



UNIVERSITÄT ROSTOCK

**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 B: Innere Küstengewässer Schleswig-Holstein**



erstellt durch:

Uwe Selig, Dirk Schories & Hendrik Schubert  
unter Mitarbeit von Mareike Mertens und Manfred Schubert  
Universität Rostock, Institut für Biowissenschaften, AG Ökologie  
Albert Einstein Str. 3, 18051 Rostock

28. Februar 2006

## Inhaltsverzeichnis

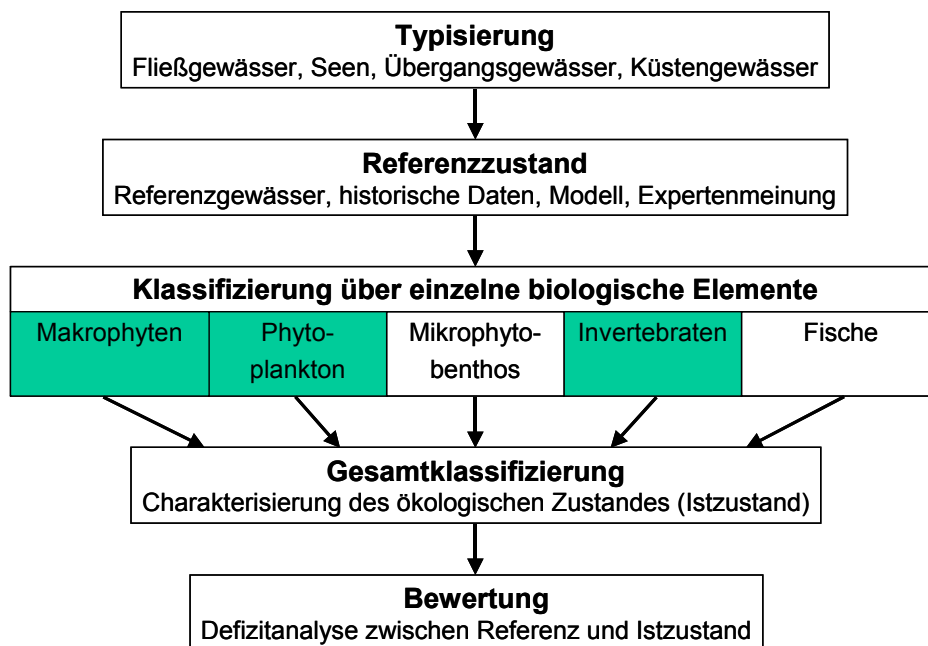
1	Einleitung.....	4
2	Charakterisierung der inneren Küstengewässer.....	6
2.1	Beschreibung der Gewässer - Morphometrie.....	6
2.1.1	Die Flensburger Förde.....	6
2.1.2	Schlei.....	7
2.1.3	Orther Bucht.....	8
2.1.4	Untertrave.....	8
2.2	Typisierung der Gewässer.....	9
3	Material und Methoden.....	11
3.1	Analyse historische Daten.....	11
3.2	Aktuelle Vegetationsaufnahmen.....	12
3.2.1	Vegetationsuntersuchungen.....	14
3.2.2	Sedimentanalysen.....	14
4	Referenzbedingungen.....	16
4.1	Analyse der historischen Daten zur Makrophytenverbreitung.....	19
4.1.1	Flensburger Binnenförde.....	19
4.1.2	Schlei.....	23
4.1.2.1	Äußere Schlei.....	24
4.1.2.2	Innere und mittlere Schlei.....	26
4.1.3	Orther Bucht.....	27
4.1.4	Untertrave.....	30
4.2	Ermittlung der historischer Verbreitungstiefen.....	32
4.3	Erarbeitung von Referenzzuständen.....	38
5	Istzustand.....	46
5.1	Artenspektrum und Verbreitungsgrenzen.....	46
5.1.1	Flensburger Binnenförde.....	48
5.1.2	Schlei.....	50
5.1.3	Orther Bucht.....	52
	Untertrave.....	54
5.2	Substratbeschaffenheit.....	57
5.3	Vegetationstypen.....	59
6	Anwendung des ELBO Klassifizierungsansatzes.....	67
6.1	Berechnung der Verbreitungsgrenzen für die fünf Bewertungsstufen.....	69
6.2	Ausfall von Pflanzengemeinschaften.....	74
6.3	Klassifizierungsansätze für die inneren Küstengewässer Schleswig- Holsteins.....	75
6.3.1	Flensburger Förde.....	76
6.3.2	Schlei.....	77
6.3.3	Orther Bucht.....	77
6.3.4	Untertrave.....	78
6.3.5	Verrechnung bzw. Wichtung der Einzelparameter im Klassifizierungsansatz.....	79
6.3.6	Einbeziehung von Neophyten in den Klassifizierungsansatz.....	79
6.4	Defizitanalyse, Handlungsbedarf.....	80
7	Zusammenfassung.....	81

## Kurzfassung

Im Rahmen des Forschungsprojektes „Küstengewässer-Klassifizierung deutsche Ostsee nach EU-WRRL“ erfolgte neben der Untersuchung der äußeren Küstengewässer der Deutschen Ostseeküste eine Evaluierung eines Bewertungsansatzes für die inneren Küstengewässer Schleswig-Holsteins. Dazu wurde der für die inneren Küstengewässer Mecklenburg-Vorpommerns entwickelte ELBO Ansatz auf seine Anwendbarkeit überprüft. Hierzu erfolgte eine Auswertung vorhandener historischer Daten und die Analyse der rezenten Vegetation. Basierend auf diesen Ergebnissen kann festgestellt werden, dass die beiden Prämissen des ELBO Ansatzes – Rückgang der unteren Verbreitungsgrenzen und Ausfall von Pflanzengemeinschaften – die Degradation der submersen Vegetation auch in den schleswig-holsteinischen inneren Küstengewässern kennzeichnet. Die historischen Funde waren aber für alle Gewässer unzureichend, um aus diesen Daten einen Referenzzustand zu definieren. Darum war die Einbeziehung von Modellen und Expertenwissen erforderlich. Analog zu den Arbeiten im Rahmen des ELBO Projektes wurde für jedes Gewässer ein Referenzzustand festgelegt und die Degradation anhand des Rückganges der unteren Verbreitungsgrenzen (Zustand sehr gut bis mäßig) und den Ausfall von Pflanzengemeinschaften (Zustand mäßig bis schlecht) in einem fünfstufigen Klassifizierungsansatz beschrieben. Da für die Flensburger Binnenförde die Anwendung des pristinen Lichtmodells aufgrund des fehlenden Salzgradienten nicht möglich war, wird für dieses Gewässer die kalkulierte Verbreitungsgrenze für die Außenküste angesetzt. Weiterhin ist die Einbeziehung der Hartsubstratgemeinschaften zur Ermittlung der unteren Verbreitungsgrenzen erforderlich. Für die Orther Bucht wurde eine pristine (historische) Verbreitungsgrenze kalkuliert, welche unter der maximalen Gewässertiefe liegt. Somit ist eine Differenzierung zwischen dem sehr guten und guten Zustand nicht möglich. Hier wird eine Einbeziehung des vorgelagerten Fehmarnsund in die Untersuchungen vorgeschlagen, um die Tiefenverbreitungsgrenzen zu erfassen. Die vorliegenden Klassifizierungsansätze müssen noch den einzelnen ausgewiesenen Wasserkörpern angepasst werden. Dazu sind aber weitere hydrographische und morphometrische Daten zu den Wasserkörpern erforderlich, welche derzeit nicht ausreichend vorliegen.

# 1 Einleitung

Mit der Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 (EU-Wasserrahmenrichtlinie – WRRL) wird das Erreichen des guten ökologischen Zustandes aller Gewässer bis 2015 gefordert. Die Grundlage für die Umsetzung dieser Richtlinie ist die Klassifizierung der betreffenden Gewässer, auf deren Grundlage eine Einschätzung des ökologischen Zustandes erfolgen kann.



**Abbildung 1:** Fließschema zur Umsetzung der EU-WRRL. Grün unterlegt sind die Komponenten, die für die Klassifizierung von Küstengewässern zu berücksichtigen sind

Um diese Klassifizierung durchzuführen, müssen folgende Punkte berücksichtigt werden (Abb. 1):

1. Entsprechend den Vorgaben der EU-WRRL muss in einem ersten Schritt - der so genannten Typisierung - jeder Wasserkörper einem bestimmten Typ von Oberflächengewässer zugewiesen werden.
2. Nachfolgend müssen für jeden Typ spezifische Referenzbedingungen aufgestellt werden. Diese Bedingungen sollten den „sehr guten ökologischen Zustand“ abbilden; d. h. dies ist ein Zustand ohne oder mit nur geringfügigen anthropogenen Einflüssen.

3. Nach Identifizierung der Degradationserscheinungen in Abhängigkeit von den jeweiligen Belastungsarten und -intensitäten müssen die Grenzen zwischen den fünf ökologischen Zustandsklassen definiert werden.
4. Anhand dieses Klassifikationssystems erfolgt nun die Bewertung des ökologischen Zustandes der Gewässer anhand eines Vergleichs der aktuell ermittelten Werte mit denen des Referenzzustandes.

Im Rahmen dieses Forschungsprojektes erfolgt neben der Untersuchung der äußeren Küstengewässer eine Evaluierung des ELBO Ansatzes - welcher für die inneren Küstengewässer Mecklenburg-Vorpommerns erarbeitet wurde – für die inneren Küstengewässer Schleswig-Holsteins. Hier geht es um die Überarbeitung eines Bewertungsansatzes für die biologische Komponente Makroalgen/Angiospermen.

### Zielsetzung

Mit dem zweijährigen Forschungsprojekt werden folgende Ziele verfolgt:

1. Testung der Übertragbarkeit des Klassifizierungsansatzes der inneren Küstengewässer der Mecklenburg-Vorpommernschen Ostseeküste auf die typspezifischen Bedingungen der Ostseeküste Schleswig-Holsteins,
2. Versuch einer Ausdehnung des Gültigkeitsbereiches dieses Klassifizierungsansatzes auf die Gewässertypen der Außenküste sowohl Schleswig-Holsteins als auch Mecklenburg-Vorpommerns,
3. Anpassung des Monitoring-Programms und der behördlichen Gewässerüberwachung (Bund-/Länder-Messprogramm) für die deutsche Außenküste an die Anforderungen des entwickelten Klassifizierungsansatzes und den Monitoring-Anforderungen der EU-WRRL.

Im Rahmen dieses Berichtes (Teil B) soll auf den Komplex 1 eingegangen werden und die Ergebnisse zu den inneren Küstengewässern Schleswig-Holstein vorgestellt werden.

## 2 Charakterisierung der inneren Küstengewässer

### 2.1 Beschreibung der Gewässer - Morphometrie

Die inneren Küstengewässer Schleswig-Holsteins (Typ B2) unterscheiden sich hinsichtlich der Morphologie prinzipiell von den inneren Küstengewässern Mecklenburg-Vorpommerns. So werden die meisten Gewässer nicht oder nur durch kleinere Süßwasserzuflüsse gespeist und gehören dem Küstentyp „Förden“ an, welcher meist durch schmale und tiefe Zungenbecken geprägt ist (SCHLUNGBAUM & BAUDLER 2000). Förden sind relativ schmale und tiefe Meeresbuchten im westlichen Teil der südlichen Ostseeküste mit einem geringem Küstenausgleich (Flensburger Förde) oder relativ starkem Küstenausgleich (Schlei, Untertrave). Landseitig von Ausläufern der Endmoräne umrahmt, entstanden sie aus Gletscherzungenbecken des pleistozänen Glazialreliefs. Sie werden auch als „ertrunkene postglaziale Flusstäler“ bezeichnet. Alle Untersuchungsgebiete liegen im Schleswig-Holsteinischem Hügelland des Norddeutschen Jungmoränenlandes. In der Tabelle 1 sind die morphometrischen Kenngrößen der Gewässer zusammengestellt.

**Tabelle 1:** Morphometrische Kenngrößen der inneren Küstengewässer Schleswig-Holsteins  
Angaben aus SCHLUNGBAUM & BAUDLER (2000) sowie verschiedene Quellen  
\* für die Orther Bucht liegen keine Angaben vor

Gewässer	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Tiefe		Wasser- volumen [10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ]	Einzugsgebiet	
		mittl. [m]	max. [m]		Fläche [km <sup>2</sup> ]	davon Zuflüsse [km <sup>2</sup> ]
Flensburger Binnenförde	ca. 330 147	15	38 20	4.940 300	330	
Schlei	54	3	13	60		Füsinger Au: 243 Hüttener Au: 63
Kieler Förde	15	10	22	-	730-	Schwentine: 714
Orther Bucht*		1,5-2	3-4			
Untertrave	26	5,5	20	128	2665	Trave: 726 Wakenitz: 270 Schwartau: 223 Stepenitz: 701

#### 2.1.1 Die Flensburger Förde

Das Einzugsgebiet der Flensburger Förde liegt im Landschaftsraum Angeln. Die Flensburger Förde bildet auf einer Strecke von ca. 45 km das Grenzwassergebiet zwischen Dänemark und Deutschland. Die Förde hat eine Küstenlänge von insgesamt 200 km und eine Oberfläche von ca. 220 km<sup>2</sup> (KROGH & PETERSEN

1974). Der innere Teil der Förde – als Binnenförde bezeichnet - ist einwärts der Enge von Holnis durch eine Schwelle von 12 m Wassertiefe deutlich von der sich seewärts allmählich auf 30 m absenkenden und stark verbreiternden Außenförde abgesetzt. Dieser innere Abschnitt der Flensburger Förde fügt sich der in östlicher Richtung führenden Außenförde an und erstreckt sich in südwestlicher Richtung mit einer Längenausdehnung von 15 km. Zwei Schwellen von 12 und 11 m Wassertiefe riegeln die lang gestreckte, sich auf 17-19 m vertiefende Mulde in der Binnenförde vom Zustrom des Tiefenwassers aus der Außenförde ab. Die Flensburger Förde besitzt keinen größeren Süßwasserzufluss und hat auch kaum geringere Salzgehalte als die vorgelagerte Ostsee.

### **2.1.2 Schlei**

Das Einzugsgebiet der Schlei liegt im Nordosten des Landesteils Schleswig und ist in die Landschaften Angeln und Schwansen eingebettet. Die Schlei ist ein Gewässer I. Ordnung und erstreckt sich von Schleimünde im Nordosten bis Schleswig im Südwesten. Die 40 km lange Schlei gleicht mehr einer durch einen Fluss verbundenen Kette von Seen als einer Meeresbucht.

In Schleimünde steht sie mit der Ostsee durch eine 90 m breite und 6 bis 8 m tiefe, mit Molen befestigte Durchfahrt in freier Verbindung. Diese Durchfahrt ist künstlich geschaffen worden wegen der sich ständig verlagernden angrenzenden Nehrungshaken und der damit verbundenen fortwährenden Versandung der ursprünglich natürlichen Öffnung. Daher ist der Ostseeinfluss in der Schlei viel geringer als in den übrigen Förden. Mit zunehmender Entfernung von der Mündung wird also der Landeinfluss immer größer und wirkt sich infolge des geringen Wasseraustausches viel stärker aus.

Hinter den Nehrungshaken von Schleimünde erweitert sich die Schlei zunächst zur Maasholmer Breite. Mit der Einschnürung bei Rabelsund beginnt eine mit einem Fluss vergleichbare Enge, die sich bis Arnis hinzieht. Anschließend verbreitert sich das Schleibett bis auf 1300 m. Hinter der Enge von Lindaunis öffnet sich die Schlei zur Büsdorfer Breite, um sich dann abermals bis Missunde hin langsam zu verengen. Schließlich bilden sich nach Westen hin abknickend zwei große Becken, die Große und die Kleine Breite.

### **2.1.3 Orther Bucht**

Das Untersuchungsgebiet „Orther Bucht“ vor Fehmarn befindet sich im Landschaftsraum Nordoldenburg und Fehmarn. Die Bucht liegt am westlichen Ende der Südküste der Insel Fehmarn und stellt eine flache relativ offene Einbuchtung der Insel dar.

Durch einen Strandwallhaken wird die Orther Bucht gegen den Fehmarn Sund bzw. die Hohwachter Bucht abgegrenzt. Die Orther Bucht wird dadurch zu einem Stillwasserbereich, der gegen die Hauptsturmrichtungen wind- und wellengeschützt ist. Durch die Strömungsberuhigung und das Fehlen stärkerer Brandungsenergien akkumulieren feinste Partikel (z.B. Feinsedimente, Plankton) am Boden der Orther Bucht. Darum besteht Substrat im Wesentlichen aus schlickigem Feinsand mit einem geringen Anteil an Hartsubstrat (kleine Steine).

Da die Orther Bucht bisher nie als ein separates Küstengewässer betrachtet wurde liegen auch relativ wenige Daten über das Einzugsgebiet und die Morphologie vor.

### **2.1.4 Untertrave**

Die Trave befindet sich im Gebiet zwischen den Naturräumen Ostholsteinisches Hügel- und Seenland sowie dem Westmecklenburgischen Seen-Hügelland. Die Quelle des Trave liegt bei Gieselrade, 22 km nordwestlich der Stadt Lübeck, im Kreis Eutin in Schleswig-Holstein. Die Untertrave bildet das brackige Mündungsgebiet der Trave ab Lübeck und kann als Förde (Flachwasserförde) mit flussähnlichem Charakter bezeichnet werden. Der Austausch mit der Ostsee ist aufgrund der schmalen Verbindung zur Ostsee (Lübecker Bucht) eingeschränkt. Eine Dünennehrung, der Priwall, verengt die Mündung des Flusses zu einer Rinne und führte zur Bildung der haffähnlichen Pötenitzer Wiek. An die Pötenitzer Wiek, schließt sich weiter nach Osten, durch eine flache schmale Wasserstrecke verbunden, der Dassower See an.

Die Untertrave lässt sich in drei Abschnitte verschiedenen Aussehens unterscheiden:

- Das Gebiet mit den beiden seenartigen Erweiterungen und der schmalen Fahrwasserrinne bis zur Ostsee, das landeinwärts durch eine in das Fahrwasser reichende Landzunge, Stülper Huk genannt, von dem mittleren Abschnitt abgegrenzt wird.



- Der mittlere Abschnitt mit mehreren von Steilhängen umgebenen Ausbuchtungen an der südöstlichen Uferseite, der durch die kanalartige Verengung des Fahrwassers an der Herrenbrücke seinen Abschluss findet.
- Der obere Abschnitt mit Niederungsflächen zu beiden Seiten der Ufer; angegrenzt von der Obertrave durch die Hafenanlagen der Hansestadt Lübeck.

## 2.2 Typisierung der Gewässer

Durch die WRRL wurden genaue Vorgaben für die Typisierung der Gewässer gemacht. Basierend auf diesen Richtlinien liegt eine gemeinsame Typisierung für die Gewässer an der deutschen Ostseeküste vor (REIMERS 2005). Diese Einteilung basiert im Wesentlichen auf den Ergebnissen des BMBF Forschungsvorhabens „Gemeinsame Charakterisierung der deutschen Nord- und Ostsee-Küstengewässer vor dem Hintergrund internationaler Vereinbarungen“ (erarbeitet durch das Institut für Angewandte Ökologie Broderstorf – GOSSELCK et al. 2003). Die Typisierung wurde nach dem durch die EU-WRRL vorgegebenen System B, unter Verwendung der in Anhang II/1.2 genannten obligatorischen und optionalen Faktoren, vorgenommen.

Danach werden folgende Gewässer als innere Küstengewässer Typ B2 in Schleswig-Holstein ausgewiesen:

- ▶ Flensburger Binnenförde als ein Wasserkörper
- ▶ Schlei - unterteilt in drei Wasserkörper (innere, mittlere, äußere Schlei)
- ▶ Kieler Förde als ein Wasserkörper
- ▶ Orther Bucht als ein Wasserkörper
- ▶ Untertrave – unterteilt in drei Wasserkörper

Nach der jetzt vorliegenden Festlegung sind somit 9 Wasserkörper für den Gewässertyp B2 in Schleswig-Holstein zu klassifizieren. Die durch GOSSELCK et al. (2003) ursprünglich als B2 typisierte Eckernförder Bucht wird nach den neusten Vorlagen durch das LANU als Typ B3 bzw. B4 ausgewiesen (Abb.2). Aus der Sicht der biologischen Komponente Makroalgen/Angiospermen wird diese Änderung als sinnvoll angesehen, da die Eckernförder Bucht kaum mit Hilfe des ELBO-Ansatzes und den dort definierten Pflanzengemeinschaften hätte charakterisiert werden können. Bereits im Jahresabschlußbericht 2004 des LAWA Projektes wurde darauf verwiesen (SCHORIES et al. 2004). Für die Kieler Förde wird derzeit davon ausgegangen, dass dieses Gewässer als stark veränderte Wasserkörper

ausgewiesen wird und deshalb hierfür eine Ausweisung eines ökologischen Potential erforderlich wird. Dafür sind aber keine Angaben zum Referenzzustand erforderlich, weshalb dieses Gewässer erst mal nicht bei der Datenrecherche und in die Bestandsanalyse integriert wurde. In der Tabelle 2 sind alle als Gewässertyp B2 eingestuften Gewässer an der deutschen Ostseeküste aufgelistet.



**Abbildung 2:** Ausweisung der Wasserkörper an der Ostseeküste Schleswig-Holstein – orange die Wasserkörper des Typ B2

**Tabelle 2:** Zuordnung der Gewässer Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein zum Küstengewässertyp B2 – Tabelle entnommen aus Gosselck et al. (2003)

Unter-Typen	B2a	B2b
<b>Salzgehalt</b>	<b>5 – 10</b>	<b>10 – 18</b>
Mecklenburg-Vorpommern	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Greifswalder Bodden</li> <li>- Strelasund</li> <li>- Großer Jasmunder Bodden</li> <li>- Breeger, Breetzer, Wieker Bodden</li> <li>- Vitter, Schaproder, Kubitzer Bodden</li> <li>- Barther Bodden, Grabow</li> <li>- Unterwarnow</li> </ul>	- Wismar-Bucht-Salzhaff
Schleswig-Holstein	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Untertrave</li> <li>- Schlei (Große und Kleine Breite)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Orther Bucht</li> <li>- Kieler Förde (innen)</li> </ul>

				- Schlei (Missunde bis Mündung) - Flensburger Förde (innen)		
	Minimum	Mittelwert	Maximum	Minimum	Mittelwert	Maximum
Salzgehalt [psu]	0,2	6,7	17,3	2,6	14,3	22,4
Sichttiefe [m]	0,1	1,3	6,0	0,6	4,5	10,5
Temperatur [°C]	-0,5	11,4	25,8	0,6	11,0	21,3
Ges.-Phosphat [ $\mu\text{mol/l}$ ]	0,02	2,45	9,92	0,01	1,28	7,75
Ges.-Stickstoff [ $\mu\text{mol/l}$ ]	0,00	80,52	610,00	0,40	64,60	578,00
Exposition	geschützt bis extrem geschützt			geschützt bis extrem geschützt		
Wasseraustausch	- mäßig bis gut			- mäßig bis gut		
Sediment	- Schlick - Sand (exponiertes Flachwasser)			- Schlick - Sand (exponiertes Flachwasser)		

### 3 Material und Methoden

#### 3.1 Analyse historische Daten

Analog zu den Arbeiten für die inneren Küstengewässer Mecklenburg-Vorpommern basiert die Erarbeitung eines Referenzzustandes auf der Auswertung von Forschungsarbeiten und Herbarbelegen. Durch das ELBO Projekt konnte für die inneren Küstengewässer Mecklenburg-Vorpommern durch aufwendige Rechercharbeiten ein historisches Leitbild erstellt werden (BLÜMEL et al. 2002). Eine ähnliche aufwendige und detaillierte Bearbeitung für die Küstengewässer Schleswig-Holstein war im Rahmen des deutlich kürzeren Bearbeitungszeitraums nicht realisierbar. So konnte keine eigene Sichtung in den Herbaren erfolgen. Hier wurde auf vorliegenden Arbeiten aus anderen Projekten zurückgegriffen. Dazu wurden die umfangreichen elektronisch verfügbaren Datensätze und Literaturstudien genutzt (Tabelle 3). So wurde durch Kuhlenkamp 2003 im Auftrag des LANU das Kieler Herbarium (Institut für Meereskunde sowie Christian-Albrechts-Universität) hinsichtlich relevanter Belege gesichtet. Durch das MAKMO Projekt der Universität Rostock (RIELING et al. 2004) wurde eine ACESS Datenbank erstellt, wo alle in der Literatur zitierten Befunde zusammengefasst wurden. Durch die Firma MariLim erfolgte die Auswertung historischer Kartierungen, u.a. zu *Zostera marina* und *Fucus vesiculosus*. Des Weiteren wurden im Rahmen der Diplomarbeit von Mareike Mertens ergänzende Literaturrecherchen – insbesondere nach lokalen Literaturquellen – durchgeführt.

**Tabelle 3:** Zusammenstellung der verfügbaren Datenbasis zu den historischen Makrophyten-Nachweisen

Datenbank, Datenquelle	Format	Inhalt
Kuhlenkamp – Herbaranalyse	EXCEL-Datenblätter	Zusammenstellung und Nachbestimmung der in Herbaren verfügbaren Nachweisen
MAKMO-Projekt (RIELING 2004)	ACCESS Datenbank	Zusammenstellung aller in der Literatur verfügbaren Angaben zu Makrophytenfunden einschließlich rezenter Daten bis 2000
Unveröffentlichte Daten aus der ehemaligen Arbeitsgruppe Prof. Dr. H. Schwenke (Meereskunde Kiel)	Urdaten in Form von Herbarbelegen und Originalaufzeichnungen	Daten aus der Kieler & Lübecker Bucht, Schleimünde
MariLim – Küstenmonitoring	EXCEL Datenblätter	Artenlisten und Videotransekte von 8 Küstenstationen
MariLim – REINCKE et al. (2005)	Bericht und GIS Datei	Historische Verbreitung Fucus, Laminaria, Zostera

### 3.2 Aktuelle Vegetationsaufnahmen

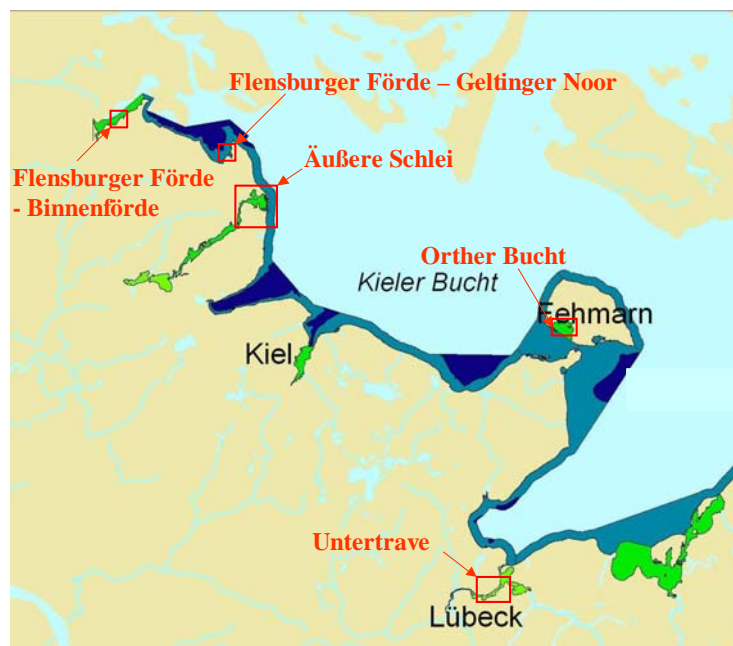
Die Vegetationsaufnahmen erfolgten im Juli und August 2004 in den vier Gewässern Flensburger Förde, Orther Bucht, Untertrave und Schlei. 2005 erfolgte eine Beprobung in der mittleren Schlei und im Dassower See. In der Tabelle 4 sind die Untersuchungsstandorte aufgeführt. Die Abbildung 3 kennzeichnet die Lage der Untersuchungsgebiete entlang der Küstenlinie Schleswig-Holsteins.

**Tabelle 4:** Liste der Untersuchungsstandorte mit den geogr. Koordinaten, Beprobungszeitpunkt sowie gemessener Salzgehalt zum Beprobungstermin – grau hinterlegt Untersuchungen 2005

Gewässer	Standort	geogr. Koordinaten	Datum	Salzgehalt
Flensburger Förde	Glücksburg	N: 54°50'21,36``	27.07.2004	19,0 PSU
		O: 9°35'5,92``		
	Geltinger Noor	N: 54°46'12,82``	27.07.2004	17,1 PSU
		O: 9°54'21,87``		
Schlei	Wormshöfter Noor 1	N: 54°41'59``	13.07.2004	15,7 PSU
		O: 9°59'33``		
	Wormshöfter Noor 2	N: 54°24'44``	13.07.2004	15,7 PSU
		O: 9°35'16``		
	Maasholm	N: 54°41'13,34``	14.07.2004	8,2 PSU
		O: 9°59'56,68``		
	Winnemark	N: 54°17'44``	26.07.2005	
		O: 9°28'16``		
Orther Bucht	Lemkenhafen	N: 54°15'48``	19.08.2004	13,2 PSU
		O: 11°02'56``		
Untertrave	Großer Holzwiek	N: 53°53'47,77``	20.07.2004	12,1 PSU
		O: 10°50'41,60``		
	Hölle	N: 53°53'37,69``	20.07.2004	11,1 PSU

		O: 10°49'37,82``		
	Kleiner Holzwiek	N: 53°54'17,09``	21.07.2004	8,2 PSU
		O: 10°51'15,55``		
	Pötenitzer Wiek	N: 53°56'40,93``	22.07.2004	11,7 PSU
		O: 10°52'25,55``		
	Dassower See	N: 53°58'40,93``	28.07.2005	
		O: 10°54'25,55``		

Die Untersuchung der Vegetation in den inneren Küstengewässern erfolgte über die Beprobung von Transekten. An den Transekten wurde nach Tiefenstufen gearbeitet (0,25; 0,5; 0,75; 1,00; 1,5; 2,00; 3,00; 4,00 m Wassertiefe). Pro Tiefenstufe wurden 4 Untersuchungsflächen mit jeweils 1 m<sup>2</sup> Grundfläche untersucht. Vor der Beprobung wurde die genaue Position der Untersuchungsflächen mit einem Differential-GPS bestimmt. Die Koordinaten wurden im Gauß-Krüger-Koordinatensystem – Referenzellipsoid von Bessel (3°-Streifen) – gemessen und in WGS 84-Koordinaten und Dezimalgrad umgerechnet.



**Abbildung 3:** Kennzeichnung der Untersuchungsgebiete 2004 in der Küstenkarte Schleswig-Holsteins – hellgrüne Gewässer kennzeichnen die Küstengewässer des Typs 2

Mit Hilfe eines Sedimentstechers (Durchmesser 10 cm) wurde pro Tiefenstufe eine Sedimentprobe entnommen und die oberen 10 cm untersucht. Von den Sedimentproben wurden die Korngrößenverteilung und der organische Gehalt des Sedimentes bestimmt, um eine Klassifizierung der Sedimente nach vorzunehmen.

### 3.2.1 Vegetationsuntersuchungen

Um eine möglichst detaillierte Vorstellung von der Struktur der Vegetation zu bekommen, wurde neben der Gesamtbedeckung ebenfalls die Deckung der emersen, submersen, lose im Substrat verankerten, epilithischen, epiphytischen und driftenden Arten sowie das Vorhandensein von Hartsubstrat (Steine) in Prozent abgeschätzt. Die vorgefundenen Pflanzenarten wurden den einzelnen Kategorien zugeordnet und ihr Anteil an der Gesamtdeckung unter Verwendung der WILMANN'S (1993)-Skala abgeschätzt (Tabelle 5). Diese gegenüber BRAUN-BLANQUET (1951) erweiterte Skala wurde im ELBO-Projekt gewählt, um eine bessere Differenzierung für die Definition der Pflanzengemeinschaften zu erreichen.

**Tabelle 5:** Schätzklassen der Vegetationsbedeckung nach BRAUN-BLANQUET (1951), verändert nach WILMANN'S (1993)

Schätzklasse	Deckung
R	1 Exemplar
+	2 – 5 Exemplare
1	< 5 %, weniger als 50 Exemplare
2m	< 5 %, mehr als 50 Exemplare
2a	5 – 15 %
2b	15 – 25 %
3	25 – 50 %
4	50 – 75 %
5	> 75 %

### 3.2.2 Sedimentanalysen

Die Bestimmung der mittleren Körngröße erfolgte nach SCHLUNGBAUM (1979). Ca. 100 g Frischsediment wurden durch einen Siebsatz (2; 1; 0,8; 0,5; 0,2; 0,1; 0,063 mm) geschwemmt. Nach der Siebung wurden die einzelnen Siebe mit Alufolie umhüllt und 4 h im Trockenschrank bei 105°C getrocknet. Nach dem Abkühlen der Siebe wurde der Trockenmasse(TM)-Anteil jeder Siebfraction bestimmt. Parallel dazu wurde der Trockenmassegehalt der Proben analysiert (Trocknung bei 105°C). Der Anteil der <63 µm-Fraction wurde aus der Differenz der Einwaage-TM (errechnet aus der eingewogenen Frischmasse und dem parallel bestimmten Trockenmassegehalt) und der Summe der Auswaage-TM bestimmt. Aus den einzelnen Korngrößenfraktionen wurde nach SCHLUNGBAUM (1979) die mittlere Korngröße (mKG) errechnet.

Die Bestimmung der Trockenmasse, organischen Trockenmasse und des Kalkgehaltes erfolgte durch Trocknung bzw. Veraschung des Sedimentes bei 105 °C, 550 °C sowie 900 °C nach SCHLUNGBAUM (1979) und MOTHES (1981).

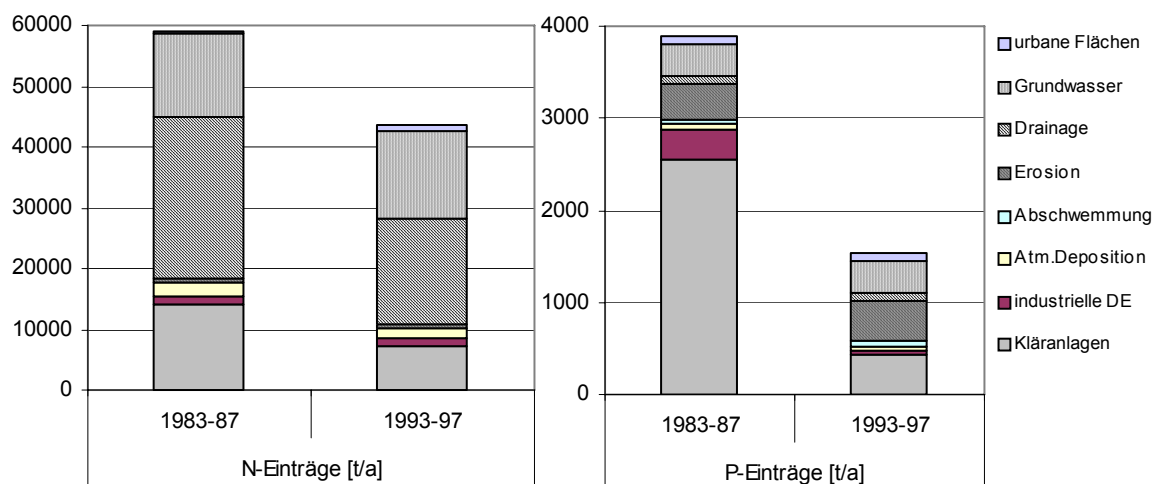
Für die Festlegung des Substrattyps wurde die Einteilung nach der Schluffraktion (63 µm Fraktion) nach SCHLUNGBAUM et al. (1979) gewählt. Diese Einteilung wurde als geeigneter als die beiden anderen Einteilungskriterien nach der mittleren Korngröße (KOLP 1966) und dem organischen Gehalt (LINDNER 1972) angesehen. Das angewendete Einteilungskriterium der Sedimente wird u.a. auch für die Untersuchungen des Makrozoobenthos genutzt.

## 4 Referenzbedingungen

Grundlage für die Einschätzung des ökologischen Zustandes für alle Gewässer ist die Definition des Referenzzustandes/ sehr guten ökologischen Zustandes! Durch die EU-WRRL werden folgende Schritte für die Ermittlung des Referenzzustandes vorgegeben:

1. Ausweisung von Referenzgewässer
2. Rekonstruktion über historische Daten
3. Modellierung des Referenzzustandes
4. Festlegung der Referenzbedingungen auf Grundlage der Expertenmeinung

Von den inneren Küstengewässern Schleswig Holsteins ist kein Gewässer als anthropogen unbeeinflusstes anzusehen – wie dies auch auf die inneren Küstengewässer Mecklenburg-Vorpommerns und die äußeren Küstengewässer zutrifft. So wurden die Küstengewässer als „Vorfluter“ der Meere über die Flusseinzugsgebiete sehr nachhaltig durch die anthropogenen Nutzungen beeinflusst. BEHRENDT et al. (1999) bilanziert einen Nährstoffeintrag von 16270 t N/ a und 500 t P/a für die deutsche Ostseeküste in den 90ziger Jahren. Die Abbildung 4 verdeutlicht den deutlichen Rückgang der Nährstoffeinträge im Zuge der HELCOM-Vereinbarung. Trotz dieser Reduzierung werden weiterhin hohe Nährstofffrachten in die Gewässer eingetragen.

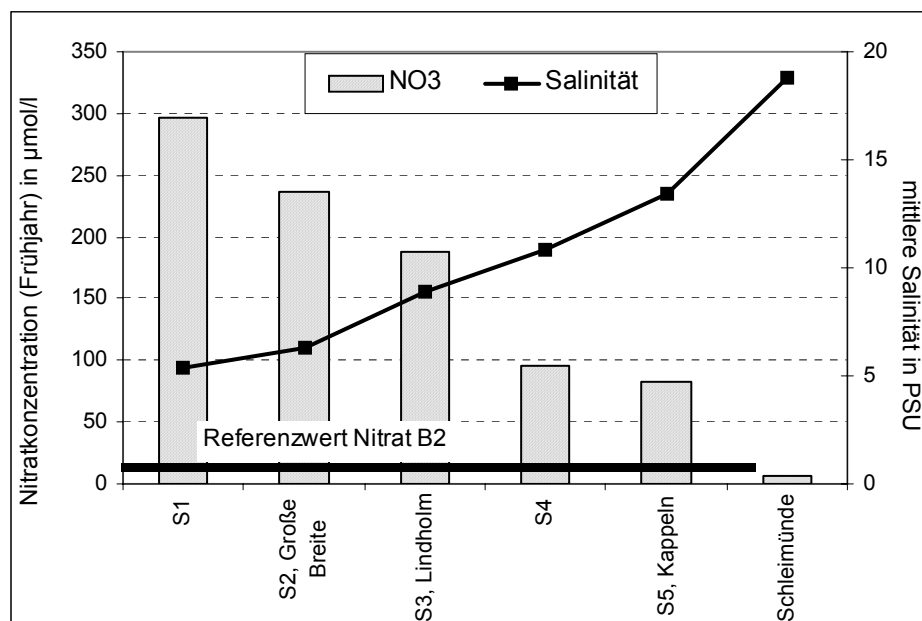


**Abbildung 4:** P und N-Einträge in die Küstengewässern der deutschen Ostsee – Angaben aus BEHRENDT et al. (1999)

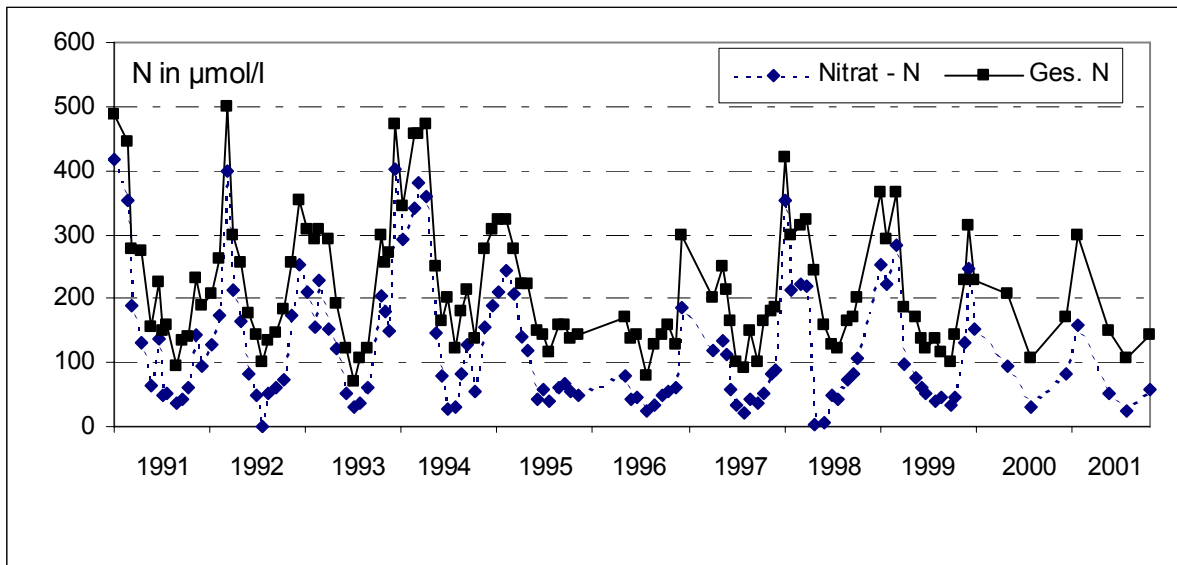


DAHLKE (2003) erstellte Referenzwerte für die winterlichen Nährstoffkonzentrationswerte für alle Küstengewässertypen. Danach liegen die derzeitigen Nährstoffbelastungen ca. dreimal höher für Stickstoff und fünfmal höher für Phosphor, verglichen mit 1940.

Aus diesem Grund ist analog zu den Küstengewässern Mecklenburg-Vorpommerns auch für Schleswig-Holstein die Eutrophierung als das Hauptproblem der Degradation einzuschätzen. Für die inneren Küstengewässer Schleswig-Holsteins liegen aber nicht so detaillierte Daten über Nährstofffrachten und Bilanzen aus den einzelnen Einzugsgebieten vor. BEHRENDT gibt für die Trave Nährstofffrachten von 1389 t N/a und 85 t P/ a am Messpunkt Sehmsdorf für die 90iger Jahre an. Anhand der Monitoringdaten zur Konzentrationsmessung der gelösten Nährstoffe kann für die Schlei (Abb. 5) ein hoher Nitrateintrag im Frühjahr aufgezeigt werden. Diese Werte zeigen zum einen den „Verdünnungseffekt“ entlang des Salzgradienten und liegen sehr deutlich über den von DAHLKE (2003) angegebenen Referenzwerten von 13  $\mu\text{mol/l}$  für den Küstengewässertyp B2. Analoge Aussagen lassen sich für die Untertrave und den Nährstoffeintrag in die Lübecker/ Mecklenburger Bucht treffen. Am Messpunkt Schlutup lassen sich die hohen Nährstoffbelastungen sowie die typischen Schwankungsamplituden im Jahresverlauf (Abb. 6) ebenfalls dokumentieren. Hier wird ganzjährig der von DAHLKE (2003) angegebene Referenzwert von 13  $\mu\text{mol/l}$  Nitrat für den Küstengewässertyp B2 überschritten.



**Abbildung 5:** Frühjahrs-Nitratkonzentration (Balken - Mittelwert der Monate Januar-März von 1991-2000) sowie mittlere Salzgehalte aus der Schlei bzw. Schleimündung im Vergleich zu dem durch DAHLKE (2003) berechneten Referenzwert für Nitrat (dick durchgezogene Linie)



**Abbildung 6:** Nitrat und Gesamtstickstoffwerte am Messpunkt Schlutup von 1991 bis 2001

Während DAHLKE (2003) für jeden Küstengewässertyp Referenzwerte der Nährstoffeinträge angibt, versucht KRECH (2003) die potentiell natürlichen Background-Konzentrationen für einzelne Küstengewässer zu bilanzieren. In Tabelle 6 sind diese ermittelten Werte den derzeitigen Nährstoffeinträgen gegenübergestellt. Anhand dieser Zusammenstellung wird noch einmal deutlich, dass die derzeitigen Nährstoffeinträge deutlich über den ermittelten Background-Werten liegen.

**Tabelle 6:** Potentiell natürliche Nährstoffeinträge (\*<sup>1</sup> nach KRECH 2003) sowie bilanzierte Nährstoffeinträge für 1995 (\*<sup>2</sup> nach HELCOM 70/98 in KRECH 2003) für die innere Küstengewässer Schleswig-Holstein. FF – Flensburger Förde, KF – Kieler Förde, OB – Orther Bucht

Nährstoffe [t/a]	FF	Schlei	KF	OB	Untertrave
Hintergrund P (* <sup>1</sup> )	<10	<9			<20
Hintergrund N (* <sup>1</sup> )	<200	<180			<400
Nährstoffeintrag P (* <sup>2</sup> )		21,1	30,3		82,6
Nährstoffeintrag N (* <sup>2</sup> )		1094	721		2911

## 4.1 Analyse der historischen Daten zur Makrophytenverbreitung

Da - analog zu Mecklenburg-Vorpommern - keine Referenzgewässer für Küstengewässer existieren, wurde versucht über die Analyse von historischen Daten die Ausweisung des Referenzzustandes zu realisieren. Dazu erfolgte eine umfangreiche Literaturrecherche, basiert auf dem in Tabelle 3 ausgewiesenen Datenmaterial. Die Auswertung der vorhandenen Datenbanken erbrachte für die inneren Küstengewässer Schleswig-Holsteins nur wenig relevante Daten. Im Gegensatz zu den inneren Küstengewässern Mecklenburg-Vorpommerns und auch der Außenküste Schleswig-Holsteins liegen relativ wenige Daten aus dem Zeitraum vor 1900 bzw. 1950 vor. Aus diesem Grund wurde versucht, weitere regionale Literatur in die Analysen einzubeziehen.

### 4.1.1 Flensburger Binnenförde

Da durch die WRRL erstmalig die Binnenförde getrennt betrachtet wird, ist eine Auswertung der Daten zur Flensburger Förde schwierig. Viele Autoren haben bisher die Förde insgesamt bearbeitet und deshalb kaum noch Ausbreitungsgrenzen innerhalb der Förde unterschieden. Aus diesem Grund lassen sich von den zahlreichen Belegen für die Flensburger Förde nur wenige direkt der Binnenförde zuordnen. Aus diesem Grund wurde die Geltinger Bucht als Flachwasserbereich in die Analyse mit einbezogen (Tabelle 7).

Als einzige historische Belege auf Weichböden für die Innenförde liegt der Nachweis von *Tolypella nidifica* (DIEHL 1979, Tiefenbereich 0,3 – 1 m) und *Lamprothamium papulosum* vor. Daraus kann geschlossen werden, dass die Characeen-Gemeinschaft als Weichbodengemeinschaft zum Referenzzustand gehören. Diese Annahme lässt sich aufgrund der schlechten Datenlage durch keine weiteren Belege stützen. Nach 1950 gibt es Belege von *Ruppia cirrhosa*<sup>1</sup>, *Zostera noltii* und *Z.*

---

<sup>1</sup> Die Taxonomie innerhalb der Gattung *Ruppia* ist z. Z. im Fluss. *R. cirrhosa* ist als Sammelart aufzufassen und wurde in der Vergangenheit nicht (immer) von *R. maritima* unterschieden. Im Untersuchungsgebiet finden bzw. fanden sich vermutlich beide Unterarten: *R. cirrhosa* ssp. *cirrhosa* (= *R. spiralis*) und *R. cirrhosa* ssp. *maritima* (= *R. maritima*). Im Text wird von „*R. cirrhosa* s.l.“ gesprochen, wenn nicht zwischen den Unterarten unterschieden wird. Ansonsten wird von „*R. cirrhosa* s.str.“ und „*R. cirrhosa* ssp. *maritima*“ für die beiden Unterarten geschrieben. Nach Garniel (pers. comm.) scheint jedoch *R. cirrhosa* s. str. eher an der Ostseeküste und *R. cirrhosa* ssp. *maritima* an der Nordseeküste zu finden zu sein.

*marina*, welche aber nicht eindeutig der Binnenförde zugeordnet werden können und deshalb auch nicht in den Tabellen mit aufgeführt werden. Ansonsten wird eine Hartbodenflora für den ufernahen Bereich (auf Kies, Geröll und Blöcke) beschrieben. Dazu gehören *Fucus vesiculosus*, *Chorda filum*, *Chaetomorpha linum*-Driftmatten und epilithische Rotalgen (*Polysiphonia*- und *Ceramium*-Arten). Tabelle 8 gibt eine detaillierte Darstellung der vorhandenen Nachweise wieder. Ausführlichere Darstellungen und die Nachweise der Quellen sind im Anhang und der Diplomarbeit von Mareike Mertens verfügbar.

**Tabelle 7:** Anzahl der gefundenen Makrophytenbelege für die Flensburger Binnenförde und Geltinger Bucht sowie die Nachweise während der Bestandsanalyse 2004 bzw. durch den Praxistest 2005 (FÜRHAUPTER et al. 2005)

Standort	Flensburger Binnenförde			
	1851 – 1900	1901 – 1950	> 1950	2004 (2005)
Charophyta	2	1	-	- (1)
Chlorophyta	12	9	2	-
Phaeophyta	26	17	2	3 (1)
Rhodophyta	18	20	4	1 (1)
Spermatophyta	-	-		- (3)
Standort	Flensburger Förde – Geltinger Bucht			
	1851 – 1900	1901 – 1950	> 1950	Aufnahme 2004
Charophyta	3	2	-	-
Chlorophyta	13	4	8	3
Phaeophyta	20	15	3	1
Rhodophyta	21	20	21	2
Spermatophyta	-	-	1	2

Für die Geltinger Bucht liegen 57 Belege für den Zeitraum vor 1900 vor, aber auch nur drei für wurzelnde Arten. So wurden *Chara baltica*, *C. aspera* und *Lamprothamnium papulosum* nachgewiesen. Daneben traten zusätzlich Darmtang-Bestände, *Chaetomorpha linum*-Driftmatten und weiter epilithische Grünalgen auf. Bis in 4 m Tiefe siedelten epilithische Rotalgen. Insgesamt zeigte das Gebiet eine große Algenvielfalt sowohl für die Braun- als auch die Rotalgen auf.

Ein ähnliches Artenspektrum kann für den Flachwasserbereich für den Zeitraum 1900-1950 aufgezeigt werden. Hier waren wieder Characeen-Gemeinschaften anzutreffen, wobei auch der Nachweis von *Lamprothamnium papulosum* wieder für dieses Gebiet vorhanden ist. Für den Tiefenbereich werden neben Darmtang-Beständen auf Kies und größeren Steinen zahlreiche epilithische Rotalgengemeinschaften aufgeführt. Als maximale Verbreitungstiefe sind Belege aus 4 m verfügbar.

Für den Zeitraum nach 1950 wird *Zostera marina* als einzige Spermatophyte dokumentiert. *Z. marina* wird bis zu Tiefen von 8 m durch epilithische Rotalgengemeinschaften und *Chaetomorpha linum*-Driftmatten begleitet. Sowohl für die tieferen als auch für den Flachwasserbereich ist anzunehmen, dass Steine und Geröll durch *Chorda filum*- und *Fucus vesiculosus*-Bestände besiedelt wurden.

In der Tabelle 9 sind die einzelnen Befunde für den Standort Geltinger Bucht aufgeführt.

**Tabelle 8:** Historische Makrophytenbelege für den Bereich der Flensburger Binnenförde

Flensburger Binnenförde		
Salinität: 15 – 28 PSU		
Tiefe [m]	Weichboden	Hartsubstrat & Epiphyt
	1851 - 1900	1851 - 1900
0 – 1m	-	-
> 1,0 – 2,0	-	<i>Acrosiphonia arcta</i> ; <i>Blidingia marginata</i> ; <i>Ceramium deslongchampsii</i> ; <i>Ceramium tenuissimum</i> ; <i>Chordaria flagelliformis</i> ; <i>Dictyosiphon chordaria</i> ; <i>Percursaria percursa</i> ; <i>Prasiola stipitata</i> ; <i>Ulva lactuca</i>
> 2,0 – 4,0	-	<i>Bryopsis plumosa</i> ; <i>Callithamnion corymbosum</i> ; <i>Ceramium diaphanum</i> ; <i>Chondrus crispus</i> ; <i>Enteromorpha flexuosa</i> ; <i>Eudesme virescens</i> ; <i>Halosiphon tomentosus</i> ; <i>Laminaria saccharina</i> ; <i>Leptonematella fasciculata</i> ; <i>Polysiphonia stricta</i> ; <i>Spermatochnus paradoxus</i> ; <i>Sphaerotrichia divaricata</i> ; <i>Spongonema tomentosum</i> ; <i>Ulvaria fusca</i>
ohne Tiefenangabe	<i>Lamprothamnium papulosum</i> , <i>Tolypella nidifica</i>	
	1901 - 1950	1901 - 1950
0 - 1	-	-
> 1,0 – 2,0	-	<i>Acrosiphonia arcta</i> ; <i>Blidingia marginata</i> ; <i>Bryopsis plumosa</i> ; <i>Ceramium tenuissimum</i> ; <i>Cladophora sericea</i> ; <i>Enteromorpha flexuosa</i> ;

		<i>Enteromorpha muscoides; Enteromorpha torta; Spongomorpha aeruginosa; Ulva lactuca; Ulvaria fusca; Urospora penicilliformis</i>
>2,0 – 4,0	-	<i>Acrochaetium virgatum; Asperococcus fistulosus; Eudesme virescens; Leptonematella fasciculata; Nematium helminthoides; Polysiphonia stricta; Punctaria tenuissima; Spermatochnus paradoxus; Spongonema tomentosum</i>
ohne Tiefenangabe	<i>Lamprothamnium papulosum</i>	
	> 1950	> 1950
0 - 1	-	<i>Blidingia sp.; Enteromorpha spp</i>
> 1,0 – 2,0	-	-
> 2,0 - 4,0	-	<i>Blidingia sp.; Enteromorpha spp.</i>

**Tabelle 9:** Historische Makrophytenbelege für die Geltinger Bucht, Flensburger Förde

<b>Flensburger Binnenförde: Geltinger Bucht</b>		
<b>Salinität: 15 – 28 PSU</b>		
<b>Tiefe [m]</b>	<b>Besiedlungsform</b>	
	<b>Weichboden</b>	<b>Hartsubstrat &amp; Epiphyt</b>
	<b>1851 – 1900</b>	<b>1851 – 1900</b>
0 – 1,0	-	-
> 1,0 – 4,0	-	<i>Halorhiza vaga</i>
> 4,0 – 6,0	-	<i>Acrochaetium secundatum</i>
> 6,0 – 8,0	-	<i>Brongniartella byssoides; Ceramium tenuicorne; Chondrus crispus; Laminaria flexicaulis(digitata); Polysiphonia stricta; Spermatochnus paradoxus;</i>
ohne Tiefenangabe	<i>Chara aspera; Chara baltica; Lamprothamnium papulosum</i>	-
<b>Tiefe [m]</b>	<b>1901 – 1950</b>	<b>1901 – 1950</b>
0 – 1,0	-	-
> 1,0 – 2,0	-	<i>Ceramium tenuissimum</i>
> 2,0 – 4,0	-	<i>Punctaria tenuissima</i>
> 4,0 – 6,0	-	<i>Acrochaetium secundatum; Spermatochnus paradoxus</i>
> 6,0 – 8,0	-	<i>Dumontia contorta; Fucus serratus; Polysiphonia stricta</i>
ohne Tiefenangabe	<i>Chara aspera; Lamprothamnium papulosum</i>	-
	> 1950	> 1950
0 - 1	-	-

> 2,0 - 4,0	-	<i>Ahnfeltia plicata</i> ; <i>Audouinella efflorescens</i> ; <i>Bryopsis plumosa</i> ; <i>Chaetomorpha melagonium</i> ; <i>Fucus spp.</i> ; <i>Furcellaria lumbricalis</i> ; <i>Membranoptera alata</i> ; <i>Polysiphonia fibrillosa</i> ; <i>Polysiphonia stricta</i>
> 4,0 - 6,0	-	<i>Callithamnion corymbosum</i> ; <i>Ceramium deslongchampsii</i> ; <i>Delesseria sanguinea</i> ; <i>Polyides rotundus</i>
>6,0 - 8,0	<i>Zostera marina</i>	<i>Aglaothamnion byssoides</i> ; <i>Ceramium nodulosum</i> ; <i>Chaetomorpha linum</i> ; <i>Cladophora sp.</i> ; <i>Chorda filum</i> ; <i>Cystoclonium purpureum</i> ; <i>Enteromorpha intestinalis</i> ; <i>Desmarestia viridis</i> ; <i>Dumontia contorta</i> ; <i>Phycodrys rubens</i> ; <i>Pilayella littoralis</i> ; <i>Phyllophora spp.</i> ; <i>Polysiphonia elongata</i> ; <i>Polysiphonia fucoides</i> ; <i>Rhodomela confervoides</i> ; <i>Scagelothamnion pusillum</i> ; <i>Spermothamnium repens</i>

#### 4.1.2 Schlei

Da es sich bei der Schlei um ein lang gestrecktes Gewässer mit einem starken Salzgradienten handelt und dadurch der Austausch mit der offenen Ostsee eingeschränkt ist, wurde bei der Bearbeitung bereits eine Aufteilung in innere, mittlere und äußere Schlei vorgenommen. Dies entspricht – auch wenn derzeit noch keine genauen Daten zu den einzelnen Wasserkörpern vorliegen – der derzeitigen Gliederung der Schlei in drei Wasserkörper durch das LANU. Insgesamt gestaltet sich eine Unterteilung in die drei Gebiete der Schlei als schwierig. Die großen Arbeiten von REINKE (1989) und LAKOWITZ (1929) über die Algenflora der westlichen Ostsee geben keine weiteren Differenzierungen zur Schlei an.

Eine Verbreitung der hier aufgeführten Arten über die gesamte Schlei ist aber aufgrund der sinkenden Salzgehalte und dem physiologischen Verbreitungsspektrum der Algen nicht möglich. Für *Zostera marina* werden durch REINCKE (1936) Funde bis in die mittlere Schlei angegeben. *Fucus vesiculosus* wird dagegen auch mit einem Fundort in der Kleine Breite (innere Schlei) beschrieben. REINCKE et al. (2005) werteten vorliegende historische Kartierungen zur schleswig-holsteinischen Ostseeküste aus, so dass hier alle verfügbaren Daten in einer GIS Datenbank vorliegen.

#### 4.1.2.1 Äußere Schlei

Im Gegensatz zu den anderen Gewässern ist für die Äußere Schlei eine recht gute Datenlage für den Zeitraum vor 1900 vorhanden (Tabelle 10).

**Tabelle 10:** Anzahl der gefundenen Makrophytenbelege der Äußeren Schlei sowie die Nachweise während der Bestandsanalyse 2004/05 bzw. durch den Praxistest 2005 (FÜRHAUPTER et al. 2005)

Standort	Äußere Schlei			
	1851 – 1900	1901 – 1950	> 1950	2004 (2005)
Charophyta	2	3	-	1 (2)
Chlorophyta	14	15	8	2 (1)
Phaeophyta	17	9	9	4 (2)
Rhodophyta	18	19	90	2
Spermatophyta	3	3	7	4 (7)

Für den Zeitraum vor 1900 wird die Besiedlung mit Characeen und *Zostera marina* beschrieben. Auf Steinen und Kies waren *Fucus vesiculosus*-, *Chorda filum*-Bestände, Darmtang-Bestände und andere epilithische Grünalgen verbreitet. Aus Angaben über Driffunde ist anzunehmen, dass eine Besiedlung durch epilithische Rotalgen (*Ahnfeltia plicata*, Ceramium- und Polysiphonia-Arten) stattgefunden hat. Diese Befunde wurden auch für den Zeitraum 1900-1950 nachgewiesen. Hier wird *Zostera marina* bis 4 m beschrieben. Weiterhin wurden zwischen dichten *Phragmites*-Beständen Darmtang-Bestände und andere epilithische Grünalgen im Uferbereich gefunden.

Nach 1950 werden *Ruppia cirrhosa* s.l.-Bestände vom Uferbereich bis 1 m auf schlickigem Sand und Sand belegt. Begleitet wird der Bestand von *Zostera marina*, *Zannichellia palustris* und *Potamogeton pectinatus*. Auf Steinen und Geröll siedeln *Fucus vesiculosus*, *Chorda filum* und epilithische Grünalgen. Namentlich werden Ulva („Enteromorpha“)- und Chaetomorpha-Bestände erwähnt. Für den Tiefenbereich von 2-3 m wurden keine Belege gefunden. Ab 3 m siedelt *Zostera marina* auf schlickigem Sand und Sand zusammen mit epilithischen Rotalgen.

In der Tabelle 11 sind die einzelnen Belege für die Äußere Schlei entsprechend der Zeitperioden vor 1900, 1900-1950 und nach 1950 aufgeführt.



**Tabelle 11:** Historische Makrophytenbelege für den Gewässerteil „Äußeren Schlei“

<b>Äußere Schlei</b>		
<b>Tiefe [m]</b>	<b>Besiedlungsform</b>	
	<b>Weichboden</b>	<b>Hartsubstrat &amp; Epiphyt</b>
	<b>1851 – 1900</b>	<b>1851 – 1900</b>
<b>0 – 1,0</b>	-	<i>Chorda filum</i> ; <i>Dictyosiphon foeniculaceus</i> ; <i>Ectocarpus firmus</i> ; <i>Enteromorpha clathrata</i> ; <i>Fucus vesiculosus</i> ; <i>Hildenbrandtia rubra</i> ; <i>Melobesia membranacea</i> ; <i>Polysiphonia nigrescens</i> ; <i>Phycocelis baltica</i> ; <i>Polysiphonia urceolata</i> ; <i>Punctaria tenuissima</i> ; <i>Ulva lactuca</i>
<b>&gt; 1,0 – 2,0</b>	<i>Zostera marina</i>	<i>Ceramium diaphanum</i> ; <i>Ceramium tenuissimum</i> ; <i>Cladophora vagabunda</i> ; <i>Dictyosiphon chordaria</i>
<b>&gt; 2,0 – 4,0</b>	-	<i>Enteromorpha flexuosa</i> ; <i>Laminaria saccharina</i> ; <i>Spongonema tomentosum</i>
ohne Tiefenangabe	<i>Chara aspera</i> ; <i>Chara baltica</i> ; <i>Zannichellia palustris</i> ; <i>Phragmites communis</i>	-
	<b>1901 – 1950</b>	<b>1901 – 1950</b>
<b>0 - 1,0</b>	<i>Phragmites communis</i>	<i>Ceramium tenuissimum</i> ; <i>Ectocarpus firmus</i> ; <i>Enteromorpha compressa</i> ; <i>Enteromorpha intestinalis</i> ; <i>Monostroma fuscum</i> ; <i>Pringsheimia scutata</i>
<b>&gt;1,0 – 2,0</b>	<i>Zannichellia palustris</i>	<i>Cladophora refracta</i> ; <i>Cladophora vagabunda</i> ; <i>Ectocarpus firmus</i> ; <i>Enteromorpha tubulosa</i> ; <i>Enteromorpha flexuosa</i> ; <i>Dictyosiphon foeniculacius</i> ; <i>Monostroma grevillei</i> ; <i>Punctaria tenuissima</i> ; <i>Phycocelis baltica</i> ; <i>Pilayella littoralis</i> ; <i>Scytosiphon lomentarius</i> ;
<b>&gt; 2,0 - 4,0</b>	<i>Zostera marina</i>	<i>Ceramium diaphanum</i> ; <i>Ceramium rubrum</i> ; <i>Ceramium tenuissimum</i> ; <i>Chorda filum</i> ; <i>Dumontia contorta</i> ; <i>Fucus vesiculosus</i> ; <i>Fucus serratus</i> ; <i>Spongonema tomentosum</i>
ohne Tiefenangabe	<i>Chara aspera</i> ; <i>Chara baltica</i> ; <i>Tolypella nidifica</i>	
	<b>&gt; 1950</b>	<b>&gt; 1950</b>
<b>0 – 1,0</b>	<i>Ruppia maritima</i> ; <i>Zostera marina</i>  <i>Phragmites communis</i>	<i>Ceramium diaphanum</i> ; <i>Enteromorpha intestinalis</i>
<b>&gt;1,0 – 2,0</b>		<i>Enteromorpha clathrata</i> ; <i>E. intestinalis</i> ; <i>E. linza</i> ; <i>E. prolifera</i> ; <i>Pilayella littoralis</i>
ohne Tiefenangabe	<i>Potamogeton pectinatus</i> ; <i>Ruppia cirrhosa</i> ; <i>Zannichellia palustris</i>	-

#### 4.1.2.2 Innere und mittlere Schlei

Im Gegensatz zum äußeren Teil der Schlei liegen aus den inneren Teilen der Schlei weniger historische Daten vor. Meistens wurde durch die marinen Bearbeiter nur der Teil bis Massholm in die Untersuchungen integriert.

**Tabelle 12:** Anzahl der gefundenen Makrophytenbelege der Innere und Mittlere Schlei sowie die Nachweise während der Bestandsanalyse 2004/05 bzw. durch den Praxistest 2005 –FÜRHAUPTER et al. (2005)

Standort	Innere Schlei/Mittlere Schlei			
	1851 – 1900	1901 – 1950	> 1950	2004 (2005)
Charophyta	3	4	1	(1)
Chlorophyta	2	11	2	
Phaeophyta	1	3	1	
Rhodophyta	3	5	2	
Spermatophyta	7	3	3	(4)

**Tabelle 13:** Historische Makrophytenbelege der „Mittleren Schlei“

Mittlere Schlei		
Tiefe [m]	Besiedlungsform	
	Weichboden	Hartsubstrat & Epiphyt
	1851 – 1900	1851 – 1900
0 - 1,0	-	-
> 1,0 – 2,0	<i>Chara baltica; Potamogeton pectinatus</i>	-
keine Tiefenangaben	<i>Zostera marina; Myriophyllum spicatum; Potamogeton perfoliatus; Phragmites sp.;</i>	<i>Ceramium tenuissimum; Fucus vesiculosus; Polysiphonia nigrescens; Polysiphonia urceolata; Cladophora fractum; Ulva lactuca</i>
	1901 – 1950	1901 – 1950
>1,0 – 2,0	-	<i>Enteromorpha tubulosa;</i>

Ohne Tiefenangaben	<i>Chara aspera; Chara baltica; Chara canescens; Tolypella nidifica; Zannichellia palustris; Zostera marina</i>	<i>Ceramium diaphanum; Cladophora marina; Chorda filum; Desmotrichium balticum; Desmotrichium undulaticum; Enteromorpha clathrata; Enteromorpha compressa; Enteromorpha intestinalis; Enteromorpha percursa; Fucus vesiculosus; Monostroma grevillei; Monostroma fuscum; Polysiphonia nigrescens; Polysiphonia violacea; Pylaiella littoralis; Ulothrix pseudoflacca</i>
	<b>&gt; 1950</b>	<b>&gt; 1950</b>
<b>0 – 1,0</b>	-	<i>Cladophora fracta; Enteromorpha intestinalis</i>
Ohne Tiefenangabe	<i>Chara baltica; Potamogeton pectinalis; Ruppia cirrhosa</i>	<i>Fucus vesiculosus</i>

**Tabelle 14:** Historische Makrophytenbelege der „Inneren Schlei“

<b>Innere Schlei</b>		
<b>Tiefe [m]</b>	<b>Besiedlungsform</b>	
	<b>Weichboden</b>	<b>Hartsubstrat &amp; Epiphyt</b>
	<b>1851 – 1900</b>	<b>1851 – 1900</b>
<b>ohne Tiefenangaben</b>	<i>Potamogeton pectinatus; Potamogeton perfoliatus; Myriophyllum spicatum; Tolypella nidifica; Zannichellia palustris; Nitella opaca</i>  <i>Phragmites australis;</i>	<i>Polysiphonia nigrescens; Polysiphonia urceolata;</i>
	<b>1901 – 1950</b>	
<b>ohne Tiefenangaben</b>	<i>Chara baltica, Najas marina</i>	<i>Ceramium diaphanum; Ceramium deslongchampii; Ceramium tenuissimum; Monostroma grevillei;</i>
	<b>&gt; 1950</b>	<b>&gt; 1950</b>
<b>0 – 1,0</b>	<i>Phragmites. sp.</i>	-
<b>&gt; 1,0 – 2,0</b>	-	-

#### 4.1.3 Orther Bucht

Für die Orther Bucht konnte Belege für alle drei Zeitebenen nachgewiesen werden. So kann das Vorkommen von Characeen permanent dokumentiert werden. Die Summe der Artennachweise ist in Tabelle 15 aufgeführt.

**Tabelle 15:** Anzahl der gefundenen Makrophytenbelege für die Orther Bucht sowie die Nachweise während der Bestandsanalyse 2004 bzw. durch den Praxistest 2005 (FÜRHAUPTER et al. 2005)

Standort	Orther Bucht			
	1851 – 1900	1901 – 1950	> 1950	2004 (2005)
Charophyta	3	1	4	5 (4)
Chlorophyta	5	6	6	2 (1)
Phaeophyta	19	14	7	2 (3)
Rhodophyta	24	18	17	1
Spermatophyta	-	-	4	4 (6)

Für den Zeitraum vor 1900 liegen Nachweise von *Chara aspera*, *C. baltica* und *Tolypella nidifica* für den Flachwasserbereich vor. Somit kann auch auf die Besiedlung mit Characeen-Gemeinschaft auf schlickigen Sanden geschlossen werden. Algen, darunter epilithische Rotalgen, besiedelten auch tiefere Bereiche bis in 8 m Tiefe, was schon außerhalb der derzeitigen Tiefengrenzen der Orther Bucht liegt.

Für den Zeitraum nach 1950 sind Characeen-Gemeinschaften bis auf 4 m Tiefe auf schlickigem Sand und sandigem Schlick belegt. Die Characeen setzen sich aus den Arten *Chara aspera*, *C. baltica* und *Tolypella nidifica* zusammen. Außerdem sind bis auf 4 m Tiefe Kies und größere Steine mit Darmtang-Beständen und anderen epilithischen Grünalgen bewachsen. *Chaetomorpha linum*-Driftmatten werden ebenfalls belegt. *Zostera marina* siedelt ab 2 m und ist bis zu 8 m im Fehmarnsund, wo *Tolypella nidifica* vereinzelt noch auftrat. Kies, Geröll und Blöcke werden von *Fucus vesiculosus*, *Chorda filum* und epilithischen Rotalgen bis in 8 m Tiefe besiedelt. Die Tabelle 16 führt die einzelnen Arten auf.

**Tabelle 16:** Historische Makrophytenbelege der Orther Bucht

Fehmarn: Standort Lemkenhafen		
Tiefe [m]	Besiedlungsform	
	Weichboden	Hartsubstrat & Epiphyt
	1851 – 1900	1851 - 1900
0 – 1,0	-	-
> 1,0 – 2,0	-	<i>Ceramium deslongchampsii</i> ; <i>Ceramium tenuissimum</i> ; <i>Chordaria flagelliformis</i> ; <i>Petalonia zosterifolia</i> ; <i>Prasiola stipitata</i> ; <i>Stictyosiphon lomentaria</i> ; <i>Stilophora nodulosa</i> ;

> 2,0 – 4,0	-	<i>Bryopsis plumosa</i> ; <i>Sphaerotrichia divaricata</i>
>4,0 – 8,0	-	<i>Acrochaetium secundatum</i> ; <i>Brongniartella byssoides</i> ; <i>Callithamnion corymbosum</i> ; <i>Chondrus cispus</i> ; <i>Erythrotrichia carnea</i> ; <i>Laminaria flexicaulis(digitata)</i> ; <i>Leptonematella fasciculata</i> ; <i>Rhodochorton membranaceum</i> ; <i>Spermatochnus paradoxus</i> ; <i>Spongonema tomentosum</i>
Ohne Tiefenangabe	<i>Chara aspera</i> ; <i>Chara baltica</i> ; <i>Tolypella nidifica</i>	
	<b>1901 – 1950</b>	<b>1901 - 1950</b>
0 – 1	-	-
> 1,0 – 2,0	-	<i>Bryopsis plumosa</i> ; <i>Ceramium tenuissimum</i> ;
> 2,0 – 4,0	-	<i>Punctaria tenuissima</i>
> 4,0 – 8,0	-	<i>Chaetomorpha melagonium</i> ; <i>Fucus serratus</i> ; <i>Leptonematella fasciculata</i> ; <i>Melobesia membranaceae</i> ; <i>Spongonema tomentosum</i>
Ohne Tiefenangabe	<i>Chara aspera</i>	-
	<b>&gt; 1950</b>	<b>&gt; 1950</b>
0 – 1		-
> 1,0 – 2,0	<i>Chara baltica</i>	<i>Enteromorpha clathrata</i> ; <i>Dictyosiphon foeniculaceus</i> ; <i>Mesogloia vermiculata</i> ; <i>Spirogyra spp.</i>
> 2,0-4,0	<i>Chara aspera</i> ; <i>Chara canescens</i> ; <i>Potamogeton pectinatus</i> <i>Zannichellia palustris</i> ; <i>Zostera marina</i>	<i>Ahnfeltia plicata</i> ; <i>Nemalion multifidum</i> ; <i>Enteromorpha sp.</i>
> 4,0-8,0* - diese Angaben beziehen sich auf den Fehmarnsund vor der Orther Bucht	<i>Zostera marina</i>	<i>Aglaothamnion byssoides</i> ; <i>Ahnfeltia plicata</i> ; <i>Callithamnion corymbosum</i> ; <i>Ceramium nodulosum</i> ; <i>Chaetomorpha linum</i> ; <i>Chorda filum</i> ; <i>Cladophora sp.</i> ; <i>Cystoclonium purpureum</i> ; <i>Delesseria sanguinea</i> ; <i>Desmarestia viridis</i> ; <i>Ectocarpus sp</i> ; <i>Fucus vesiculosus</i> ; <i>Furcellaria lumbricalis</i> ; <i>Membranoptera alata</i> ; <i>Phyllophora spp.</i> ; <i>Pilayella littoralis</i> ; <i>Polysiphonia elongata</i> ; <i>Polysiphonia fucoides</i> ; <i>Polysiphonia fibrillosa</i> ; <i>Polysiphonia strica</i> <i>Rhodomela confervoides</i> ; <i>Spermothamnion repens</i> .
Ohne Tiefenangabe	<i>Ruppia maritima</i>	

#### 4.1.4 Untertrave

Eine Rekonstruktion aus historischen Makrophytenbelegen ist nur bedingt durch die Auswertung von Literaturdaten möglich. Herbarmaterial aus dem Gebiet konnte nicht gefunden werden. Der Zeitabschnitt zwischen 1901 und 1950 ist kaum belegt, bzw. Angaben zu Makroalgen fehlen (Tabelle 17). Generell gibt es keine Belege von Characeen nach 1900.

**Tabelle 17:** Anzahl der gefundenen Makrophytenbelege für die Untertrave sowie die Nachweise während der Bestandsanalyse 2004/05 bzw. durch den Praxistest 2005 (FÜRHAUPTER et al. 2005)

Standort	Untertrave			
	1851 – 1900	1901 – 1950	> 1950	2004 (2005)
Charophyta	3	-	-	-
Chlorophyta	3	-	16	2 (1)
Phaeophyta	1	-	4	1
Rhodophyta	1	-	4	1
Spermatophyta	3	6	4	4 (4)

Für den Zeitraum vor 1900 wurden *Chara baltica* und *C. aspera* ohne Tiefenverbreitung beschrieben. *Tolypella nidifica* und *Zostera marina* werden bis auf 6 m Tiefe belegt. Unmittelbar in Ufernähe waren Kies, Geröll und Blöcke mit *Fucus vesiculosus*- und Darmtangbeständen bewachsen. Im Flachwasserbereich traten zusätzlich epilithische Grünalgen auf.

Für den Zeitraum 1901 – 1950 wurden keine Characeen mehr nachgewiesen. Von den Spermatophyta sind neben *Ruppia cirrhosa* auch *Najas marina*, *Zannichellia palustris*, *Potamogeton pectinatus* und *Zostera marina* auf schlickigem Sand und Sand beschrieben.

Nach 1950 wurden für den Flachwasserbereich *Ruppia cirrhosa* s.l.-Bestände auf Sand und schlickigem Sand belegt. Bis in eine Tiefe von 1 m siedelten auf Kies, Geröll und Blöcken *Fucus vesiculosus*- und Darmtang-Bestände sowie andere epilithische Grünalgen. *Chaetomorpha linum*-Driftmatten und Rotalgen sind im Uferbereich beobachtet worden.

In der Tabelle 18 sind wieder alle Belege mit Begleitdaten (Standort, Tiefe, Substrat) aufgeführt.

**Tabelle 18:** Historische Makrophytenbelege der Untertrave

<b>Untertrave</b>		
<b>Tiefe [m]</b>	<b>Besiedlungsform</b>	
	<b>Weichboden</b>	<b>Hartsubstrat &amp; Epiphyt</b>
	<b>1851 - 1900</b>	<b>1851 – 1900</b>
<b>0 – 4,0</b>	-	<i>Fucus vesiculosus</i> ; <i>Ceramium rubrum</i> ; <i>Ulva spec.</i> ; <i>Cladophora spec.</i>
<b>&gt;4,0 – 6,0</b>	<i>Zostera marina</i> ; <i>Tolypella nidifica</i>	<i>Cladophora spec</i> ; <i>Ulva spec.</i>
ohne Tiefenangabe	<i>Chara aspera</i> ; <i>Chara baltica</i>	-
	<b>1901 - 1950</b>	<b>1901 – 1950</b>
<b>Ufer – 6,0</b>	-	-
ohne Tiefenangabe	<i>Najas marina</i> ; <i>Potamogeton pectinatus</i> ; <i>Ruppia maritima</i> ; <i>Zannichellia palustris</i> ; <i>Zostera marina</i>	-
	<b>&gt; 1950</b>	<b>&gt; 1950</b>
<b>0 – 1,0</b>	<i>Phragmites communis</i>	<i>Blidingia minima</i> ; <i>Blidingia marginata</i> ; <i>Cladophora glomerata</i> ; <i>Cladophora fracta</i> ; <i>Enteromorpha ahlnneriana</i> ; <i>Enteromorpha prolifera</i> ; <i>Enteromorpha linza</i> ; <i>Enteromorpha compressa</i> ; <i>Enteromorpha intestinalis</i> ; <i>Fucus vesiculosus</i> ; <i>Pilayella littoralis</i> ; <i>Rhizoclonium implexum</i> ; <i>Scytosiphon lomentaria</i> ; <i>Ulothrix flacca</i> ; <i>Ulothrix pseudoflacca</i> ; <i>Urospora pennicilliformis</i> ; <i>Urospora wormskioldii</i>
ohne Tiefenangabe	<i>Ruppia cirrhosa</i> ; <i>Zannichellia palustris</i> ; <i>Zostera marina</i>	

## 4.2 Ermittlung der historischer Verbreitungstiefen

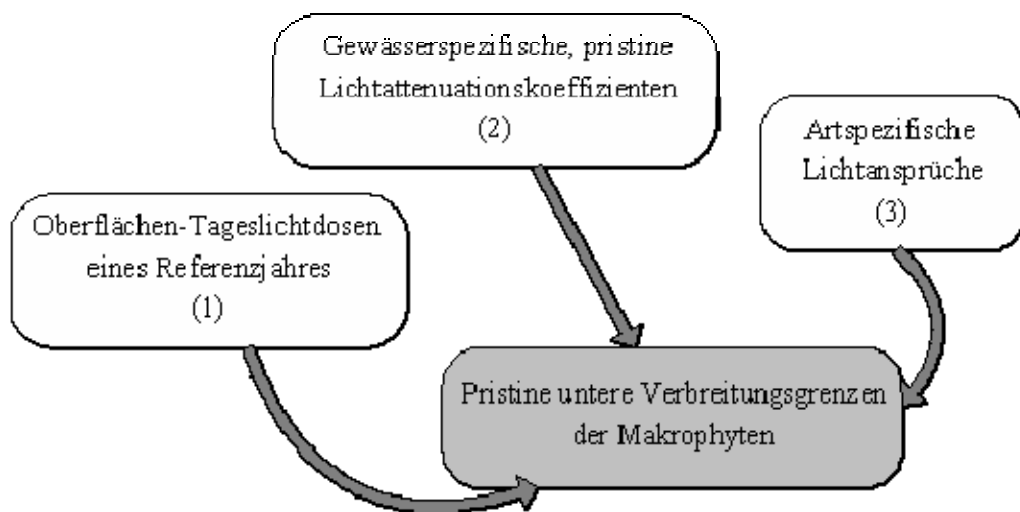
Aus den vorliegenden Auswertungen zu den historischen Makrophyten konnten nur wenige Angaben über die historischen Verbreitungstiefen entnommen werden. In Tabelle 19 werden die vorliegenden Daten zusammengestellt! Auf dieser Grundlage ist eine weitere Verallgemeinerung der historischen Verbreitungsgrenzen schwierig. Weiterhin bedeutet die Dokumentation der Algen und Makrophyten in den Tiefen nicht, dass dadurch von den Bearbeitern die maximale Verbreitungstiefe auch erfasst wurde.

**Tabelle 19:** dokumentierte maximale Verbreitungstiefen von *Zostera marina*, Characeen, Spermatophyten und Makroalgen in den Untersuchungsgewässern, k.A. – nur Angaben ohne Tiefe, \* Tiefenangaben entsprechen nicht der momentanen Definition des Wasserkörpers Orther Bucht

	FF- Binnenförde	Schlei – Äußerer Teil	Schlei – innerer und mittlerer Teil	Orther Bucht*	Untertrave
<i>Zostera marina</i>	8 m	4 m	-	8 m	6 m
Characeen	k.A.	k.A.	2 m	4 m	6 m
Spermatophyten (ohne <i>Zostera</i> )	k.A.	2 m	2 m	4 m	6 m
Makroalgen	8 m	4 m	k.A.	8 m	4 m

Für die inneren Küstengewässer Mecklenburg-Vorpommern wurde für die Ermittlung der unteren der Verbreitungsgrenzen ein Modell entwickelt, welches als „pristines Lichtmodell“ bezeichnet wird. Diese beruht auf Messungen entlang des Salzgradienten im Salzhaff und wurde durch DOMIN et al. (2004) publiziert. Mit Hilfe dieses Modells wurde versucht aus den maximal erreichbaren Lichteindringtiefen die historischen Lichtbedingungen, d.h. die pristinen Lichtattenuationskoeffizienten der einzelnen Gewässer (1) abzuschätzen und dann, unter Heranziehung von (1) Oberflächen-Tageslichtdosen eines Referenzjahres und (3) artspezifischen Lichtansprüchen, die pristinen unteren Verbreitungsgrenzen (uVg) der Makrophyten zu rekonstruieren (Abb.7).





**Abbildung 7:** „pristines Lichtmodell“ zur Bestimmung der pristinen unteren Verbreitungsgrenzen der Makrophyten – Abbildung aus SCHUBERT et al. (2003)

Grundlage für die Ermittlung des pristinen Lichtattenuationskoeffizienten bildet das Mischungsverhältnis von Süß- und Salzwasser in den Küstengewässern. Dabei wird von der Annahme ausgegangen, dass durch den Süßwassereintrag natürlicherweise gelöste organische Stoffe eingetragen werden und somit das Unterwasserklima beeinflussen. Für die Berechnung des Attenuationskoeffizienten wird daher der mittlere Salzgehalt gewählt, welcher für die Küstengewässer auf Grundlage der Auswertung der vorliegenden Messungen ermittelt wurde. In der Tabelle 20 sind die mittleren Salzgehalte sowie andere Kenngrößen für verschiedene Messpunkte aus dem Monitoring des LANU dargestellt. Leider gibt es keine verfügbaren Daten für die Orther Bucht. Hier stehen nur die gemessenen Einzelwerte aus den eigenen Untersuchungen zur Verfügung! Für die Untertrave gibt es mit dem Messpunkt Schlutup auch nur eine verfügbare Station, welche den Salzgradienten der gesamten Untertrave nicht widerspiegelt.

Auf Basis dieser errechneten Salzgehaltswerte wurden die Lichtattenuationskoeffizienten und darüber die Eindringtiefe des Lichtes berechnet. In Tabelle 21 sind die berechneten Tiefen der 10 % Eindringtiefe des Lichtes für jeden Messpunkt bzw. Gewässer aufgeführt.

**Tabelle 20:** Salzgehalten für ausgewählte Messpunkten der Untersuchungsgewässer – Daten aus dem Messprogramm des LANU

Gewässer	Messpunkt	Datum	Mittelwert	Median	Min	Max	25 Percentil	75 Percentil
Flensburger Binnenförde	KFF1	1991- 2000	17,77	17,83	13,08	22,38	15,73	19,84
Schlei	Schlei (S1)	1980- 1997	5,91	6,14	1,40	10,03	4,52	7,37
	Große Breite (S2)	1980- 2000	6,89	7,05	1,6	11,02	5,8	8,28
	Lindholm (S3)	1980- 2000	9,17	9,46	2,40	13,36	7,69	10,67
Kieler Förde-	Leuchtturm (OM710)	1991- 2000	16,71	16,77	11,57	23,07	14,64	19,05
Untertrave	Lübeck- Schlutup	1991- 2001	9,77	9,33	3,99	17,16	8,13	11,42

**Tabelle 21:** Kalkulierte Eindringtiefe [m] des Lichtes (10 % Oberflächenlicht)

- \* aufgrund der höhere Salzgehalte in den inneren Küstengewässer ist eine Berechnung nicht möglich
- \*\* Berechnung basiert auf Einzelmessungen 2004

	Messstelle Ostsee	Mittelwert	Median	Min	Max	25 Percentil	75 Percentil
FF – Binnenförde (KFF1)	OM 704; 17,1	>7,2*	>7,2*	2,3	>7,2*	4,2	>7,2*
Innere Schlei (S1)	OM705; 16,3	1,1	1,2	0,8	1,6	0,9	1,2
Mittlere Schlei (S2)	OM705, 16,3	1,1	1,2	0,8	1,8	1,0	1,3
Äußere Schlei (S3)	OM705, 16,3	1,4	1,5	0,8	2,7	1,2	1,7
Kieler Förde (OM710)	OM BMP N3, 15,3	>7,2*	>7,2*	2,2	>7,2*	5,2	>7,2*
Orther Bucht	225066, 15,85	2,9**					
Untertrave (Schlutup)	IOW 22, 12,6	2,4	2,1	1,0	7,2	1,7	3,9
Untertrave (Pölnitzer Wiek)	IOW 22, 12,6	3,9**					
Untertrave (Großer Holzwiek)	IOW 22, 12,6	5,3**					

Durch die berechneten Zahlenwerte kann dokumentiert werden:

► das für die Binnenförde der FF und die Kieler Förde dieses Modell nicht anwendbar ist, weil die mittleren Salzgehalte (auch Median und Percentile) in den Gewässern höher liegen als an der vorgelagerten Ostseestation. In beiden Fällen wurden die Mittelwerte aus identischen Datensätzen (Beprobungszeitraum und Intensität) berechnet. Das Lichtmodell gibt bei gleichen Salzgehalten beider Standorte eine Verbreitungstiefe von >7,2 m an. Durch SCHORIES et al. (2006) wurde aufgrund historischer Belege zu *Zostera* und *Fucus* eine Verbreitungsgrenze von 10 m für die Außenküste angenommen, welche einer 10% Eindringtiefe des Lichtes entspricht. Basierend auf diesen Daten müsste somit für diese beiden Gewässer eine analoge pristine Verbreitungsgrenze von 10 m für die 10% Eindringtiefe des Lichtes angenommen werden.

► das aufgrund der starken Variabilität des Salzgehaltes durch wechselnde Ein- und Ausstromverhältnisse die Schwankungsamplitude der Eindringtiefe des Lichtes ebenfalls hoch ist. Im ELBO Ansatz wurden immer die mittleren Salzgehalte für die Berechnung der Verbreitungstiefen verwendet. In die Diskussion der unteren pristinen Verbreitungsgrenzen sollten möglichst die 25/75 Perzentil Werte mit einfließen.

► das aufgrund der Datenlage für die Orther Bucht und die Untersuchungsgebiete der Untertrave nur Einzelwerte zur Verfügung stehen. Gerade für die Untertrave ist aber von einer analog hohen Salzvariabilität auszugehen und die Werte des Standortes Schlutup sollten sich in ihrer Schwankungsbreite auf die beiden anderen Messpunkte übertragen lassen.

Die unterschiedlichen Lichtbedürfnisse der einzelnen Arten wurden im ELBO Ansatz definiert. Basierend auf diesen Ergebnissen wurde von folgenden Verbreitungsgrenzen ausgegangen, welche z.T. auf physiologische Laboruntersuchungen beruhen:

- 85 %      Ausbreitungsgrenze der Darmtang Bestände (STEINHARDT 2001)
- 75 %      Ausbreitungsgrenze von *Zostera noltii* (SCHUBERT et al. 2003)
- 40 %      Ausbreitungsgrenze der Characeen (YOUSEF 1999)
- 10 %      Ausbreitungsgrenze der Spermatophyten (MUR & VISSER 1996)

1 % allgemeine Ausbreitungsgrenze Rotalgen (LÜNNING 1990, JOHANSSON & SNOEIJIS 2002), diese wird allgemein als untere Grenze der euphotische Zone angesehen (KIRK 1994)

0,1 % Ausbreitungsgrenze der Krustenrotalgen (siehe Zusammenfassung in MARKAGER & SAND-JENSEN 1992)

Für marine Makrophyten, welche auch die brackige Ostsee besiedeln, ist eine erweiterte Tiefenausbreitung im Vergleich zu rein marinen Standorten beschrieben (SNOEIJIS 1999, JOHANSSON & SNOEIJIS 2002). Als Ursache werden die ausgesprochene Artenarmut und die damit geringe Konkurrenz in diesem geologisch jungen Brackwassermeer genannt. Aus diesem Grund wurde im ELBO Ansatz für die Küstengewässer Mecklenburg-Vorpommern auch eine tiefere Verbreitungsgrenze berücksichtigt, wenn entsprechende historische oder rezente Daten bzw. die eigenen physiologischen Untersuchungen dies bestätigten. Insbesondere für die Characeen hat sich immer wieder gezeigt, dass sowohl anhand historischer und rezenter Befunde eine tiefere Verbreitungsgrenze als die durch YOUSEF (1999) ermittelte 40% Lichttiefe.

In der Tabelle 22 sind für die Gewässer die auf Grundlage des pristinen Lichtmodells berechneten Eindringtiefen 85%, 40%, 10% und 1% des Lichtes aufgeführt. Ergänzend dazu wurden - soweit vorhanden - die maximalen winterlichen Sichttiefen und historische Tiefenbefunde aufgelistet. Zum Vergleich sind die durch SCHORIES et al. (2006) aufgeführten Verbreitungstiefen für die äußeren Küstengewässer gegenüber gestellt!

Der Vergleich der einzelnen Daten verdeutlicht, dass es sowohl gute Übereinstimmungen, aber auch teilweise sehr große Abweichungen zu den historischen Belegen gibt. Ursachen dafür sind:

- ▶ Die Berechnungen basieren auf Mittelwerten. Die Tabelle 20 verdeutlicht anhand der Percentilwerte die teilweise große Schwankungsbreite. Die Einbeziehung der 25 Percentilwerte wird als wünschenswert angesehen, sind aber nicht für alle Standorte verfügbar.
- ▶ Die Zuordnung der historischen Belege zu genauen Standorten ist oft schwierig und deshalb auch nicht immer identisch mit den Standorten für die berechneten Eindringtiefen.

- Die vorhandenen historischen Belege sind quantitativ dünn und die erfassten Daten müssen auch nicht die maximale Tiefengrenze zum Beprobungszeitpunkt widerspiegeln.

**Tabelle 22:** Kalkulierte pristinen Eindringtiefen des Lichtes nach DOMIN et al. (2004) sowie winterliche Sichttiefen und historisch belegte Tiefenverbreitungen

<sup>1</sup> Beruht auf der Annahme das gleiche Salzgehalte zur Ostseestation vorliegen – in Klammern Messungen am Beprobungsstandort

<sup>2</sup> Berechnungen des Lichtes basiert auf Einzelwerten von 2004

\* da keine klare Abgrenzungen der WK gegeben sind ist hier keine genauere Angabe möglich

\*\* durch unklare Abgrenzung des Gewässers – Orther Bucht kann als vollkommen mit Makrophyten besiedeltes Gebiet angesehen werden

	85 %	40 %	10 %	1 %	winterl. Sichttiefen	max. Fundtiefe Algen/Spermatophyten
FF – Binnenförde (KFF1) <sup>1</sup>	>0,5	>2,9	>7,2	>14,5	7,8	8/ 8
Innere Schlei (S1)	0,1	0,4	1,1	2,1	0,85	
Mittlere Schlei (S2)	0,1	0,5	1,1	2,3	0,90	2/ 2
Äußere Schlei (S3)	0,2	0,6	1,4	2,9	1,00	4/ 4
Kieler Förde (OM710) <sup>1</sup>	>0,5	>2,9	>7,2	>14,5	5,60	
Orther Bucht <sup>2</sup>	0,2	1,2	2,9	5,9	keine Daten	8/ 8
Untertrave (Schlutup)	0,2	0,9	2,4	4,7	keine Daten	4/ 6
Untertrave (Pölnitzer Wiek) <sup>2</sup>	0,3	1,5	3,9	7,8	keine Daten	4/ 6
Untertrave (Holzwiek) <sup>2</sup>	0,4	2,1	5,3	10,6	keine Daten	4/ 6
Außenküste	0,8	4	10	20		

Die aufgeführten Berechnungen kennzeichnen die Möglichkeiten und Grenzen des angewendeten Modells. Ein entscheidendes Kriterium ist dabei, auf welcher Datengrundlage die Berechnungen basieren. Für einige Gewässer existieren derzeit keine ausreichende Daten über die Salzgehalte und Salzvariabilitäten, weil sie nicht im Monitoringprogramm des Landes integriert sind Für diese Gewässer bzw. Wasserkörper ist eine Evaluierung der berechneten Verbreitungsgrenzen unbedingt erforderlich, sobald eine bessere Datenlage vorhanden ist.

### 4.3 Erarbeitung von Referenzzuständen

Die vorhandene Datenlage zur Festlegung der Referenzzustände wurde in den Abschnitten 4.1 und 4.2. zusammengetragen. Die historischen Daten bilden dabei die primäre Grundlage für die Erstellung eines Referenzzustandes genutzt, wie es auch im ELBO Projekt für die inneren Küstengewässer Mecklenburg-Vorpommern erfolgte. Allerdings ist zu verdeutlichen, dass für die meisten Gewässer bzw. Wasserkörper die vorhandene Datenlage nur eingeschränkt Aussagen ermöglicht. Analog zu den Arbeiten in Mecklenburg-Vorpommern fehlen auch für die Schleswig-Holsteinischen Gewässer oft die Angaben zur Tiefenverbreitung. Da dies aber ein wichtiges Klassifizierungskriterium ist, müssen auch für den Referenzzustand diese Daten vorliegen. Hier wurde zur Rekonstruktion deshalb das pristine Lichtmodell aus dem ELBO-Projekt (DOMIN et al. 2004) genutzt.

Die Anwendung dieses Lichtes zur Ermittlung von unteren Verbreitungsgrenzen war aber nicht für alle Gewässer anwendbar, da kein Salzgradient zur vorgelagerten Ostsee vorhanden war.

Neben der Ausweisung der unteren Verbreitungsgrenze erfolgt der ELBO Ansatz nach der Definition von Pflanzengemeinschaften. Aus den historischen Angaben können zwar die Vorkommen von Einzelarten, aber meist keine Aussagen über deren Häufigkeiten und Dominanzverhältnisse entnommen werden. Hier ist also nur eine Einschätzung auf Grundlage der Artenbelege möglich. Der dargestellte Wissensstand verdeutlicht, dass eine Erstellung eines Referenzzustandes nur durch die Einbeziehung des Punkt 4 nach EU-WRRL möglich ist – der Expertenmeinung. Darum wurde der Wissensstand über die inneren Küstengewässern Mecklenburg-Vorpommern als auch die physiologische Kenntnisse zu den Ausbreitungsgrenzen der Arten (Salz-, Substrat- und Lichtabhängigkeit) berücksichtigt.

#### Flensburger Binnenförde

Aufgrund des fehlenden Salzgradienten konnte für die Flensburger Binnenförde das pristine Lichtmodell nicht angewendet werden, um die historischen Verbreitungsgrenzen zu berechnen. Da es keinen Unterschied im Salzgehalt gibt, wird daher als untere Verbreitungsgrenze die für die äußeren Küstengewässer festgelegte 10 m Grenzen für die 10% Lichteindringtiefe

angesetzt (SCHORIES et al. 2006). In der Tabelle 23 sind die Pflanzengemeinschaften im Referenzzustand und ihre Verbreitungstiefen aufgeführt.

**Tabelle 23:** Referenzzustand der Flensburger Binnenförde nach Vorkommen von Pflanzengemeinschaften und ihrer Verbreitungstiefe – *schwarz fett* nachgewiesene Pflanzengemeinschaften, *grau* aufgrund Literatur und Expertenwissen vermutete Pflanzengemeinschaften - \* Wert basiert auf den Ergebnissen von Schoies et al. (2006) für die Außenküste

<b>Flensburger Binnenförde</b>		
Referenzzustand	<b>Vegetationsbedeckung:</b> <span style="float: right;"><b>Salinität: 17,8 PSU (13-22)</b></span> <b>Untere Vegetationsgrenze : 10,0 m*</b>	
	Weichboden	Hartboden
100%    0 m		<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Darmtang-G. (<i>Monostroma, Ulva, Ulvaria</i>)</li> <li>▶ epilithische Rotalgen (<i>Ahnfeltia, Ceramium, Furcellaria, Polysiphonia</i>)</li> <li>▶ <i>Fucus vesiculosus</i>-B.</li> </ul>
85%    0,8m		<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <i>Fucus vesiculosus</i>-B.</li> </ul>
85%    0,8m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Characeen -G. (<i>Ch. aspera, Ch. baltica, Lamprothamnium papulosum, Tolypella nidifica</i>)</li> <li>▶ Characeen-Ruppia -G.</li> <li>▶ <i>Zostera noltii-Ruppia cirrhosa</i>-G.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ epilithische Rotalgen (<i>Ahnfeltia, Ceramium, Furcellaria</i>)</li> <li>▶ <i>Fucus vesiculosus</i>-B.</li> </ul>
75%    1,4 m		
75%    1,4 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Characeen -G. (<i>Ch. aspera, Ch. baltica, Lamprothamnium papulosum, Tolypella nidifica</i>)</li> <li>▶ Characeen-Ruppia sp.-G.</li> <li>▶ Characeen-<i>Zostera marina</i>-G. (<i>Zostera marina, Zannichellia palustris, Chara sp., Tolypella nidifica</i>)</li> </ul>	
40%    4,0 m		
40%    4,0 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <i>Zostera marina</i>-G.</li> </ul>	
10%    10,0 m		
10%    10,0 m		
1%    20,0m		

Im Gegensatz zu den inneren Küstengewässern Mecklenburg-Vorpommern liegen für die Innenförde wenige Angaben zu den Weichböden vor. Die Hartsubstratgemeinschaften sind nicht weiter innerhalb des ELBO Ansatzes differenziert worden. Anhand der maximalen Tiefe von 15 m können auch Hartsubstratgemeinschaften unterhalb von 10 m (10% Lichttiefe) theoretisch vorkommen. Über die Substratverteilung innerhalb der Binnenförde ist aber wenig bekannt und darum sollte dieser Tiefenbereich (1% Lichttiefe) im Klassifizierungsansatz keine Berücksichtigung finden.

### Schlei

Aufgrund des starken Salzgradienten innerhalb der Schlei ist es nicht möglich einen Referenzzustand für die gesamte Schlei zu erstellen. Hier ist – so wie in der Ausweisung der Wasserkörper – eine Unterteilung in drei Abschnitte angebracht und damit in ähnlicher Weise umgesetzt worden wie u.a. für die Darß Zingster Boddenkette. In den Tabellen 25, 26 und 27 sind die Verbreitungsgrenzen der Pflanzengemeinschaften aufgeführt. Es ist festzustellen, dass die Datenlage sich von der Mündung in die Ostsee bis hin zum inneren Teil der Schlei deutlich verschlechtert. Obwohl der innere Teil der Schlei sehr flach ist (3-4 m) kann von einer vollständigen Makrophytenbesiedlung nicht ausgegangen werden. Die wenigen historischen Belege erlauben nicht diese Aussage und auch die berechneten Tiefen aus dem Lichtmodell belegen dies nicht.



**Tabelle 25:** Referenzzustand der Äußeren Schlei nach Vorkommen von Pflanzengemeinschaften und ihrer Verbreitungstiefe Referenzzustandes für die anhand von Literaturdaten sowie durch die Anwendung des Lichtmodells – *schwarz fett* nachgewiesene Pflanzengemeinschaften, *grau* aufgrund Literatur und Expertenwissen vermutete Pflanzengemeinschaften

<b>Äußere Schlei</b>		
Referenzzustand	Vegetationsbedeckung: % Salinität: 9,2 PSU (2,4-13,3) Untere Vegetationsgrenze 2,9 m	
	Weichboden	Hartboden
100% 0 m		<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Darmtang-G. (<i>Monostroma, Ulva, Ulvaria</i>)</li> <li>▶ epilithische Rotalgen (<i>Ahnfeltia, Ceramium, Furcellaria, Polysiphonia</i>)</li> </ul>
85% 0,2 m		<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <i>Fucus vesiculosus</i>-B.</li> </ul>
85% 0,2 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Characeen -G. (<i>Ch. aspera, Ch. baltica, Tolypella nidifica</i>)</li> <li>▶ Characeen-Ruppia sp.-G.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ epilithische Rotalgen (<i>Ahnfeltia, Ceramium, Furcellaria</i>)</li> <li>▶ <i>Fucus vesiculosus</i>-B.</li> </ul>
75% 0,3 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <i>Zostera noltii</i>-<i>Ruppia cirrhosa</i>-G.</li> </ul>	
75% 0,3 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Characeen -G. (<i>Ch. aspera, Ch. baltica, Tolypella nidifica</i>)</li> <li>▶ Characeen-Ruppia sp.-G.</li> </ul>	
40% 0,6 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Characeen-<i>Zostera marina</i>-G.</li> </ul>	
40% 0,6 m	( <i>Zostera marina, Zannichellia</i>	
10% 1,4 m	<i>palustris, Chara</i> sp., <i>Tolypella nidifica</i> )	
10% 1,4 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Characeen-<i>Zostera marina</i>-G. (<i>Zostera marina, Zannichellia</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ epilithische Rotalgen (<i>Ahnfeltia, Ceramium, Furcellaria</i>)</li> </ul>
1% 2,9 m	<i>palustris, Chara</i> sp., <i>Tolypella nidifica</i> )	

**Tabelle 26:** Referenzzustand der Mittleren Schlei nach Vorkommen von Pflanzengemeinschaften und ihrer Verbreitungstiefe Referenzzustandes für die anhand von Literaturdaten sowie durch die Anwendung des Lichtmodells – *schwarz fett* nachgewiesene Pflanzengemeinschaften, *grau* aufgrund Literatur und Expertenwissen vermutete Pflanzengemeinschaften

<b>Mittlere Schlei</b>		
Referenzzustand	Vegetationsbedeckung: <span style="float: right;">Salinität: 6,9 PSU (1,6-11)</span> Untere Vegetationsgrenze : 2,3 m	
	Weichboden	Hartboden
100% 0 m		<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Darmtang-G. (<i>Monostroma, Ulva, Ulvaria</i>)</li> <li>▶ epilithische Rotalgen (<i>Ceramium, Polysiphonia</i>)</li> <li>▶ <i>Fucus vesiculosus</i>-B.</li> </ul>
85% 0,1 m		
85% 0,1 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Characeen -G. (<i>Ch. aspera, Ch. baltica, Tolypella nidifica</i>)</li> <li>▶ Characeen-Ruppia sp.-G.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ epilithische Rotalgen (<i>Ceramium, Polysiphonia</i>)</li> <li>▶ <i>Fucus vesiculosus</i>-B.</li> </ul>
40% 0,5 m	▶ Characeen-Zostera marina-G.	
40% 0,5 m	( <i>Zostera marina, Zannichellia</i>	
10% 1,1 m	<i>palustris, Chara sp., Tolypella nidifica</i> )	
10% 1,1 m	▶ Characeen-Zostera marina-G.	▶ epilithische Rotalgen
10% 1,1 m	( <i>Zostera marina, Zannichellia</i>	( <i>Ceramium, Polysiphonia</i> )
1% 2,3 m	<i>palustris, Chara sp., Tolypella nidifica</i> )	

**Tabelle 26:** Referenzzustand der Inneren Schlei nach Vorkommen von Pflanzengemeinschaften und ihrer Verbreitungstiefe Referenzzustandes für die anhand von Literaturdaten sowie durch die Anwendung des Lichtmodells – *schwarz fett* nachgewiesene Pflanzengemeinschaften, *grau* aufgrund Literatur und Expertenwissen vermutete Pflanzengemeinschaften.

<b>Innere Schlei</b>		
Referenzzustand	<b>Vegetationsbedeckung:</b> <span style="float: right;"><b>Salinität: 5,9 PSU (1,4-10)</b></span> <b>Untere Vegetationsgrenze : 2,0 m**</b>	
	Weichboden	Hartboden
<b>100%</b> <b>0 m</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Darmtang-G. (<i>Monostroma, Ulva, Ulvaria</i>)</li> <li>▶ epilithische Rotalgen</li> </ul>
<b>85%</b> <b>0,1 m</b>		( <i>Ceramium, Polysiphonia</i> )
<b>85%</b> <b>0,1 m</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Characeen -G. (<i>Ch. aspera, Ch. baltica</i>)</li> <li>▶ <i>Characeen-Ruppia sp.-G.</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ epilithische Rotalgen</li> </ul> ( <i>Ceramium, Polysiphonia</i> )
<b>40%</b> <b>0,4 m</b>	▶ <i>Najas m. G.</i>	
<b>40%</b> <b>0,4 m</b>		
<b>10%</b> <b>1,1 m</b>		
<b>10%</b> <b>1,1 m</b>		
<b>1%</b> <b>2,0 m</b>		

### Orther Bucht

Die Orther Bucht wird als inneres Küstengewässer eingestuft, dürfte aber doch einem recht starken Wasseraustausch mit dem Fehmarnsund und der vorgelagerten Ostsee unterliegen. Darum erscheint die durch das pristine Lichtmodell berechnete Verbreitungsgrenze von 2,9 m für die 10% Lichttiefe als zu gering. Rezente und aktuelle Befunde im Fehmarnsund vor der Orther Bucht belegen dies. Bei der derzeitigen Abgrenzung der Wasserkörper dürfte allerdings die maximale Tiefe der Orther Bucht auch nur 3-4 m betragen (konkrete Werte liegen leider bezüglich der Abgrenzung der Wasserkörper nicht vor). Damit sollte die Orther Bucht im Referenzzustand eine komplette Vegetationsbedeckung aufweisen. Anhand der geringen Wassertiefe ist allerdings eine Klassifizierung nach der unteren Verbreitungstiefe für den sehr

guten und guten Zustand nicht möglich. In Tabelle 24 sind die Daten zusammengestellt.

**Tabelle 24:** Referenzzustand der Orther Bucht nach Vorkommen von Pflanzengemeinschaften und ihrer Verbreitungstiefe Referenzzustandes für die anhand von Literaturdaten sowie durch die Anwendung des Lichtmodells – *schwarz fett* nachgewiesene Pflanzengemeinschaften, *grau* aufgrund Literatur und Expertenwissen vermutete Pflanzengemeinschaften

\* Angabe basiert auf einer Einzelmessung von 2004

\*\* Tiefer als der ausgewiesene Wasserkörper

<b>Orther Bucht</b>		
Referenzzustand	Vegetationsbedeckung: 100 %      Salinität: 13 PSU* Untere Vegetationsgrenze : 5,9 m**	
	Weichboden	Hartboden
100%    0 m		<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Darmtang-G. (<i>Monostroma, Ulva, Ulvaria</i>)</li> <li>▶ epilithische Rotalgen (<i>Ahnfeltia, Ceramium, Furcellaria, Polysiphonia</i>)</li> </ul>
85%    0,2 m		<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <i>Fucus vesiculosus</i>-B.</li> </ul>
85%    0,2 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Characeen -G. (<i>Ch. aspera, Ch. canescens, Ch. baltica, Lamprothamnium papulosum, Tolypella nidifica</i>)</li> <li>▶ Characeen-Ruppia sp.-G.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ epilithische Rotalgen (<i>Ahnfeltia, Ceramium, Furcellaria</i>)</li> <li>▶ <i>Fucus vesiculosus</i>-B.</li> </ul>
75%    0,4 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <i>Zostera noltii-Ruppia cirrhosa</i>-G.</li> </ul>	
75%    0,4 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Characeen -G. (<i>Ch. aspera, Ch. canescens, Ch. baltica, Lamprothamnium papulosum, Tolypella nidifica</i>)</li> <li>▶ Characeen-Ruppia sp.-G.</li> </ul>	
40%    1,2 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Characeen-Zostera marina-G.</li> </ul>	
40%    1,2 m	( <i>Zostera marina, Zannichellia</i>	
10%    2,9 m	<i>palustris, Chara sp., Tolypella nidifica</i> )	
10%    2,9 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Characeen-Zostera marina-G.</li> </ul>	
10%    2,9 m	( <i>Zostera marina, Zannichellia</i>	
1%    5,9 m	<i>palustris, Chara sp., Tolypella nidifica</i> )	

## Untertrave

Der Kenntnisstand zur Untertrave ist nicht so umfangreich, dass alleine auf Grundlage der vorhandenen Daten für dieses Gewässer die Ausweisung eines Referenzzustandes möglich ist. Hier ist eine Übertragung des Wissenstandes aus anderen Gewässern und dem ELBO Projekt notwendig. Der in Tabelle 27 aufgeführte Referenzzustand kennzeichnet vor allem die buchtenartigen Erweiterung der Untertrave und somit die windgeschützten Buchten dieses Gewässers. In wieweit diese Charakterisierung für alle drei ausgewiesenen Wasserkörper der Untertrave anwendbar ist muss noch geprüft werden. Dazu fehlen derzeit entsprechende morphometrische Angaben.

**Tabelle 27:** Referenzzustand der Untertrave nach Vorkommen von Pflanzengemeinschaften und ihrer Verbreitungstiefe Referenzzustandes für die anhand von Literaturdaten sowie durch die Anwendung des Lichtmodells – *schwarz fett* nachgewiesene Pflanzengemeinschaften, *grau* aufgrund Literatur und Expertenwissen vermutete Pflanzengemeinschaften – \* berechneter Wert basiert auf den Salzgehaltsmessungen 2004 für die Holzwiek

<b>Untertrave</b>		
Referenzzustand	Vegetationsbedeckung: <span style="float: right;">Salinität: 12,1 PSU*</span> Untere Vegetationsgrenze : 5,3 m*	
	Weichboden	Hartboden
100% 0 m		▶ Darmtang-G. ( <i>Monostroma, Ulva, Ulvaria</i> )
85% 0,4 m		▶ epilithische Rotalgen
85% 0,4 m	▶ Characeen -G. ( <i>Ch. aspera, Ch. baltica, Tolypella nidifica</i> )	▶ <i>Fucus vesiculosus</i> -B.
40% 2,1 m	▶ Characeen-Ruppia sp.-G.	
40% 2,1 m	▶ Characeen-Zostera marina-G. ( <i>Zostera marina, Zannichellia</i>	
10% 5,3 m	<i>palustris, Chara sp., Tolypella nidifica</i> )	
10% 5,3 m		▶ epilithische Rotalgen
1% 10,6 m		

Weiterhin ist für Abschnitte bzw. auch Wasserkörper dieses Gewässers zu prüfen, ob nicht eine Einstufung als „heavy modified water body“ erfolgen muss, da aufgrund der starken Nutzung für den Schiffsverkehr zu starke strukturelle Veränderungen dieses Gewässers vorliegen.

## **5 Istzustand**

Die Auswertung der Vegetationsaufnahmen 2004 erfolgte im Rahmen der Diplomarbeit von Mareike Mertens. Diese Arbeit wird im April 2006 vorliegen und detaillierte Beschreibungen zur Vegetation liefern. Im Rahmen dieses Berichtes werden nur ein Teil dieser Ergebnisse (welche primär für die Erstellung des Klassifizierungsansatzes sind) zusammengefasst. Ausführliche Erläuterungen – u.a. auch Darstellungen der Einzeldaten sowie Angaben zur Biomasse und Bedeckung – werden dann durch die Diplomarbeit präsentiert. Weiterhin wird in der Diplomarbeit ausführlicher auf die Sedimentanalysen zu den Vegetationsaufnahmen eingegangen.

### **5.1 Artenspektrum und Verbreitungsgrenzen**

In den Jahren 2004 und 2005 wurden an 17 Transekten in den verschiedenen Tiefenstufen Vegetationsaufnahmen durchgeführt. Insgesamt wurden 25 Arten gefunden, wovon 10 wurzelnd waren (Tabelle 28). Die Artenzahl variierte dabei stark sowohl zwischen den Untersuchungsgebieten als auch in den verschiedenen Tiefenstufen eines Transektes. Die höchste Artenzahl wurde mit 14 in der Orther Bucht gefunden, wozu 5 Characeenarten gehörten. Im Gegensatz dazu wurden in den Untersuchungsflächen der Flensburger Förde und der Schlei überwiegend epilithische Algen gefunden. Für die Untertrave wurden 8 Arten gefunden.

Neben der Artenzusammensetzung wurden auch verschiedene Vegetationsgrenzen für die einzelnen Untersuchungsflächen ermittelt (Tabelle 29). Diese lagen zwischen 1 und 3 m. In den sehr flachen Gewässern mit maximalen Tiefen unter 2 m war die gesamte Gewässerfläche mit Makrophyten bewachsen. In den anderen Gewässerbereichen wurde kein Bewuchs bis zu

den maximalen Tiefen vorgefunden. Selbst eine flache Bucht bei Maasholm (2,6 m) war nicht vollständig mit Makrophyten bewachsen.

**Tabelle 28:** Gesamtliste aller gefundenen Arten und ihre Zuordnung zu den jeweiligen Untersuchungsgewässern – FF- Flensburger Förde (Binnenförde und Geltinger Bucht), OB – Orther Bucht.

	Art	FF	Schlei	OB	Untertrave
	<b>Emers</b>				
1	<i>Phragmites australis</i>		+		+
	<b>Wurzelnd</b>				
2	<i>Chara aspera</i>			+	
3	<i>Chara baltica</i>			+	
4	<i>Chara canescens</i>			+	
5	<i>Lamprothamnium papulosum</i>			+	
6	<i>Potamogeton pectinatus</i>		+	+	+
7	<i>Ruppia maritima</i>	+	+	+	+
8	<i>Ruppia cirrhosa</i>		+		+
9	<i>Tolypella nidifica</i>		+	+	
10	<i>Zannichellia palustris</i>		+	+	+
11	<i>Zostera marina</i>		+	+	
	<b>epiphytisch</b>				
12	<i>Ceramium diaphanum</i>	+		+	+
	<b>epilithisch</b>				
13	<i>Chorda filum</i>			+	
14	<i>Halosiphon tomentosus</i>	+	+		
15	<i>Cladophora spec.</i>	+	+	+	+
16	<i>Dasya baillouviana</i>		+		
17	<i>Desmarestia viridis</i>		+		
18	<i>Dumontia contorta</i>	+			
19	<i>Ulva intestinalis</i>	+	+		+
20	<i>Ulva radiata</i>			+	
21	<i>Fucus spec.</i>	+	+	+	+
22	<i>Petalonia fascia</i>	+			
23	<i>Phyllophora crispa</i>	+			
24	<i>Pylaiella littoralis</i>		+		
25	<i>Polyides rotundus</i>		+		

**Tabelle 29:** Artenzahl und Vegetationsgrenze für die Untersuchungstransecte in allen 4 Gewässern.

grau hinterlegt kennzeichnen die Standorte, wo eine Vegetationsausbreitung bis zu maximalen Gewässertiefe erreicht wird.

\* aufgrund der Wetterlage konnte nur bis 1 m kartiert werden, aber eine Phytobenthosvegetation war bis zur Tiefe von 3-4 m vorhanden

Gewässer	Standort	Artenzahl	Vegetationsgrenze (m)	max. Tiefe (m) des Transectes
Flensburger Binnenförde	Glücksburg	4	1,5	12,4
	Geltinger Noor	7	1,0	1,0
Schlei	Wormshöfter Noor 1	9	1,6	1,6
	Wormshöfter Noor 2	8	1,6	1,6
	Maasholm	8	2,2	2,5
	Winnemark		1,5	
Orther Bucht	Lemkenhafen	14	1,0	1,0*
Untertrave	Großer Holzwiek	5	2,0	2,8
	Hölle	4	2,0	4,8
	Kleiner Holzwiek	6	2,5	3,9
	Pötenitzer Wiek	6	2,0	4,9
	Dassower See		3,0	

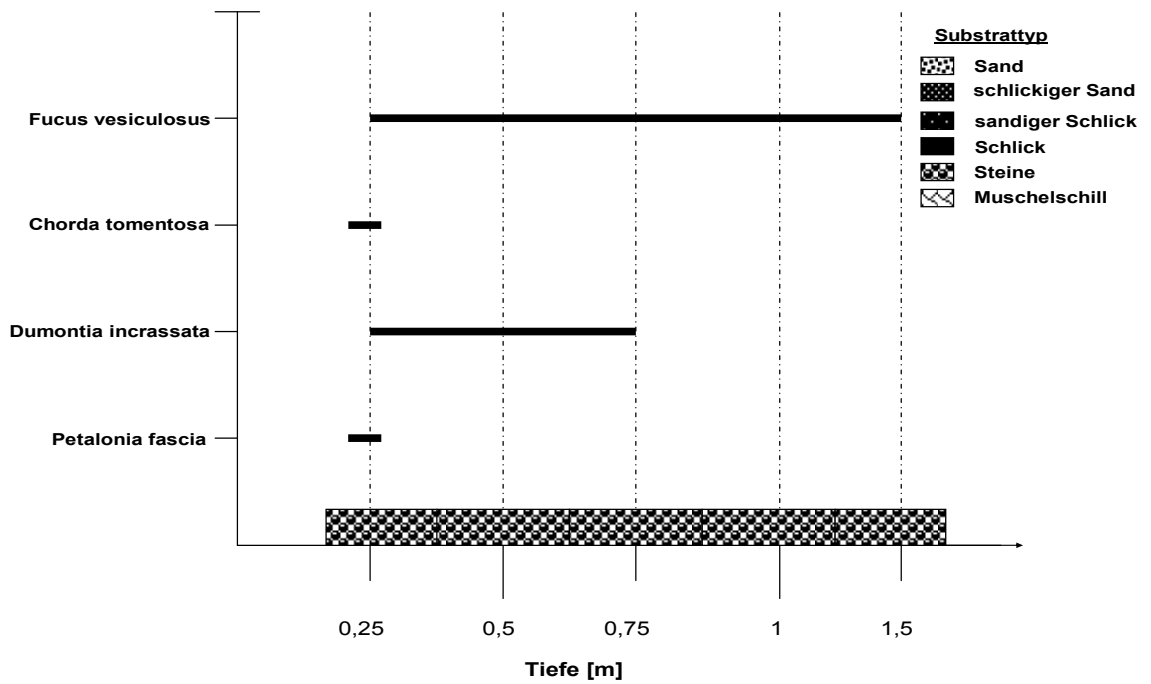
Im folgendem wird das Vorkommen der Arten in den einzelnen Untersuchungsgebieten näher erläutert.

### 5.1.1 Flensburger Binnenförde

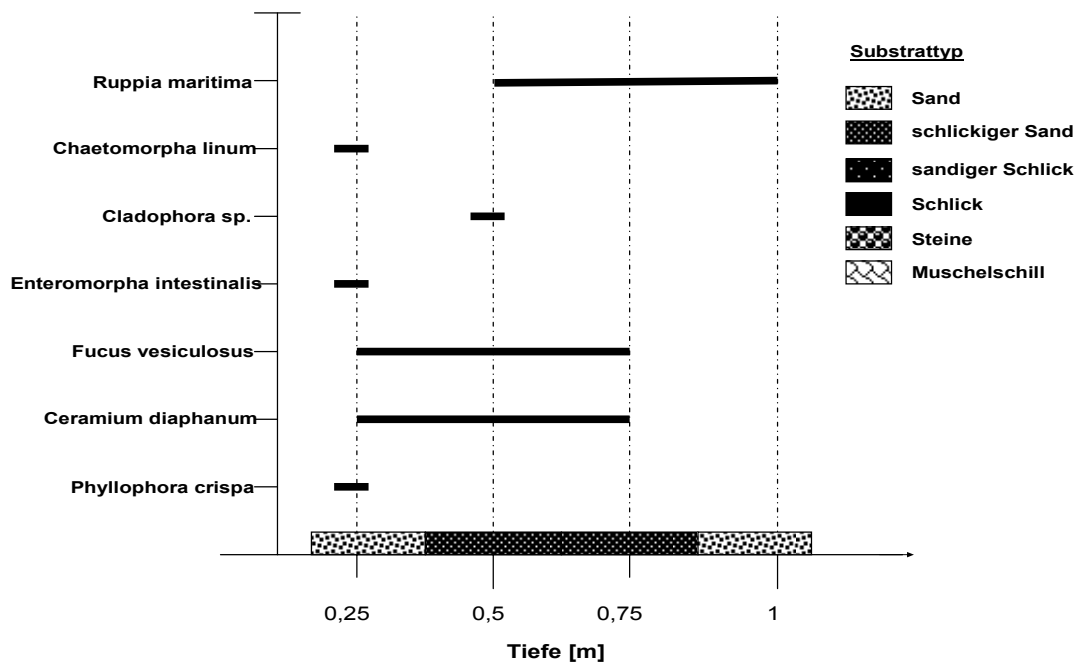
Am Untersuchungsstandort „Glücksburg“ wurden nur 4 Arten vorgefunden. Im gesamten Transect wurden nur Makroalgen der Abteilung Phaeophyta kartiert. Aufgrund der 100 % Steinbedeckung des Bodens dominiert zwischen 0,25 und 1 m *Fucus vesiculosus*. Begleitet wird die Art zwischen 0,25 und 0,75 m durch *Dumontia incrassata*. Die Braunalgen *Chorda tomentosa* und *Petalonia fascia* kommen nur mit einem sehr niedrigen Deckungsgrad auf 0,25 m vor. Die Vegetationsgrenze liegt bei 1,5 m (Abb. 8). Eine Charakterisierung mittels Weichbodenflora war nicht möglich.

In der Geltinger Bucht war am Standort „Geltinger Noor“ die gesamte Gewässerfläche mit Makrophyten bewachsen (Abb. 9). In der flachen Bucht wurden insgesamt 7 Arten gefunden. *Fucus vesiculosus* ist bei 0,25 m Tiefe auf größeren Steinen, zusammen mit *Chaetomorpha linum* und *Enteromorpha intestinalis* dominant. Mit dem Rückgang von Hartsubstraten in der Tiefe wechselt die Vegetationszusammensetzung.





**Abbildung 8:** Darstellung der Arten im Tiefenprofil und Substrattyp am Standort „Glücksburg“

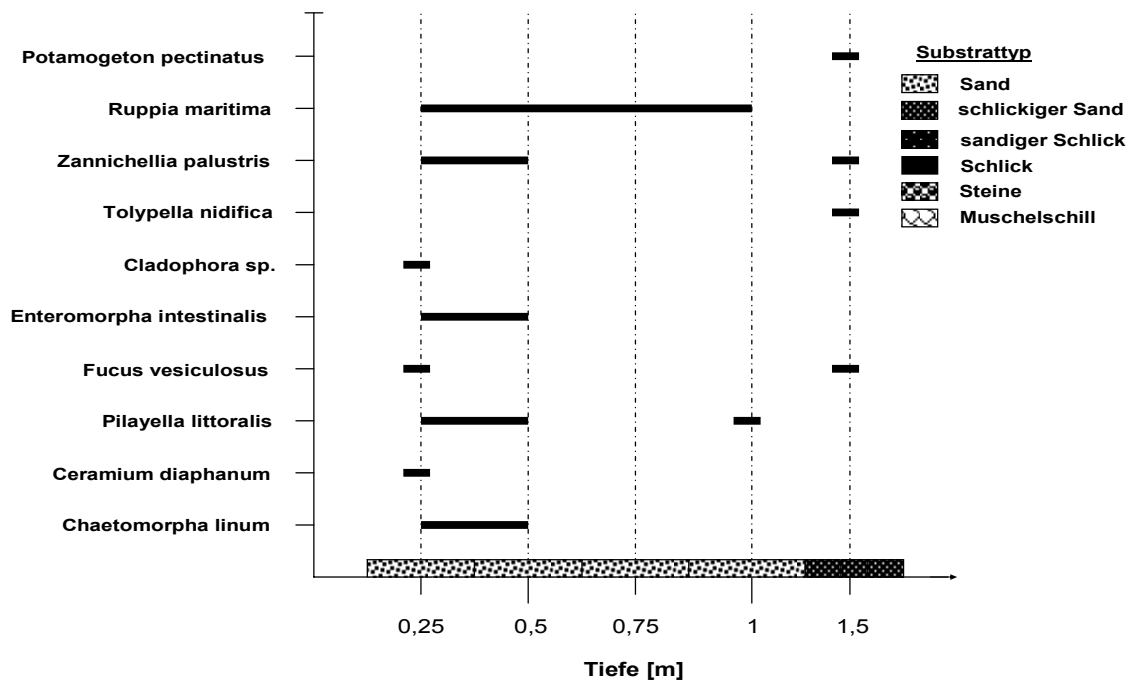


**Abbildung 9:** Darstellung der Arten im Tiefenprofil und Substrattyp am Standort „Geltinger Noor“

Ab 0,5 m bis zur maximalen Tiefe von 1 m wächst *Ruppia maritima*. *Fucus vesiculosus* durchsetzt den *Ruppia maritima*- Bewuchs bis auf 0,75 m. Auf 1 m Tiefe dominiert *Ruppia maritima*.

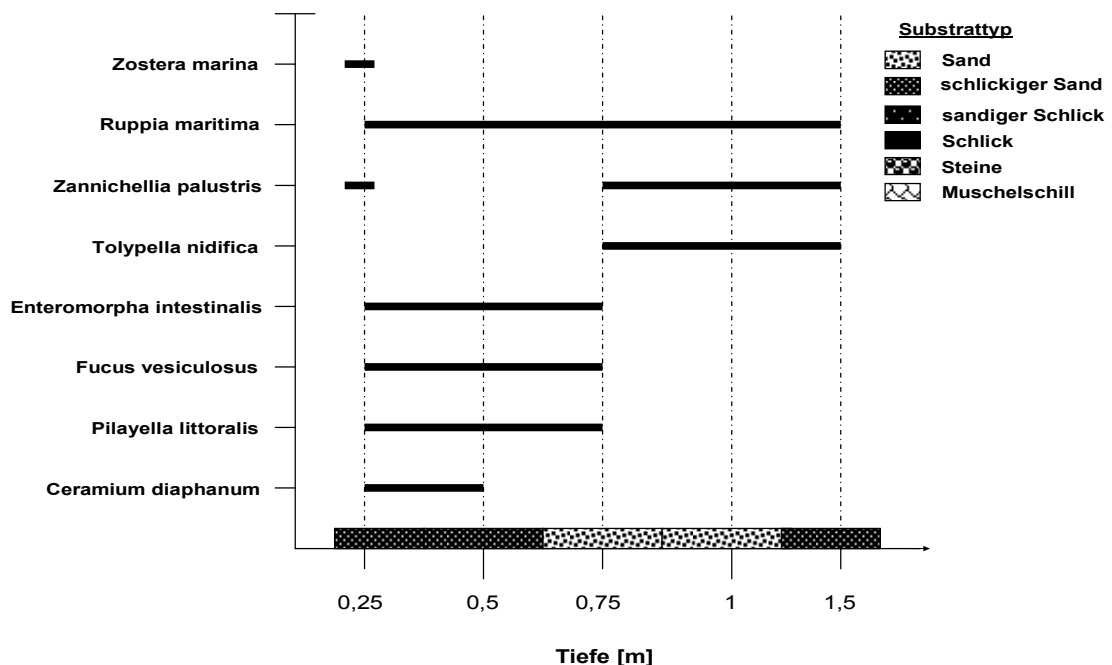
### 5.1.2 Schlei

An den drei Untersuchungsstandorten der äußeren Schlei konnten insgesamt 13 Arten nachgewiesen werden. Am Standort „Wormshöfter Noor 1“ dominieren, auf 0,25 m Tiefe, epilithische Algen das Vegetationsbild (Abb. 10). *Enteromorpha intestinalis* erreicht den höchsten Deckungsgrad, gefolgt von der Braunalge *Fucus vesiculosus*. Auf 0,5 m Tiefe kommen *Ruppia maritima* und *Zannichellia palustris* neben den epilithischen Algen *Enteromorpha intestinalis*, *Chaetomorpha linum* und *Pilayella littoralis* vor. Zwischen 0,75 und 1,5 m Tiefe dominieren die Spermatophyten. Den höchsten Deckungsgrad besitzt auf 0,75 und 1 m Tiefe *Ruppia maritima*. Auf der Tiefenstufe 1,5 m ist *Potamogeton pectinatus* dominant, gefolgt von *Zannichellia palustris*. In dieser Tiefe siedelt außerdem *Tolypella nidifica*.



**Abbildung 10:** Darstellung der Arten im Tiefenprofil und Substrattyp am Standort „Wormshöfter Noor 1“

Der Standort „Wormshöfter Noor 2“ ähnelt im Artenspektrum dem „Wormshöfter Noor 1“. Es fehlen aber *Potamogeton pectinatus* und die Grünalge *Cladophora* sp. (Abb. 11). Auf 0,25 m findet sich außerdem das Seegras *Zostera marina*. *Ruppia maritima* erreicht den höchsten Bedeckungsgrad (ca. 30%) auf 0,25 m Tiefe. Begleitarten sind *Zannichellia palustris* und *Zostera marina*. Auf Steinen im Flachwasserbereich wächst *Fucus vesiculosus*, begleitet durch *Enteromorpha intestinalis* und *Pilayella littoralis*. Während auf 0,25 m *Ruppia maritima* und *Fucus vesiculosus* mit gleicher Deckung vorkommen, ist *Ruppia maritima* zwischen 0,75 und 1,5 m Tiefe die dominante Art. Bis auf 1 m Tiefe wird die Art durch *Zannichellia palustris* und *Tolypella nidifica* begleitet.

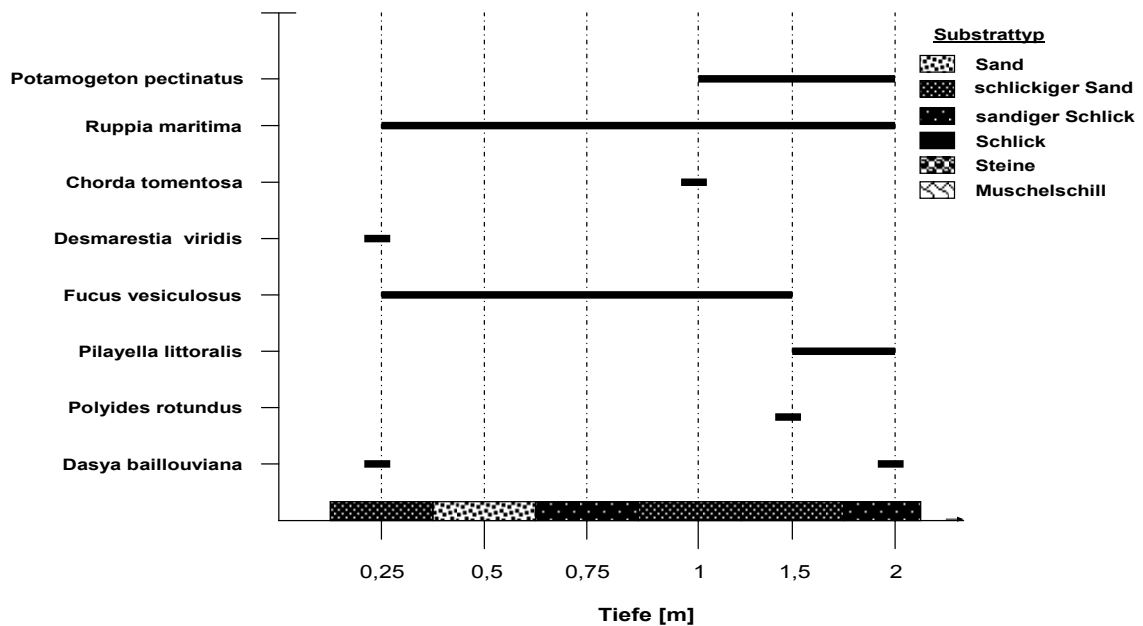


**Abbildung 11:** Darstellung der Arten im Tiefenprofil und Substrattyp am Standort „Wormshöfter Noor 2“

Der Untersuchungsstandort „Maasholm“ zeichnet sich durch *Fucus vesiculosus* – Bewuchs auf Steinen bis auf 1,5 m Tiefe aus (Abb. 12). Zwischen 0,25 und 2 m ist *Ruppia maritima* die dominante Art und wird auf den Tiefenstufen 1,5 und 2 m durch *Potamogeton pectinatus* begleitet. Im Unterschied zu den übrigen Standorten der Äußeren Schlei, fehlen *Zannichellia palustris* und *Tolypella nidifica* als Begleitarten von *Ruppia maritima*.

Die Braunalge *Pilayella littoralis* zeichnet sich durch einen hohen Deckungsgrad in 1,5-2 m Tiefe aus. *Dasya baillouviana*, eine epilithische Rotalge, tritt anstelle

von *Ceramium diaphanum* („Wormshöfter Noor 1& 2“) in 0,25 m auf und ird noch mal in 2 m Tiefe gefunden. Im Transekt wurden weiterhin die epilithischen Algen *Chorda tomentosa*, *Desmarestia viridis* und *Polyides rotundus* mit niedrigem Deckungsgrad gefunden.



**Abbildung 12:** Darstellung der Arten im Tiefenprofil und Substrattyp am Standort „Maasholm“

2005 wurde ein vierter Standort in der Schlei untersucht. Am Standort Winnemark (Übergang zur mittleren Schlei) wurden mit *Ruppia cirrhosa* und *Potamogeton pectinatus* nur zwei wurzelnde Arten bis 1,5 m Tiefe vorgefunden.

### 5.1.3 Orther Bucht

Mit 14 Arten hat der Standort „Lemkenhafen“ die höchste Artenzahl. Im Unterschied zu den Standorten der Flensburger Binnenförde, dominieren im Sediment wurzelnde Arten die Vegetationsaufnahmen. Die Characeen bilden die dominante Gruppe auf allen Tiefenstufen.

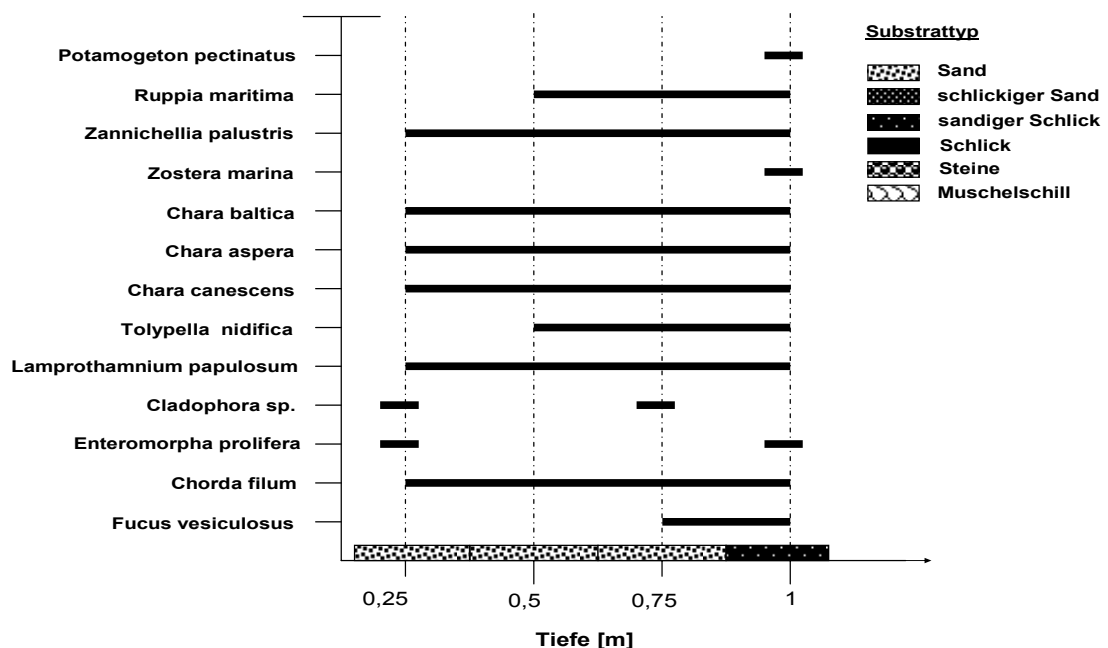
Die Orther Bucht zeichnet sich durch eine vollständige Vegetationsbesiedlung aus. Detaillierte Vegetationsaufnahmen (Kartierungen in den Transekten) konnten, aufgrund der schlechten Witterungsbedingungen und zunehmenden Windverhältnissen, nur bis auf 1 m Tiefe gemacht werden.

Auf 0,25 m Tiefe war *Chara baltica* die am häufigsten vertretenen Characeae, gefolgt von *Chara aspera*, *Chara canescens* und *Lamprothamnium papulosum*. *Zannichellia palustris* ist als Begleitart zu nennen (Abb. 13).

Die Braunalge *Chorda filum* ist durchgehend im Transekt vertreten. Die höchste Deckung hat *Chorda filum* auf 0,5 m. *Fucus vesiculosus* siedelt ab einer Tiefe von 0,75 m auf größeren Steinen. Auf 1 m Tiefe ist der Blasentang die dominante Großalge.

Neben 0,25 m erreichen die Characeen auf 0,75 m Tiefe einen hohen Deckungsgrad. Am häufigsten kommen *Chara canescens*, *Chara baltica* und *Chara aspera* vor. *Tolypella nidifica* und *Lamprothamnium papulosum* spielen eine untergeordnete Rolle.

Bei der Auszählung der Probenentnahme aus 2 m Tiefe wurde nur *Chara baltica* gefunden. Als Begleitart ist ab 0,5 m neben *Zannichellia palustris* auch *Ruppia maritima* zu nennen. Auf 1 m Tiefe wurden außerdem *Potamogeton pectinatus* und *Zostera marina* kartiert. *Zostera marina* wird – soweit diese Einschätzung aufgrund des Leinentauchens möglich ist – zur dominanten Art und konnte noch auf 3 m Tiefe dokumentiert werden.

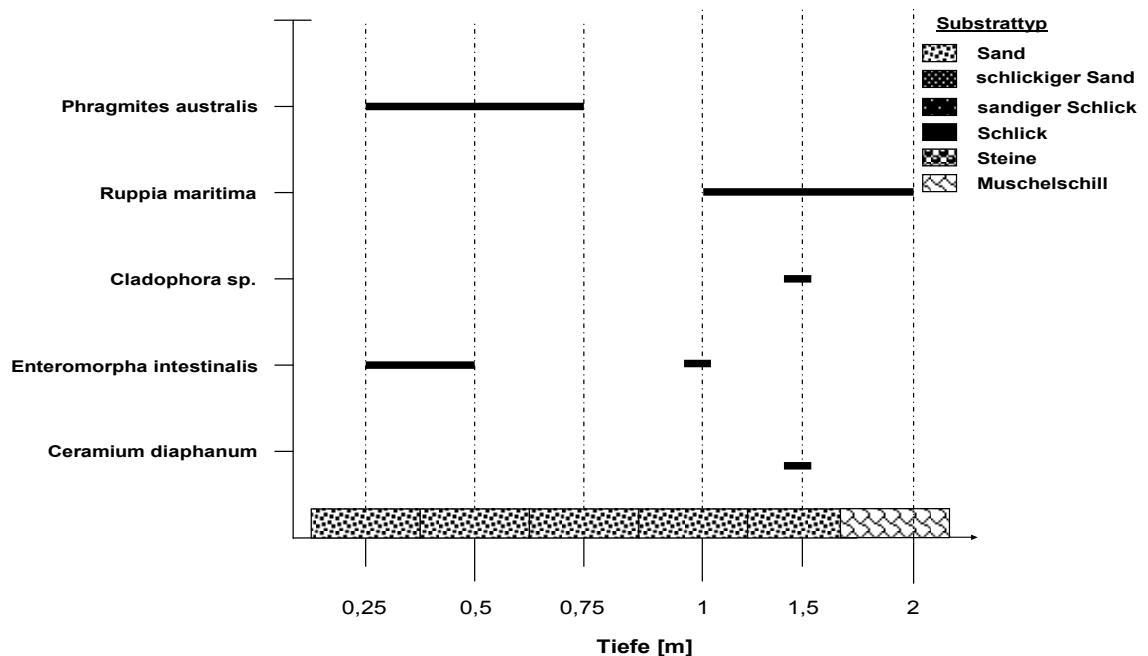


**Abbildung 13:** Darstellung der Arten im Tiefenprofil und Substrattyp am Standort „Lemkenhafen“ der Orther Bucht

## Untertrave

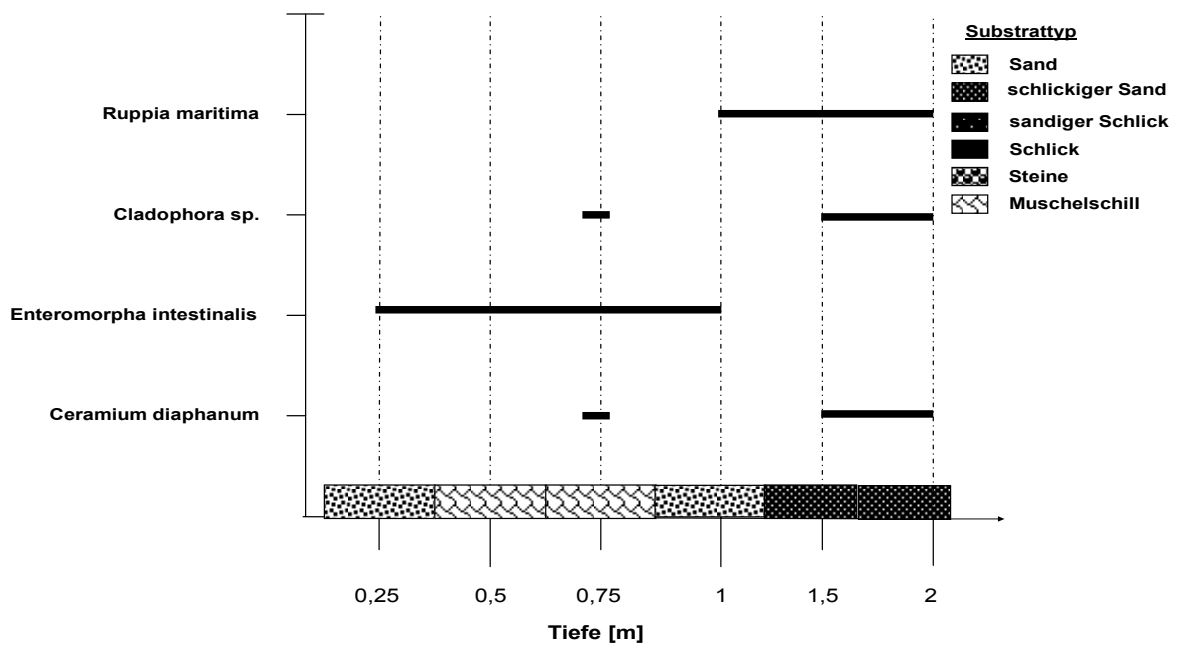
An den vier Untersuchungsstandorten wurden insgesamt 8 Arten kartiert. In der „Großen Holzwiek“ kam *Phragmites australis* vom Ufer bis in 0,75 m Tiefe vor. Die Phragmiteshalme wurden zwischen 0,25 und 0,5 m von *Enteromorpha intestinalis* besiedelt (Abb. 14).

Ab 1 m Tiefe siedelt *Ruppia maritima*, neben *Enteromorpha intestinalis*. Auf 1,5 m Tiefe kamen außerdem *Cladophora sp.* und *Ceramium diaphanum* vor. Aufgrund der schlechten Sichtverhältnisse konnten Vegetationsaufnahmen nur bis auf 1,5 m Tiefe durchgeführt werden. Auf 2 m Tiefe wurde in einem Teilquadrat von 4 Parallelen durch Aberntung *Ruppia maritima* nachgewiesen.



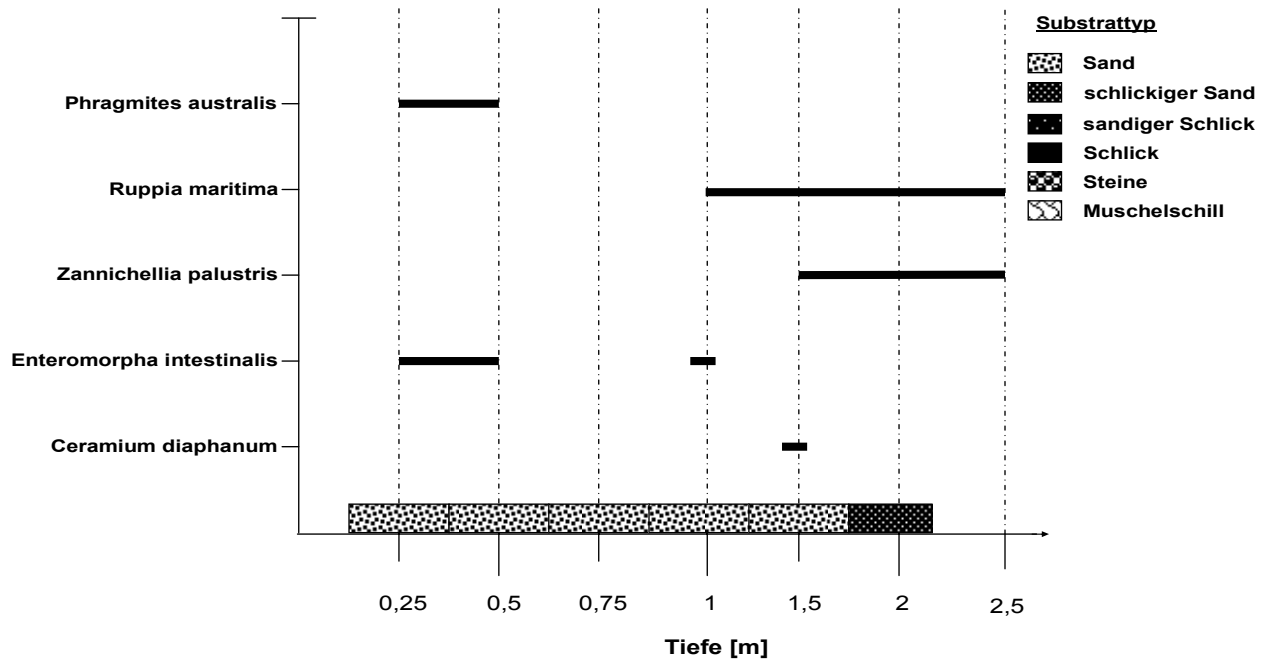
**Abbildung 14:** Darstellung der Arten im Tiefenprofil und Substrattyp am Standort „Große Holzwiek“ der Untertrave

Am Untersuchungsstandort „Hölle“ dominiert zwischen 0,25 und 1 m Tiefe *Enteromorpha intestinalis* das Vegetationsbild (Abb. 15). Auf 0,75 m Tiefe treten epilithische Grünalgen der Gattung *Cladophora sp.* neben *Ceramium diaphanum* auf. *Ruppia maritima* siedelt ab 1 m Tiefe. Wie am Standort „Große Holzwiek“ wird *R. maritima* auf 1,5 m durch *Ceramium diaphanum* und *Cladophora sp.* begleitet. Die Sichtverhältnisse ließen auf 2 m keine Kartierung zu. Das Abernten eines Teilquadrates entsprach der Besiedlung auf 1,5 m Tiefe.



**Abbildung 15:** Darstellung der Arten im Tiefenprofil und Substrattyp am Standort „Hölle“ der Untertrave

*Phragmites australis* dringt vom Ufer bis in 0,5 m Tiefe vor. Die epilithische Grünalge *Enteromorpha intestinalis* lagerte an den Schilfhalmern. Die Tiefenstufe 0,75 m ist vegetationsfrei. Entsprechend den vorangegangenen Standorten „Große Holzwiek“ und „Hölle“ siedelt *Ruppia maritima* ab 1 m Tiefe. Begleitet wird die Art ab 1,5 m Tiefe durch *Zannichellia palustris* und *Ceramium diaphanum*. Am Standort „Kleine Holzwiek“ fand sich auf 2,5 m Tiefe noch vereinzelte Patches mit *Ruppia maritima* und *Zannichellia palustris* (Abb. 16).



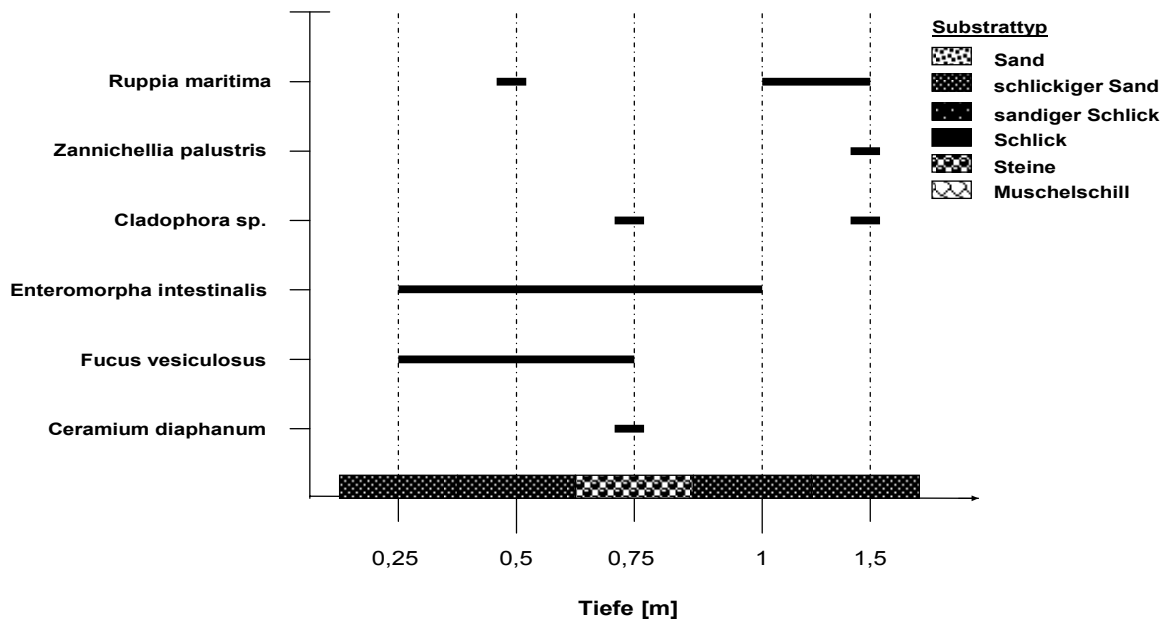
**Abbildung 16:** Darstellung der Arten im Tiefenprofil und Substrattyp am Standort „Kleine Holzwiek“ der Untertrave

Der Ufer- bzw. Flachwasserbereich der „Pötenitzer Wiek“ ist von größeren Steinen durchzogen. Dieses Hartsubstrat wird bis auf 0,75 m durch *Fucus vesiculosus* besiedelt. Bei 0,75 m hat *Fucus vesiculosus* die höchste Deckung. Wie schon an den Standorten „Große Holzwiek“, „Hölle“ und „Kleine Holzwiek“ kommt *Enteromorpha intestinalis* maximal bis auf 1 m Tiefe vor (Abb. 17). *Cladophora sp.* schließt sich auf 1,5 m Tiefe an.

*Ruppia maritima* tritt dagegen bereits bei 0,5 m Tiefe, mit niedriger Deckung auf und zwischen 1 und 1,5 m. *Zannichellia palustris* ist als Begleitart auf 1,5 m Tiefe zu nennen.

Am Untersuchungsstandort „Pötenitzer Wiek“ befand sich in 2 m Tiefe noch vereinzelt *Ruppia maritima* und *Zannichellia palustris*.





**Abbildung 17:** Darstellung der Arten im Tiefenprofil und Substrattyp am Standort „Pötenitzer Wiek“ der Untertrave

Im Dassower See wurden 2005 zwei Transekte untersucht. Hier wurde Vegetation bis 3 m Tiefe beobachtet. Vier wurzelnde Arten wurden vorgefunden: *Ruppia cirrhosa*, *Potamogeton pectinatus*, *Potamogeton perfoliatus* und *Zannichellia palustris*. Hartsubstrate wurden nur an einem Standort im flachen Bereich vorgefunden und waren mit epilithischen Grünalgen bewachsen.

## 5.2 Substratbeschaffenheit

Während der Vegetationsaufnahmen 2004 wurde der Substrattyp des Sedimentes ermittelt (Tabelle 30). Neben der Salinität und der Lichteindringtiefe ist der „Substrattyp“ das dritte Einflusskriterium für das Auftreten und die Verbreitung von Pflanzengemeinschaften. Im Gegensatz zu den Untersuchungen aus ELBO wurde sich auf die Analyse der Korngrößenverteilung und des organischen Gehaltes im Sediment konzentriert, da durch die Gesamtnährstoffgehalte C, N und P keine weiteren Informationen

bezüglich der Vegetationsverteilung in den Küstengewässern gewonnen werden konnte.

Die meisten untersuchten Standorte waren keine reinen Weich- oder Hartsubstratstandorte, sondern wurden als Weichsubstrate mit Steinen gekennzeichnet. Reine Hartsubstratstandorte waren nur in der Flensburger Binnenförde bzw. vereinzelt zu beobachten. Die große Zahl der Weichsubstratstandorte ist für die Prüfung des ELBO-Ansatzes erforderlich, da hier insbesondere die wurzelnden Pflanzen/Pflanzengemeinschaften zur Charakterisierung genutzt werden.

**Tabelle 30:** Organischer Gehalt, mittlere Korngröße (mKG), Schluffanteil sowie Substrattyp für die Untersuchungsflächen

Gewässer	Standort	Tiefe [m]	org. Gehalt [%TS]	mKG [mm]	Schluffanteil < 63 µm [%]	Substrattyp
Flensburger Binnenförde	Glücksburg		-	-	-	Steine
	Gelting	0,25	1,00	0,346	2,8	Sand
		0,5	1,83	0,163	10,8	schlick. Sand
		0,75	1,64	<0,063	7,9	schlick. Sand
		1	1,13	0,147	4,1	Sand
Schlei	Wormshöfter Noor 1	0,25	2,11	0,555	2,3	Sand
		0,5	0,69	0,538	4,1	Sand
		0,75	1,06	0,354	4,7	Sand
		1	0,78	>2mm	1,2	Sand
		1,5	1,58	0,123	10,2	schlick. Sand
	Wormshöfter Noor 2	0,25	1,38	>2mm	17,9	schlick. Sand
		0,5	1,03	>2mm	8,8	schlick. Sand
		0,75	0,92	>2mm	1,4	Sand
		1	1,3	0,280	3,2	Sand
		1,5	3,78	0,136	21,7	schlick. Sand
	Maasholm	0,25	1,18	0,158	11,6	schlick. Sand
		0,5	0,73	0,214	3,6	Sand
		0,75	1,07	0,206	26,4	sand. Schlick
		1	0,92	0,164	9,9	schlick. Sand
1,5		1,2	0,205	19,0	schlick. Sand	
2		1,83	0,119	35,5	sand. Schlick	
Orther Bucht	Lemkenhafen	0,25	1,2	<0,063	51,2	Schlick
		0,5	0,76	0,239	1,9	Sand
		0,75	0,67	0,284	7,7	Sand
		1	1,52	<0,063	40,8	sand. Schlick
Untertrave	Großer Holzwiek	0,25	0,33	0,210	1,3	Sand
		0,5	0,67	0,264	1,9	Sand

		0,75	0,8	0,168	4,3	Sand
		1	0,99	0,235	1,0	Sand
		1,5	1,95	0,297	3,9	Sand
	Hölle	0,25	0,54	0,503	4,4	Sand
		0,5	-	-	-	Muschelschill
		0,75	-	-	-	Muschelschill
		1	1,06	>2mm	3,3	Sand
		1,5	2,41	0,200	17,1	schlick. Sand
		2	2,6	0,149	15,7	schlick. Sand
	Kleiner Holzwiek	0,25	0,41	0,540	3,1	Sand
		0,5	0,61	>2mm	1,4	Sand
		0,75	0,76	0,268	1,4	Sand
		1	0,91	0,290	2,7	Sand
		1,5	1,58	0,232	3,8	Sand
		2	2,26	0,171	9,1	schlick. Sand
	Pötenitzer Wiek	0,25	0,71	0,594	17,6	schlick. Sand
		0,5	1,80	0,078	21,5	schlick. Sand
		0,75	-	-	-	Steine
		1	1,23	0,151	5,2	schlick. Sand
		1,5	1,57	0,144	10,4	schlick. Sand

Bei den Weichsubstraten überwiegen die sandigen Standorte (24 Untersuchungsflächen mit Sand-Substrat). Nach der Einteilung der Substrattypen wurde nur ein Standort als Schlick klassifiziert.

Der organische Gehalt der Sedimente lag an allen Standorten < 5 % der TM und kann somit dem Mineralbodenkomplex nach LINDNER (1972) zugeordnet werden. Es wurden in den Untersuchungstransekten nicht so schlickige und nährstoffreiche Sedimente vorgefunden, wie sie teilweise in den inneren Küstengewässern Mecklenburg-Vorpommerns anzutreffen waren (z. B. westlicher Teil der Darß-Zingster Boddenkette). In wie weit diese 47 Probenahmestellen alle die Substrattypen in der untersuchten Gewässern widerspiegeln ist noch abzuklären. Insbesondere in den tieferen Bereichen sowie der inneren und mittleren Schlei sind organische Sedimente zu vermuten.

### 5.3 Vegetationstypen

Basierend auf den über 200 Vegetationsaufnahmen wurden für die einzelnen Tiefenstufen der Untersuchungsgebiete Vegetationstabellen erstellt (analog zum ELBO Projekt) und die Pflanzengemeinschaften definiert. Es konnten fünf

submerse Pflanzengemeinschaften analog zum ELBO Ansatz vorgefunden werden. Ergänzend dazu wurde eine emerse Gemeinschaft definiert, welche für den Flachwasserbereich bis 75 cm sehr prägend war. Auf die floristische Zusammensetzung, Verbreitung und Standortansprüche der einzelnen Vegetationstypen wird im Folgenden eingegangen.

### **1. *Fucus vesiculosus* – Bestände (Fv)**

*Fucus vesiculosus* –Bestände kommen nur auf Hartsubstraten (Steine und Geröll) vor. Die *Fucus*- Bestände müssen als eigener Typ behandelt werden, da ein einziger Stein, der auf sandigem Substrat liegt, das Vorkommen von *Fucus vesiculosus* ermöglicht. Die im Umfeld siedelnde Vegetation kann eine ganz andere sein. Bei der aktuellen Vegetationskartierung wurden *Fucus*- Bestände vom Flachwasser (25 cm) bis 150 cm Tiefe und Lichtverhältnissen zwischen 76 und 9 % des Oberflächenlichtes kartiert. Die enorme Unabhängigkeit der Art von der Wassertiefe rechtfertigt die Definition eines eigenen Typs (SCHUBERT et al. 2003). Aus diesem Grund treten *Fucus vesiculosus* Bestände auch zusammen mit anderen Pflanzengemeinschaften wie *Ruppia cirrhosa* –, Darmtang-, und epilithischen Grünalgenbeständen auf.

### **3. Characeen- *Ruppia cirrhosa* – Gemeinschaft (ChRuci)**

Zwischen 25 und 150 cm Wassertiefe siedelt die Characeen-*Ruppia cirrhosa*- Gemeinschaft, in der neben *Ruppia maritima* *Tolypella nidifica* vorkommt. Bei Vorkommen von weiteren Characeen wie *Chara baltica*, *Chara aspera* und *Chara canescens*, spielt *Tolypella nidifica* eine untergeordnete Rolle. Die Characeen- *Ruppia cirrhosa* – Gemeinschaft siedelt überwiegend auf Sand. Schlickiger Sand und sandiger Schlick sind ebenfalls vertreten. Die Ursache für das Vorkommen dieser Sedimentarten ist die Akkumulation von organischem Material in den tieferen Bereichen, aufgrund der herabgesetzten Wellenbewegung. Das dem Pflanzenbestand zur Verfügung stehende Unterwasserlicht lag zwischen 86 und 20 % des Oberflächenlichtes. Darin zeichnet sich die Characeen-*Ruppia cirrhosa* Gemeinschaft, im Vergleich zu den übrigen Pflanzengemeinschaften durch hohe Lichtansprüche aus.

## 2. *Ruppia cirrhosa* – Bestände (Ruci) <sup>2</sup>

*Ruppia cirrhosa* - Bestände unterschieden sich von der vorherig beschriebenen Pflanzengemeinschaft durch das Fehlen (den Ausfall?) von Characeen. Im Untersuchungsgebiet siedeln sie zwischen 25 und 200 cm Tiefe auf Sand und schlickigem Sand. Zweimal wurde die Pflanzengemeinschaft auch auf sandigem Schlick gefunden. *Ruppia maritima* ist mit Ausnahme des Untersuchungsstandortes „Glücksburg“ mit durchgehender Steinbedeckung, im Mittel auf 100 cm mit dem höchsten Deckungsgrad (ca. 14 %) vertreten. Als Begleitarten sind *Zannichellia palustris* und *Potamogeton pectinatus* zu nennen. *Zannichellia palustris* begleitet *Ruppia maritima* über die gesamte Tiefe auf Sand und schlickigem Sand. Wohingegen *Potamogeton pectinatus* erst ab 100 cm Tiefe auftritt und eine Bindung an schlickigen Sand als Substrat aufweist.

Häufig wird ein *Ruppia cirrhosa*- Bestand im Flachwasserbereich von *Fucus vesiculosus*, epilithischen Grünalgen und Darmtang-Beständen auf Hartsubstrat durchsetzt. *Ruppia cirrhosa* – Bestände kamen bei Lichtverhältnissen zwischen 76 und 4,5 % des Oberflächenlichtes vor (Abb. 11).

## 4. Darmtang – Bestände (Dt) und/oder epilithische Grünalgen – Bestände (eG) <sup>3</sup>

Bei der Vegetationskartierung wurden Darmtang-Bestände zwischen 25 und 100 cm nachgewiesen. Darmtange *Enteromorpha* sp. tolerieren längeres Trockenfallen. Die Gattung ist daher charakteristisch für das Pseudolitoral. Durch die Brandungswirkung und die dadurch hervorgerufene Auswaschung feinen Materials, dominieren Grob-Sande, das flache Wasser (25 cm). Die Bestände sind an Hartsubstrate (Steine, Geröll), welche aus Sand und

---

<sup>2</sup> Auf die taxonomie Probleme innerhalb der Gattung *Ruppia* wurde bereits auf im Abschnitt 4.1.1 hingewiesen.

<sup>3</sup> Darmtang-Bestände und epilithischen Grünalgen lassen sich anhand der Stetigkeit und mittleren Bedeckung nicht eindeutig unterscheiden. Daher ist eine weitere Trennung dieser beiden Vegetationsformen als 2 Pflanzengemeinschaften nicht haltbar und hier folgt – im Gegensatz zu den historischen Beschreibungen – eine Zusammenfassung: beider Gemeinschaften – siehe ELBO Projekt

schlickigem Sand herausragen, oder an Epiphytismus gebunden. Häufig ist *Enteromorpha* sp. zusammen mit *Ruppia cirrhosa*- Beständen, auf Hartsubstraten, zwischen 25 und 100 cm bzw. auf *Fucus vesiculosus* und an *Phragmites*- Halmen zu finden. Darmtang-Bestände traten zwischen 83 und 24 % des Oberflächenlichtes auf (Abb. 11). Bestände epilithischer Grünalgen werden durch verschiedene *Cladophora*- Arten und *Chaetomorpha linum* gebildet. Diese konnten in den Untersuchungsgebieten auf Hartsubstraten im Sand, schlickigem Sand bzw. auf Muschelschill kartiert werden.

Im Unterschied zu *Enteromorpha*- Beständen kommen epilithische Grünalgen bis in 150 cm Tiefe vor. Dementsprechend ist es epilithischen Grünalgen möglich auch bei geringerer Lichtintensität (76 -12 % des Oberflächenlichts) zu siedeln. Zwischen 25 und 100 cm Tiefe siedeln beide Bestände häufig nebeneinander.

## **5. Myriophyllum-Potamogeton Bestände**

Diese Gemeinschaft wird im ELBO Ansatz als letzte Degradationsstufe beschrieben und ausschließlich durch die beiden Arten *Myriophyllum spicatum* und *Potamogeton pectinatus* geprägt. Im Untersuchungsgebiet trat sie im Dassower See als Monobestand von *Potamogeton pectinatus* auf.

## **6. Phragmites – Bestände (Ph)**

Das Vorkommen von *Phragmites australis* ist auf den Uferbereich bis zu einer maximalen Tiefe von 75 cm in den Untersuchungstransekten begrenzt. Die *Phragmites* – Bestände siedeln ausnahmslos auf Sand. Im flachen Wasser ist der Bestand von epilithischen Grünalgen und Darmtang – Beständen durchsetzt. Die *Phragmites* – Bestände sind von den Lichtverhältnissen im Wasserkörper unabhängig, da sich der Photosynthese betreibende Teil über der Wasseroberfläche befindet.

In der Tabelle 31 sind die ermittelten Pflanzengemeinschaften in den einzelnen Tiefenstufen jedes Gewässers aufgeführt. Auf den Weichböden ist eine Dominanz der *Ruppia* – Bestände – teilweise vergesellschaftet mit Characeen – festzustellen.

**Tabelle 31:** Vegetations- und Substrattyp der Untersuchungstransecte

Tiefe [m]	Flensburger Binnenförde		Äußere Schlei/ Mittlere Schlei				Orther Bucht	Untertrave				
	Glücksburg	Geltinger Noor	Wormshöfter Noor 1	Wormshöfter Noor 2	Maas-holm	Winne-mark -	Lemkenhafen	Große Holzwiek	Hölle	Kleine Holzwiek	Pötenitzer Wiek	Dassow er See
0,25	Fv	Fv/Dt	Fv/Dt/eG/Ruci	Fv/Ruci	Fv/Ruci	Ph	ChRuci	Dt/Ph	Dt	eG/Ph	Fv/Dt	P?
0,5	Fv	Ruci	Ruci	Fv/Ruci	Fv/Ruci	Ruci	ChRuci	Dt/Ph	Dt	eG/Ph	Fv/Dt/Ruci	Ph
0,75	Fv	Ruci	Ruci	Fv/ChRuci	Fv/Ruci	Ruci	ChRuci	Ph	Dt/eG	-	Fv/Dt/eG	Ruci
1,0	Fv	Ruci	Ruci	ChRuci	Fv/Ruci	Ruci	ChRuci	Dt/Ruci	Dt/Ruci	eG/Ruci	Ruci	Ruci
1,5	Fv	-	ChRuci	Ruci	Fv/Ruci	Ruci	k.A.	eG/Ruci	eG/Ruci	Ruci	eG/Ruci	Ruci/ MP
2,0	-	-	-	-	Ruci	-	k.A.	k.A.	k.A.	Ruci		Ruci/ MP
2,5	-	-	-	-		-	k.A.	-	-	k.A.		Ruci/ MP
3,0	-	-	-	-		-	k.A.	-	-	-		Ruci/ MP

k.A. aufgrund schlechter Sicht- bzw. Witterungsverhältnisse konnte keine Vegetationskartierung vorgenommen werden; eine Biomasseentnahme bzw. Abtauchen des Standortes belegten einen Bewuchs

Abkürzungen der Vegetationstypen:

- Fv: *Fucus vesiculosus* – Bestand
- Fv/Dt: *Fucus vesiculosus* – Bestand umgeben von Darmtang – Bestand
- Ruci: *Ruppia cirrhosa* - Bestand
- Fv/Ruci: *Fucus vesiculosus* – Bestand umgeben von *Ruppia cirrhosa* – Bestand
- ChRuci: Characeen – *Ruppia cirrhosa* – Gemeinschaft
- Dt/Ruci: *Ruppia cirrhosa* – Bestand umgeben von Darmtang- Bestand
- Dt/Ph: Darmtang-Bestand im Phragmites – Bestand
- Ph: Phragmites – Bestand
- eG/Ruci: *Ruppia cirrhosa* – Bestand umgeben von epilithische Grünalgen
- MP: Myriophyllum-Potamogeton

Im ELBO Ansatz für die inneren Küstengewässer Mecklenburg-Vorpommerns sind 7 weitere charakteristische Pflanzengemeinschaften beschrieben, welche bei den eigenen Untersuchungen in Schleswig-Holstein nicht vorgefunden wurden. Während der Untersuchungen zum Praxistest 2005 – durchgeführt von der Firma MariLim im Auftrag des LANU – wurden 5 weitere Pflanzengemeinschaften in Gewässern Schleswig-Holsteins vorgefunden:

<i>Zostera marina</i>	Flensburger Binnenförde
<i>Ruppia cirrhosa/ Zostera noltii</i>	Flensburger Binnenförde
<i>Zostera marina/ Ruppia cirrhosa</i>	Äußere Schlei
Characeen/ <i>Zostera marina</i>	Orther Bucht
Bodden-Kleinarmleuchtergemeinschaft	Orther Bucht

Somit konnten in den beiden Untersuchungsjahren die Pflanzengemeinschaften Boddengroßarmleuchtergemeinschaft, *Najas marina* Gemeinschaft sowie die *Chaotomorpha linum* Gemeinschaft nicht rezent nachgewiesen werden. Die beiden diagnostischen Arten *Chara tomentosa* und *C. liljebladii* für die Großarmleuchtergemeinschaft sind bisher nicht rezent in den Gewässern Schleswig-Holsteins nachgewiesen. SCHUBERT und BLINDOW (2003) geben auch nur einen historischen Fund von *C. tomentosa* an der Küste Schleswig-Holsteins an. Aus diesem Grund sollte die als Kleinarmleuchter-Gemeinschaft definierte Pflanzengemeinschaft für Schleswig-Holstein als Characeen-Gemeinschaft ausgewiesen werden.

Die Art *Najas marina* ist rezent ebenfalls nicht vorgefunden worden, aber historisch in der inneren Schlei und der Untertrave beschrieben. Dies bestätigt die angegebenen Verbreitungsgrenze von *N. marina* für oligohalinen Gewässer (SCHUBERT et al. 2003). Die vorliegenden Ergebnisse der rezenten Untersuchungen als auch der Aufarbeitung der historischen Daten lassen erst mal keine Definition neuer Gemeinschaften für wurzelnde Arten erkennen. Sinnvoll und notwendig ist aber die Ergänzung bzw. Überarbeitung der diagnostischen Arten für die bestehenden Pflanzengemeinschaften. Dies betrifft die Characeengemeinschaften als auch die *Ruppia*-Gemeinschaften. So ist neben *Ruppia cirrhosa* im westlichen Teil der deutschen Ostseeküste auch verstärkt *R. maritima* anzutreffen. In der Tabelle 32 werden die Vorschläge zur Veränderung der diagnostischen Arten aufgeführt. Auf die taxonischen Probleme der Trennung beider Arten wurde im Kapitel 4.1.1 hingewiesen, weshalb oft auch nur *R. cirrhosa* als Sammelbegriff für beide Arten verwendet wird.



**Tabelle 32:** Die Pflanzengemeinschaften ihre diagnostischen Arten

Pflanzen-gemeinschaft	diagnostische Arten nach ELBO für Mecklenburg-Vorpommern	Veränderungen der diagnostische Arten für Schleswig-Holstein
<b>BGrArm</b>	<i>Chara tomentosa</i> und <i>C. liljebladii</i>	nicht in Schleswig-Holstein
<b>BKIArm</b> <i>Characeen-gemeinschaft</i>	<i>Chara aspera</i> und/oder <i>C. baltica</i> und/oder <i>C. canescens</i> (mindestens 2 Arten)	<i>Chara aspera</i> , <i>C. baltica</i> , <i>Lamprothamium papulosum</i> , <i>Tolypella nidifica</i> (mindestens 2 Arten)
<b>ChRuci</b>	<i>Chara aspera</i> und/oder <i>C. baltica</i> und/oder <i>C. canescens</i> und <i>Ruppia cirrhosa</i>	Zwei der o.g. Charaarten sowie <i>Ruppia cirrhosa</i> und/oder <i>Ruppia maritima</i>
<b>ChZoma</b>	<i>Zostera marina</i> und <i>Tolypella nidifica</i> und/oder <i>Chara aspera</i> , <i>C. baltica</i> , <i>C. canescens</i> , <i>C. liljebladii</i>	<i>Zostera marina</i> und zwei der vier o.g. Charaarten
<b>CI</b>	Dominanz von <i>Chaetomorpha linum</i> , nur angegeben, wenn nicht standorttypische Vegetationsformen überlagert werden	ohne Veränderungen
<b>DT und EG</b>	Enteromorpha und/oder <i>Ulva</i> les und/oder <i>Cladophora</i> ssp.	ohne Veränderungen
<b>Fv</b>	<i>Fucus vesiculosus</i>	ohne Veränderungen
<b>MP</b>	ausschließlich <i>Myriophyllum spicatum</i> und/oder <i>Potamogeton pectinatus</i>	Für die innere Schlei muss <i>Potamogeton perfoliatus</i> berücksichtigt werden
<b>Nm</b>	<i>Najas marina</i>	bisher nicht in SH nachgewiesen
<b>Ruci</b>	<i>Ruppia cirrhosa</i> ohne indikatorische Begleiter	<i>Ruppia cirrhosa</i> und/oder <i>Ruppia maritima</i> ohne indikatorische Begleiter
<b>Zoma</b>	<i>Zostera marina</i> ohne indikatorische Begleiter	ohne Veränderungen
<b>ZoRu</b>	<i>Ruppia cirrhosa</i> mit <i>Zostera noltii</i>	<i>Ruppia cirrhosa</i> und/oder <i>Ruppia maritima</i> mit <i>Zostera noltii</i>

Neben den Ausbreitungsgrenzen bezüglich der Salz- und Lichtverhältnisse wurde im Elbo Projekt auch der Einfluss der Substratbeschaffenheit intensiv untersucht! Die in SH vorgenommenen Untersuchungen von Vegetation und Substrat bestätigen die Befunde vom Mecklenburg-Vorpommern bis auf eine Ausnahme (Tabelle 33)! Somit kann von einer gleichen substratabhängigen Verbreitung der Pflanzengemeinschaften ausgegangen werden. Da bei einem späteren Überblick – Monitoring auch keine differenzierten Substratuntersuchungen erfolgen werden, wird im Klassifizierungsansatz vorerst auch nur nach Weich- und Hartböden unterteilt. Sollten diese Untersuchungen aufzeigen, dass der gute ökologische Zustand nicht erreicht wird, so müsste dann im spezifischen Monitoring die Substratbeschaffenheit ebenfalls ermittelt werden.

**Tabelle 33:** Vorkommen der Pflanzengemeinschaften auf den verschiedenen Substrattypen, grau hinterlegt das Verbreitungsmuster nach dem ELBO-Projekt für Mecklenburg-Vorpommern

	Schlick	sandiger Schlick	schlickiger Sand	Sand	Steine
Astero-Phragmitetum-PG				1	
Characeen- <i>Ruppia cirrhosa</i> -PG	1	2	1	3	
Darntang-Bestände im Röhricht				5	
epilithische Grünalgen PG mit <i>Ruppia cirrhosa</i> PG			1	2	
<i>Fucus vesiculosus</i> - PG					5
<i>Fucus vesiculosus</i> –PG auf Stein von Darntang-Beständen			1	1	
<i>Fucus vesiculosus</i> - PG auf Stein umgeben von <i>Ruppia cirrhosa</i>		1	6	2	
<i>Ruppia cirrhosa</i> - PG			7	7	

## 6 Anwendung des ELBO Klassifizierungsansatzes

Ziel der Untersuchungen zu den inneren Küstengewässern war die Testung der Anwendbarkeit des für die inneren Küstengewässer Mecklenburg-Vorpommern entwickelten ELBO Ansatzes. Dieser Bewertungsansatz basiert auf zwei Prämissen:

1. Der Rückgang der unteren Verbreitungsgrenze ist das erste Kennzeichen der Degradation der Makrophyten/ Makroalgen. Dieser Rückgang erstreckt sich über alle fünf Zustandsklassen, aber kennzeichnet explizit die Zustände sehr gut bis mäßig.
2. Der Ausfall von Pflanzengemeinschaften charakterisiert als zweite Degradationsstufe insbesondere die Zustände unbefriedigend und schlecht.

Durch die Verknüpfung dieser beiden Prämissen – Verschiebung der unteren Verbreitungsgrenzen sowie Ausfall von Pflanzengemeinschaften – wurde ein 5-stufiger Klassifizierungsansatz aufgestellt (Tabelle 34). Weiterhin erfolgte die Festlegung, dass der schlechte ökologische Zustand durch eine Verbreitungsgrenze  $< 0,5$  m und nur noch der Pflanzengemeinschaft *Myriophyllum/ Potamogeton* charakterisiert wird.

Dieser vorliegende Ansatz wurde entsprechend der verschiedenen Verbreitungsgrenzen in den einzelnen Gewässern dann spezifisch für jedes Gewässer ausgearbeitet. Einschränkungen einer fünfstufigen Klassifizierung ergaben sich für die sehr flachen Gewässer. Hier – meist Gewässer mit max. Tiefen unter 3 m – sind die Abstufungen der Tiefengrenzen meist so gering, dass höhere natürliche Wasserstandsschwankungen in diesen Gewässern auftreten. Für diese Gewässer wurde deshalb nur ein dreistufiger Bewertungsansatz für die Küstengewässer Mecklenburg-Vorpommern vorgelegt.

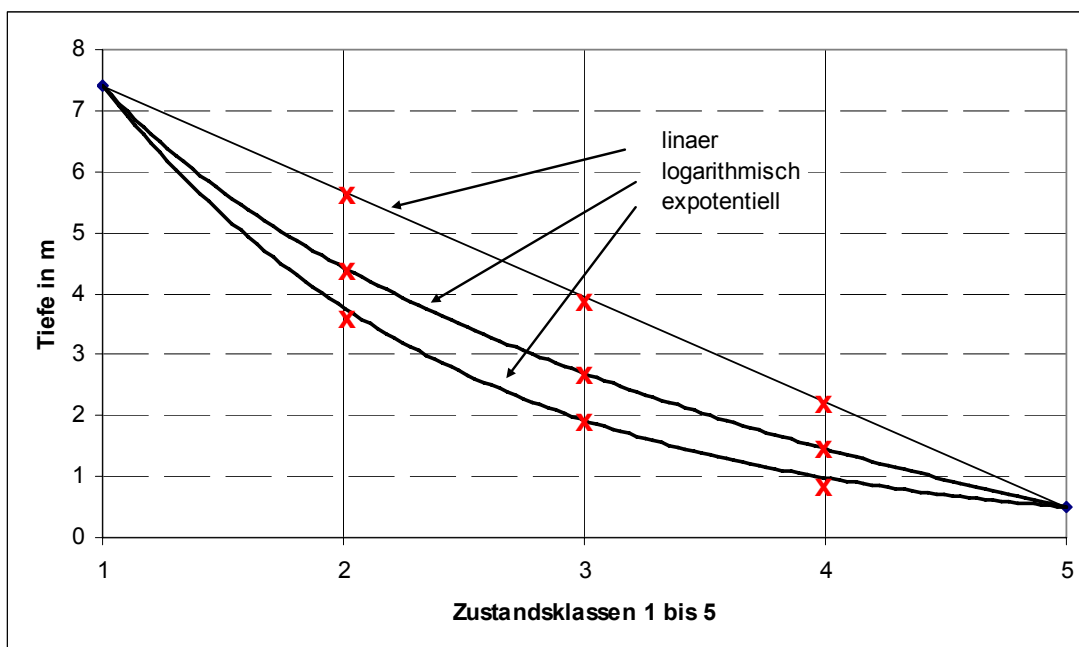
Um eine generelle Anwendbarkeit dieses Bewertungsansatzes zu prüfen wurden für die inneren Küstengewässer Schleswig-Holstein sowohl aktuelle Vegetationsaufnahmen 2004/2005 als auch Auswertungen von Datenbanken und Literaturangaben (Referenzzustand) vorgenommen. Dabei zeigten sich analog zu den inneren Küstengewässern Mecklenburg-Vorpommern, dass zum einen die unteren Verbreitungsgrenzen gegenüber den Referenzwerten abgenommen haben und auch nicht mehr alle historisch beschriebenen Pflanzengemeinschaften vorzufinden sind.

**Tabelle 34:** Definition der fünf ökologischen Zustände für die inneren Küstengewässer Mecklenburg-Vorpommern

Zustand/ Klasse	Beschreibung
Referenzzustand → sehr guter ökologischer Zustand	Alle in einem Gewässer unter naturnahen Bedingungen vorkommenden Makrophyten bzw. deren Gemeinschaften sind vorhanden. Die untere Makrophytengrenze stimmt mit der aus den Hintergrundwerten möglichen Besiedlungsgrenze überein. Die Vegetationsbedeckung ist mit Ausnahme der nicht besiedelbaren Bereiche im Flachwasser (Exposition) und außerhalb der euphotischen Zone (Wassertiefe) der Stammeigenschaften vollständig.
guter ökologischer Zustand	Alle in einem Gewässer unter naturnahen Bedingungen vorkommenden Makrophyten bzw. deren Gemeinschaften sind vorhanden. Die Vegetationsbedeckung ist mit Ausnahme der nicht besiedelbaren Bereiche im Flachwasser (Exposition) und außerhalb der euphotischen Zone (Wassertiefe) der Stammeigenschaften in flachen Gewässern vollständig, in tiefen Gewässern tritt ein vegetationsloser Bereich an der unteren Grenze der euphotischen Zone der Stammeigenschaften auf. Es kommt also zu einer Verschiebung der unteren Makrophytengrenze. Ein Ausfall von Arten findet jedoch nicht statt.
mäßiger ökologischer Zustand	Alle in einem Gewässer unter naturnahen Bedingungen vorkommenden Makrophyten bzw. deren Gemeinschaften sind vorhanden. Die Vegetationsbedeckung ist mit Ausnahme der nicht besiedelbaren Bereiche im Flachwasser (Exposition) und außerhalb der euphotischen Zone (Wassertiefe) der Stammeigenschaften in flachen Gewässern vollständig, in tiefen Gewässern tritt ein vegetationsloser Bereich an der unteren Grenze der euphotischen Zone der Stammeigenschaften auf. Es kommt zu einer Verschiebung der unteren Makrophytengrenze gegenüber dem guten ökologischen Zustand. Ein Ausfall von Arten findet jedoch auch hier noch nicht statt.
unbefriedigender ökologischer Zustand	Ausfall der ersten Arten (Characeen) und damit Pflanzengemeinschaften bei weiter fortschreitender Verringerung der unteren Verbreitungsgrenze der Pflanzengemeinschaften. Die Vegetationsbedeckung ist mit Ausnahme der nicht besiedelbaren Bereiche im Flachwasser (Exposition) und außerhalb der euphotischen Zone (Wassertiefe) der Stammeigenschaften in flachen Gewässern vollständig. In tiefen Gewässern tritt ein vegetationsloser Bereich an der unteren Grenze der euphotischen Zone der Stammeigenschaften auf.
schlechter ökologischer Zustand	Bei weiterer Verringerung der unteren Makrophytengrenze kommt es zum Ausfall weiterer Arten und deren Gemeinschaften. <i>Miriophyllum spicatum</i> und <i>Potamogeton pectinatus</i> sind die einzigen Spermatophyten die noch vorgefunden werden. Die untere Makrophytengrenze liegt bei 0,5 m. Damit verbunden ist die Vegetationsbedeckung des Gewässers unter 10 % gesunken.

## 6.1 Berechnung der Verbreitungsgrenzen für die fünf Bewertungsstufen

Die historischen Verbreitungstiefen, welche den Referenzzustand kennzeichnen, wurden mittels des pristinen Lichtmodells ermittelt und mit den vorhandenen historischen Daten verglichen (Kapitel 4.2). Auf Grundlage diese Vorgabe muss nun eine fünfstufige Abstimmung der Verbreitungstiefen erfolgen, welche die fünf Klassen charakterisieren. Im Rahmen des ELBO Projektes wurde dazu wie folgendermaßen vorgegangen. Neben dem ermittelten Referenzzustand (sehr guter Zustand) wurde für den schlechten Zustand eine Verbreitungsgrenze von 0,5 m festgelegt. Damit wurde in allen inneren Küstengewässern – unabhängig der Salinität und Austauschrate – hier der schlechte Zustand definiert.



**Abbildung 18:** Schematische Darstellung der Festlegung der Verbreitungsgrenzen für die fünf ökologischen Zustände nach dem ELBO Ansatz – Daten beispielhaft für die Nordrügenschten Boddengewässer

Für die Festlegung der drei anderen Klassengrenzen (gut, mäßig, unbefriedigend) wurde dann eine gleichmäßige Aufteilung zwischen dem sehr guten und schlechten Zustand vorgenommen. Während anfangs erst von einer linearen Verteilung ausgegangen wurde, so wurde aufgrund der logarithmischen Verteilungskurve des Lichtes im Wasserkörper eine logarithmische Aufteilung gewählt. Abbildung 18 verdeutlicht, dass sich je nach Wahl der mathematischen Funktionen unterschiedliche Klassengrenzen ergeben. Die so ermittelten Tiefenstufen wurden

durch die Berechnung der Flächenbedeckungen überprüft und gegebenen falls korrigiert.

Für die äußeren Küstengewässer wird durch SCHORIES et al. (2006) ein anderer Ansatz gewählt. Hier wird von einem Referenzzustand (10 m als 10 % Lichttiefe) ausgegangen und die Klassengrenzen anhand einer prozentualen Abnahme der Oberflächenlichtes von 1, 5, 25 und 75% festgelegt. Hier wurde ebenfalls von keiner linearen Abnahme, sondern flächenhaften (logarithmische) Abnahme ausgegangen. Für die inneren Küstengewässer sollte nun dieser Ansatz auch geprüft werden. Dazu wurden zuerst die gleichen Klassengrenzen angenommen. Es zeigte sich, dass eine 1 % Abnahme in den flacheren Gewässern meist unterhalb der natürlichen Wasserstandsschwankungen lag. Weiterhin wird bei den von SCHORIES et al. (2006) gewählten Ansatz von einem gleichmäßigen Tiefenprofil (Tiefenabnahme) ausgegangen. Diese ideale Kurve ist auch nicht an den äußeren Küstengewässern zu finden, aber überhaupt nicht relevant für die inneren Küstengewässer, wo die flachen Bereiche dominieren und nur ein sehr kleiner Flächenanteil der Gewässer durch tiefere Bereiche geprägt ist. Aus diesem Grund wurde für die inneren Küstengewässer eine prozentuale Abstufung von 5%, 25%, 50% und 75% gewählt. In den Tabellen 35a-e sind die berechneten Verbreitungsgrenzen für die einzelnen Gewässer zusammengestellt.

**Tabelle 35:** Untere Verbreitungsgrenzen für die Lichteindringtiefen für die fünf ökologischen Zustände – berechnet nach SCHORIES et al. (2006) für die Flensburger Binnenförde (a), Äußere Schlei (b), Mittlere Schlei (c), Innere Schlei (d), Orther Bucht (e), Untertrave-Holzwick (f), Untertrave-Schlutup (g) und die Außenküste (h)

<b>Tabelle A - Flensburger Binnenförde*</b>						
<b>Verbreitungsgrenzen nach Berechnung SCHORIES et al. (2006) basierend auf pristinen Lichtmodell (DOMIN et al. 2004)</b>					<b>Salinität: 17,8 PSU 13-22</b>	
	<b>85 %</b>	<b>75 %</b>	<b>40 %</b>	<b>10 %</b>	<b>1 %</b>	<b>0,1 %</b>
<b>sehr gut (&lt;5%)</b>	<b>&gt;0,5</b>	<b>&gt;0,9</b>	<b>&gt;2,9</b>	<b>&gt;7,3</b>	<b>&gt;14,5</b>	<b>&gt;21,8</b>
<b>Gut (5-25%)</b>		>0,86	>2,65	>6,08	>8,88	>9,37
<b>Mäßig (25-50%)</b>		>0,66	>1,88	>3,54	>4,27	>4,36
<b>unbefriedigend (50-75 %)</b>		>0,42	>1,12	>1,88	>2,15	>2,18
<b>Schlecht (&gt; 75%)</b>		>0,20	>0,51	>0,80	>0,90	>0,95

\* Berechnung basiert auf der Annahme, dass es keinen Salzgradienten gibt zur vorgelagerten Ostsee – gleiche Salzgehalte von Binnenförde und Ostsee

<b>Tabelle B - Äußere Schlei</b>						
Verbreitungsgrenzen nach Berechnung SCHORIES et al. (2006) basierend auf pristinen Lichtmodell (DOMIN et al. 2004)					Salinität: 9,2 PSU 2,4-13,3	
	85 %	75 %	40 %	10 %	1 %	0,1 %
<b>sehr gut (&lt;5%)</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>0,6</b>	<b>1,4</b>	<b>2,9</b>	<b>4,3</b>
<b>Gut (5-25%)</b>		0,19	0,55	1,17	1,73	1,81
<b>Mäßig (25-50%)</b>		0,14	0,39	0,68	0,83	0,84
<b>unbefriedigend (50-75 %)</b>		0,09	0,23	0,36	0,42	0,42
<b>Schlecht (&gt; 75%)</b>		0,04	0,1	0,15	0,17	0,17

<b>Tabelle C - Mittlere Schlei</b>						
Verbreitungsgrenzen nach Berechnung SCHORIES et al. (2006) basierend auf pristinen Lichtmodell (DOMIN et al. 2004)					Salinität: 6,9 PSU 1,6-11,0	
	85 %	75 %	40 %	10 %	1 %	0,1 %
<b>sehr gut (&lt;5%)</b>	<b>0,1</b>	<b>0,3</b>	<b>0,5</b>	<b>1,1</b>	<b>2,3</b>	<b>3,4</b>
<b>gut (5-25%)</b>		0,28	0,46	0,92	1,36	1,42
<b>mäßig (25-50%)</b>		0,21	0,32	0,54	0,65	0,66
<b>unbefriedigend (50-75 %)</b>		0,13	0,19	0,29	0,33	0,33
<b>schlecht (&gt; 75%)</b>		0,06	0,08	0,12	0,14	0,14

<b>Tabelle D - Innere Schlei</b>						
Verbreitungsgrenzen nach Berechnung SCHORIES et al. (2006) basierend auf pristinen Lichtmodell (DOMIN et al. 2004)					Salinität: 5,9 PSU 1,4-10	
	85 %	75 %	40 %	10 %	1 %	0,1 %
<b>sehr gut (&lt;5%)</b>	<b>0,1</b>	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>	<b>1,1</b>	<b>2,1</b>	<b>3,2</b>
<b>gut (5-25%)</b>		0,28	0,37	0,92	1,33	1,42
<b>mäßig (25-50%)</b>		0,21	0,26	0,54	0,64	0,66
<b>unbefriedigend (50-75 %)</b>		0,13	0,16	0,29	0,33	0,33
<b>schlecht (&gt; 75%)</b>		0,06	0,07	0,12	0,14	0,14

<b>Tabelle E - Orther Bucht</b>						
Verbreitungsgrenzen nach Berechnung SCHORIES et al. (2006) basierend auf pristinen Lichtmodell (DOMIN et al. 2004)					Salinität: 13 PSU	
	85 %	75 %	40 %	10 %	1 %	0,1 %
<b>sehr gut (&lt;5%)</b>	<b>0,2</b>	<b>0,4</b>	<b>1,2</b>	<b>2,9</b>	<b>5,9</b>	<b>8,6</b>
<b>gut (5-25%)</b>	0,19	0,38	1,1	2,43	3,57	3,75
<b>mäßig (25-50%)</b>	0,15	0,29	0,78	1,43	1,71	1,74
<b>unbefriedigend (50-75 %)</b>	0,10	0,18	0,46	0,75	0,86	0,87
<b>schlecht (&gt; 75%)</b>	0,05	0,09	0,21	0,32	0,36	0,36

<b>Tabelle F - Untertrave/ Holzwiek</b>						
Verbreitungsgrenzen nach Berechnung SCHORIES et al. (2006) basierend auf pristinen Lichtmodell (DOMIN et al. 2004)					Salinität: 12,1 PSU 4-17	
	85 %	75 %	40 %	10 %	1 %	0,1 %
<b>sehr gut (&lt;5%)</b>	<b>0,4</b>	<b>0,7</b>	<b>2,1</b>	<b>5,3</b>	<b>10,6</b>	<b>15,9</b>
<b>gut (5-25%)</b>		0,66	1,93	4,44	6,5	6,85
<b>mäßig (25-50%)</b>		0,50	1,37	2,59	3,12	3,18
<b>unbefriedigend (50-75 %)</b>		0,32	0,82	1,38	1,57	1,59
<b>schlecht (&gt; 75%)</b>		0,16	0,37	0,59	0,65	0,66

<b>Tabelle G - Untertrave/ Schlutup</b>						
Verbreitungsgrenzen nach Berechnung SCHORIES et al. (2006) basierend auf pristinen Lichtmodell (DOMIN et al. 2004)					Salinität: 9,8 PSU 4-17	
	85 %	75 %	40 %	10 %	1 %	0,1 %
<b>sehr gut (&lt;5%)</b>	<b>0,2</b>	<b>0,3</b>	<b>0,9</b>	<b>2,4</b>	<b>4,7</b>	<b>7,1</b>
<b>gut (5-25%)</b>	0,19	0,28	0,83	2,01	2,92	3,10
<b>mäßig (25-50%)</b>	0,15	0,22	0,59	1,17	1,41	1,44
<b>unbefriedigend (50-75 %)</b>	0,10	0,14	0,36	0,62	0,71	0,72
<b>schlecht (&gt; 75%)</b>	0,05	0,07	0,16	0,27	0,30	0,30



Tabelle H - Außenküste – 10m als 10% Lichttiefe						
Verbreitungsgrenzen nach Berechnung SCHORIES et al. (2006) basierend auf pristinen Lichtmodell (DOMIN et al. 2004)					Salinität: ohne Berücksichtigung der Salinität	
	85 %	75 %	40 %	10 %	1 %	0,1 %
<b>sehr gut (&lt;5%)</b>	0,8	1,4	4,0	10,0	20,0	28,0
<b>gut (5-25%)</b>	0,76	1,32	3,68	8,34	12,25	12,88
<b>mäßig (25-50%)</b>	0,59	1,01	2,61	4,88	5,89	6,00
<b>unbefriedigend (50-75 %)</b>	0,38	0,64	1,55	2,60	2,97	3,00
<b>schlecht (&gt; 75%)</b>	0,19	0,31	0,71	1,11	1,23	1,25

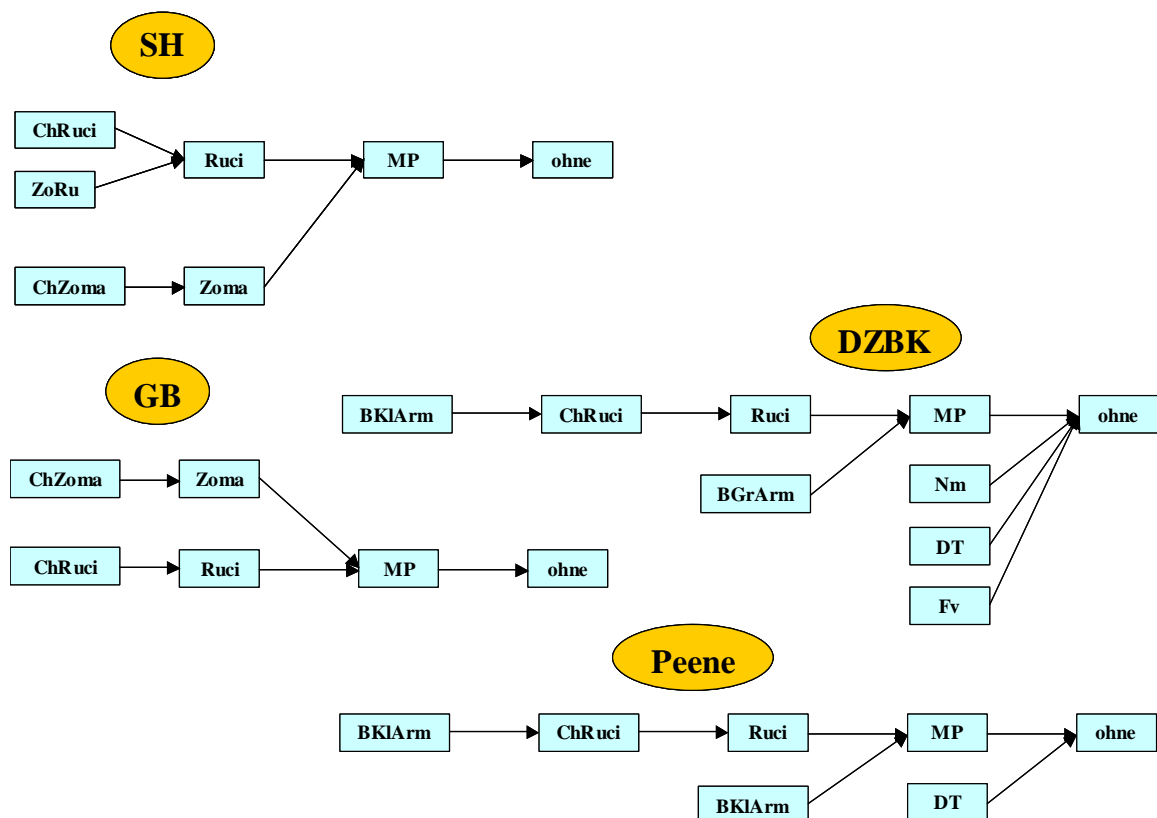
Anhand dieser Berechnungen lassen sich folgende Aussagen treffen:

1. Mit Verschlechterung des Zustandes (Verringerung der Eindringtiefe des Lichtes) gibt es kaum noch Unterschiede in den Verbreitungstiefen der Lichttiefen 1%, 10%, 40%. Dadurch ist keine vertikale Zonierung der Vegetation mehr gegeben. Diese modellierten Verschiebungen werden aber durch die Beobachtungen im Feld bestätigt.
2. Die Berechnungen sind sehr stark von den Salzgehalten abhängig. Dies bedeutet für die Gewässer mit einer hohen Salzvariabilität auch eine hohe Streuung bzw. schwierige Berechnungsgrundlage. Dies wurde bereits im Abschnitt 4.2 diskutiert. Die zwei Berechnungen für die Untertrave zeigen die starken Veränderungen anhand der „nur“ 2 PSU Unterschied im Gewässer (Tabelle 35f-g).
3. Für die Gewässer, wo aufgrund des fehlenden Salzgradienten zur vorgelagerten Ostsee das pristine Lichtmodell nicht anwendbar. In diesen Gewässern (Flensburger Binneförde und Kieler Förde), wo anhand des Salzgehaltes kein Unterschied zu den äußeren Küstengewässern besteht, sollten auch die Verbreitungsgrenzen der äußeren Gewässer berücksichtigt werden. Dem geringeren Wasseraustausch in den inneren Küstengewässern wird durch die höhere prozentuale Abnahme pro Klassengrenze Rechnung getragen.
4. Die berechnete 10% Lichttiefe – welche als Verbreitungsgrenze für Spermatophyten angesetzt wird – ist in einigen Gewässern (Orther Bucht, Schlei und teilweise auch Untertrave) geringer als die historisch nachgewiesenen Verbreitungsgrenzen. Als Ursachen dafür können verschiedene Aspekte diskutiert werden. Zum einen kann dies an den Berechnungen der theoretischen

Eindringtiefe des Lichtes beruhen (hohe Salzvariabilitäten), aber auch an dem physiologischen Lichtbedarf der Pflanzen. In einem Klassifizierungsansatz sollten aber immer die historischen Funde Berücksichtigung finden, falls diese nicht durch die modellierten Werte widerspiegelt werden.

## 6.2 Ausfall von Pflanzengemeinschaften

Als zweite Degradationsstufe des ELBO Ansatzes fungiert der Ausfall von Pflanzengemeinschaften. Als erstes fallen danach die Characeengemeinschaften aus. Im weiteren Verlauf sind es dann alle weiteren Spermatophyten-Gemeinschaften. Für die inneren Küstengewässer Mecklenburg-Vorpommern wurden die in Abbildung 19 dargestellten Degradationsstufen aufgestellt.



**Abbildung 19:** Degradationsreihen für die inneren Küstengewässer Mecklenburg-Vorpommern nach SCHUBERT et al. (2003) – SH...Salzhaff, GB...Greifswalder Bodden, DZBK...Darß Zingster Boddenkette, Peene...Peenestrom

Da nur einjährige rezente Untersuchungen für die inneren Küstengewässer Schleswig-Holsteins vorliegen, können solche Degradationsreihen derzeit nicht für diese Gewässer aufgestellt werden. Aus allen Gewässern liegen aber historische Funde von Characeen vor. Aus diesem Grund wurden auch in allen Gewässern Characeengemeinschaften im Referenzzustand berücksichtigt. Analog wie in den Gewässern Mecklenburg-Vorpommerns mussten daher die Characeengemeinschaften als erste Pflanzengemeinschaft ausfallen.

### **6.3 Klassifizierungsansätze für die inneren Küstengewässer Schleswig-Holsteins**

Anhand der aufgezeigten Untersuchungsergebnisse zu den historischen Daten und rezenten Vegetationsaufnahmen wurde der ELBO Ansatz als geeignet angesehen um als Bewertungsansatz für die inneren Küstengewässer Schleswig-Holsteins zu dienen. In der Tabelle 36 sind noch einmal die Prämissen für die Abstufung der fünf ökologischen Klassen aufgeführt. Danach erfolgte für jedes Gewässer die Erarbeitung von Bewertungstabellen. In diesen Tabellen wurden nur die vorkommenden wurzelnden Pflanzengemeinschaften berücksichtigt. Driftmatten – wie im ELBO Ansatz für die inneren Küstengewässer Mecklenburg-Vorpommerns noch aufgeführt – werden nicht mehr berücksichtigt, da sie keinen indikativen Wert besitzen. Allerdings sollte für die inneren Küstengewässer Schleswig-Holsteins ebenfalls die Annahme gelten, dass ein Auftreten von Driftmatten kein Indiz für einen schlechteren Zustand (mäßig bis schlecht) ist, wie es u.a. im schwedischen Bewertungsansatz interpretiert wird.

Für Hartsubstratgemeinschaften ist ein Ausfall von Arten bzw. Pflanzengemeinschaften im Rahmen des ELBO Projektes nicht beschrieben worden. Generell wurde sich aufgrund der Hartsubstratarmut in den inneren Küstengewässern Mecklenburg-Vorpommern auf die Weichböden- und Sandböden- Gemeinschaften konzentriert. Die Datenlage zu den inneren Küstengewässern Schleswig-Holsteins erlaubt auch keine Aussagen zu einem Artenausfall bzw. Veränderungen der Hartsubstratgemeinschaft. Der Bericht zu den äußeren Küstengewässern (SCHORIES et al. 2006) beschreibt auch keine Veränderungen der Zusammensetzung der Phytoplanktongemeinschaft.

Für die Kieler Förde wurde kein Bewertungsansatz erstellt, weil derzeit davon ausgegangen wird, dass dieses Gewässer als „heavy modified water body“ ausgewiesen wird.

**Tabelle 36:** Charakterisierung der Klassengrenzen anhand von Verbreitungsgrenzen und Pflanzengemeinschaften

	Verbreitungsgrenze (Abnahme % Licht)	Weichboden	Hartsubstrat
Referenzzustand		Characeengem.	Darmtang G. Rotalgen G. Fucus B.
Guter ökologischer Zustand	5 % Verringerung	Characeengem.	Darmtang G. Rotalgen G. Fucus B.
Mäßiger ökologischer Zustand	25 % Verringerung	Characeengem.	Darmtang G. Rotalgen G. Fucus B.
Unbefriedigender ökologischer Zustand	50 % Verringerung	Gem. ohne Characeen Myriophyllum- Potamogeton Gem.	Darmtang G. Rotalgen G. Fucus B.
Schlechter ökologischer Zustand	75 % Verringerung	Myriophyllum- Potamogeton Gem.	Darmtang G. Rotalgen G. Fucus B.

### 6.3.1 Flensburger Förde

In der **Anlage A1** sind die Bewertungstabellen für die Flensburger Binnenförde aufgeführt. Aufgrund des fehlenden Salzgradienten zur vorgelagerten Ostsee konnte das pristine Lichtmodell nicht für die Ermittlung der historischen unteren Verbreitungsgrenzen genutzt werden. Aus diesem Grund wurden hier analog 10 m als die 10% Lichttiefe angenommen. Basierend auf diesem Referenzwert erfolgte die Berechnung der Verbreitungsgrenzen für die einzelnen ökologischen Zustände. Bei den Weichböden basiert der Ansatz auf dem Vorhandensein von Characeengemeinschaften. Diese sind aber meist nur in geschützten, flachen Buchten anzutreffen. Darum wird es schwierig sein die „notwendigen“ Verbreitungstiefen für die Weichböden-Pflanzengemeinschaften zu ermitteln (4 m im sehr guten Zustand). Aus diesem Grund wird für die Flensburger Binnenförde vorgeschlagen, die Hartsubstratgemeinschaften in die Bewertung mit einzubeziehen. Die Tiefenausbreitung der Fucus-Bestände sollte hier insbesondere als Bewertungskriterium für die Abstufung der Zustände sehr gut bis mäßig herangezogen werden. Dieser Ansatz ist analog zu den Bewertungen der Äußeren Küstengewässer, wo die Tiefenverbreitung von Fucus ein Bewertungskriterium ist.

### 6.3.2 Schlei

In den **Anlagen A2 bis A4** sind die Bewertungstabellen für die Schlei aufgeführt. Es wurden hier jeweils unterschiedliche Bewertungstabellen für die Innere, Mittlere und Äußere Schlei erstellt. Diese unterscheiden sich sowohl in den unteren Verbreitungsgrenzen als auch den Pflanzengemeinschaften. So ist für die Innere Schlei das Vorkommen von *Zostera* und *Fucus* aufgrund der geringen Salinitäten nicht mehr gegeben. Dafür ist hier dann aber das Vorkommen der *Najas marina* Gemeinschaft möglich. Die vorliegenden Berechnungen der unteren Verbreitungsgrenzen (Kapitel 6.1) sind geringer als die dokumentierten historischen Funde. Aus diesem Grund wurden hier – so wie im ELBO Ansatz für Mecklenburg-Vorpommern berücksichtigt – nicht die errechnete 10 % Lichttiefe als Ausbreitungsgrenze berücksichtigt, sondern die 1 % Lichttiefe. Wie bei den Berechnungen im Kapitel 6.1 zur logarithmischen Tiefenverteilung des Lichtes erläutert wurde „vermischen“ sich die Tiefengrenzen zwischen den Lichtstufen bei geringeren Eindringtiefen des Lichtes. Den gleichen Effekt finden wir in den Flachbereichen der Gewässer, wo die maximale Tiefe der Gewässer die Tiefenausbreitung begrenzt. Aus diesem Grund erfolgt auch eine Zusammenlegung dieser Lichtstufen in den Bewertungstabellen.

Anhand der Berechnungen zur Eindringtiefe des Lichtes werden die unteren Verbreitungsgrenzen für den schlechten Zustand mit  $< 0,2$  m (Tabelle 35g) angegeben. Aufgrund des Längenwachstums der Pflanzen erscheint dieser Tiefenbereich aber zu gering als untere Verbreitungsgrenze. Analog zu den Gewässern Mecklenburg-Vorpommerns wird daher auf eine Mindesttiefe reflektiert, welche hier mit 0,4 m angesetzt wird. Damit ist eine Tiefenabgrenzung zwischen dem unbefriedigenden und schlechtem Zustand nicht mehr gegeben (jedenfalls nicht praktisch erfassbar), aber durch den Ausfall der Pflanzengemeinschaften immer noch festgelegt.

### 6.3.3 Orther Bucht

In der **Anlage A5** sind die Bewertungstabellen für die Orther Bucht aufgeführt. Diese besitzt das artenreichste Inventar aller inneren Küstengewässer an der deutschen

Ostseeküste und kann dadurch auch gut auf Grundlage rezenter Daten beschrieben werden. Es ist ein typisches Characeengewässer, weist aber auch Hartsubstrate für die Besiedlung von Fucus und Rotalgen auf. Das Problem der Bewertung der Orther Bucht ist die geringe Tiefe des Gewässers. Aufgrund der Lichtbedingungen in diesem Gewässer liegen die theoretischen unteren Verbreitungsgrenzen unterhalb der maximalen Tiefe dieses ausgewiesenen Wasserkörpers. Beprobungen im Fehmarnsund belegen das tiefere Vorkommen der Vegetation und somit auch die Relevanz der berechneten theoretischen Verbreitungsgrenzen. Ein ähnliches Problem weist das Salzhaff in Mecklenburg-Vorpommern aus, wo die berechneten theoretischen Verbreitungstiefen des Referenzzustandes auch nur in der „Fahrrinne“ erreicht werden. Aus diesem Grund ist eine Differenzierung zwischen Referenzzustand und guten ökologischen Zustand nicht möglich. Die wichtige Grenze zwischen gut und mäßig kann aber getroffen werden. Für die Bewertung der Orther Bucht sollte eine Beprobung über die Grenzen des Wasserkörpers hinaus in den Fehmarnsund erfolgen, um die Tiefenausbreitung der Vegetation zu erfassen. Eine ähnliche Vorgehensweise wird auch für die äußeren Küstengewässer vorgeschlagen, wo die 1 Seemeilenzone nicht der Endpunkt einer Beprobung sein soll, sondern der Tiefengradient bis 10 m erfasst werden muss.

#### **6.3.4 Untertrave**

In der **Anlage A6** sind die Bewertungstabellen für die Untertrave aufgeführt. Für dieses Gewässer – welches in drei Wasserkörper unterteilt ist – liegt derzeit ein Klassifizierungsansatz vor. Als Grundlage der Berechnung der unteren Verbreitungsgrenzen wurden nicht die Salzgehaltswerte vom Messpunkt Schlutup, sondern die in Tabelle 35f berechneten Werte für die Holzwiek genutzt. Der Messpunkt Schlutup kann nicht die Salzgehaltsschwankungen für die gesamte Untertrave repräsentativ widerspiegeln. Die höhere Salinität bei Holzwiek dürfte besser die Bedingungen wiedergeben und somit auch relevantere Angaben der unteren Verbreitungsgrenzen liefern. Eine gute Übereinstimmung dieser berechneten Werte mit den historischen Befunden belegt dies.

Die maximale Tiefe des Gewässers liegt unterhalb der ermittelten unteren Verbreitungsgrenzen. Dadurch ist eine Anwendung für alle fünf Klassifizierungsstufen möglich. Ob dies für alle drei Wasserkörper anwendbar ist, muss allerdings noch geprüft werden.

### **6.3.5 Verrechnung bzw. Wichtung der Einzelparameter im Klassifizierungsansatz**

Auf Grundlage der erstellten Bewertungstabellen gibt es drei Einzelparameter, welche die Bewertung ermöglichen: Tiefenausbreitung der Vegetation, wurzelnde Pflanzengemeinschaften (Weichböden) und Hartsubstratgemeinschaften. Es ist dadurch auch möglich, dass die einzelnen Bewertungsparameter zu unterschiedlichen Bewertungsstufen kommen. Im Praxistest zu den inneren Küstengewässern Mecklenburg-Vorpommerns durch die Firma MariLim wurde auf dieses Problem bereits hingewiesen. Welche Vorgehensweise wird dafür vorgeschlagen:

1. Sollte die beschriebene Pflanzengemeinschaft vorgefunden, aber nicht in der ausgewiesenen Tiefengrenze auftreten, so wird dem Auftreten der Pflanzengemeinschaft Priorität eingeräumt. Dieser Fall dürfte insbesondere für die Differenzierung der Zustände mäßig bis schlecht der Fall sein. Sollte also eine Characeengemeinschaft auftreten, aber die vorgeschriebenen Tiefengrenzen nicht erreichen, so ist hier für diesen Standort der mäßige Zustand zu bewerten.

2. Sollte die Weich- und Hartbodengemeinschaft anhand der Definition der Pflanzengemeinschaft oder ihrer unteren Verbreitungsgrenze einen unterschiedlichen ökologischen Zustand definieren (Tiefengrenze betrifft Zustände sehr gut bis mäßig), so wird die bessere Einschätzung als Bewertungsgrundlage genommen. Neben den Lichtbedingungen beeinflussen auch andere Ursachen die Verbreitungsgrenze. So kann insbesondere das Fehlen von Hartsubstraten die Ausbreitung stark beeinflussen. Andererseits sind Weichbodengemeinschaften an wenig exponierte Standorte gebunden, wo meist nicht die notwendigen Tiefenstufen erreicht werden. Aus diesem Grund kann das Nichterreichen der unteren Verbreitungsgrenze von einer der beiden Substratgemeinschaften (Weichboden/Hartboden) nicht als bewertungsbestimmend genommen werden.

### **6.3.6 Einbeziehung von Neophyten in den Klassifizierungsansatz**

Die WRRL erfordert die Berücksichtigung von Neophyten bei der Bewertung. Danach wird das bloße Vorkommen von Neophyten zwar hingenommen und auch im sehr guten Zustand akzeptiert, aber die Gesamtstruktur und -funktion des Ökosystems

darf nicht über Gebühr beeinträchtigt werden (COAST 2003). In dem vorliegenden Bewertungsansatz zu den äußeren Küstengewässern werden die Neophyten explizit berücksichtigt (SCHORIES et al. 2006), zumal gerade mit *Gracilaria vermiculophylla* eine neuer Neophyte an der deutschen Ostseeküste entdeckt wurde (SCHORIES & SELIG 2006). In dem ELBO Ansatz für die inneren Küstengewässer werden die Neophyten nicht gesondert aufgeführt. Durch die Beschreibung über Pflanzengemeinschaften und diagnostische Arten wird allerdings schon gewährleistet, dass ein massives Auftreten von Neophyten sich auf die Bewertung der Weichbodengemeinschaften auswirken würde. Für Hartbodengemeinschaften trifft dies aber nicht so zu. Hier wurde durch den ELBO Ansatz bisher keine detaillierte Berücksichtigung der Arten und somit auch von Neophyten vorgenommen. So werden zwar dominante Arten bei den epiphytischen Rotalgen benannt, aber keine weitere Aufschlüsselung und Angaben (Bedeckung, Biomasse) vorgenommen. Für die Hartsubstratgemeinschaften ist daher zu prüfen, ob eine weitere Berücksichtigung der Neophyten – analog des Vorschlages von SCHORIES & SELIG (2006) erfolgen sollte.

#### **6.4 Defizitanalyse, Handlungsbedarf**

Die vorhandene Datenlage zur historischen Verbreitung als auch zu den rezenten Vorkommen ist für die Erarbeitung eines Klassifizierungsansatzes für alle Gewässer nicht ausreichend. Darum muss auf die Modellierung und das Expertenwissen zurückgegriffen werden. Dies bedeutet meist die Übertragung des Wissens aus anderen Gewässern bzw. aus Laboruntersuchungen. Darin bestehen dann auch immer die Unsicherheiten und Schwachstellen eines Bewertungsansatzes. Bei der weiteren Umsetzung der EU-WRRL sollten daher folgende Punkte berücksichtigt werden:

- ▶ die vorhandene Datenlage zu den hydrologischen und hydrographischen Daten war nicht ausreichend für die einzelnen Gewässer – insbesondere auf der Basis der Wasserkörper (Schlei, Untertrave) sowie für die Orther Bucht sind weitere Daten erforderlich
- ▶ die Ausweisung der “ heavy modified water bodies“ muss erfolgen bzw. geklärt werden. Dies betrifft insbesondere die Kieler Förde, aber auch die Untertrave sollte hier in die Betrachtungen einbezogen werden



- ▶ die Überprüfung der Berechnung der unteren Verbreitungsgrenzen muss bei neuer Datenlage zur Hydrographie und Morphologie erfolgen
- ▶ die bisher bekannten physiologischen Lichtansprüche der Arten sollten weiterhin einer kritischen Betrachtung unterliegen und wenn erforderlich revidiert werden
- ▶ In den Klassifizierungsansatz findet derzeit nur die untere Verbreitungsgrenze Berücksichtigung. Ein Fehlen der historisch beschriebenen Vegetation in den oberen (flacheren) Gewässerteilen geht nicht in die Bewertung mit ein. Neben der Eutrophierung können aber auch strukturelle Degradationen auftreten, welche sich mehr um Uferbereich auswirken. Diese Degradationseffekte werden derzeit nicht mit erfasst
- ▶ eine Definition der unteren Verbreitungsgrenze ist bisher nicht erfolgt, was aber für eine praktische Anwendung notwendig ist
  - ▶ die „mosaikartige Struktur“ der Vegetation erschwert die Beprobung der Gewässer und somit eine Datenerhebung, was entsprechend im Überwachungsmonitoring berücksichtigt werden muss.

## 7 Zusammenfassung

Im Rahmen des vorliegenden Projektes wurde ein Bewertungsansatz für die inneren Küstengewässer – Typ B2 – geprüft. Anhand der vorliegenden rezenten Untersuchungen und Auswertung historische Daten ist eine Anwendung des ELBO Ansatzes auch für die inneren Küstengewässer Schleswig-Holstein möglich. Beide Prämissen des Bewertungsansatzes kennzeichnen auch in Schleswig-Holstein die Degradation der Gewässer des Typs B2. So wurde für jedes B2 Gewässer Schleswig-Holstein – ausgenommen der Kieler Förde – ein spezifischer, dem Gewässer angepassten Bewertungsansatz erstellt. Die Kieler Förde wird derzeit als „heavy modified water body“ eingeschätzt und darum muss hier nur eine Einschätzung des ökologischen Potentials erfolgen. Die aufgestellten Bewertungstabellen kennzeichnen den derzeitigen Wissensstand zu den einzelnen Gewässern und müssen bei vorliegenden neuer Erkenntnissen entsprechend angepasst werden. Ebenfalls sollte eine Anpassung auf die ausgewiesenen Wasserkörper – insbesondere für die Untertrave – noch erfolgen. Für die Untertrave sollte ebenfalls noch mal kritisch analysiert werden, in wie weit durch die vorliegende

Nutzung des Gewässers als Schifffahrtsweg und damit vorhandenen strukturellen Degradation auch eine Einstufung als „heavy modified water body“ erfolgen muss. Das momentane Überwachungsprogramm des LANU erfasst nicht alle ausgewiesenen Wasserkörper. Aus diesem Grund liegen nur wenige Daten zur Hydrographie und chemischen Daten der Orther Bucht und auch der Untertrave vor. Aus diesem Grund ist eine Evaluierung der vorliegenden Bewertungsansätze – insbesondere was die unteren Verbreitungsgrenzen betrifft, welche auf Grundlage des pristinigen Lichtmodells ermittelt wurden – erforderlich.

## Literaturverzeichnis

BLÜMEL, C., DOMIN, A., KRAUSE, J. C., SCHUBERT, M., SCHIWER, U. & SCHUBERT, H. (2002): Der historische Makrophytenbewuchs der inneren Gewässer der deutschen Ostseeküste. Rostock. Meeresbiolog. Beitr. 10: 5-111.

BRAUN-BLANQUET, J. (1951): Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 2. Aufl. Springer Verlag, Wien, 631 Seiten.

BEHRENDT H., BACH M., HUBER P., Kornmilch M., Opitz D., Pagenkopf W.G., Schmoll O., Scholz G., Schweikart U., Uebe R. (1999): Nährstoffbilanzierung der Flussgebiete Deutschlands. Text des Umweltbundesamtes, Berlin, 288 Seiten.

COAST (2003): Leitlinien zur Typologie, zu Referenzbedingungen und Klassifikationssystemen für Übergangs- und Küstengewässer. 107 Seiten. <http://wasserblick.bafg.de/servlet/is/11521/>

DAHLKE S (2003): Studie zur Ermittlung von Hintergrundwerten bzw. der natürlichen Variabilität von chemischen und biologischen Messgrößen im Meeresmonitoring, Teilprojekt Ostsee. Forschungsbericht im Auftrag des Umweltbundesamt, 175 Seiten.

DOMIN A, SCHUBERT H, KRAUSE, JC, SCHIEWER U (2004): Modelling of pristine depth limits for macrophyte growth in the southern BALTIC SEA. Hydrobiol 514:29-39

FÜRHAUPTER et al. 2005 Makrophytenmonitoring der inneren Küstengewässer Schleswig Holsteins- Praxistest 2005

FORTES, M. D. & LÜNING, K. (1980): Growth Rates of North Sea Macroalgae in Relation to Temperature, Irradiance and Photoperiod. - Helgol. Meeresunters. 34: 15-29

GOSELCK F, BÖNISCH R, BROSDA K, HÜBNER J, MEIßNER K, SORDYL H (2003): Gemeinsame Charakterisierung der deutschen Nord- und Ostsee-Küstengewässer vor dem Hintergrund internationaler Vereinbarungen, Teil B Ostsee. BMBF Forschungsbericht, 63 Seiten.

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

JOHANSSON, G. & SNOEIJIS, P. (2002): Macroalgal photosynthetic responses to light in relation to thallus morphology and depth zonation. - Mar Ecol Prog Ser 244: 63-72.

- KROGH, O. & PETERSEN, M. (1974): Gemeinsames Komitee Flensburger Förde 1972-1974. - Selbstverlag Amtshuset Abeurå.
- KOLP, O. (1966): Die Sedimente der westlichen und südlichen Ostsee und ihre Darstellung. - Beiträge zur Meereskunde 17-18: 9-60.
- KIRK JTO (1994): Light and Photosynthesis in Aquatic Ecosystems, Cambridge Univ. Press. 509 Seiten.
- LAKOWITZ K (1929): Die Algenflora der gesamten Ostsee (ausschl. Diatomeen). Danzig. Herausgegeben vom West- preußischen Botanisch-Zoologischen Verein mit Unterstützung der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft, 474 Seiten.
- LINDNER, A. (1972): Soziologisch-ökologische Untersuchungen an der submersen Vegetation der Boddenkette südlich des Darß und des Zingst. - Dissertation, Universität Rostock, 201 S.
- MARKAGER, S. & SAND-JENSEN, K. (1992): Light requirements and depth zonation of marine macroalgae. - Mar. Ecol. Prog. Ser. 88: 83-92.
- MOTHES, G. (1981): (Sedimentation and Nutrient Cycles in the Lakes of the Stechlin Lake District.) Sedimentation und Stoffbilanzen in Seen des Stechlinseegebiets. - Limnologica 13: 147-194.
- MUR, L. R. & Visser, P. M. (1996): Aquatische Milieubiologie Deel I. – pp. 1-133. Amsterdam.
- REINKE, J. (1889): Algenflora der westlichen Ostsee deutschen Antheils. Eine systematisch-pflanzengeographische Studie. Bericht der Kommission zur Wissenschaftlichen Untersuchung der Deutschen Meere in Kiel 6: III-XI, 1-101.
- REIMERS H.C. (2005) Typologie der Küstengewässer der Nord-und Ostsee pp.37-45 in „Limnologie aktuell“ Band 11
- REINCKE (1936). Karte der Schlei. Unveröffentlicht. Angefertigt von Fischereiaufseher Reincke, Schleswig, im Februar 1936
- REINCKE, T., MEYER, Th., WILKEN, H., FÜRHAUPTER K.F., KRAUSE, S., LINKE A. (2005) Historische Kartierungen mehrjähriger mariner Pflanzen der schleswig-holsteinischen Ostseeküste pp. 79
- Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. Veröffentlicht am 22.12.2000. Amtsbl. d. Europ. Gem. L 327/1
- RIELING, T., SAGERT, S., BAHNWARD, M., SELIG, U. & SCHUBERT, H. (2003): Definition of seasonal phytoplankton events for analysis of long term data from coastal waters of the southern Baltic Sea with respect to the requirements of the European Water Framework Directive. In: Brebbia C.A., Almora D. & D. Sales, Water Pollution VII, Modelling, Measuring and Prediction, WIT Press, 103-114.
- SCHLUNGBAUM, G., (1979): Untersuchungen über die Sedimentqualität in den Gewässern der Darß-Zingster Boddenkette unter besonderer Berücksichtigung der Stoffaustauschprozesse zwischen Wasser und Sediment. W. P. U. Rostock 1-159.

SCHLUNGBAUM, G. & BAUDLER, H. (2000): Struktur und Funktion der Küstengewässer. - In GUDERIAN, R. & G. GUNKEL, Handbuch der Umweltveränderungen und Ökotoxikologie Bd. 3A, Aquatische Systeme: Grundlagen – Physikalische Belastungsfaktoren – Anorganische Stoffeinträge. Springer Verlag Berlin pp. 45-80

SCHORIES D., SELIG U., SCHUBERT H. (2004) Jahresbericht 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. 81 Seiten.

SCHORIES, D., SELIG, U., JEGZENTIS, K., SCHUBERT H. (2005): Klassifizierung der äußeren Küstengewässer an der deutschen Ostseeküste nach der Europäischen – Wasserrahmenrichtlinie anhand von Makrophyten – Eine Zwischenbilanz. Rostock. Meeresbiolog. Beitr. 14: 135-150

SCHORIES, D. & SELIG, U. (2006): Die Bedeutung eingeschleppter Arten (alien species) für die Europäische Wasserrahmenrichtlinie am Beispiel der Ostsee. Rostocker Meeresbiologische Beiträge 15: (in Druck).

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 “

SCHUBERT, H., SCHLÜTER, L., FEUERPFIL, P. (2003) The underwater light climate of a shallow baltic estuary – ecophysiological consequences. ICES Coop Res Rep 257:29-37

SCHUBERT, H. & BLINDOW, I. (2004): Charophytes of the Baltic Sea. Baltic Marine Biologists Publication No. 19. Koeltz Scientific, Königstein

SNOEIJIS, P. (1999): Marine and brackish waters. In: Rydin H, Snoeijis P, Diekmann M (eds) Swedish plant geography. p 187-212.

STEINHARDT, T. (2001): Landschaftsökologische Untersuchungen an Standorten submerser Makrophytenvegetation im Salzhaff (Wismarbuch). - Diplomarbeit, Universität Greifswald, 107 S.

WILMANN, O. (1993): Ökologische Pflanzensoziologie, 5. Aufl., Quelle & Meyer, Heidelberg, Wiesbaden.

YOUSEF, M. A. M. (1999): Ökophysiologie von Makrophyten und Epiphyten in Flachwasserökosystemen. - Dissertation, Universität Rostock, 94 S.

# **Anlage**

**Anlage A1 – Klassifizierungstabellen Flensburger Binnenförde**

**Anlage A2 – Klassifizierungstabellen Äußere Schlei**

**Anlage A3 – Klassifizierungstabellen Mittlere Schlei**

**Anlage A4 – Klassifizierungstabellen Innere Schlei**

**Anlage A5 – Klassifizierungstabellen Orther Bucht**

**Anlage A6 – Klassifizierungstabellen Untertrave**

## Anlage A1 – Klassifizierungstabellen Flensburger Binnenförde

Flensburger Binnenförde		
Referenzzustand	Vegetationsbedeckung:	Salinität: 17,8 PSU (13-22)
	Untere Vegetationsgrenze : 10,0 m*	
	Weichboden	Hartboden
100% 0 m		<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Darmtang-G. (<i>Monostroma</i>, <i>Ulva</i>, <i>Ulvaria</i>)</li> <li>▶ epilithische Rotalgen (<i>Ahnfeltia</i>, <i>Ceramium</i>, <i>Furcellaria</i>, <i>Polysiphonia</i>)</li> <li>▶ <i>Fucus vesiculosus</i>-B.</li> </ul>
85% 0,8m		<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ epilithische Rotalgen (<i>Ahnfeltia</i>, <i>Ceramium</i>, <i>Furcellaria</i>)</li> <li>▶ <i>Fucus vesiculosus</i>-B.</li> </ul>
85% 0,8m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Characeen -G. (<i>Ch. aspera</i>, <i>Ch. baltica</i>, <i>Lamprothamnium papulosum</i>, <i>Tolypella nidifica</i>)</li> <li>▶ Characeen-Ruppia -G.</li> <li>▶ <i>Zostera noltii</i>-<i>Ruppia cirrhosa</i>-G.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ epilithische Rotalgen (<i>Ahnfeltia</i>, <i>Ceramium</i>, <i>Furcellaria</i>)</li> <li>▶ <i>Fucus vesiculosus</i>-B.</li> </ul>
75% 1,4 m		
75% 1,4 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Characeen -G. (<i>Ch. aspera</i>, <i>Ch. baltica</i>, <i>Lamprothamnium papulosum</i>, <i>Tolypella nidifica</i>)</li> <li>▶ Characeen-Ruppia sp.-G.</li> <li>▶ Characeen-<i>Zostera marina</i>-G. (<i>Zostera marina</i>, <i>Zannichellia palustris</i>, <i>Chara</i> sp., <i>Tolypella nidifica</i>)</li> </ul>	
40% 4,0 m		
40% 4,0 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <i>Zostera marina</i>-G.</li> </ul>	
10% 10,0 m		
10% 10,0 m		
1% 20,0m		

Flensburger Binnenförde		
Guter Zustand	Vegetationsbedeckung: Salinität: 17,8 PSU (13-22)	
	Untere Vegetationsgrenze : 8,0 m**	
	Weichboden	Hartboden
100% 0 m		<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Darmtang-G. (<i>Monostroma</i>, <i>Ulva</i>, <i>Ulvaria</i>)</li> <li>▶ epilithische Rotalgen (<i>Ahnfeltia</i>, <i>Ceramium</i>, <i>Furcellaria</i>, <i>Polysiphonia</i>)</li> <li>▶ <i>Fucus vesiculosus</i>-B.</li> </ul>
85% 0,7 m		
85% 0,7 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Characeen -G. (<i>Ch. aspera</i>, <i>Ch. baltica</i>, <i>Lamprothamnium papulosum</i>, <i>Tolypella nidifica</i>)</li> <li>▶ Characeen-Ruppia -G.</li> <li>▶ <i>Zostera noltii</i>-<i>Ruppia cirrhosa</i>-G.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ epilithische Rotalgen (<i>Ahnfeltia</i>, <i>Ceramium</i>, <i>Furcellaria</i>)</li> <li>▶ <i>Fucus vesiculosus</i>-B.</li> </ul>
75% 1,3 m		
75% 1,3 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Characeen -G. (<i>Ch. aspera</i>, <i>Ch. baltica</i>, <i>Lamprothamnium papulosum</i>, <i>Tolypella nidifica</i>)</li> <li>▶ Characeen-Ruppia sp.-G.</li> <li>▶ Characeen-<i>Zostera marina</i>-G. (<i>Zostera marina</i>, <i>Zannichellia palustris</i>, <i>Chara</i> sp., <i>Tolypella nidifica</i>)</li> </ul>	
40% 3,6 m		
40% 3,6 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <i>Zostera marina</i>-G.</li> </ul>	
10% 8,0 m		
10% 8,0 m		
1% 12,0 m		

Flensburger Binnenförde		
Mäßiger Zustand	Vegetationsbedeckung: Salinität: 17,8 PSU (13-22) Untere Vegetationsgrenze : 4,8 m**	
	Weichboden	Hartboden
100% 0 m		<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Darmtang-G. (<i>Monostroma, Ulva, Ulvaria</i>)</li> <li>▶ epilithische Rotalgen (<i>Ahnfeltia, Ceramium, Furcellaria, Polysiphonia</i>)</li> <li>▶ <i>Fucus vesiculosus</i>-B.</li> </ul>
85% 0,6 m		▶ <i>Fucus vesiculosus</i> -B.
85% 0,6 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Characeen -G. (<i>Ch. aspera, Ch. baltica, Lamprothamnium papulosum, Tolypella nidifica</i>)</li> <li>▶ Characeen-Ruppia -G.</li> <li>▶ <i>Zostera noltii-Ruppia cirrhosa</i>-G.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ epilithische Rotalgen (<i>Ahnfeltia, Ceramium, Furcellaria</i>)</li> <li>▶ <i>Fucus vesiculosus</i>-B.</li> </ul>
75% 1,0 m	▶ <i>Zostera noltii-Ruppia cirrhosa</i> -G.	
75% 1,0 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Characeen -G. (<i>Ch. aspera, Ch. baltica, Lamprothamnium papulosum, Tolypella nidifica</i>)</li> <li>▶ Characeen-Ruppia spec.-G.</li> <li>▶ Characeen-<i>Zostera marina</i>-G. (<i>Zostera marina, Zannichellia palustris, Chara sp., Tolypella nidifica</i>)</li> </ul>	
40% 2,5 m		
40% 2,5 m	▶ <i>Zostera marina</i> -G.	
10% 4,8 m		
10% 4,8 m		
1% 5,8 m		



Flensburger Binnenförde		
<b>Unbefriedigender Zustand</b>		Vegetationsbedeckung: <b>Salinität: 17,8 PSU (13-22)</b> Untere Vegetationsgrenze : 2,6 m**
	<b>Weichboden</b>	<b>Hartboden</b>
100%	0 m	▶ Darmtang-G. ( <i>Monostroma, Ulva, Ulvaria</i> ) ▶ epilithische Rotalgen ( <i>Ahnfeltia, Ceramium, Furcellaria, Polysiphonia</i> ) ▶ <i>Fucus vesiculosus</i> -B.
85%	0,4 m	
85%	0,4 m	
75%	0,6 m	
75%	0,6 m	
40%	1,5 m	
40%	1,5 m	
10%	2,6 m	
10%	2,6 m	
1%	3,0 m	

Flensburger Binnenförde		
<b>Schlechter Zustand</b>		Vegetationsbedeckung: <b>Salinität: 17,8 PSU (13-22)</b> Untere Vegetationsgrenze : 1,1 m**
	<b>Weichboden</b>	<b>Hartboden</b>
100%	0 m	▶ Darmtang-G. ( <i>Monostroma, Ulva, Ulvaria</i> ) ▶ epilithische Rotalgen ( <i>Ahnfeltia, Ceramium, Furcellaria, Polysiphonia</i> ) ▶ <i>Fucus vesiculosus</i> -B.
85%	0,2 m	
85%	0,2 m	
75%	0,3 m	
75%	0,3 m	
40%	0,7 m	
40%	0,7 m	
10%	1,1 m	
10%	1,1 m	
1%	1,2 m	

## Anlage A2 – Klassifizierungstabellen Äußere Schlei

Äußere Schlei		
Referenzzustand	Vegetationsbedeckung: % Salinität: 9,2 PSU (2,4-13,3) Untere Vegetationsgrenze 2,9 m	
	Weichboden	Hartboden
100% 0 m		<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Darmtang-G. (<i>Monostroma</i>, <i>Ulva</i>, <i>Ulvaria</i>)</li> <li>▶ epilithische Rotalgen (<i>Ahnfeltia</i>, <i>Ceramium</i>, <i>Furcellaria</i>, <i>Polysiphonia</i>)</li> </ul>
85% 0,2 m		<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <i>Fucus vesiculosus</i>-B.</li> </ul>
85% 0,2 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Characeen -G. (<i>Ch. aspera</i>, <i>Ch. baltica</i>, <i>Tolypella nidifica</i>)</li> <li>▶ Characeen-Ruppia sp.-G.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ epilithische Rotalgen (<i>Ahnfeltia</i>, <i>Ceramium</i>, <i>Furcellaria</i>)</li> <li>▶ <i>Fucus vesiculosus</i>-B.</li> </ul>
75% 0,3 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <i>Zostera noltii</i>-<i>Ruppia cirrhosa</i>-G.</li> </ul>	
75% 0,3 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Characeen -G. (<i>Ch. aspera</i>, <i>Ch. baltica</i>, <i>Tolypella nidifica</i>)</li> <li>▶ Characeen-Ruppia sp.-G.</li> </ul>	
40% 0,6 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Characeen-<i>Zostera marina</i>-G.</li> </ul>	
40% 0,6 m	( <i>Zostera marina</i> , <i>Zannichellia</i>	
10% 1,4 m	<i>palustris</i> , <i>Chara</i> sp., <i>Tolypella nidifica</i> )	
10% 1,4 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Characeen-<i>Zostera marina</i>-G. (<i>Zostera marina</i>, <i>Zannichellia</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ epilithische Rotalgen (<i>Ahnfeltia</i>, <i>Ceramium</i>, <i>Furcellaria</i>)</li> </ul>
1% 2,9 m	<i>palustris</i> , <i>Chara</i> sp., <i>Tolypella nidifica</i> )	

Äußere Schlei		
Guter Zustand	Vegetationsbedeckung: % Salinität: 9,2 PSU (2,4-13,3) Untere Vegetationsgrenze 1,7 m	
	Weichboden	Hartboden
100% 0 m		<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Darmtang-G. (<i>Monostroma, Ulva, Ulvaria</i>)</li> <li>▶ epilithische Rotalgen (<i>Ahnfeltia, Ceramium, Furcellaria, Polysiphonia</i>)</li> </ul>
85% 0,1 m		<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <i>Fucus vesiculosus</i>-B.</li> </ul>
85% 0,2 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Characeen -G. (<i>Ch. aspera, Ch. baltica, Tolypella nidifica</i>)</li> <li>▶ Characeen-Ruppia spec.-G.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ epilithische Rotalgen (<i>Ahnfeltia, Ceramium, Furcellaria</i>)</li> <li>▶ <i>Fucus vesiculosus</i>-B.</li> </ul>
75% 0,2 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <i>Zostera noltii-Ruppia cirrhosa</i>-G.</li> </ul>	
75% 0,2 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Characeen -G. (<i>Ch. aspera, Ch. baltica, Tolypella nidifica</i>)</li> <li>▶ Characeen-Ruppia sp.-G.</li> </ul>	
40% 0,6 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Characeen-Zostera marina-G.</li> </ul>	
40% 0,6 m	( <i>Zostera marina, Zannichellia palustris, Chara sp., Tolypella nidifica</i> )	
10% 1,2 m		
10% 1,2 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Characeen-Zostera marina-G.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ epilithische Rotalgen (<i>Ahnfeltia, Ceramium, Furcellaria</i>)</li> </ul>
1% 1,7 m	( <i>Zostera marina, Zannichellia palustris, Chara sp., Tolypella nidifica</i> )	

Äußere Schlei		
Mäßiger Zustand	Vegetationsbedeckung: % Salinität: 9,2 PSU (2,4-13,3) Untere Vegetationsgrenze 0,8 m	
	Weichboden	Hartboden
100% 0 m		<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Darmtang-G. (<i>Monostroma</i>, <i>Ulva</i>, <i>Ulvaria</i>)</li> <li>▶ epilithische Rotalgen (<i>Ahnfeltia</i>, <i>Ceramium</i>, <i>Furcellaria</i>, <i>Polysiphonia</i>)</li> </ul>
85% 0,1 m		<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <i>Fucus vesiculosus</i>-B.</li> </ul>
85% 0,1 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Characeen -G. (<i>Ch. aspera</i>, <i>Ch. baltica</i>, <i>Tolypella nidifica</i>)</li> <li>▶ Characeen-Ruppia sp.-G.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ epilithische Rotalgen (<i>Ahnfeltia</i>, <i>Ceramium</i>, <i>Furcellaria</i>)</li> <li>▶ <i>Fucus vesiculosus</i>-B.</li> </ul>
75% 0,3 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <i>Zostera noltii</i>-<i>Ruppia cirrhosa</i>-G.</li> </ul>	
75% 0,3 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Characeen -G. (<i>Ch. aspera</i>, <i>Ch. baltica</i>, <i>Tolypella nidifica</i>)</li> <li>▶ Characeen-Ruppia sp.-G.</li> </ul>	
40% 0,4 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Characeen-<i>Zostera marina</i>-G.</li> </ul>	
40% 0,4 m	( <i>Zostera marina</i> , <i>Zannichellia palustris</i> , <i>Chara</i> sp., <i>Tolypella nidifica</i> )	
10% 0,7 m		
10% 0,7 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Characeen-<i>Zostera marina</i>-G.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ epilithische Rotalgen (<i>Ahnfeltia</i>, <i>Ceramium</i>, <i>Furcellaria</i>)</li> </ul>
1% 0,8 m	( <i>Zostera marina</i> , <i>Zannichellia palustris</i> , <i>Chara</i> sp., <i>Tolypella nidifica</i> )	

Äußere Schlei		
<b>Unbefriedigender Zustand</b>	Vegetationsbedeckung: % Salinität: 9,2 PSU (2,4-13,3) Untere Vegetationsgrenze 0,4 m	
	Weichboden	Hartboden
100% 0 m		▶ Darmtang-G. ( <i>Monostroma</i> , <i>Ulva</i> , <i>Ulvaria</i> )
85% 0,1 m		▶ epilithische Rotalgen
85% 0,1 m	▶ <i>Ruppia spec.-G.</i> ▶ <i>Zostera marina-G.</i>	( <i>Ahnfeltia</i> , <i>Ceramium</i> , <i>Furcellaria</i> , <i>Polysiphonia</i> )
75% 0,1 m		▶ <i>Fucus vesiculosus-B.</i>
75% 0,1 m		
40% 0,2 m		
40% 0,2 m		
10% 0,4 m		
10% 0,4 m		
1% 0,6 m		

Äußere Schlei		
<b>Schlechter Zustand</b>	Vegetationsbedeckung: % Salinität: 9,2 PSU (2,4-13,3) Untere Vegetationsgrenze 0,4 m	
	Weichboden	Hartboden
100% 0 m		▶ Darmtang-G. ( <i>Monostroma</i> , <i>Ulva</i> , <i>Ulvaria</i> )
85% 0,1 m		
85% 0,1 m	▶ <i>Myriophyllum/ Potamogeton G.</i>	
75% 0,1 m		
75% 0,1 m		
40% 0,2 m		
40% 0,2 m		
0,4 m		
1% 0,4 m		

## Anlage A3 – Klassifizierungstabellen Mittlere Schlei

Mittlere Schlei		
Referenzzustand	Vegetationsbedeckung: Untere Vegetationsgrenze : 2,3 m	Salinität: 6,9 PSU (1,6-11)
	Weichboden	Hartboden
100% 0 m		<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Darmtang-G. (<i>Monostroma</i>, <i>Ulva</i>, <i>Ulvaria</i>)</li> <li>▶ epilithische Rotalgen (<i>Ceramium</i>, <i>Polysiphonia</i>)</li> <li>▶ <i>Fucus vesiculosus</i>-B.</li> </ul>
85% 0,1 m		
85% 0,1 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Characeen -G. (<i>Ch. aspera</i>, <i>Ch. baltica</i>, <i>Tolypella nidifica</i>)</li> <li>▶ Characeen-Ruppia sp.-G.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ epilithische Rotalgen (<i>Ceramium</i>, <i>Polysiphonia</i>)</li> <li>▶ <i>Fucus vesiculosus</i>-B.</li> </ul>
40% 0,5 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Characeen-Zostera marina-G.</li> </ul>	
40% 0,5 m	( <i>Zostera marina</i> , <i>Zannichellia</i>	
10% 1,1 m	<i>palustris</i> , <i>Chara</i> sp., <i>Tolypella nidifica</i> )	
10% 1,1 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Characeen-Zostera marina-G.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ epilithische Rotalgen (<i>Ceramium</i>, <i>Polysiphonia</i>)</li> </ul>
10% 1,1 m	( <i>Zostera marina</i> , <i>Zannichellia</i>	
1% 2,3 m	<i>palustris</i> , <i>Chara</i> sp., <i>Tolypella nidifica</i> )	

<b>Mittlere Schlei</b>		
<b>Guter Zustand</b>	<b>Vegetationsbedeckung:</b>	<b>Salinität: 6,9 PSU (1,6-11)</b>
	<b>Untere Vegetationsgrenze : 1,3 m</b>	
	<b>Weichboden</b>	<b>Hartboden</b>
<b>100%</b> <b>0 m</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Darmtang-G. (<i>Monostroma, Ulva, Ulvaria</i>)</li> <li>▶ epilithische Rotalgen (<i>Ahnfeltia, Ceramium, Furcellaria, Polysiphonia</i>)</li> </ul>
<b>85%</b> <b>0,1 m</b>		▶ <i>Fucus vesiculosus</i> -B.
<b>85%</b> <b>0,1 m</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Characeen -G. (<i>Ch. aspera, Ch. baltica, Tolypella nidifica</i>)</li> <li>▶ Characeen-Ruppia sp.-G.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ epilithische Rotalgen (<i>Ahnfeltia, Ceramium, Furcellaria</i>)</li> <li>▶ <i>Fucus vesiculosus</i>-B.</li> </ul>
<b>40%</b> <b>0,4 m</b>	▶ Characeen- <i>Zostera marina</i> -G.	
<b>40%</b> <b>0,4 m</b>	( <i>Zostera marina, Zannichellia</i>	
<b>10%</b> <b>0,9 m</b>	<i>palustris, Chara sp., Tolypella nidifica</i> )	
<b>10%</b> <b>0,9 m</b>	▶ Characeen- <i>Zostera marina</i> -G.	▶ epilithische Rotalgen
	( <i>Zostera marina, Zannichellia</i>	( <i>Ahnfeltia, Ceramium, Furcellaria</i> )
<b>1%</b> <b>1,3 m</b>	<i>palustris, Chara sp., Tolypella nidifica</i> )	

<b>Mittlere Schlei</b>		
<b>Mäßiger Zustand</b>	Vegetationsbedeckung:	Salinität: 6,9 PSU (1,6-11)
	Untere Vegetationsgrenze : 0,6 m	
	<b>Weichboden</b>	<b>Hartboden</b>
100%    0 m		<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Darmtang-G. (<i>Monostroma, Ulva, Ulvaria</i>)</li> <li>▶ epilithische Rotalgen (<i>Ahnfeltia, Ceramium, Furcellaria, Polysiphonia</i>)</li> </ul>
85%    0,1 m		▶ <i>Fucus vesiculosus</i> -B.
85%    0,1 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Characeen -G. (<i>Ch. aspera, Ch. baltica, Tolypella nidifica</i>)</li> <li>▶ Characeen-Ruppia sp.-G.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ epilithische Rotalgen (<i>Ahnfeltia, Ceramium, Furcellaria</i>)</li> <li>▶ <i>Fucus vesiculosus</i>-B.</li> </ul>
40%    0,3 m	▶ Characeen-Zostera marina-G.	
40%    0,3 m	( <i>Zostera marina, Zannichellia</i>	
10%    0,5 m	<i>palustris, Chara sp., Tolypella nidifica</i> )	
10%    0,5 m	▶ Characeen-Zostera marina-G.	▶ epilithische Rotalgen
	( <i>Zostera marina, Zannichellia</i>	( <i>Ahnfeltia, Ceramium, Furcellaria</i> )
1%    0,6 m	<i>palustris, Chara sp., Tolypella nidifica</i> )	



Mittlere Schlei		
Unbefriedigender Zustand	Vegetationsbedeckung: Salinität: 6,9 PSU (1,6-11) Untere Vegetationsgrenze : 0,4 m	
	Weichboden	Hartboden
100% 0 m		▶ Darmtang-G. ( <i>Monostroma</i> , <i>Ulva</i> , <i>Ulvaria</i> )
85% 0,1 m		▶ epilithische Rotalgen ( <i>Ahnfeltia</i> , <i>Ceramium</i> , <i>Furcellaria</i> , <i>Polysiphonia</i> )
85% 0,1 m	▶ <i>Ruppia spec.-G.</i> ▶ <i>Zostera marina-G.</i>	▶ epilithische Rotalgen ( <i>Ahnfeltia</i> , <i>Ceramium</i> , <i>Furcellaria</i> )
40% 0,2 m		▶ <i>Fucus vesiculosus-B.</i>
40% 0,2 m		
10% 0,3 m		
10% 0,3 m	▶ <i>Zostera marina-G.</i>	▶ epilithische Rotalgen ( <i>Ahnfeltia</i> , <i>Ceramium</i> , <i>Furcellaria</i> )
0,4 m		

Mittlere Schlei		
Schlechter Zustand	Vegetationsbedeckung: Salinität: 6,9 PSU (1,6-11) Untere Vegetationsgrenze : 0,4 m	
	Weichboden	Hartboden
100% 0 m		▶ Darmtang-G. ( <i>Monostroma</i> , <i>Ulva</i> , <i>Ulvaria</i> )
85% 0,1m		▶ epilithische Rotalgen
85% 0,1 m	▶ <i>Myriophyllum/ Potamogeton G</i>	( <i>Ceramium</i> , <i>Polysiphonia</i> )
40% 0,2 m		▶ <i>Fucus vesiculosus-B.</i>
40% 0,2 m		
10% 0,2 m		
10% 0,2 m		
0,4 m		

## Anlage A4 – Klassifizierungstabellen Innere Schlei

Innere Schlei		
Referenzzustand	Vegetationsbedeckung: <span style="float: right;">Salinität: 5,9 PSU (1,4-10)</span> Untere Vegetationsgrenze : 2,0 m	
	Weichboden	Hartboden
100% 0 m		► Darmtang-G. ( <i>Monostroma</i> , <i>Ulva</i> , <i>Ulvaria</i> ) ► epilithische Rotalgen ( <i>Ceramium</i> , <i>Polysiphonia</i> )
85% 0,1 m		
85% 0,1 m	► Characeen -G. ( <i>Ch. aspera</i> , <i>Ch. baltica</i> ) ► <i>Characeen-Ruppia</i> sp.-G.	► epilithische Rotalgen ( <i>Ceramium</i> , <i>Polysiphonia</i> )
40% 0,4 m	► <i>Najas</i> m. G.	
40% 0,4 m		
10% 1,1 m		
10% 1,1 m		
1% 2,0 m		

Innere Schlei		
Guter Zustand	Vegetationsbedeckung: <span style="float: right;">Salinität: 5,9 PSU (1,4-10)</span> Untere Vegetationsgrenze : 1,3 m	
	Weichboden	Hartboden
100% 0 m		► Darmtang-G. ( <i>Monostroma</i> , <i>Ulva</i> , <i>Ulvaria</i> ) ► epilithische Rotalgen ( <i>Ceramium</i> , <i>Polysiphonia</i> )
85% 0,1 m		
85% 0,1 m	► Characeen -G. ( <i>Ch. aspera</i> , <i>Ch. baltica</i> ) ► <i>Characeen-Ruppia</i> sp.-G.	► epilithische Rotalgen ( <i>Ceramium</i> , <i>Polysiphonia</i> )
40% 0,3 m	► <i>Najas</i> m. G.	
40% 0,3 m		
10% 0,9 m		
10% 0,9 m		
1% 1,3 m		

Innere Schlei		
Mäßiger Zustand	Vegetationsbedeckung: Salinität: 5,9 PSU (1,4-10) Untere Vegetationsgrenze : 0,6 m	
	Weichboden	Hartboden
100% 0 m		▶ Darmtang-G. ( <i>Monostroma</i> , <i>Ulva</i> , <i>Ulvaria</i> )  ▶ epilithische Rotalgen ( <i>Ceramium</i> , <i>Polysiphonia</i> )
85% 0,1 m		
85% 0,1 m	▶ Characeen -G. ( <i>Ch. aspera</i> , <i>Ch. baltica</i> )  ▶ Characeen-Ruppia sp.-G.	▶ epilithische Rotalgen ( <i>Ceramium</i> , <i>Polysiphonia</i> )
40% 0,2 m	▶ Najas m. G.	
40% 0,2 m		
10% 0,5 m		
10% 0,5 m		
1% 0,6 m		

Innere Schlei		
Unbefriedigender Zustand	Vegetationsbedeckung: Salinität: 5,9 PSU (1,4-10) Untere Vegetationsgrenze : 0,4 m	
	Weichboden	Hartboden
100% 0 m		▶ Darmtang-G. ( <i>Monostroma</i> , <i>Ulva</i> , <i>Ulvaria</i> )  ▶ epilithische Rotalgen ( <i>Ceramium</i> , <i>Polysiphonia</i> )
85% 0,1 m		
85% 0,1 m	▶ Ruppia spec.-G.	
40% 0,2 m	▶ Najas m. G.	
40% 0,2 m		
10% 0,3 m		
10% 0,3 m		
1% 0,4 m		

Innere Schlei		
<b>Schlechter Zustand</b>	<b>Vegetationsbedeckung:</b>	<b>Salinität: 5,9 PSU (1,4-10)</b>
	<b>Untere Vegetationsgrenze : 0,4 m</b>	
	<b>Weichboden</b>	<b>Hartboden</b>
<b>100%</b> <b>0 m</b>		▶ <b>Darmtang-G. (<i>Monostroma, Ulva, Ulvaria</i>)</b>
<b>85%</b> <b>0,1 m</b>		▶ <b>epilithische Rotalgen (<i>Ceramium, Polysiphonia</i>)</b>
<b>85%</b> <b>0,2 m</b>	▶ <b>Myriophyllum/ Potamogeton G.</b>	
<b>40%</b> <b>0,2 m</b>		
<b>40%</b> <b>0,2 m</b>		
<b>10%</b> <b>0,2 m</b>		
<b>10%</b> <b>0,2 m</b>		
	<b>0,4 m</b>	

## Anlage A5 – Klassifizierungstabellen Orther Bucht

Orther Bucht		
Referenzzustand	Vegetationsbedeckung: 100 % Untere Vegetationsgrenze : 5,9 m**	Salinität: 13 PSU*
	Weichboden	Hartboden
100% 0 m		<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Darmtang-G. (<i>Monostroma</i>, <i>Ulva</i>, <i>Ulvaria</i>)</li> <li>▶ epilithische Rotalgen (<i>Ahnfeltia</i>, <i>Ceramium</i>, <i>Furcellaria</i>, <i>Polysiphonia</i>)</li> </ul>
85% 0,2 m		<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <i>Fucus vesiculosus</i>-B.</li> </ul>
85% 0,2 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Characeen -G. (<i>Ch. aspera</i>, <i>Ch. canescens</i>, <i>Ch. baltica</i>, <i>Lamprothamnium papulosum</i>, <i>Tolypella nidifica</i>)</li> <li>▶ Characeen-Ruppia sp.-G.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ epilithische Rotalgen (<i>Ahnfeltia</i>, <i>Ceramium</i>, <i>Furcellaria</i>)</li> <li>▶ <i>Fucus vesiculosus</i>-B.</li> </ul>
75% 0,4 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <i>Zostera noltii</i>-<i>Ruppia cirrhosa</i>-G.</li> </ul>	
75% 0,4 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Characeen -G. (<i>Ch. aspera</i>, <i>Ch. canescens</i>, <i>Ch. baltica</i>, <i>Lamprothamnium papulosum</i>, <i>Tolypella nidifica</i>)</li> <li>▶ Characeen-Ruppia sp.-G.</li> </ul>	
40% 1,2 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Characeen-Zostera marina-G.</li> </ul>	
40% 1,2 m	( <i>Zostera marina</i> , <i>Zannichellia palustris</i> , <i>Chara</i> sp., <i>Tolypella nidifica</i> )	
10% 2,9 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Characeen-Zostera marina-G.</li> </ul>	
10% 2,9 m	( <i>Zostera marina</i> , <i>Zannichellia palustris</i> , <i>Chara</i> sp., <i>Tolypella nidifica</i> )	
1% 5,9 m	( <i>Zostera marina</i> , <i>Zannichellia palustris</i> , <i>Chara</i> sp., <i>Tolypella nidifica</i> )	

<b>Orther Bucht</b>		
<b>Guter Zustand</b>	<b>Vegetationsbedeckung: 100 %</b>	<b>Salinität: 13 PSU*</b>
	<b>Untere Vegetationsgrenze : 3,5 m**</b>	
	<b>Weichboden</b>	<b>Hartboden</b>
100% 0 m		<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Darmtang-G. (<i>Monostroma, Ulva, Ulvaria</i>)</li> <li>▶ epilithische Rotalgen (<i>Ahnfeltia, Ceramium, Furcellaria, Polysiphonia</i>)</li> </ul>
85% 0,2 m		<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <i>Fucus vesiculosus</i>-B.</li> </ul>
85% 0,2 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Characeen -G. (<i>Ch. aspera, Ch. canescens, Ch. baltica, Lamprothamnium papulosum, Tolypella nidifica</i>)</li> <li>▶ Characeen-Ruppia sp.-G.</li> <li>▶ <i>Zostera noltii-Ruppia cirrhosa</i>-G.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ epilithische Rotalgen (<i>Ahnfeltia, Ceramium, Furcellaria</i>)</li> <li>▶ <i>Fucus vesiculosus</i>-B.</li> </ul>
75% 0,3 m		
75% 0,3 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Characeen -G. (<i>Ch. aspera, Ch. canescens, Ch. baltica, Lamprothamnium papulosum, Tolypella nidifica</i>)</li> <li>▶ Characeen-Ruppia sp.-G.</li> </ul>	
40% 1,1 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Characeen-Zostera marina-G.</li> </ul>	
40% 1,1 m	(Zostera marina, Zannichellia palustris, Chara sp., Tolypella nidifica)	
10% 2,4 m		
10% 2,4 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Characeen-Zostera marina-G. (<i>Zostera marina, Zannichellia palustris, Chara sp., Tolypella nidifica</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ epilithische Rotalgen (<i>Ahnfeltia, Ceramium, Furcellaria</i>)</li> </ul>
1% 3,5 m		<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <i>Fucus vesiculosus</i>-B.</li> </ul>

<b>Orther Bucht</b>		
<b>Mäßiger Zustand</b>	<b>Vegetationsbedeckung:</b> <b>Untere Vegetationsgrenze : 1,7 m**</b>	<b>Salinität: 13 PSU*</b>
	Weichboden	Hartboden
100%    0 m		<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Darmtang-G. (<i>Monostroma, Ulva, Ulvaria</i>)</li> <li>▶ epilithische Rotalgen (<i>Ahnfeltia, Ceramium, Furcellaria, Polysiphonia</i>)</li> </ul>
85%    0,2m		<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <i>Fucus vesiculosus</i>-B.</li> </ul>
85%    0,2m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Characeen -G. (<i>Ch. aspera, Ch. canescens, Ch. baltica, Lamprothamnium papulosum, Tolypella nidifica</i>)</li> <li>▶ Characeen-Ruppia sp.-G.</li> <li>▶ <i>Zostera noltii</i>-<i>Ruppia cirrhosa</i>-G.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ epilithische Rotalgen (<i>Ahnfeltia, Ceramium, Furcellaria</i>)</li> <li>▶ <i>Fucus vesiculosus</i>-B.</li> </ul>
75%    0,3 m		
75%    0,3 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Characeen -G. (<i>Ch. aspera, Ch. canescens, Ch. baltica, Lamprothamnium papulosum, Tolypella nidifica</i>)</li> <li>▶ Characeen-Ruppia sp.-G.</li> </ul>	
40%    0,8 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Characeen-Zostera marina-G.</li> </ul>	
40%    0,8 m	( <i>Zostera marina, Zannichellia</i>	
10%    1,4 m	<i>palustris, Chara sp., Tolypella nidifica</i> )	
10%    1,4 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Characeen-Zostera marina-G. (<i>Zostera marina, Zannichellia</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ epilithische Rotalgen (<i>Ahnfeltia, Ceramium, Furcellaria</i>)</li> </ul>
1%    1,7 m	<i>palustris, Chara sp., Tolypella nidifica</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <i>Fucus vesiculosus</i>-B.</li> </ul>

Orther Bucht		
Unbefriedigender Zustand	Vegetationsbedeckung: Untere Vegetationsgrenze : 0,8 m**	Salinität: 13 PSU*
	Weichboden	Hartboden
100% 0 m		▶ Darmtang-G. ( <i>Monostroma</i> , <i>Ulva</i> , <i>Ulvaria</i> )
85% 0,2 m		▶ epilithische Rotalgen ( <i>Ahnfeltia</i> , <i>Ceramium</i> , <i>Furcellaria</i> , <i>Polysiphonia</i> )
85% 0,2 m	▶ - <i>Ruppia</i> sp.-G.	▶ epilithische Rotalgen
75% 0,2 m	▶ <i>Zostera noltii</i> - <i>Ruppia cirrhosa</i> -G.	( <i>Ahnfeltia</i> , <i>Ceramium</i> , <i>Furcellaria</i> )
75% 0,2 m	▶ <i>Ruppia</i> sp.-G.	▶ <i>Fucus vesiculosus</i> -B.
40% 0,4 m	▶ <i>Zostera marina</i> -G. ( <i>Zostera marina</i> ,	
40% 0,4 m	<i>Zannichellia palustris</i> )	
10% 0,7 m		
10% 0,7 m	▶ <i>Zostera marina</i> -G.	
1% 0,8 m		

Orther Bucht		
Schlechter Zustand	Vegetationsbedeckung: Untere Vegetationsgrenze : 0,5 m**	Salinität: 13 PSU*
	Weichboden	Hartboden
100% 0 m		▶ Darmtang-G. ( <i>Monostroma</i> , <i>Ulva</i> , <i>Ulvaria</i> )
85% 0,1 m		
85% 0,1 m	▶ <i>Myriophyllum</i> - <i>Potamogeton</i> -G.	▶ epilithische Rotalgen
75% 0,1 m		( <i>Ahnfeltia</i> , <i>Ceramium</i> , <i>Furcellaria</i> )
75% 0,1 m		▶ <i>Fucus vesiculosus</i> -B.
40% 0,2 m		
40% 0,2 m		
10% 0,4 m		
10% 0,4 m		
1% 0,5 m		



## Anlage A6 – Klassifizierungstabellen Untertrave

Untertrave		
Referenzzustand	Vegetationsbedeckung: <span style="float: right;">Salinität: 12,1 PSU*</span> Untere Vegetationsgrenze : 5,3 m*	
	Weichboden	Hartboden
100% 0 m		▶ Darmtang-G. ( <i>Monostroma</i> , <i>Ulva</i> , <i>Ulvaria</i> )
85% 0,4 m		▶ epilithische Rotalgen
85% 0,4 m	▶ Characeen -G. ( <i>Ch. aspera</i> , <i>Ch. baltica</i> , <i>Tolypella nidifica</i> )	▶ <i>Fucus vesiculosus</i> -B.
40% 2,1 m	▶ Characeen-Ruppia sp.-G.	
40% 2,1 m	▶ Characeen- <i>Zostera marina</i> -G. ( <i>Zostera marina</i> , <i>Zannichellia</i>	
10% 5,3 m	<i>palustris</i> , <i>Chara</i> sp., <i>Tolypella nidifica</i> )	
10% 5,3 m		▶ epilithische Rotalgen
1% 10,6 m		

Untertrave		
Guter Zustand	Vegetationsbedeckung: <span style="float: right;">Salinität: 12,1 PSU*</span> Untere Vegetationsgrenze : 4,4 m**	
	Weichboden	Hartboden
100% 0 m		▶ Darmtang-G. ( <i>Monostroma</i> , <i>Ulva</i> , <i>Ulvaria</i> )
85% 0,3 m		▶ epilithische Rotalgen
85% 0,3 m	▶ Characeen -G. ( <i>Ch. aspera</i> , <i>Ch. baltica</i> , <i>Tolypella nidifica</i> )	▶ <i>Fucus vesiculosus</i> -B.
40% 1,9 m	▶ Characeen-Ruppia sp.-G.	▶ epilithische Rotalgen
40% 1,9 m	▶ Characeen- <i>Zostera marina</i> -G. ( <i>Zostera marina</i> , <i>Zannichellia</i>	
10% 4,4 m	<i>palustris</i> , <i>Chara</i> sp., <i>Tolypella nidifica</i> )	
10% 4,4 m		
1% 6,5 m		

Untertrave		
<b>Mäßiger Zustand</b>	Vegetationsbedeckung: Untere Vegetationsgrenze : 2,6 m**	Salinität: 12,1 PSU*
	Weichboden	Hartboden
100% 0 m		▶ Darmtang-G. ( <i>Monostroma</i> , <i>Ulva</i> , <i>Ulvaria</i> )
85% 0,2 m		
85% 0,2 m	▶ Characeen -G. ( <i>Ch. aspera</i> , <i>Ch. baltica</i> , <i>Tolypella nidifica</i> )	▶ <i>Fucus vesiculosus</i> -B. ▶ epilithische Rotalgen
40% 1,4 m	▶ Characeen-Ruppia sp.-G.	
40% 1,4 m	▶ Characeen-Zostera marina-G. ( <i>Zostera marina</i> , <i>Zannichellia palustris</i> , <i>Chara</i> sp., <i>Tolypella nidifica</i> )	
10% 2,6 m		
10% 2,6 m		
1% 3,1 m		

Untertrave		
<b>Unbefriedigender Zustand</b>	Vegetationsbedeckung: Untere Vegetationsgrenze : 1,4 m**	Salinität: 12,1 PSU*
	Weichboden	Hartboden
100% 0 m		▶ Darmtang-G. ( <i>Monostroma</i> , <i>Ulva</i> , <i>Ulvaria</i> )
85% 0,2 m		▶ <i>Fucus vesiculosus</i> -B.
85% 0,2 m	▶ Ruppia spec.-G. ▶ <i>Zostera marina</i> -G.	▶ Darmtang-G. ( <i>Monostroma</i> , <i>Ulva</i> , <i>Ulvaria</i> ) ▶ <i>Fucus vesiculosus</i> -B.
40% 0,8 m		▶ epilithische Rotalgen
40% 0,8 m		▶ <i>Fucus vesiculosus</i> -B.
10% 1,4 m		▶ epilithische Rotalgen
10% 1,4 m		
1% 1,6 m		

Untertrave		
<b>Schlechter Zustand</b>	Vegetationsbedeckung: Untere Vegetationsgrenze : 0,6 m**	Salinität: 12,1 PSU*
	Weichboden	Hartboden
100% 0 m		▶ Darmtang-G. ( <i>Monostroma, Ulva, Ulvaria</i> )
85% 0,1 m		▶ epilithische Rotalgen
85% 0,1 m	▶ Myriophyllum-Potamogeton-G.	▶ <i>Fucus vesiculosus</i> -B.
40% 0,4 m		
40% 0,4 m		
10% 0,6 m		
10% 0,6 m		
1% 0,7 m		