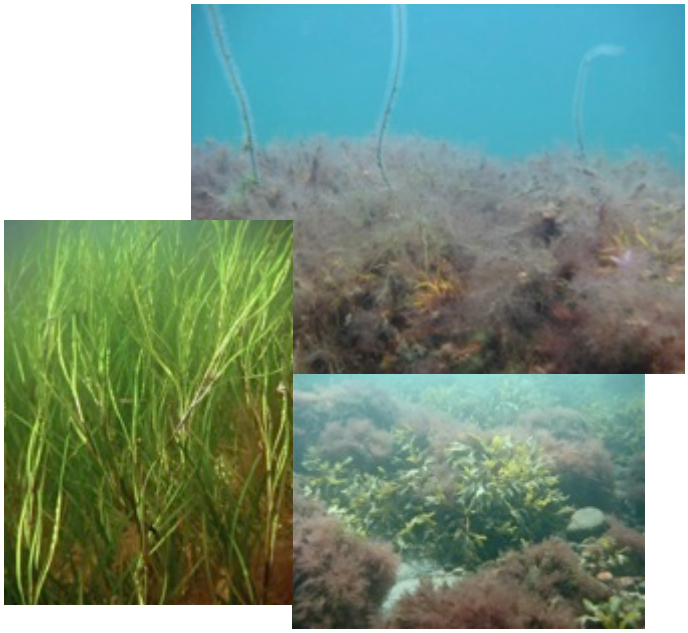
Handlungsanweisung BALCOSIS



Handlungsanweisung zum Bewertungsverfahren BALCOSIS

Bewertung des ökologischen Zustandes der Makrophyten in den äußeren Küstengewässern der Ostsee nach den Vorgaben der WRRL

Version 3 (deutsch), Stand: Mai 2015

Vergabenummer 450106

Auftraggeber

Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume
Schleswig-Holstein
Hamburger Chaussee 25
24220 Flintbek

Bearbeitung

MariLim Gesellschaft für Gewässeruntersuchung mbH
Heinrich-Wöhlk-Str. 14
24232 Schönkirchen
Dipl. Biol. Karin Fürhaupter & Thomas Meyer

Inhaltsverzeichnis

1 Veranlassung ... 3
2 BALCOSIS (Baltic ALgae Community analySIs System) ... 4
2.1 Geltungsbereich ... 4
2.2 Verfahrensentwicklung ... 4
2.3 Grundkonzept ... 6
2.4 Bewertungsparameter ... 7
2.4.1 Seegras (Weichbodenbiotop) ... 7
2.4.2 *Fucus* (Hartbodenbiotop) ... 10
2.4.3 Rotalgen (Hartbodenbiotop) ... 12
3 Freilanderhebung ... 16
3.1 Räumliche Durchführung (Stationsnetz) ... 16
3.2 Zeitliche Durchführung (Beprobungsrhythmus) ... 17
3.3 Methodische Durchführung ... 17
3.3.1 Erhebung der Tiefengrenzen ... 17
3.4 Erhebung der Bedeckungswerte und Biomasseproben ... 20
4 Auswertung ... 23
4.1 Tiefengrenzen ... 23
4.2 Biomasseauswertung ... 24
5 Bewertung ... 26
5.1 Tiefengrenzen von *Zostera marina* oder *Fucus* spp. ... 26
5.2 Biomasseanteile von opportunistischen Algen oder *Furcellaria lumbricalis* ... 27
5.3 Dominanz (substratspezifische Bedeckung) von *Fucus* spp. ... 28
5.4 Artenreduktion ... 29
5.5 Endwertbildung ... 30
6 Ergebnisdarstellung ... 33
7 Aktueller Stand ... 34
8 Referenzen ... 35
9 Anhang ... 38
9.1 Bewertungsstationen* für BALCOSIS ... 38
9.2 Wasserkörper-Steckbrief ... 39
9.3 Bewertungsmodell ... 40

1 Veranlassung

Im Dezember 2000 trat die EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) in Kraft. Die Richtlinie 2000/60/EG 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 physikalisch-chemische, hydrogeomorphologische und biologische Qualitätskomponenten zu erfolgen. Neben dem Phytoplankton und dem Makrozoobenthos bilden die Makrophyten eine der biologischen Qualitätskomponenten.

Insgesamt gibt es fünf Klassen, 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 (Ecological Quality Ratio) angegeben, der die Abweichung zum 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 durch Praxistests auf ihre Anwendbarkeit hin geprüft und darauf aufbauend Monitoringkonzepte und Handlungsanweisungen zur Erfassung der ökologischen Zustände erarbeitet.

Die vorliegende Handlungsanweisung beschreibt das Bewertungsverfahren BALCOSIS (**B**altic **AL**gae **CO**mmunity analy**SI**s **S**ystem). Es ist das derzeit gültige Bewertungsverfahren für die Qualitätskomponente Makrophyten (Angiospermen und Makroalgen) der äußeren Küstengewässer der deutschen Ostseeküste (nationale Küstengewässertypen B3 und B4). Das Bewertungssystem kombiniert die Bewertung von Weich- und Hartbodenvegetation und deckt die repräsentativen mehrjährigen Vegetationsformen der deutschen Ostseeküste (Seegras-, *Fucus*- und Rotalgenbestände) ab.

Bestandteil der vorliegenden Handlungsanweisung ist die Beschreibung

- des Grundkonzepts inklusive wissenschaftlichen Hintergrund,
- der Freilanderhebungen,
- der Laborauswertungen und
- der einzelnen Berechnungsschritte zur abschließenden Bewertung.

2 BALCOSIS (Baltic ALgae Community analySIs System)

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. 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 entsprechend den vorherrschenden Substratbedingungen und der Verteilung der charakteristischen Vegetationsformen unterschiedliche Bewertungssysteme. Die „inneren“ Küstengewässer werden nach dem PHYBIBCO-Verfahren bewertet. Die Handlungsanweisung zu diesem Verfahren ist nicht Bestandteil dieses Dokuments und ist separat verfügbar (Fürhaupter et al. 2015). Nur die äußeren Küstengewässer werden nach dem BALCOSIS-Verfahren bewertet, wobei die Bewertung nur im B3 Gewässertyp durch echte Beprobung der Makrophytenbestände erfolgt, während der B4 Küstengewässertyp momentan, auf Grund fehlender großflächiger Vegetationsbestände, nur durch Übertragung der Bewertung aus dem nächstgelegenen B3-Wasserkörpers in Bezug auf Makrophyten bewertet wird. In Tabelle 2-1 sind die wesentlichen Kenndaten der vier Küstengewässertypen dargestellt. Eine Karte der B3-Wasserkörper inklusive der BALCOSIS-Messstationen findet sich in Kapitel 3.1.

Tabelle 2-1 Übersicht über die charakteristischen Kenndaten der vier Küstengewässertypen der deutschen Ostsee (nach Reimers 2005) und die vorhandenen Makrophytenbewertungsverfahren.

B1	B2	B3	B4
oligohalines inneres Küstengewässer	mesohalines inneres Küstengewässer	mesohalines offenes (äußeres) Küstengewässer	meso-polyhalines offenes (äußeres) Küstengewässer, saisonal geschichtet
< 30 m	< 30 m	< 15 m	> 15 m
extrem geschützt	geschützt bis sehr geschützt	mäßig geschützt	mäßig geschützt
Sand, Schlick und Mischsedimente	Sand und Schlick	Sand, Mischsedimente und organische Sedimente	*Schlick und Mischsedimente*
Angiospermen und Charophyten (Makroalgen)		Angiospermen und Makroalgen	Makroalgen, lokal begrenzte Vorkommen
PHYBIBCO		**BALCOSIS**	**(BALCOSIS –** Übertragung der Bewertung aus dem nächstgelegenen B3-Wasserkörper)

2.2 Verfahrensentwicklung

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 Begriffen 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. 18-20 psu im westlichen Teil auf ca. 6-8 psu im östlichen Teil verringert sich außerdem die Artenvielfalt stetig, was die Nutzung dieses Faktors als Bewertungsgrundlage ebenfalls erschwert.

Veränderungen von Pflanzenbeständen durch anthropogene Beeinflussung sind seit Jahrzehnten für die Ostsee wissenschaftlich gut dokumentiert (Schramm & Nienhuis 1996). Die Eutrophierung und die mit ihr verbundene Verschlechterung des Lichtklimas werden als Hauptfaktor für die strukturellen Veränderungen der Bestände angeführt. Als Auswirkung der Eutrophierung werden Verringerung der Tiefengrenzen, Überwachsen mehrjähriger Makrophyten durch opportunistische Arten und das Verschwinden mehrjähriger, habitatbildender Arten benannt.

Bereits vor In-Kraft-Treten der Wasserrahmenrichtlinie wurde versucht durch Monitoring-Programme (z. B. nach HELCOM Combine 1999) die Auswirkungen der anthropogenen Beeinflussung zu erfassen. Die Veränderungen wurden jedoch oftmals nicht systematisch erfasst bzw. bezogen sich selten auf Makrophyten oder wurden nicht im küstennahen, für die WRRL relevanten Bereich, durchgeführt.

Im Rahmen eines Forschungsvorhabens wurde versucht ein Bewertungsschema für den ökologischen Zustand bezüglich der oben angeführten Veränderungen der Makrophytenbestände zu entwickeln. So entstanden Klassifizierungsansätze für die äußeren Küstengewässer (Schories et al. 2006), die den ökologischen Zustand anhand von verschiedenen Parametern für unterschiedliche Vegetationselemente ermittelten.

Diese Klassifizierungsansätze wurden durch einen Praxistest auf ihre Anwendbarkeit hin überprüft. Nach weiteren Datenerhebungen wurden Bewertungsparameter verändert, Klassengrenzen spezifiziert und eine neue Bewertungsroutine eingeführt. Ab diesem Zeitpunkt wurde das Verfahren mit BALCOSIS benannt und bestand aus insgesamt sieben Einzelparametern, von denen zwei (Tiefengrenzen für *Zostera marina* und *Fucus* spp.) eine höhere Gewichtung bekamen. Seit 2008 wird ein jährliches Monitoring des ökologischen Zustands der äußeren Küstengewässer nach den Vorgaben der Handlungsanweisungen (Version 1: Fürhaupter & Meyer 2008, Version 2: Fürhaupter & Meyer 2009) durchgeführt.

Gerade für die Qualitätskomponente der Makrophyten war in Ermangelung quantitativer historischer Datensätze oftmals ein pragmatischer Ansatz zur Festlegung sowohl von Referenzwerten als auch Klassengrenzen notwendig. Die Festlegung auf bestimmte Bewertungsparameter basierte vor allem auf qualitativen Beschreibungen historischer Makrophytenbestände, und der Bezug zum Belastungsfaktor Eutrophierung war in der

Regel nicht wissenschaftlich belegt, sondern beschränkte sich auf qualitative Beschreibungen bzw. deren Interpretation.

Auf Grund des Fehlens dieser wissenschaftlich belegten Zusammenhänge wurde eine Evaluierung des Bewertungssystems anhand der bisher gewonnen Datensätze durchgeführt (Fürhaupter et al. 2013). Im Zuge dieser Evaluierung wurden bestimmte Neuerungen im Bewertungssystem eingeführt, die eine Erneuerung der Handlungsanweisung erforderlich machten.

2.3 Grundkonzept

BALCOSIS berücksichtigt die charakteristischen, mehrjährigen Vegetationselemente (pflanzendominierte Biotoptypen) des Weichbodens (Seegras) und Hartbodens (*Fucus* und Rotalgen). Innerhalb dieser drei Biotoptypen steht eine unterschiedliche Anzahl an Einzelparametern für die Bewertung zur Verfügung. Insgesamt besteht BALCOSIS aus sieben Einzelparametern (Abbildung 2-1). Diese Bewertungsparameter spiegeln dabei die Auswirkungen der Eutrophierung auf Makrophyten (Veränderung der Tiefengrenzen, Zunahme opportunistischer, eutrophierungstoleranter Arten und Verlust mehrjähriger, eutrophierungssensitiver Arten) innerhalb der einzelnen Biotoptypen wider.

Abbildung 2-1 Darstellung der BALCOSIS-Bewertungsparameter innerhalb der verschiedenen Biotoptypen

Das Bewertungssystem ist als modularer, multimetrischer Index aufgebaut. Für jeden der sieben Bewertungsparameter wurde eine fünfstufige Klassifizierung auf der Basis historischer Angaben, Modellierung und/oder Expertenwissen erarbeitet. Dadurch kann jeder Parameter separat und unabhängig voneinander bewertet und ein ökologischer Zustand zugewiesen werden.

Zur Bildung des Endwertes des BALCOSIS-Systems müssen die sieben Einzelparameter miteinander verrechnet werden. Da die Einzelparameter unterschiedliche Messgrößen bewerten (Biomasseanteile, Artenzahl, Tiefengrenzen) und unterschiedliche Klassengrenzen und Wertebereiche abdecken, müssen sie vor der Verrechnung normiert werden. Alle sieben Einzelparameter gehen in die Bewertung ein, jedoch mit einer unterschiedlichen Gewichtung. Da für die *Tiefengrenze von Zostera marina* eine bessere wissenschaftliche Datenlage vorliegt, geht diese mit einer zweifachen Gewichtung in das Endergebnis ein. Die Gesamtbewertung ergibt sich durch Bildung des Mittelwerts aus den gewichteten und normierten Einzelwerten.

Die Monitoringstrategie ist auf eine jährliche Beprobung aller Wasserkörper und Biotope ausgerichtet, so dass eine jährliche Bewertung der Makrophyten für jeden Wasserkörper durchführbar ist. Die Übermittlung der Bewertung an die EU erfolgt allerdings nur alle 6 Jahre. Deshalb wird zusätzlich zur Bewertung auf Basis einer einzigen jährlichen Datenerhebung auch eine Bewertung auf Basis der Datenerhebungen der zurückliegenden 6-Jahresperiode durchgeführt („running mean“).

2.4 Bewertungsparameter

2.4.1 Seegras (Weichbodenbiotop)

Die Weichbodenvegetation entlang der äußeren Küstengewässer der deutschen Ostsee wird nahezu ausschließlich durch das Seegras *Zostera marina* bestimmt. Auf der Ostseite Rügens sind lokal begrenzt auch andere höhere Pflanzen wie der Teichfaden *Zannichellia palustris* oder das Laichkraut *Stukenia* (ehemals *Potamogeton*) *pectinatus* sowie im oberen Sublitoral (bis ca. 1 m Wassertiefe) der westlichen Ostsee die Meersalden *Ruppia* spp. oder das Zwergseegras *Zostera noltei* (ehemals noltii bzw. nana) in geringen Mengen an der Außenküste zu finden.

Entsprechend konzentriert sich die Bewertung bei BALCOSIS auf das Seegrasbiotop. Da es durch eine geringe Artenzahl charakterisiert ist, wurde für diesen Biotoptyp kein Bewertungsparameter in Hinsicht auf die Artenvielfalt entwickelt.

Tiefengrenze von Zostera marina

Zostera marina hat im Vergleich zu mehrjährigen Rotalgen hohe Lichtansprüche, so dass die vertikale Verbreitung natürlicherweise auf das obere Sublitoral (< 10 m) beschränkt ist. Darauf weist auch die überwiegende Anzahl von historischen Belegen hin (Krüger 1937, Reinke 1889), auch wenn vereinzelt Funde bis 17 m Tiefe dokumentiert sind (Reinke 1889). In diesen Fällen konnte jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass es sich um verdriftete Einzelsprosse handelte.

Durch die Eutrophierung verschlechterte sich das Lichtklima (Kautsky et al. 1986, Malm et al. 2001). Dies hat wiederum eine Verschiebung der unteren Tiefengrenze von Pflanzen mit hohen Lichtansprüchen zur Folge, da die Lichtmenge an ihrer ursprünglichen Tiefengrenze nicht mehr ausreicht um genügend Biomasse für dauerhafte (dichte) Bestände aufzubauen.

Die Tiefengrenze von *Zostera marina* ist deshalb der zentrale Bewertungsparameter für das Weichbodenhabitat. Bewertet wird nur die Tiefe des Seegrasbestandes mit mindestens 10 % Bedeckung, da Einzelsprosse zum einen nicht für eine dauerhafte Ansiedlung sprechen und zum anderen methodisch nur unter großem Aufwand erfassbar sind. Referenzwert für die Seegrastiefe ist ein Tiefenwert von 9,4 m. Dies ist der mit dem Nachbarland Dänemark interkalibrierte Grenzwert, der ebenso wie der Grenzwert sehr gut/gut und gut/mäßig in die „2nd EU Commission Decision“ aufgenommen wurde (EU 2013). Diese beiden Klassengrenzen entsprechen nach der Interkalibrierung einer Abweichung vom Tiefenreferenzwert um 10 % (sehr gut/gut) bzw. 25 % (gut/mäßig). Die weiteren Klassengrenzen ergeben sich nicht als prozentuale Abweichungen vom Tiefenreferenzwert sondern entsprechen prozentualen Flächenverlusten (5, 25, 50 %) der historisch maximal mit Seegras bewachsenen Fläche, die anhand des Tiefenreferenzwertes und der Tiefenmorphologie für die äußeren Küstengewässer berechneten wurde.

Tabelle 2-2 Fünfstufiges Bewertungsschema für den Parameter *Tiefengrenze von Zostera marina*

Ökologischer Zustand	Tiefengrenze *Zostera marina*	Abweichung v. der Tiefenreferenz	Abweichung v. der Flächenreferenz (mit Seegras bewachsene Fläche)
sehr gut	Referenzwert: 9,4 m ≥ 8,5 m	≤ 10 %	
gut	[7,0-8,5) m	(10-25] %	
mäßig	[4,5-7,0) m		(5-25] %
unbefriedigend	[0,5-4,5) m		(25-50] %
schlecht	< 0,5 m		> 50 %

Biomasseanteil opportunistischer Algen

Von den durch die Eutrophierung erhöhten Nährstoffkonzentrationen im Wasser können Arten mit einem höheren Oberflächen/Volumen-Verhältnis und hohen Nährstoff-Aufnahmeraten stärker profitieren (Nährstoff-Opportunisten) als Arten, die sich durch den Aufbau von Reservestoffen bzw. die Aufnahme von Nährstoffen aus dem Sediment an Lebensumstände mit Nährstoffdefizit angepasst haben. Als Zeichen der Eutrophierung wird deshalb auch das explosionsartige Wachstum von feinfädigen Algen angesehen (Burt et al. 1995, Davison & Hughes 1998), die mehrjährige Vegetation wie das Seegras überwachsen, es zu Boden drücken, von der Lichtzufuhr abschneiden und durch Vergrößerung der Angriffsfläche für eine größere Destabilisierung der Seegräser bei Wellenschlag sorgen.

Der Biomasseanteil der opportunistischen Algen wird deshalb als weiterer Bewertungsfaktor für das Seegrasbiotop angesehen. In Tabelle 2-3 sind die für die BALCOSIS-Bewertung als „opportunistisch“ eingestuften Algen aufgeführt. Es handelt sich nicht um eine für das Seegras-Biotop spezifizierte Liste, sondern es sind auch Arten enthalten, die in anderen Biotopen (*Fucus* oder Rotalgen) vorkommen können, und dort als Opportunisten gelten. Da Nährstoffopportunismus bisher nur von wenigen Algenarten experimentell bestätigt wurde und für einige Arten auch widersprüchliche Laborergebnisse vorliegen, werden in einem konservativen Ansatz neben bekannten Eutrophierungszeigern (z.B. *Pylaiella littoralis, Ulva*) auch spezifische Neophyten (z.B. *Gracillaria vermiculophylla*) sowie charakteristische epiphytische Algen (z.B. *Aglaothamnion*/*Callithamnion*) aufgeführt, für die keine eindeutigen Nachweise für Opportunismus vorliegen.

Tabelle 2-3 Makroalgen, die für BALCOSIS als Opportunisten eingestuft werden.

Großgruppen	Nährstoff-Opportunisten
Grünalgen (Chlorophyceae)	*Chaetomorpha*
	Cladophora
	Spongomorpha
	Ulva
Braunalgen (Phaeophyceae)	*Ectocarpus*
	Pylaiella littoralis
Rotalgen (Rhodophyceae)	*Aglaothamnion*
	Brongniartella byssoides
	Callithamnion corymbosum
	Ceramium
	Dasya baillouviana
	Gracilaria vermiculophylla
	Polysiphonia fibrillosa
	Polysiphonia fucoides
	Polysiphonia stricta
	Spermothamnion repens

Bewertet wird der Anteil der Opportunisten (in Prozent) an der Gesamtbiomasse. Da opportunistische Algen meist einen feinfädigen Habitus aufweisen, erreichen sie selbst bei hohen Bedeckungsgraden nur eine geringe Biomasse im Vergleich zu großblättrigen Algen bzw. dem Seegras. Dies wurde bei der Einteilung der Klassengrenzen berücksichtigt, so dass die Wertebereiche des sehr guten und guten Zustandes entsprechend eng gewählt wurden. Schon geringe Biomasseanteile von Opportunisten führen bereits zu einer Abwertung des ökologischen Zustandes:

Tabelle 2-4 Fünfstufiges Bewertungsschema für den Parameter *Biomasseanteil opportunistischer Algen*

Ökologischer Zustand	Biomasseanteil opportunistischer Algen
sehr gut	Referenzwert: 0,5 % ≤ 1 %
gut	(1-10] %
mäßig	(10-30] %
unbefriedigend	(30-75] %
schlecht	> 75 %

2.4.2 *Fucus* (Hartbodenbiotop)

Anders als bei der Weichbodenvegetation bewächst eine Vielzahl an Makroalgenarten die Hartböden. Die Abgrenzung von Biotopen ist auf Grund der fleckenhaften Verteilung der Hartsubstrate entlang der Deutschen Ostseeküste nicht eindeutig zu treffen, da es keine klar erkennbaren Vegetationsgürtel gibt. Die Brauntange der Gattung *Fucus* erfüllen als primäre Besiedler des Hartsubstrates und auf Grund ihres mehrjährigen Lebenszyklus, ihrer Größe, Verzweigungsform sowie des aufrechten Wuchses am ehesten die Kriterien einer identifizierbaren, wiederkehrenden Vegetationsform, die als eigenständiger Biotoptypus für den Hartboden angesehen werden kann (Schwenke 1966). Entlang der Deutschen Ostseeküste kommen zwei heimische Arten, *Fucus serratus* und *F. vesiculosus,* vor (Schueller & Peters 1994). Die Art *Fucus evanescens* ist ein Neophyt, der für den Untersuchungsraum erstmalig 1990 in der Flensburger Förde und nachfolgend bis Heiligenhafen nachgewiesen wurde (Schueller & Peters 1994). Diese Art wird nicht als natürlicher Bestandteil des *Fucus*-Biotops angesehen. Ihre Anwesenheit wird neutral betrachtet, führt bei den Bewertung also weder zu einer Auf- noch zu einer Abwertung des ökologischen Zustands, da die Art sich bisher nicht invasiv verhält. Die beiden heimischen *Fucus*-Arten unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Ökophysiologie (s.u.), weshalb ihre Anwesenheit immer separat zu dokumentieren ist.

Tiefengrenze von Fucus spp. (Fucus serratus und/oder F. vesiculosus)

Die Brauntange der Gattung *Fucus* haben im Vergleich zu einigen mehrjährigen Rotalgen höhere Lichtansprüche, so dass die vertikale Verbreitung von *Fucus* ähnlich wie für das Seegras natürlicherweise auf das obere Sublitoral (< 10 m) beschränkt ist. Darauf weist auch die überwiegende Anzahl von historischen Belegen hin (Hoffmann 1952, Reinke 1889, Sarnighausen 1955). Dabei wird von verschiedenen Autoren dokumentiert, dass *Fucus serratus*, sofern beide *Fucus*-Arten vorhanden sind, unterhalb von *Fucus vesiculosus* siedelt (Hoffmann 1937, Reinke 1889, Sarnighausen 1955, Schwenke 1965). Historische Angaben für *Fucus serratus* reichen bis in 15 m Wassertiefe (Reinke 1889), so dass zumindest diese *Fucus*-Art im Vergleich zu *Zostera marina* aber auch *Fucus vesiculosus* leicht reduzierte Lichtansprüche bzw. eine an geringere Lichtverhältnisse angepasste Lichtphysiologie zu haben scheint. Dies kann aber auch in der Tatsache begründet sein, dass die Art in ihrer Ausbreitung im Vergleich zu *Fucus vesiculosus* und *Zostera marina* auf höhere Salzgehalte beschränkt ist (Malm et al. 2001) und empfindlicher als *F. vesiculosus* auf Exposition reagiert

(Malm et al. 2003). Unter den reduzierten Salzgehaltsbedingungen des Untersuchungsgebietes „weicht“ *Fucus serratus* in tieferes Wasser mit höheren Salzgehalten aus (Brackwassersubmergenz), wo die Licht- und Salzgehaltsbedingungen aber auch reduzierte Exposition ausreichend für den Aufbau lebensfähiger Bestände sind. An flacheren Standorten scheinen andere Algen, unter anderem auch *Fucus vesiculosus* bei den vorherrschenden Salzgehaltsbedingungen konkurrenzfähiger zu sein.

Die Verschlechterung des Lichtklimas macht sich auch bei den *Fucus*-Arten in einer Verringerung der vertikalen Verbreitungsgrenze bemerkbar, wobei die Art *Fucus serratus* trotz einer historisch belegten höheren Tiefengrenze (= geringere Lichtansprüche) sensitiver auf die Verschlechterung reagieren dürfte, da einem „Ausweichen“ in flacheres Wasser, wie oben beschrieben, natürlicherweise Grenzen gesetzt sind.

Die Tiefengrenze von *Fucus* spp. ist deshalb ein Bewertungsparameter für das *Fucus*-Biotop. Bewertet wird nur die Tiefe des *Fucus*-Bestandes mit mindestens 10 % Bedeckung, da Einzelpflanzen zum einen nicht für eine dauerhafte Ansiedlung sprechen und zum anderen methodisch nur unter großem Aufwand erfassbar sind. Referenzwert ist der zum Seegras identische Tiefenwert von 9,4 m, und auch die Klassengrenzen entsprechen denen der Tiefengrenze von *Zostera marina*. Die historischen Angaben und derzeitig vorliegenden Informationen zu den Lichtansprüchen sind nicht ausreichend, um für beide *Fucus*-Arten unterschiedliche bzw. zum Seegras abweichende Referenzwerte oder Klassengrenzen zu definieren.

Tabelle 2-5 Fünfstufiges Bewertungsschema für den Parameter *Tiefengrenze von Fucus spp.*

Ökologischer Zustand	Tiefengrenze *Fucus spp*	Abweichung v. Referenz
sehr gut	Referenzwert: 9,4 m ≥ 8,5 m	≤ 10 %
gut	[7,0-8,5) m	(10-25] %
mäßig	[4,5-7,0) m	
unbefriedigend	[0,5-4,5) m	
schlecht	< 0,5 m	

Dominanz (Bedeckungsanteil) von Fucus spp.

Nicht nur die Reduktion der Verbreitungstiefe ist aus den letzten Jahrzehnten für *Fucus* spp. dokumentiert. Es wurde auch insgesamt ein Abundanzrückgang im oberen Sublitoral der Ostsee festgestellt (Bokn et al. 1992, Vogt & Schramm 1991, Wachenfeldt et al 1986), der dazu führte, dass die Brauntange *Fucus* an vielen Küstenabschnitten nicht mehr die absolut dominante Komponente des Makrophytenbestandes im oberen Sublitoral darstellen. Dabei wurde ebenfalls die zunehmende Eutrophierung als Hauptfaktor für den Rückgang benannt und die Zunahme an Epiphyten als eine Auswirkung mit angeführt (Kangas et al. 1982; Worm et al. 1999, 2000).

Deshalb war auch für *Fucus* spp. der Biomasseanteil von Opportunisten ein möglicher Bewertungsfaktor. Allerdings erreichen die großwüchsigen Brauntange auf Grund ihrer Morphologie im Vergleich zu anderen Algen sehr hohe Trockengewichte. Selbst bei komplett mit Epiphyten überwachsenen *Fucus*-Pflanzen liegt deren Trockengewicht grundsätzlich so deutlich über dem der übrigen Algenvegetation, dass für den Biomasseanteil keine geeignete fünfstufige Bewertung aufgebaut werden konnte.

Deshalb wird zur Bewertung des Abundanzrückgangs von *Fucus* die Bedeckungsdominanz (in Prozent) von *Fucus* spp. (*Fucus serratus* und *Fucus vesiculosus*) im Vergleich zur übrigen Vegetation bewertet. Der Wert der Bedeckung bezieht sich auf das zur Verfügung stehende Siedlungssubstrat (Hartboden = Blöcke, Steine, Mergel). In Ermangelung fachlich ableitbarer Klassengrenzen wurden diese als feste Abweichungen vom Referenzwert gesetzt, die den oberen Klassengrenzen der Tiefengrenzen entsprechen und den Klassengrenzen für *Artenreduktion* und *Biomasseanteile von Furcellaria lumbricalis*.

Tabelle 2-6 Fünfstufiges Bewertungsschema für den Parameter *Dominanz von Fucus spp.*

Ökologischer Zustand	Dominanz von *Fucus spp*	Abweichung v. Referenz
sehr gut	Referenzwert: 80 % ≥ 72 %	≤ 10 %
gut	[64-72) %	(10-20] %
mäßig	[40-64) %	(20-50] %
unbefriedigend	[8-40) %	(50-90] %
schlecht	< 8 %	> 90 %

2.4.3 Rotalgen (Hartbodenbiotop)

Neben den Brauntangen der Gattung *Fucus* spp. stellen verschiedene mehrjährige Rotalgenarten ebenfalls eine identifizierbare, wiederkehrende Vegetationsform der deutschen Ostseeküste dar (Schwenke 1966). Alle Arten verfügen über einen mehrjährigen Lebenszyklus und eine aufrechte, verzweigte Wuchsform. Primäre Besiedler des Hartsubstrates sind vor allem *Coccotylus/Phyllophora* und *Furcellaria lumbricalis,* während die übrigen Arten meist epiphytisch auf diesen siedeln. Entsprechend stellt das Rotalgenbiotop bei BALCOSIS eine weitere Vegetationskomponente für die Bewertung der Hartböden dar. Die von Rotalgen dominierte Tiefenzone umfasst dabei einen großen vertikalen Tiefengradienten, der sich im Vergleich zu historischen Beobachtungen (5-30 m) in flachere Bereiche verlagert hat (3-22 m). Außerdem zeigte sich eine verstärkte Raumkonkurrenz mit Miesmuscheln (Sommer 1998), die in Tiefen ab 4 m bis in 20 m Tiefe die Hartsubstrate zahlreicher Küstenabschnitte aktuell flächendeckend besiedeln und das mehrjährige Rotalgenphytal verdrängt haben. Da ein kontinuierliches Vorkommen von Hartsubstraten zwischen 20 und 35 m Wassertiefe entlang der deutschen Ostseeküste nur an wenigen Stellen vorhanden ist und diese zumeist außerhalb der für die WRRL relevanten 1 sm-Zone liegen, wurde auf die Definition eines Tiefengrenzen-Parameters für das Rotalgenphytal verzichtet, um fehlerhafte, auf Substratlimitierung

zurückzuführende Bewertungen zu vermeiden. Ein Vergleich zwischen historischer und aktueller Struktur des Rotalgenphytals entlang des Tiefengradienten ergab, dass die deutlichsten strukturellen Veränderungen in der oberen Rotalgenzone zwischen 5 und 8 m stattgefunden haben, während in größeren Tiefen strukturelle Veränderungen weniger deutlich zu Tage treten. Dies und die Tatsache, dass Hartsubstratvorkommen in diesen geringeren Tiefen in einem Großteil der Wasserkörper in ausreichender Dichte vorhanden sind, führt dazu, dass die Bewertungsschemata der nachfolgend beschriebenen Parameter nur innerhalb dieses Tiefenbereiches gültig sind.

Biomasseanteil opportunistischer Algen
Die Zunahme von sogenannten Nährstoff-Opportunisten durch Eutrophierung ist auch aus dem Rotalgenbiotop bekannt (Schramm 1995). Bewertet wird deshalb auch in diesem Biotop der Anteil der Opportunisten (in Prozent) an der Gesamtbiomasse. Für die entsprechende Einstufung der Makrophytenarten ist Tabelle 2-3 (siehe Seegrasbiotop) zu berücksichtigen. Es wird nicht zwischen Opportunisten im Seegras- bzw. im Rotalgenbiotop unterschieden. Das Bewertungssystem entspricht bezüglich Referenz und Klassengrenzen ebenfalls dem in Tabelle 2-4 dargestellten fünfstufigen Systems.

Artenreduktion (im Vergleich zu einer Referenzartenliste)
Neben der Zunahme an opportunistischen Algen ist die Verdrängung und der Verlust langsam wachsender, meist mehrjähriger Vegetation als weiteres Zeichen der Eutrophierung dokumentiert (Schramm 1996, 1999). Im Vergleich zu den beiden zuvor genannten Biotopen ist die Artenzahl im Rotalgenbiotop höher, so dass eine Bewertung auf Basis der Diversität ermöglicht wird.

Bewertet wird das Fehlen repräsentativer, für die Vegetationsstruktur bedeutsamer Arten bzw. Artengruppen des Hartsubstratphytals mittlerer Tiefenbereiche (5-8 m). Bei den aufgeführten Arten handelt es sich durchweg um historisch stetig dokumentierte Rot- und Braunalgenarten aus diesen Tiefen. Die Referenzartenliste enthält keine Arten, die historisch vereinzelt dokumentiert wurden, da methodisch die Erfassung solch seltener Arten (und damit des gesamten Arteninventars) sehr arbeitsaufwendig und kostenintensiv ist.

Auf Grund der deutlichen Salzgehaltsunterschiede entlang der deutschen Ostseeküste muss westlich und östlich der Darßer Schwelle mit unterschiedlichen Referenzartenlisten (Tabelle 2-7) gearbeitet werden. Allerdings ist auf Grund der natürlichen Artenreduktion östlich der Darßer Schwelle die Anwendung des Bewertungsparameters durch die sehr kurze Artenliste für einen fünfstufigen Bewertungsansatz grenzwertig. Arten die durch einen Schrägstrich getrennt sind, werden nicht separat gezählt, sondern gelten als eine Einheit. 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.

Tabelle 2-7 Arten/Artengruppen der reduzierten Referenzartenliste.

Großgruppen	Westlich der Darßer Schwelle	Östlich der Darßer Schwelle
Braunalgen (Phaeophyceae)	*Chorda filum/Halosiphon tomentosum*	*Chorda filum/ Halosiphon tomentosum*
	Fucus serratus/Fucus vesiculosus	*Fucus serratus/Fucus vesiculosus*
	Laminaria digitata/Saccharina latissima	*Saccharina latissima*
Rotalgen (Rhodophyceae)	*Ahnfeltia plicata*	*Ahnfeltia plicata*
	Coccotylus truncatus/Phyllophora pseud.	*Coccotylus truncatus/Phyllophora pseud.*
	Cystoclonium purpureum	
	Delesseria sanguinea	
	Furcellaria lumbricalis	*Furcellaria lumbricalis*
	Membranoptera alata	
	Phycodrys rubens	
	Rhodomela confervoides	*Rhodomela confervoides*
	11 Arten/Artengruppen	***7 Arten/Artengruppen***

In Ermangelung fachlich ableitbarer Klassengrenzen wurden diese als feste Abweichungen vom Referenzwert gesetzt, die den oberen Klassengrenzen der Tiefengrenzen entsprechen und den Klassengrenzen für *Dominanz von Fucus spp.* und *Biomasseanteile von Furcellaria lumbricalis*.

Tabelle 2-8 Fünfstufiges Bewertungsschema für den Parameter *Artenreduktion*

Ökologischer Zustand	Artenreduktion	Abweichung v. Referenz
sehr gut	Referenzwert: alle Arten (11 bzw. 7 Arten) vorhanden = Grenzwert 10 bzw. 7 Arten	≤ 10 %
gut	9 bzw. 6 Arten	(10-20] %
mäßig	[6-8] bzw. [4-5] Arten	(20-50] %
unbefriedigend	[1-5] bzw. [1-3] Arten	(50-90] %
schlecht	0 Arten	> 90 %

Biomasseanteil von Furcellaria lumbricalis

Die Art *Furcellaria lumbricalis* ist eine typische mehrjährige Rotalgenart der Ostsee. Anders als die meisten anderen mehrjährigen Rotalgen ist sie nicht nur in der westlichen Ostsee verbreitet, sondern kommt auch in der zentralen Ostsee bis nach Estland und den Süden Finnlands vor. Historisch wird die Art als stetiger Bestandteil der Hartbodenvegetation zwischen 3 bzw. 5 und 20 m angegeben (Hoffmann 1952, Reinke 1889, Schwenke 1966).

Da *Furcellaria* deutlich kleinwüchsiger als Seegras oder *Fucus* spp. ist und häufig komplett von Epiphyten überwachsen wird, ist die Tiefengrenze methodisch nur durch aufwendige Taucharbeit bestimmbar. Außerdem fehlen entlang der deutschen Ostseeküste in den meisten Wasserkörpern Hartsubstrate, die den gesamten Tiefenbereich von *Furcellaria* abdecken. Da für diese Art auch ein mengenmäßiger Rückgang dokumentiert ist (Breuer & Schramm 1988) wurde nicht die Tiefenverteilung

als Bewertungsparameter herangezogen, sondern der Biomasseanteil der Art (in Prozent).

Historische Angaben zur Biomasse von *Furcellaria lumbricalis* sind sehr unspezifisch, so dass sich der Referenzwert im Wesentlichen an Daten der 1950er Jahre aus der westlichen Ostsee orientiert (Hoffmann 1952). Östlich der Darßer Schwelle ist *Furcellaria lumbricalis* die einzige bestandsbildende mehrjährige Rotalge, weshalb die Biomasseanteile aufgrund fehlender Konkurrenz dort deutlich höher, bei nahezu 100 % anzusetzen sind. In Ermangelung fachlich ableitbarer Klassengrenzen wurden diese als feste Abweichungen vom Referenzwert gesetzt, die den oberen Klassengrenzen der Tiefengrenzen entsprechen und den Klassengrenzen für *Dominanz von Fucus spp.* und *Artenreduktion.*

Tabelle 2-9 Fünfstufiges Bewertungsschema für den Parameter *Biomasseanteil von Furcellaria lumbricalis*

Ökologischer Zustand	Biomasseanteil von *Furcellaria lumbricalis*		Abweichung v. Referenz
	Westlich der Darßer Schwelle	Östlich der Darßer Schwelle	
sehr gut	Referenzwert: 40 % ≥ 36 %	Referenzwert: 95 % ≥ 85 %	≤ 10 %
gut	[32-36) %	[76-85) %	(10-20] %
mäßig	[20-32) %	[47-76) %	(20-50] %
unbefriedigend	[4-20) %	[9-47) %	(50-90] %
schlecht	< 4 %	< 9 %	> 90 %

3 Freilanderhebung

In den folgenden Abschnitten werden die räumlichen und zeitlichen Minimalanforderungen für das Monitoring beschrieben, um der Berichtspflicht der WRRL zu genügen. Weiterhin wird das methodische Vorgehen bei den Freilandarbeiten dargestellt, die aus Video- und Tauchuntersuchungen bestehen. Dabei sind die gültigen Normen und Richtlinien für die Erhebung von Makrophytobenthos (z.B. Standardarbeitsanweisung „TOP_4b_SOP_Makrophytobenthos_Rahmenbeprobung_ Sublitoral_v01“ von 2009) zu berücksichtigen. Für die Benennung der Arten/Taxa sind die Bezeichnungen der aktuell gültigen BLMP-Taxaliste Phytobenthos zu verwenden.

3.1 Räumliche Durchführung (Stationsnetz)

Insgesamt zählen 16 Wasserkörper zum Gewässertyp B3, in denen BALCOSIS über Probenahmen zur Anwendung kommt. Der ökologische Zustand der Makrophyten ist in jedem dieser 16 Wasserkörper separat zu bestimmen. Die Wasserkörper *Südliche Mecklenburger Bucht/Warnemünde bis Darß* und *Pommersche Bucht, Südteil* (beide in Mecklenburg-Vorpommern) besitzen nach bisherigem Kenntnisstand keine bzw. nur so geringe Makrophytenbestände, dass eine Bewertung der Makrophyten nicht möglich ist. Der B2-Wasserkörper *Flensburger Innenförde* (Schleswig-Holstein) wird bis auf weiteres nach dem BALCOSIS- und nicht nach dem ELBO-Verfahren bewertet, da der überwiegende Teil des Wasserkörpers von Vegetationskomponenten der äußeren Küstengewässer charakterisiert wird. Damit sind Makrophyten in insgesamt 15 B3-Wasserkörpern mit dem BALCOSIS-Verfahren zu bewerten.

Für jeden dieser Wasserkörper wurden Stationen festgelegt, an denen die Untersuchungen zum ökologischen Zustand durchgeführt werden sollten, und zwar im Minimum eine Dauerstation pro Wasserkörper für jedes Biotop. Für sehr große Wasserkörper bzw. Wasserkörper, die eine starke geographische Variabilität der Bewertungsparameter zeigen, wurden Zusatzstationen bestimmt, die nach Bedarf ebenfalls beprobt werden können.

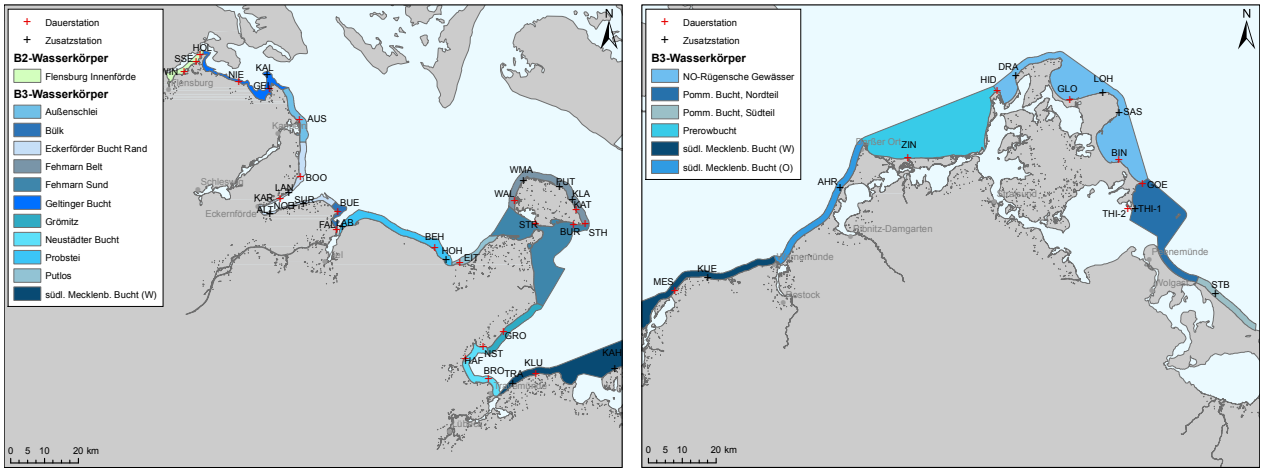


Abbildung 3-1 Übersicht der Wasserkörper und der darin beprobten Dauer- und Zusatzstationen für die BALCOSIS-Bewertung.

Die jeweiligen Koordinaten der Dauer- und Zusatzstationen sind bei den zuständigen Landesämtern hinterlegt. Abbildung 3-1 zeigt eine Übersicht der zu beprobenden Wasserkörper und die Lage der Dauer- und Zusatzstationen. Im Anhang ist zusätzlich eine tabellarische Übersicht der Stationen aufgeführt.

3.2 Zeitliche Durchführung (Beprobungsrhythmus)

Obwohl der ökologische Zustand der Wasserkörper lediglich für eine 6-Jahresperiode an die EU zu übermitteln ist und ein Überblicksmonitoring im Minimum lediglich alle drei Jahre durchzuführen ist, wird für das BALCOSIS-Verfahren auf Grund der interannuellen Streuung der Daten ein jährlicher Beprobungsrhythmus für alle Wasserkörper und Biotoptypen empfohlen.

Sollte eine jährliche Beprobung auf Grund des hohen Arbeitsaufwandes nicht immer möglich sein, können

- Wasserkörper, die sich insgesamt in einem schlechten bzw. unbefriedigenden Zustand befinden statt jährlich nur alle 2 oder 3 Jahre untersucht werden, da nur von einer langsamen Erholung der Bestände und damit Verbesserung des Zustandes auszugehen ist
- die Tiefengrenzenparameter statt jährlich nur alle 2 oder 3 Jahre untersucht werden, da nach bisherigem Kenntnistand nur von einer langsamen Veränderung der Tiefengrenze und damit Veränderung des Zustandes auszugehen ist.

Welche Stationen in den jährlichen Programmen zu bearbeiten sind, wird von den Landesämtern festgelegt.

Grundsätzlich sollte das WRRL-Monitoring der Makrophyten im Hauptvegetations-zeitraum zwischen Anfang Juli und Ende August durchgeführt werden. Eine Ausdehnung dieses Zeitraumes in den Juni und September ist vertretbar, vor allem wenn dadurch klimatische Besonderheiten wie ein warmes, sonnenreiches Frühjahr mit entsprechend möglichem früheren Start und umgekehrt nach Eiswintern mit einem möglichen späterer Start, berücksichtigt werden können. Untersuchungen jenseits des oben gegebenen (erweiterten) Zeitraums müssen mit den Landesämtern abgesprochen werden. Stationen innerhalb eines Wasserkörpers bzw. benachbarte Wasserkörper sollten, wenn möglich, immer in einem nah beieinander liegenden Zeitfenster beprobt werden.

3.3 Methodische Durchführung

3.3.1 Erhebung der Tiefengrenzen

Die Tiefengrenzen können sowohl durch Video- als auch Tauchkartierung bestimmt werden. Für die Erfassung der Tiefengrenze sind pro Wasserkörper insgesamt fünf Transekte über die Verbreitungsgrenze hinweg zu beproben. In der Regel werden alle fünf Transekte an einem Untersuchungsort (Dauerstation) erfasst. In Wasserkörpern mit mehreren geeigneten Stationen können diese fünf Transekte aber auch auf diese verschiedenen Stationen aufgeteilt werden.

Zumindest ein Transekt muss immer den Bereich vom flachsten Vorkommen von *Zostera* bzw. *Fucus* bis in sieben Meter Wassertiefe abdecken. Werden mehrere Stationen angefahren, muss dieser Tiefenbereich mindestens einmal pro Station erfasst werden. Dies gewährleistet, dass auch bei lückenhaft vorkommenden Beständen der Bereich bis zum guten ökologischen Zustand (Klassengrenze 7,0 m) durch mindestens ein Transekt vollständig abgedeckt wird. Für die übrigen vier Transekte ist es ausreichend den Tiefenbereich um die aktuell vorhandene Tiefengrenze des dichten Bestandes zu kartieren und zwar mindestens jeweils ca. 50-100 m beiderseits der Dichtegrenze. Als dichter Bestand wird eine Vegetationsbedeckung von mindestens 10 % definiert. Bei der Bedeckung handelt es sich immer um eine substratspezifische Bedeckung, d.h. für *Zostera* ist die Bedeckung auf die zur Verfügung stehende Weichbodenfläche, bei *Fucus* spp. auf die zur Verfügung stehende Hartsubstratfläche zu beziehen. Die Substratzusammensetzung ist also immer mit zu erfassen (siehe Auswertung).

Die Transekte können entweder als durchgehender Zick-Zack-Kurs entlang der dichten Vegetationsgrenze oder als separate, senkrecht zur Küstenlinie verlaufende Transekte abgefahren bzw. abgetaucht werden (Abbildung 3-2). Insgesamt sollte durch die fünf Transekte ein Küstenabschnitt von ca. 150-200 m Breite abgedeckt werden.

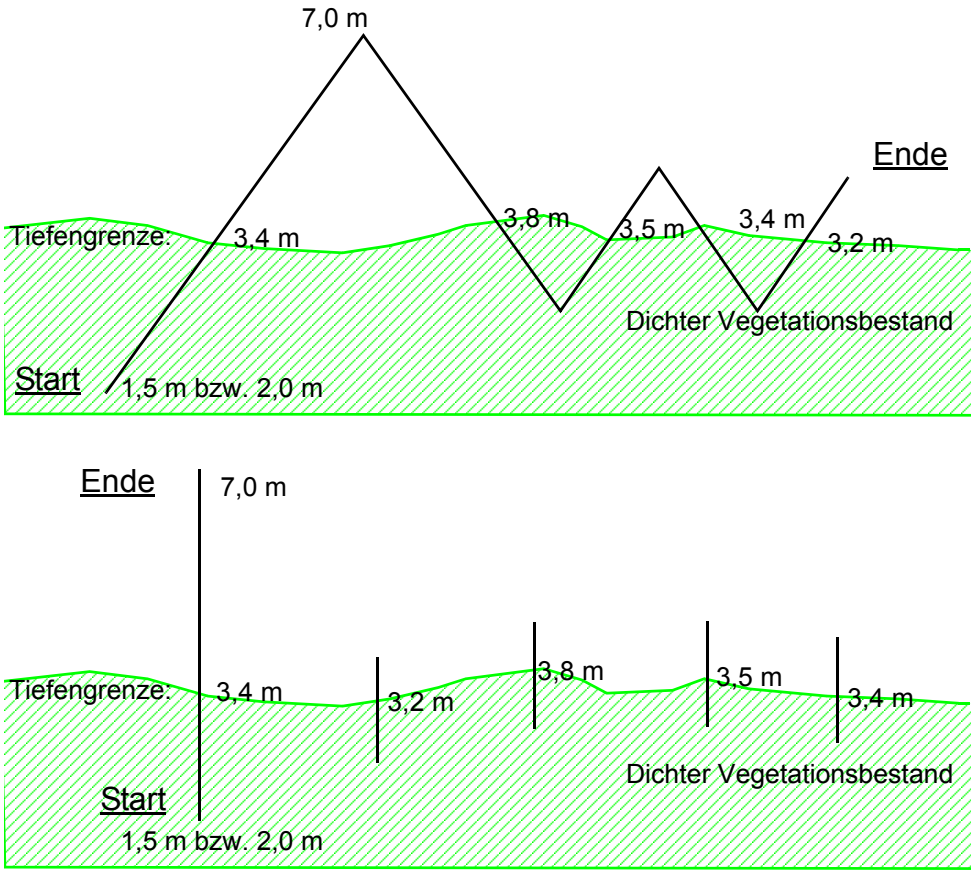


Abbildung 3-2 Möglicher Verlauf der Tiefengrenzenerfassung.

In der Praxis kann es vorkommen, dass innerhalb des abgedeckten Küstenabschnitts nicht für alle Transekte ein dichter Bestand zu erfassen ist (Bedeckung liegt unter 10 % oder die Art fehlt). Ist dies bei mehr als zwei Transekten der Fall, muss die Untersuchung an einer anderen, besser geeigneten Stelle erneut durchgeführt werden.

Tauch- und Videokartierung haben je nach Standortausprägung und Erfassungsart Vor- und Nachteile. An Stationen mit geringer Tiefenzunahme sind sehr lange Transekte zu kartieren, die tauchtechnisch nicht mehr kontinuierlich zu erfassen sind. An Transekten mit starker Küstenneigung ist dagegen die Videomethode nicht gut geeignet, da starke Tiefenunterschiede zwischen Boot und geschleppter Kamera existieren, die Korrekturen der im Videobild angezeigten Tiefenangabe (die der Echolottiefe des Bootes entspricht) erforderlich machen. Außerdem sind einige *Fucus*-Bestände in so geringen Wassertiefen ausgebildet, dass der Einsatz eines vom Boot geschleppten Videosystems nicht möglich ist. Stationen an, denen die Tiefengrenze mittels Tauchkartierung zu beproben sind, wurden in der Stationstabelle des Kapitels 9.1 entsprechend markiert.

Für jede Station der Tiefengrenzenerfassung sind spezifische Kenndaten zu erfassen, die sowohl die örtlichen Gegebenheiten als auch die Probenahmebedingungen beschreiben sollen und einen späteren Pegelabgleich möglich machen:

- Name der Station, Kurzbezeichnung
- Name des Wasserkörpers
- Name des/r Probennehmer/s
- Koordinaten der Station/Transekt: am Startpunkt und Endpunkt des Transekts, das den größten Tiefenbereich abdeckt
- Wassertiefe der Station/Transekt: am Startpunkt und Endpunkt des Transekts, das den größten Tiefenbereich abdeckt
- Datum, Uhrzeit (UTC)
- Wind-, Wetter- und Seegangsverhältnisse
- Secchi-Tiefe (Angabe in Meter, Genauigkeit: 1 dm)
- Besonderheiten (anthropogene Beeinflussung, etc.)

Diese Kenndaten stellen ebenfalls verpflichtende Angaben bei der Abgabe der Monitoringdaten an die Landesämter dar. In jedem Fall sind die zu erhebenden Daten mit der SOP und den Vorgaben der Landesämter (Templates für Datenabgabe) abzugleichen.

Videotransekte sollten erst im Anschluss an die Felduntersuchungen ausgewertet werden, da so die Datenqualität deutlich höher liegt als bei einer direkten Auswertung parallel zur Aufnahme.

Bei Tauchtransekten sind Bedeckungen von *Zostera marina*, *Fucus serratus* und *F. vesiculosus* sowie von Weich- und Hartboden direkt zu protokollieren. Zur Abschätzung der Bedeckungen wird die von Black (1979) entwickelte und von Breuer (1989) verfeinerte Schätzskala für Dichtestufen verwendet, die definierte Bedeckungsintervalle abdeckt (Tabelle 3-1).

Tabelle 3-1 Schätzskala für die Bedeckungsdichtestufen.

Dichtestufe	Bedeckungsintervall [%]	Intervallmittelwerte [%]
0	0	0
1	< 10	5
2	[10-25)	17,5
3	[25-50)	37,5
4	[50-75)	62,5
5	[75-100)	87,5
6	100	100

Die Tiefendaten, an denen sich der Bedeckungsgrad von *Zostera marina* bzw. der *Fucus*-Arten ändert, sind tabellarisch festzuhalten. Dabei sind, wie in Abbildung 3-2 dargestellt auch die Bereiche unterhalb der eigentlichen Tiefengrenze zu protokollieren, und zwar hinsichtlich möglicher Bedeckungsänderungen von Weich- und Hartboden, um substratbedingte Tiefengrenzwerte auszuschließen.

3.4 Erhebung der Bedeckungswerte und Biomasseproben

Bedeckung und Biomasseproben werden durch Tauchuntersuchungen erfasst. Sie werden in den Tiefenbereichen mit den jeweils dichtesten Biotopvorkommen durchgeführt. Diese Tiefenbereiche variieren je nach Station leicht, so dass die Angaben in Tabelle 3-2 lediglich als grobe Richtschnur für die Tauchgangsplanung anzusehen sind. Die angegebenen Tiefenbereiche können je nach Station teilweise mehrere hundert Meter breite küstenparallele Streifen umfassen. Deshalb wird nicht der komplette Tiefenbereich untersucht, sondern lediglich eine geeignete Position innerhalb des Tiefenbereiches.

Tabelle 3-2 Tiefenbereichsangaben für die Tauchuntersuchungen in den verschiedenen Biotopen.

Seegras	2-4 m – in einem Bereich, in dem mindestens 75 % Weichboden vorhanden ist
Fucus	1-3 m – in einem Bereich, in dem mindestens 25 % Hartboden vorhanden ist
Rotalgen	5-8 m – in einem Bereich, in dem mindestens 25 % Hartboden vorhanden ist, wobei der Hartboden aus Blöcken und größeren Steinen bestehen sollte

Die Tauchuntersuchungen folgen der Standardarbeitsanweisung „TOP_4b_SOP_ Makrophytobenthos_Rahmenbeprobung_Sublitoral_v01“ von 2009 weshalb die zu leistenden Untersuchungen entsprechend kurz skizziert sind.

Für jede Station sind spezifische Kenndaten zu erfassen, die sowohl die örtlichen Gegebenheiten als auch die Probenahmebedingungen beschreiben sollen:

- Name der Station, Kurzbezeichnung
- Name des Wasserkörpers

- Name des/r Probennehmer/s
- Koordinaten der Station
- Wassertiefe der Station (Angabe in Meter, Genauigkeit: 1 dm)
- Datum, Uhrzeit (UTC)
- Wind-, Wetter- und Seegangsverhältnisse
- Secchi-Tiefe (Angabe in Meter, Genauigkeit: 1 dm)
- Besonderheiten (anthropogene Beeinflussung, etc.)

Diese Kenndaten stellen ebenfalls verpflichtende Angaben bei der Abgabe der Monitoringdaten an die Landesämter dar. In jedem Fall sind die zu erhebenden Daten mit der SOP und den Vorgaben der Landesämter (Templates für Datenabgabe) abzugleichen.

Die Substrat- und Vegetationsverhältnisse sind an jeder Station in einem Bereich von ungefähr 20 m^2 zu erfassen. Idealerweise wird eine Transektleine 10 m weit ausgelegt und eine 1 m breite Fläche beiderseits der Leine abgetaucht. Dabei ist zu beachten, dass für die Substratklassen im Minimum die standardisierten Angaben aus der SOP (DIN EN ISO 14688-1) zu verwenden sind und andere Klasseneinteilungen nur dann angewendet werden sollten, wenn eine Rückführung auf diese Klassen möglich ist. Alle Angaben erfolgen in Prozent. Die Prozentwerte werden auf 5 % Genauigkeit angegeben. Einzelpflanzen, die weniger als 5 % Bedeckung einnehmen, wird standardmäßig die Angabe 0,5 % zugewiesen. Es sind mehrere Übersichtsfotos zur Dokumentation des Biotops aufzunehmen.

Im Anschluss an die Stationsbeschreibung werden fünf Rahmen innerhalb dieser 20 m^2 verteilt, wobei die Platzierung des Rahmens nicht zufällig, sondern gezielt auf dicht bewachsene Flächen erfolgt. Die Rahmengröße unterscheidet sich je nach Biotoptyp. Für das Seegrasbiotop ist ein 1 m^2-Rahmen, für das *Fucus*- und Rotalgenbiotop ein 0,25 m^2-Rahmen zu verwenden. Die Substrat- und Vegetationsverhältnisse werden für jeden Rahmen protokolliert, und es ist von jedem Rahmen ein Foto anzufertigen. Es gelten die gleichen Grundlagen für die Angaben zu Substrat und Bedeckung (Sedimentklassen, Prozentangaben und Genauigkeit) wie für die Stationsbeschreibung.

Erst nach Protokollierung aller Daten aus dem Rahmen wird aus jedem Rahmen eine Unterprobe (¼ der Rahmenfläche) für die Biomasseanalyse entnommen. Für die Biomassebestimmung im Seegras wird also eine Fläche von 0,25 m^2 abgeerntet und für *Fucus* und Rotalgen eine Fläche von 0,0625 m^2. Ist nicht die gesamte Fläche des Probenrahmens mit Vegetation bewachsen ist die Unterprobe im dichtesten Bewuchs zu entnehmen. Dazu werden die Pflanzenteile mit einem Spachtel und/oder Messer vom Untergrund getrennt und in einen markierten Sammelbeutel überführt. Durch die Markierung der Sammelbeutel ist gewährleistet, dass die Biomasseunterproben mit dem entsprechenden Probenrahmen und den darin bestimmten Bedeckungsgraden später verknüpft werden können.

Die Proben werden an Bord aus den Sammelbeuteln in Gefrierbeutel übertragen. Die Gefrierbeutel sind eindeutig zu beschriften und mit einem entsprechend beschrifteten

Innenzettel zu versehen. Die Proben sind gekühlt bis zur Bearbeitung aufzubewahren und müssen entweder innerhalb von 24 h im Labor bearbeitet oder bis zur späteren Bearbeitung eingefroren werden.

Ist an einer Station der Makrophytenbestand kleiner als 10 % ist lediglich eine Sammelprobe zu entnehmen. Ist gar kein Makrophytenbestand vorhanden ist dies entsprechend zu protokollieren.

4 Auswertung

4.1 Tiefengrenzen

Bei der Videokartierung müssen die Aufnahmen erst ausgewertet werden, bevor die Tiefengrenzenberechnung erfolgen kann. Anhand der im Videobild eingeblendeten bzw. geloggten GPS- und Echolotdaten werden die Videobilder hinsichtlich der Bedeckung von *Zostera marina*, *Fucus serratus* und *F. vesiculosus* sowie bezüglich der Bedeckung von Weich- und Hartboden ausgewertet. Zur Abschätzung der Bedeckungen wird die in Kapitel 3.3.1, Tabelle 3-1 aufgeführte Schätzskala für Dichtestufen verwendet, die auch für die Tauchkartierung benutzt wird.

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. der *Fucus*-Arten ändert, sind ebenso wie die entsprechenden Tiefendaten dieser Positionen tabellarisch festzuhalten (Abbildung 4-1).

Gelting Videotransekt 4

Uhrzeit	Breite	Länge	Entfernung [m]	Entfernung [lfd. m]	Tiefe [m]	Zostera	Mytilus	Fucus serratus	Fucus vesiculosus	Laminaria	Rotalgen	Grünalgen	Driftalgen	Sand	Steine
16:39:05	54°46,679'N	009°53,435'E	0	0	5,4	0	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	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	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	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	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	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	0	1	2	3	2	1

Abbildung 4-1 Beispiel einer Videoauswertetabelle. Die für BALCOSIS relevanten Spalten sind grün eingefärbt.

Bei der Tauchkartierung liegt eine ähnliche Tabelle (ohne die genauen Positionen, Uhrzeiten und Entfernungen zwischen Erfassungspunkten) bereits direkt nach der Felduntersuchung vor, so dass die weiteren Schritte zwischen Video- und Tauchkartierung identisch sind.

Diese Bedeckungswerte müssen auf die zur Verfügung stehende geeignete Substratfläche umgerechnet werden, für *Zostera marina* also auf die zur Verfügung stehende Weichbodenbedeckung und für *Fucus* spp. auf die zur Verfügung stehende Hartsubstratbedeckung.

Da die Bedeckung durch Dichtestufen zugewiesen wird, werden Intervalle abgedeckt (z. B. 10-25 % oder 75-100 %). Die Umrechnung kann unter diesen Umständen nur unter Verwendung der Klassenmitten der Wertebereiche erfolgen, auch wenn durch ungleich breite Intervalle so ein statistischer Fehler entsteht.

Beispiel

In der unten farbig markierten Zeile nimmt die *Fucus serratus*-Bedeckung den Bedeckungsrad 3 (Intervall 25-50 %) ein. Die Hartsubstratbedeckung erhält an gleicher Stelle den Wert 4 (Intervall 50-75 %). Unter Verwendung der Klassenmitten dieser Intervalle und durch Anwendung eines Dreisatzes (Klassenmitte Bedeckung *Fucus* spp. 37,5% ÷ Klassenmitte Bedeckung Hartsubstrate 62,5 × 100) besitzt die Summe der *Fucus*-Bedeckung somit eine Bedeckung von 60 % bezogen auf das zur Verfügung stehende Hartsubstrat.

Uhrzeit	Breite	Länge	Entfernung [m]	Entfernung [lfd. m]	Tiefe [m]	Fucus serratus	Fucus vesiculosus	Steine	Substratspezifische Bedeckung: Fucus serratus	Fucus vesiculosus	Fucus spp.
16:39:05	54°46,679'N	009°53,435'E	0	0	5,4	0	0	0	0	0	0
16:40:09	54°46,660'N	009°53,416'E	49,9	49,9	5,1	1	0	4	8	0	8
16:40:44	54°46,647'N	009°53,408'E	26,2	76,1	4,1	3	0	4	60	0	60
16:41:39	54°46,623'N	009°53,404'E	26,4	122,2	3,0	3	2	5	43	20	63
16:41:59	54°46,612'N	009°53,404'E	21,1	143,3	2,8	1	2	3	13	47	60
16:43:55	54°46,579'N	009°53,361'E	105,8	249,1	2,1	0	3	4	0	60	60

Als bewertungsrelevant gilt die 10 %-Bedeckungsgrenze. Fällt die substratspezifische Bedeckung unter 10 % - sind also nur Einzelpflanzen vorhanden – gehen deren Tiefenwerte nicht in die Bewertung ein. In obiger Beispieltabelle ist der Tiefenwert von 4,1 m die bewertungsrelevante Tiefengrenze des Transektes, da dies die größte Tiefe ist, an dem die substratspezifische Bedeckung von *Fucus* spp. die 10 %-Grenze überschreitet.

4.2 Biomasseauswertung

Die Bearbeitung der Biomasseproben ist ebenfalls nach den Angaben der Standardarbeitsanweisung „TOP_4b_SOP_Makrophytobenthos_Rahmenbeprobung_Sublitoral_v01“ von 2009 durchzuführen. Deshalb sind die zu leistenden Auswertungen im Folgenden nur kurz skizziert.

Die Biomasseproben werden vorsichtig aufgetaut. Alle enthaltenen Taxa werden nach Möglichkeit bis zur Art bestimmt und nach Arten getrennt auf Fließpapier aufgebracht um überschüssige Feuchtigkeit aufzunehmen. Danach werden die einzelnen Taxa in Schalen geeigneter Größe überführt, deren Leergewicht (Tara) zuvor bestimmt wurde. Die Schalen mit den Pflanzenarten werden anschließend bei 60°C im Trockenschrank bis zur Gewichtskonstanz (im Minimum 24 h) getrocknet. Danach wird das Trockengewicht jeder Art bestimmt. Die Messung erfolgt in Gramm mit einer Nachkommastelle. Die verschiedenen Gewichtsmessungen (Gewicht der Schalen, Trockengewicht) werden in ein Protokoll eingetragen. Von den gemessenen Trockengewichtswerten muss das Gewicht der jeweiligen Schalen abgezogen werden, um die Netto-Trockengewichtswerte zu erhalten. Für Arten, deren Trockengewicht unterhalb dieser Nachweisgrenze liegt, wird standardmäßig der Wert 0,05 g (Hälfte der

unteren Nachweisgrenze) zugewiesen, um zu gewährleisten, dass diese Arten bei weiteren Berechnungen nicht entfallen. Nach der Biomassebestimmung liegen Biomassewerte für einzelne Taxa aus jeweils 5 Parallelen vor. Diese Biomassewerte beziehen sich auf die jeweils beprobte Fläche. Sie werden auf 1 m^2 hochgerechnet. Anhand dieser Biomassewerte können dann die Biomasseverhältnisse der Opportunisten bzw. *Furcellaria lumbricalis* gebildet werden.

Für Sammelproben erfolgt keine Biomasseanalyse, es ist ausschließlich die Taxazusammensetzung zu bestimmen.

5 Bewertung

5.1 Tiefengrenzen von *Zostera marina* oder *Fucus* spp.

Bei fünf Transekten pro Wasserkörper liegen maximal fünf Tiefengrenzwerte aus den Video- bzw. Taucherhebungen vor. Die so ermittelten Tiefengrenzen sind mit den Pegelständen des jeweiligen Probenahmetages und der Uhrzeit zu korrigieren, bevor sie für die Bewertung herangezogen werden können.

Die Rohdaten der Pegelstände sind unter https://www.pegelonline.wsv.de bis zu 30 Tage nach Erfassung kostenfrei abrufbar. Geprüfte Werte bzw. ältere Zeitreihen können bei der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) abgefragt werden. Für die Pegelkorrektur wählt man den zur BALCOSIS-Messstation nächstgelegenen Pegelort aus. Sollte an diesem zum erforderlichen Zeitpunkt keine Daten verfügbar sein, ist dies zu vermerken und als Pegelort der „über"nächstgelegene Standort auszuwählen. Der Pegelmesswert (PMW) des entsprechenden Probenahmetages und der Uhrzeit zu Beginn der Tiefengrenzenmessung wird erfasst und mit dem Pegelnullpunkt (PNP) des Pegelorts verrechnet, um die Wasserstandsdifferenz (WSD) zu erhalten:

WSD = PNP + PMW (Genauigkeit: 0,1 m)

Mit Hilfe dieser Wasserstandsdifferenz (WSD) können die pegelkorrigierten Tiefengrenzen (TG_{korr}) auf Basis der im Feld gemessenen Tiefengrenzen (TG_{gem}) berechnet werden:

$TG_{korr} = TG_{mes}$ - WSD (Genauigkeit: 0,1 m)

Beispiel

Pegelort: *Schleimünde SP*
Datum: *09.02.2015*; Uhrzeit: *9:00 Uhr*
Pegelmesswert (PMW): *461 cm = 4,61 m*
Pegelnullpunkt (PNP): *-5,003 m. ü. NHN (Normalhöhennull)*
Wasserstandsdifferenz (WSD) = PNP + PMW = *-5,003m + 4,61m = -0,393m → WSD (gerundet) = -0,4m*
gemessenen Tiefengrenzen (TG_{gem}): *4,5m; 4,8m; 4,2m; 5,1m; 5,0m*
pegelkorrigierte Tiefengrenzen (TG_{korr}) = TG_{gem} - WSD = *4,9m; 5,2m; 4,6m; 5,5m; 5,4m*

Aus den pegelkorrigierten Tiefengrenzen wird die bewertungsrelvante Tiefengrenze als Mittelwert (MW) dieser Werte bestimmt. Sollten nicht fünf Grenzwerte vorliegen (z. B. weil die Bestände vor Ort zu klein waren und so ein Transekt kein Seegras bzw. *Fucus* spp. aufwies), wird der Mittelwert aus der reduzierten Anzahl an Werten gebildet. Ein einzelnes Transekt ohne Seegras bzw. *Fucus* spp.-Vorkommen geht also NICHT mit 0,0 m in die Mittelwertbildung ein. Nur wenn an einer Bewertungsstation *Fucus*- oder Seegrasvorkommen historisch beschrieben sind, die Tiefengrenzenkartierung aber für alle fünf Transekte keine Vorkommen über 10% Bestandsdichte ermitteln kann, wird der Parameter mit 0,0 m und einem EQR von 0 bewertet.

Durch Anwendung des 5-stufigen Bewertungssystems (Tabelle 2-2 und Tabelle 2-5) können die berechneten Mittelwerte einer ökologische Zustandsklasse zugeordnet werden.

Beispiel: *Tiefengrenzen*

		TG_{korr} [m]*				
Großgruppe	**Taxon**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Magnoliophyta	*Zostera marina*	5,2	5,2	4,2	4,7	4,6
MW: 4,8 m – mäßiger Zustand						

		TG_{korr} [m]*				
Großgruppe	**Taxon**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Phaeophyceae	*Fucus spp.*	3,5	3,0	2,8	3,0	–
MW: 3,1 m – unbefriedigender Zustand						

*Messgenauigkeit 0,1 m

5.2 Biomasseanteile von opportunistischen Algen oder *Furcellaria lumbricalis*

Bei fünf beprobten Sammelrahmen pro Station liegen bis zu fünf Ergebnislisten mit artspezifischen Trockengewichten vor. Berechnet wird der Biomasseanteil, den die Opportunisten bzw. *Furcellaria lumbricalis* an der Gesamtbiomasse haben. Für *Furcellaria lumbricalis* kann der Biomasseanteil direkt für jede Probe bestimmt, für die opportunistischen Algen muss deren Biomasse erst für jede Probe aufsummiert werden, bevor ihr prozentualer Anteil pro Probe bestimmt wird. Im Anschluss wird aus diesen maximal fünf Biomasseanteilen der Mittelwert bestimmt.

Durch Anwendung der 5-stufigen Bewertungssysteme (Tabelle 2-4 und Tabelle 2-9) können die berechneten Mittelwerte einer ökologische Zustandsklasse zugeordnet werden.

Beispiel: *Biomasseanteil opportunistischer Algen* im Seegrasbiotop

		Trockengewicht [g/m²]*				
Großgruppe	**Taxon**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Chlorophyceae	*Cladophora*	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Phaeophyceae	*Pylaiella littoralis*	66,8	71,2	55,2	55,6	50,0
Rhodophyceae	*Ceramium tenuicorne*	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
	Ceramium virgatum	1,2	1,6	2,4	0,4	0,05
	Coccotylus truncatus	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
	Phycodrys rubens	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Magnoliophyta	*Zostera marina*	193,6	243,2	152,4	128,4	409,2
Gesamtbiomasse		**261,6**	**316,0**	**210,1**	**184,4**	**459,7**
Biomasse Opportunisten		**68,1**	**72,9**	**57,7**	**56,1**	**50,2**
Anteil Opportunisten (%)**		**26**	**23**	**28**	**30**	**11**
MW: 24 % – mäßiger Zustand						

*Messgenauigkeit 0,1 g; für Taxa unterhalb dieser Schwelle wird standardisiert 0,05 g verwendet

** Anteilsberechnung auf 1 % Genauigkeit; für Anteile unterhalb dieser Schwelle wird standardisiert 0,5 % verwendet

Ist an einer Station der Makrophytenbestand so gering (< 10 %), dass nur eine Sammelprobe oder gar keine Makrophyten beprobt werden konnten, wird die Parameterbewertung auf schlecht mit EQR 0 gesetzt.

5.3 Dominanz (substratspezifische Bedeckung) von *Fucus* spp.

Bei fünf beprobten Sammelrahmen pro Station liegen bis zu fünf Bedeckungswerte für *Fucus* spp. vor. Zur Berechnung der Dominanz werden die Bedeckungswerte von *Fucus serratus* und *F. vesiculosus* jedes Sammelrahmens aufsummiert und mit der Hartsubstratbedeckung (Blöcke, Steine) aus jedem Rahmen verrechnet (Bedeckung *Fucus* spp. ÷ Bedeckung Hartboden × 100). Anschließend wird der Mittelwert aus diesen fünf (substratspezifischen) *Fucus*-Bedeckungen gebildet. Die Brauntange können neben Blöcken und Steinen auch auf Kies, Mergel oder Miesmuscheln wachsen, so dass sich bei der Berechnung Werte > 100 % substratspezifischer Bedeckung ergeben können, solche Werte gehen per Definition mit 100 % Bedeckung in die Mittelwertberechnung ein.

Durch Anwendung des 5-stufigen Bewertungssystems (Tabelle 2-6) kann der berechnete Mittelwert einer ökologische Zustandsklasse zugeordnet werden.

Beispiel

		Bedeckungsgrade [%]*				
Großgruppe	**Taxon**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Chlorophyceae	*fädige Grünalgen*	0	0	5	0,5	0
Phaeophyceae	*fädige Braunalgen*	0,5	0	0	0	5
	Fucus serratus	100	10	15	20	80
	Fucus vesiculosus	0	0	55	0	0
Rhodophyceae	*Ahnfeltia plicata*	0	0	0	15	10
	Furcellaria lumbricalis	0	55	0	5	10
	fädige Rotalgen	0	15	0	5	0,5

		Bedeckungsgrade [%]*				
Sediment	**Typ**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
	Hartboden	100	65	75	50	100
	Weichboden	0	35	25	50	0

Dominanz (Substratspezifische Bedeckung) *Fucus* spp. (%)	**100**	**15**	**93**	**40**	**80**

MW: 66 % – guter Zustand

*Messgenauigkeit 5 %; für Taxa unterhalb dieser Schwelle wird standardisiert 0,5 % verwendet

Ist an einer Station der Makrophytenbestand so gering (< 10 %), dass nur eine Sammelprobe oder gar keine Makrophyten beprobt werden konnten, wird die Parameterbewertung auf schlecht mit EQR 0 gesetzt.

5.4 Artenreduktion

Als Basis für die Bewertung des Artenspektrums werden neben den Biomasseproben auch die Bedeckungsabschätzungen im Sammelrahmen und die Transektbeschreibung verwendet. Die Arten, die zu den repräsentativen Arten gehören, werden für diesen Tiefenbereich markiert und gezählt, wobei Arten, die in allen drei Datenerhebungen auftauchen nur einfach gezählt werden. Berechnet wird, wie viele Arten der Referenzartenliste an der Station fehlen (als Anteil in Prozent).

Durch Anwendung des 5-stufigen Bewertungssystems (Tabelle 2-8) kann der berechnete Wert einer ökologische Zustandsklasse zugeordnet werden.

Beispiel

Transekt Großgruppe	Taxon	Bedeckung [%]**
	fädige Algen	40
	Driftalgen	25
	Epiphyten	40
Phaeophyceae	*Chorda/Halosiphon*	0,5
Rhodophyceae	*Coccotylus/Phyllophora*	65
	Delesseria sanguinea	25
	Furcellaria lumbricalis	5
Magnoliophyta	*Zostera marina*	0,5

Sammelrahmen		Bedeckung [%]**				
Großgruppe	**Taxon**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Rhodophyceae	*Coccotylus/Phyllophora**	100	90	90	90	100
	Cystoclonium purpureum	0,5	15	15	0	0
	*Delesseria sanguinea**	25	15	25	15	10
	fädige Rotalgen	60	35	10	20	10
	*Furcellaria lumbricalis**	0	10	0	0	0

Biomasseproben		Trockengewicht [g/m²]***				
Großgruppe	**Taxon**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Phaeophyceae	*Ectocarpus siliculosus*	0,0	0,05	0,0	0,0	0,05
Rhodophyceae	*Aglaothamnion/Callithamnion*	1,6	0,0	0,05	3,2	0,05
	Ceramium tenuicorne	0,0	0,05	0,05	0,05	0,05
	Ceramium virgatum	25,6	6,4	6,4	6,4	0,05
	*Coccotylus truncatus**	225,6	75,2	164,8	336,0	296,0
	*Cystoclonium purpureum**	24,0	16,0	4,8	0,05	0,09
	*Delesseria sanguinea**	44,8	107,2	14,4	41,6	17,6
	*Furcellaria lumbricalis**	17,6	65,6	9,6	0,05	0,0
	Membranoptera alata	0,05	3,2	0,0	0,0	0,05
	Phycodrys rubens	4,8	8,0	1,6	0,0	0,05
	*Phyllophora pseudoceranoïdes**	0,0	0,0	12,8	32,0	0,05
	Polysiphonia fibrillosa	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0
	Polysiphonia fucoides	1,6	9,6	11,2	3,2	0,05
	Polysiphonia stricta	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0
	Rhodomela confervoides	0,0	0,05	0,0	0,0	0,0
	Spermothamnion repens	0,0	0,0	32,0	0,05	0,05

8 Arten/Artengruppen vorhanden, 3 Arten/Artengruppen der Referenzliste fehlen

Artenreduktion: 27 % – mäßiger Zustand

*Art bereits berücksichtigt

**Messgenauigkeit 5 %; für Taxa unterhalb dieser Schwelle wird standardisiert 0,5 % verwendet

***Messgenauigkeit 0,1 g; für Taxa unterhalb dieser Schwelle wird standardisiert 0,05 g verwendet

5.5 Endwertbildung

Zur Bildung des Endwertes des BALCOSIS-Systems müssen die sieben Einzelparameter miteinander verrechnet werden. Da die Einzelparameter unterschiedliche Messgrößen bewerten (Biomasseanteile, Artenzahl, Tiefengrenzen) und unterschiedliche Klassengrenzen und Wertebereiche abdecken, müssen sie, bevor eine Verrechnung miteinander möglich ist, einheitlich auf ein Intervall von 0-1 normiert werden. Die Klassengrenzen für die Einzelparameter und die berechneten Bewertungsergebnisse werden dabei auf feste, vordefinierte Intervalle transformiert:

Klasse	Intervalle b
sehr gut	0,800 ≤ b ≤ 1,000
gut	0,600 ≤ b < 0,800
mäßig	0,400 ≤ b < 0,600
unbefriedigend	0,200 ≤ b ≤ 0,400
schlecht	0,000 ≤ b < 0,200

Zur Berechnung der normierten Werte ist folgende Gleichung zu verwenden:

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

P_{alt} = berechneter Parameterwerte (Mittelwerte)
P_{neu} = transformierter Parameterwert
P_{min} = untere Grenze der Klasse des Parameters
P_{max} = obere Grenze der Klasse des Parameters
G_{min} = untere Grenze der transformierten Klasse
G_{max} = obere Grenze der transformierten Klassse

Beispiel: *Zostera-Tiefengrenze*

Mittelwert der *Zostera*-Tiefengrenze: P_{alt} = 4,8 m – mäßiger Zustand

Untere Klassengrenze des mäßigen Zustands: P_{min} = 4,5 m bzw. normiert G_{min} = 0,400

Obere Klassengrenze des mäßigen Zustands: P_{max} = 6,9 m bzw. normiert G_{max} = 0,600

$$P_{neu} = 0{,}400 + (4{,}8 - 4{,}5) \times \frac{(0{,}600 - 0{,}400)}{(6{,}9 - 4{,}5)} = 0{,}425$$

Der transformierte Wert für den Bewertungsparameter beträgt somit 0,425. Da die transformierten Grenzen des mäßigen Bereiches von 0,400 bis 0,600 reichen, ist gut zu erkennen, dass der Wert dicht an der Grenze zum unbefriedigenden Bereich liegt.

Die so berechneten normierten Einzelwerte gehen alle in die Endbewertung ein, jedoch mit einer unterschiedlichen Gewichtung. Da für die *Zostera*-Tiefengrenze eine bessere wissenschaftliche Datenlage vorliegt, geht diese mit einer zweifachen Gewichtung in

das Endergebnis ein. Die Gesamtbewertung ergibt sich durch Bildung des Mittelwertes aus den gewichteten Einzelwerten (maximal acht Werte). Dieser Wert stellt gleichzeitig den EQR (Ecological Quality Ratio) dar, der nach Vorgabe der Landesämter mit drei Stellen nach dem Komma anzugeben ist. Sollten bestimmte Bewertungsparameter nicht erfasst worden sein (weil sie z. B. natürlicherweise nicht im Wasserkörper vorkommen), so ändert sich nichts am Gewichtungsverfahren. Der Mittelwert wird in diesem Fall aus einer entsprechend reduzierten Werteliste gebildet.

Da die Monitoringstrategie auf eine jährliche Beprobung aller Wasserkörper und Biotope ausgerichtet ist, ist eine Bewertung der Makrophyten für jeden Wasserkörper allein auf einer jährlichen Beprobung durchführbar. Diese Bewertungsroutine ist in Abbildung 5-1 schematisch dargestellt. Im linken Abschnitt sind die gemessenen Werte der einzelnen Parameter sowie die daraus transformierten Werte für jeden Bewertungsparameter angegeben. Im rechten Abschnitt sind die transformierten Werte in aufsteigender Reihenfolge angeordnet. Durch die zweifache Gewichtung der *Zostera*-Tiefengrenze enthält die Liste insgesamt acht transformierte Werte. Der Mittelwert bildet den Gesamtwert/EQR für den Wasserkörper.

Sind für spezifische Parameter mehrere Stationen pro Wasserkörper vorhanden und untersucht worden, werden die Werte aller beprobten Stationen berücksichtigt sofern die Stationen nicht als ungeeignet für die Bewertung angesehen werden (siehe Anhang 9.1).

Biotoptyp	Parameter	Messwerte	Normierung/ Gewichtung	Mittelwertbildung	Ökologischer Zustand
Seegras	Tiefengrenze *Zostera marina*	4,8 m	0,425 0,425	0,358 0,425 0,425 0,532 **MW: 0,547 →** 0,551 0,576 0,718 0,792	Sehr gut (0,800-1,000)
	Biomasseanteil Opp.	17 %	0,532		Gut (0,600-0,799)
Fucus	Tiefengrenze *Fucus* spp.	3,5 m	0,358		**Mäßig** **(0,400-0,599)**
	Dominanz	45 %	0,576		
Rotalgen	Biomasseanteil Opp.	15 %	0,551		Unbefriedigend (0,200-0,399)
	Artenreduktion	11 %	0,792		
	Biomasseanteil *Furcellaria lumbr.*	25 %	0,718		Schlecht (0,000-0,199)

Abbildung 5-1 Darstellung der Bewertungsroutine zur jährlichen Wasserkörperbewertung

Da die Übermittlung der Bewertung an die EU nur alle 6 Jahre erfolgt, wird zusätzlich zur Bewertung auf Basis einer einzigen jährlichen Datenerhebung auch eine Bewertung auf Basis der zurückliegenden 6-Jahreserhebungen durchgeführt („running mean“). Dies erfolgt in zwei Berechnungsvarianten:

- **parameterbasiert**: Es erfolgt zuerst eine Bewertung für jeden einzelnen Bewertungsparameter, indem der Mittelwert der Parameterwerte, die in der zurückliegenden 6-Jahresperiode erfasst wurden, berechnet wird. Im Anschluss erfolgt die 6-Jahresendwertbildung entsprechend dem oben dargestellten Schema durch Doppelgewichtung der *Zostera*-Tiefengrenze und Mittelwertbildung aus maximal acht Einzelwerten. Dieser Endwert ist nach momentanem Stand die offizielle Bewertung der 6-Jahresperiode.
- **jahresendwertbasiert**: Aus den Jahresendwerten, die in der zurückliegenden 6-Jahresperiode berechnet wurden, wird der Mittelwert als Endwert gebildet.

6 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 (gemessene Werte und transformierte Werte) sich für jeden einzelnen Bewertungsparameter im aktuellen Untersuchungsjahr ergeben,
- welche Ergebnisse (gemessene Werte und transformierte Werte) sich für jeden einzelnen Bewertungsparameter innerhalb der zurückliegenden 6-Jahresperiode ergeben,
- die Jahresendbewertung des aktuellen Untersuchungsjahres sowie
- die Endbewertung der zurückliegenden 6-Jahresperiode in 2 Versionen (parameter- und jahresendwertbasiert)

Besonderheiten, die sich bei Probenahme und/oder Auswertung ergaben, sollten aufgeführt werden. Eine Angabe welche *Fucus*-Arten vorkommen und falls mehrere vorhanden sind, welche dieser Arten die untere Verbreitungsgrenze markiert ist ebenfalls erforderlich. Darüberhinaus sollte auf Seegrasstationen, die einer hohen Exposition ausgesetzt sind hingewiesen werden, da dort die Erfassung des Biomasseanteils der Opportunisten methodisch nur bedingt möglich ist.

Es empfiehlt sich die Ergebnisse in Form von Steckbriefen der Wasserkörper darzustellen, die neben den eigentlichen Untersuchungsdaten auch allgemeine Kenndaten wie Sedimentcharakteristika oder Expositionsangaben enthalten. Ein Beispiel für einen solchen Wasserkörpersteckbrief findet sich im Anhang (9.2).

7 Aktueller Stand

Die in der Handlungsanweisung gemachten Angaben orientieren sich an den gültigen gesetzlichen Rahmenbedingungen und dem derzeitigen Stand der Wissenschaft. Sie ist deshalb als „living document“ anzusehen, das in spezifischen Abständen bei gegebenem Anlass zu aktualisieren ist. Deshalb ist es für künftige Bewertungen wichtig die Handlungsanweisung jeweils in ihrer aktuellen Version zu verwenden und die Versionsnummer (sowie den zeitlichen Stand) bei Abgabe der Daten anzugeben. Für die Interpretation früherer Bewertungen ist die Version der Handlungsanweisung, nach der die Bewertungen zu Stande kamen, zu berücksichtigen.

Die Handlungsanweisung sollte dabei nicht als reines Arbeitswerkzeug angesehen werden, das ohne fachliche Überprüfung und Beurteilung der Ergebnisse angewendet wird. Probleme oder Unstimmigkeiten bei der Bewertung bzw. scheinbare Fehlbewertungen sollten textlich erläutert und mit den Bewertungsergebnissen an die Landesämter übermittelt werden. Solche Probleme können bei der nächsten Aktualisierung der Handlungsanweisung behoben werden.

8 Referenzen

Bokn TL, Murray SN, Moy FE, Magnusson JB (1992) Changes in fucoid distribution and abundances in the inner Oslofjord, Norway: 1974-80 versus 1988-90. Acta Phytogeogr. Suec. 78: 117-124.

Breuer G, Schramm W (1988) Changes in the macroalgal vegetation of Kiel Bight (Western Baltic Sea) during the past 20 years. Kieler Meeresforsch. Sonderh. 6: 241-255.

Burt, JS, Masini RJ, Simpson CJ (1995) Light and *Posidonia sinuosa* seagrass meadows in the temperate coastal waters of Western Australia: I. Factors influencing water column light attenuation. A contribution to the Southern Metropolitan Coastal Waters Study (1991-1994), Perth, Department of Environmental Protection.

DIN EN ISO 14688-1 (2003) Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden. Book DIN EN ISO 14688-1. Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin.

Davison DM, Hughes DJ (1998) *Zostera* Biotopes (Volume 1): An overview of dynamics and sensitivity characteristics for conservation management of marine SACs. Scottish Association for Marine Sciences. (UK Marine SACs Project): 95 pp.

EU (2013) Commission Decision 2013/480/EU establishing, pursuant to Directive 2000/60/EC, the values of the Member State monitoring system classifications as a result of the intercalibration exercise and repealing Decision 2008/915/EC.

Fürhaupter K (2015, in Bearbeitung) Handlungsanweisung zum Monitoring in den inneren Küstengewässern der Ostsee nach den Vorgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie. Qualitätskomponente Makrophyten – PHYBIBCO-Verfahren.

Fürhaupter K (2013) WRRL-Monitoring in Schleswig-Holstein. Teil C: Evaluierung des Bewertungsmodells BALCOSIS. Überprüfung und Anpassung von Bewertungsparametern, Beprobungsstrategie und Bewertungsroutine. MariLim, Abschlussbericht für das LLUR-SH, Flintbek (unveröffent.).

Fürhaupter K, Meyer T (2009) Handlungsanweisung zum Monitoring in den äußeren Küstengewässern der Ostsee nach den Vorgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie. Qualitätskomponente Makrophyten – BALCOSIS-Verfahren (Version 2, 31. März 2009). MariLim, Abschlussbericht für das LANU-SH, Flintbek und das LUNG-MV, Güstrow (unveröffent.).

Fürhaupter K, Meyer T (2008) Handlungsanweisung zum Monitoring in den äußeren Küstengewässern der Ostsee nach den Vorgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie. Qualitätskomponenten – BALCOSIS-Verfahren (Version 1). MariLim, Abschlussbericht für das LANU-SH, Flintbek und das LUNG-MV, Güstrow (unveröffent.).

Haahtela I (1984) A hypothesis of the decline of the bladder wrack (*Fucus vesiculosus* L.) in SW Finland in 1975-1981. Limnologica (Berlin) 15: 345-350.

HELCOM (1999) Guidelines for monitoring of phytobenthic plant and animal communities. Annex C-9 for HELCOM Combine program.

Hoffmann C (1937) Die Pflanzenwelt der Schlei. In Neubaur R & Jaeckel S (eds) Die Schlei und ihre Fischereiwirtschaft, Teil 3. Schrift Nat. Ver. Schleswig-Holsteins 22: 230-248.

Hoffmann C (1952) Über das Vorkommen und die Menge industriell verwertbarer Algen an der Ostseeküste Schleswig-Holsteins. Kieler Meeresforsch. 9: 5-14.

Kangas P, Autio H, Hällfors G, Luther H, Niemi Å, Salemaa H (1982) A general model of the decline of *Fucus vesiculosus* at Tvärminne, south coast of Finland in 1977-1981. Acta Bot. Fenn. 188: 1-27.

Kautsky N, Kautsky H, Kautsky U, Waern M (1986) Decreased depth penetration of *Fucus vesiculosus* L. Since the 1940's indicates eutrophication of the Baltic Sea. - Mar. Ecol. Prog. Ser. 28:1-8.

Krüger K, Meyer PF (1937) Biologische Untersuchungen in der Wismarer Bucht. Ztschr. Fischerei 35: 665-703.

Malm T, Kautsky L, Engkvist R (2001) Reproduction, recruitment and geographical distribution of *Fucus serratus* L. in the Baltic Sea. Bot. Mar. 44: 101-108.

Malm, L Kautsky L (2003) Differences in life-history characteristics are consistent with the vertical distribution pattern of *Fucus serratus* and *Fucus vesiculosus* (Fucales, Phaeophyceae) in the central Baltic Sea. J. Phycol. 39: 880-887.

Reimers HC (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 Verlags-buchhandlung: 37-45.

Reinke J (1889) Algenflora der westlichen Ostsee deutschen Antheils. Eine systematischpflanzengeographische Studie. Bericht der Kommission zur Wissenschaftlichen Untersuchung der Deutschen Meere in Kiel 6: III-XI: 1-101.

Richtlinie 2000/60/EG (Wasserrahmenrichtlinie) des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik, in Kraft getreten am 22.12.2000.

Sarnighausen G (1955) Die Besiedlung der *Fucus*-Zone der Kieler Bucht und westlichen Ostsee. Dissertation, Universität Kiel.

Schories D, Selig U, Schubert H (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 S.

Schramm W, Nienhuis PH (ed) (1996) Marine benthic vegetation: recent changes and the effects of eutrophication. XIX, 470 p. Berlin, Springer-Verlag, 1996. (Ecological Studies, vol. 123).

Schubert H, Blümel C, Eggert A, Rieling T, Schubert M, Selig U (2003) Entwicklung von leitbildorientierten Bewertungsgrundlagen für innere Küstenge¬wässer der deutschen Ostseeküste nach der EU-WRRL. Forschungsbericht zum BMBF Projekt ELBO. FKZ 0330014: 1-109.

Schueller GH, Peters AF (1994) Arrival of *Fucus evanescens* (Phaeophyceae) in kiel Bight (Western Baltic). Bot. Mar. Vol. 37: 471-477.

Schwenke H (1966) Untersuchungen zur Marinen Vegetationskunde I. Über den Aufbau der marinen Benthosvegetation im Westteil der Kieler Bucht (westl. Ostsee). Kieler Meeresforschungen 22: 163-170.

Sommer U (1998) Biologische Meereskunde. Springer Verlag Berlin Heidelberg 1998: 475 pp.

Vogt H, Schramm W (1991) Conspicuous decline of *Fucus* in Kiel Bay (Western Baltic): what are the causes? Mar. Ecol. Prog. Ser. 69: 189-194.

Wachenfeldt T, Kangas P, Waldemarsson S (1986) Changes in the littoral communities along the Baltic Sea coast. Baltic Sea Monitoring Symp. Balt. Sea Environ. Proc.19: 394-403.

Worm B, Lotze HK, Boström C, Engkvist R, Labanauskas V, Sommer U (1999) Marine diversity shift linked to interactions among grazers, nutrients and propagule banks. Mar. Ecol. Prog. Ser. 185: 309-314.

Worm B, Sommer U (2000) Rapid direct and indirect effects of a single nutrient pulse in a seaweed-epiphyte-grazer system. Mar. Ecol. Prog. Ser. 202: 283-288.

9 Anhang

9.1 Bewertungsstationen* für BALCOSIS

(* + = geeignet, 0 = nicht geeignet zur Bewertung, (T) Tiefengrenzenerfassung durch Taucher erforderlich)

Typ	Landesamt	Wasserkörper	Station	*Fucus*	Rotalgen	Seegras
B2	LLUR	Flensburger Innenförde	Schausende (SSE)	0	0	+
			Schausende Nord (SSN)	0	0	+
			Winzigerhuk (WIN)	+ (T)	0	0
			Holnis (HOL)	0	+	0
B3	LLUR	Geltinger Bucht	Gelting (GEL)	0	0	+
			Nieby (NIE)	+	+	+
			Kalkgrund (KAL)	0	+	0
		Außenschlei	Außenschlei (AUS)	+	+	+
		Eckernförder Bucht Rand	Booknis MBP (BOO)	+ (T)	+	
			Karlsminde (KAR)	0	0	+ (T)
			Altenhof (ALT)	0	0	+
			Langholz (LAN)	0	0	0
			Noer (NOE)	0	0	+
			Surendorf (SUR)	0	0	0
		Bülk	Bülk (BUE)	+ (T)	+	+
			Falkenstein (FAL)	0	0	+
		Probstei	Jägersberg (JAE)	0	0	0
			Laboe (LAB)	0	0	0
			Hohwacht (HOH)	0	+	0
			Behrensdorf (BEH)	+	+	+
		Putlos	Eitzgrund (EIT)	+	+	0
		Fehmarn Sund	Burg (BUR)	0	0	+
			Staberhuk (STH)	0	+	0
			Strukkamphuk (STR)	+	0	0
		Fehmarn Belt	Katharinenhof (KAT)	0	+	0
			Klausdorf (KLA)	+	+	0
			Puttgarden (PUT)	+	0	0
			Wallnau (WAL)	0	+	+
			Westermarkelsdorf (WMA)	+	+	
		Grömitz	Grömitz (GRO)	+	+	+
		Neustädter Bucht	Brodtener Ufer (BRO)	0	+	0
			Haffkrug (HAF)	0	0	+
			Neustadt (NST)	+ (T)	0	+
	LUNG	südl Mecklenburger Bucht (Westteil)	Kaltenhof (KAH)	0	0	+
			Klützhöved (KLU)	+	0	+
			Kühlungsborn (KUE)	0	0	+
			Meschendorf (MES)	+	+	0
			Travemünde (TRO)	0	0	0
		Südl. Mecklenburger Bucht (Ostteil)	Ahrenshoop (AHR)	0	0	0
		Prerowbucht	Hiddensee (HID)	+ (T)	+	0
			Zingst (ZIN)	0	0	+
		Nord- und Ostrügensche Gewässer	Binz (BIN)	+ (T)	+	0
			Dranske (DRA)	+	+	0
			Glowe (GLO)	+	+	+
			Lohme (LOH)	+ (T)	+	0
			Sassnitz (SAS)	+	+	0

Typ	Landesamt	Wasserkörper	Station	*Fucus*	Rotalgen	Seegras
	LUNG	Pommernbucht, Nordteil	Göhren (GOE)	+ (T)	+	0
			Thiessow (THI-1)	0	0	+ (T)
			Thiessow (THI-2)	0	0	+ (T)
		Pommernbucht, Südteil	Streckelsberg (STB)	0	0	0

9.2 Wasserkörper-Steckbrief

Wasserkörper	**Eckernförder Bucht, Rand**	**Küstengewässertyp**	B3
Codenummer	9610 07 07	**Flussgebietseinheit**	Schlei-Trave
Maximale Tiefe	25,0 m	**Fläche**	49,0 km2
Vorherrschende Sedimente	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		
Exposition	innerhalb der eigentlichen Eckernförder Bucht ist die Küste mäßig exponiert, an den Randbereichen (Booknis, Dänisch Nienhof) dagegen jedoch nach Osten exponiert		
Anthropogene Beeinflussung	Hafenanlage, Sportboothäfen, Campingplätze		

Bearbeitung

	Seegras	Fucus	Rotalgen
Bewertungsstationen	Karlsminde (KAR) - 5 Transekte Karlsminde (KAR) - 5 Proben	Booknis (BOO) - 5 Transekte Booknis (BOO) - 5 Proben	- Booknis (BOO) - 5 Proben

Ergebnisse (Messwerte und normierte Werte) des aktuellen Jahres 2014

Bewertungsfaktoren	Seegras	Fucus	Rotalgen
Bewertungsparameter	Tiefengrenze (m/EQR) 5,5 / 0,480 mäßig	Tiefengrenze (m/EQR) 0,9 / 0,220 unbefriedigend	
	Biomasse Opport. (%/EQR) <1 / 0,900 sehr gut	Dominanz (%/EQR) 60 / 0,567 mäßig	Biomasse Opport. (%/EQR) 17 / 0,530 mäßig
			Artenreduktion (%/EQR) 9 / 0,820 sehr gut
			Biomasse *Furcellaria* (%/EQR) <1 / 0,025 schlecht

Jahresendwert (EQR)	**0,503 - mäßig**

Bewertung (Messwerte und normierte Werte) des zurückliegenden 6-Jahreszeitraumes

6-Jahresperiode: 2009-2014	Tiefengrenze* *Zostera marina* (m/EQR)	Opportunisten im Seegrasbestand (%/EQR)	Tiefengrenze von *Fucus* spp. (m/EQR)	Dominanz von *Fucus* spp. (%/EQR)	Opportunisten im Phytal (%/EQR)	Artenreduktion (%/EQR)	Biomasseanteil *Furcellaria* (%/EQR)	Jahresendwerte (EQR)	
2009	4,5 / 0,400	0 / 1,000	2,7 / 0,310	23 / 0,294	3 / 0,756	18 / 0,640	<1 / 0,025	**0,478**	
2010	- / -	0 / 1,000	- / -	0 / 0,000	2 / 0,778	36 / 0,493	<1 / 0,025	**0,459**	
2011	6,9 / 0,592	<1 / 0,900	1,2 / 0,235	21 / 0,281	21 / 0,490	27 / 0,553	0 / 0,000	**0,455**	**6-Jahresendwert (jahreswertbasiert)**
2012	- / -	9 / 0,622	- / -	38 / 0,388	15 / 0,550	18 / 0,640	<1 / 0,025	**0,445**	
2013	5,3 / 0,464	1 / 0,800	1,0 / 0,225	88 / 0,914	34 / 0,382	18 / 0,640	<1 / 0,025	**0,489**	**0,472 mäßig**
2014	5,5 / 0,480	<1 / 0,900	0,9 / 0,220	60 / 0,567	17 / 0,530	9 / 0,820	<1 / 0,025	**0,503**	
Mittelwert (EQR)	**0,484**	**0,870**	**0,248**	**0,407**	**0,581**	**0,631**	**0,021**		

* doppelt gewichtet

6-Jahresendwert (parameterbasiert) **0,466 mäßig**

Anmerkungen

Es kommen sowohl *Fucus vesiculosus* als auch *Fucus serratus* vor, wobei die Tiefengrenze von *F. vesiculosus* bestimmt wird. *F. serratus* kommt mit Einzelpflanzen vor, die sogar bis in 6m Tiefe zu finden sind.

9.3 Bewertungsmodell

ökologischer Zustand	Seegras	*Fucus*	Rotalgen
sehr gut	**Tiefengrenze** ≥ 8,5 m (Referenzwert: 9,4 m) **Biomasseanteil opportunistischer Algen** ≤ 1 % (Referenzwert: 0,5 %)	**Tiefengrenze** ≥ 8,5 m (Referenzwert: 9,4 m) **Dominanz von *Fucus* spp.** ≥ 72 % (Referenzwert: 80 %)	**Biomasseanteil opportunistischer Algen** ≤ 1 % (Referenzwert: 0,5%) **Artenreduktion** ≤ 10%, ≥ 10 Arten | ≤ 10%, 7 Arten Referenzwert (11 Arten) | Referenzwert (7 Arten) **Biomasseanteil *Furcellaria lumbricalis*** ≥ 36 (Referenzwert: 40 %) | ≥ 85 (Referenzwert: 95 %)
gut	**Tiefengrenze** [7,0-8,5 m) **Biomasseanteil opportunistischer Algen** (1-10] %	**Tiefengrenze** [7,0-8,5 m) **Dominanz von *Fucus* spp.** [64-72) %	**Biomasseanteil opportunistischer Algen** (1-10] % **Artenreduktion** (10-20] %, 9 Arten | (10-20] %, 6 Arten **Biomasseanteil *Furcellaria lumbricalis*** [32-36) % | [76-85) %
mäßig	**Tiefengrenze** [4,5-7,0 m) **Biomasseanteil opportunistischer Algen** (10-30] %	**Tiefengrenze** [4,5-7,0 m) **Dominanz von *Fucus* spp.** [40-64) %	**Biomasseanteil opportunistischer Algen** (10-30] % **Artenreduktion** (20-50] %, [6-8] Arten | (20-50] %, [4-5] Arten **Biomasseanteil *Furcellaria lumbricalis*** [20-32) % | [47-76) %
unbefriedigend	**Tiefengrenze** [0,5-4,5 m) **Biomasseanteil opportunistischer Algen** (30-75] %	**Tiefengrenze** [0,5-4,5 m) **Dominanz von *Fucus* spp.** [8-40) %	**Biomasseanteil opportunistischer Algen** (30-75] % **Artenreduktion** (50-90] %, [1-5] Arten | (50-90] %, [1-3] Arten **Biomasseanteil *Furcellaria lumbricalis*** [4-20) % | [9-47) %
schlecht	**Tiefengrenze** < 0,5 m **Biomasseanteil opportunistischer Algen** > 75 %	**Tiefengrenze** < 0,5 m **Dominanz von *Fucus* spp.** < 8 %	**Biomasseanteil opportunistischer Algen** > 75 % **Artenreduktion** > 90 %, 0 Arten | > 90 %, 0 Arten **Biomasseanteil *Furcellaria lumbricalis*** < 4 % | < 9 %

Zu verwendende Artenlisten:

	Opportunisten	Artenreduktion	
		B3b-Wasserkörper/westlich der Darßer Schwelle	**B3a-Wasserkörper/östlich der Darßer Schwelle**
Chlorophyceae	*Chaetomorpha* *Cladophora* *Spongomorpha* *Ulva*		
Phaeophyceae	*Ectocarpus* *Pylaiella littoralis*	*Chorda filum/Halosiphon tomentosus* *Fucus serratus/Fucus vesiculosus* *Laminaria digitata/Saccharina latissima*	*Chorda filum/Halosiphon tomentosus* *Fucus serratus/Fucus vesiculosus* *Saccharina latissima*
Rhodophyceae	*Aglaothamnion* *Brongniartella byssoides* *Callithamnion corymbosum* *Ceramium* *Dasya baillouviana* *Gracilaria vermiculophylla* *Polysiphonia fibrillosa* *Polysiphonia fucoides* *Polysiphonia stricta* *Spermothamnion repens*	*Ahnfeltia plicata* *Coccotylus truncatus/Phyllophora pseudoc.* *Cystoclonium purpureum* *Delesseria sanguinea* *Furcellaria lumbricalis/Polyides rotundus* *Membranoptera alata* *Phycodrys rubens* *Rhodomela confervoides*	*Ahnfeltia plicata* *Coccotylus truncatus/Phyllophora pseudoc.* *Furcellaria lumbricalis* *Rhodomela confervoides*
Summe:	**16 Arten/Artengruppen**	**11 Arten/Artengruppen**	**7 Arten/Artengruppen**