

Abkürzungsverzeichnis

°C	Grad Celsius
+ / -M	dichte / spärliche Vegetation bzw. Makrophytenbewuchs
a	Jahr
Abb.	Abbildung
BaB	Barther Bodden
BACOSA	Baltic Coastal System Analysis and status evaluation
BLANO	Bund / Länder Ausschuss Nord- und Ostsee
BLMP	Bund / Länder Messprogramm
BoB	Bodstedter Bodden
BR <sub>24 h</sub>	Beweidungsrate des Zooplanktons für 24 h berechnet
BSH	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
C	Kohlenstoff
CERC	U.S. Army Corps of Engineers, Coastal Engineering Research Center
Chl <i>a</i>	Konzentration von Chlorophyll <i>a</i>
CV	Koeffizienten der Variation
d	Wassertiefe bzw. Höhe einer Wassersäule
DA	Standort Dabitz
d. h.	das heißt
DZBK	Darß-Zingster-Boddenkette (engl. DZBC)
E	Ost und Attenuationskoeffizient bei photometrischen Messungen
ENE	Ost-Nordost
ESE	Ost-Südost
EU-WRRL	Europäische-Wasserrahmen-Richtlinie
F	Sedimentfallen
FS	Fallensystem
G	Standort Grieben
Ges.	Gesamt
Gra	Grabow
HELCOM	Helsinki Commission
HN	Normalhöhennull; Angabe für den Pegelstand
Ind.	Individuen
Kd	Koeffizient der Lichtattenuation
λ	Wellenlänge
l	Liter
LUNG	Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie
MI	Standort Michaelsdorf
MSRL	Meeresstrategie-Richtlinie
N	Nacht / Stickstoff / Nord
NE	Nordost
NNE	Nord-Nordost
NNW	Nord-Nordwest

## Abkürzungsverzeichnis

---

NW	Nordwest
OM	organisches Material = aschefreie Trockenmasse
PSU	practical salinity unit
PVC	Polyvinylchlorid
PVI	plant volume infested
S	Süd
SB	Saaler Bodden
SD	Standardabweichung
SW	Südwest
SR	Sedimentationsrate
SSE	Süd-Südost
SSW	Süd-Südwest
SW	Schwellenwert und Südwest
T	Tag
Tab.	Tabelle
TF	Tellerfalle
TM	Trockenmasse
TN	Gesamt-Stickstoffgehalt
TP	Gesamt-Phosphorgehalt
TSM	Konzentration des gesamten suspendierten Materials
usw.	und so weiter
V	Standort Vitte
VB	Vitter Bodden
Veg.	Vegetation
W	West
WNW	West-Nordwest
WSV	Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes
WSW	West-Südwest
z. B.	zum Beispiel
ZF	Zylinderfalle
z. T.	zum Teil

Abbildungsverzeichnis

<b>1.1.1</b> Verstärkende (+) und abschwächende (-) Einflüsse zwischen abiotischen und biotischen Komponenten in einem Brackgewässer (hellblau), inklusive der Einflüsse der Luft, des Einzugsgebietes und des angrenzenden Meeres. ....	5
<b>1.1.2</b> Zusammensetzung eines Nahrungsnetzes mit (I) Seitenkette mit Bakteriophagen, (II) mikrobielles Nahrungsnetz und (III) klassisches Nahrungsnetz (Schiewer, 1998). ....	5
<b>1.2.1</b> Südliche Ostsee mit der Detailabbildung der Insel Rügen und den angrenzenden Bodden. ....	8
<b>1.2.2</b> Verteilung der Wassertiefenbereiche im Vitter Bodden. ....	9
<b>1.2.3</b> Verteilung der Wassertiefenbereiche in der Darß-Zingster-Boddenkette. ....	11
<b>2.1</b> Der Vitter Bodden mit der nördlich gelegenen Griebener Bucht und den beiden Untersuchungsstandorten: Vitte und Grieben. ....	14
<b>2.2</b> Mittlere Makrophyten-Gesamtbedeckungen und mittlere PVI-Werte bei +M (■) und -M (■) Plots ( $\pm$ SD; n=5), an allen fünf Terminen in 2013, für beide Standorte (Vitte und Grieben). ....	20
<b>2.3</b> Mittlere Makrophyten-Gesamtbiomasse bei +M (■) und -M (■) Plots ( $\pm$ SD; n=5), an zwei Terminen in 2013, für beide Standorte Vitte und Grieben. ....	21
<b>2.4</b> Das Foto (Antje Kerkow, 2014) zeigt eine dichte Vegetation am Standort Vitte. ....	21
<b>2.5</b> Bedeckungsgrade der einzelnen Makrophytenarten, in den einzelnen horizontalen Schichten über dem Sediment, bei den +M Plots von Vitte und Grieben, bei jeder Kartierung in 2013. ....	22
<b>2.6</b> Mittlere Anteile von ISM (■), Detritus (■) und Phytoplanktonbiomasse (■) am TSM an den beiden Standorten Vitte und Grieben, getrennt in +M und -M Plots und in die fünf Probenahmen in 2013 (n=5). ....	23
<b>2.7</b> Mittlere Lichtattenuationen ( $\pm$ SD, n=5), berechnet für die +M und -M Plots an den beiden Standorten Vitte und Grieben, die fünf Probenahmen in 2013. ....	24
<b>2.8</b> Mittlere Konzentrationen von Chl a, TN und TP, sowie die Quotienten von TN / TP und von Chl a / TP, getrennt für Vegetationstypen, Termine und Standorte in 2013. ....	26
<b>2.9</b> Gesamtabundanzen und Gesamtbiomassen des Zooplanktons für die +M Plots und für die -M Plots der beiden untersuchten Standorte, getrennt für die beiden Zeitpunkte, Tag (■) und Nacht (■) in 2013. ....	28
<b>2.10</b> Mittlere Abundanzen ( $\pm$ SD) der einzelnen Zooplanktongruppen an den beiden Standorten, getrennt in +M Plots und -M Plots, in Tag (■) und Nacht (■) und in die Termine. ....	29
<b>2.11</b> Anteile der einzelnen Zooplanktongruppen an der Gesamt-Beweidungsrate (24 h), getrennt für die Vegetationstypen und die einzelnen Termine in 2013. ....	34
<b>2.12</b> Gesamt-Beweidungsrate (24 h) des Zooplanktons ( $BR_{24\text{h}}$ ; ■) und Phytoplanktonbiomasse ( $C_{\text{Phytoplankton}}$ ; ◆), getrennt für die Vegetationstypen und die Termine. Der Beweidungsdruck [% d <sup>-1</sup> ] steht über den Säulen. ....	34
<b>3.1.1</b> Mittlere Salinität (■) und Temperatur (●) während der Probenahmen in 2014, an beiden Untersuchungsstandorten, Michaelsdorf (MI) und Dabitz (DA; $\pm$ SD; n=10). ....	42
<b>3.1.2</b> Oben: Mittlere Gesamtbiomassen ( $\pm$ SD bei Michaelsdorf entlang von 2-4 Transekten. Unten: mittlere Anteile der einzelnen Makrophytenarten /-gruppen an der Gesamtbiomasse bei Michaelsdorf. ....	44

<b>3.1.3.</b> Gesamt-Makrophytenbiomasse (oben) und prozentuale Anteile an der Gesamt-Biomasse (unten) von Potamogetonaceae (■), Chara spp. (■) und Myriophyllum spicatum (■) entlang des Tiefentranssektes von Plot 1 (0,55 m) bis Plot 8 (1,6 m) bei Dabitz, während der Probenahmen in 2014. ....	45
<b>3.1.4</b> Mittelwerte ( $\pm$ SD, n=3) für TSM, Chl a, TP und dem Quotienten aus Chl a / TP bei Michaelsdorf, innerhalb des Schilfgürtels (■), am Schilfrand (■), außerhalb des Schilfs (■) und für einen einzelnen Plot als Kontrolle (■), bei den Probenahmen in 2014. ....	46
<b>3.1.5</b> Konzentrationen von TSM, Chl a, TP und den Gelbstoffen, sowie die Quotienten von Chl a / TP an den zehn Plots entlang des Transektes bei Dabitz, für alle Termine in 2014. ...	48
<b>3.1.6</b> Mittlere Anteile von TSM (■), Chl a (■), Gelbstoffen (■) und des konstanten Faktors (■) an der Lichtattenuation ( $\pm$ SD; n=10, außer 10.7. n=3), für die Probenahmen an den beiden Standorten. ....	50
<b>3.1.7</b> Gesamt-Zooplanktonabundanzen und -biomassen, sowie Abundanzen der einzelnen Zooplanktongruppen gemittelt über die 10 Plots, je Termin in 2014 bei Michaelsdorf, ( $\pm$ SD; n=10). Signifikante Unterschiede zwischen Tag (■)- und Nachtproben (■) sind durch Buchstaben gekennzeichnet. ....	51
<b>3.1.8</b> Mittlere Anteile (n=10) der Zooplanktongruppen an der Gesamtabundanz bzw. Gesamtbiomasse bei Michaelsdorf, an drei Terminen in 2014, getrennt für Tag und Nacht. Zooplanktongruppen: Nauplien (■), Copepoditen (■), adulte Copepoden (■), Rotatorien (■) und Polychaetenlarven (■). ....	52
<b>3.1.9</b> Gesamtabundanzen und -biomasse des Zooplanktons an den zehn Plots entlang des Tiefentranssektes bei Dabitz in 2014, getrennt in Termin und Zeitpunkt, Tag (■) und Nacht (■). ....	53
<b>3.1.10</b> Abundanzen der einzelnen Zooplanktongruppen entlang des Tiefengradienten bei Dabitz, getrennt für die Termine in 2014 und nach dem Zeitpunkt, Tag (■) und Nacht (■). ....	55
<b>3.1.11</b> Beweidungsraten (BR <sub>24h</sub> ) der einzelnen Zooplanktongruppen: Nauplien (■), Copepoditen (■), adulten Copepoden (■), Rotatorien (■) und Polychaetenlarven (■), bei Michaelsdorf (gemittelt über alle Plots) und Dabitz, getrennt in die einzelnen Termine in 2014. ....	56
<b>3.1.12</b> Gegenüberstellung von mittleren ( $\pm$ SD; n=9-10) Gesamt-Beweidungsraten (BR <sub>24h</sub> ; ■) und Phytoplanktonbiomassen (als Kohlenstoff C <sub>Phytoplankton</sub> ; ◆). Der Beweidungsdruck [% d <sup>-1</sup> ] ist als Zahl über den Säulen angegeben. ....	57
<b>3.1.13</b> Mittelwerte ( $\pm$ SD; n=24) von stündlich gemessener Windgeschwindigkeit und gemessenem Fetch sowie der daraus berechneten Wellenexposition (( $\lambda/2$ )/d) für eine Zeitspanne von 24 h vor den jeweiligen Probenahmen in 2014. Angegeben sind die Daten für den Plot 6 bei Michaelsdorf (1 m mittlere Wassertiefe) und für die Plots 1-10 (0,55-1,89 m mittlere Wassertiefe) bei Dabitz. ....	68
<b>3.1.14</b> Verhältnisse zwischen Wellenexposition bei Dabitz und den beiden abiotischen / biotischen Parametern (TSM und Chl a) bei den einzelnen Terminen in 2014: März (●), Mai, (●), Juli (●), Sept / Okt (●), November (●). ....	59
<b>3.1.15</b> Fetch an den beiden Standorten Michaelsdorf und Dabitz, Anteil der Windrichtungen im Zeitraum März-November 2014 [%], sowie prozentualer Anteil von hohen Wellenexpositionen ((( $\lambda/2$ )/d) >1) je Monat im Zeitraum März –November 2014 bei Michaelsdorf (Plot 6) und Dabitz (Plot 3 (■), Plot 6 (■) und Plot 10 (■)). ....	60
<b>3.2.1</b> Mittlere Gesamtbiomassen der submersen Makrophyten ( $\pm$ SD; n=3) an den sechs Standorten, welche im Sommer 2015 in der DZBK beprobt wurden, aufgeteilt in die drei Tiefenstufen: 0-0,5 m (■), 0,5-1,0 m (■) und 1,0-1,5 m (■). ....	63
<b>3.2.2</b> Anteile der einzelnen Makrophytenarten an der Gesamtbiomasse, Chara spp. (■), Potamogeton pectinatus (■), Ruppia spp. (■), Zannichellia spp. (■), Myriophyllum spicatum (■) und Najas marina (■) bei den Probenahmen in 2015. ....	64

<b>3.2.3</b> Potentielle Tiefenverbreitung der Makrophyten in der DZBK. ....	67
<b>4.1</b> Gemessene Sichttiefen während der monatlichen Monitoringfahrten im Vitter Bodden (Station: RB 2) von 2000 bis 2012 (LUNG, unveröffentlichte Daten). ....	68
<b>4.2.</b> Verhältnisse zwischen TN und TP, und zwischen Chl a und TP, sowie TN. Links: Einzelwerte des monatlichen Monitorings in 2010-2012, Rechts: TN / TP-, Chl a/TP und Chl a / TN-Mittelwerte ( $\pm$ SD), jeweils für die Stationen Arkonasee (●), Vitter Bodden (●), Grabow (●) und Bodstedter Bodden (●). ....	75
<b>5.1</b> Links: Seitenansicht auf ein Fallensystem, bestehend aus einer Tellerfalle (geschlossen) und einer Zylinderfalle. Rechts: Schematische Seitenansicht auf eine geöffnete Tellerfalle, die an einer Metallhalterung befestigt ist, um sie an einer senkrechten Metallstange rauf und runter bewegen zu können. ....	83
<b>5.2</b> Schematische Darstellung der zwei Experimente “Höhengradient” und “Tiefen-transekt”, mit jeweils vier Fallensystemen, bestehend aus einer Tellerfalle (Ellipse) und einer Zylinderfalle (Zylinder). ....	85
<b>5.3</b> Links: Windgeschwindigkeit, Windrichtung und Rechts: Fetch [m] während der Sedimentationsexperimente am Standort Dabitz in 2014. ....	87
<b>5.4</b> Mittlere Gesamtkonzentration ( $\pm$ SD; n=3;) des TSM, des OM <sub>Seston</sub> und des prozentualen Anteils OM <sub>Seston</sub> am TSM während der Sedimentfallenexperimente bei Dabitz 2014. ....	88
<b>5.5</b> TSM (◆) und OM <sub>Seston</sub> (■) während der Sedimentfallenexperimente bei Dabitz 2014, abgetragen gegen die berechnete Wellenlänge. ....	88
<b>5.6</b> Sedimentationsraten (SR und SR-OM) in den TF (●) und ZF (▲) während der sechs 24 h-Serie-Experimente (Nummer 1, 2, 3, 4, 5 und 6). ....	89
<b>5.7</b> Berechnete Sinkgeschwindigkeiten für TF (●) und ZF (▲) während der einzelnen Zeit-Serie-Experimente: 6 h, 12 h <sub>1</sub> , 12 h <sub>2</sub> , 24 h, 48 h, und 72 h, abgetragen gegen die Wellenexposition. ....	90
<b>5.8</b> Ergebnisse der Höhengradient- und Tiefen-transekt-Experimente. Gesamte Sedimentationsraten und der des organischen Materials (SR bzw. SR-OM), in Tellerfallen (schwarze Symbole) und Zylinderfallen (graue Symbole), abgetragen gegen die Wellenexposition. ....	91
<b>5.9</b> Sedimentationsraten (SR und SR-OM) für TF (●) und ZF (▲) in allen Experimenten, abgetragen gegen die Wellenexposition und Verhältnis der Anteile von organischem Material in den Fallen (OM <sub>Fallentyp</sub> ) und in der Wassersäule. ....	93
<b>6.1</b> Gegenüberstellung möglicher Zusammenhänge in flachen und tieferen Gewässerbereichen zwischen submersen Makrophyten, Sedimenteigenschaften, Resuspension und der Wassertrübung. ....	102

Tabellenverzeichnis

**1.2.1** Geographische, biotische und abiotische Parameter für den Vitter Bodden und die Lagunen der Darß-Zingster-Boddenkette (DZBK). ..... 10

**2.1** Datum der einzelnen Probenahmen bei Vitte (V) und Grieben (G) in 2013, sowie die geographischen Koordinaten und mittleren Wassertiefen ( $\pm$ SD; n=25) an den jeweiligen Plots, mit dichter (+M) und spärlicher (-M) submerser Vegetation. .... 15

**2.2** Ergebnisse der Monte-Carlo-Tests (p-Werte) für den Vergleich der Einflüsse von Standort, Termin und Vegetationstyp. .... 19

**2.3** Vergleiche zwischen den beiden Standorten Vitte und Grieben, wenn Einfluss des Standortes signifikant war (siehe Tab. 2.2), getrennt nach Termin und Vegetationstyp. .... 19

**2.4** Vergleich von Makrophyten-Gesamtbedeckungen bzw. PVI-Werten zwischen den Vegetationstypen, insgesamt und je Termin. .... 21

**2.5** Ergebnisse der Sedimentanalyse für die +M und -M Plots an den beiden untersuchten Standorten Vitte und Grieben in 2013. .... 23

**2.6** Ergebnisse der Korrelationen zwischen ISM, Detritus Chl a, TP und TN für Vitte und Grieben. .... 25

**2.7** Ergebnisse der Korrelationen zwischen Makrophyten-Bedeckungsgraden bzw. PVI und biotischen bzw. abiotischen Parametern (Lichtattenuation, ISM, Detritus, Chl a, TP, TN und BR<sub>24 h</sub>) getrennt für die beiden Standorte. .... 27

**2.8** Vergleich der Gesamtabundanzen und -biomassen zwischen den Vegetationstypen bzw. den Zeitpunkten, getrennt für die beiden Standorte und für die Zeitpunkte bzw. die Vegetationstypen. Die farblichen Markierungen beschreiben folgende Verhältnisse: +M > -M (■), +M < -M (■), Tag > Nacht (■), Tag < Nacht (■). .... 28

**2.9** Vergleich der Abundanzen der einzelnen Zooplanktongruppen zwischen den Vegetationstypen bzw. den Zeitpunkten, getrennt für die beiden Standorte und für die beiden Zeitpunkte bzw. Vegetationstypen. Die farblichen Markierungen beschreiben folgende Verhältnisse: +M > -M (■), +M < -M (■) und Tag > Nacht (■), Tag < Nacht (■). .... 31

**2.10** Vergleich der Gesamtbeweidungsraten zwischen den Vegetationstypen bzw. den Zeitpunkten, getrennt für die beiden Standorte und für die Zeitpunkte bzw. die Vegetationstypen. Die farblichen Markierungen beschreiben folgende Verhältnisse: +M > -M (■), +M < -M (■), Tag > Nacht (■), Tag < Nacht (■). .... 33

**3.1.1** Geographische Daten und Termine der Probenahmen / Messungen von Makrophytenbiomassen und abiotischen / biotischen Parametern an beiden Standorten Michaelsdorf und Dabitz in 2014, inkl. der Anzahl der Transekte bei der Makrophytenbeprobung (Anzahl). ... 38

**3.1.2** Ergebnisse der Monte-Carlo-Tests für den Vergleich der Einflüsse von Termin und Wassertiefe auf TSM, Chl a, TP und Gelbstoffe bei Dabitz in 2014. .... 42

**3.1.3** Ergebnisse der Korrelationen zwischen TSM, Chl a und TP, je Termin an beiden Standorten, Michaelsdorf und Dabitz. .... 47

**3.1.4** Ergebnisse der Korrelationen für Zusammenhänge zwischen der Wassertiefe und den Konzentrationen von TSM, Chl a, TP und Gelbstoffen, je Termin in 2014. .... 49

**3.1.5** Ergebnisse der Korrelationen zwischen abiotischen / biotischen Parametern (TSM, Chl a und TP) und der Makrophytenbiomasse, je Termin in 2014 bei Dabitz. Die dazugehörigen Makrophytenbiomassen wurden am 12.5., 24.6., 29.9. und 17.11. 2014 entnommen. .... 49

**3.1.6** Vergleich der Gesamtabundanzen und der Abundanzen der einzelnen Zooplanktongruppen zwischen Tag und Nacht, getrennt für die drei Termine in 2014, bei Michaelsdorf. 51

**3.1.7** Vergleich der Zooplanktonabundanzen und Gesamtbioasse zwischen Tag und Nacht, getrennt für die einzelnen Termine in 2014 bei Dabitz. .... 53

<b>3.1.8</b> Ergebnisse der Korrelationen der Abundanzen der einzelnen Gruppen sowie der Gesamtabundanz und -biomasse mit der Wassertiefe getrennt für Termin und Tag-/ Nacht .	54
<b>3.1.9</b> Vergleich zwischen Michaelsdorf und Dabitz (jeweils Plot 6), von Windgeschwindigkeit, Fetch und Wellenexposition für die einzelnen Probenahmen in 2014. ....	57
<b>3.1.10</b> Ergebnisse der Korrelationsanalysen zwischen Wellenexposition und den beiden Parametern TSM und Chl a bei den einzelnen Termine in 2014, bei Dabitz. ....	59
<b>3.2.1</b> Geographische Daten der Standorte für die Entnahmen der Makrophytenbiomasse in allen vier Bodden der DZBK in 2015. ....	63
<b>3.2.2</b> Berechnungsschritte für die aktuelle, potentielle Gesamt-Trockenbiomasse der submersen Makrophyten in den einzelnen Bodden der DZBK, sowie deren C- und P-Gehalte. ....	65
<b>3.2.3</b> Maximal mögliche Gesamt-Trockenbiomasse der submersen Makrophyten, sowie deren P- und C-Gehalte in den einzelnen Bodden der DZBK. ....	66
<b>4.1</b> Minimale, maximale Werte und Mittelwerte von Phosphat (PO <sub>4</sub> -P) und gelösten, anorganischen Stickstoff (DIN) in der Wassersäule des Libben und des Rassower Stroms in den Jahren 1964-1989, aus Hübel et al. (1998). Phosphat und DIN wurden im Januar bis März gemessen. ....	69
<b>4.2</b> Spannweiten (5 % und 95 % Quantil) der Werte von TSM, Chl a, ISM und Detritus, welche in die jeweiligen Regressionsanalysen gingen. ....	70
<b>4.3</b> Prozentualer Anteil der Monitoringfahrten, in 2010-2012, mit P- bzw. N-Limitationen. Einmal nach dem Verhältnis von Forsberg et al. (1978; molar: >37.6 bzw. <22) und einmal nach dem Redfield-Verhältnis. ....	75
<b>4.4</b> Vergleich von Phytoplanktonbiomasse, Beweidungsraten und Beweidungsdruck auf die Biomasse, zwischen den Standorten Vitte, Grieben, Dabitz und Michaelsdorf. ....	78
<b>5.1</b> Beschreibung der vier unterschiedlichen Sedimentationsexperimente. ....	87
<b>5.2</b> Koeffizienten der Variation (CV), berechnet für die SR und die SR-OM der beiden Fallentypen in den sechs 24 h-Serie-Experimenten. Ihr jeweiliger Mittelwert dient als Referenzwert für die weiteren Experimente. ....	89
<b>5.3</b> Berechnete mittlere Sinkgeschwindigkeiten [cm d <sup>-1</sup> ] während der Zeit-Serie-Experimente. ....	90
<b>5.4</b> Koeffizienten der Variation für die Sedimentationsraten der Zeit-Serie. ....	90
<b>5.5</b> Koeffizienten der Variation für die Sedimentationsraten der Experimente des Tiefen-transekts und des Höhengradienten. ....	92
<b>5.6</b> Ergebnisse der Korrelationsanalysen zwischen TSM bzw. OM <sub>Seston</sub> und den Sedimentationsraten (SR und SR-OM), sowie zwischen der Wellenexposition und den Sedimentationsraten bzw. dem organischen Anteil am gesamten sedimentiertem Material (OM <sub>TF</sub> bzw. OM <sub>ZF</sub> ), unterteilt in: gesamter Bereich der Wellenexposition, sowie in geringe bzw. hohe Wellenexposition ( $(\lambda/2)/d_F < 1$ bzw. $> 1$ ). ....	94
<b>5.7</b> Daten zur Berechnung der jährlichen Sedimentzuwachsrate im Flachwasserbereich am Standort Dabitz. ....	95
<b>6.1</b> Berechnung der Wassertiefe mit 10 % des Oberflächenlichtes bei Verringerung der Konzentrationen von TSM und Chl a nach Gleichung 5. ....	104

