50	6,33	3,25	4,13	-	-	6,33	-	-	4,22	6,75	-	-	6,19	
Anzahl der Untersuchungen	4	4	4	5	5	3	3	5	3	3	5	5	3	3	5	
Mittelwert	2,60	4,56	6,23	3,97	3,88	2,06	3,63	6,15	6,19	5,31	3,93	5,30	4,16	3,78	5,82	
t	3,18	3,18	3,18	2,78	2,78	4,30	4,30	2,78	4,30	4,30	2,78	2,78	4,30	4,30	2,78	
s	0,48	0,11	0,13	0,99	0,35	0,05	0,00	0,40	0,00	0,11	0,28	1,11	0,05	0,05	0,29	
n-1	3	3	3	4	4	2	2	4	2	2	4	4	2	2	4	
\sqrt{n}	1,73	1,73	1,73	2,00	2,00	1,41	1,41	2,00	1,41	1,41	2,00	2,00	1,41	1,41	2,00	
$T_x = t \times s / \sqrt{n}$	0,89	0,20	0,25	1,38	0,48	0,14	0,00	0,55	0,00	0,33	0,39	1,54	0,16	0,16	0,41	
$\mu_{u,o} = \text{Mittelwert} \pm T_x$	95 % - Vertrauensbereich															
untere Grenze	1,71	4,36	5,98	2,60	3,40	1,93	3,63	5,60	6,19	4,98	3,54	3,76	4,00	3,62	5,42	
obere Grenze	3,48	4,76	6,47	5,35	4,36	2,20	3,63	6,71	6,19	5,65	4,32	6,85	4,32	3,94	6,23	
Genauigkeit %	34,09	4,41	3,95	34,68	12,37	6,64	0,00	8,99	0,00	6,28	9,92	29,11	3,80	4,18	7,00	

Berechnungen und statistische Tabellen Student-Verteilung s. Lozán & Kausch (2004)

Legende

Mittelwert	= arithmetisches Mittel
t	= Wert der t-Verteilung aus Student-Verteilung für FG = n-1 und P = 0,05 (5 %)
s	= Standardabweichung
n	= Anzahl der Untersuchungen
T_x	= Intervall (Abweichung)
$\mu_{u,o}$	= Vertrauensbereich, zweiseitig (unten, oben)
Genauigkeit	= Abweichung vom Mittelwert in %

Untersuchungsprogramm / Untersuchungsjahr

ÜM	Überblicksmonitoring 2005-2007 (Stiller 2008)
IKSE	IKSE-Messprogramm 2009 (Stiller 2009b)
Var	Untersuchungen zur Variabilität 2008+2009 (Stiller 2009a + vorliegender Bericht)

*) Ergebnis aus 2005 wurde nicht in die Berechnung eingebunden, da ab 2006 Abschnitt verändert wurde.

Tab. A2: Liste der 128 potenziell und aktuell im Bearbeitungsgebiet Tideelbe unterhalb der MThw-Linie auftretenden Pflanzenarten mit Angabe der Einstufung in die ökologischen Kategorien des STI_M-Verfahrens. Die Nomenklatur der Arten richtet sich nach der „Taxaliste der Gewässerorganismen Deutschlands“ (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT 2003) sowie HAEUPLER & MUER 2000 und WISSKIRCHEN & HAEUPLER 1998. (Stand: STILLER 2009a)

MP001	<i>Acorus calamus</i>	2	MP068	<i>Poa annua</i>	1
MP002	<i>Agrostis gigantea</i>	2	MP069	<i>Poa annua</i> ssp. <i>palustris</i>	3
MP003	<i>Agrostis stolonifera</i>	2	MP070	<i>Poa trivialis</i>	2
MP004	<i>Alisma plantago-aquatica</i>	3	MP125	<i>Potamogeton crispus</i>	2
MP005	<i>Alopecurus pratensis</i>	1	MP071	<i>Potentilla anserina</i>	1
MP006	<i>Angelica archangelica</i>	2	MP072	<i>Puccinellia distans</i>	2
MP007	<i>Anthriscus sylvestris</i>	1	MP073	<i>Puccinellia maritima</i>	3
MP008	<i>Arctium minus</i>	1	MP074	<i>Pulicaria dysenterica</i>	2
MP009	<i>Aster x salignus</i>	1	MP075	<i>Pulicaria vulgaris</i>	3
MP010	<i>Aster tripolium</i>	3	MP076	<i>Ranunculus ficaria</i> ssp. <i>bulbilifer</i>	2
MP011	<i>Atriplex littoralis</i>	1	MP077	<i>Ranunculus repens</i>	1
MP012	<i>Atriplex portulacoides</i>	1	MP078	<i>Ranunculus sceleratus</i>	1
MP013	<i>Atriplex prostrata</i>	1	MP079	<i>Rorippa amphibia</i>	2
MP014	<i>Barbarea stricta</i>	1	MP080	<i>Rorippa anceps</i>	2
MP015	<i>Berula erecta</i>	2	MP081	<i>Rorippa palustris</i>	1
MP016	<i>Bidens cernua</i>	1	MP082	<i>Rorippa sylvestris</i>	1
MP017	<i>Bidens frondosa</i>	1	MP083	<i>Rumex acetosa</i>	2
MP018	<i>Bidens tripartita</i>	1	MP084	<i>Rumex aquaticus</i>	3
MP019	<i>Bolboschoenus maritimus</i>	3	MP127	<i>Rumex conglomeratus</i>	2
MP020	<i>Callitriche platycarpa</i>	3	MP085	<i>Rumex crispus</i>	2
MP021	<i>Callitriche stagnalis</i>	3	MP086	<i>Rumex hydrolapathum</i>	2
MP022	<i>Caltha palustris</i>	3	MP087	<i>Rumex maritimus</i>	1
MP023	<i>Calystegia sepium</i>	2	MP088	<i>Rumex obtusifolius</i>	1
MP024	<i>Cardamine amara</i>	3	MP089	<i>Rumex thyrsiflorus</i>	1
MP025	<i>Carex hirta</i>	1	MP090	<i>Rumex triangulivalvis</i>	1
MP026	<i>Chaerophyllum bulbosum</i>	2	MP091	<i>Sagittaria sagittifolia</i>	3
MP122	<i>Chara vulgaris</i>	2	MP092	<i>Salicornia europaea</i> ssp. <i>europaea</i>	4
MP027	<i>Chenopodium rubrum</i>	1	MP093	<i>Salicornia stricta</i>	4
MP028	<i>Cicuta virosa</i>	3	MP094	<i>Salix viminalis</i>	2
MP029	<i>Cochlearia anglica</i>	3	MP095	<i>Schoenoplectus x carinatus</i>	4
MP030	<i>Cotula coronopifolia</i>	2	MP096	<i>Schoenoplectus lacustris</i>	3
MP031	<i>Cuscuta europaea</i>	2	MP097	<i>Schoenoplectus pungens</i>	4
MP032	<i>Deschampsia wibeliana</i>	2	MP098	<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i>	3
MP033	<i>Eleocharis palustris</i>	2	MP099	<i>Schoenoplectus triquetus</i>	4
MP034	<i>Eleocharis uniglumis</i>	3	MP100	<i>Senecio aquaticus</i>	3
MP035	<i>Epilobium hirsutum</i>	1	MP128	<i>Senecio erraticus</i>	2
MP036	<i>Equisetum fluviatile</i>	3	MP101	<i>Senecio paludosus</i>	4
MP037	<i>Equisetum palustre</i>	2	MP102	<i>Senecio sarracenicus</i>	3
MP038	<i>Eupatorium cannabinum</i>	2	MP103	<i>Sium latifolia</i>	2
MP039	<i>Festuca arundinacea</i>	2	MP104	<i>Solanum dulcamara</i>	2
MP040	<i>Filipendula ulmaria</i>	2	MP105	<i>Sonchus arvensis</i>	1
MP041	<i>Galium palustre</i>	3	MP106	<i>Sonchus palustris</i>	2
MP042	<i>Glaux maritima</i>	3	MP126	<i>Sparganium emersum</i>	2
MP043	<i>Glyceria maxima</i>	2	MP107	<i>Spartina anglica</i>	1
MP044	<i>Iris pseudacorus</i>	2	MP108	<i>Spergularia media</i>	2
MP045	<i>Juncus articulatus</i>	2	MP109	<i>Spergularia salina</i>	2
MP046	<i>Juncus compressus</i>	1	MP110	<i>Stachys palustris</i>	2
MP047	<i>Juncus gerardii</i>	3	MP111	<i>Suaeda maritima</i>	3
MP048	<i>Juncus ranarius</i>	1	MP112	<i>Taraxacum officinale</i>	1
MP123	<i>Limosella aquatica</i>	3	MP113	<i>Triglochin maritimum</i>	3
MP049	<i>Lycopus europaeus</i>	2	MP114	<i>Typha angustifolia</i>	3
MP050	<i>Lysimachia nummularia</i>	2	MP115	<i>Typha latifolia</i>	2
MP051	<i>Lysimachia vulgaris</i>	2	MP116	<i>Urtica dioica</i>	1
MP052	<i>Lythrum salicaria</i>	2	MP117	<i>Valeriana procurrens</i>	2
MP053	<i>Mentha aquatica</i>	2	MP118	<i>Valeriana sambucifolia</i>	2
MP054	<i>Mentha arvensis</i>	1	MP119	<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	2
MP055	<i>Myosotis scorpioides</i>	2	MP120	<i>Veronica beccabunga</i>	2
MP056	<i>Nasturtium officinale</i>	3	MP121	<i>Veronica catenata</i>	2
MP057	<i>Oenanthe coniooides</i>	4	MP124	<i>Zannichellia palustris</i> ssp. <i>palustris</i>	2
MP058	<i>Persicaria amphibia</i> var. <i>terrestre</i>	1			
MP059	<i>Persicaria dubia</i>	2			
MP060	<i>Persicaria hydropiper</i>	2			
MP061	<i>Persicaria lapathifolia</i>	2			
MP062	<i>Petasites hybridus</i>	1			
MP063	<i>Phalaris arundinacea</i>	1			
MP064	<i>Phragmites australis</i>	2			
MP065	<i>Plantago coronopus</i>	3			
MP066	<i>Plantago major</i>	1			
MP067	<i>Plantago maritima</i>	3			

Tab. A3: Matrix zur Ermittlung der prozentualen Anteile der Quantitäten der ökologischen Kategorien (K_{DA} -Wert) (LUNG 2002, verändert)

Prozentualer Anteil der Quantitäten	Ökologische Kategorien			
	1	2	3	4
	K_{DA} -Wert			
$\leq 5\%$	5	6	11	16
$> 5 \leq 10\%$	4	7	12	17
$> 10 \leq 25\%$	3	8	13	18
$> 25 \leq 50\%$	2	9	14	19
$> 50\%$	1	10	15	20

Tab. A4: Einschätzung der Beeinträchtigung der Vegetationsbestände im Hinblick auf die Zusatzkriterien zur Besiedlungsstruktur der emersen Makrophyten inkl. textlicher Erläuterungen

Kriterium	Umfang der Beeinträchtigung	Punktzahl
Ausdehnung		
Röhrichte Tideelbe Geesthacht bis unterhalb Hamburg	keine bis gering (> 10 m) mäßig (5-10 m) stark (< 5 m)	3 2 1
Röhrichte und Queller-Fluren Tideelbe ab unterhalb Hamburg	keine bis gering (> 50 m) mäßig (25-50 m) stark (< 25 m)	3 2 1
Vegetationszonierung¹⁾	keine bis gering mäßig stark	3 2 1
Vitalität²⁾	keine bis gering mäßig stark	3 2 1

¹⁾ Zusatzkriterium Vegetationszonierung

Die Zonierung zeigt keine bis geringe Abweichungen vom Referenzzustand.

Die Vegetationszonierung ist mehr oder weniger vollständig. Die Vegetationsgürtel sind durchgehend und deutlich erkennbar bzw. abgrenzbar parallel zum Ufer angeordnet. Es kommen nahezu alle typischen und steten Begleitarten der jeweiligen Referenzzustände I bis IV vor. Die untere Vegetationsgrenze kann geringfügig höher liegen als die maximal mögliche Eindringtiefe der Pflanzen.

Die Zonierung weicht mäßig vom Referenzzustand ab.

Die Vegetationszonierung ist weiterhin vollständig, aber die einzelnen Vegetationszonen bzw. Entwicklungsphasen sind weniger gut ausgeprägt bzw. voneinander abgrenzbar. Es kommen viele der typischen und steten Begleitarten vor. Die dominanten Röhrichtarten der unterschiedlichen Zonen in den Gewässerabschnitten mit den Referenzzuständen I bis III siedeln teilweise auf der gleichen Höhe bezogen auf MThw und/oder es kommt zu einer Umkehrung der natürlichen Zonierung, d. h. Arten der oberen Zonen wachsen unterhalb der Arten der unteren Vegetationszonen. Die untere Vegetationsgrenze liegt deutlich höher als die maximal mögliche Eindringtiefe der Pflanzen.

Die Queller-Fluren im Referenzzustand IV lassen keine Unterscheidung in untere und obere Zone erkennen und/oder es ist nur eine der beiden Zonen ausgebildet.

Die Zonierung weicht stark vom Referenzzustand ab.

Es kommt zum völligen Ausfall einer oder mehrerer Vegetationszonen bzw. Entwicklungsphasen bzw. der sie aufbauenden Arten und/oder es sind keine größeren, durchgehenden Vegetationsgürtel mehr ausgebildet. Es kommt zum verstärkten Ausfall typischer Begleitarten in den Gewässerabschnitten mit den Referenzzuständen I bis III. Die Siedlungstiefe der verbliebenen Arten ist suboptimal, wobei die Bestände sowohl zu hoch als auch zu tief siedeln können.

Im Referenzzustand IV kommen nur noch vereinzelt Queller-Pflanzen vor - entweder allein oder innerhalb nicht potenzieller Vegetationstypen.

2) Zusatzkriterium Vitalität

Die Vitalität der Vegetationsbestände zeigt keine bis geringe Beeinträchtigung.

Gesunde, intakte Röhrichtbestände zeichnen sich durch eine homogene Bestandsstruktur ohne Lücken aus. Die wasserseitige Grenze ist durch einen gleichmäßigen Saum mit geradem Rand ohne Ausbuchtungen gekennzeichnet. Der Übergang zum offenen Wasser verläuft gleichmäßig, wobei die Halmhöhe kontinuierlich abnimmt.

Die Queller-Fluren weisen eine Deckung von > 50 % auf und/oder der Anteil an Schlickgras beträgt < 25 % und die Stetigkeit des Auftretens der Vegetationsbestände ist regelmäßig und jährlich^{*)}.

Die Vitalität der Vegetationsbestände ist mäßig beeinträchtigt.

Der wasserseitige Röhrichtsaum ist ausgefranst. Die Ausbreitungsfront ist entsprechend nicht mehr geschlossen. Es kommt zur Auflichtung. Die Wuchshöhe der dominanten Arten nimmt ab. Die Bestände sind zunehmend locker ausgebildet, d. h. es kommt zur flächenhaften Verringerung der Halmdichte. Es treten wasserseitig erste freigespülte Rhizome bzw. Wurzeln auf.

Die Queller-Fluren weisen eine Deckung von 10-50 % auf und/oder der Anteil an Schlickgras beträgt 25-50 % und das Auftreten der Vegetationsbestände ist stetig, jedoch nicht alljährlich^{*)}.

Die Vitalität der Vegetationsbestände ist stark beeinträchtigt.

Es sind nur sehr schmale (< 5 m) und/oder keine geschlossenen Röhrichtbestände mehr ausgebildet. Der wasserseitige Saum ist durch Auskolkungen und Lücken gekennzeichnet. Es kommt zur starken Auflichtung bis hin zur Verinselung der Bestände. Die dominanten Arten sind niedrigwüchsig. Die Bestände sind aufgrund der flächenhaften Verringerung der Halmdichte sehr locker ausgebildet. Rhizome bzw. Wurzeln liegen teilweise oder völlig frei.

Die Queller-Fluren weisen eine Deckung von < 10 % auf und/oder der Anteil an Schlickgras beträgt > 50 % und die Vegetationsbestände treten nur sporadisch auf^{*)}.

^{*)} Das zuletzt genannte Kriterium kann nur nach wiederholten Erhebungen beurteilt werden. Die Eignung zur Verwendung muss weiterhin überprüft werden.

Tab. A5: Abstufung der Besiedlungsstruktur (Bs-Faktor) der emersen Makrophytenbestände im Eulitoral (LUNG 2002, verändert)

Faktor (Bs)	Punktzahl	Kriterium (Bs = Besiedlungsstruktur)
1,0	9	Bs im Eulitoral entspricht weitgehend dem Referenzzustand, maximal geringfügige Abweichungen
0,75	6-8	Bs im Eulitoral weicht mäßig vom Referenzzustand ab
0,5	3-5	Bs im Eulitoral weicht stark vom Referenzzustand ab
0,25	entfällt	Bs im Eulitoral nicht erkennbar, da große Teile der typischen Biozönose fehlen, nur zerstreute Einzelpflanzen bzw. -horste

Tab. A6: Abstufung der Besiedlungsstruktur (Bs_{ges} -Faktor) im Eulitoral und Sublitoral (LUNG 2002, verändert)

Faktor (Bs_{ges})	Kriterium
1,0	Es kommen <u>submerse und emerse</u> Makrophyten vor. Diese besiedeln sowohl das Sublitoral als auch das Eulitoral.
0,75	Es kommen mit wenigen Ausnahmen ausschließlich <u>emerser</u> Makrophyten im Eulitoral vor. Das Sublitoral ist vegetationsfrei.

Abb. A1: Formel zur Berechnung des STI-Makrophyten für den „ökologischen Zustand“ (LUNG 2002, verändert)

$$STI_M = Bs_{ges} \cdot Bs \cdot \frac{\sum K_{DA}}{nK}$$

- STI_M = Standorttypindex-Makrophyten
 Bs_{ges} = Besiedlungsstruktur Eulitoral und Sublitoral (Bs_{ges} -Faktor)
 Bs = Besiedlungsstruktur Eulitoral (Bs-Faktor)
 K_{DA} -Wert = Quantität der ökologischen Kategorie an der Gesamtquantität
 nK = Anzahl der vorkommenden ökologischen Kategorien

Abb. A2: Formel zur Berechnung des STI-Makrophyten für das „ökologische Potenzial“ (LUNG 2002)

$$STI_M = Bs \cdot \frac{\sum K_{DA}}{nK}$$

- STI_M = Standorttypindex-Makrophyten
 Bs = Besiedlungsstruktur Eulitoral (Bs-Faktor)
 K_{DA} -Wert = Quantität der ökologischen Kategorie an der Gesamtquantität
 nK = Anzahl der vorkommenden ökologischen Kategorien

Tab. A7: Klassifizierungsskala für die Zuordnung des STI-Makrophyten und des EQR (Ecological Quality Ratio) zu den ökologischen Zustands- bzw. Potenzialklassen

Zustandsklassen	sehr gut	gut	mäßig	unbefriedigend	schlecht
STI-Makrophyten	> 10,0	≤ 10,0 > 7,5	≤ 7,5 > 5,0	≤ 5,0 > 3,0	≤ 3,0
EQR	> 0,833	≤ 0,833 > 0,625	≤ 0,625 > 0,417	≤ 0,417 > 0,25	≤ 0,25
Potenzialklassen	gut und besser		mäßig	unbefriedigend	schlecht
STI-Makrophyten	> 7,5		≤ 7,5 > 5,0	≤ 5,0 > 3,0	≤ 3,0
EQR	> 0,625		≤ 0,625 > 0,417	≤ 0,417 > 0,25	≤ 0,25

Tab. A8: Stammdaten der Probestellen „Variabilität 2009“ im Bearbeitungsgebiet Tideelbe (s. a. Kartierprotokolle TEL-MP-04, 05, 08, 11, 12 + 15)

Gewässertyp gem. EG-WRRL		Typ 22.3 / Strom der Marschen	
Oberflächenwasserkörper		Elbe (West)	
Probestellen-Nr.		TEL-MP-04	TEL-MP-05
Bezeichnung		Mühlenberger Loch	Neßsand (Ost)
Datum der Kartierung		08.08.2009	23.08.2009
Salinität		limnisch bis oligohalin	limnisch bis oligohalin
Stromkilometer		633,6	636,0
Gewässerbreite [km]		2,60	2,10
Exposition der Probestelle		NNO	N
Geogr. Koord. (obere Veg.-grenze)	RW	3553292	3551481 / Nordufer
	HW	5933694	5936123 / Nordufer
Geogr. Koord. (untere Veg.-grenze)	RW		3551481 / Südufer
	HW		5936017 / Südufer
Ufermorphologie	naturnah / verbaut	naturnah	naturnah
	sonstige Strukturen / Besonderheiten	Fließschlick	Abbruchkante
Lage der Probestelle im Strom		fahrrinnenfern	fahrrinnennah
Uferneigung (flach <1:20, mittel 1:5 - 1:20, steil >1:5)		flach	flach
Substrat	Schlick [%]	100	20
	Ton / Lehm [%]	0	70
	Sand [%]	0	10
	Steine / Blöcke [%]	0	0
Ufervegetation		Auwaldähn.	keine
Ausdehnung Ufervegetation [m]		53,0	0,0
angrenzende Umlandnutzung		Deich / Intensivgrünland	Sukzession / NSG
Ausdehnung des Deichvorlandes [m]		78,0	kein Deich
Algenaspekt (<i>E nteromorpha</i> , Fadenalgen, <i>V aucheria</i> , <i>S onst.</i>)		F / V (selten)	E / F / V (verbreitet)

Gewässertyp gem. EG-WRRL		Übergangsgewässer T1			
Oberflächenwasserkörper		Elbe (Übergangsgewässer)			
Probestellen-Nr.		TEL-MP-08	TEL-MP-11	TEL-MP-12	TEL-MP-15
Bezeichnung		Asselersand	St. Margarethen	Neufelder Bucht	Westl. Dieksander Koog
Datum der Kartierung		08.08.2009	09.08.2009	09.08.2009	16.08.2009
Salinität		oligohalin	mesohalin	mesohalin	polyhalin
Stromkilometer		667,9	691,0	701,7	724,7
Gewässerbreite [km]		2,40	2,80	5,40	15,60
Exposition der Probestelle		NO	S	S	W
Geogr. Koord. (obere Veg.-grenze)	RW				
	HW				
Geogr. Koord. (untere Veg.-grenze)	RW	3528092	3514334	3502452	3491288
	HW	5954580	5973124	5974173	5982031
Ufermorphologie	naturnah / verbaut	naturnah	verbaut / Steinsschüttung	naturnah	naturnah
	sonstige Strukturen / Besonderheiten	keine	Abbruchkante	Holz-Lahnungen	Priele
Lage der Probestelle im Strom		fahrrinnenfern	fahrrinnennah / Prallufer	fahrrinnenfern	fahrrinnenfern
Uferneigung (flach <1:20, mittel 1:5 - 1:20, steil >1:5)		flach	mittel	flach	flach
Substrat	Schlick [%]	30	20	100	100
	Ton / Lehm [%]	0	20	0	0
	Sand [%]	70	40	0	0
	Steine / Blöcke [%]	0	20	0	0
Ufervegetation		Röhricht / Hochstauden	Röhricht	Röhricht	Salzwiesen
Ausdehnung Ufervegetation [m]		15,0	12,0	134,0	430,0
angrenzende Umlandnutzung		Intensivgrünland	Intensivgrünland	Deich / Intensivgrünland	Grünland / Salzwiesen
Ausdehnung des Deichvorlandes [m]		188,0	636,0	296,0	1.900,0
Algenaspekt (<i>E nteromorpha</i> , Fadenalgen, <i>V aucheria</i> , <i>S onst.</i>)		F / V (selten)	E / V (häufig)	V (häufig)	V / E / So (selten)