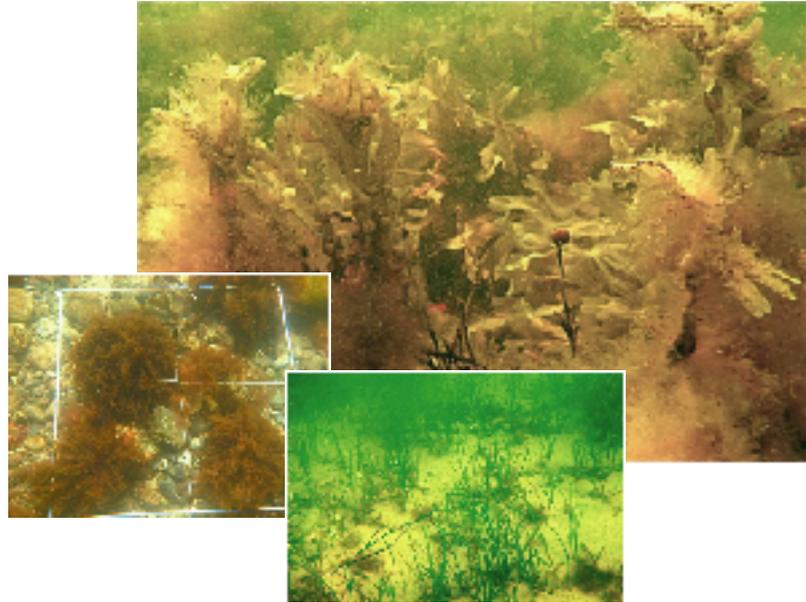


# Handlungsanweisung



Handlungsanweisung zum Monitoring  
in den äußeren Küstengewässern  
der Ostsee nach den Vorgaben  
der EU-Wasserrahmenrichtlinie

## **Qualitätskomponente Makrophyten**

BALCOSIS-Verfahren\*

Bearbeitungsstand: 31. März 2009

Auftraggeber:

Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt  
und ländliche Räume Schleswig-Holstein  
und

Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie  
Mecklenburg-Vorpommern

Bearbeitung:

MARILIM

Heinrich-Wöhlk-Straße 14, 24232 Schönkirchen  
Dipl.-Biol. K. Fürhaupter & Th. Meyer

\* basierend auf Schories et al. (2006) und Fürhaupter et al. (2007)



## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1 Veranlassung</b> .....	<b>3</b>
<b>2 Bewertungsverfahren (BALCOSIS)</b> .....	<b>4</b>
2.1 Geltungsbereich.....	4
2.2 Entwicklung und Grundlage des Modells.....	4
2.3 Bewertungsparameter und Klassengrenzen.....	7
2.3.1 Bewertungsfaktor ZOSTERA MARINA.....	7
2.3.2 Bewertungsfaktor FUCUS SPP. ....	8
2.3.3 Bewertungsfaktor HARTSUBSTRAT/PHYTAL.....	9
2.4 Bewertungsroutine.....	10
<b>3 Datenerhebung</b> .....	<b>13</b>
3.1 Praktische Durchführung.....	13
3.1.1 Videountersuchungen.....	13
3.1.2 Tauchuntersuchungen.....	16
3.1.3 Laboruntersuchungen.....	19
3.2 Geographische Durchführung.....	20
3.3 Zeitliche Durchführung.....	24
<b>4 Auswertung und Ergebnisdarstellung</b> .....	<b>25</b>
4.1 Videoauswertung.....	25
4.2 Auswertung der Bedeckungsgrade.....	26
4.3 Auswertung der Biomasse.....	27
4.4 Auswertung des Artenspektrums.....	27
4.5 Ergebnisdarstellung.....	28
<b>5 Literatur</b> .....	<b>30</b>
<b>6 Anhang</b> .....	<b>31</b>
6.1 Bewertungsmodell.....	31
6.2 Angaben für Wetter-, Seegangs- und Windverhältnisse.....	32
6.3 Sedimentangaben.....	33
6.4 Expositionsangaben.....	34
6.5 Makrophytenartenliste (Einstufung Opportunisten/Nichtopportunisten).....	35
6.6 Stationsprotokoll.....	36
6.7 Untersuchungsprotokoll.....	37
6.8 Biomasseprotokoll.....	38



## 1 Veranlassung

Im Dezember 2000 trat die EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) in Kraft. Die Richtlinie fordert das Erreichen eines „guten ökologischen Zustandes“ für das Grundwasser und alle Oberflächengewässer des europäischen Raumes bis zum Jahr 2015. Unter dem Begriff Oberflächengewässer werden Flüsse, Seen, Übergangsgewässer und Küstengewässer zusammengefasst. Entsprechend der Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie hat die Bewertung des ökologischen Zustandes über verschiedene Qualitätskomponenten zu erfolgen, die aus dem physikalisch-chemischen, dem hydrogeomorphologischen und dem biologischen Bereich stammen. Neben dem Phytoplankton und dem Makrozoobenthos bilden die Makrophyten eine der biologischen Qualitätskomponenten. Insgesamt gibt es fünf Kategorien, in die der ökologische Zustand eingeordnet werden muss (sehr guter, guter, mäßiger, unbefriedigender und schlechter Zustand). Der Wert für die Gesamtbewertung wird als sogenannter EQR (**E**cological **Q**uality **R**atio) angegeben, der die Abweichung zum historischen Referenzzustand angibt.

Hinsichtlich der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in den Mitgliedstaaten wurden Zeitpläne und Bearbeitungsschritte vorgegeben. So musste zuerst eine Gewässertypologie der verschiedenen Oberflächengewässer vorgenommen werden. Im Anschluss daran wurde für die verschiedenen Gewässertypen ein historischer Referenzzustand bezüglich der bewertungsrelevanten Parameter bestimmt und davon ausgehend Bewertungsmodelle zur Bestimmung des ökologischen Zustandes erarbeitet. Diese Bewertungsmodelle wurden in der Regel durch Praxistests auf ihre Anwendbarkeit hin geprüft und darauf aufbauend Monitoringkonzepte und Handlungsanweisungen zur Erfassung der ökologischen Zustände erarbeitet.

Die vorliegende Handlungsanweisung beschreibt die Bewertung und das Monitoring der Qualitätskomponente Makrophyten für die äußeren Küstengewässer der Ostsee nach dem BALCOSIS-Verfahren (**B**altic **AL**gae **CO**mmunity **an**aly**S**is **S**ystem). Unter dem Begriff Makrophyten werden in diesem Zusammenhang Makroalgen und Angiospermen zusammengefasst.

## 2 Bewertungsverfahren (BALCOSIS)

### 2.1 Geltungsbereich

Für die Küstengewässer der Ostsee wurde eine Typisierung vorgenommen (REIMERS 2005), die anhand von physiko-chemischen Faktoren (Salzgehalt, Austauschverhältnisse und Substrate) vier unterschiedliche Küstengewässertypen (B1-B4) definiert (Tabelle 1).

**Tabelle 1:** Übersicht über die charakteristischen Kenndaten der vier Küstengewässertypen der Ostsee.

B1	B2	B3	B4
oligohalines inneres Küstengewässer	mesohalines inneres Küstengewässer	mesohalines offenes Küstengewässer	meso-polyhalines offenes Küstengewässer, saisonal geschichtet
< 30 m	< 30 m	< 15 m	> 15 m
extrem geschützt	geschützt bis sehr geschützt	mäßig geschützt	mäßig geschützt
Sand, Schlack und Mischsedimente	Sand und Schlack	Sand, Mischsedimente und organische Sedimente	Schlack und Mischsedimente

Im allgemeinen Sprachgebrauch werden dabei die Gewässertypen B1 und B2 als „innere“ Küstengewässer und die Gewässertypen B3 und B4 als „äußere“ Küstengewässer bezeichnet. Für „innere“ und „äußere“ Küstengewässer gibt es unterschiedliche Bewertungssysteme. Die „inneren“ Küstengewässer werden nach dem ELBO-Verfahren bewertet (SCHUBERT ET AL. 2003). Die Handlungsanweisung zu diesem Verfahren ist nicht Bestandteil dieses Dokuments und ist separat verfügbar (SELIG ET AL. 2007). Die „äußeren“ Küstengewässer (also Küstengewässertyp B3 und B4) werden nach dem BALCOSIS-Verfahren bewertet (SCHORIES ET AL. 2006, FÜRHAUPTER ET AL. 2007), dessen Grundlage sowie die praktische Durchführung der Datenerhebung und der sich anschließenden Bewertung im Folgenden beschrieben werden.

### 2.2 Entwicklung und Grundlage des Modells

Die Wasserrahmenrichtlinie benennt verschiedene ökologische Begriffe wie Artenvielfalt, Abundanz und das Vorhandensein bzw. Fehlen sensitiver und toleranter Arten, mit denen die Bewertung der biologischen Qualitätskomponenten durchgeführt werden soll. Für die Küstengewässer der Ostsee, in denen vergleichsweise starke natürliche Schwankungen von Umweltfaktoren vorliegen, ist gerade die Verwendung von Begrif-

fen wie Sensitivität bzw. Toleranz schwierig, da unter diesen Bedingungen vorwiegend tolerante Arten mit eher geringen Ansprüchen an die Umwelt vorkommen. Durch den natürlichen Salzgehaltsgradienten entlang des Geltungsbereiches von ca. 18–22 psu in westlichen Teil auf ca. 7–9 psu im östlichen Teil verringert sich außerdem die Artenvielfalt stetig, was die Nutzung dieses Faktors als Bewertungsgrundlage ebenfalls erschwert.

Veränderungen von Makrophytenbeständen durch anthropogene Beeinflussung sind seit Jahrzehnten auch für die Ostsee wissenschaftlich gut dokumentiert (SCHRAMM ET AL. 1996). Die Eutrophierung und die mit ihr verbundene Verschlechterung des Lichtklimas wird dabei als Hauptfaktor für die strukturellen Veränderungen der Makrophytenbestände angeführt. Als Auswirkungen der Eutrophierung werden Verringerung der Tiefengrenzen, Überwachsen mehrjähriger Makrophyten durch opportunistische Arten und das Verschwinden mehrjähriger Arten benannt. Bereits vor In-Kraft-Treten der Wasserrahmenlinie wurde versucht durch Monitoring-Programme (z. B. nach HELCOM) die Auswirkungen der anthropogenen Beeinflussung zu erfassen, jedoch fanden diese Untersuchungen häufig nicht im küstennahen, für die WRRL relevanten Bereich statt bzw. die Veränderungen wurden nicht systematisch erfasst und bewertet.

Im Rahmen eines Forschungsvorhabens wurde versucht ein Bewertungsschema für den ökologischen Zustand bezüglich der oben angeführten Veränderungen der Makrophytenbestände zu entwickeln. So entstanden verschiedene Klassifizierungsansätze für die äußeren Küstengewässer (SCHORIES ET AL. 2006), die unterschiedliche Bewertungsfaktoren enthalten. Innerhalb dieser Bewertungsfaktoren wird der ökologische Zustand anhand von Basis- und Begleitparametern ermittelt.

Diese Klassifizierungsansätze wurden durch einen Praxistest auf ihre Anwendbarkeit hin überprüft (FÜRHAUPTER ET AL. 2006). Nach weiteren Datenerhebungen wurden Bewertungsparameter verändert, Klassengrenzen spezifiziert und eine neue Bewertungsroutine eingeführt (FÜRHAUPTER ET AL. 2007). Die Bewertung der Makrophyten erfolgt nun anhand folgender Grundprinzipien:

### Bewertungsfaktoren

Das Modell enthält insgesamt drei Bewertungsfaktoren (*Zostera marina*, *Fucus* spp. und Hartsubstrat/Phytal), die alle wesentlichen mehrjährigen Vegetationsformen der Ostsee umfassen. Der Bewertungsfaktor *Zostera marina* repräsentiert die charakteristische Phytalform des Weichbodens, während die übrigen Bewertungsfaktoren die typischen Phytalformen des Hartbodens repräsentieren, sowohl im Flachwasser (*Fucus* spp.) als auch den mittleren Tiefenbereichen (Hartsubstrat/Phytal = Rotalgenphytal).

### Bewertungsparameter

Innerhalb der drei Bewertungsfaktoren steht eine unterschiedliche Zahl an Bewertungsparametern zur Verfügung:

- *Zostera marina*: 2 Parameter (TIEFENGRENZE, Biomasse OPPORTUNISTEN)
- *Fucus* spp.: 2 Parameter (TIEFENGRENZE, DOMINANZ)
- Hartsubstrat/Phytal: 3 Parameter (Biomasse OPPORTUNISTEN, ARTENREDUKTION, Biomasse FURCELLARIA)

Anhand dieser sieben Bewertungsparameter wird der ökologische Zustand bestimmt, wobei jeder Parameter über ein eigenständiges fünfstufiges Bewertungsschema mit eigenen Klassengrenzen verfügt.

### Basis- und Begleitparameter

Unter den Bewertungsparametern wird zwischen Basis- und Begleitparametern unterschieden, die unterschiedliche Wertigkeiten bzw. Gewichtungen bei der Ermittlung des ökologischen Zustandes haben. Als Basisparameter werden die Parameter angesehen, die wissenschaftlich am besten untersucht sind bzw. von denen ausreichend gesicherte historische Angaben zur Verfügung stehen. Dies trifft beim BALCOSIS-Verfahren auf die Veränderung der Tiefengrenzen von *Zostera marina* und *Fucus* spp. (2 Basisparameter) zu. Als Begleitparameter werden dagegen Artenreduktion oder Verschiebungen im Dominanz- bzw. Biomasseverhältnis innerhalb der verschiedenen Makrophytenbestände betrachtet (5 Begleitparameter), da diesbezüglich exakte historische Angaben weitgehend fehlen.

### Gesamtbewertung

Jeder der 7 Bewertungsparameter wird separat bewertet und geht in die Gesamtbewertung ein. Die Basisparameter werden höher gewichtet, so dass ihr Bewertungsergebnis einen stärkeren Einfluss auf das Gesamtergebnis erhält als das der Begleitparameter. Durch Normierung der Einzelergebnisse auf das Intervall von 0–1 sind die einzelnen Bewertungsparameter untereinander vergleichbar. Der Gesamtwert ergibt sich aus dem Median der Einzelwerte. Der Wert der Gesamtbewertung kann als EQR verwendet werden.

### B4-Wasserkörper

Die Bewertungsfaktoren *Zostera marina* und *Fucus* spp. kommen historisch in Wassertiefen > 15 m gar nicht oder nur in geringer Häufigkeit vor, so dass nur der Bewertungsfaktor Hartsubstrat/Phytal für eine Bewertung der B4-Wasserkörper übrig bleibt. Da aber Hartsubstrat, und damit die auf ihnen siedelnden Rotalgenbestände, in Wassertiefen > 15 m grundsätzlich selten sind, ist eine Bewertung der B4-Wasserkörper anhand von Makrophyten für einige Wasserkörper gar nicht bzw. nur eingeschränkt

möglich. Aus diesen Gründen werden die Bewertungen der B4-Wasserkörper innerhalb der ersten Bewirtschaftungsphase der WRRL aus benachbarten B3-Wasserkörpern übertragen. Eine Erhebung von Bewertungsdaten ist zumindest im Rahmen des normalen WRRL-Monitorings vorerst nicht vorgesehen.

## 2.3 Bewertungsparameter und Klassengrenzen

Da die Erarbeitung der Bewertungsgrundlagen und Klassengrenzen ausführlich in den oben aufgeführten Arbeiten geschildert und der wissenschaftliche Hintergrund für die Bewertung nicht entscheidend ist, wird an dieser Stelle auf eine Wiederholung verzichtet und nur auf die bewertungsrelevanten Fakten eingegangen. Eine zusammenfassende Übersicht aller Bewertungsparameter und ihrer Klassengrenzen ist im Anhang aufgelistet.

### 2.3.1 Bewertungsfaktor *ZOSTERA MARINA*

#### Basisparameter TIEFENGRENZE

Bewertet wird die Tiefengrenze des dichten Seegrasbestandes. Als dichter Bestand wird eine Bedeckung mit *Zostera marina* von  $\geq 10\%$  definiert. Die Tiefengrenze des dichten Seegrasbestandes ist mit UW-Videotechnik genau zu erfassen.

#### Begleitparameter OPPORTUNISTEN

Bewertet wird der Anteil der Opportunisten (in Prozent) an der Gesamtbiomasse. Im Anhang (Kapitel 6.5) ist eine Tabelle aufgeführt, in der die Makrophytenarten hinsichtlich ihrer opportunistischen bzw. nicht opportunistischen Lebensweise eingestuft werden. Die Erfassung des Begleitparameters ist im dichtesten Seegrasbestand der jeweiligen Station durchzuführen. Die Seegrasbedeckung sollte nach Möglichkeit bei  $\geq 50\%$  liegen. Die Erfassung erfolgt durch tauchergestützte Beprobung einzelner Probenrahmen und die Bestimmung der Biomasse (als Trockengewicht) im Labor.

**Tabelle 2:** Darstellung der Klassengrenzen der Bewertungsparameter des Faktors *ZOSTERA MARINA*.

ökologischer Zustand	Tiefengrenze <i>Zostera marina</i>	Biomasseanteil der Opportunisten im dichten Seegrasbestand
	Basisparameter	Begleitparameter
sehr gut	Referenzwert: 9,4 m $\geq 8,5$ m	Referenzwert: 0,5 % $\leq 1$ %
gut	[7,0 - 8,5) m	(1 - 10) %
mäßig	[4,5 - 7,0) m	(10 - 30) %
unbefriedigend	[0,5 - 4,5) m	(30 - 75) %
schlecht	$< 0,5$ m	$> 75$ %

### 2.3.2 Bewertungsfaktor *FUCUS SPP.*

Unter der Bezeichnung *FUCUS SPP.* werden die Arten *Fucus vesiculosus* und *Fucus serratus* zusammengefasst.

#### Basisparameter TIEFENGRENZE

Bewertet wird die Tiefengrenze des dichten Bestandes. Als dichter Bestand ist eine Bedeckung mit *Fucus spp.* von  $\geq 10\%$  definiert. Allerdings beziehen sich diese 10 % auf das zur Verfügung stehende Siedlungssubstrat (Hartboden = Blöcke, Steine, Mergel), das somit im Videobild ebenfalls mit zu erfassen ist. Die Tiefengrenze des dichten *Fucus*-Bestandes ist mit UW-Videotechnik zu erfassen.

#### Begleitparameter DOMINANZ

Bewertet wird das Dominanzverhältnis von *Fucus spp.* (*Fucus serratus* und *Fucus vesiculosus*) zur übrigen Vegetation. Als Maß für die Dominanz wird der Bedeckungsgrad von *Fucus spp.* (in Prozent) benutzt. Der Wert der Bedeckung bezieht sich wiederum auf das zur Verfügung stehende Siedlungssubstrat (Hartboden = Blöcke, Steine, Mergel), das ebenfalls mit aufzunehmen ist.

Die Erfassung des Begleitparameters ist im 0–2 m Tiefenbereich durchzuführen, sofern dort das Hartsubstratangebot  $\geq 25\%$  beträgt, und erfolgt durch tauchergestützte Beprobung einzelner Probenrahmen.

**Achtung:** In der westlichen Ostsee kommt auch die Art *Fucus evanescens* vor. Da es sich dabei jedoch um eine Neophyte handelt, wird ihr Vorkommen zwar vermerkt, aber nicht für den Bewertungsparameter Dominanz von *Fucus spp.* herangezogen.

**Tabelle 3:** Darstellung der Klassengrenzen der Bewertungsparameter des Faktors *FUCUS SPP.*

ökologischer Zustand	Tiefengrenzen <i>Fucus spp.</i>	Bedeckungsgrad von <i>Fucus spp.</i> im 0-2 m Tiefenbereich
	Basisparameter	Begleitparameter
sehr gut	Referenzwert: 9,4 m $\geq 8,5$ m	Referenzwert: 80 % $\geq 75$ %
gut	[7,0 - 8,5) m	[50 - 75) %
mäßig	[4,5 - 7,0) m	[10 - 50) %
unbefriedigend	[0,5 - 4,5) m	< 10 %
schlecht	< 0,5 m	fehlt

**Anmerkungen:**

*Fucus spp.* = *F. serratus* + *F. vesiculosus* (nicht Neophyt *F. evanescens*)

Bedeckungsgrade sind bezogen auf besiedelbare Fläche (Hartsubstrat)

### 2.3.3 Bewertungsfaktor HARTSUBSTRAT/PHYTAL

Für diesen Bewertungsfaktor ist kein Basisparameter vorhanden.

#### Begleitparameter OPPORTUNISTEN

Bewertet wird der Anteil der Opportunisten (in Prozent) an der Gesamtbiomasse. Für die entsprechende Einstufung der Makrophytenarten ist wiederum die Tabelle im Anhang (Kapitel 6.5) zu berücksichtigen.

Die Erfassung des Begleitparameters ist im 5–7 m Tiefenbereich durchzuführen, sofern dort das Hartsubstratangebot  $\geq 25\%$  beträgt, und erfolgt durch tauchergestützte Beprobung einzelner Probenrahmen und die Bestimmung des Trockengewichtes im Labor.

#### Begleitparameter ARTENREDUKTION

Bewertet wird das Fehlen repräsentativer, für die Vegetationsstruktur bedeutsamer Arten bzw. Artengruppen des Hartsubstratphytals mittlerer Tiefenbereiche. Bei den genannten Arten handelt es sich durchweg um stetige Arten, so dass bereits geringe Änderungen detektiert werden können und ein belastbares Bewertungsergebnis entsteht.

Auf Grund der deutlichen Salzgehaltsunterschiede entlang der deutschen Ostseeküste muss westlich und östlich der Darßer Schwelle mit einer unterschiedlichen Grundartenlisten gearbeitet werden. Folgende Arten bzw. Artengruppen gelten als repräsentativ für das Hartsubstratphytal:

**Tabelle 4:** Liste der charakteristischen/repräsentativen Arten des Phytals im 5–7 m Tiefenbereiches.

	<b>B3b-Wasserkörper/westlich der Darßer Schwelle</b>	<b>B3a-Wasserkörper/östlich der Darßer Schwelle</b>
<b>Phaeophyceae</b>	<i>Chorda filum</i> / <i>Halosiphon tomentosus</i> <i>Fucus serratus</i> / <i>Fucus vesiculosus</i> <i>Laminaria digitata</i> / <i>Saccharina latissima</i>	<i>Chorda filum</i> / <i>Halosiphon tomentosus</i> <i>Fucus vesiculosus</i> <i>Saccharina latissima</i>
<b>Rhodophyceae</b>	<i>Ahnfeltia plicata</i> <i>Coccotylus truncatus</i> / <i>Phyllophora pseudoc.</i> <i>Cystoclonium purpureum</i> <i>Delesseria sanguinea</i> <i>Furcellaria lumbricalis</i> / <i>Polyides rotundus</i> <i>Phycodryis rubens</i> <i>Rhodomela confervoides</i>	<i>Ahnfeltia plicata</i> <i>Coccotylus truncatus</i> / <i>Phyllophora pseudoc.</i>  <i>Furcellaria lumbricalis</i>  <i>Rhodomela confervoides</i>
<b>Summe:</b>	<b>10 Arten/Artengruppen</b>	<b>7 Arten/Artengruppen</b>

Dabei ist zu beachten, dass Arten die durch einen Schrägstrich getrennt sind nicht separat gezählt werden, sondern als eine Einheit gelten. Fehlt also z. B. *Fucus serratus* an einer Station, *Fucus vesiculosus* ist jedoch vorhanden, so wird dies nicht als Reduktion bewertet. Anders ist es dagegen, wenn beide Arten fehlen.

Die Erfassung des Begleitparameters ist im 5–7 m Tiefenbereich durchzuführen, sofern dort das Hartsubstratangebot  $\geq 25\%$  beträgt, und erfolgt durch tauchergestützte Beprobung einzelner Probenrahmen und dem Abtauchen eines 20 m langen Transektes.

### Begleitparameter *FURCELLARIA*

Bewertet wird der Anteil der Rotalge *Furcellaria lumbricalis* (in Prozent) an der Gesamtbiomasse.

Die Erfassung des Begleitparameters ist im 5–7 m Tiefenbereich durchzuführen, sofern dort das Hartsubstratangebot  $\geq 25\%$  beträgt, und erfolgt durch tauchergestützte Beprobung einzelner Probenrahmen und die Bestimmung des Trockengewichtes im Labor.

**Tabelle 5:** Darstellung der Klassengrenzen der Bewertungsparameter des Faktors HARTSUBSTRAT/PHYTAL.

ökologischer Zustand	Biomasseanteil der Opportunisten im 5-7 m Tiefenbereich	B3b-Wasserkörper/westlich der Darßer Schwelle: Artenreduktion im Vergleich zur Gesamtliste (10 Arten)	B3a-Wasserkörper/östlich der Darßer Schwelle: Artenreduktion im Vergleich zur Gesamtliste (7 Arten)	Biomasseanteil von <i>Furcellaria lumbricalis</i> im 5-7 m Tiefenbereich
	Begleitparameter	Begleitparameter	Begleitparameter	Begleitparameter
<b>sehr gut</b>	Referenzwert: 0,5 % $\leq 1\%$	Referenzwert: 10 Arten vorh. 9 Arten vorhanden	Referenzwert: 7 Arten vorh.	Referenzwert: 40 % $\geq 30\%$
<b>gut</b>	(1 - 10] %	7 - 8 Arten vorhanden	5 - 6 Arten vorhanden	(20 - 30) %
<b>mäßig</b>	(10 - 30] %	4 - 6 Arten vorhanden	3 - 4 Arten vorhanden	(5 - 20) %
<b>unbefriedigend</b>	(30 - 75] %	2 - 3 Arten vorhanden	1 - 2 Arten vorhanden	< 5 %
<b>schlecht</b>	> 75 %	0 - 1 Art vorhanden	keine Art vorhanden	fehlt

## 2.4 Bewertungsroutine

Für die Bewertung stehen maximal sieben Einzelparameter zur Verfügung, von denen zwei Basisparameter und fünf Begleitparameter sind. Da diese Parameter unterschiedliche Messgrößen bewerten (Biomasseanteil, Artenzahl, Tiefengrenzen), die über unterschiedliche Klassengrenzen und Wertebereiche verfügen, werden sie in einem ersten Schritt auf ein Intervall von 0–1 normiert. Die Klassengrenzen für die Einzelparameter und die gemessenen Bewertungsergebnisse werden dabei auf feste, vordefinierte Intervalle transformiert, so dass folgende Bereiche entstehen:

Klasse	Wertebereiche b
<b>sehr gut</b>	$0,8 \leq b \leq 1,0$
<b>gut</b>	$0,6 \leq b < 0,8$
<b>mäßig</b>	$0,4 \leq b < 0,6$
<b>unbefriedigend</b>	$0,2 \leq b < 0,4$
<b>schlecht</b>	$0 \leq b < 0,2$

Zur Berechnung der normierten Werte wird folgende Gleichung verwendet:

$$P_{\text{neu}} = G_{\text{min}} + (P_{\text{alt}} - P_{\text{min}}) \times (G_{\text{max}} - G_{\text{min}}) / (P_{\text{max}} - P_{\text{min}})$$

$P_{\text{alt}}$  = gemessener Parameterwert

$P_{\text{neu}}$  = transformierter Parameterwert

$P_{\text{min}}$  = untere Grenze der Klasse des Parameters

$P_{\text{max}}$  = obere Grenze der Klasse des Parameters

$G_{\text{min}}$  = untere Grenze der transformierten Klasse

$G_{\text{max}}$  = obere Grenze der transformierten Klasse

Am Beispiel der *Zostera*-Tiefengrenze wird das Durchführen der Transformation beispielhaft dargestellt:

- Median der gemessenen *Zostera*-Tiefengrenzen/Wasserkörper: 4,6 m - mäßiger Zustand
- Klassengrenzen mäßiger Zustand: untere Grenze 4,5 m, entspricht 0,4 als normiertem Wert; obere Grenze 6,9 m, entspricht 0,6 als normiertem Wert

$$P_{\text{neu}} = 0,4 + (4,6 - 4,5) \times (0,6 - 0,4) / (6,9 - 4,5) = 0,41$$

Der transformierte Wert für den Bewertungsparameter beträgt somit 0,41. Da die transformierten Grenzen des mäßigen Bereiches von 0,4 bis 0,6 reichen, ist gut zu erkennen, dass der Wert dicht an der Grenze zum unbefriedigenden Bereich liegt.

Nach der Normierung liegen insgesamt sieben vergleichbare Werte der Bewertungsparameter vor, die im Wertebereich zwischen 0 und 1 liegen. Darunter befinden sich 2 Basis- und 5 Begleitparameter, die in der Gesamtbewertung eine unterschiedliche Gewichtung erhalten:

- Basisparameter: 2-fache Gewichtung
- Begleitparameter: 1-fache Gewichtung

**!!!! Die Gewichtung ist mit den Auftraggebern abzusprechen. Eine mögliche Änderung der Gewichtung hat keine Auswirkungen bzw. Änderungen der Datenerhebung zur Folge !!!!**

Die Gesamtbewertung ergibt sich durch Bildung des Medians aus den gewichteten Einzelwerten. Der Median gibt die zentrale Tendenz der Bewertungen wieder. Dieser Wert stellt gleichzeitig den EQR dar.

Abbildung 1 gibt ein Beispiel für die Bewertung eines Wasserkörpers wieder. Im oberen Abschnitt sind die gemessenen sowie die daraus transformierten Werte für jeden Bewertungsparameter angegeben. Die Farben repräsentieren die Einstufung der Parameter in die jeweilige ökologische Zustandsklasse. Im unteren Abschnitt sind die

transformierten Werte in aufsteigender Reihenfolge angeordnet. Durch die zweifache Gewichtung der Basisparameter (2 x 2) und einfache Gewichtung der Begleitparameter (5 x 1) enthält die Liste insgesamt 9 transformierte Werte. Der Median ist in diesem Fall der 5. Wert und bildet damit den Gesamtwert/EQR für den Wasserkörper. Sollten bestimmte Bewertungsparameter nicht erfasst worden sein (weil sie z. B. natürlicherweise nicht im Wasserkörper vorkommen), so ändert sich nichts an der Gewichtung der Basis- und Begleitparameter. Der Median ist dann aus einer entsprechend reduzierten Werteliste zu bilden.

#### Messwerte und normierte Werte

Bewertungsfaktoren	<i>Zostera marina</i>	<i>Fucus spp.</i>	Hartsubstrat/Phytal
Basisparameter	Tiefengrenze 4,0 m / 0,38 unbefriedigend	Tiefengrenze 3,6 m / 0,36 unbefriedigend	-
Begleitparameter	Biomasse Opport. 0 % / 1,00 sehr gut	Dominanz 86 % / 0,89 sehr gut	Biomasse Opport. 2 % / 0,79 gut
			Artenreduktion 40 % / 0,54 mäßig
			Biomasse <i>Furcellaria</i> 0 % / 0,00 schlecht

#### Gesamtbewertung

1	0,00 - <i>Furcellaria</i>
2	0,36 - <i>Fucus</i> -Tiefe
3	0,36 - <i>Fucus</i> -Tiefe
4	0,38 - <i>Zostera</i> -Tiefe
5 Median	0,38 - <i>Zostera</i> -Tiefe
6	0,54 - Artenreduktion
7	0,79 - Phytal/Opport.
8	0,89 - <i>Fucus</i> -Dominanz
9	1,00 - Seegras/Opport.
EQR	0,38 - unbefriedigend

Abbildung 1: Beispiel für die Bewertung eines Wasserkörpers.

### 3 Datenerhebung

Parallel zu den Handlungsanweisungen für das WRRL-Monitoring werden gerade Standardverfahren zur Untersuchung von Makrophytenbeständen, sogenannte SOPs (**S**tandard **O**perational **P**rocedures), angefertigt. Bisher ist eine für diese Untersuchung relevante SOP bearbeitet worden, P-SOP-BLMP-MPB\_RB-SUB\_v01.doc: Rahmenbeprobung im Sublitoral. Da die weiteren relevanten SOPs erst im Laufe dieses Jahres fertig gestellt werden, sind die Verfahren, die in diesen SOPs behandelt werden (Video- und Tauchkartierung) momentan noch umfassend in dieser Handlungsanweisung aufgeführt. In einer späteren Version der Handlungsanweisung kann für die grundlegenden Verfahren auf die SOP(s) verwiesen und nur noch die untersuchungsspezifischen Vorgänge aufgeführt werden.

#### 3.1 Praktische Durchführung

In den folgenden Abschnitten werden die Verfahren beschrieben, die für die Erhebung der Bewertungsparameter nötig sind. Sie enthalten sowohl Feldarbeiten, die aus Video- und Tauchuntersuchungen bestehen, als auch Laborarbeiten, die Biomasse- und Artbestimmung beinhalten.

Beim BALCOSIS-Verfahren sind sowohl Weichboden- als auch Hartbodenphytalbestände bewertungsrelevant. Es ist zu beachten, dass diese Makrophytenbestände selten an einer Station in ausreichendem Maße vorkommen, so dass in der Praxis zwischen Weichboden- und Hartbodenstationen unterschieden werden muss. Dies hat zur Folge, dass allgemeine Stationsparameter für jede Station zu erheben sind.

Aus praktischen Gründen empfiehlt es sich die Videountersuchungen den Tauchuntersuchungen voranzustellen, da somit eine erste Orientierung an der Untersuchungsstation erfolgen kann und die geeigneten Positionen der Tauchuntersuchungen so leichter zu identifizieren sind.

##### 3.1.1 Videountersuchungen

Die Videountersuchungen dienen der Erfassung der Tiefengrenzen von *Zostera marina* und *Fucus* spp. Die benötigten Geräte und die Vorgehensweise im Freiland sind aufgeführt.

##### Geräte und Zubehör

- Motorboot mit geringem Tiefgang (< 1 m)
- GPS
- Echolot (Genauigkeit: 1 dm)
- Secchi-Scheibe (nach EU Norm 27027 3/94)

- digitale oder analoge Farbvideokamera
- Schleppgestell
- dehnungsarme, reißfeste Kabelverbindung zwischen Kamera und Schiffseinheit
- mindestens 2 parallele ausgerichtete Laserpointer oder Vorlaufgewicht (als Abstandskontrolle zum Boden)
- digitales Aufzeichnungsgerät (DV-Format: PAL-Standard, 720 x 576 Pixel)
- Software für Positions- und Tiefeneinblendung
- Genlock mit Overlayfunktion
- Computer für Positions- und Tiefeneinblendung bzw. -aufzeichnung
- Videoprotokoll

### Methode

Vor Beginn der eigentlichen Videountersuchungen sind bestimmte allgemeine Kenndaten (Begleitparameter) von jeder Station aufzunehmen, die sowohl die örtlichen Gegebenheiten als auch die Probenahmeverhältnisse beschreiben. Folgende Daten sind in ein Stationsprotokoll (siehe Anhang Seite 36) aufzunehmen:

- Name der Station, Kurzbezeichnung
- Name des Wasserkörpers
- Name des/r Probennehmer/s
- Koordinaten der Station (Startpunkt 1. Videotransekt) und Angabe der GPS-Spezifikation (Projektion, Bezugsellipsoid und/oder geodätisches Datum, Notation)
- Datum, Uhrzeit (UTC)
- Wind-, Wetter- und Seegangsverhältnisse (Einteilung siehe Anlage Seite 32)
- Secchi-Tiefe (Angabe in Meter, Genauigkeit: 1 dm)
- Expositionsgrad (Einteilung siehe Anlage Seite 34)
- Besonderheiten (anthropogene Beeinflussung, etc.)

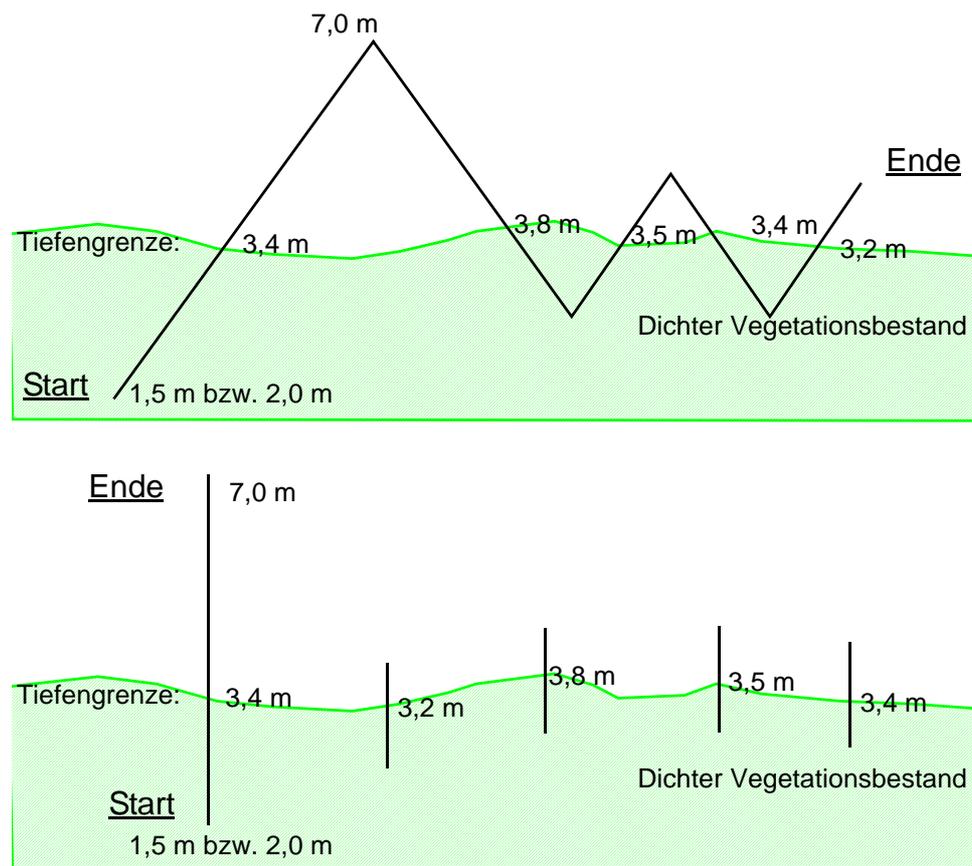
Für die Erfassung der Tiefengrenze sind pro Station insgesamt 5 Videotransekte über die Verbreitungsgrenze hinweg abzufahren. Das erste Videotransekt muss dabei nach Möglichkeit bei

- 1,5 m Wassertiefe für *Fucus* spp. bzw.
- 2,0 m Wassertiefe für *Zostera marina*

gestartet werden und ist für beide Bewertungsfaktoren - unabhängig von der Bewuchsstruktur und -dichte der Vegetation - bis in 7,0 m Wassertiefe abzufahren. Dies gewährleistet, dass auch bei fleckig vorkommenden Beständen der Bereich bis zum guten ökologischen Zustand (Klassengrenze 7,0 m) durch ein Videotransekt vollständig abgedeckt wird.

Für die übrigen vier Videotransekte ist es ausreichend jeweils die Tiefengrenze des dichten Bestandes zu erfassen und mindestens jeweils ca. 100 m beiderseits der Dich-

tegrenze abzufahren. Die Videotransekte können entweder als durchgehender Zick-Zack-Kurs entlang der dichten Vegetationsgrenze oder als separate, senkrecht zur Küstenlinie verlaufende Transekte abgefahren werden (Abbildung 2). Insgesamt muss ein Küstenstreifen von insgesamt mindestens 150 m durch die fünf Videotransekte abgedeckt werden.



**Abbildung 2:** Darstellung des möglichen Verlaufs der fünf Videotransekte.

Als dichter Bestand wird eine Vegetationsbedeckung von mindestens 10 % definiert. Im Falle von *Fucus* spp. ist zu beachten, dass diese 10 %-Bedeckung auf die zur Verfügung stehende Hartsubstratfläche bezogen wird, die in diesem Fall mit zu erfassen ist (siehe Auswertung 4.1).

In der Praxis kann es vorkommen, dass innerhalb der mit dem Video abgedeckten 150 m Küstenabschnitt nicht für alle Transekte ein dichter Bestand zu erfassen ist (Bedeckung liegt unter 10 %). Ist dies bei mehr als zwei Transekten der Fall, muss die Videountersuchung an einer anderen, besser geeigneten Stelle erneut durchgeführt werden.

### 3.1.2 Tauchuntersuchungen

Die Tauchuntersuchungen dienen der Erfassung von Artenspektrum, Dominanzverhältnis und der Erhebung von Biomasseproben und werden in den verschiedenen Tiefenbereichen auf identische Art und Weise durchgeführt. Die laut Modell zu untersuchenden Tiefenbereiche sind:

- dichter Seegrasbestand (nach Möglichkeit  $\geq 50$  % Bedeckung) - Weichboden
- 0–2 m Tiefenbereich - Hartboden ( $\geq 25$  % Hartsubstratanteil)
- 5–7 m Tiefenbereich - Hartboden ( $\geq 25$  % Hartsubstratanteil)

Da es sich um Untersuchungen von Weichboden- und Hartbodenphytalen handelt, können die Tiefenbereiche in der Regel nicht an ein und derselben Station untersucht werden. Die angegebenen Tiefenbereiche können je nach Station und Meeresbodenneigung teilweise mehrere hundert Meter breite küstenparallele Streifen umfassen. Deshalb wird nicht der komplette Tiefenbereich untersucht, sondern lediglich eine geeignete Position innerhalb des Tiefenbereiches. Geeignet bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die Position über ausreichend dichte Seegras- bzw. Hartsubstratvorkommen verfügen muss. Es ist nicht zwingend erforderlich in jedem Untersuchungsjahr die gleiche Position aufzusuchen. Anhand der Videountersuchungen können geeignete Positionen innerhalb der jeweiligen Tiefenbereiche identifiziert werden. Die benötigten Geräte und die Vorgehensweise im Freiland sind im folgenden dargestellt.

#### Geräte und Zubehör

- Motorboot mit geringem Tiefgang ( $< 1$  m) - alternativ kann der 0–2 m Tiefenbereich auch von Land aus bearbeitet werden
- Echolot (Genauigkeit: 1 dm) und/oder digitaler Tiefenmesser
- Tauchausrüstung
- GPS
- Secchi-Scheibe (nach EU Norm 27027 3/94)
- Temperatur/Salzgehalts-Sonde
- Transektleine mit Metereinteilung
- Probenrahmen (Grundfläche  $1 \text{ m}^2$  für Weichboden,  $0,25 \text{ m}^2$  für Hartboden) unterteilt in mindestens 4 gleich große Untereinheiten
- Digitalfotokamera mit UW-Gehäuse
- mindestens 10 Sammelbeutel
- wasserfeste Protokollbögen
- Markierungen (für Kennzeichnung entnommener Proben und/oder Fotoaufnahmen)
- Messer oder Spachtel
- Aufbewahrungsgefäße (Weithalsflaschen und/oder Gefrierbeutel)

- Kühlbox mit Kühllakkus

### Methode

Vor dem Beginn der Tauchuntersuchungen sind bestimmte Kenndaten (Begleitparameter) von jeder Station aufzunehmen, die sowohl die örtlichen Gegebenheiten als auch die Probenahmeverhältnisse beschreiben sollen. Folgende Daten sind in ein Stationsprotokoll (siehe Anhang Seite 36) aufzunehmen:

- Name der Station, Kurzbezeichnung
- Name des Wasserkörper
- Name der/s Probennehmer/s
- Spezifizierung des Tiefenbereiches
- Koordinaten des Tiefenbereiches und Angabe der GPS-Spezifikation (Projektion, Bezugsellipsoid und/oder geodätisches Datum, Notation)
- Datum, Uhrzeit (UTC)
- Wind-, Wetter- und Seegangsverhältnisse (Einteilung siehe Seite 32)
- Secchi-Tiefe (Angabe in Meter, Genauigkeit: 1 dm)
- Oberflächen- und bodennahe Temperatur (Angabe in °C, Genauigkeit: 1 Nachkommastelle)
- Oberflächen- und bodenaher Salzgehalt (Angabe in psu, Genauigkeit: 1 Nachkommastelle)
- Expositionsgrad (Einteilung siehe Seite 34)
- Besonderheiten (anthropogene Beeinflussung, etc.)

Für die Tauchuntersuchungen wird im entsprechenden Tiefenbereich die Transektleine 20 m ausgelegt (Abbildung 3). Bei einem ersten Abtauchen der Transektleine wird der Tiefenbereich anhand der folgenden Angaben charakterisiert:

- Sedimentzusammensetzung (Anteil Steine, Kies, Sand, Ton/Silt, Mergel, Mudde)
- Miesmuschelbedeckung
- Gesamtbedeckung der Vegetation
- Bedeckung fädiger Pflanzen
- Bedeckung erkennbarer Pflanzentaxa (*Zostera marina*, *Fucus vesiculosus*, *Furcellaria lumbricalis*, etc.)

Alle Angaben erfolgen in Prozent und werden in das Stationsprotokoll eingetragen. Die Prozentwerte werden auf 5 % Genauigkeit angegeben. Einzelpflanzen, die weniger als 5 % Bedeckung einnehmen, wird standardmäßig die Angabe 0,5 % zugewiesen. Besonderheiten (z. B. Detritus) werden ebenfalls vermerkt. Die Sedimentansprache erfolgt nach der Einteilung, die im Anhang (Seite 33) aufgeführt ist. Zur Dokumentation sind mindestens zwei Übersichtsbilder pro Tiefenbereich anzufertigen.

Nach der ersten Einschätzung des Tiefenbereichs werden jeweils 5 Probenrahmen entlang der Transektlinie untersucht. Liegt die Gesamtbedeckung der Vegetation im Tiefenbereich bei 100 %, so werden die Rahmen zufällig entlang der Transektlinie verteilt. Ist dies nicht der Fall werden die Rahmen gezielt auf dicht bewachsene Bereiche gelegt. Die Rahmengröße beträgt bei der Beprobung des Weichbodenphytals (dichter Seegrasbestand) 1 m<sup>2</sup> und bei der Beprobung des Hartbodenphytals (0–2 m/5–7 m) 0,25 m<sup>2</sup>. Die Durchführung der Rahmenbeprobung entspricht den Angaben aus der SOP (P-SOP-BLMP-MPB\_RB-SUB\_v01.doc: Rahmenbeprobung im Sublitoral). Für die Weichbodenbeprobung (dichter Seegrasbestand) sind zusätzlich die

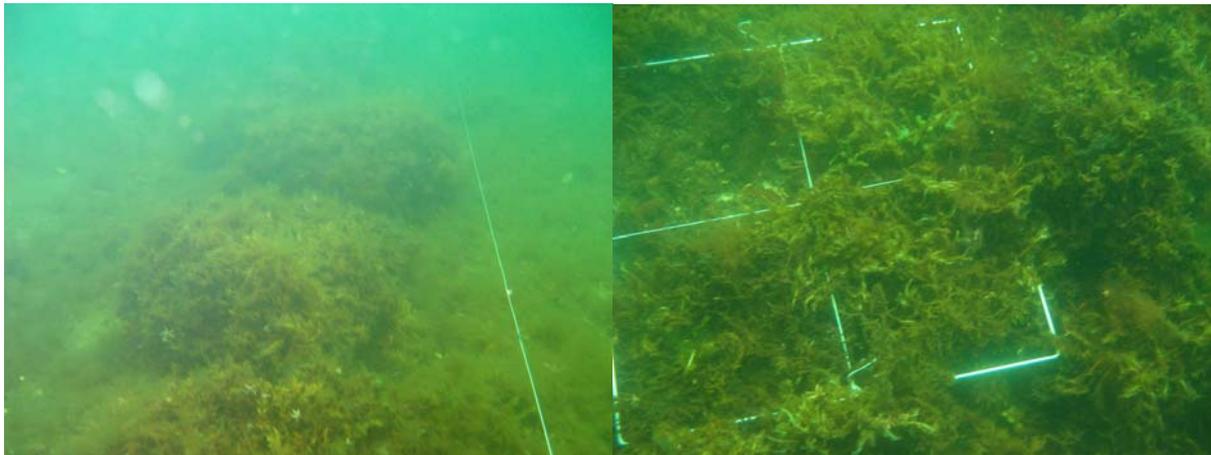
- Sprossdichte
- Anteil fertiler Seegraspflanzen
- Anteil samentragender Seegraspflanzen

anzugeben. Außerdem ist sowohl für die Weichboden- als auch Hartbodenrahmenbeprobung die Miesmuschelbedeckung zu erfassen. Alle Angaben sind in das Untersuchungsprotokoll (siehe Anhang Seite 37) einzutragen. Es sollte mindestens 1 Bild pro Probenrahmen angefertigt werden. Die Bilder müssen markiert werden, damit sie später den einzelnen Probenrahmen zugeordnet werden können.

Nachdem die Bedeckungsgrade für jeden Probenrahmen bestimmt wurden, wird aus jedem Rahmen eine Unterprobe ( $\frac{1}{4}$  des entsprechenden Probenrahmens) für die Biomasseanalyse entnommen. Für die Biomassebestimmung im Seegrasbestand (Weichboden) wird also eine Fläche von 0,25 m<sup>2</sup> abgeerntet und für die Biomassebestimmung auf Hartboden eine Fläche von 0,0625 m<sup>2</sup>. Ist nicht die gesamte Fläche des Probenrahmens mit Vegetation bewachsen ist die Unterprobe im dichtesten Bewuchs zu entnehmen. Die Durchführung der Biomassebeprobung entspricht den Angaben aus der SOP (P-SOP-BLMP-MPB\_RB-SUB\_v01.doc: Rahmenbeprobung im Sublitoral).

Da bei der Biomasseanalyse die Pflanzen zerstört werden, müssen als Beleg für das Artenspektrum zusätzlich Proben entnommen werden. Dazu werden entlang der Transektlinie Pflanzen der Arten entnommen, die vom Taucher unter Wasser bei der Tiefenbereichsbeschreibung oder der Bestimmung der Bedeckungsgrade in den Probenquadraten bestimmt wurden. Zusätzlich werden exemplarisch Proben von feinfädigen Formen erfasst, bei denen die Bestimmung unter Wasser nicht möglich ist. Die Proben werden an Bord aus den Sammelbeuteln in Weithalsflaschen übertragen und mit 4 %-igem Formalin oder 70 %-igem Ethanol fixiert. Die Aufbewahrungsgefäße sind außen entsprechend zu beschriften und mit einem analog beschrifteten Innenzettel zu

versehen.



**Abbildung 3:** Im jeweiligen Tiefenbereich ausgelegte Transektleine (links), Untersuchungsrahmen im Rotalgenphytall mit Unterteilung in vier Unterquadrate (rechts).

### 3.1.3 Laboruntersuchungen

Die Untersuchungen dienen der Bestimmung der Biomasseanteile bestimmter Vegetationskomponenten sowie der Verifizierung des Artenspektrums. Die Laboruntersuchungen sind nach den Angaben aus der SOP (P-SOP-BLMP-MPB\_RB-SUB\_v01.doc: Rahmenbeprobung im Sublitoral) durchzuführen. Die Biomasse ist als Trockengewicht zu bestimmen.



**Abbildung 4:** Nach Arten aufgetrennte Biomasseproben vor dem Trocknungsvorgang (links) und danach (rechts).

### 3.2 Geographische Durchführung

Die äußeren Küstengewässer der Ostsee wurden nach naturräumlichen Gegebenheiten in insgesamt 21 Wasserkörper eingeteilt. Diese Wasserkörper sind nach Küstengewässertyp kategorisiert: 16 Wasserkörper zählen zum Gewässertyp B3 und 5 Wasserkörper zum Gewässertyp B4. Aus den Abbildungen 5 und 6 ist die Lage und Bezeichnung der einzelnen Wasserkörper der äußeren Küstengewässer für Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein zu entnehmen. Grundsätzlich muss der ökologische Zustand der Makrophyten in jedem dieser Wasserkörper separat bestimmt werden. Bei der Durchführung der Praxistests zeigte sich jedoch, dass für einige Wasserkörper von diesem Grundprinzip abgewichen werden muss:

- In den B3-Wasserkörpern **Südliche Mecklenburger Bucht/Warnemünde bis Darß** und **Pommersche Bucht, Südteil** (beide Mecklenburg-Vorpommern) kommen nach bisherigem Kenntnisstand keine bzw. nur so geringe Makrophytenbestände vor, dass eine Bewertung dieser Qualitätskomponente im entsprechenden Wasserkörper nicht möglich ist.
- In allen **B4-Wasserkörpern** (betrifft nur Schleswig-Holstein) kommen nach bisherigem Kenntnisstand keine bzw. nur so geringe Makrophytenbestände vor, dass eine Bewertung dieser Qualitätskomponente im entsprechenden Wasserkörper nicht möglich ist.
- Der B2-Wasserkörper **Flensburger Innenförde** (Schleswig-Holstein) wird bis auf weiteres nach dem BALCOSIS-Verfahren und nicht nach dem ELBO-Verfahren bewertet.

Für jeden der verbliebenen Wasserkörper wurden Stationen festgelegt, an dem die Untersuchungen zum ökologischen Zustand durchgeführt werden sollen. Da im Bewertungsmodell sowohl Weichboden- als auch Hartbodenphytal enthalten ist, sind in der Regel mindestens zwei Stationen pro Wasserkörper aufgeführt, die zu untersuchen sind. Für sehr große Wasserkörper bzw. Wasserkörper, die eine starke geographische Variabilität der Bewertungsparameter zeigen, wurden Zusatzstationen festgelegt. Tabelle 6 gibt eine Übersicht, an welchen Stationen, welche Parameter zu erfassen sind. Die Lage der Stationen ist den Abbildungen 5 und 6 zu entnehmen.

**Tabelle 6:** Übersicht der vorgeschlagenen Monitoringstationen in Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern.

Bundesland	Gewässertyp	Wasserkörper	Station	Tiefengrenze Zostera	dichter Seegrassbestand	Tiefengrenze Fucus	0-2 m Tiefenbereich	5-7 m Tiefenbereich	Monitoring- empfehlung	Position
SH	B2/B3	Flensburger Innenförde	Schausende (SSE)	x	x	-	-	-	Dauerstation Weichboden	09°33,696'E; 54°51,404'N
			Winzigerhuk (WIN)	-	-	x	x	x	Dauerstation Hartboden	09°30,334'E; 54°49,844'N
		Geltinger Bucht	Gelting (GEL)	x	x	-	-	-	Dauerstation Weichboden	09°53,849'E; 54°47,023'N
			Nieby (NIE)	-	-	x	x	x	Dauerstation Hartboden	09°45,251'E; 54°48,198'N
		Außenschlei	Außenschlei (AUS)	x	x	x	x	x	Dauerstation Weich-/Hartboden	10°01,433'E; 54°41,887'N
			Eckernförder Bucht Rand	Karlsminde (KAR)	x	x	-	-	-	Dauerstation Weichboden
		Bülk	Booknis (BOO)	-	-	x	x	x	Dauerstation Hartboden	10°01,651'E; 54°33,037'N
			Falkenstein (FAL)	x	x	-	-	-	Dauerstation Weichboden	10°11,529'E; 54°24,399'N
		Bülk	Bülk (BUE)	-	-	x	x	x	Dauerstation Hartboden	10°11,958'E; 54°27,278'N
			Probstei	neue Station suchen	x	x	-	-	-	Dauerstation Weichboden
		B3	Behrendsdorf (BEH)	-	-	x	x	x	Dauerstation Hartboden	
			Putlos	neue Station suchen	-	-	x	x	x	Dauerstation Weichboden
		B3	Eitzgrund (EIT)	-	-	x	x	x	Dauerstation Hartboden	10°39,389'E; 54°20,743'N
			Burg (BUR)	x	x	-	-	-	Dauerstation Weichboden	11°16,290'E; 54°24,301'N
		Fehmarn Sund	Strukkamphuk (STR)	-	-	x	x	x	Zusatzstation Hartboden	11°00,293'E; 54°26,803'N
			Staberhuk (STH)	-	-	x	x	x	Dauerstation Hartboden	11°18,800'E; 54°24,342'N
	Fehmarn Belt	Wallnau (WAL)	x	x	x	x	x	Dauerstation Weichboden/ Zusatzstation Hartboden	11°00,350'E; 54°28,451'N	
		Katharinenhof (KAT)	-	-	x	x	x	Dauerstation Hartboden	11°17,704'E; 54°26,078'N	
	Grömitz	Grömitz (GRO)	x	x	x	x	x	Dauerstation Weich-/Hartboden	10°56,368'E; 54°07,691'N	
		Neustädter Bucht	Haffkrug (HAF)	x	x	-	-	-	Dauerstation Weichboden	10°45,841'E; 54°03,459'N
	B4	Brodtener Ufer (BRO)	-	-	x	x	x	Dauerstation Hartboden	10°52,037'E; 53°59,535'N	
		Flensburger Außenförde	keine Bewertung anhand von Makrophytenbeständen möglich							
MV		Eckernförder Bucht, Tiefe	keine Bewertung anhand von Makrophytenbeständen möglich							
			Kieler Außenförde	keine Bewertung anhand von Makrophytenbeständen möglich						
		Hohwächter Bucht	keine Bewertung anhand von Makrophytenbeständen möglich							
			Fehmarn Sund Ost	keine Bewertung anhand von Makrophytenbeständen möglich						
	B3	Südl. Mecklenburger Bucht/Travem. bis Warnem.	Klützhöved (KLU)	x	x	-	-	-	Dauerstation Weichboden	11°05,084'E; 54°00,862'N
			Meschendorf (MES)	-	-	x	x	x	Dauerstation Hartboden	11°37,668'E; 54°07,183'N
		Südl. Mecklenburger Bucht/Warnem. bis Darss	keine Bewertung anhand von Makrophytenbeständen möglich							
			Prerowbucht	Zingst (ZIN)	x	x	-	-	-	Dauerstation Weichboden
		Nord- und Ostrügensche Gewässer	Hiddensee (HID)	-	-	x	x	x	Dauerstation Hartboden	13°07,889'E; 54°36,359'N
			Glowe (GLO)	x	x	-	-	-	Dauerstation Weichboden	13°28,022'E; 54°34,339'N
	Pommernbucht, Nordteil	Dranske (DRA)	-	-	x	x	x	Zusatzstation Hartboden	13°13,477'E; 54°38,682'N	
		Binz (BIN)	-	-	x	x	x	Dauerstation Hartboden	13°40,030'E; 54°24,177'N	
	Pommernbucht, Südteil	Thiessow (THI)	x	x	-	-	-	Dauerstation Weichboden	13°43,569'E; 54°16,408'N	
		Göhren (GOE)	-	-	x	x	x	Dauerstation Hartboden	13°45,966'E; 54°20,028'N	
		keine Bewertung anhand von Makrophytenbeständen möglich								

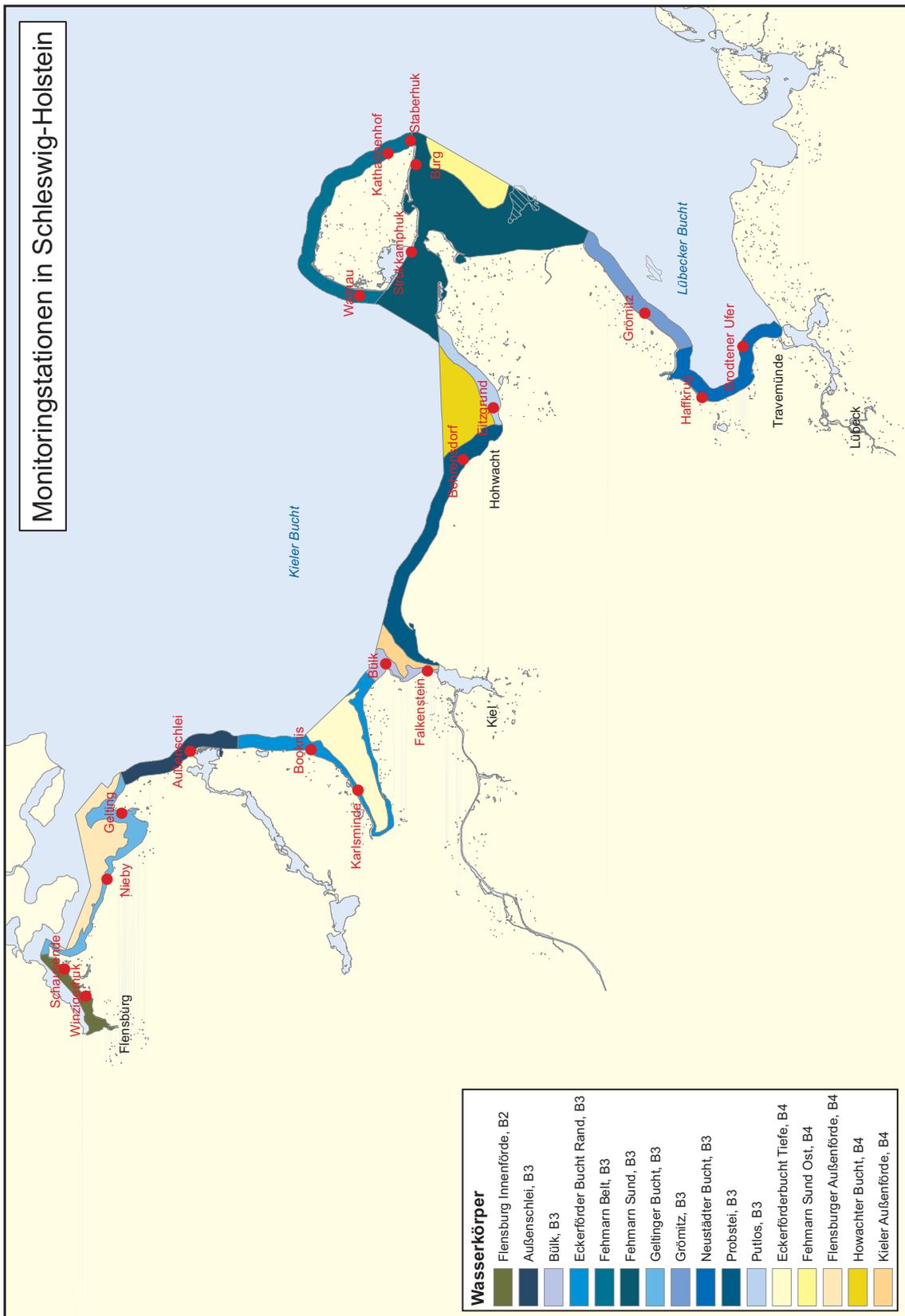


Abbildung 5: Lage der Wasserkörper und Monitoringstationen in Schleswig-Holstein.

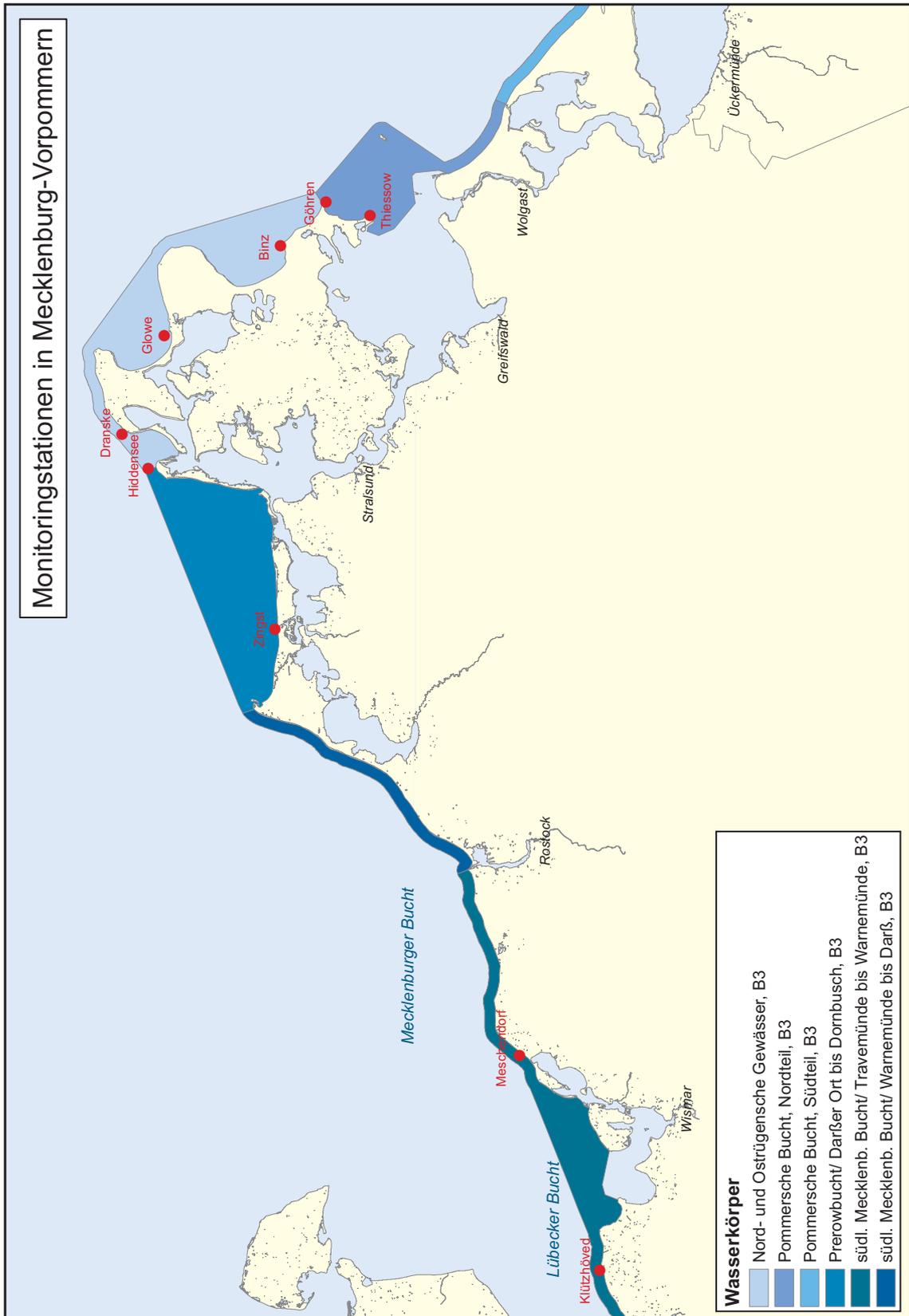


Abbildung 6: Lage der Wasserkörper und Monitoringstationen in Mecklenburg-Vorpommern.

Eine jährliche Beprobung jedes Wasserkörpers ist zwar dringend zu empfehlen, wird jedoch auf Grund des hohen Arbeitsaufwandes nicht immer zu verwirklichen sein. Im Minimum sollte jedoch eine Weichboden- und eine Hartbodenstation pro Wasserkörper mindestens zweimal innerhalb eines Bewirtschaftungszeitraumes untersucht und bewertet werden. Welche Stationen in den jährlichen Programmen zu bearbeiten sind, wird vom verantwortlichen Referenten der Landesämter festgelegt.

### 3.3 Zeitliche Durchführung

Grundsätzlich muss das WRRL-Monitoring der Makrophyten im Hauptvegetationszeitraum zwischen Anfang Juli und Ende August durchgeführt werden. Eine Ausdehnung dieses Zeitraumes um 14 Tage, also von Mitte Juni bis Mitte September, ist vertretbar. Untersuchungen jenseits dieses Zeitrahmens müssen mit den zuständigen Referenten der Landesämter abgesprochen werden.

Im praktischen Ablauf empfiehlt es sich zwar Video- und Tauchuntersuchungen zusammen durchzuführen, jedoch können zumindest die Videountersuchungen zur *Fucus*-Tiefengrenze auch außerhalb der Hauptvegetationsperiode durchgeführt werden, da es sich um die Erfassung mehrjähriger Arten ohne jahreszeitlichen Blattwurf handelt. Zudem sind die Sichtbedingungen für die Videountersuchungen in den Wintermonaten oft am günstigsten.

## 4 Auswertung und Ergebnisdarstellung

### 4.1 Videoauswertung

Anhand der im Videobild eingeblendeten bzw. geloggtten GPS- und Echolotdaten werden die Videobilder hinsichtlich der Bedeckung von *Zostera marina* und *Fucus* spp. sowie in letzterem Fall auch bezüglich der Bedeckung mit Hartsubstrat ausgewertet. Zur Abschätzung der Bestandsdichten werden die von BLACK (1979) entwickelten und von BREUER (1989) verfeinerten Dichtestufen verwendet (Tabelle 7).

**Tabelle 7:** Übersicht über die in der Videoauswertung verwendeten Dichtestufen.

Dichtestufen	Vegetationsdichte
0	nur vegetationsfreies Sediment
1	freie Sedimentfläche mit 1-2 Pflanzen oder Büscheln (< 10 %)
2	freie Sedimentfläche sehr viel größer als vegetationsbedeckte Fläche (< 25 %)
3	freie Sedimentfläche größer als vegetationsbedeckte Fläche (< 50 %)
4	vegetationsbedeckte Fläche ( $\geq 50$ %) größer als freie Sedimentfläche
5	vegetationsbedeckte Fläche ( $\geq 75$ %) sehr viel größer als freie Sedimentfläche
6	nur Vegetation (= 100 %)

Das Video wird abgespielt. Die Start- und Endpositionen der einzelnen Videotransekte (bei Zick-Zack-Kurs die Wendepunkte) und die Positionen, an denen sich der Bedeckungsgrad von *Zostera marina* bzw. *Fucus* spp. ändert, sind ebenso wie die entsprechenden Tiefendaten dieser Positionen tabellarisch festzuhalten (siehe Abbildung 7).

Für den Bewertungsfaktor *Zostera marina* können die am Videobild zugewiesenen Dichtestufen direkt zur Bestimmung der Tiefengrenze des dichten Bestandes verwendet werden. Als dichter Bestand werden nach der Definition alle Dichtestufen ab 2 ( $\geq 10$  % Bedeckung) betrachtet.

Bei fünf Transekten pro Station liegen abschließend bis zu fünf Werte für die untere Verbreitungsgrenze des dichten Bestandes vor. Durch Bildung des **Medians** aus den Einzelwerten wird der für die Bewertung der Tiefengrenze entscheidende Wert gebildet. Dieser Wert geht in die Bewertung ein und wird mittels der Gleichung aus Kapitel 2.4 transformiert.

Gelting Videotranssekt 3

Uhrzeit	Breite	Länge	Entfernung [m]	Entfernung [lfd. m]	Tiefe [m]	Zostera	Mytilus	Fucus	Laminaria	Rotalgen	Grünalgen	Driftalgen	Sand	Steine	Sonstiges
16:39:05	54°46,679'N	009°53,435'E	0	0	5,4	0	0	0	0	0	0	6	0	0	
16:40:09	54°46,660'N	009°53,416'E	49,9	49,9	5,1	1	0	0	0	2	2	4	2	0	
16:40:44	54°46,647'N	009°53,408'E	26,2	76,1	4,6	2	0	0	0	2	2	4	2	0	
16:41:11	54°46,637'N	009°53,404'E	19,7	95,8	4,5	3	0	0	0	2	2	4	2	0	
16:41:39	54°46,623'N	009°53,404'E	26,4	122,2	4,3	4	0	0	0	2	2	2	2	2	
16:41:59	54°46,612'N	009°53,404'E	21,1	143,3	4,1	5	0	0	0	1	2	3	2	1	
16:43:55	54°46,579'N	009°53,361'E	105,8	249,1	3,4	5	0	0	0	1	2	3	2	1	

**Abbildung 7:** Darstellung der tabellarischen Auswertung eines Videotranssektes. Gelb hervorgehoben ist die Grenze des dichten Bestandes von *Zostera marina*.

Seegrass/Station Gelting

Videotranssekte	1	2	3	4	5	Median
untere Verbreitungsgrenze dichter Bestand [m]	4,6	4,4	4,6	4,3	5,2	4,6

**Abbildung 8:** Beispiel für die Medianbildung der Tiefengrenze des dichten Bestandes von *Zostera marina*.

Für den Bewertungsfaktor *Fucus* spp. können die am Videobild zugewiesenen Dichtestufen NICHT direkt zur Bestimmung der Tiefengrenze des dichten Bestandes verwendet werden. Diese Bedeckung muss erst auf die zur Verfügung stehende Hartsubstratfläche umgerechnet werden. Da die Bedeckung durch Dichtestufen zugewiesen wird, werden Wertebereiche abgedeckt (z. B. 10–25 % oder 75–100 %). Die Umrechnung kann unter diesen Umständen nur unter Verwendung der Klassenmitten der Wertebereiche erfolgen.

**Beispiel:** Die *Fucus*-Bedeckung nimmt im Videobild den Bedeckungsgrad 3 (25–50 %) ein. Die Hartsubstratbedeckung erhält an gleicher Stelle den Wert 4 (50–75 %). Umgerechnet auf das zur Verfügung stehende Hartsubstrat besitzt *Fucus* somit eine Bedeckung von 60 %. Dies würde also als dichter Bestand gewertet.

Das weitere Vorgehen (Bewertung über Medianbildung) entspricht der Vorgehensweise, die für die Tiefengrenze von *Zostera marina* angegeben wurde.

## 4.2 Auswertung der Bedeckungsgrade

Anhand der Bedeckungsgrade der einzelnen Vegetationsparameter (bzw. Sprossdichte) wird der **Median** der Bedeckungsgrade aus den 5 Parallelen berechnet. Im Vergleich zur Videoauswertung handelt es sich bei diesen Bedeckungsgraden um echte Prozentwerte (auf 5 % genau, siehe Kapitel 3.1.2) und nicht um Schätzklassen!

Für den Bewertungsparameter *FUCUS* DOMINANZ (0–2 m Tiefenbereich) müssen

Bedeckungsgrade von *Fucus* spp. wieder auf die zur Verfügung stehende Hartsubstratfläche umgerechnet werden. Als Hartsubstrat (und für die Besiedlung von *Fucus* spp. geeignet) werden die Sedimentklassen Blöcke, Steine und Mergel angesehen. Die Bedeckungswerte von *F. vesiculosus* und *F. serratus* sind für jede Parallele zu addieren und auf das zur Verfügung stehende Hartsubstrat zu beziehen. Aus den so entstandenen substratabhängigen Bedeckungsgraden für *Fucus* spp. wird anschließend den Median der Bedeckung für *Fucus* spp. errechnet.

**Beispiel:** In Parallele A liegt die Bedeckung von *F. serratus* bei 30 %, die Bedeckung von *F. vesiculosus* bei 36 %. In der Summe gibt dies eine Bedeckung für *Fucus* spp. von 66 % für Parallele A. Die Hartsubstratbedeckung liegt an gleicher Stelle bei 88 %. Umgerechnet auf das zur Verfügung stehende Hartsubstrat besitzt *Fucus* spp. somit eine Bedeckung von 75 % in Parallele A. Diese Berechnung wird für jede Parallele durchgeführt und der Median dieser fünf Werte geht in die Bewertung ein und wird mittels der Gleichung aus Kapitel 2.4 transformiert.

#### 4.3 Auswertung der Biomasse

Nach der Biomassebestimmung liegen für die einzelnen Tiefenbereiche (dichter Seegrasbestand, 0–2 m/5–7 m Tiefenbereiche) Biomassewerte für einzelne Taxa aus jeweils 5 Parallelen vor. Diese Biomassewerte beziehen sich auf die beprobte Fläche (0,25 m<sup>2</sup> für Weichboden, 0,0625 m<sup>2</sup> für Hartboden). Sie müssen in einem ersten Schritt auf 1 m<sup>2</sup> hochgerechnet werden. Für jedes Taxon wird in einem zweiten Schritt der **Median** der Biomassewerte/m<sup>2</sup> berechnet. Die Angaben erfolgen in Gramm mit einer Nachkommastelle. Anhand dieser Medianwerte können dann die Biomasseverhältnisse der Opportunisten bzw. *Furcellaria lumbricalis* zur restlichen Vegetation in den entsprechenden Tiefenbereichen gebildet werden. Dieser Wert geht in die Bewertung ein und wird mittels der Gleichung aus Kapitel 2.4 transformiert.

#### 4.4 Auswertung des Artenspektrums

Daten für die Bildung des Artenspektrums pro Tiefenbereich stehen aus unterschiedlichen Quellen zur Verfügung. Zum einen werden die Angaben der Tauchuntersuchungen (Tiefenbereichsbeschreibung und/oder der Bedeckungsgrade der Probenrahmen) herangezogen, die sich in den Proben zur Artbestimmung widerspiegeln sollten. Zum anderen stehen die Angaben aus der Laborbearbeitung der Biomasse zur Verfügung.

Die Arten, die laut dem Bewertungsmodell zu den repräsentativen Arten des 5–7 m Tiefenbereiches gehören, werden für diesen Tiefenbereich gezählt und markiert. Die

Summe der repräsentativen Arten geht in die Bewertung ein und wird mittels der Gleichung aus Kapitel 2.4 transformiert.

#### **4.5 Ergebnisdarstellung**

Die Ergebnisse sollten separat für jeden Wasserkörper präsentiert werden. Aus der Darstellung sollte ersichtlich werden, welche Untersuchungen an welcher Station durchgeführt wurden, welche Ergebnisse sich für jeden einzelnen Bewertungsparameter ergaben (gemessene Werte und transformierte Werte) und wie sich aus dieser Wertematrix die Gesamtbewertung des Wasserkörpers ergibt. Besonderheiten, die sich bei Probenahme und/oder Auswertung ergaben, sollten aufgeführt werden. Es empfiehlt sich die Ergebnisse in Form von kurzen Steckbriefen der Wasserkörper darzustellen, die neben den eigentlichen Untersuchungsdaten auch allgemeine Kenndaten wie Sedimentcharakteristika oder Expositionsangaben enthalten.

<b>Wasserkörper</b>	<b>Eckernförder Bucht, Rand</b>	<b>Küstengewässertyp</b>	B3
<b>Codenummer</b>	9610 07 07	<b>Flussgebietseinheit</b>	Schlei-Trave
<b>Maximale Tiefe</b>	25,0 m	<b>Fläche</b>	49,0 km <sup>2</sup>
<b>Vorherrschende Sedimente</b>	überwiegend sind sandige Sedimente ausgeprägt, vor den Steilufern sind Geröllflächen (Blöcke, Steine, Kies) vorhanden, die bei Booknis und Waabs bis in größere Tiefen (ca. 16m) reichen		
<b>Exposition</b>	innerhalb der eigentlichen Eckernförder Bucht ist die Küste mäßig exponiert, an den Randbereichen (Booknis, Dänisch Nienhof) dagegen jedoch nach Osten exponiert		
<b>Anthropogene Beeinflussung</b>	Hafenanlage, Sportboothäfen, Campingplätze		

**Bearbeitung**

	<b>Stationsnamen</b>	<b>Videountersuchungen</b>	<b>Tauchuntersuchungen</b>
<b>Weichboden</b>	Karlsminde (KAR)	<i>Zostera marina</i> 5 Transekte	Seegrasbestand (3,8 m Tiefe) 5 Parallelen
<b>Hartboden</b>	Booknis (BOO)	<i>Fucus</i> spp. 5 Transekte	0-2m Tiefenbereich 5 Parallelen 5-7m Tiefenbereich 5 Parallelen

**Ergebnisse (Messwerte und normierte Werte)**

<b>Bewertungsfaktoren</b>	<i>Zostera marina</i>	<i>Fucus</i> spp.	<b>Hartsubstrat/Phytal</b>
<b>Basisparameter</b>	Tiefengrenze 4,8 m / 0,43 mäßig	Tiefengrenze 1,8 m / 0,27 unbefriedigend	-
<b>Begleitparameter</b>	Biomasse Opport. 26 % / 0,44 mäßig	Dominanz 31 % / 0,51 mäßig	Biomasse Opport. 18 % / 0,53 mäßig Artenreduktion 30 % / 0,60 gut Biomasse <i>Furcellaria</i> 1 % / 0,20 unbefriedigend

**Gesamtbewertung**

1	0,20 - <i>Furcellaria</i>
2	0,27 - <i>Fucus</i> -Tiefe
3	0,27 - <i>Fucus</i> -Tiefe
4	0,44 - Seegras/Opport.
5 Median	<b>0,43 - <i>Zostera</i>-Tiefe</b>
6	0,43 - <i>Zostera</i> -Tiefe
7	0,51 - <i>Fucus</i> -Dominanz
8	0,53 - Phytal/Opport.
9	0,60 - Artenreduktion
<b>EQR</b>	<b>0,43 - mäßig</b>

**Anmerkungen**

Die *Fucus*-Tiefengrenze konnte auf Grund der geringen Tiefe nur durch Tauchtransekte erfasst werden.

**Abbildung 9:** Beispielhafte Darstellung der Ergebnisse.

## 5 Literatur

- BLACK, H. (1978): Vegetationsdynamische Untersuchungen an epilithischen Algengemeinschaften im Sublitoral der westlichen Ostsee unter besonderer Berücksichtigung der produktionsbiologischen Bestandsabschätzungen. Rep. Sonderforschungsbereich 95: Wechselwirkungen Meer-Meeressboden 44: 1-44.
- BREUER, G. (1989): Vegetationsstruktur, Biomasse und Produktivität der sublitoralen Rotalgengemeinschaften der Restsedimentgebiete der Kieler Bucht. Christian-Albrechts-Univ. Kiel, Diss.: 247 pp.
- FÜRHAUPTER K., WILKEN H. & TH. MEYER (2008): WRRL-Monitoring in Schleswig-Holstein - Teil B Makrophyten, Äußeren Küstengewässer. MariLim, Abschlussbericht für das LLUR-SH, Flintbek. (unveröffent.)
- FÜRHAUPTER K., WILKEN H. & TH. MEYER (2007): Makrophytenmonitoring in den äußeren Küstengewässern Schleswig-Holsteins. MariLim, Abschlussbericht für das LANU-SH, Flintbek. (unveröffent.)
- FÜRHAUPTER K., WILKEN H. & TH. MEYER (2006): Makrophytenmonitoring in den inneren und äußeren Küstengewässern Schleswig-Holsteins. 2. Praxistest einer Monitoringstrategie für die EU-Wasserrahmenrichtlinie. MariLim, Abschlussbericht für das LANU-SH, Flintbek. (unveröffent.)
- REIMERS, H.-C. (2005): Typologie der Küstengewässer der Nord- und Ostsee. - In FELD, C., S. RÖDIGER, M. SOMMERHÄUSER & G. FRIEDRICH (Hrsg.): Typologie, Bewertung und Management von Oberflächengewässern. - E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung: 37-45.
- SCHORIES, D.; SELIG, U. & H. SCHUBERT (2006): Bericht zum Forschungsvorhaben „Testung des Klassifizierungsansatzes Mecklenburg-Vorpommern (innere Küstengewässer) unter den Bedingungen Schleswig-Holsteins und Ausdehnung des Ansatzes auf die Außenküste“. Küstengewässer-Klassifizierung deutsche Ostsee nach EU-WRRL. Teil A: Äußere Küstengewässer. (unveröffent.): 187 pp.
- SCHRAMM, W., LOTZE, H. & D. SCHORIES (1996): Eutrophication and macroalgal blooms in inshore waters of the German Baltic Coast: The Schlei Fjord, a case study. EUMAC Synthesis Report, Brussels: 18-73.
- SCHUBERT, H.; BLÜMEL, C.; EGGERT, A.; RIELING, T.; SCHUBERT, M. & U. SELIG (2003): Entwicklung von leitbildorientierten Bewertungsgrundlagen für innere Küstengewässer der deutschen Ostseeküste nach der EU-WRRL. Forschungsbericht zum BMBF Projekt ELBO. Förderkennz. 0330014: 1-109.
- SELIG, U. & R. MARQUARDT (Mai 2007): Vorläufige Handlungsanweisung zur Erfassung von Angiospermen- und Makroalgenbeständen in den inneren Küstengewässern der deutschen Ostseeküste - Bewertung entsprechend den Vorgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie. (unveröffent.): 22 pp.

## 6 Anhang

### 6.1 Bewertungsmodell

ökologischer Zustand	<i>Zostera marina</i>	<i>Fucus</i> spp.	Hartsubstrat/Phytal
sehr gut	<b>Basisparameter</b> Tiefengrenze (dichter Bestand) $\geq 8,5$ m (Referenzwert: 9,4 m) <b>Begleitparameter</b> Biomasseanteil der Opportunisten $\leq 1$ % (Referenzwert: 0,5 %)	<b>Basisparameter</b> Tiefengrenze (dichter Bestand) $\geq 8,5$ m (Referenzwert: 9,4 m) <b>Begleitparameter</b> Bedeckungsgrad <i>Fucus</i> spp. $\geq 75$ % (Referenzwert: 80 %)	<b>Basisparameter</b> - <b>Begleitparameter</b> Biomasseanteil der Opportunisten $\leq 1$ % (Referenzwert: 0,5 %) B3b Artenreduktion: 9–10 Arten vorhanden (Referenzwert: 10 Arten) B3a Artenreduktion: 7 Arten vorhanden (Referenzwert: 7 Arten) Biomasseanteil von <i>Furcellaria lumbricalis</i> $\geq 30$ % (Referenzwert: 40 %)
gut	<b>Basisparameter</b> Tiefengrenze (dichter Bestand) [7,0–8,5] m <b>Begleitparameter</b> Biomasseanteil der Opportunisten (1–10) %	<b>Basisparameter</b> Tiefengrenze (dichter Bestand) [7,0–8,5] m <b>Begleitparameter</b> Bedeckungsgrad <i>Fucus</i> spp. [50–75] %	<b>Basisparameter</b> - <b>Begleitparameter</b> Biomasseanteil der Opportunisten (1–10) %  B3b Artenreduktion: 7–8 Arten vorhanden B3a Artenreduktion: 5–6 Arten vorhanden  Biomasseanteil von <i>Furcellaria lumbricalis</i> [20–30] %
mäßig	<b>Basisparameter</b> Tiefengrenze (dichter Bestand) [4,5–7,0] m <b>Begleitparameter</b> Biomasseanteil der Opportunisten (10–30) %	<b>Basisparameter</b> Tiefengrenze (dichter Bestand) [4,5–7,0] m <b>Begleitparameter</b> Bedeckungsgrad <i>Fucus</i> spp. [10–50] %	<b>Basisparameter</b> - <b>Begleitparameter</b> Biomasseanteil der Opportunisten (10–30) %  B3b Artenreduktion: 4–6 Arten vorhanden B3a Artenreduktion: 3–4 Arten vorhanden  Biomasseanteil von <i>Furcellaria lumbricalis</i> [5–20] %
unbefriedigend	<b>Basisparameter</b> Tiefengrenze (dichter Bestand) [0,5–4,5] m <b>Begleitparameter</b> Biomasseanteil der Opportunisten (30–75) %	<b>Basisparameter</b> Tiefengrenze (dichter Bestand) [0,5–4,5] m <b>Begleitparameter</b> Bedeckungsgrad <i>Fucus</i> spp. $< 10$ %	<b>Basisparameter</b> - <b>Begleitparameter</b> Biomasseanteil der Opportunisten (30–75) %  B3b Artenreduktion: 2–3 Arten vorhanden B3a Artenreduktion: 1–2 Arten vorhanden  Biomasseanteil von <i>Furcellaria lumbricalis</i> $< 5$ %
schlecht	<b>Basisparameter</b> Tiefengrenze (dichter Bestand) $< 0,5$ m <b>Begleitparameter</b> Biomasseanteil der Opportunisten $> 75$ %	<b>Basisparameter</b> Tiefengrenze (dichter Bestand) $< 0,5$ m <b>Begleitparameter</b> kein <i>Fucus</i> spp. mehr vorhanden (aber historisch verzeichnet)	<b>Basisparameter</b> - <b>Begleitparameter</b> Biomasseanteil der Opportunisten $> 75$ %  B3b Artenreduktion: 0–1 Arten vorhanden B3a Artenreduktion: keine Art vorhanden  kein <i>Furcellaria</i> mehr vorhanden (aber historisch verzeichnet)

Zu verwendende Artenlisten:

	Opportunisten	Artenreduktion	
		B3b-Wasserkörper/westlich der Darßer Schwelle	B3a-Wasserkörper/östlich der Darßer Schwelle
<b>Chlorophyceae</b>	<i>Chaetomorpha</i> spp. <i>Cladophora</i> spp. <i>Ulva</i> spp.		
<b>Phaeophyceae</b>	<i>Ectocarpus</i> spp. <i>Pylaiella littoralis</i>	<i>Chorda filum</i> / <i>Halosiphon tomentosus</i> <i>Fucus serratus</i> / <i>Fucus vesiculosus</i> <i>Laminaria digitata</i> / <i>Saccharina latissima</i>	<i>Chorda filum</i> / <i>Halosiphon tomentosus</i> <i>Fucus vesiculosus</i> <i>Saccharina latissima</i>
<b>Rhodophyceae</b>	<i>Aglaothamnion</i> spp. <i>Brongniartella byssoides</i> <i>Callithamnion corymbosum</i> <i>Ceramium</i> spp. <i>Dasya baillouviana</i> <i>Gracilaria vermiculophylla</i> <i>Polysiphonia</i> spp. <i>Spermothamnion repens</i>	<i>Ahnfeltia plicata</i> <i>Coccotylus truncatus</i> / <i>Phyllophora pseudoc.</i> <i>Cystoclonium purpureum</i> <i>Delesseria sanguinea</i> <i>Furcellaria lumbricalis</i> / <i>Polydora rotundus</i> <i>Phycodrys rubens</i> <i>Rhodomela confervoides</i>	<i>Ahnfeltia plicata</i> <i>Coccotylus truncatus</i> / <i>Phyllophora pseudoc.</i>  <i>Furcellaria lumbricalis</i>  <i>Rhodomela confervoides</i>
<b>Summe:</b>	<b>13 Arten/Artengruppen</b>	<b>10 Arten/Artengruppen</b>	<b>7 Arten/Artengruppen</b>

## 6.2 Angaben für Wetter-, Seegangs- und Windverhältnisse

### Wetter

Ziffer des ICES-Wettercode	Beschreibung
0	klar
1	teilweise bewölkt
2	geschlossene Wolkendecke
3	Sand- und Schneesturm
4	Nebel, starker Dunst
5	Sprühregen
6	Regen
7	Schnee, Schneeregen
8	Schauer
9	keine Beobachtung

### Seegang

Ziffer der nautischen Skala	Beschreibung	Wellenhöhe [m]
0	glatt	0
1	sehr ruhig	0 - 0,3
2	ruhig	0,3 - 0,8
3	leicht bewegt	0,8 - 1,5
4	mäßig bewegt	1,5 - 2,5
5	ziemlich grob	2,5 - 4,0
6	grob	4,0 - 6,0
7	hoch	6,0 - 10,0
8	sehr hoch	10,0 - 12,0
9	äußerst schwer	>12

### Windgeschwindigkeit

Ziffer der Beaufort-Skala	Beschreibung	Windgeschwindigkeit (m/s)
0	still	< 0,3
1	sehr leicht	0,3 - 1,5
2	leicht	1,6 - 3,3
3	schwach	3,4 - 5,4
4	mäßig	5,5 - 7,9
5	frisch	8,0 - 10,7
6	stark	10,8 - 13,8
7	steif	13,9 - 17,1
8	stürmisch	17,2 - 20,7
9	Sturm	20,8 - 24,4
10	schwerer Sturm	24,5 - 28,4
11	orkanartiger Sturm	28,5 - 32,6
12	Orkan	> 32,6

Angaben zur Verfügung gestellt vom Landesamt für Natur und Umwelt, Schleswig-Holstein

### 6.3 Sedimentangaben

Einteilung der klastischen Sedimente nach DIN 4022

Hauptklasse	Unter- klasse	Korn- $\phi$ [mm]	Kurz- zeichen	Erkennung
Fels			Z	Kompakte Klufkörper im Verband
Blöcke		> 200	Y	Einzelne kompakte Klufkörper
Steine		63 - 200	X	Größer als ein Hühnerei
Kies	grob	20 - 63	gG	Kleiner Hühnerei und größer als Streichholzkopf
	mittel	6,3 - 20	mG	
	fein	2 - 6,3	fG	
Sand	grob	0,6 - 2	gS	Kleiner als Streichholzkopf bis Grenze der Sichtbarkeit
	mittel	0,2 - 0,6	mS	
	fein	0,06 - 0,2	fS	
Schluff (Silt)	grob	0,02 - 0,06	gU	Geringe Trockenfestigkeit
	mittel	0,006 - 0,02	mU	
	fein	0,002 - 0,006	fU	

Weitere geologisch typische Substratarten

Benennung		Kurzzeichen	
Substratart	Nebengemenge	Substratart	Nebengemenge
Torf, Humus	torfig, humos	H	h
Mudde	org. Beimengung	F	o
Geschiebelehm		Lg	
Geschiebemergel		Mg	
Klei		Kl	
Seekalk, Seekreide		Wk	
Bänderton		Bt	
Vulkanische Asche		V	
Braunkohle		Bk	

Angaben zur Verfügung gestellt vom Landesamt für Natur und Umwelt, Schleswig-Holstein

## 6.4 Expositionsangaben

### Äußerst exponiert:

Offene Küstenlinie, mit über mehr als tausend Kilometer Fetch und ebenso der Meeresdünung ohne vorgelagerte Hindernisse (wie Inseln oder Sandbänke) ausgesetzt, mit tiefem Wasser direkt in Küstennähe (50 m-Tiefenkurve innerhalb der 300 m).

### Sehr exponiert:

Offene Küste, mit über mindestens mehrere Hundert Kilometern Fetch und ebenso der Meeresdünung ohne vorgelagerte Hindernisse (wie Inseln oder Sandbänke) ausgesetzt. Flachwassergebiete unter 50 m liegen der Küste nicht näher als 300 m. In manchen Bereichen können exponierte Abschnitte auch an windabgewandter offener Küste liegen, wo aber häufig kräftige Winde mit großem Fetch auftreten.

### Exponiert:

Der vorherrschende Wind ist auflandig, wenngleich aufgrund ausgedehnter Flachwassergebiete vor der Küste, vorgelagerter Hindernisse oder eines eingeschränkten Fensters zum offenen Meer (< 90 Grad) ein gewisses Maß an Schutz besteht. Diese Küstenstreifen sind allgemein keiner starken oder regelmäßigen Dünung ausgesetzt. Die Küste kann auch von vorherrschenden Winden abgewandt sein, wobei häufig starke Winde mit großem Fetch vorkommen.

### Mäßig exponiert:

Diese Abschnitte umfassen allgemein offene Küste, die vom vorherrschenden Wind (ohne großen Fetch) abgewandt ist, wo aber starke Winde häufig auftreten können.

### Geschützt:

An diesen Abschnitten gibt es eine beschränkte Streichlänge und/oder ein eingeschränktes Fenster zum offenen Wasser. Die Küste kann dem vorherrschenden Wind ausgesetzt sein, der aber eine geringe Streichlänge von z. B. 20 km hat; ihr können ausgedehnte Flachwassergebiete vorgelagert sein, oder sie kann dem vorherrschenden Wind abgewandt sein.

### Sehr geschützt:

Diese Abschnitte sind kaum Winden mit Fetch von mehr als 20 km ausgesetzt (Ausnahmen bei Engstellen), können windabgewandt sein, Hindernisse wie Riffe vorgelagert haben oder ganz umschlossen sein.

Angaben zur Verfügung gestellt vom Landesamt für Natur und Umwelt, Schleswig-Holstein

## 6.5 Makrophytenartenliste (Einstufung Opportunisten/Nichtopportunisten)

Großgruppe	Taxon	Opportunistische Arten	
<b>Chlorophyceae</b>	<i>Acrosiphonia</i> sp.		
	<i>Acrosiphonia arcta</i>		
	<i>Blidingia minima</i>	x	
	<i>Bryopsis lyngbyei</i>		
	<i>Bryopsis plumosa</i>		
	<i>Capsosiphon fulvescens</i>		
	<i>Chaetomorpha</i> spp.	x	
	<i>Cladophora</i> spp.	x	
	<i>Gayralia oxysperma</i>	x	
	<i>Monostroma grevillei</i>	x	
	<i>Rhizoclonium tortuosum</i>		
	<i>Spirogyra</i> spp.		
	<i>Spongomorpha aeruginosa</i>		
	<i>Ulva</i> spp.	x	
	<i>Urospora</i> sp.		
	<b>Phaeophyceae</b>	<i>Botrytella micromora</i>	
		<i>Chorda filum</i>	
<i>Chordaria flagelliformis</i>			
<i>Desmarestia aculeata</i>			
<i>Desmarestia viridis</i>			
<i>Dictyosiphon foeniculaceus</i>			
<i>Ectocarpus</i> spp.		x	
<i>Elachista fucicola</i>			
<i>Fucus evanescens</i>			
<i>Fucus serratus</i>			
<i>Fucus vesiculosus</i>			
<i>Halosiphon tomentosus</i>			
<i>Hincksia</i> sp.			
<i>Laminaria digitata</i>			
<i>Laminariocolax</i> sp.			
<i>Leptonematella fasciculata</i>			
<i>Mesogloia vermiculata</i>			
<i>Punctaria tenuissima</i>			
<i>Pylaiella littoralis</i>		x	
<i>Saccharina latissima</i>			
<i>Scytosiphon lomentaria</i>			
<i>Sphacelaria cf. arctica</i>			
<i>Sphacelaria</i> sp.			
<i>Sphaerotrichia divaricata</i>			
<i>Spongonema tomentosum</i>			
<b>Rhodophyceae</b>		<i>Acrochaetium</i> sp.	
		<i>Aglaothamnion</i> spp.	x
	<i>Ahnfeltia plicata</i>		
	<i>Antithamnion cruciatum</i>		
	<i>Brongniartella byssoides</i>		
	<i>Callithamnion corymbosum</i>	x	
	<i>Ceramium</i> spp.	x	
	<i>Coccotylus truncatus</i>		
	<i>Cystoclonium purpureum</i>		
	<i>Dasya baillouviana</i>	x	
	<i>Delesseria sanguinea</i>		
	<i>Dumontia contorta</i>		
	<i>Furcellaria lumbricalis</i>		
	<i>Gracilaria vermiculophylla</i>	x	
	<i>Harveyella mirabilis</i>		
	<i>Membranoptera alata</i>		
	<i>Nemalion helminthoides</i>		
	<i>Odonthalia dentata</i>		
	<i>Phycodryx rubens</i>		
	<i>Phyllophora pseudoceranoides</i>		
	<i>Plumaria plumosa</i>		
	<i>Polyides rotundus</i>		
	<i>Polysiphonia</i> spp.	x	
	<i>Rhodochorton purpureum</i>		
	<i>Rhodomela confervoides</i>		
	<i>Scagelothamnion pusillum</i>		
	<i>Spermothamnion repens</i>	x	
	<b>Magnoliophyta</b>	<i>Zostera marina</i>	
		<i>Zostera noltii</i>	



## 6.7 Untersuchungsprotokoll

### WRRL-Makrophyten - Untersuchungsprotokoll

Probenrahmenbeschreibung					
Stations-ID	<input type="text"/>	Datum	<input type="text"/>	Tiefenstufe	<input type="text"/>
Allgemeines	1	2	3	4	5
Tiefe					
Beutelnummer					
Substrat:					
Steine					
Kies					
Sand					
Schluff					
Miesmuscheln					
Gesamtbedeckung					
fädig					
nicht fädig					
Chlorophyta	1	2	3	4	5
Bryopsis plumosa					
Chaetomorpha					
fädige Grünalgen					
Ulva					
Phaeophyta	1	2	3	4	5
Chorda/Halosiphon					
Desmarestia					
feinfädige Braunalgen					
Fucus serratus					
Fucus vesiculosus					
Rhodophyta	1	2	3	4	5
Ahnfeltia plicata					
Ceramium					
Coccolytus/Phyllophora					
Cystoclonium purpureum					
Delesseria sanguinea					
feinfädige Rotalgen					
Furcellaria lumbicalis					
Membranoptera alata					
Polyides rotundus					
Phycodrys rubens					
polysiphone Rotalgen					
Magnoliophyta	1	2	3	4	5
Zannichellia palustris					
Zostera marina					
Sprossdichte					
fertil					
mit Samen					

## 6.8 Biomasseprotokoll

### WRRL-Makrophyten - Biomasseprotokoll

<b>Stationskennzeichnung</b>			
Stationsbezeichnung		Probenahmedatum	
<input type="text"/>		<input type="text"/>	
Stations-ID		Messdatum	
<input type="text"/>		<input type="text"/>	
Tiefenbereich	Beutelnummer	Bearbeiter	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<b>Biomassebestimmung</b>			
<b>Chlorophyta</b>	<b>Schalengewicht</b>	<b>Feuchtgewicht (Brutto)</b>	<b>Trockengewicht (Brutto)</b>
Bryopsis plumosa			
Chaetomorpha			
Cladophora			
Ulva			
<b>Phaeophyta</b>	<b>Schalengewicht</b>	<b>Feuchtgewicht (Brutto)</b>	<b>Trockengewicht (Brutto)</b>
Chorda filum			
Ectocarpus			
Fucus serratus			
Fucus vesiculosus			
Halosiphon tomentosum			
Laminaria saccharina			
Pyraliella littoralis			
<b>Rhodophyta</b>	<b>Schalengewicht</b>	<b>Feuchtgewicht (Brutto)</b>	<b>Trockengewicht (Brutto)</b>
Aglaothamnion/Callithamnion			
Ahnfeltia plicata			
Ceramium tenuicorne			
Ceramium virgatum			
Coccolytus truncatus			
Cystoclonium purpureum			
Dasya baillouviana			
Delesseria sanguinea			
Furcellaria lumbicalis			
Membranoptera alata			
Phycodrys rubens			
Phyllophora pseudoceranoides			
Polyides rotundus			
Polysiphonia elongata			
Polysiphonia fibrillosa			
Polysiphonia fucoides			
Rhodomela confervoides			
Spermothamnion repens			
<b>Magnoliophyta</b>	<b>Schalengewicht</b>	<b>Feuchtgewicht (Brutto)</b>	<b>Trockengewicht (Brutto)</b>
Zannichellia palustris			
Zostera marina			