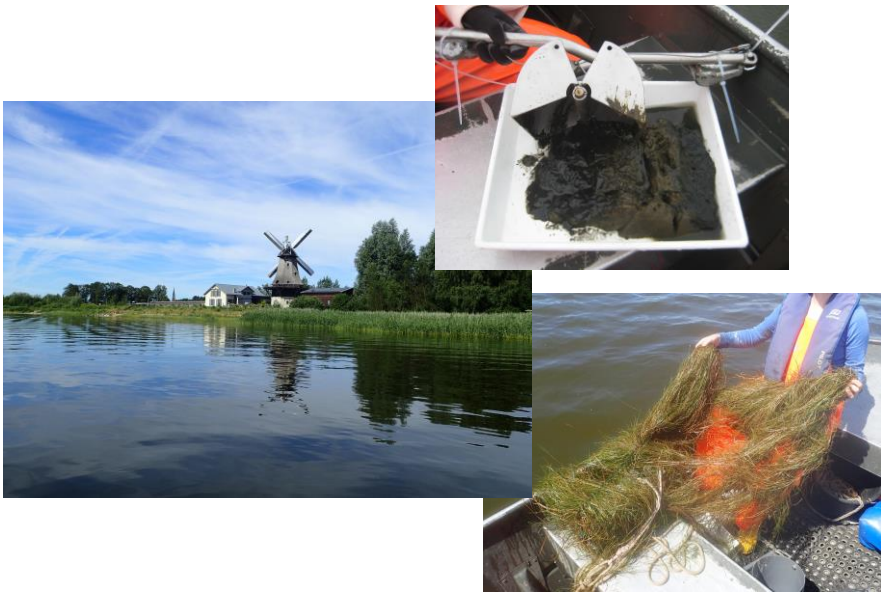
Schlei Extramonitoring



Schlei Extramonitoring (2017)

Zustand der marinen Flora und Fauna der Schlei in Ergänzung zu sedimentologischen Untersuchungen und Literatur

Vergabenummer: LLUR 458.0608.451703

Endbericht

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

Bearbeitung
MariLim GmbH
Heinrich-Wöhlk-Str. 14
24232 Schönkirchen
S. Schreiner, J. Nickel, H. Wilken & Th. Meyer

Dezember 2018

Inhaltsverzeichnis

1 Veranlassung ... 6

2 Material und Methoden ... 7

2.1 Untersuchungsgebiet ... 7
2.1.1 Makrophyten ... 8
2.1.2 Makrozoobenthos ... 11
2.2 Datenauswertung ... 14
2.2.1 Makrophyten ... 14
2.2.2 Makrozoobenthos ... 15

3 Bestandsbeschreibung ... 17

3.1 Abiotische Verhältnisse ... 17
3.2 Makrophyten ... 19
3.2.1 Arteninventar ... 19
3.2.2 Bewertung nach PHYBIBCO ... 22
3.2.3 Pflanzengemeinschaften ... 22
3.2.4 Rote Liste ... 26
3.3 Makrozoobenthos ... 27
3.3.1 Arteninventar und Besiedlungsdichte ... 27
3.3.2 Bewertung nach MarBIT ... 33
3.3.3 Makrozoobenthosgemeinschaften ... 43
3.3.4 Rote Liste ... 47

4 Bestandsentwicklung ... 49

4.1 Makrophyten ... 49
4.1.1 WRRL-Monitoring ... 49
4.1.2 Historische Erhebungen ... 50
4.2 Makrozoobenthos ... 51
4.2.1 WRRL-Monitoring ... 51
4.2.2 Historische Erhebungen ... 53

5 Verbesserungsmaßnahmen ... 55

6 Zusammenfassung ... 57

7 Literatur ... 59

8 Anhang ... 62

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1 Gebietsübersicht der Schlei mit den drei Wasserkörpern Schleimünde, Mittlere Schlei und Innere Schlei 2017. 8

Abbildung 2.2 Lage der Wasserkörper und der beprobten Makrophytenstationen in der Schlei 2017. 9

Abbildung 2.3 Zur Makrophytenprobenahme verwendeter Rechen. 11

Abbildung 2.4 Lage der Wasserkörper und der beprobten Makrozoobenthosstationen im Sommer 2017. 13

Abbildung 2.5 Zur Probenahme verwendeter Backengreifer. 14

Abbildung 3.1 Mittlere Korngrößenverteilung (%) als Mittelwert (MW) für das Gesamt-gebiet und die Wasserkörper in der Schlei. 19

Abbildung 3.2 Darstellung der Artenzahlen und der vorkommenden Vegetations-gruppen an den untersuchten Stationen. 22

Abbildung 3.3 Darstellung der Pflanzengemeinschaften in der Schlei. 26

Abbildung 3.4 Verteilung der Gesamtabundanz der Makrozoobenthosarten der Inneren Schlei (mittlere Individuendichte/m^2). 28

Abbildung 3.5 Verteilung der Gesamtabundanz der Makrozoobenthosarten der Mittleren Schlei (mittlere Individuendichte/m^2). 30

Abbildung 3.6 Verteilung der Gesamtabundanz der Makrozoobenthosarten in Schleimünde (mittlere Individuendichte/m^2). 32

Abbildung 3.7 Darstellung der Makrozoobenthosgemeinschaften in der Schlei. 46

Abbildung 3.8 Darstellung der Verschneidung von Sediment und Makrozoobenthosgemeinschaft (GS = Grobsand, K = Kies, My = Mytilus, schlS = schlickiger Sand). Detaillierte Darstellung in fünf Karten im Anhang. 47

Abbildung 4.1 Darstellung der Makrophytenverbreitung in den Jahren 1930, 2007 und 2017. 51

Abbildung 8.1 Pflanzengemeinschaften der Schlei von Schleswig bis Stexwig. 65

Abbildung 8.2 Pflanzengemeinschaften der Schlei von Stexwig bis Missunde. 66

Abbildung 8.3 Pflanzengemeinschaften der Schlei von Missunde bis Lindaunis. ... 67

Abbildung 8.4 Pflanzengemeinschaften der Schlei von Lindaunis bis Kappeln. 68

Abbildung 8.5 Pflanzengemeinschaften der Schlei von Kappeln bis zur Mündung. 69

Abbildung 8.6 Verschneidung von Sediment und MZB-Gemeinschaft zwischen Schleswig und Stexwig (GS = Grobsand, K = Kies, My = Mytilus, schlS = schlickiger Sand). 70

Abbildung 8.7 Verschneidung von Sediment und MZB-Gemeinschaft zwischen Stexwig und Missunde (GS = Grobsand, K = Kies, My = Mytilus, schlS = schlickiger Sand). 71

Abbildung 8.8 Verschneidung von Sediment und MZB-Gemeinschaft zwischen Missunde und Lindaunis (GS = Grobsand, K = Kies, My = Mytilus, schlS = schlickiger Sand). 72

Abbildung 8.9 Verschneidung von Sediment und MZB-Gemeinschaft zwischen Lindaunis und Kappeln (GS = Grobsand, K = Kies, My = Mytilus, schlS = schlickiger Sand). 73

Abbildung 8.10 Verschneidung von Sediment und MZB-Gemeinschaft zwischen Kappeln und der Mündung (GS = Grobsand, K = Kies, My = Mytilus, schlS = schlickiger Sand). 74

1 Veranlassung

Die EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) fordert das Erreichen eines „guten ökologischen Zustandes“ für alle Oberflächengewässer des europäischen Raumes. Dazu wird unter anderem auch in Schleswig-Holstein ein jährliches Monitoring durchgeführt, welches die ständige Überwachung dieser Zustände sicherstellt.

Im Jahr 2017 sollte die Schlei in allen drei Wasserkörpern zusätzlich zu dem regulären Monitoring-Programm hinsichtlich ihrer aquatischen Flora und Fauna genauer untersucht werden. Die Ergebnisse sollten durch die des WRRL-Monitorings desselben Jahres ergänzt, mit Ergebnissen der vorausgegangenen geologischen Untersuchung (Schwarzer et al. 2018) der Schlei verschnitten und mit historischen Angaben verglichen werden. Das Ziel ist eine Einschätzung des ökologischen Zustands der Schlei, welche als Grundlage für ein Maßnahmenprogramm zur Verbesserung dieses Zustands dienen soll.

2 Material und Methoden

2.1 Untersuchungsgebiet

Bestandteil der diesjährigen Untersuchung ist der ca. 42 km lange Meeresarm Schlei, der in der Wasserrahmenrichtlinie der Flussgebietseinheit Schlei/Trave zugeordnet ist (Abbildung 2.1). Diese Flussgebietseinheit wurde nach naturräumlichen Gegebenheiten in 24 Wasserkörper unterteilt, die jeweils einem der Küstengewässertypen B1–B4 (Tabelle 2-1) angehören. Diese Typologie ist nach den Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie vorgenommen worden (Reimers 2005) und basiert auf physiko-chemischen Faktoren (Salzgehalt, Austauschverhältnisse und Substrate). Die drei Wasserkörper der Schlei (Schleimünde, Mittlere Schlei, Innere Schlei) sind dem Typ B2 zugeordnet.

Tabelle 2-1 Übersicht über die charakteristischen Kenndaten der vier Küsten-gewässertypen der deutschen Ostsee.

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

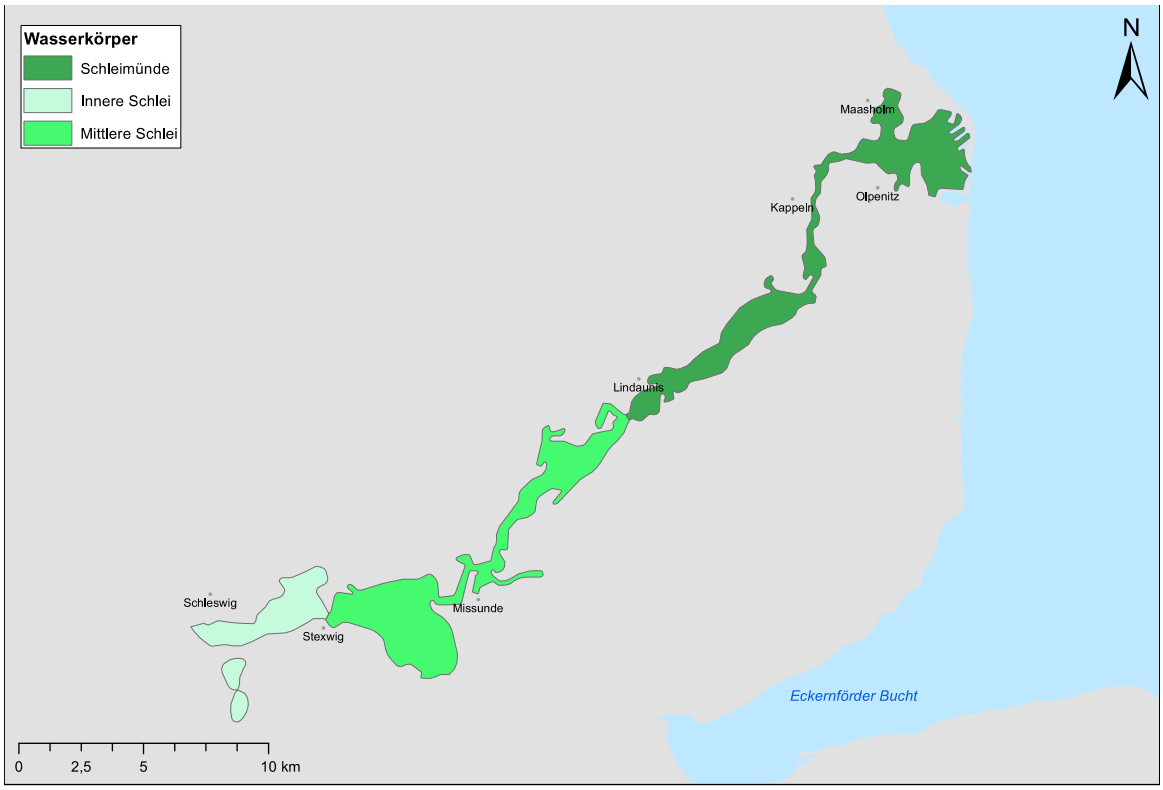


Abbildung 2.1 Gebietsübersicht der Schlei mit den drei Wasserkörpern Schleimünde, Mittlere Schlei und Innere Schlei 2017.

Praktische Durchführung

Insgesamt wurden in den drei Wasserkörpern der Schlei (Schleimünde, Mittlere Schlei und Innere Schlei) an 14 Stationen die Makrophyten untersucht und auf 13 Transekten insgesamt 68 Weichbodenproben genommen. Die Stationskarten sowie das Messkonzept wurden in Zusammenarbeit mit dem MELUND (Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein) und dem LLUR (Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein) erstellt.

2.1.1 Makrophyten

Insgesamt wurden in der Schlei 14 Makrophytenstationen beprobt. Acht lagen im Wasserkörper Schleimünde, vier im Wasserkörper Mittlere Schlei und zwei im Wasserkörper Innere Schlei. Mit der Größe der Wasserkörper nimmt auch die Anzahl der Untersuchungsstationen ab. Tabelle 2-2 zeigt eine Übersicht über die in den drei Wasserkörpern der Schlei untersuchten Makrophytenstationen. In Abbildung 2.2 wird die Lage der Wasserkörper und der darin untersuchten Probenahmestellen dargestellt.

Tabelle 2-2 Untersuchte Makrophytenstationen für die ökologische Zustands-bewertung 2017.

Gewässertyp	Wasserkörper	Makrophytenstation
B2	Schleimünde	M1
		M2
		M3
		M4
		M5
		M6
		M7
		M8
	Mittlere Schlei	M9
		M10
		M11
		M12
	Innere Schlei	M13
		M14

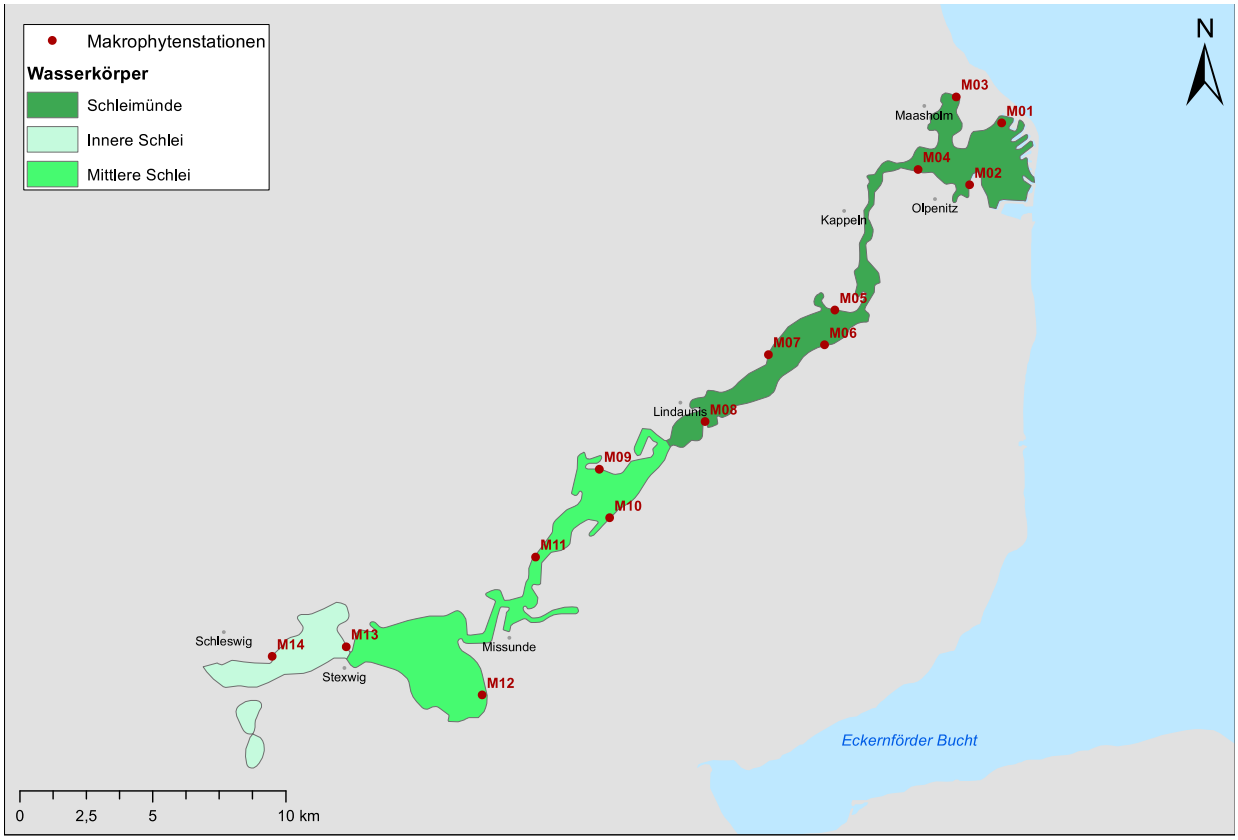


Abbildung 2.2 Lage der Wasserkörper und der beprobten Makrophytenstationen in der Schlei 2017.

Laut Vorgabe sollten alle Makrophyten und ihre Bedeckungsgrade mittels eines Guckkastens jeweils auf einer Länge von 100 m parallel zum Ufer vom Boot aus erfasst werden. Die so ersichtlichen Makrophytengemeinschaften sollten anschließend mit dem Rechen beprobt und auf Arten und Gemeinschaften untersucht werden. Wegen der sehr schlechten Sichtverhältnisse in der Schlei (meist < 1 m) war dies nicht möglich und es musste vom ursprünglich geplanten Untersuchungskonzept abgewichen werden. Der Pflanzenbestand wurde stattdessen an allen 14 Stationen mittels der Rechenmethode (Schaumburg et al. 2011) erfasst (Abbildung 2.3). Dazu wurden an jeder Station ein bis fünf Rechenfänge parallel zum Ufer über eine Länge von ca. 100 m durchgeführt, bis der dortige Pflanzenbestand erfasst wurde. Die Mengenverhältnisse der Makrophyten wurden anhand von Schätzklassen ermittelt. Statt Bedeckungen in Prozent wurde dazu eine semi-quantitative Schätzskala nach Kohler (1978) verwendet (Tabelle 2-3).

Tabelle 2-3 Pflanzengemeinschaften nach Kohler (1978).

Pflanzenmenge	Beschreibung
1	sehr selten
2	selten
3	verbreitet
4	häufig
5	massenhaft

Für jede Makrophytenstation wurde so das Arteninventar erfasst und anschließend eine Pflanzengemeinschaft zugewiesen.

Die Makrophyten wurden im Feld bis auf Artniveau bestimmt. War dies nicht möglich, wurden die Proben in Gefrierbeuteln mitgenommen und bis zur späteren Analyse im Labor eingefroren. Die Taxonomie folgt der Artbenennung des BLMP 2011 (Bund-Länder-Messprogramm).

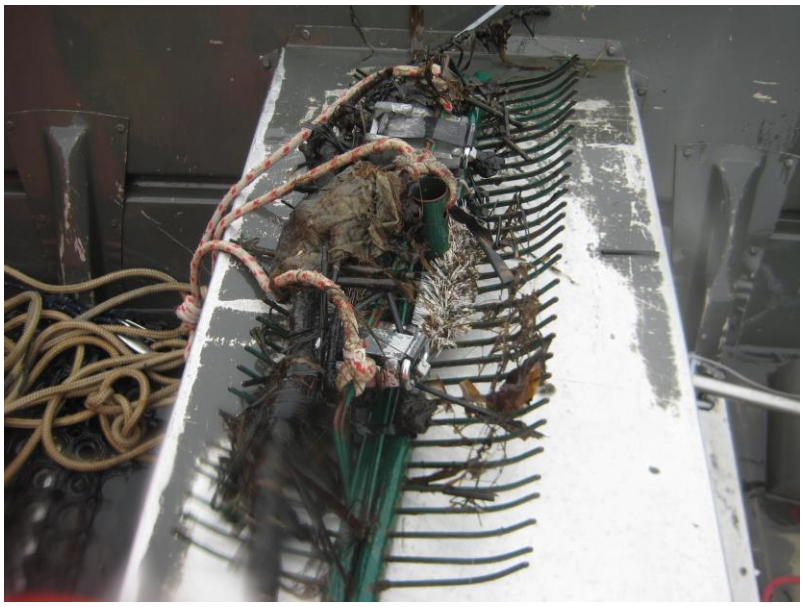


Abbildung 2.3 Zur Makrophytenprobenahme verwendeter Rechen.

Die Erfassung der Makrophyten mit der Rechenmethode ist in Gewässern bei geringer Sichttiefe die beste Möglichkeit der Beprobung. Dennoch besteht die Gefahr, auch auf Grund der geringen Stationszahl, Arten nicht zu erfassen. Der Flachwasserbereich konnte auf Grund des Tiefgangs des Bootes nicht untersucht werden. Das Untersuchungskonzept sah vor, hauptsächlich Bereiche zu beproben, die nicht bereits im WRRL-Monitoring untersucht wurden. Für eine vollständige Artenliste der Schlei müsste eine Beprobung in einem deutlich größeren Umfang erfolgen.

2.1.2 Makrozoobenthos

Die Probenahme, die Probenbearbeitung und die Analyse der Daten erfolgte nach den Vorgaben der Standardarbeitsanweisung des BLMP für Makrozoobenthos in marinen Sedimenten (Umweltbundesamt 2009) sowie nach den Vorgaben des MarBIT-Verfahrens (Berg et al. 2017). Die Methodik ist dort eingehend dargestellt. In diesem Bericht wird nur soweit darauf eingegangen, dass die Ergebnisse und Bewertungen verständlich sind.

In der gesamten Schlei wurden insgesamt 68 Stationen gleichmäßig auf 13 Transekten verteilt, an denen das Habitat Weichboden beprobt wurde. Tabelle 2-4 gibt eine Übersicht über die in den verschiedenen Wasserkörpern untersuchten Makrozoobenthostransekte und -stationen. In Abbildung 2.4 wird die Lage der Wasserkörper und der darin untersuchten Probenahmestellen dargestellt. Im Wasserkörper Innere Schlei wurden auf drei Transekten 12 Station beprobt, im Wasserkörper Mittlere Schlei wurden auf vier Transekten 25 Stationen beprobt und im Wasserkörper Schleimünde auf sechs Transekten 31 Stationen. In jedem Untersuchungsbereich wurden die Proben über den vertikalen Tiefengradienten verteilt

und Bereiche mit Pflanzenbewuchs oder Miesmuschelbeständen, sofern möglich, ausgeschlossen, um Vermischungen mit den Habitaten Phytal und Hartboden zu vermeiden.

Tabelle 2-4 Untersuchte Makrozoobenthosstationen für die ökologische Zustandsbewertung 2017.

B2	**Schleimünde**					
	Z01	Z08	Z15	Z18	Z22	Z27
	Z02	Z09	Z16	Z19	Z23	Z28
	Z03	Z10	Z17	Z20	Z24	Z29
	Z04	Z11		Z21	Z25	Z30
	Z05	Z12			Z26	Z31
	Z06	Z13				
	Z07	Z14				
	Mittlere Schlei					
	Z32	Z39	Z43	Z48		
	Z33	Z40	Z44	Z49		
	Z34	Z41	Z45	Z50		
	Z35	Z42	Z46	Z51		
	Z36		Z47	Z52		
	Z37			Z53		
	Z38			Z54		
				Z55		
				Z56		
	Innere Schlei					
	Z57	Z63	Z66			
	Z58	Z64	Z67			
	Z59	Z65	Z68			
	Z60					
	Z61					
	Z62					

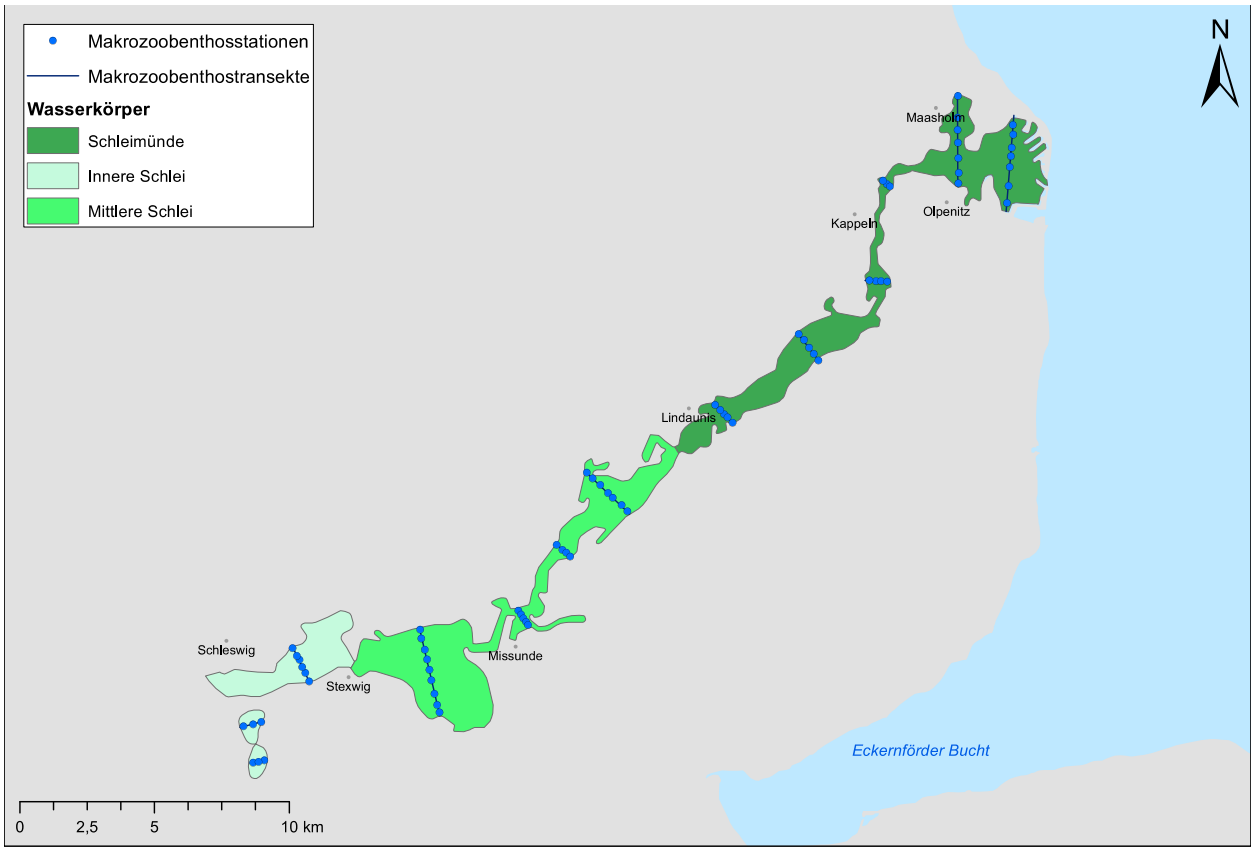


Abbildung 2.4 Lage der Wasserkörper und der beprobten Makrozoobenthosstationen im Sommer 2017.

Aufgrund der Feinkörnigkeit des Sediments in der Schlei fand die Beprobung des Weichbodens mit einem leichten Backengreifer statt, welcher eine Probenfläche von 0,025 m^2 und ein Gewicht von 5,5 kg hat (Abbildung 2.5). Die MarBIT-Handlungsanweisung verlangt bei Greiferprobenahmen eine Voruntersuchung des Habitates mittels Videotechnik oder vergleichbarer visueller Methoden. Die Sichtverhältnisse in der Schlei ließen solche visuellen Voruntersuchungen nicht zu. Bei der Probenbearbeitung an Bord konnte an Hand des Greiferinhalts eine Zugehörigkeit zum Habitat Weichboden ermittelt werden. An jeder Station wurden drei Proben entnommen. Der Inhalt des Greifers wurde anschließend an Bord in ein 1 mm-Sieb überführt und in Suspension gespült. Der Siebrückstand wurde in 4 %-igem Formol (mit Borax gepuffert) fixiert.

Zusätzlich fanden eine optische Sedimentansprache und eine Fingerprobe jeder Greiferprobe statt. Ferner wurde an jeder Station eine zusätzliche Greiferprobe für die Ermittlung des Glühverlustes und der Korngrößenanalyse des Sediments entnommen.

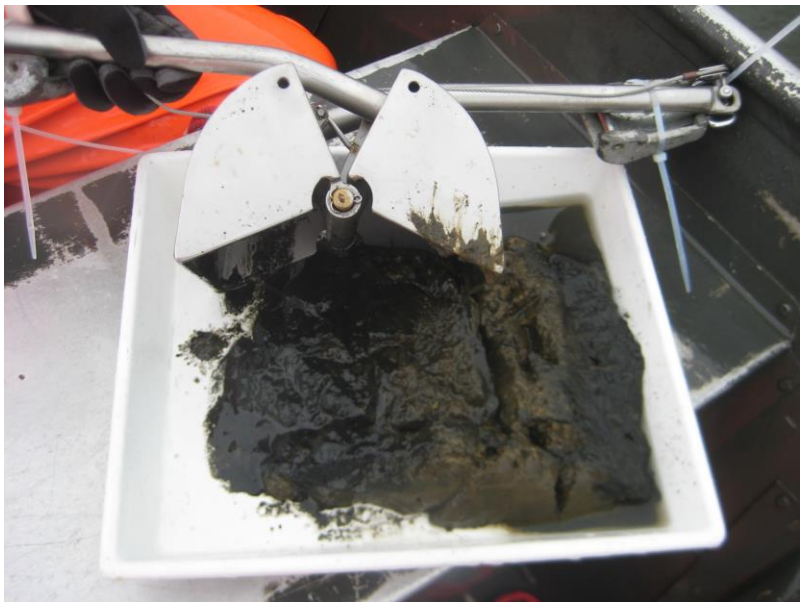


Abbildung 2.5 Zur Probenahme verwendeter Backengreifer.

Die Proben wurden im Labor sortiert und die enthaltenen Taxa möglichst bis zur Artebene bestimmt. Juvenile Taxa bei denen die bestimmungsentscheidenden Erkennungsmerkmale fehlten, wurden den entsprechenden höheren taxonomischen Stufen zugeordnet und mit dem Zusatz „juv.“ (juvenil) gekennzeichnet. Beschädigte Individuen wurden ebenfalls bestimmbaren höheren Kategorien zugeordnet. Die Artbenennung erfolgte nach den Listen des BLMP 2011 (Bund-Länder-Messprogramm).

Die Sedimentproben wurden im Labor analysiert. Dort wurde der organische Anteil durch Glühverlust (DIN EN 15935-11 2012) sowie die Korngrößenverteilung (nach DIN 18123 (2011) bestimmt.

2.2 Datenauswertung

2.2.1 Makrophyten

Jeder Makrophytobenthosstation wurde in Anlehnung an das ELBO-Bewertungsverfahren eine Pflanzengemeinschaft und eine ökologische Wertung zugewiesen (Selig et al. 2009). Die bei ELBO definierten Gemeinschaften wurden zuletzt im WRRL-Makrophytenmonitoring der Küstengewässer Schleswig-Holsteins 2012 für die Bewertung aller Wasserkörper der Schlei verwendet (Fürhaupter et al. 2012) Somit können diese als Referenz für die aktuelle Kartierung herangezogen werden. In den Folgejahren wurde das jetzt geltende PHYBIBCO Bewertungssystem angewendet (Fürhaupter & Meyer 2015b). *Fucus*-Gemeinschaften und Gemeinschaften wurzelnder Vegetation wurden separat betrachtet, um einen besseren Vergleich mit historischen Daten sowie vorangegangenen Erhebungen zu ermöglichen.

Eine Zustandsbewertung der Makrophyten der drei Wasserkörper sowie der gesamten Schlei findet hier nur deskriptiv statt. Die ökologische Wertigkeit der Pflanzengemeinschaften wurde in Anlehnung an das ELBO-Bewertungsverfahren sowie nach Expertenwissen eingeschätzt. Eine Gesamtbewertung nach dem Bewertungsverfahren PHYBIBCO (PHYtoBenthic Index for Baltic inner COastal waters) nach Fürhaupter and Meyer (2015b) für die Makrophyten der inneren Küstengewässer war mit dem vorgegebenen Untersuchungskonzept nicht möglich, da keine Tiefengrenzen erfasst wurden (s. Kapitel 3.2.2). Die Daten wurden mit vorangegangenen Untersuchungen des WRRL-Monitorings der Küstengewässer Schleswig-Holsteins sowie aktueller und historischer Literatur verglichen.

Mit Hilfe der Punktdaten aus der Makrophytenbeprobung wurden in einem Geoinformationsprogramm (ArcMap 10.6) Flächen der Verbreitung erzeugt. Dazu wurden entlang der unteren Bewuchsgrenze mit Hilfe von Tiefenlinien Flächen parallel zum Ufer digitalisiert. Zwischen den Stationen wurde unter Berücksichtigung von geografischen Gegebenheiten, wie Landmarken oder der Hauptströmungsrichtung, gemittelt, um die horizontalen Grenzen der Bewuchsflächen festzulegen. Anschließend wurden die ermittelten Pflanzengemeinschaften unter Berücksichtigung aller Daten aus dem WRRL-Monitoring zugewiesen und Flächenkarten zur potenziellen Ausbreitung der Makrophyten erstellt.

Für alle Makrophytenarten wurden der Rote-Liste-Status überprüft und die Ergebnisse in einer Artenstationsliste dargestellt.

2.2.2 Makrozoobenthos

Aus den Ergebnissen der Laboruntersuchungen wurden die folgenden Parameter (ökologischen Kenngrößen) des Makrozoobenthos errechnet:

- Gesamttaxa (Artenzahl)
- Durchschnittliche Besiedlungsdichte (Individuendichte): Es wurden die Individuenzahlen pro Art und Station ermittelt und auf 1 m^2 hochgerechnet. Anschließend wurden sie über die Anzahl der Stationen gemittelt.
- EQR nach MarBIT (Für eine genaue Beschreibung der Methode siehe Berg et al. (2017))

Das Bewertungsverfahren MarBIT (**Mar**ine **B**iotic **I**ndex **T**ool) wird dazu verwendet eine Bewertung des Zustands des MZB anhand der hier erhobenen Daten durchzuführen. Der MarBIT bewertet Fauna-Elemente der Weich- und Hartböden sowie der Vegetationsbestände (Phytal).

Es werden insgesamt vier Einzelparameter/Teilindizes in die Bewertung einbezogen, die Auswirkungen der Eutrophierung oder physikalischer Störungen auf das Makrozoobenthos erfassen. Jeder Teilindex steht für einen der ökologischen Begriffe, die bei der Wasserrahmenrichtlinie zur Bewertung herangezogen werden sollen:

- *TSI (Taxonomic Spread Index)*: bewertet die Artenvielfalt und taxonomische Zusammensetzung der benthischen Wirbellosen
- *Abundanzverteilung*: bewertet die Verteilung der Häufigkeit auf die verschiedenen Taxa
- *Sensitive Arten*: bewertet den Anteil sensitiver Arten an den Fauna-Gemeinschaften
- *Tolerante Arten*: bewertet den Anteil toleranter Arten an den Fauna-Gemeinschaften

Jeder Teilindex wird mit einer eigenständigen fünfstufigen Bewertung unabhängig von den anderen Indizes errechnet und verwendet vordefinierte Referenzartenlisten (Berg et al. 2017). Nach einer mathematischen Transformation (=Normierung) können die Indizes der Teilergebnisse zusammengeführt, also miteinander verrechnet werden, und ergeben dann den abschließenden ökologischen Zustand (=EQR-Wert der jeweiligen Bewertungseinheit/ Fauna-Gemeinschaft) (Tabelle 2-5).

Tabelle 2-5 Normierte Klassengrenzen des MarBIT.

MarBIT	Ökologischer Zustand
0,0 ≤ EQR < 0,2	schlecht
0,2 ≤ EQR < 0,4	unbefriedigend
0,4 ≤ EQR < 0,6	mäßig
0,6 ≤ EQR < 0,8	gut
0,8 ≤ EQR < 1,0	sehr gut

3 Bestandsbeschreibung

3.1 Abiotische Verhältnisse

Der Wasserkörper Innere Schlei umfasst den innersten Bereich der Schlei westlich der Stexwiger Enge. Hier wurden auf drei Transekten 12 Stationen für die Infauna beprobt. Ein Transekt lag im Selker Noor, ein weiterer im Haddebyer Noor. Auf diesen Transekten lagen jeweils drei Stationen. Beide Noore sind über einen schmalen Zufluss mit der Inneren Schlei verbunden. Der dritte Transekt lag mittig im Wasserkörper der Inneren Schlei in der Kleinen Breite und hatte sechs Stationen. An zwei weiteren Stellen, die am östlichen sowie westlichen Ende der Kleinen Breite liegen, wurden die Makrophyten untersucht. Zum Zeitpunkt der Probenahme lagen mit 3,7–6,5 psu α-oligohaline Salzgehaltsverhältnisse im Grenzbereich zum β-mesohalinen Bereich vor. Die Salzgehaltsdifferenz zwischen den Stationen betrug 2,8 psu. Die Temperatur lag durchschnittlich bei 18,7 °C. Die Sichttiefe betrug im Mittel 0,6 m. Alle untersuchten Stationen wiesen ein feinsandiges oder schlickiges Sediment auf. Die Färbung reichte von braun-grau bis schwarz. Je höher der Anteil an Schlick war, desto stärker war der H_2S-Geruch des Sedimentes.

Der Wasserkörper Mittlere Schlei umfasst das Gebiet zwischen Stexwiger Enge und Lindaunis. Dieser ist in zwei Bereiche geteilt, einen buchtartigen, der durch die Große Breite repräsentiert wird, sowie einen flussartigen Teil, der ab dem östlichen Ende der Großen Breite beginnt. Es wurden auf vier Transekten insgesamt 25 Stationen beprobt. Der südwestliche Transekt lag in der Großen Breite und hatte neun Stationen. Im Missunder Noor wurden an einem weiteren Transekt fünf Stationen beprobt. Der dritte Transekt lag bei Ulsnis und hatte vier Stationen. Der nordöstlichste Transekt des Wasserkörpers Mittlere Schlei reichte von den Ufern des Gunnebyer Noors bis ans südliche Ufer bei Lindholm. Die Makrophyten wurden in diesem Wasserkörper an vier Stationen untersucht. Eine lag in der Großen Breite im östlichen Teil des Wasserkörpers. Die drei anderen Stationen waren im westlichen Teil des Wasserkörpers verteilt. Der Salzgehalt in der Mittleren Schlei wies eine Spanne von 7,3 psu bis 10,5 psu auf und lag damit im β-mesohalinen und knapp im α-mesohalinen Bereich. Die Wassertemperatur lag zum Zeitpunkt der Probenahme bei circa 18,8 °C. Die Sichttiefe erreichte im Mittel einen Wert von 0,6 m.

Der Wasserkörper Schleimünde umfasst den Bereich zwischen Lindaunis und der Schleimündung. Auch dieser Wasserkörper weist geomorphologisch eine Trennung in einen schmalen, flussartigen Bereich (zwischen Lindaunis und Rabelsund) und einen breiten, buchtartigen Bereich (zwischen Rabelsund und Schleimünde) auf. In diesem

längsten Wasserkörper der Schlei lagen sechs Transekte mit insgesamt 31 Makrozoobenthos-Stationen. Ein Stück oberhalb des Norder Hakens lag ein Transekt mit fünf Stationen. Ein weiterer Transekt mit fünf Stationen lag bei Winnemark. Zwischen Arnis und Kappeln wurde ein Transekt mit vier Stationen beprobt. In dem sehr langen flussartigen Bereich nördlich von Kappeln lag ein Transekt mit drei Stationen. Die beiden letzten Transekte lagen bei Maasholm im Wormshöfter Noor sowie im direkten Mündungsbereich der Schlei. Auf beiden Transekten lagen sieben Makrozoobenthos-Stationen. Außerdem lagen in diesem Wasserkörper insgesamt acht Makrophytenstationen. Vier deckten dabei den flussartigen Bereich zwischen Lindaunis bis nördlich Kappeln ab, zwei weitere Stationen wurden in der Maasholmer Breite und die übrigen beiden im direkten Mündungsbereich der Schlei beprobt. Der Salzgehalt lag hier im Mittel bei 13,5 psu (α-mesohaliner Bereich). Die Wassertemperatur schwankte zwischen 18,1 und 19,7 °C und lag im Durchschnitt bei 19,1 °C. Die Sichttiefe lag im direkten Mündungsbereich bei 1,4 m bis 2,6 m. Ab dem Greifertransekt in Grauhöft nahm die Sichttiefe von 1,1 m bis auf 0,5 m ab.

Im gesamten Untersuchungsgebiet bestand das Sediment vor allem aus Feinsand und Schluff mit einem Anteil von jeweils ca. 40 % (Abbildung 3.1). Insgesamt nahm der Feinsandanteil von der Mündung bis in das Innere der Schlei ab. Demnach hatte der Wasserkörper Schleimünde den geringsten Schluffanteil mit 39 % und den höchsten Feinsandanteil mit 44 %. Der Wasserkörper Innere Schlei zeigte den höchsten Anteil an Schluff mit 45 % und den niedrigsten Anteil an Feinsand mit 28 %. Der Anteil an Mittelsand (0,2–0,63 mm) war mit < 20 % in allen Gebieten deutlich geringer als der Schluff- und Feinsandanteil. In allen Gebieten war mit < 4 % ein geringer Anteil an Ton (< 0,002 mm) vorhanden. Der Anteil an Steinen (63–200 mm), Grobsand (0,63–2 mm) und Kies (2–63 mm) war mit < 2 % ebenfalls gering.

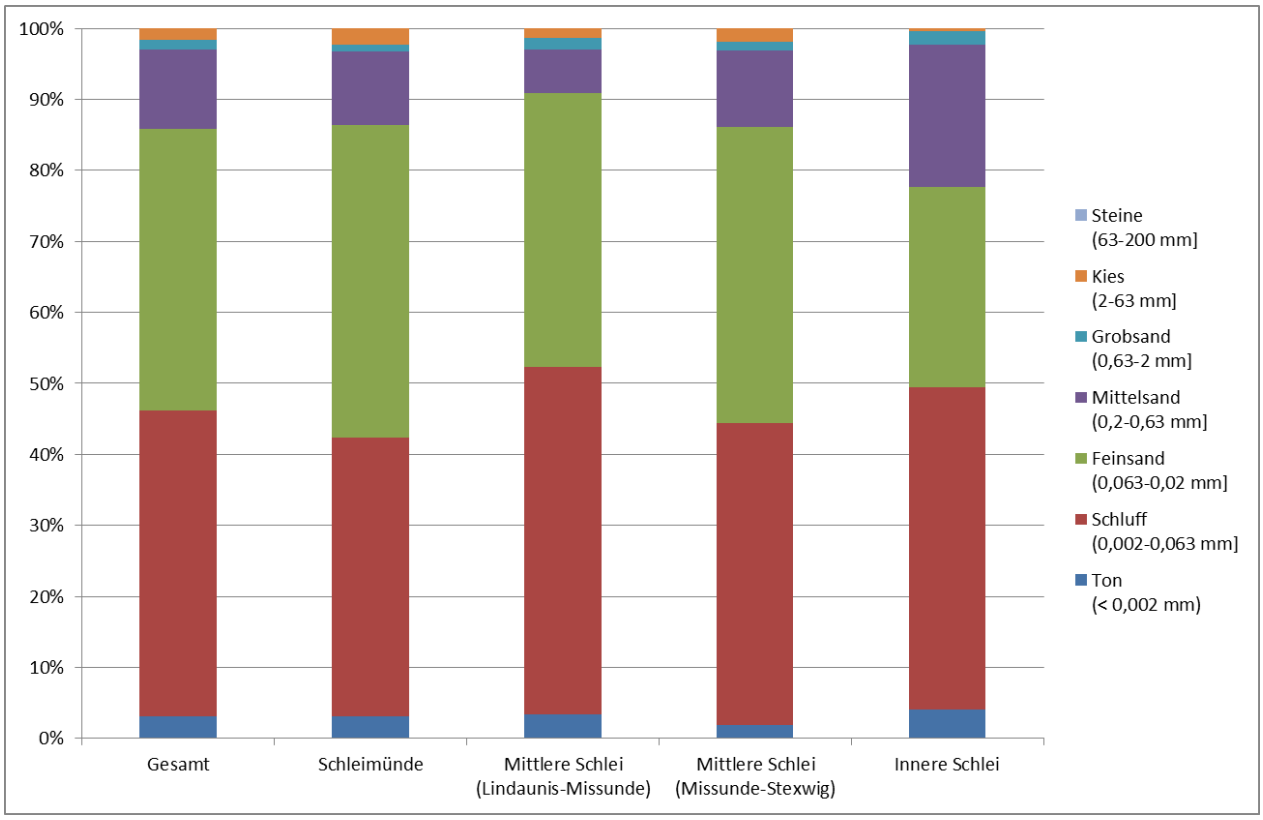


Abbildung 3.1 Mittlere Korngrößenverteilung (%) als Mittelwert (MW) für das Gesamt-gebiet und die Wasserkörper in der Schlei.

Die organischen Substanzen im Sediment (ermittelt durch den Glühverlust) lagen zwischen 0,3 und 22,2 %. Im Mittel wurde im Untersuchungsgebiet ein Glühverlust von 9,2 % erfasst. In den Proben des Wasserkörpers Schleimünde wurde der niedrigste Glühverlust mit durchschnittlich 5,9 % berechnet. Die Werte der Proben für die Mittlere Schlei lagen bei einem mittleren Glühverlust von 13,1 % (Lindaunis–Missunde) bzw. 12,3 % (Missunde–Stexwig). Die Proben des Wasserkörpers Innere Schlei erreichten einen mittleren Glühverlust von 11,0 %.

Die Sedimentanalysen bestätigen die Sedimentansprachen, die vor Ort während der Probenahme durchgeführt wurden.

3.2 Makrophyten

3.2.1 Arteninventar

Insgesamt wurden während des Schlei Extramonitorings im Jahr 2017 in den drei Wasserkörpern der Schlei 13 verschiedene Makrophytenarten gefunden (Tabelle 3-1 und Abbildung 3.2). Fünf der Arten gehören zu den höheren Pflanzen, zwei zu den Grünalgen, zwei zu den Braunalgen und vier Arten zu den Rotalgen. Die Artenzahl nahm von der Schleimündung bis in die Innere Schlei ab. Im Wasserkörper Schleimünde kamen alle 13 Makrophytenarten vor, im Wasserkörper Mittlere Schlei drei

der 13 Arten und im Wasserkörper Innere Schlei eine Art. An drei Stationen, davon zwei im Wasserkörper Mittlere Schlei und eine im Wasserkörper Innere Schlei, wurde kein Bewuchs gefunden. An zwei Stationen, die ausschließlich für das Makrozoobenthos untersucht wurden, wurde das Seegras *Zostera marina* gefunden.

Insgesamt ist das Artenspektrum in der Schlei stark reduziert. Mit *Chorda filum*, *Fucus vesiculosus* und *Gracilaria vermiculophylla* kamen nur drei mehrjährige Algenarten vor. Bei den übrigen fünf Arten handelt es sich um fädige Algen, die eutrophierungstolerant sind und bei entsprechender Nährstoffverfügbarkeit und Temperatur eine hohe jahreszeitliche Variabilität zeigen. Die Anzahl der höheren wurzelnden Pflanzen ist mit fünf Arten ebenfalls gering. Eine höhere Wertigkeit haben nur die Seegräser *Zostera marina* und *Zostera noltii* sowie die Meersalde *Ruppia cirrhosa* mit Werten von 3 bzw. 4 im Bewertungsverfahren PHYBIBCO (Höchstwert 5). Armleuchteralgen (Characeen), die in klaren und strömungsarmen Bereichen der Ostsee vorkommen, sind in der Schlei auf Grund der geringen Sichttiefen nur in der Großen Breite zu finden (Fürhaupter et al. 2012, Fürhaupter et al. 2013, Maczassek et al. 2015).

Die gefundenen Arten entsprechen unter den aktuellen Verhältnissen dem zu erwartenden Artenspektrum in der Schlei. Der Vergleich mit vorrangegangenen Untersuchungen zeigt eine ähnliche Artenzusammensetzung der einzelnen Wasserkörper mit abnehmender Artenzahl von der Mündung bis in das Innere der Schlei (Fürhaupter et al. 2012).

Tabelle 3-1 Artenstationsliste der Makrophyten in der Schlei 2017.

	Wasserkörper	Schleimünde								Mittlere Schlei				Innere Schlei	
Großgruppe	**Taxon**	**M1**	**M2**	**M3**	**M4**	**M5**	**M6**	**M7**	**M8**	**M9**	**M10**	**M11**	**M12**	**M13**	**M14**
Höhere Pflanzen	*Zostera marina*			x											
	Zostera noltii		x		x										
	Stuckenia pectinata	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	
	Ruppia cirrhosa		x	x	x	x	x	x	x	x					
	Zannichellia palustris			x											
Grünalgen	*Ulva*			x											
	Cladophora glomerata			x											
Braunalgen	*Chorda filum*	x													
	Fucus vesiculosus	x	x		x	x	x		x						
Rotalgen	*Gracilaria vermiculophylla*	x													
	Polysiphonia fibrillosa				x										
	Ceramium tenuicorne									x					
	Ceramium virgatum	x													
Artenzahl		5	4	6	5	3	3	2	3	3	0	0	1	1	0

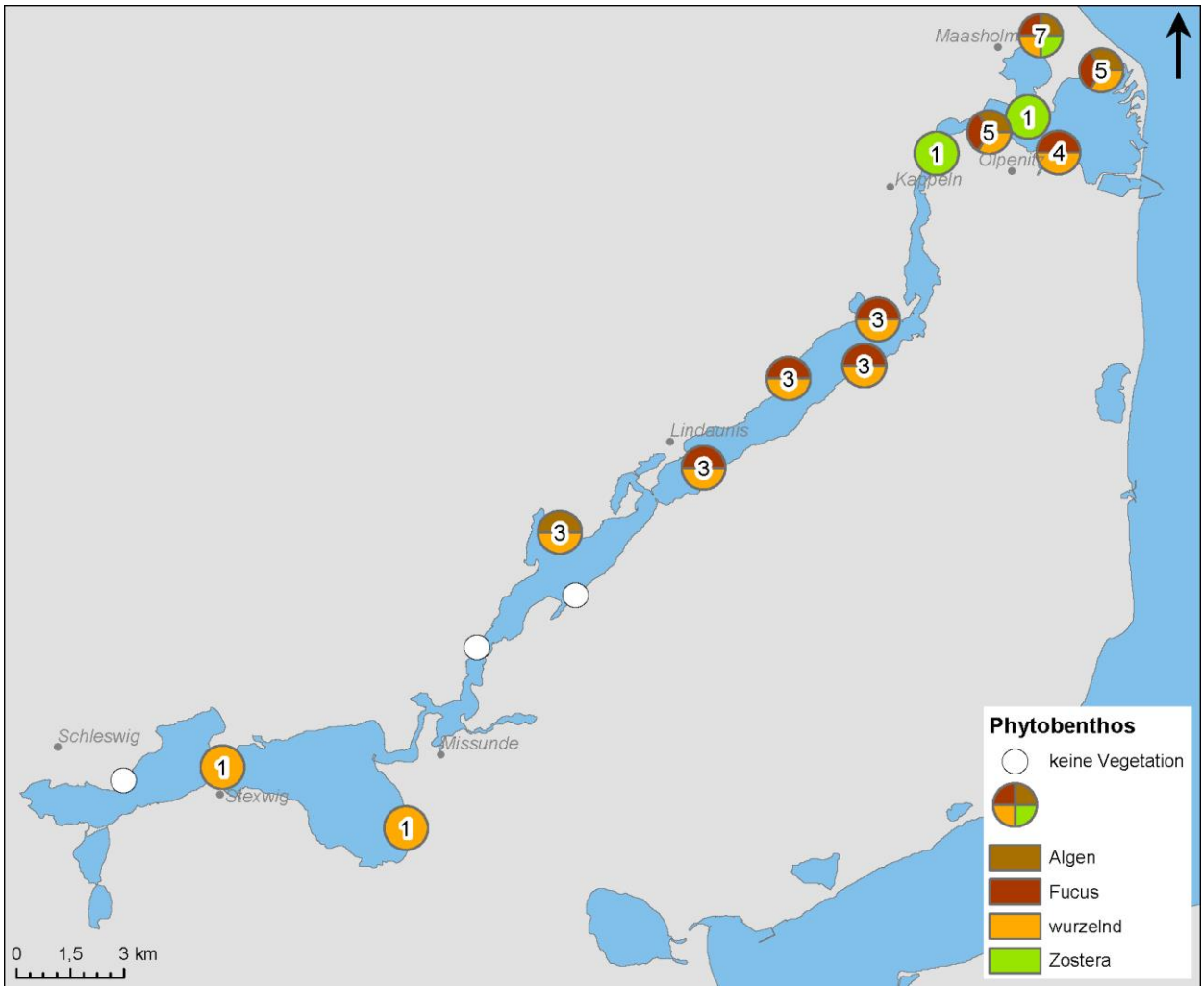


Abbildung 3.2 Darstellung der Artenzahlen und der vorkommenden Vegetations-gruppen an den untersuchten Stationen.

3.2.2 Bewertung nach PHYBIBCO

Die Bewertung nach PHYBIBCO konnte auf Grund des Untersuchungskonzeptes nicht durchgeführt werden, da nicht in den zur Bestimmung der Tiefengrenze notwendigen Tiefenstufen (0,25 m, 0,5 m, 0,75 m, 1,0 m …) beprobt wurde. Die Tiefen in denen sich zum Zeitpunkt der aktuellen Untersuchung Bewuchs befand, war mit < 1,5 m gering. Diese Werte würden in allen Wasserkörpern unbefriedigende bis schlechte Bewertungen gemäß PHYBIBCO ergeben. Die geringe Anzahl an höherwertigen wurzelnden Pflanzen würde für den Parameter der Artenwertigkeit ebenfalls in einem niedrigen EQR resultieren.

3.2.3 Pflanzengemeinschaften

Wie in den beiden Bewertungsverfahren BALCOSIS (Fürhaupter & Meyer 2015a) und PHYBIBCO (Fürhaupter & Meyer 2015b) für Makrophyten der Ostsee wurde auch für ELBO (Selig et al. 2003) (dem Bewertungsverfahren für innere Küstengewässer, das

nach einer Evaluierung in 2015 von ersteren abgelöst wurde) ein fünfstufiges Klassifizierungsverfahren angewendet, das den ökologischen Zustand als sehr gut, gut, mäßig, unbefriedigend oder schlecht bezeichnet. Demnach sind Characeen-Gemeinschaften typisch für den sehr guten bis mäßigen ökologischen Zustand, Spermatophyten-Gemeinschaften für den unbefriedigenden ökologischen Zustand und MP-Pflanzengemeinschaften (*Myriophyllum-Potamogeton* (jetzt: *Stuckenia*)), Einzelpflanzen oder vegetationslose Flächen für den schlechten ökologischen Zustand (Selig et al. 2009, Fürhaupter et al. 2012). Artenzusammensetzungen, die nach ELBO nicht bewertungsrelevant sind oder dort nicht vorkommen, wurden neu benannt und sind in Tabelle 3-2 mit der Quelle „Schlei“ versehen. Die ökologische Wertigkeit dieser Artenzusammensetzungen wurde in denselben Klassifizierungsstufen abgeschätzt. Auf Grund der besonderen Bedeutung des Blasentangs *Fucus vesiculosus* wird dieser ebenfalls als Pflanzengemeinschaft angesehen. Eine Wertigkeit wird nicht zugewiesen, da nur wurzelnde Pflanzen für die Bewertung der inneren Küstengewässer bewertungsrelevant sind. Makroalgen werden nicht berücksichtigt. Die ermittelten Pflanzengemeinschaften der aktuellen Kartierung wurden unter Berücksichtigung aller Daten aus dem WRRL-Monitoring der Jahre ab 2005 in die Fläche extrapoliert und in einer Übersichtskarte dargestellt (Abbildung 3.3). Eine detaillierte Darstellung in fünf räumlichen Abschnitten befindet sich im Anhang (Abbildung 8.1 bis Abbildung 8.5). An den Makrophytenstationen zwischen der Mündung und Lindaunis (M1-M8) waren Gemeinschaften wie ZoRu oder ZoZaStu mit wurzelnden Pflanzen wie *Zostera marina*, *Zostera noltii* und *Ruppia cirrhosa* vorhanden. An diesen Stationen kam auch der Blasentang *Fucus vesiculosus* vor, der auf Grund seiner besonderen ökologischen Wertigkeit als einzige Algenart eine Pflanzengemeinschaft ausmacht. Dieser siedelt im Gegensatz zu den wurzelnden Pflanzen auf Steinen und kann als zusätzliche Pflanzengemeinschaft (Fv) vorkommen. Da insgesamt höherwertige Arten wie die Armleuchteralgen fehlten, wurden an allen Stationen nur unbefriedigende Wertigkeiten erreicht. Mit Ausnahme der Station M9, wo *Ruppia cirrhosa* gefunden wurde, ist an allen Stationen südlich der Brücke von Lindaunis eine schlechte ökologische Wertigkeit ermittelt worden. Hier waren entweder ein Bewuchs mit der geringerwertigen Art *Stuckenia pectinata* (*Myriophyllum-Stuckenia* (MS)), ein Bewuchs mit einer Bedeckung von weniger als 10 % (keine Pflanzengemeinschaft – kPG) oder kein Bewuchs (keine Vegetation - kV) vorhanden.

Die ökologische Wertigkeit der Pflanzengemeinschaften war an allen untersuchten Stationen gering (unbefriedigend bis schlecht). Es kamen insgesamt nur sechs Pflanzengemeinschaften vor. Die gefundenen Gemeinschaften setzten sich hauptsächlich aus eutrophierungstoleranten Arten zusammen. Dazu gehörte vor allem das Kamm-Laichkraut *Stuckenia pectinata*, welches im Flachwasser die dominierende

Art war. Die abnehmende Artenvielfalt von der Mündung bis in die Innere Schlei korrespondiert mit dem Gradienten der Nährstoffbelastung und der dadurch reduzierten Sichttiefe (Berg et al. 2014). Insgesamt wurden in den drei Wasserkörpern der Schlei auf den untersuchten Transekten sechs verschiedene Pflanzengemeinschaften identifiziert. Der Wasserkörper Schleimünde wies fünf verschiedene Gemeinschaften auf und der Wasserkörper Mittlere Schlei eine Gemeinschaft. Der Wasserkörper Innere Schlei hatte keine Pflanzengemeinschaften zu verzeichnen (Tabelle 3-3).

Auf eine Verschneidung der geologischen Daten mit denen der Makrophyten wurde hier verzichtet, da beide Methoden in unterschiedlichen Tiefenbereichen durchgeführt wurden und es bei diesen keine Überlappungen der untersuchten Parameter gab.

Tabelle 3-2 Pflanzengemeinschaften in der Schlei mit Angaben über deren ökologische Wertigkeit und Quelle der Namensgebung.

Gemeinschaft	Beschreibung	Ökologische Wertigkeit	Quelle
Fucus vesiculosus (Fv)	Ausschließlich *Fucus vesiculosus*	–	WRRL-Monitoring
Myriophyllum-Stuckenia (MS)	Ausschließlich *Myriophyllum spicatum* und/oder *Stuckenia pectinata*	schlecht	ELBO
Stuckenia pectinata-Ruppia cirrhosa (StuRu)	*Stuckenia pectinata* und *Ruppia cirrhosa* kommen gleichzeitig vor	unbefriedigend	Schlei
Stuckenia pectinata-Ruppia cirrhosa-Zostera noltii (StuRuZo)	*Stuckenia pectinata, Ruppia cirrhosa* und *Zostera noltii* kommen gleichzeitig vor	unbefriedigend	Schlei
Zostera marina-Zannichellia palustris-Stuckenia pectinata (ZoZaStu)	*Zostera marina, Zannichellia palustris* und *Stuckenia pectinata* kommen gleichzeitig vor	unbefriedigend	Schlei
Zostera noltii-Ruppia cirrhosa (ZoRu)	*Ruppoa cirrhosa* mit *Zostera noltii*	unbefriedigend	ELBO
Keine Pflanzengemeinschaft (kPG)	Nur Einzelpflanzen mit Bedeckung ≤ 10 %	schlecht	ELBO
Keine Vegetation (kV)	Keine einzige Art vorkommend	schlecht	ELBO

Tabelle 3-3 Übersicht der den Makrophytenstationen zugewiesenen Pflanzengemeinschaften 2017.

Wasserkörper	Station	Pflanzengemeinschaft
Schleimünde	M1	*Myriophyllum-Stuckenia* (MS)
	M2	*Stuckenia pectinata-Ruppia cirrhosa-Zostera noltii* (StuRuZo) + *Fucus vesiculosus* (Fv)
	M3	*Zostera marina-Zannichellia palustris-Stuckenia pectinata* (ZoZaStu)
	M4	*Zostera noltii-Ruppia cirrhosa* (ZoRu) + *Fucus vesiculosus* (Fv)
	M5	*Stuckenia pectinata-Ruppia cirrhosa* (StuRu) + *Fucus vesiculosus* (Fv)
	M6	*Stuckenia pectinata-Ruppia cirrhosa* (StuRu) + *Fucus vesiculosus* (Fv)
	M7	*Stuckenia pectinata-Ruppia cirrhosa* (StuRu)
	M8	*Stuckenia pectinata-Ruppia cirrhosa* (StuRu) + *Fucus vesiculosus* (Fv)
Mittlere Schlei	M9	*Stuckenia pectinata-Ruppia cirrhosa* (StuRu)
	M10	Keine Vegetation (kV)
	M11	Keine Vegetation (kV)
	M12	*Myriophyllum-Stuckenia* (MS)
Innere Schlei	M13	Keine Pflanzengemeinschaft (kPG)
	M14	Keine Vegetation (kV)

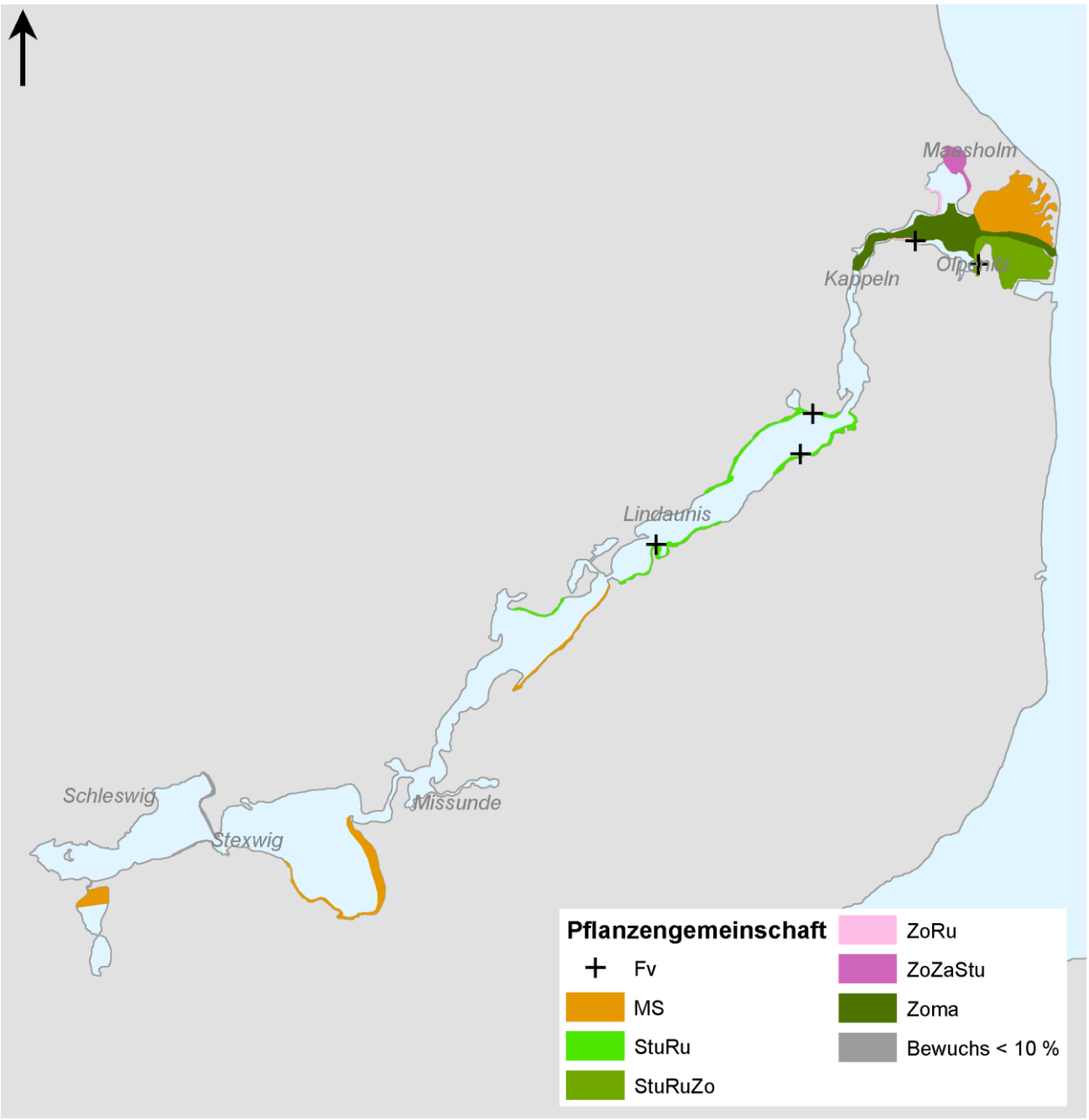


Abbildung 3.3 Darstellung der Pflanzengemeinschaften in der Schlei.

3.2.4 Rote Liste

Von den in den Rechenproben gefundenen Makrophytenarten befindet sich die Braunalge *Fucus vesiculosus* (Schories et al. 2013) (Tabelle 3-4) auf der Vorwarnliste „V“ der Roten Liste Deutschland (2013). Das Zwergseegras *Zostera noltii* befindet sich laut der Roten Liste Höherer Pflanzen Schleswig-Holsteins ebenfalls auf der Vorwarnliste „V“ (Mierwald & Romahn 2006). Alle weiteren gefundenen Makrophytenarten sind ungefährdet oder es liegen keine Informationen zum Rote Liste-Status vor.

Tabelle 3-4 Rote Liste-Arten der Makrophytobenthosproben (Mierwald & Romahn 2006, Schories et al. 2013), V – Vorwarnliste.

Großgruppe	Taxon	Rote-Liste-Status
Phaeophyceae	*Fucus vesiculosus*	V
Magnoliophyta	*Zostera noltii*	V

3.3 Makrozoobenthos

3.3.1 Arteninventar und Besiedlungsdichte

3.3.1.1 Innere Schlei

Im Wasserkörper Innere Schlei wurden insgesamt 21 verschiedene Taxa gefunden. Davon wurden 13 Taxa bis zur Art bestimmt. Bei weiteren vier Taxa erfolgte die Bestimmung bis zur Gattung oder einer höheren Kategorie. Dies sind die Großgruppen Oligochaeta (Wenigborster), Nemertea (Schnurwürmer) sowie die Gattungen *Procladius* und *Trichoptera* aus der Großguppe der Hexapoda (Insekten). Außerdem wurden sowohl juvenile Vertreter der Art *Gammarus* als auch der Nereididae gefunden.

Im Wasserkörper Innere Schlei war die Gruppe der Crustacea (Krebse) mit fünf Arten am stärksten vertreten (Abbildung 3.4). Danach folgten die Polychaeta (Vielborster) mit vier Arten. Schnecken und Muscheln sind unter den Mollusca (Weichtiere) zusammengefasst und waren mit drei Arten vertreten. Die übrigen Arten, unter anderem Oligochaeta, Nemertea und Hydrozoa (Hydrozoen), wurden unter „Sonstige“ zusammengefasst und waren mit insgesamt neun Arten vertreten.

Häufigster Vertreter in der Inneren Schlei war der Flohkrebs *Corophium volutator* mit 4.821 Ind./m², gefolgt von dem Vielborster *Marenzelleria neglecta* mit 672 Ind./m² und der Schnecke *Potamopyrgus antipodarum* mit 642 Ind./m² (Abbildung 3.4). Mit ebenfalls über 600 Ind./m² trat die Insektenart *Glyptotendipes paripes* auf (637 Ind./m²). Die Abundanzen der restlichen Arten waren jeweils geringer als 250 Ind./m^2. Die mittlere Individuendichte pro Art für den Weichboden ist in Tabelle 8-1 im Anhang dargestellt.

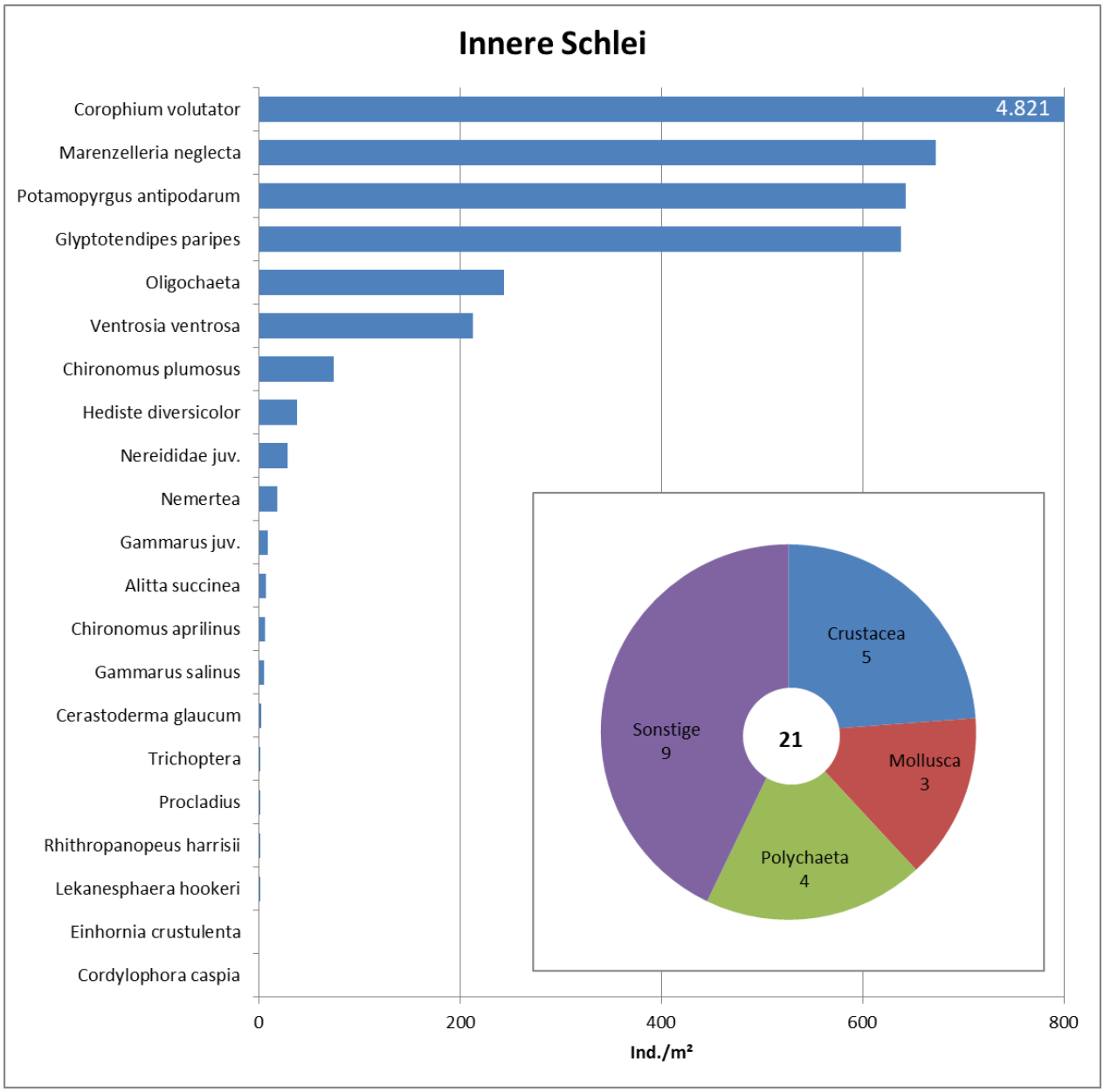


Abbildung 3.4 Verteilung der Gesamtabundanz der Makrozoobenthosarten der Inneren Schlei (mittlere Individuendichte/m^2).

3.3.1.2 Mittlere Schlei

Im Wasserkörper Mittlere Schlei wurden insgesamt 36 verschiedene Taxa gefunden. Davon wurden 25 Taxa bis zur Art bestimmt. Bei weiteren fünf Taxa erfolgte die Bestimmung nur bis zur Gattung oder einer höheren Kategorie. Dies sind die Großgruppen Oligochaeta, Nematoda (Fadenwürmer) sowie die Gattungen *Procladius* und *Chironomus* aus der Gruppe der Hexapoda und die Tubellaria (Strudelwürmer), die nicht näher bestimmt wurden. Bei vier weiteren Vertretern handelte es sich um juvenile Taxa.

Im Weichsubstrat waren die Crustacea mit zehn Arten am stärksten vertreten (Abbildung 3.5). Danach folgten die Polychaeta mit neun Arten. Die sieben Arten der Mollusca setzten sich aus vier Vertretern der Bivalvia (Muscheln) und drei Vertretern der Gastropoda (Schnecken) zusammen. Die übrigen zehn Arten wurden unter „Sonstige“ zusammengefasst.

Die Mittlere Schlei wurde wie die Innere Schlei hauptsächlich von einer Flohkrebsart besiedelt, und zwar *Corophium volutator* mit 781 Ind./m². Die Schnecke *Hydrobia ulvae* kam in diesem Wasserkörper mit 444 Ind./m² am zweithäufigsten vor. Ebenfalls sehr häufig waren die Muschel *Mya arenaria* mit 412 Ind./m² und die Schnecke *Ventrosia ventrosa* mit 314 Ind./m². An fünfter Stelle lag der Vielborster *Marenzelleria neglecta* mit 214 Ind./m² Die Abundanzen der restlichen Arten waren jeweils geringer als 100 Ind./m^2. Die mittlere Individuendichte pro Art für den Weichboden ist in Tabelle 8-1 im Anhang dargestellt.

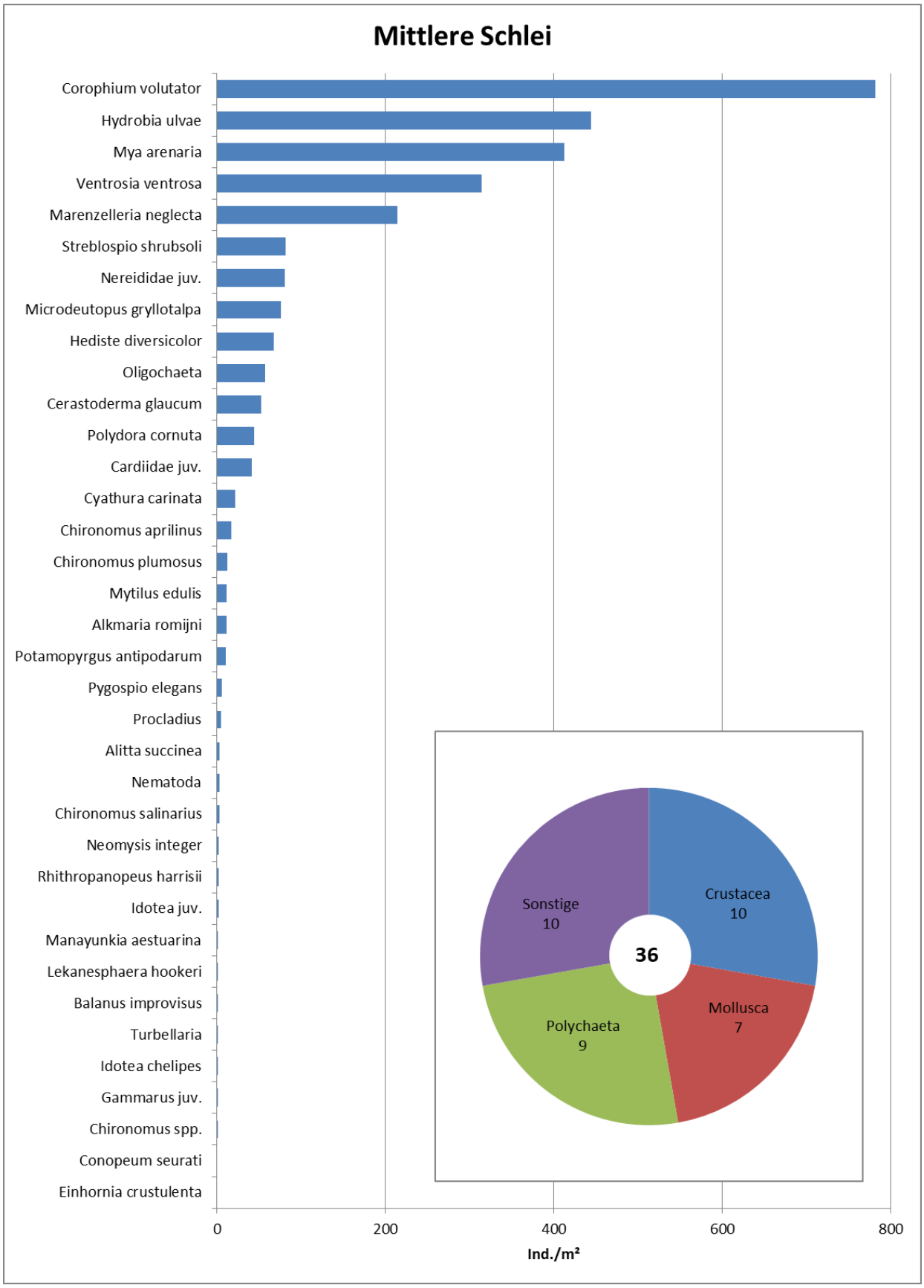


Abbildung 3.5 Verteilung der Gesamtabundanz der Makrozoobenthosarten der Mittleren Schlei (mittlere Individuendichte/m^2).

3.3.1.3 Schleimünde

Im Wasserkörper Schleimünde wurden insgesamt 69 verschiedene Taxa gefunden. Davon wurden 60 Taxa bis zur Art bestimmt. Bei weiteren sieben Taxa erfolgte die Bestimmung nur bis zur Gattung oder einer höheren Kategorie. Dies sind die Großgruppen Oligochaeta, Hexapoda, Nematoda und Nemertea, die Ordnung der Leptothecata (aus der Gruppe der Hydrozoa) sowie die Gattungen *Capitella* aus der Gruppe der Polychaeta und *Procladius* aus der Gruppe der Hexapoda. Vier weitere Taxa (*Gammarus*, Nereididae, Cardiidae und *Idotea*) wurden als juvenil bestimmt.

Der Weichboden im Wasserkörper Schleimünde wurde von den Mollusca dominiert. Aus dieser Gruppe wurden 20 verschieden Arten gefunden. Mit 18 Arten waren die Crustacea an zweiter Stelle. Innerhalb der Polychaeta wurden 17 Arten nachgewiesen.

Unter die Gruppe „Sonstige“ fielen im Wasserkörper Schleimünde insgesamt 14 Arten. Darunter waren unter anderem Arten der Oligocheata, der Hexapoda sowie der Nematoda und Nemertea. Mit dem Seestern *Asterias rubens* wurde auch eine Art der Echinodermata (Stachelhäuter) gefunden. Die Individuenzahlen aller Arten sowie die Arten pro Großgruppe sind in Abbildung 3.6 dargestellt.

In Schleimünde war die Schnecke *Hydrobia ulvae* mit 1.336 Ind./m^2 die häufigste Art. Ein weiterer Vertreter der Mollusca, die Sandklaffmuschel *Mya arenaria,* wurde mit 412 Ind./m^2 am zweithäufigsten gefunden. An dritter und vierter Stelle befanden sich zwei Vertreter der Polychaeta. Dabei handelte es sich um die Jungstadien von Seeringelwürmern (Nereididae juv.) mit 400 Ind./m^2 und *Streblospio shrubsoli* mit 314 Ind./m^2. Die Abundanzen der restlichen Arten waren jeweils geringer als 300 Ind./m^2. Die mittlere Individuendichte pro Art für den Weichboden ist in Tabelle 8-1 im Anhang dargestellt.

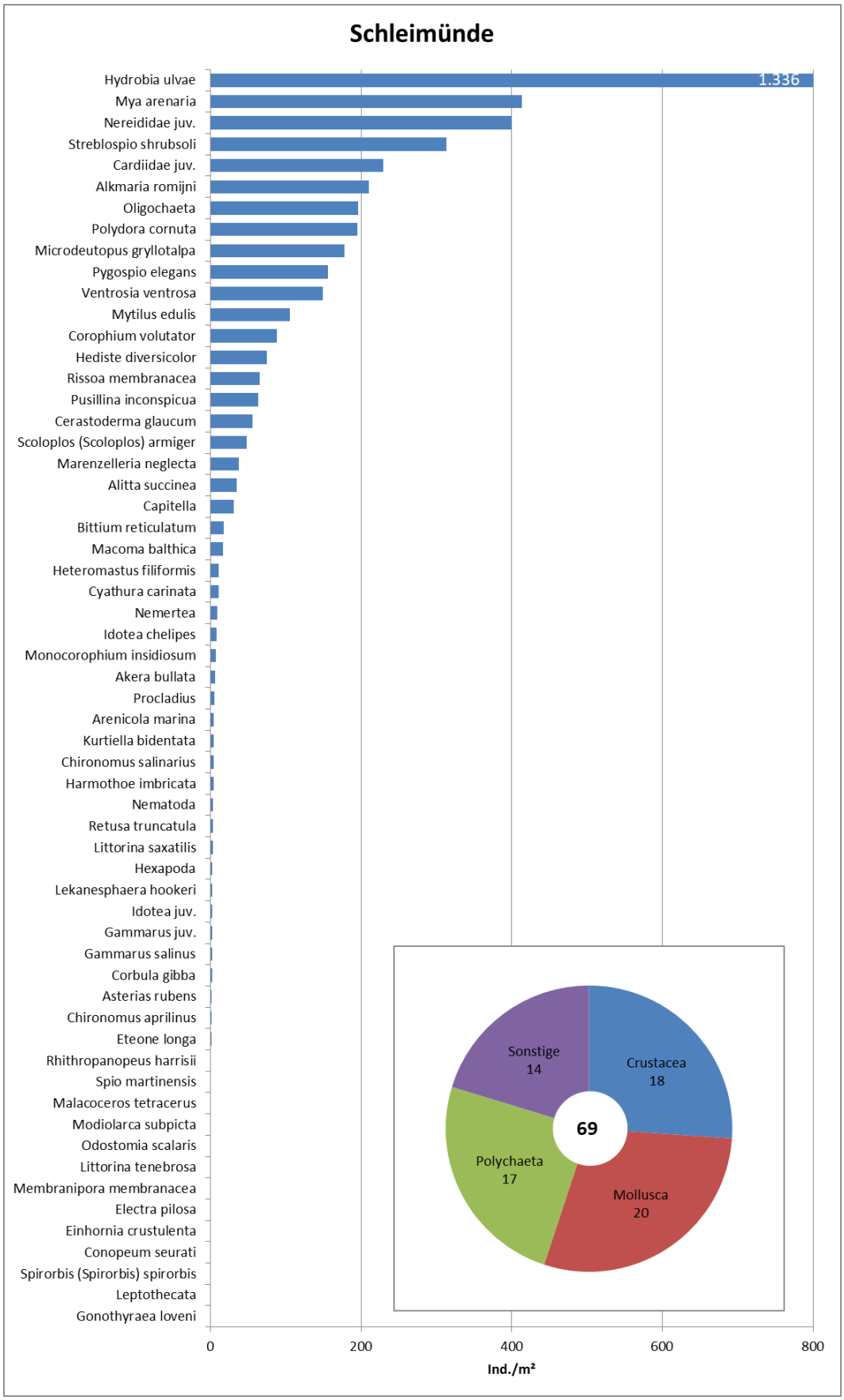


Abbildung 3.6 Verteilung der Gesamtabundanz der Makrozoobenthosarten in Schleimünde (mittlere Individuendichte/m^2).

3.3.2 Bewertung nach MarBIT

Um für die Bewertung des ökologischen Zustands eines jeden Wasserkörpers eine gleiche Menge an Proben als Grundlage verwenden zu können, wurden für die MarBIT-Bewertung aus jedem Wasserkörper zehn Stationen mit je drei Proben ausgewählt und zusammengefasst. Diese wurden dann für die Bewertung herangezogen. Ausnahme bildete hier der westliche Teil des Wasserkörpers Mittlere Schlei. Hier waren nur neun Stationen für die Bewertung verfügbar. Die Auswahl der Stationen wurde zum einen auf Grund der Wasserkörpergrenzen zum anderen auf Grund der Lage der Stationen auf dem Transekt getroffen. Sowohl Stationen an Transektenden als auch Stationen, die mittig auf dem Transekt lagen, wurden gleichermaßen berücksichtigt.

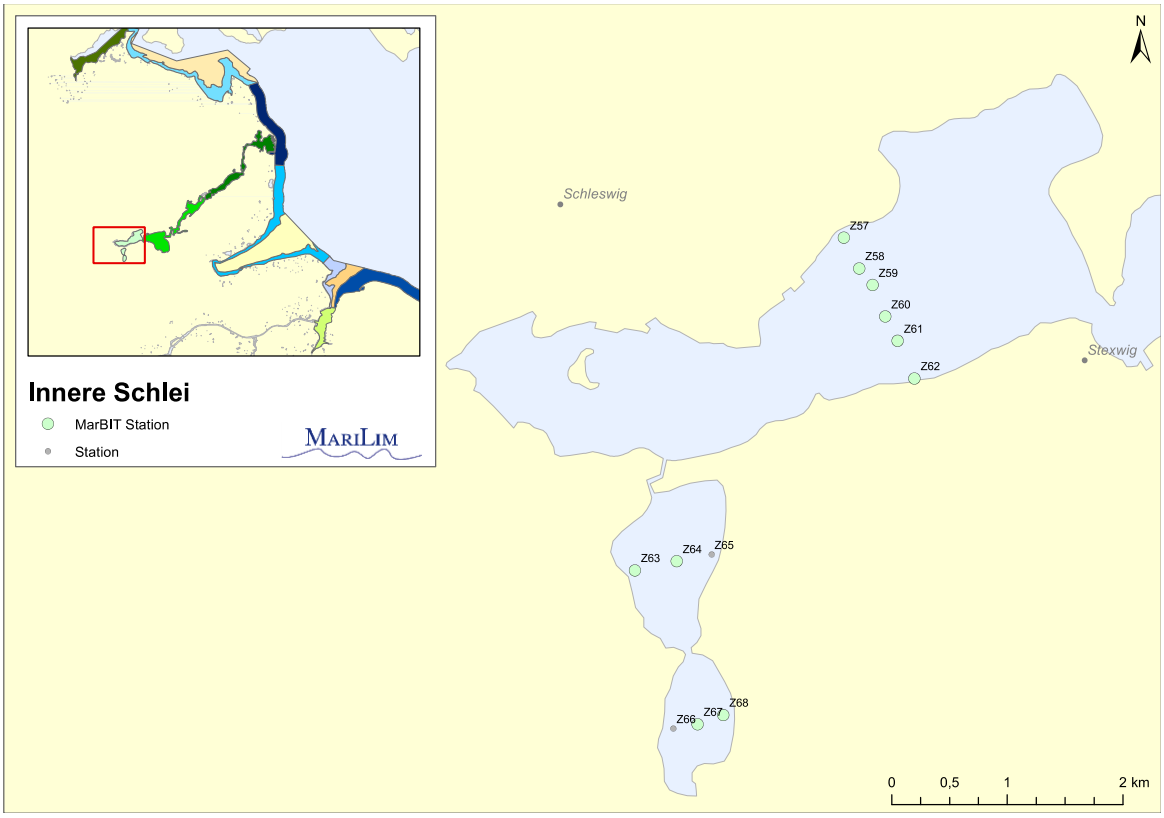
3.3.2.1 Innere Schlei

An den zehn für den MarBIT ausgewählten Stationen wurden insgesamt 19 Taxa gefunden, davon sind vier (21 %) Teil der für den Wasserkörper Innere Schlei zugeordneten MarBIT-Referenzlisten für den Weichboden. Die drei dominierenden Arten waren der Flohkrebs *Corophium volutator*, die Schnecke *Potamopyrgus antipodarum* und der Vielborster *Marenzelleria neglecta.* Die letzteren beiden Arten sind in der MarBIT-Referenzliste berücksichtigt. Alle Taxa mit Abundanzen, sowie dem Status auf der Referenzliste sind in Tabelle 3-5 zu finden.

Von der Referenzliste des Weichbodens der Inneren Schlei fehlen in den Proben hauptsächlich die Süßwassermuscheln (z. B. *Anodonta* spp., *Pisidium nitidum*) und -schnecken (z. B. *Valvata* spp., *Lymnea stagnalis*), also Arten, die bei niedrigen Salzgehalten vorkommen müssten.

Die Schnecke *Ventrosia ventrosa* war die einzige bei MarBIT als sensitiv eingestufte Art. So erreichte dieser Index einen Wert von 0,073 und wurde entsprechend als schlecht eingestuft. Bei den restlichen drei Arten handelte es sich um tolerante Taxa. Somit erreichte dieser Teilindex eine Bewertung von 0,261 (unbefriedigend). Die Artenvielfalt lag mit 0,148 im schlechten Bereich. Die Abundanzverteilung der Arten wurde ebenfalls mit schlecht bewertet (0,000). Daraus ergab sich ein Gesamt-EQR von 0,138 (schlecht).

Stationsnamen	Z57, Z58, Z59, Z60, Z61, Z62, Z63, Z64, Z65,	Gewässertyp	B2
Wasserkörper	Innere Schlei	Habitat	Weichboden
MarBIT	Innerste Gewässer		



Probenahmedaten	
Datum	30.06.2016 und 06.07.2016
Wassertemperatur, Oberfläche [°C]	18,5–19,0
Salinität, Oberfläche [PSU]	3,7–6,5
beprobter Tiefenbereich [m]	1,4–5,0
Sedimenttyp	Feinsand, Schlick (Mudde)
Bemerkungen	*H_2S-Geruch*
MarBIT	
Artenvielfalt	0,148
Abundanzverteilung	0,000
sensitive Taxa	0,073
tolerante Taxa	0,261
EQR	**0,138**

Tabelle 3-5 Artenliste Innere Schlei 2017.

Taxon	Großgruppe	Abundanz (Ind.)	Status
Alitta succinea	Polychaeta	6	nicht in Referenz
Anodonta anatina	Bivalvia	0	obligatorisch sensitiv
Anodonta cygnea	Bivalvia	0	obligatorisch sensitiv
Cerastoderma glaucum	Bivalvia	2	nicht in Referenz
Chironomus aprilinus	Insecta	5	nicht in Referenz
Chironomus plumosus	Insecta	67	nicht in Referenz
Clitellata	Clitellata	150	tolerant
Corophium multisetosum	Amphipoda	0	sensitiv
Corophium volutator	Amphipoda	4.267	nicht in Referenz
Einhornia crustulenta	Bryozoa	+	nicht in Referenz
Gammarus	Amphipoda	1	nicht in Referenz
Gammarus salinus	Amphipoda	4	nicht in Referenz
Glyptotendipes paripes	Insecta	14	nicht in Referenz
Hediste diversicolor	Polychaeta	34	nicht in Referenz
Lekanesphaera hookeri	Isopoda	1	nicht in Referenz
Lymnaea stagnalis	Gastropoda	0	sensitiv
Manayunkia aestuarina	Polychaeta	0	tolerant
Marenzelleria neglecta	Polychaeta	333	tolerant
Musculium lacustre	Bivalvia	0	sensitiv
Nemertea	Nemertea	16	nicht in Referenz
Neomysis integer	Mysida	0	normal
Nereididae	Polychaeta	25	nicht in Referenz
Physa fontinalis	Gastropoda	0	sensitiv
Pisidium nitidum	Bivalvia	0	sensitiv
Potamopyrgus antipodarum	Gastropoda	478	tolerant
Procladius	Insecta	1	nicht in Referenz
Rhithropanopeus harrisii	Decapoda	1	nicht in Referenz
Unio tumidus	Bivalvia	0	obligatorisch sensitiv
Valvata cristata	Gastropoda	0	sensitiv
Valvata piscinalis	Gastropoda	0	sensitiv
Ventrosia ventrosa	Gastropoda	191	sensitiv

3.3.2.2 Mittlere Schlei

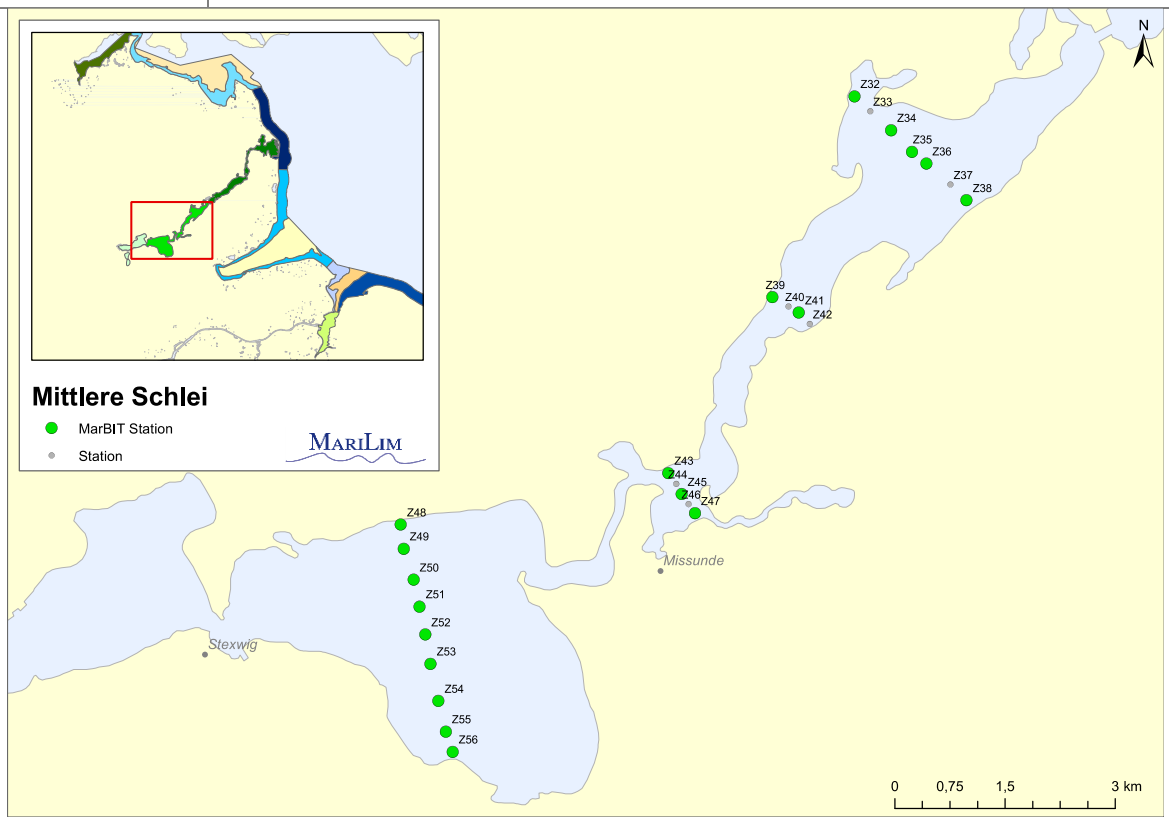
Der Wasserkörper Mittlere Schlei ist im MarBIT-Bewertungsverfahren auf Grund seiner unterschiedlichen geomorphologischen Ausprägung und Salzgehaltunterschiede auf der Höhe von Missunde geteilt und mit zwei unterschiedlichen Referenzliste versehen: eine für den westlichen Teil des Wasserkörpers (Stexwig bis Missunde) und eine andere für den östlichen Teil (Missunde bis Lindaunis). Diese Zweiteilung wird bei der Bewertung und der Darstellung der Ergebnisse berücksichtigt.

Die Artenzusammensetzung bestand im westlichen Teil des Wasserkörpers aus 25 Taxa, von denen sechs Arten (24 %) auf der Referenzliste für den Weichboden zu finden waren (Tabelle 3-6). Von den sechs Arten, deren Daten mit in die Bewertung einfließen, ist eine Art sensitiv. Dies ist die Schnecke *Ventrosia ventrosa*. Diese gehörte zusammen mit dem Flohkrebs *Corophium volutator* und dem Vielborster *Marenzelleria neglecta* zu den häufigsten Vertretern, die ebenfalls auf der Referenzliste stehen. Alle gefundenen Taxa für die westliche Mittlere Schlei sind mit Abundanzen, sowie dem Status auf der Referenzliste in Tabelle 3-6 aufgeführt. Die Bewertung der Artenvielfalt zeigte für den westlichen Teil einen mäßigen Zustand (0,556). Die Abundanzverteilung wurde dagegen mit „sehr gut“ bewertet (0,802). Es war eine sensitive Art vorhanden, so dass der Index „Sensitive Taxa“ in diesem Fall mit dem Zustand „unbefriedigend“ (0,267) bewertet wurde. Die drei toleranten Arten in diesem Wasserkörper waren die beiden Vielborster *Marenzelleria neglecta* und *Hediste diversicolor* und Vertreter der Gruppe der Clitellata (Gürtelwürmer). Für die Bewertung der toleranten Taxa wurde ein sehr guter Wert ermittelt (0,800). Daraus ergibt sich für die Gesamtbewertung des westlichen Abschnitts ein mäßiger Zustand (0,578).

Im östlichen Teil wurden 33 Taxa gefunden. 16 dieser Arten (48 %) sind auf der Weichboden-Referenzliste zu finden. Die höchsten Abundanzen haben hier die Schnecke *Hydrobia ulvae*, die Muschel *Mya arenaria* und der Vielborster *Streblospio shrubsoli*. Alle Taxa für die östliche Mittlere Schlei sind mit Abundanzen, sowie dem Status auf der Referenzliste in Tabelle 3-7 zu finden. Bei der Bewertung der Artenvielfalt wurde für den östlichen Teil ein sehr guter Zustand erreicht (0,876). Die Abundanzverteilung ergab dagegen einen mäßigen Zustandswert (0,498). Mit dem Vielborster *Alkmaria romijni* und der Schnecke *Ventrosia ventrosa* wurden zwei sensitive Taxa der Referenzliste identifiziert, so dass sich ein mäßiger Wert (0,567) für diesen Teilindex ergab. Von den 16 Taxa der Referenzliste sind zehn tolerante Arten. Damit wurde für die toleranten Taxa ein guter Wert ermittelt (0,790). Daraus ergibt sich für die Gesamtbewertung des östlichen Abschnitts ein guter Zustand (0,709).

Damit liegt das Ergebnis der Gesamtbewertung des Wasserkörpers Mittlere Schlei ebenfalls im guten Bereich (0,643).

Stationsnamen	Z32, Z33, Z34, Z35, Z36, Z37 Z38, Z39, Z40, Z41, Z42, Z43, Z44, Z45,	Gewässertyp	B2
Wasserkörper	Mittlere Schlei	Habitat	Weichboden
MarBIT	Innere Gewässer; Mittlere Gewässer		



Probenahmedaten		
Datum	05. & 06.07.2017	
Wassertemperatur, Oberfläche [°C]	18,4–19,4	
Salinität, Oberfläche [PSU]	7,3–10,5	
beprobter Tiefenbereich [m]	1,8–4,8	
Sedimenttyp	Mudde, Feinsand	
Bemerkungen	*H_2S-Geruch*	
MarBIT	**West**	**Ost**
Artenvielfalt	0,556	0,876
Abundanzverteilung	0,802	0,498
sensitive Taxa	0,267	0,567
tolerante Taxa	0,800	0,790
EQR	0,578	0,709
EQR (Mittelwert)	**0,643**	

Tabelle 3-6 Artenliste Mittlere Schlei westlicher Teil 2017.

Taxon	Großgruppe	Abundanz (Ind.)	Status
Alitta succinea	Polychaeta	1	nicht in Referenz
Balanus improvisus	Cirripedia	2	nicht in Referenz
Cardiidae	Bivalvia	24	nicht in Referenz
Cerastoderma glaucum	Bivalvia	7	nicht in Referenz
Chironomus aprilinus	Insecta	19	nicht in Referenz
Chironomus plumosus	Insecta	15	nicht in Referenz
Chironomus salinarius	Insecta	5	nicht in Referenz
Clitellata	Clitellata	54	tolerant
Conopeum seurati	Bryozoa	+	nicht in Referenz
Corophium multisetosum	Amphipoda	0	sensitiv
Corophium volutator	Amphipoda	1445	normal
Cyathura carinata	Isopoda	39	nicht in Referenz
Einhornia crustulenta	Bryozoa	+	nicht in Referenz
Hediste diversicolor	Polychaeta	10	tolerant
Hydrobia ulvae	Gastropoda	12	nicht in Referenz
Idotea	Isopoda	1	nicht in Referenz
Manayunkia aestuarina	Polychaeta	0	tolerant
Marenzelleria neglecta	Polychaeta	248	tolerant
Mya arenaria	Bivalvia	100	nicht in Referenz
Nematoda	Nematoda	3	nicht in Referenz
Neomysis integer	Mysida	2	normal
Nereididae	Polychaeta	71	nicht in Referenz
Polydora cornuta	Polychaeta	2	nicht in Referenz
Potamopyrgus antipodarum	Gastropoda	0	tolerant
Pygospio elegans	Polychaeta	9	nicht in Referenz
Rhithropanopeus harrisii	Decapoda	2	nicht in Referenz
Streblospio shrubsoli	Polychaeta	9	nicht in Referenz
Valvata cristata	Gastropoda	0	sensitiv
Ventrosia ventrosa	Gastropoda	570	sensitiv

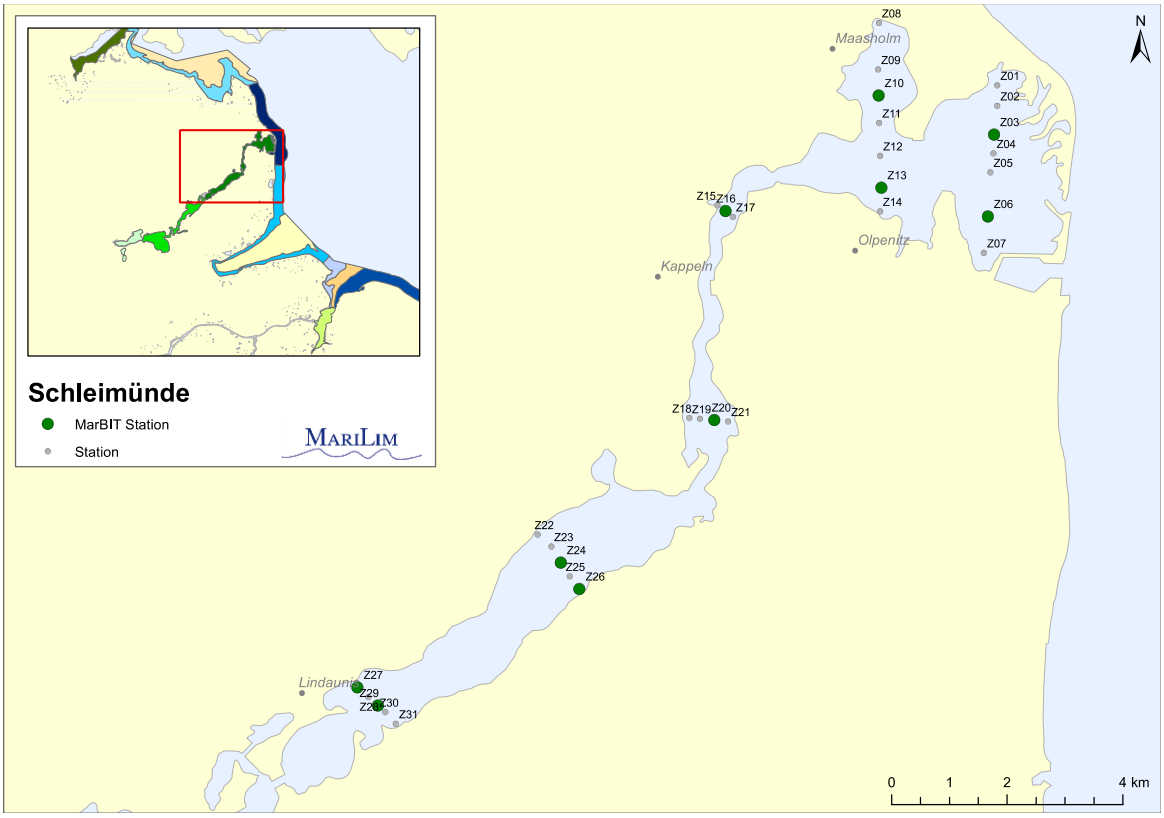
Tabelle 3-7 Artenliste Mittlere Schlei östlicher Teil 2017.

Taxon	Großgruppe	Abundanz (Ind.)	Status
Alitta succinea	Polychaeta	2	tolerant
Alkmaria romijni	Polychaeta	21	sensitiv
Cardiidae	Bivalvia	45	nicht in Referenz
Cerastoderma glaucum	Bivalvia	72	normal
Chironomus aprilinus	Insecta	7	nicht in Referenz
Chironomus plumosus	Insecta	2	nicht in Referenz
Clitellata	Clitellata	39	tolerant
Conopeum seurati	Bryozoa	+	nicht in Referenz
Corophium multisetosum	Amphipoda	0	sensitiv
Corophium volutator	Amphipoda	15	normal
Cyathura carinata	Isopoda	1	nicht in Referenz
Einhornia crustulenta	Bryozoa	+	nicht in Referenz
Gammarus	Amphipoda	1	nicht in Referenz
Hediste diversicolor	Polychaeta	74	tolerant
Hydrobia ulvae	Gastropoda	749	tolerant
Id*otea*	Isopoda	2	nicht in Referenz
Idotea chelipes	Isopoda	1	nicht in Referenz
Lekanesphaera hookeri	Isopoda	2	nicht in Referenz
Macoma balthica	Bivalvia	0	tolerant
Manayunkia aestuarina	Polychaeta	2	tolerant
Marenzelleria neglecta	Polychaeta	104	tolerant
Microdeutopus gryllotalpa	Amphipoda	142	nicht in Referenz
Mya arenaria	Bivalvia	615	tolerant
Mytilus edulis	Bivalvia	22	nicht in Referenz
Nematoda	Nematoda	2	nicht in Referenz
Neomysis integer	Mysida	1	normal
Nereididae	Polychaeta	73	nicht in Referenz
Polydora cornuta	Polychaeta	73	nicht in Referenz
Potamopyrgus antipodarum	Gastropoda	20	tolerant
Procladius	Insecta	8	nicht in Referenz
Pygospio elegans	Polychaeta	1	tolerant
Rhithropanopeus harrisii	Decapoda	1	normal
Streblospio shrubsoli	Polychaeta	121	tolerant
Turbellaria	Turbellaria	1	nicht in Referenz
Ventrosia ventrosa	Gastropoda	18	sensitiv

3.3.2.3 Schleimünde

Die Artenzusammensetzung im Wasserkörper Schleimünde bestand aus 45 Arten, von denen 18 Arten (40 %) auf der Referenzliste für den Weichboden zu finden sind. Alle Taxa für Schleimünde sind mit Abundanzen, sowie dem Status auf der Referenzliste in Tabelle 3-8 zu finden Die Arten mit den größten Abundanzen waren hier die Schnecke *Hydrobia ulvae*, die Muschel *Mya arenaria* sowie der Vielborster *Streblospio shrubsoli*. Die Artenvielfalt (0,466) zeigte einen mäßigen Zustand an. Die Abundanzverteilung lag im unbefriedigenden Bereich (0,354). Insgesamt waren an den untersuchten Stationen drei sensitive Arten vorhanden. Von diesen war eine Art obligatorisch sensitiv (*Arenicola marina*) und zwei weitere Arten, der Vielborster *Alkmaria romijni* und die Schnecke *Ventrosia ventrosa*, waren sensitiv. Der Index für sensitive Taxa wurde mit unbefriedigend bewertet (0,240). Die 12 toleranten Taxa führten für diesen Teilindex zur Bewertung „gut“ (0,698). Insgesamt wurde der Zustand des Wasserkörpers Schleimünde mit mäßig bewertet (0,452).

Stationsnamen	Z01, Z02, Z03, Z04, Z05, Z06, Z07, Z08, Z09, Z10, Z11, Z12, Z13, Z14,	Gewässertyp	B2
Wasserkörper	Schleimünde	Habitat	Weichboden
MarBIT	Buchten		



Probenahmedaten	
Datum	05., 07. & 08.07.2017
Wassertemperatur, Oberfläche [°C]	18,1–19,7
Salinität, Oberfläche [PSU]	10,9–15,9
beprobter Tiefenbereich [m]	0,5–10,20
Sedimenttyp	Mudde, Feinsand, Grobsand
Bemerkungen	*H_2S-Geruch*
MarBIT	
Artenvielfalt	0,466
Abundanzverteilung	0,354
sensitive Taxa	0,240
tolerante Taxa	0,698
EQR	**0,452**

Tabelle 3-8 Artenliste Schleimünde 2017.

Taxon	Großgruppe	Abundanz (Ind.)	Status
Alitta succinea	Polychaeta	22	tolerant
Alkmaria romijni	Polychaeta	120	sensitiv
Apherusa bispinosa	Amphipoda	1	nicht in Referenz
Arenicola marina	Polychaeta	1	obligatorisch sensitiv
Asterias rubens	Echinodermata	2	nicht in Referenz
Bathyporeia pilosa	Amphipoda	0	sensitiv
Bathyporeia sarsi	Amphipoda	0	sensitiv
Bylgides sarsi	Polychaeta	0	tolerant
Capitella	Polychaeta	0	tolerant
Cardiidae	Bivalvia	133	nicht in Referenz
Cerastoderma edule	Bivalvia	0	normal
Cerastoderma glaucum	Bivalvia	35	normal
Chironomus aprilinus	Insecta	2	nicht in Referenz
Chironomus salinarius	Insecta	2	nicht in Referenz
Clitellata	Clitellata	85	tolerant
Conopeum seurati	Bryozoa	2	nicht in Referenz
Corbula gibba	Bivalvia	3	nicht in Referenz
Corophium volutator	Amphipoda	89	normal
Crangon crangon	Decapoda	0	obligatorisch sensitiv
Cyathura carinata	Isopoda	1	nicht in Referenz
Einhornia crustulenta	Bryozoa	+	nicht in Referenz
Electra pilosa	Bryozoa	+	nicht in Referenz
Eteone longa	Polychaeta	1	normal
Gammarus	Amphipoda	3	nicht in Referenz
Gammarus salinus	Amphipoda	5	nicht in Referenz
Gastrosaccus spinifer	Mysida	0	normal
Harmothoe imbricata	Polychaeta	1	nicht in Referenz
Hediste diversicolor	Polychaeta	97	tolerant
Heteromastus filiformis	Polychaeta	4	tolerant
Hydrobia ulvae	Gastropoda	799	tolerant
Idotea	Isopoda	3	nicht in Referenz
Idotea chelipes	Isopoda	3	nicht in Referenz
Lagis koreni	Polychaeta	0	tolerant
Leptothecata	Cnidaria	2	nicht in Referenz
Littorina saxatilis	Gastropoda	1	nicht in Referenz
Macoma balthica	Bivalvia	2	tolerant
Marenzelleria neglecta	Polychaeta	16	tolerant
Mesopodopsis slabberi	Mysida	0	normal
Microdeutopus gryllotalpa	Amphipoda	99	nicht in Referenz

Taxon	Großgruppe	Abundanz (Ind.)	Status
Mya arenaria	Bivalvia	418	tolerant
Mytilus edulis	Bivalvia	141	nicht in Referenz
Nematoda	Nematoda	6	nicht in Referenz
Nemertea	Nemertea	1	nicht in Referenz
Neomysis integer	Mysida	0	normal
Nephtys hombergii	Polychaeta	0	sensitiv
Nereididae	Polychaeta	274	nicht in Referenz
Phyllodoce mucosa	Polychaeta	0	tolerant
Polydora ciliata	Polychaeta	0	tolerant
Polydora cornuta	Polychaeta	134	tolerant
Procladius	Insecta	1	nicht in Referenz
Pseudocuma (Pseudocuma) longicorne	Cumacea	1	nicht in Referenz
Pusillina inconspicua	Gastropoda	3	nicht in Referenz
Pygospio elegans	Polychaeta	21	tolerant
Retusa truncatula	Gastropoda	0	obligatorisch sensitiv
Rhithropanopeus harrisii	Decapoda	2	nicht in Referenz
Scoloplos (Scoloplos) armiger	Polychaeta	10	tolerant
Scrobicularia plana	Bivalvia	0	obligatorisch sensitiv
Spisula	Bivalvia	1	nicht in Referenz
Streblospio shrubsoli	Polychaeta	349	tolerant
Ventrosia ventrosa	Gastropoda	104	sensitiv

3.3.3 Makrozoobenthosgemeinschaften

Für die Benennung der Artengemeinschaften in der Schlei wurden Verbreitungsgrenzen von Arten, Substrattyp und abiotische Parameter herangezogen.

Die Schlei wurde zunächst, anhand der Ausbreitung verschiedener Arten in sieben geographische Abschnitte gegliedert. Diese Arten kamen entweder in den meisten oder nur in wenigen Abschnitten vor (Tabelle 3-9). Da viele der Arten abhängig von vorhandenen Umweltbedingungen von Jahr zu Jahr z. T. hohen Abundanzschwankungen unterliegen und es sich dabei nicht um langlebige, ortsstabile Arten handelt, wurde von einer Benennung der Gemeinschaften nach Artnamen abgesehen.

Gemäß dieser Einteilung wurden das Sediment und die abiotischen Parameter der einzelnen Abschnitte untersucht. Da sowohl der Substrattyp als auch die Tiefe und Sichttiefe oder der Sauerstoffgehalt keine deutlichen Abtrennungen und somit Benennungskriterien zuließen, wurden die Abschnitte mit Hilfe des Salzgehaltsgradienten in drei Gebiete zusammengefasst. Diese drei Gebiete weisen die

gleichen Grenzen auf, die die EU-WRRL den Wasserkörpern der Schlei zugeordnet hat. Da der Salzgehalt das Vorkommen der Arten beeinflusst, orientierte sich die Benennung der Artengemeinschaften anhand des Salzgehaltes.

Damit lässt sich das gefundene Arteninventar in der Schlei in drei verschiedene Artengemeinschaften aufteilen. In Tabelle 3-9 sind die Arten aufgeführt, die in den einzelnen Abschnitten charakteristisch vorkommen. Die Tabelle zeigt eine Zunahme der Artenanzahlen von der Inneren Schlei bis Schleimünde. Dies zeigen nicht nur die ausgewählten Arten, sondern auch das restliche Arteninventar (Kapitel 3.3.1). Eine Zuordnung der Artengemeinschaften zu den Wasserkörpern der Schlei ist in Tabelle 3-10 dargestellt.

Tabelle 3-9 Vorkommen und Zunahme der ausgewählten Arten in den Wasserkörpern der Schlei von der Inneren Schlei bis Schleimünde.

Wasserkörper	Innere Schlei		Mittlere Schlei			Schleimünde	
Taxon	Schleswig, Selker Noor Haddebyer Noor	Kleine Breite	Große Breite	Missunde	Ulsnis	Lindaunis	Schleimünde
Potamopyrgus	+	+		+	+		
Corophium	+	+	+	+	+	+	+
Marenzelleria	+	+	+	+	+	+	+
Chironomiden	+	+	+	+	+	+	+
Ventrosia		+	+	+	+	+	+
Hediste		+	+	+	+	+	+
Cerastoderma			+	+	+	+	+
Mya			+	+	+	+	+
Streblospio			+	+	+	+	+
Hydrobia				+	+	+	+
Microdeutopus				+	+	+	+
Alkmaria				+	+	+	+
Mytilus					+	+	+
Macoma							+
Monocorophium							+

Die Innere Schlei wird von wenigen Arten besiedelt, die in dieser Untersuchung mit hohen Individuenzahlen vorkamen. Dazu gehörten der Flohkrebs *Corophium volutator*,

der Vielborster *Marenzelleria neglecta* und die Chironomidae (Zuckmückenlarven) aus der Gruppe der Hexapoda. Reine Süßwasserarten konnten trotz der vielen Süßwasserzuflüsse, wie der Füsinger Au, nicht gefunden werden. Zu dem niedrigen Salzgehalt (α-oligohaliner Bereich, 3 – 5 psu) kommen schlechte Lichtverhältnisse und ein in allen Tiefenbereichen durch eine Faulschlammschicht sehr schlickiges Sediment. Diese Verhältnisse führen zu einer Gemeinschaft der Inneren Schlei, die „Süßwasser-beeinflusste Artengemeinschaft“ genannt wurde.

Im Wasserkörper Mittlere Schlei wird die Gemeinschaft der Inneren Schlei durch weitere Arten ergänzt. So wurden Muschelarten wie *Mya arenaria* und *Cerastoderma glaucum* zusätzlich in den Proben gefunden. Der Salzgehalt ist durch einen stärkeren Wasseraustausch mit der Ostsee höher als in der Inneren Schlei (ß-mesohaliner Bereich, 5 – 10 psu), da das Wasser zwei Engstellen weniger (Durchgang zum Selker Noor und Stexwiger Enge) passieren muss. Ein weiterer Anstieg der Artenzahlen erfolgt ab Missunde. Die Lichtverhältnisse und das Substrat sind denen der Inneren Schlei sehr ähnlich. Die vorkommende Gemeinschaft wird daher als „Übergangsgemeinschaft“ bezeichnet, zumal sie nicht nur Überschneidungen mit der Inneren Schlei, sondern am nordöstlichen Ende ebenfalls Ähnlichkeiten mit Schleimünde besitzt.

Die Gemeinschaft des Wasserkörpers Schleimünde wird als „Brackwasser-beeinflusste Artengemeinschaft“ bezeichnet. Dieser Bereich erstreckt sich von Lindaunis bis Schleimünde. Der Salzgehalt ist hier nochmals höher als in der Mittleren Schlei und liegt im α-mesohalinen Bereich (10–18 psu). Auch die Lichtverhältnisse werden im Mündungsbereich deutlich besser als in der restlichen Schlei. Das Arteninventar ist im Vergleich zur Mittleren Schlei fast verdoppelt. Es wird von der Wattschnecke *Hydrobia ulvae* und der Sandklaffmuschel *Mya arenaria* dominiert. Neben *Mya arenaria* kommen mit *Cerastoderma glaucum*, *Mytilus edulis* und *Macoma balthica* drei weitere Muschelarten vor.

Tabelle 3-10 Übersicht der den Wasserkörpern zugewiesenen Makrozoobenthosgemeinschaften 2017.

Wasserkörper	Makrozoobenthosgemeinschaft
Innere Schlei	*Süßwasser-beeinflusste Gemeinschaft*
Mittlere Schlei	*Übergangsgemeinschaft*
Schleimünde	*Brackwasser-beeinflusste Gemeinschaft*

In Abbildung 3.7 sind die ermittelten Makrozoogemeinschaften für die Schlei in einer Übersichtskarte dargestellt.

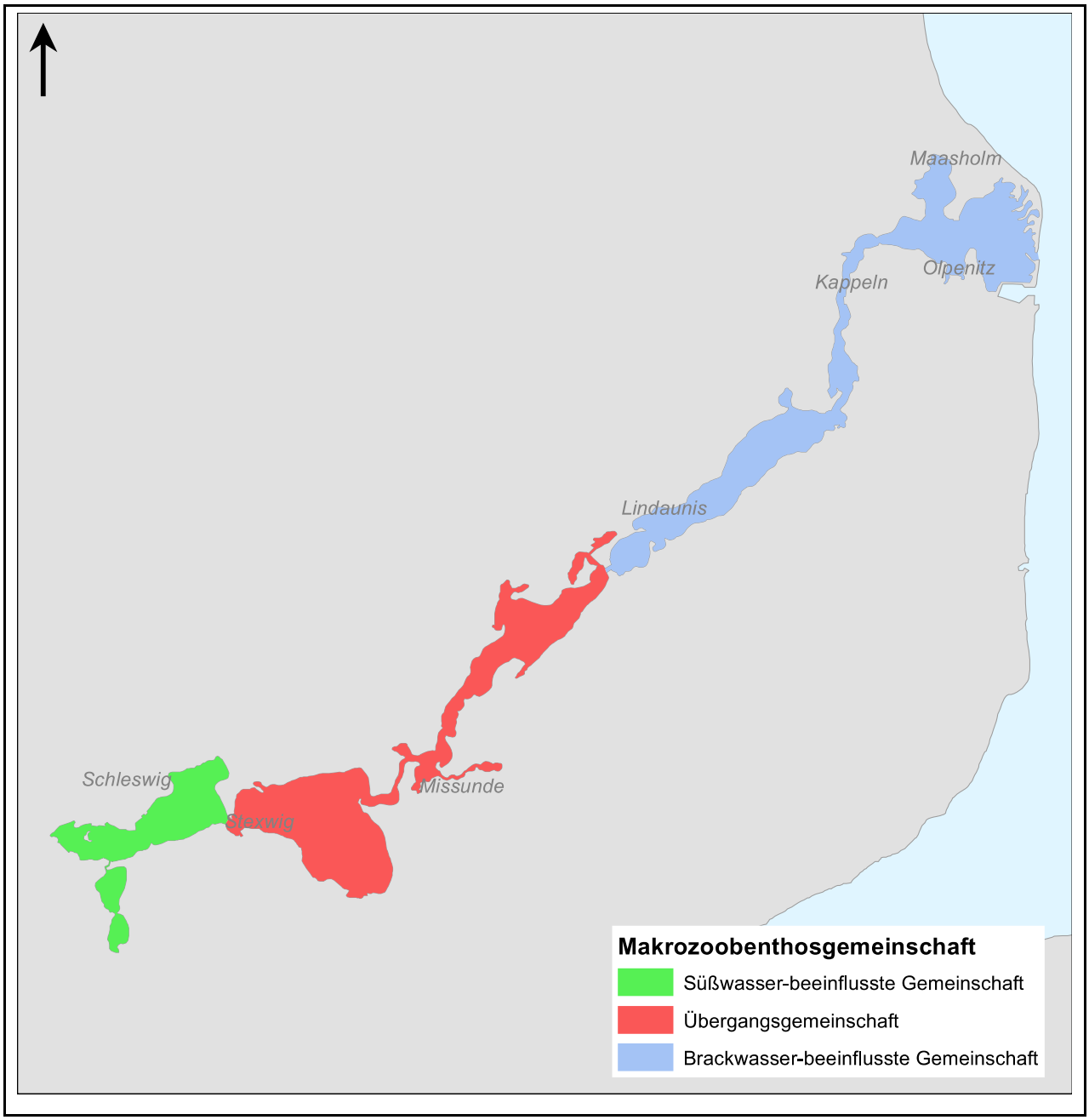


Abbildung 3.7 Darstellung der Makrozoobenthosgemeinschaften in der Schlei.

In Abbildung 3.8 sind die Ergebnisse der geologischen Untersuchungen (Schwarzer et al. 2018) gemeinsam mit den Makrozoobenthosgemeinschaften in einer Übersichtskarte dargestellt. Eine detaillierte Darstellung in fünf Abschnitten befindet sich im Anhang (Abbildung 8.6 bis Abbildung 8.10). Beide Flächenkarten wurden in ArcGIS miteinander verschnitten, sodass aus den drei Makrozoobenthosgemeinschaften und den sechs Sedimenttypen 14 verschiedene Kombinationen von Substrat mit In- und Epifauna entstanden sind.

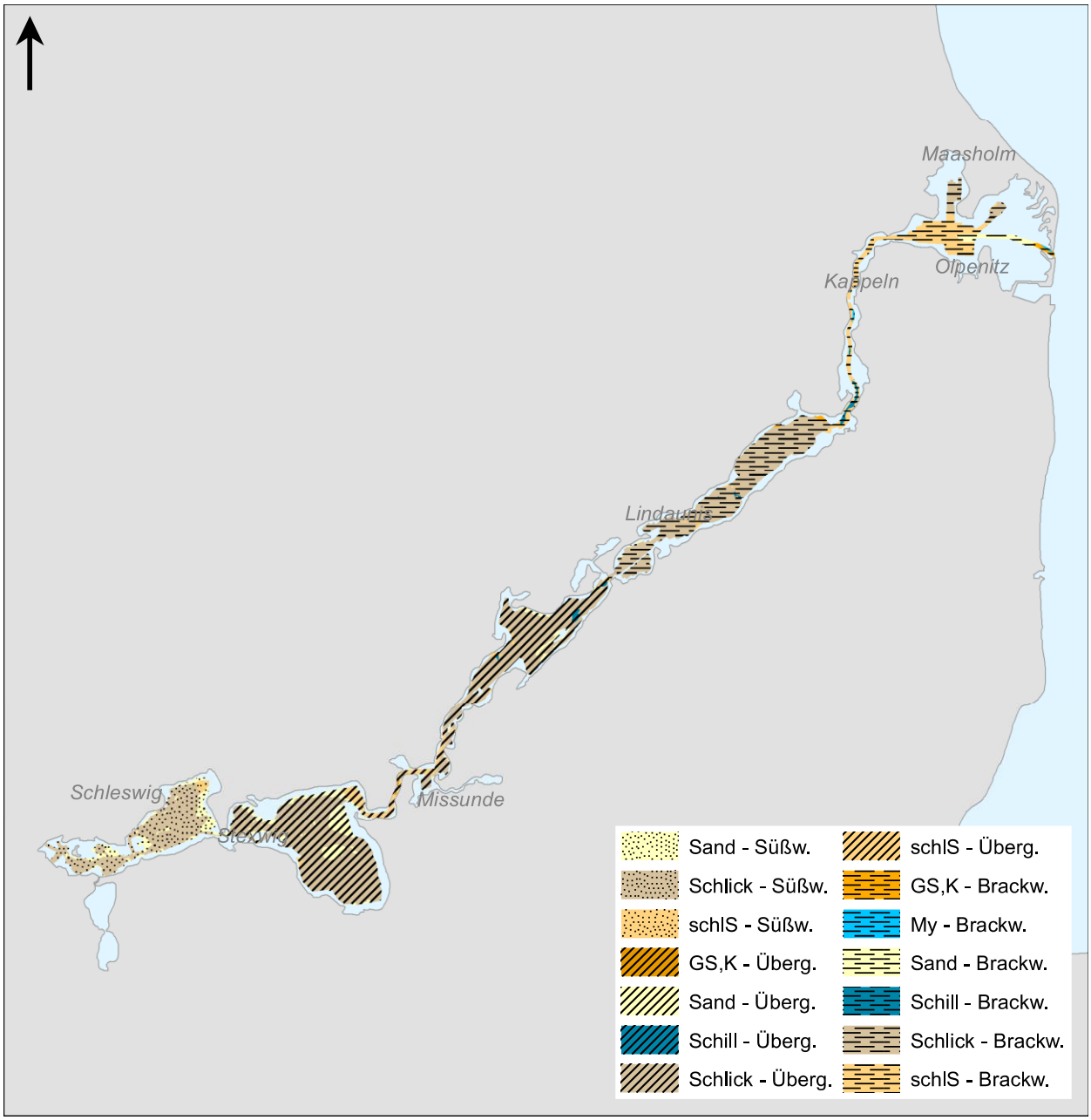


Abbildung 3.8 Darstellung der Verschneidung von Sediment und Makrozoobenthosgemeinschaft (GS = Grobsand, K = Kies, My = Mytilus, schlS = schlickiger Sand). Detaillierte Darstellung in fünf Karten im Anhang.

3.3.4 Rote Liste

In Tabelle 3-11 sind alle Rote-Liste-Arten aufgeführt, die in den Greiferproben gefunden wurden. Drei dieser Arten haben den Status „V“. Damit stehen sie auf der „Vorwarnliste“. Sieben Arten haben den Status „G“ und haben damit eine „Gefährdung unbekannten Ausmaßes“. Der Vielborster *Alkmaria romijni*, der sowohl in der Mittleren Schlei als auch in Schleimünde gefunden wurde, hat den Status „3“ und gilt damit als „gefährdet“. Alle weiteren gefundenen Makrozoobenthosarten sind ungefährdet oder es liegen keine Informationen zum Rote-Liste-Status vor.

Tabelle 3-11 Rote Liste-Arten der Makrozoobenthosproben (Mierwald & Romahn 2006, Schories et al. 2013). 3 – Gefährdet, G – Gefährdung unbekannten Ausmaßes, V – Vorwarnliste.

Großgruppe	Taxon	Rote-Liste Status	Innere Schlei	Mittlere Schlei	Schleimünde
Gastropoda	*Bittium reticulatum*	G			+
	Rissoa membranacea	V			+
	Ventrosia ventrosa	G	+	+	+
Bivalvia	*Modiolarca subpicta*	G			+
Polychaeta	*Alkmaria romijni*	3		+	+
	Manayunkia aestuarina	G		+	
	Spirorbis (Spirorbis) spirorbis	G			+
	Streblospio shrubsoli	V		+	+
Amphipoda	*Apherusa bispinosa*	G			+
Isopoda	*Lekanesphaera hookeri*	G	+	+	+
Decapoda	*Palaemon adspersus*	V			+
Bryozoa	*Membranipora membranacea*	V			+

4 Bestandsentwicklung

4.1 Makrophyten

4.1.1 WRRL-Monitoring

Im Monitoring 2012 wurde den Transekten in allen Wasserkörpern der Schlei mit Hilfe des zu der damaligen Zeit gültigen Bewertungsverfahrens ELBO Pflanzengemeinschaften zugewiesen. Für die Wasserkörper Innere und Mittlere Schlei konnte 2012 nur die Pflanzengemeinschaft MS (*Stuckenia-Myriophyllum*) festgestellt werden. In der aktuellen Kartierung wurde für die Mittlere Schlei zusätzlich auch *Stuckenia pectinata-Ruppia cirrhosa* (StuRu) ermittelt. Die Innere Schlei zeigte keine Veränderung im Vergleich zu 2012. Für den Wasserkörper Schleimünde trat 2012 hauptsächlich die Pflanzengemeinschaft Ruci (*Ruppia cirrhosa*) auf.

Während des WRRL-Makrophytenmonitorings 2017 von Schleswig-Holstein wurde in der Schlei nur ein Transekt im Wasserkörper Schleimünde beprobt und zwar auf Höhe der Maasholmer Breite. Vorgefunden wurden dort die Braunalgen *Fucus vesiculosus* (Driftform) und *Furcellaria fastigiata f. aegagropila.* Es wurden keine weiteren Arten, also auch keine höheren wurzelnden Pflanzen gefunden, weshalb die Tiefengrenze der wurzelnden Pflanzen auf 0,0 m gesetzt wurde. Armleuchteralgen kommen im Bereich des nördlichen Schleihaffs und der Ostseite des Wormshöfter Noores vor. Sie bilden jedoch keine dichten Wiesen aus, sondern sind nur noch in Form von Einzelpflanzen vertreten (Seidler et al. 2016, Seidler et al. 2017). An den Transekten der aktuellen Untersuchung konnten keine Armleuchteralgen ermittelt werden. Neben den Seegräsern kommen weitere wurzelnde Makrophyten in der Schlei vor, jedoch sind die Bestände in der Regel auf den äußeren Schleibereich beschränkt. So bildet die Meersalde *Ruppia cirrhosa* ebenfalls im Schleihaff und dem Wormshöfter Noor die dichtesten Bestände aus. Weitere Bewuchsflächen sind südlich von Arnis und Sundsacker vorhanden. Von *Ruppia maritima* liegen Nachweise aus dem Wormshöfter Noor vor. Ähnlich sehen die Bewuchsverhältnisse für den Teichfaden *Zannichellia palustris* aus. Bestände gibt es aktuell lediglich für das Wormshöfter Noor und das Schleihaff. Das Laichkraut *Stuckenia pectinata* ist dagegen im gesamten Schleiverlauf vorhanden, allerdings nicht als durchgehender Bewuchs, sondern in weit voneinander getrennten Einzelbeständen. Großflächig bildet es auf der Ostseite der Großen Breite dichte Vorkommen. Es ist das am weitesten schleieinwärts vorhandene Vorkommen von wurzelnden Makrophyten. Einzelpflanzen sind am Grödersbyer Noor und bei Lindaunis zu finden. Südlich von Arnis und Sundsacker sowie im Wormshöfter Noor und dem Schleihaff ist es mit Meersalden und Seegräsern vergesellschaftet. Im Jahr

2017 war ebenfalls die Schraubige Meersalde *Ruppia cirrhosa* die dominierende Art, allerdings zusammen mit dem Kamm-Laichkraut *Stuckenia pectinata*. Nur der Wasserkörper Schleimünde wurde in den letzten 10 Jahren durchgängig im Rahmen des Monitorings zwischen 2007 und 2017 untersucht. Anhand der berechneten EQR-Werte konnte weder beim Arteninventar noch bei der Tiefengrenze eine Tendenz zur Verbesserung oder Verschlechterung der wurzelnden Vegetation festgestellt werden (Seidler et al. 2017).

Der Jahresendwert für das aktuelle Monitoringjahr 2017 lag im Wasserkörper Schleimünde insgesamt bei schlecht. Dabei wurde der Parameter Tiefengrenze mit schlecht und der Parameter ökologische Wertigkeit mit unbefriedigend bewertet (Seidler et al. 2017). Die Wasserkörper Mittlere und Innere Schlei wurden nicht beprobt. Hier fand eine Untersuchung nach WRRL zuletzt 2014 statt. Eine jährliche Beprobung dieser beiden Wasserkörper ist nicht lohnenswert, da dort nicht mit einem mittelfristigen Erreichen eines guten ökologischen Zustands gerechnet werden kann. Die Innere Schlei wurde mit unbefriedigend und die Mittlere Schlei mit schlecht bewertet (Fürhaupter et al. 2014).

4.1.2 Historische Erhebungen

Das Gemeine Seegras *Zostera marina* kam in den Untersuchungen von Reincke 1936 (Meyer et al. 2005) noch bis südlich von Ulsnis vor. In der aktuellen Kartierung wurde das Seegras nur in der Großen Breite und nördlich von Kappeln ermittelt. Dort bewächst es großflächige Areale. Einzelpflanzen konnten 2005 noch bei Sundsacker ermittelt werden (Fürhaupter et al. 2005). Die großen Seegrasflächen im Südteil des Schleihaffs und des Olpenitzer Noores, die noch Ende der 90er Jahren nachgewiesen wurden (Meyer et al. 1998), sind zurückgegangen (Schleihaff) oder fehlen ganz (Olpenitzer Noor). Bestände des Zwergseegrases *Zostera noltii* können gegenwärtig nur für das Wormshöfter Noor nachgewiesen werden (Seidler et al. 2016).

Hoffmann (1937) gibt ein Vorkommen des Blasentangs *Fucus vesiculosus* bis zur Großen Breite an. Diese Angaben decken sich mit den Ergebnissen von Reincke (1936), der in seiner Vegetationskarte der Schlei Fundorte des Blasentangs in der gesamten Schlei bis zur Großen Breite eingetragen hat. In früheren Untersuchungen kam die Makroalge bis südlich von Missunde vor (Meyer et al. 2005). In der Kartierung von 2007 konnte eine Verbreitung bis südlich von Lindaunis festgestellt werden. Mit Unterbrechungen kam die Art auf Steinen in Ufernähe mit z. T. hohen Dichten vor. Geringere Bedeckungsdichten gehen mit einem reduzierten oder fehlenden Angebot an Hartsubstrat einher (Fürhaupter et al. 2008). In der aktuellen Kartierung wurde der Blasentang ebenfalls an allen Makrophytenstationen bis Lindaunis ermittelt.

Der Vergleich historischer und zurückliegender Untersuchungen (Meyer et al. 2005, Fürhaupter et al. 2008) mit der aktuellen Kartierung zeigt, dass sich der Bestand von Seegras (*Zostera marina*) und Blasentang (*Fucus vesiculosus*) in den letzten 10 Jahren nicht verbessert, aber auch nicht verschlechtert hat (Abbildung 4.1). Die Ausbreitung des Kamm-Laichkrautes (*Stuckenia pectinata*) in den flachen Uferzonen der Inneren Schlei in den letzten etwa 5 Jahren deutet eine Verbesserung der Sichttiefe seit den 1980er Jahren an (Duggen 2017).

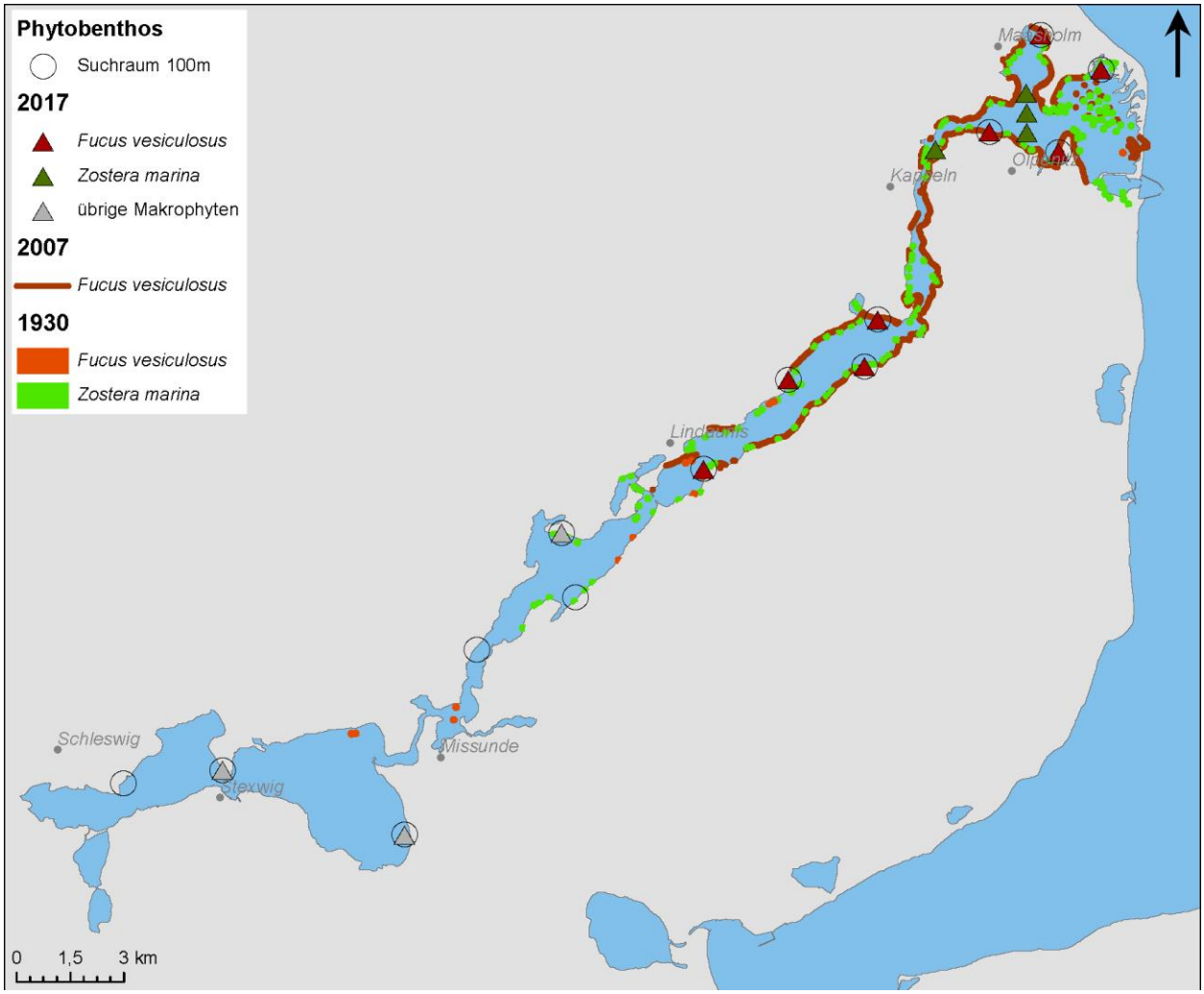


Abbildung 4.1 Darstellung der Makrophytenverbreitung in den Jahren 1930, 2007 und 2017.

4.2 Makrozoobenthos

4.2.1 WRRL-Monitoring

In Tabelle 4-1 sind die Bewertungen aller Teilindizes sowie der Gesamtindex der MarBIT-Bewertung der Wasserkörper in den Jahren 2012 und 2017 aufgeführt. Für das Bewertungsjahr 2017 wurde der MarBIT mit den Daten aus 2012 nochmal neu

berechnet. Der Grund dafür ist die Evaluierung des MarBIT-Bewertungsindex aus dem Jahr 2014. In dieser Evaluierung wurden zum einen die Referenzlisten der verschiedenen Bewertungseinheiten angepasst, zum anderen wurde das Berechnungsverfahren zur Ermittlung des Gesamtindex verändert (Berg & Meyer 2015).

Tabelle 4-1 MarBIT-Berechnungen des Habitats Weichboden in der Schlei von 2012 und 2017.

Jahr	Wasserkörper	Artenvielfalt	Abundanzverteilung	Sensitive Taxa	Tolerante Taxa	Gesamtindex
2017	Innere Schlei	0,148	0,000	0,073	0,261	0,138
	Mittlere Schlei (westl.)	0,556	0,802	0,267	0,800	0,578
	Mittlere Schlei (östl.)	0,876	0,498	0,567	0,790	0,709
	Schleimünde	0,466	0,354	0,240	0,698	0,452
2012	Innere Schlei	0,190	0,810	0,073	0,427	0,313
	Mittlere Schlei (westl.)	0,594	0,591	0,267	0,744	0,543
	Mittlere Schlei (östl.)	0,724	0,853	0,567	0,804	0,720
	Schleimünde	0,633	0,454	0,400	0,721	0,566

In der Inneren Schlei wurde 2012 der Zustand „unbefriedigend“ (0,313) ermittelt. Die aktuelle Untersuchung ergab den Zustand „schlecht“ (0,138). Ausschlaggebend für diese Zustandsbewertung des Gesamtindex im Jahr 2017 war hauptsächlich die Abundanzverteilung. Diese bekam den Zustand „schlecht“ (0,000) zugewiesen. Dafür ist die geringe Anzahl an Arten verantwortlich. Diese lässt keine Berechnung der Abundanzverteilung zu, was nach den Bewertungskriterien zu einem schlechten Zustand führt. Auch der Teilindex „Tolerante Arten“ lag in einer anderen Zustandsklasse. Im Jahr 2012 wurde der Zustand „mäßig“ (0,427) ermittelt. In der aktuellen Untersuchung erreichte dieser Index den Zustand „unbefriedigend“ (0,261).

Der ökologische Zustand der Mittleren Schlei befand sich in beiden Untersuchungsjahren für den westlichen Teil im „mäßigen“ Zustand. Die vorliegende Untersuchung ergab einen Wert von 0,578, im Jahr 2012 lag der Wert bei 0,543. Der östliche Teil der Mittleren Schlei wurde im Jahr 2017 mit 0,709 und in 2012 mit 0,720 bewertet.

In Schleimünde lag der ökologische Zustand 2012 für den Weichboden im Bereich „mäßig“ (0,566). Im Jahr 2017 wurde ein mäßiger Zustand (0,452) für den Weichboden festgestellt.

Ein direkter Vergleich beider Zustandsuntersuchungen wird an dieser Stelle nicht angeführt, da die beiden Untersuchungszeiträume zu verschiedenen Jahreszeiten stattgefunden haben. Im Jahr 2012 wurde die Beprobung der Schlei Ende September durchgeführt. Der Probenahmezeitraum der aktuellen Untersuchung lag in den Monaten Juni und Juli. Diese zeitliche Verschiebung kann bei Arten mit kurzer Lebensspanne und hohen Reproduktionszahlen, wie beispielsweise der Flohkrebs *Corophium volutator* im Jahr 2017 einen Einfluss auf die Abundanzverteilung und damit auf den Gesamt-EQR bewirken.

Weniger als 50 % der Arten der dazugehörigen Referenzliste wurden gefunden. Gründe sind zum einen die schlechten Umweltbedingungen, die gerade in der Inneren Schlei eine Ansiedlung der Süßwasserarten dieser Referenzliste verhindern. Zum anderen kann dies auf die zeitliche und räumliche Variabilität der Zoobenthosarten zurückzuführen sein. Ersichtlich wird, dass in beiden Untersuchungen 2012 und 2017 nur der Teil-Wasserkörper östliche Mittlere Schlei den guten ökologischen Zustand erreicht und damit die Vorgaben der europäischen Wasserrahmenrichtlinien erfüllt. Für alle übrigen Wasserkörper der Schlei ergaben sich nur geringe Änderungen der Gesamt-EQR-Werte. Bei keinem konnte ein guter ökologischer Zustand ermittelt werden. Hier ist also ein Handlungsbedarf gegeben, um den durch die WRRL geforderten guten ökologischen Zustand zu erreichen.

4.2.2 Historische Erhebungen

Bisher gab es keine Untersuchungen der Schlei, in denen Artengemeinschaften für den Weichboden definiert wurden. Alle historischen Angaben beschränken sich auf die Untersuchungen einzelner Gruppen oder Lebensräume. Deutlich wird aber in allen Untersuchungen eine Zunahme des Artenspektrums von der Inneren Schlei bis Schleimünde. So wurde von Meyer et al. (1875) in seiner Untersuchung der Schlei als Laichgebiet des Herings von wenigen Arten mit Massenvorkommen in der Inneren Schlei gesprochen, während das Artenvorkommen in Schleimünde mit dem in der Kieler Bucht verglichen werden konnte. Die Muschelfauna in der Schlei wurde mehrfach untersucht. Diese Untersuchungen bestätigten Vorkommen mariner Muscheln bis in die Innere Schlei bei Schleswig (Jaeckel 1950, Nellen 1967). Samtleben (1981) beschrieb in seiner Untersuchung den Rückgang der Muschelarten *Cerastoderma glaucum, Macoma balthica, Mya arenaria* und *Mytilus edulis* aus der Inneren und Mittleren Schlei.

In der aktuellen Untersuchung konnten diese Muschelarten mit unterschiedlichen Verbreitungstendenzen in der Schlei nachgewiesen werden. So wurden die Muscheln *Cerastoderma glaucum* und *Mya arenaria* in der Großen Breite bei Schleswig gefunden. Duggen (2017) dokumentiert das Vorkommen dieser Arten bis in die Kleine Breite. Die Verbreitung von *Macoma balthica* beschränkt sich nur noch auf die direkte Schleimündung.

Insgesamt ist die Zusammensetzung des Artenspektrums im Laufe der Jahrzehnte konstant geblieben und kann in Abhängigkeit vom Salzgehalt in drei Gemeinschaften unterteilt werden, die den Wasserkörpergrenzen entsprechen und sich hauptsächlich in Artenzahl und Individuendichte unterscheiden.

5 Verbesserungsmaßnahmen

Landwirtschaft

Der Eintrag von Nährstoffen, der von landwirtschaftlichen Flächen z. B. über Dränagen oder Abschwemmung in die Gewässer gelangt, muss weiter verringert werden, um die Eutrophierungseffekte in der Schlei zu begrenzen. Dieses kann durch die Verringerung der Nährstoffüberschüsse, Extensivierung von Flächen oder Wiederherstellung von Feuchtgebieten erfolgen. Besonders die beständigen Einträge aus dem landwirtschaftlich genutzten Einzugsgebiet der Füsinger Au tragen zu einem schlechten Zustand der Schlei bei (LANU 2001, MELUR SH 2014). Deshalb muss der Nährstoffeintrag dort, aber auch im gesamten Einzugsgebiet reduziert werden.

Kläranlagen

Die Betriebsoptimierung kommunaler Kläranlagen sollte voranschreiten, um das bereits hohe Reinigungsniveau weiter zu erhöhen und beizubehalten. Insgesamt kann dadurch der Stickstoffeintrag weiter gesenkt werden. Dazu werden zahlreiche Fortbildungen und Informationsveranstaltungen auch für kleinere oder nicht professionell betriebene Kläranlagen durch die DWA (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.) angeboten (MELUR SH 2014)).

Phosphatbindung

Die aus dem Sediment regelmäßig rückgelöste Phosphatfracht kann verringert werden. Zum einen können Phosphationen mit elektrostatisch fest gebundenen Lanthanionen aus Bentonit chemisch gebunden und somit dem Wasserkörper entzogen werden. Die Phosphatfällung mit Kalziumperoxid wird z. B. in der Restaurierung von Seen verwendet. Dieses bildet mit ortho-Phosphat in Wasser Apatit und kann den Phosphatgehalt in Wasser drastisch senken. Wegen der langsamen Freisetzung von Sauerstoff können organische Bestandteile von Sedimenten in Gewässern abgebaut werden. Eine negative Auswirkung einer solchen Behandlung auf das Ökosystem ist bisher nicht bekannt.

Oxidation mit Nitrat

Freilandversuche in mit Spundwänden erbauten Versuchsbecken in der Schlei in den 1980er Jahren zeigten, dass die Einbringung von Nitrat, z. B. als Calciumnitrat, auf die Faulschlammoberfläche das Phosphat-Nitrat-Verhältnis begünstigt, wodurch Blaualgen durch Grünalgen und Kieselalgen zurückgedrängt werden. Dabei wurde die Sichttiefe

erhöht und eine bessere Grundlage für das gesamte Nahrungsnetz der Schlei geschaffen (Duggen 2017).

Oxidation mit Sauerstoff

Es wird Sauerstoff, Luft oder sauerstoffreiches Oberflächenwasser in die Tiefe unterhalb der Sprungschicht und gegebenenfalls direkt auf die Faulschlammoberfläche mittels Pumpen befördert. Der Sauerstoff kann dann dazu beitragen, organische Bestandteile im Gewässer abzubauen.

Faulschlammentfernung

Die über den Winter angesammelten Nährstoffe führen in der Schlei besonders im Frühjahr zu einer ersten Massenvermehrung von Kleinstalgen. Ein großer Teil dieser Algenbiomasse (bis zu 50 %) sinkt auf den Grund und trägt zum Aufbau des Faulschlamms bei (Ohlendiek 2009). Der Abbau des Faulschlamms führt zur Freisetzung von Nährstoffen, wodurch es zu einer Sauerstoffzehrung an der Oberfläche kommt und erneut Phosphat mobilisiert wird. Dieses Überangebot führt zur erneuten Massenvermehrung besonders von Blaualgen und trägt zur jährlichen Faulschlammbildung bei. Der auch als Sapropel bezeichnete Faulschlamm verhindert dann die Ansiedlung von Laichkräutern und Makroalgen. Diese tragen jedoch langfristig zu einer Verbesserung der Wasserqualität bei, indem sie in der Wurzelzone Sauerstoff abgeben und somit die Bindung von Phosphat und den Abbau des Faulschlamms unterstützen. Die Entnahme des Faulschlamms kann daher auf effektive Weise zur Verbesserung des ökologischen Zustands beitragen (Duggen 2017). Allerdings ist eine substantielle Entfernung des Faulschlammes auf Grund der Menge kaum realistisch durchführbar.

Ansiedlung von Unterwasserpflanzen

Die Ansiedlung von Unterwasserpflanzen kann in Kombination mit den oben genannten Faktoren zur Verbesserung des ökologischen Zustandes der Schlei beitragen. Dazu müssten jedoch zunächst passende Bedingungen für diese wurzelnde Vegetation geschaffen werden, also vor allem die Nährstoffsituation und die Sichttiefe verbessert werden. Eine Wiederansiedlung sollte dann am besten in auch vor Menschen gut geschützten sandigen Bereichen, die nicht zu stark durch Bäume oder Schilf verschattet sind, erfolgen. Dann können Pflanzen durch die Aufnahme von überschüssigen Nährstoffen aus dem Wasser, die Bindung von Kohlendioxid und die Abgabe von Sauerstoff für eine bessere Wasserqualität sorgen.

6 Zusammenfassung

Um den Zustand der Schlei zu bewerten, wurden an 13 Transekten in der Schlei Rechenbeprobungen und an weiteren 68 Stationen Greiferbeprobungen durchgeführt. Die in den Rechenproben vorgefundenen Makrophyten wurden auf Artniveau bestimmt und mittels Kohler-Skala in Mengenklassen eingeteilt. Das Makrozoobenthos der Greiferproben wurde ebenfalls nach Möglichkeit bis zur Art bestimmt und quantitativ ausgewertet. An allen Greiferstationen wurde eine Sedimentprobe entnommen und analysiert.

Das Artenspektrum der Makrophyten in der Schlei war stark reduziert. Insgesamt kamen 13 Makrophytenarten vor. Die Artenzahl nahm von der Mündung bis ins Innere der Schlei ab. Die Makrophyptengemeinschaften in der Schlei

- *Fucus vesiculosus* (Fv)
- *Myriophyllum-Stuckenia* (MS)
- *Stuckenia pectinata-Ruppia cirrhosa* (StuRu)
- *Stuckenia pectinata-Ruppia cirrhosa-Zostera noltii* (StuRuZo)
- *Zostera noltii-Ruppia cirrhosa* (ZoRu)
- *Zostera marina-Zannichellia palustris-Stuckenia pectinata* (ZoZaStu)
- *Stuckenia pectinata-Ruppia cirrhosa* (StuRu)
- Keine Pflanzengemeinschaft (kPG)
- Keine Vegetation (kV)

waren durch eutrophierungstolerante Arten bestimmt, die eine geringe ökologische Wertigkeit aufwiesen. Ökologisch wertvollere Arten traten wie das Zwergseegras *Zostera noltii* vereinzelt oder wie die Armleuchteralgen gar nicht auf.

Somit kann der ökologische Zustand des Wasserkörpers Schleimünde insgesamt als unbefriedigend beschrieben werden. Der ökologische Zustand der Wasserkörper Mittlere und Innere Schlei kann jeweils als schlecht beschrieben werden. Insgesamt wurden im Wasserkörper Mittlere Schlei nur zwei verschiedene Makrophytenarten gefunden und im Wasserkörper Innere Schlei sogar nur eine.

Der Makrophytenbewuchs zeigte mit Ausnahme des Seegrases *Zostera marina* eine geringe Tiefenausbreitung von maximal 1,5 m. Die WRRL-Bewertung der Makrophyten ergab für den zurückliegenden 6-Jahreszeitraum für den Wasserkörper Schleimünde eine unbefriedigende und für die Wasserkörper Innere und Mittlere Schlei einen schlechten ökologischen Zustand. Eine Verbesserung des ökologischen Zustandes der Schlei hinsichtlich des Makrophytenbewuchses in den letzten 10 Jahren konnte anhand der Daten nicht festgestellt werden.

Das Artenspektrum des Makrozoobenthos beschränkte sich in der Inneren Schlei auf einzelne massenhaft vorkommende Arten wie *Corophium volutator* und Vertreter der Chironomidae. Diese Arten sind kurzlebig und besitzen hohe Reproduktionsraten. Sie werden in Richtung Schleimündung durch weitere Arten der Crustacea und Polychaeta ergänzt. In der Mittleren Schlei und in Schleimünde kommen langlebigere Arten wie die Muscheln *Mya arenaria* und *Macoma balthica* vor. Letztere konnte ausschließlich im direkten Mündungsbereich der Schlei ausgemacht werden. Grund für dieses stark dezimierte Artenspektrum sind die in der Schlei vorherrschenden größtenteils homogenen schlechten Umweltbedingungen, bei denen sich nur wenige Lebensräume bilden können. Abiotische Faktoren wie die Sichttiefe oder der Sedimenttyp hatten keinen messbaren Einfluss auf die Artenzusammensetzung. Die Makrozoobenthosgemeinschaften in der Schlei

- Süßwasser-beeinflusste Gemeinschaft
- Übergangsgemeinschaft
- Brackwasser-beeinflusste Gemeinschaft

wurden aus diesen Gründen bezüglich der Wasserkörpergrenzen und des Salzgehaltes gebildet.

Die WRRL-Bewertung anhand des Makrozoobenthos für die einzelnen Wasserkörper ergab, dass sich der westliche Teil der Mittleren Schlei und der Wasserkörper Schleimünde in einem mäßigen Zustand befinden. Der östliche Teil des Wasserkörpers Mittlere Schlei wurde als gut eingestuft. Die Innere Schlei wurde in den schlechten Zustand eingestuft.

7 Literatur

Berg T, Fürhaupter K, Wilken H, Meyer T (2014): Evaluierung der WRRL-Bewertungssysteme Teil A: MarBIT (Makrozoobenthos); Teil B: ELBO (Makrophyten). MariLim GmbH, Schönkirchen.

Berg T, Kuhlmann T, Meyer T (2017): Handlungsanweisung zum Bewertungsverfahren MarBIT - Bewertung des Zustandes des Makrozoobenthos in den Küstengewässern und im Küstenmeer der deutschen Ostsee nach den Vorgaben der WRRL und der MSRL Book Version 3 (deutsch), korrigiert und ergänzt am 20. Dezember 2017. MariLim GmbH, Schönkirchen.

Berg T, Meyer T (2015): Handlungsanweisung zum Bewertungsverfahren MarBIT - Bewertung des ökologischen Zustandes des Makrozoobenthos in den inneren und äußeren Küstengewässern der Ostsee nach den Vorgaben der WRRL MariLim GmbH, Schönkirchen.

DIN 18123 (2011): Baugrund, Untersuchung von Bodenproben – Bestimmung der Korngrößenverteilung. ICS 93020, Book DIN 18123:2011-04 -- [ACHTUNG: DOKUMENT ZURÜCKGEZOGEN - Dokument wurde ersetzt durch DIN EN ISO 17892-4:2017-04 - https://www.beuth.de/de/norm/din-en-iso-17892-4/242947793. DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin.

DIN EN 15935-11 (2012): Schlamm, behandelter Bioabfall, Boden und Abfall - Bestimmung des Glühverlusts; Deutsche Fassung EN 15935:2012. Book DIN EN 15935:2012-11. Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin.

Duggen S (2017): Faulschlamm in der Schlei – Die Bedeutung für einen guten ökologischen Zustand, Probleme und mögliche Lösungen. Erstmals erschienen auf der Internetseite des Schleiinformations- und Erlebniszentrums, SIEZ. www.schleiinfozentrum.de am 25. Januar 2016. Letzte Aktualisierung: 30. März 2017.)

Fürhaupter K, Meyer T (2015a): Handlungsanweisung zum Bewertungsverfahren BALCOSIS - Bewertung des ökologischen Zustandes der Makrophyten in den äußeren Küstengewässern der Ostsee nach den Vorgaben der WRRL. MariLim GmbH, Schönkirchen.

Fürhaupter K, Meyer T (2015b): Handlungsanweisung zum Bewertungsverfahren **PHYBIBCO** - Bewertung des ökologischen Zustandes der Makrophyten in den inneren Küstengewässern der Ostsee nach den Vorgaben der WRRL MariLim GmbH, Schönkirchen.

Fürhaupter K, Pehlke C, Wilken H, Meyer T (2012): WRRL-Makrophytenmonitoring in den Küstengewässern Schleswig-Holsteins (2012) Teil A: Innere Küstengewässer (**ELBO**), Teil B: Äußere Küstengewässer (**BALCOSIS**) & Teil C: Zusatztransekt MSRL. MariLim GmbH, Schönkirchen.

Fürhaupter K, Wilken H, Grage A, Meyer T (2008): Kartierung mariner Pflanzenbestände im Flachwasser der Ostseeküste - Schwerpunkt *Fucus* und *Zostera* "Außenküste der schleswig-holsteinischen Ostsee und Schlei". MariLim, Schönkirchen.

Fürhaupter K, Wilken H, Maczassek K, Berg T, Meyer T (2014): WRRL-Makrophytenmonitoring in den Küstengewässern Schleswig-Holsteins (2014) - Teil A: Innere Küstengewässer (PHYBIBCO) - Teil B: Äußere Küstengewässer (BALCOSIS) - Teil C: Phytalfauna, Orther Bucht (MarBIT). MariLim Gesellschaft für Gewässeruntersuchung mbH, Schönkirchen.

Fürhaupter K, Wilken H, Meyer T (2005): Praxistest zum Makrophytenmonitoring in Schleswig-Holstein - Innere Küstengewässer (2005). MariLim, Kiel.

Fürhaupter K, Wilken H, Meyer T (2013): WRRL-Makrophytenmonitoring in den Küstengewässern Schleswig-Holsteins (2013) - Teil A: Innere Küstengewässer (**ELBO**); Teil B: Äußere Küstengewässer (**BALCOSIS**); Teil C: Evaluierung des **BALCOSIS**-Verfahrens. MariLim GmbH, Schönkirchen.

Hoffmann C (1937): 9. Die Pflanzenwelt. Meereskundliche Arbeiten der Univerität Kiel 39:230-249.

Jaeckel Sj (1950): Die Mollusken der Schlei. Archiv für Hydrobiologie 44:214-270.

Kohler A (1978): Methoden der Kartierung von Flora und Vegetation von Süßwasserbiotopen - Methods of flora charting and vegetation mapping in aquatic ecosystems. Landschaft + Stadt 10:73-85.

LANU (2001): Ergebnisse langjähriger Wasserunteruntersuchungen in der Schlei - Eine Informations- und Planungsgrundlage. Flintbek.

Maczassek K, Wilken H, Meyer T (2015): WRRL-Makrophytenmonitoring in den Küstengewässern Schleswig-Holsteins (2015) - Teil A: Innere Küstengewässer (PHYBIBCO) - Teil B: Äußere Küstengewässer (BALCOSIS). MariLim Gesellschaft für Gewässeruntersuchung mbH, Schönkirchen.

MELUR SH (2014): Managementplan für das Fauna-Flora-Habitat-Gebiet DE-1423-394 „Schlei incl. Schleimünde und vorgelagerter Flachgründe“ und das Europäische Vogelschutzgebiet DE-1423-491 „Schlei“ Teilgebiet „Südseite der Schlei“. Kiel.

Meyer HA, Moebius, Kupfer, Magnus P (1875): Mitteilung der Commission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere über Untersuchungen, welche im Jahre 1874 im Schleiflusse, als einem ausgezeichneten Laichgebiiete des Herings, angestellt wurden. Deutsche Fischerei-Verein

Meyer T, Fürhaupter K, Reincke T (1998): Monitoring der Lebensgemeinschaften im flachen Sublitoral der Ostseeküste Schleswig-Holsteins - Abschlußbericht 1998. MariLim, Kiel.

Meyer T, Reincke T, Wilken H, Fürhaupter K, Krause S, Linke A (2005): Historische Kartierungen mehrjähriger mariner Pflanzen der schleswig-holsteinischen Ostseeküste - GIS-basierte Erfassung und Digitalisierung. MariLim, Kiel.

Mierwald U, Romahn K (2006): Die Farn-und Blütenpflanzen Schleswig-Holsteins - Rote Liste - Band 1. LANU SH – Natur - RL 18-1, Book 2, Flintbek.

Nellen W (1967): Ökologie und Fauna (Makroevertebraten) der brackigen und hypertrophen Ostseeförde Schlei. Archiv für Hydrobiologie 63:273-309.

Ohlendiek U (2009): Zustand und Verbesserungspotenzial der Schlei - Eine Informations- und Planungsgrundlage für Maßnahmen zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie.

Reimers HC (2005): Typologie der Küstengewässer der Nord-und Ostsee. Limnologie aktuell 11:37-45.

Reincke (1936): Karte der Schlei, angefertigt vom Fischereiaufseher REINCKE, Schleswig, Februar 1936. (unveröffent.).

Samtleben C (1981): Die Muschelfauna der Schlei (Westliche Ostsee)—aktuopaläontolgische Untersuchungen an einem sterbenden Gewässer. Meyniana 33:61-83.

Schaumburg J, Schranz C, Stelzer D (2011): Bewertung von Seen mit Makrophyten & Phytobenthos gemäßEG-WRRL – Anpassung des Verfahrens für natürliche und künstliche Gewässer sowie Unterstützung der Interkalibrierung - Endbericht. Augsburg.

Schories D, Kuhlenkamp R, Schubert H, Selig U (2013) Rote Liste und Gesamtartenliste der marinen Makroalgen (Chlorophyta, Phaeophyceae et Rhodophyta) Deutschlands. Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands - Band 2: Meeresorganismen - Naturschutz und Biologische Vielfalt 70 (2). Bundesamt für Naturschutz (BfN), Bonn.

Schwarzer K, Ricklefts K, Höft D (2018): Sedimentinventar und Hydromorphologie der Schlei - Zwischenbericht für das Jahr 2017. Ber Inst f Geowiss, AG Küstengeologie u Sedimentologie u Forschungs- u Technologiezentrum Büsum 38 S. (unveröff).

Seidler A, Maczassek K, Johannes D, Meyer T (2016): WRRL-Makrophytenmonitoring in den Küstengewässern Schleswig-Holsteins (2016) - Teil A: Innere Küstengewässer (PHYBIBCO) - Teil B: Äußere Küstengewässer (BALCOSIS). Schönkirchen.

Seidler A, Maczassek K, Meyer T (2017): WRRL-Makrophytenmonitoring in den Küstengewässern Schleswig-Holsteins (2017) - Teil A: Innere Küstengewässer (PHYBIBCO) - Teil B: Äußere Küstengewässer (BALCOSIS). MariLim GmbH, Schönkirchen.

Selig U, Blümel C, Eggert A, Rieling T, Schubert M, Schubert H (2003): Zwischenbericht 2003 ELBO: Entwicklung von leitbildorientierten Bewertungsgrundlagen für Übergangsgewässer nach der EU-Wasserrahmenrichtlinie: Übergangsgewässer der deutschen Ostseeküste. Institut für Aquatische Ökologie, Universität Rostock

Selig U, Pehlke C, Porsche C (2009): Evaluierung des Bewertungsverfahrens der Qualitätskomponente "Makrophyten" für innere Küstengewässer (B1, B2) entsprechend den Anforderungen der EU-WRRL - Bericht zum Forschungsvorhaben. Institut für Biowissenschaften, Rostock, Rostock.

Umweltbundesamt QdBL-MN-uOa (2009): Muster-Standartarbeitsanweisung für Laboratorien des Bund/Länder-Messprogramms - Prüfverfahren-SOP: Makrozoobenthos-Untersuchungen in marinen Sedimenten (Weichboden). Book 1. Umweltbundesamt (UBA), Dessau-Roßlau.

8 Anhang

Tabelle 8-1 Mittlere Individuendichte (Ind./m²) der Makrozoobenthosarten in den Wasserkörpern der Schlei 2017.

Großgruppe	Taxon	Schleimünde Ind./m²	Mittlere Schlei Ind./m²	Innere Schlei Ind./m²
Hydrozoa	Cordylophora caspia	-	-	+
	Gonothyraea loveni	+	-	-
	Leptothecata	+	-	-
Turbellaria	Turbellaria	-	1	-
Nemertina	Nemertea	9	-	18
Nematoda	Nematoda	4	3	-
Gastropoda	Akera bullata	6	-	-
	Bittium reticulatum	18	-	-
	Gastropoda	0	-	-
	Hydrobia ulvae	1.336	445	-
	Littorina saxatilis	3	-	-
	Littorina tenebrosa	1	-	-
	Odostomia scalaris	1	-	-
	Potamopyrgus antipodarum	-	11	642
	Pusillina inconspicua	64	-	-
	Retusa truncatula	4	-	-
	Rissoa membranacea	66	-	-
	Ventrosia ventrosa	149	314	212
Bivalvia	Cardiidae juv.	230	42	-
	Cerastoderma glaucum	55	53	2
	Corbula gibba	2	-	-
	Kurtiella bidentata	4	-	-
	Macoma balthica	16	-	-
	Modiolarca subpicta	1	-	-
	Mya arenaria	413	412	-
	Mytilus edulis	105	12	-
	Spisula juv.	0	-	-
Polychaeta	Alitta succinea	34	3	7
	Alkmaria romijni	211	12	-
	Arenicola marina	5	-	-
	Capitella	31	-	-
	Eteone longa	1	-	-
	Harmothoe imbricata	4	-	-
	Hediste diversicolor	75	67	38
	Heteromastus filiformis	11	-	-
	Malacoceros tetracerus	1	-	-
	Manayunkia aestuarina	-	1	-

Großgruppe	Taxon	Schleimünde Ind./m²	Mittlere Schlei Ind./m²	Innere Schlei Ind./m²
	Marenzelleria neglecta	37	215	672
	Nereididae juv.	400	81	28
	Polydora cornuta	195	44	-
	Pygospio elegans	156	5	-
	Scoloplos (Scoloplos) armiger	49	-	-
	Spio martinensis	1	-	-
	Spirorbis (Spirorbis) spirorbis	+	-	-
	Streblospio shrubsoli	314	82	-
Oligochaeta	Oligochaeta	196	57	243
Cirripedia	Balanus improvisus	0	1	-
Mysidacea	Neomysis integer	-	2	-
	Praunus flexuosus	0	-	-
Amphipoda	Apherusa bispinosa	0	-	-
	Corophium volutator	88	782	4.821
	Ericthonius punctatus	0	-	-
	Gammarus juv.	3	1	9
	Gammarus salinus	2	-	4
	Microdeutopus gryllotalpa	178	76	-
	Monocorophium insidiosum	7	-	-
	Phtisica marina	0	-	-
Cumacea	Pseudocuma (Pseudocuma) longicorne	0	-	-
Isopoda	Cyathura carinata	11	21	-
	Idotea chelipes	8	1	-
	Idotea granulosa	0	-	-
	Idotea juv.	3	2	-
	Lekanesphaera hookeri	3	1	1
Decapoda	Palaemon adspersus	0	-	-
	Rhithropanopeus harrisii	1	2	1
Hexapoda	Chironomus spp.	-	1	-
	Chironomus aprilinus	1	17	6
	Chironomus plumosus	-	12	74
	Chironomus salinarius	4	3	-
	Glyptotendipes paripes	-	-	638
	Hexapoda	3	-	-
	Procladius	6	5	1
	Trichoptera	-	-	1
Bryozoa	Conopeum seurati	+	+	-
	Einhornia crustulenta	+	+	+
	Electra pilosa	+	-	-
	Membranipora membranacea	+	-	-
Echinodermata	Asterias rubens	2	-	-

Großgruppe	Taxon	Schleimünde Ind./m²	Mittlere Schlei Ind./m²	Innere Schlei Ind./m²
Individuen-abundanz		**4.532**	**2.782**	**7.419**
Artenanzahl		**69**	**36**	**21**

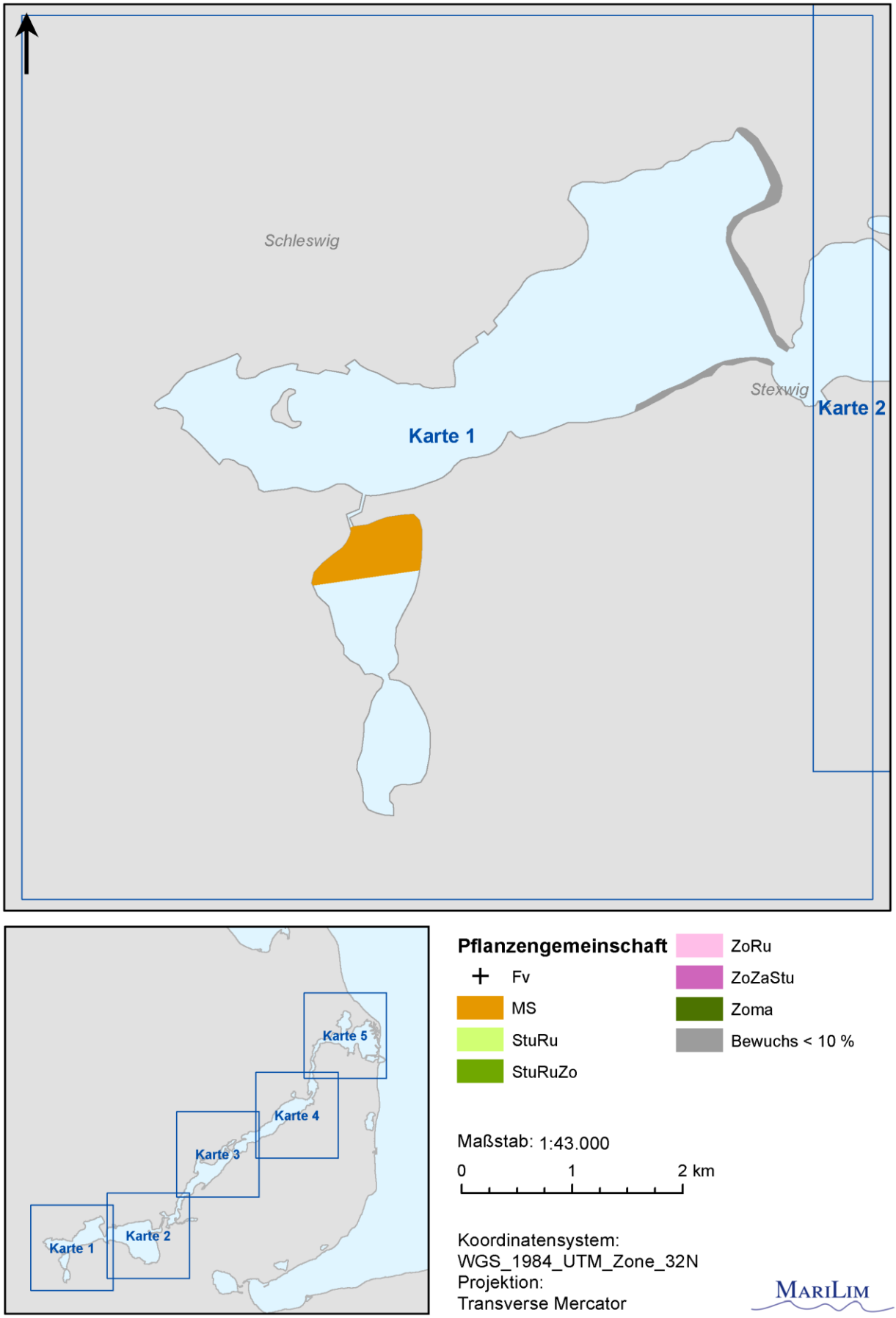


Abbildung 8.1 Pflanzengemeinschaften der Schlei von Schleswig bis Stexwig.

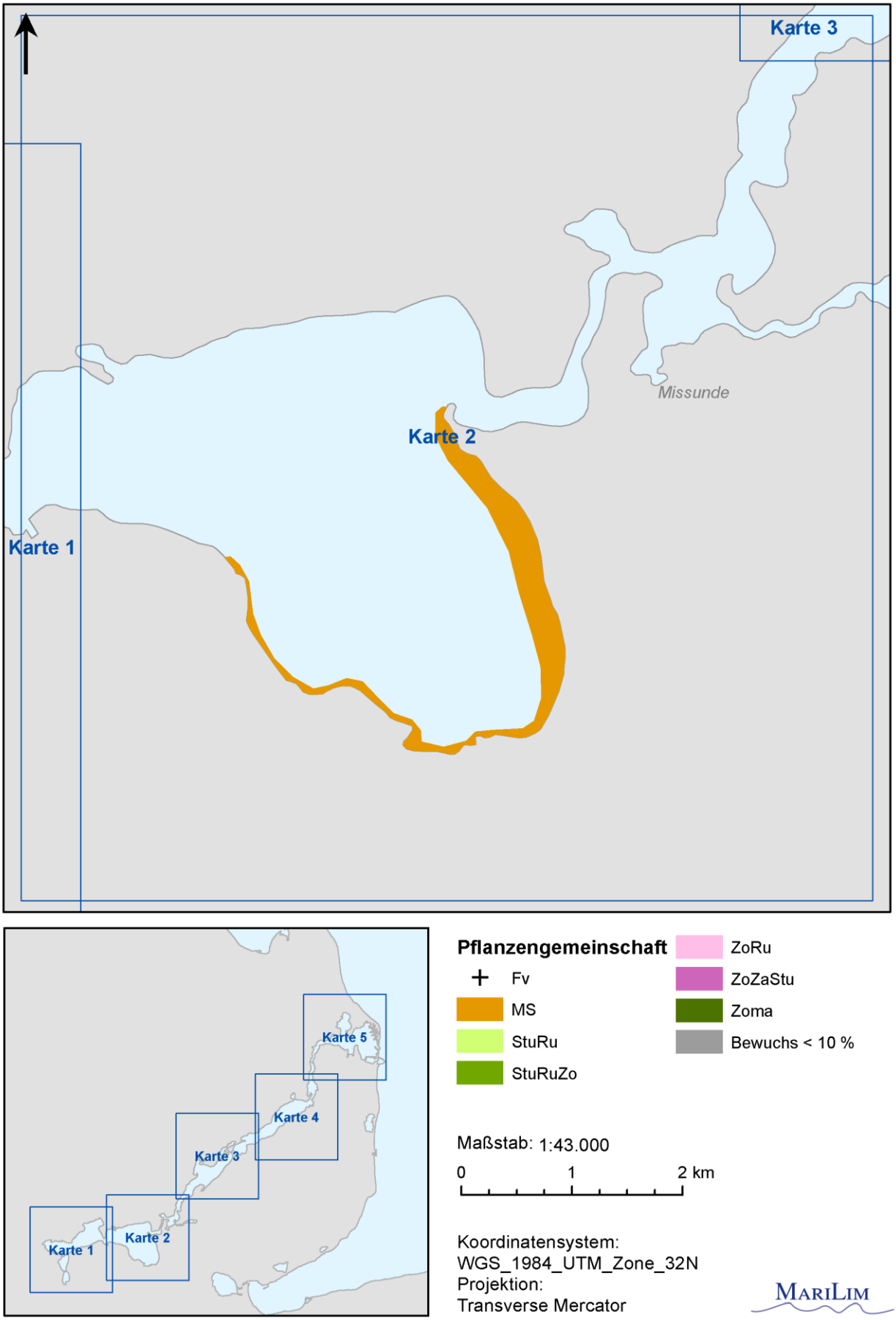


Abbildung 8.2 Pflanzengemeinschaften der Schlei von Stexwig bis Missunde.

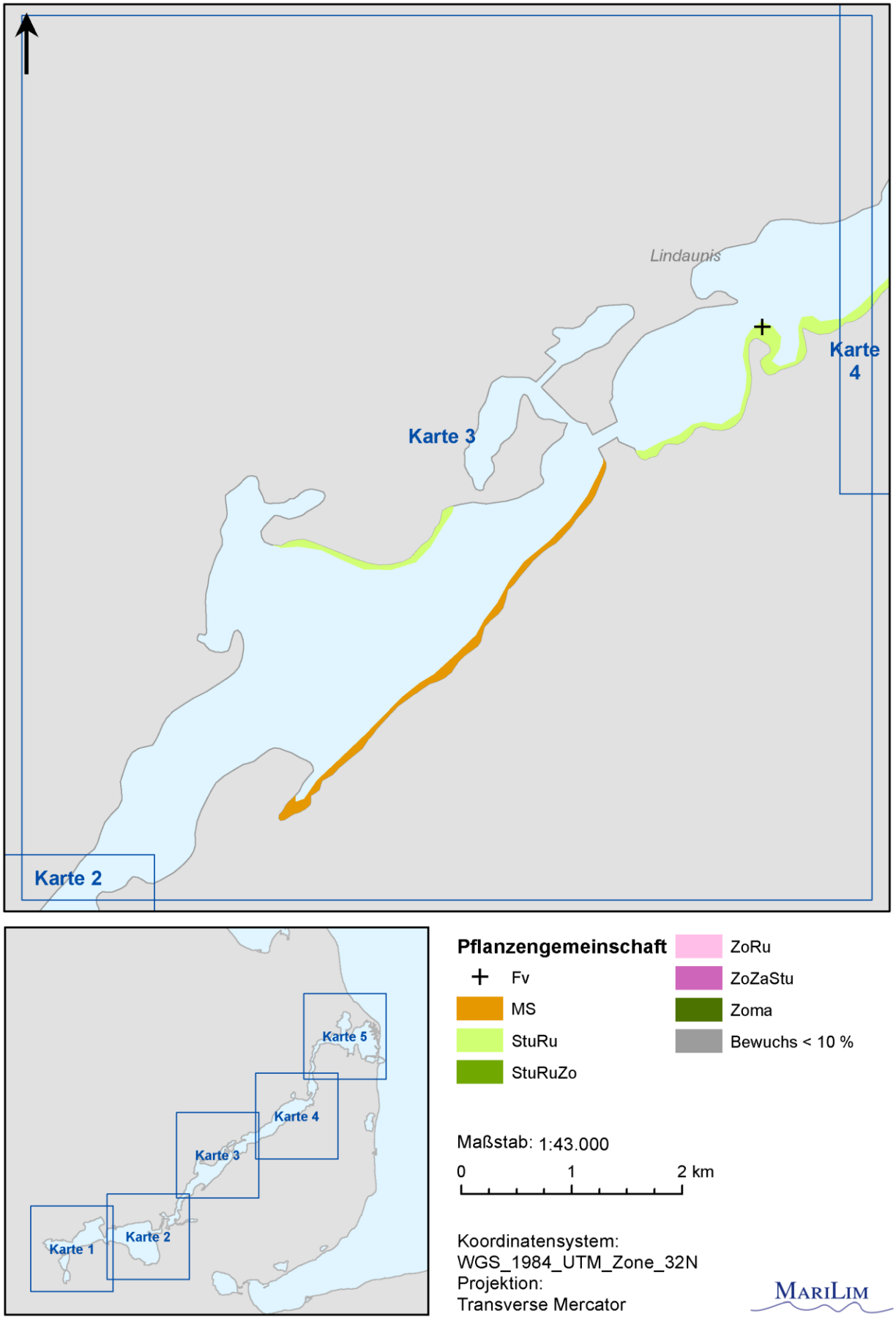


Abbildung 8.3 Pflanzengemeinschaften der Schlei von Missunde bis Lindaunis.

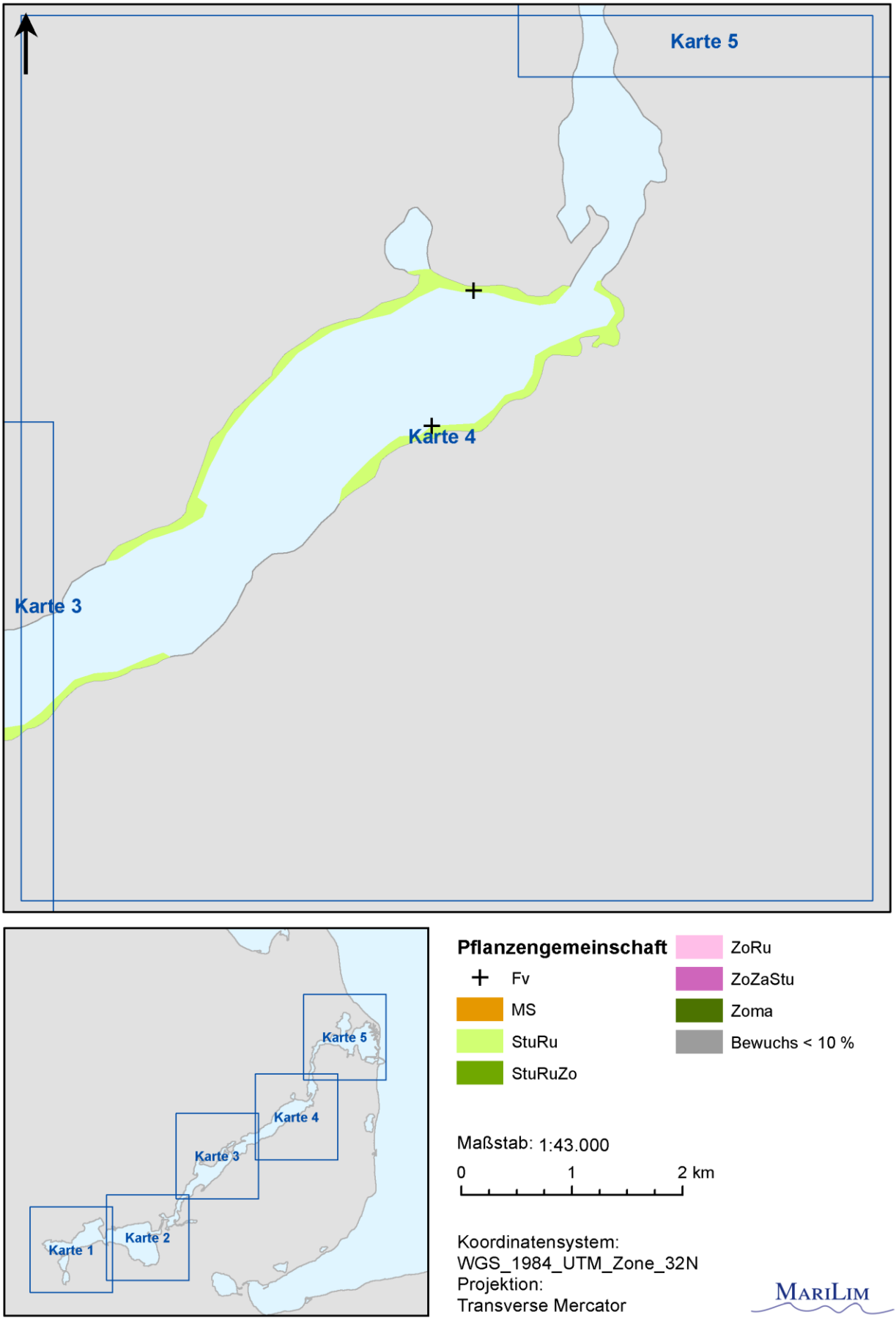


Abbildung 8.4 Pflanzengemeinschaften der Schlei von Lindaunis bis Kappeln.

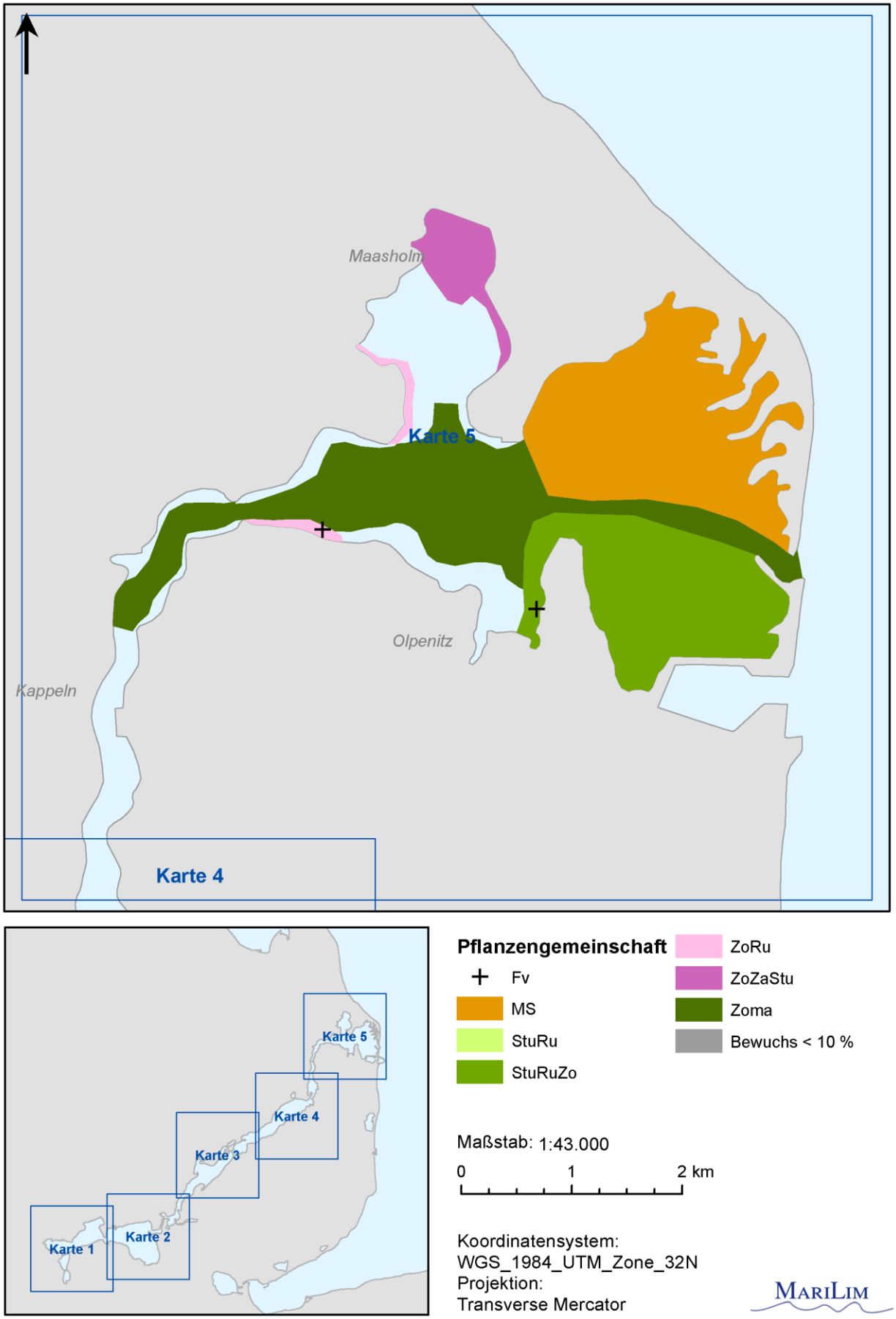


Abbildung 8.5 Pflanzengemeinschaften der Schlei von Kappeln bis zur Mündung.

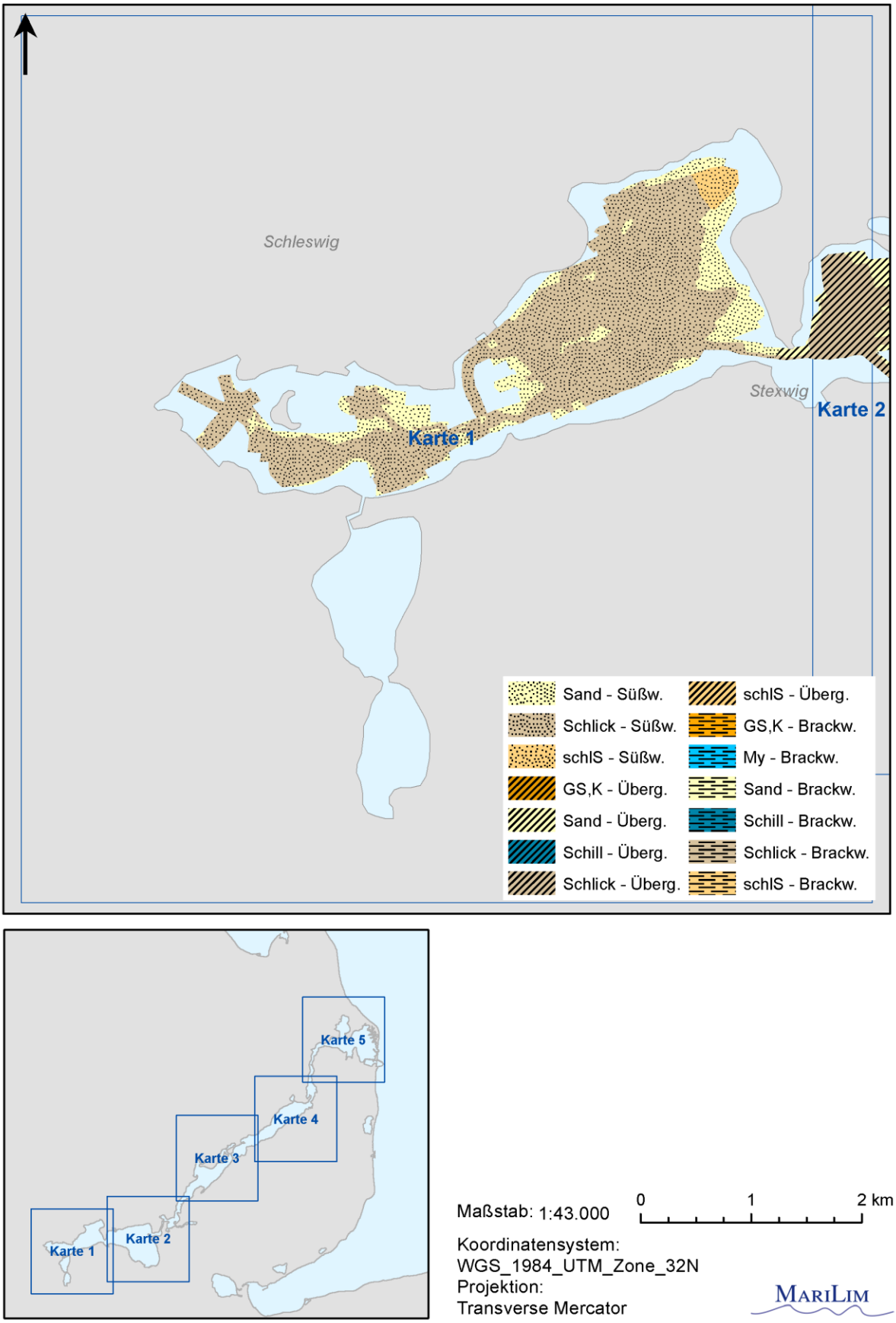


Abbildung 8.6 Verschneidung von Sediment und MZB-Gemeinschaft zwischen Schleswig und Stexwig (GS = Grobsand, K = Kies, My = Mytilus, schlS = schlickiger Sand).

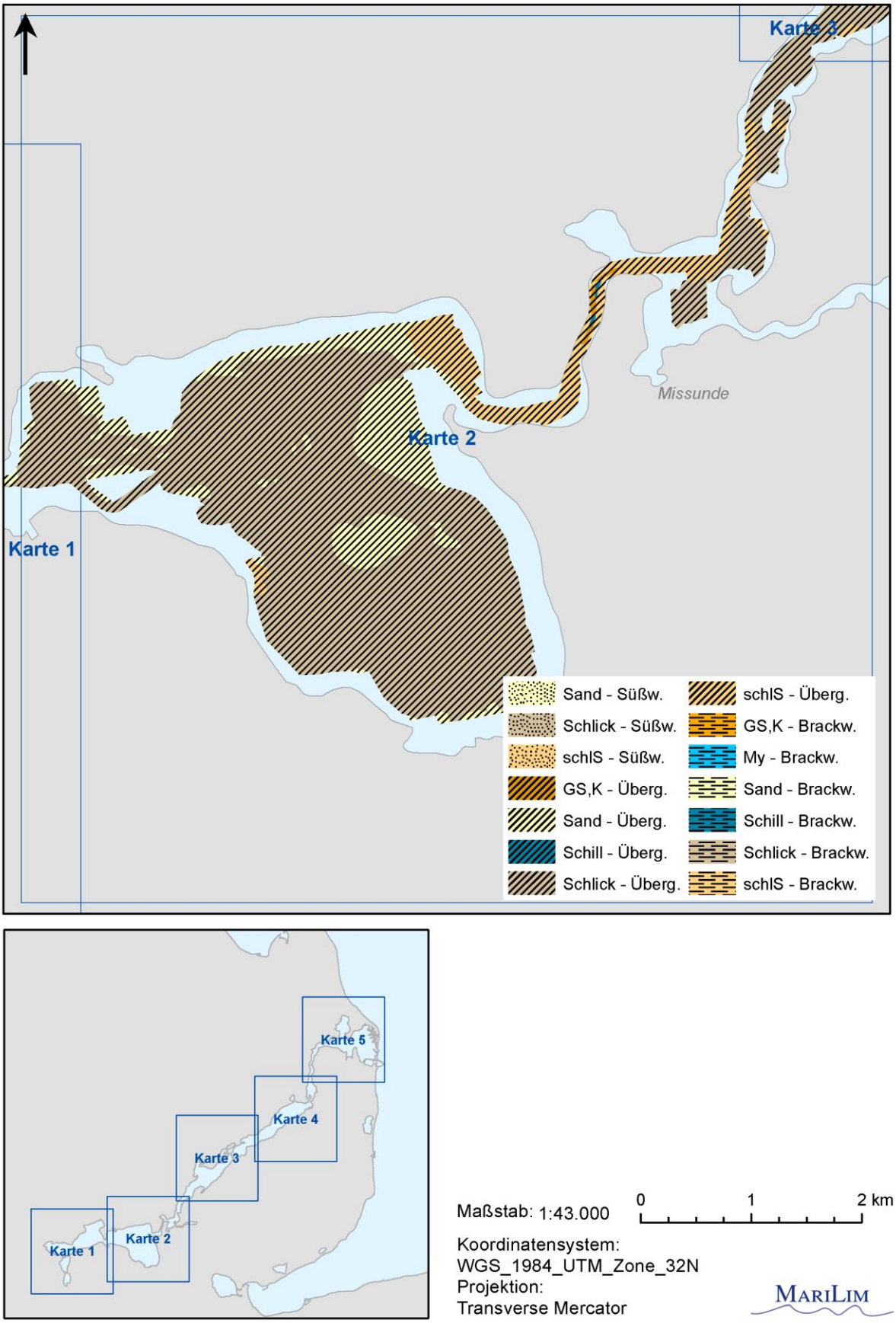


Abbildung 8.7 Verschneidung von Sediment und MZB-Gemeinschaft zwischen Stexwig und Missunde (GS = Grobsand, K = Kies, My = Mytilus, schlS = schlickiger Sand).

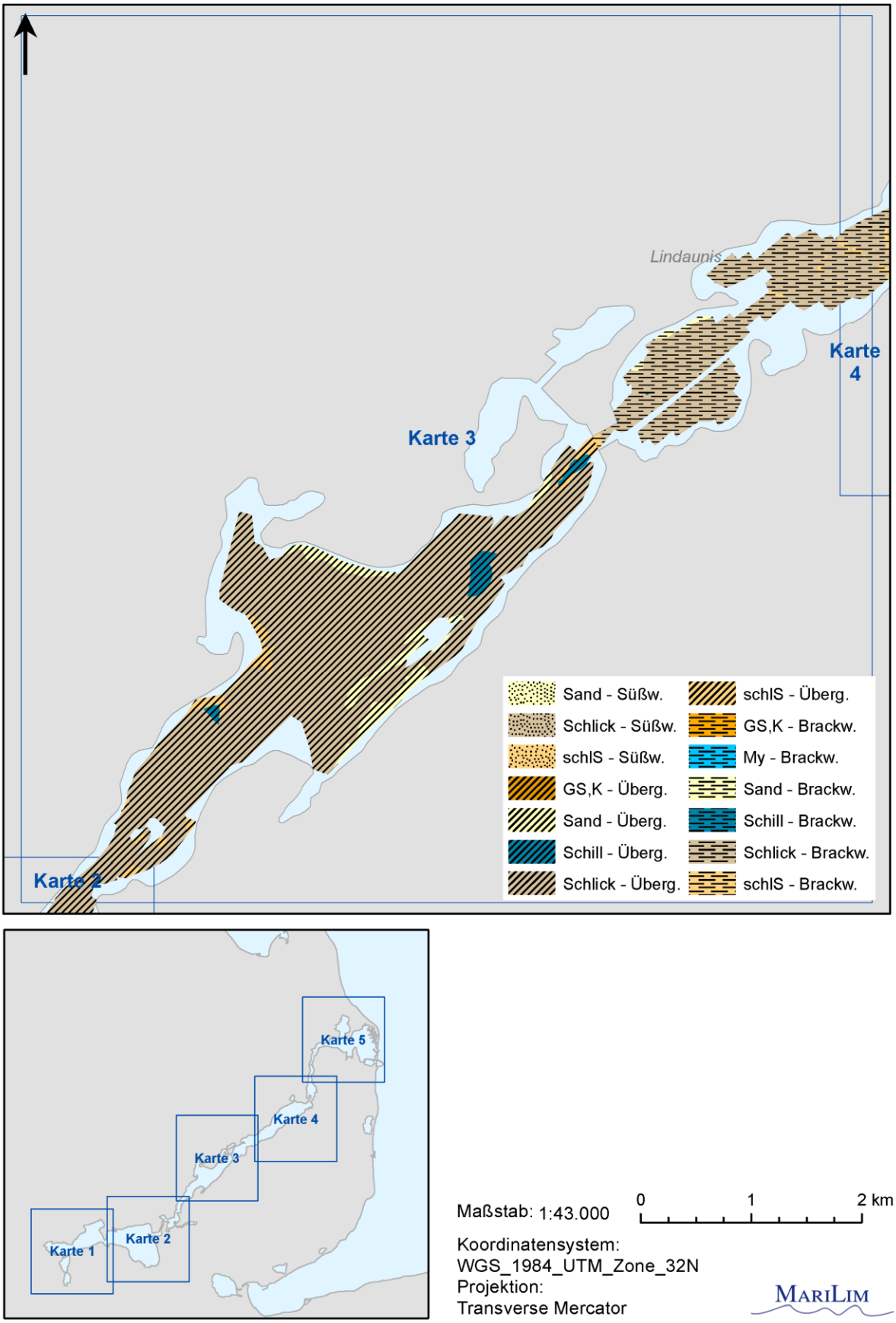


Abbildung 8.8 Verschneidung von Sediment und MZB-Gemeinschaft zwischen Missunde und Lindaunis (GS = Grobsand, K = Kies, My = Mytilus, schlS = schlickiger Sand).

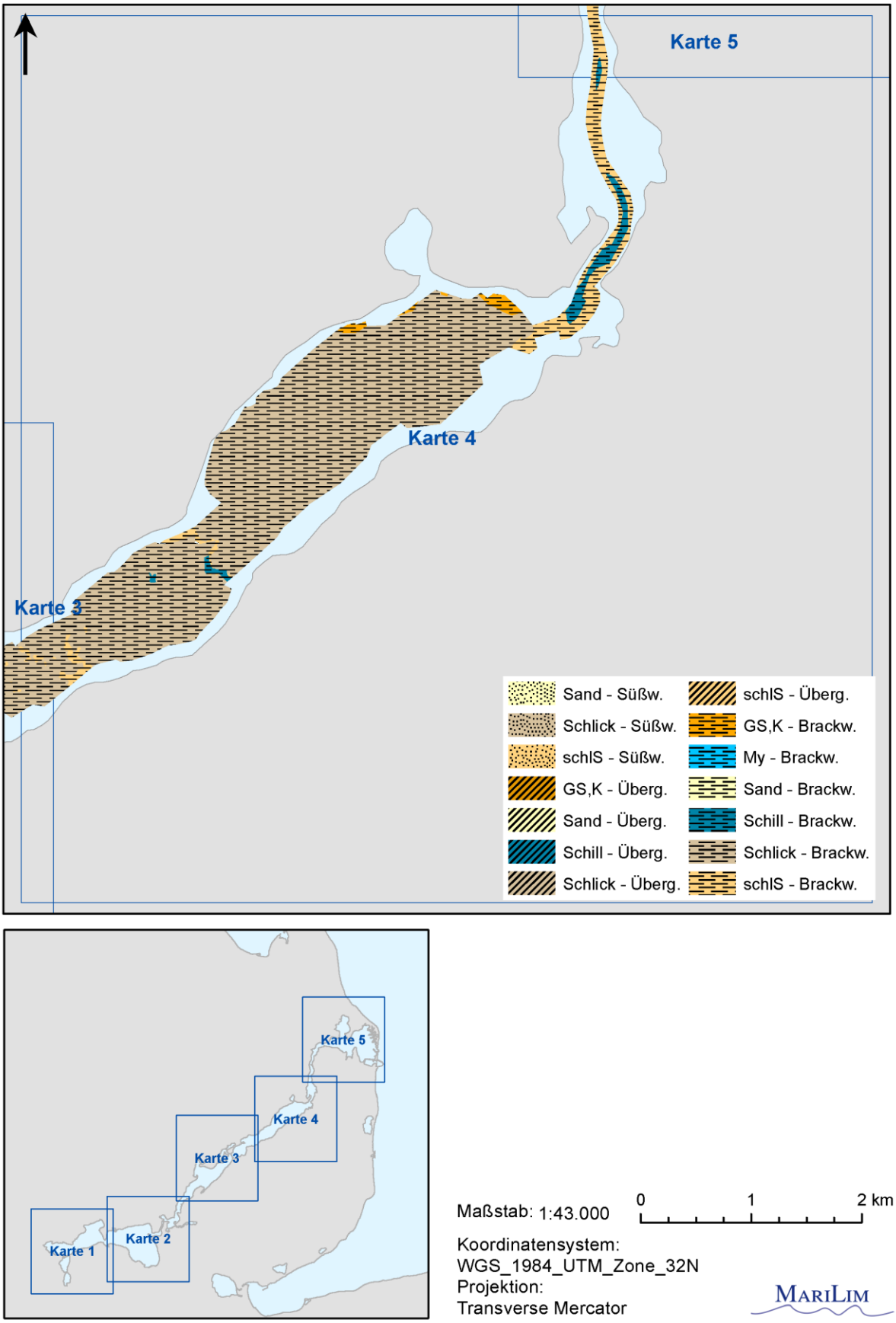


Abbildung 8.9 Verschneidung von Sediment und MZB-Gemeinschaft zwischen Lindaunis und Kappeln (GS = Grobsand, K = Kies, My = Mytilus, schlS = schlickiger Sand).

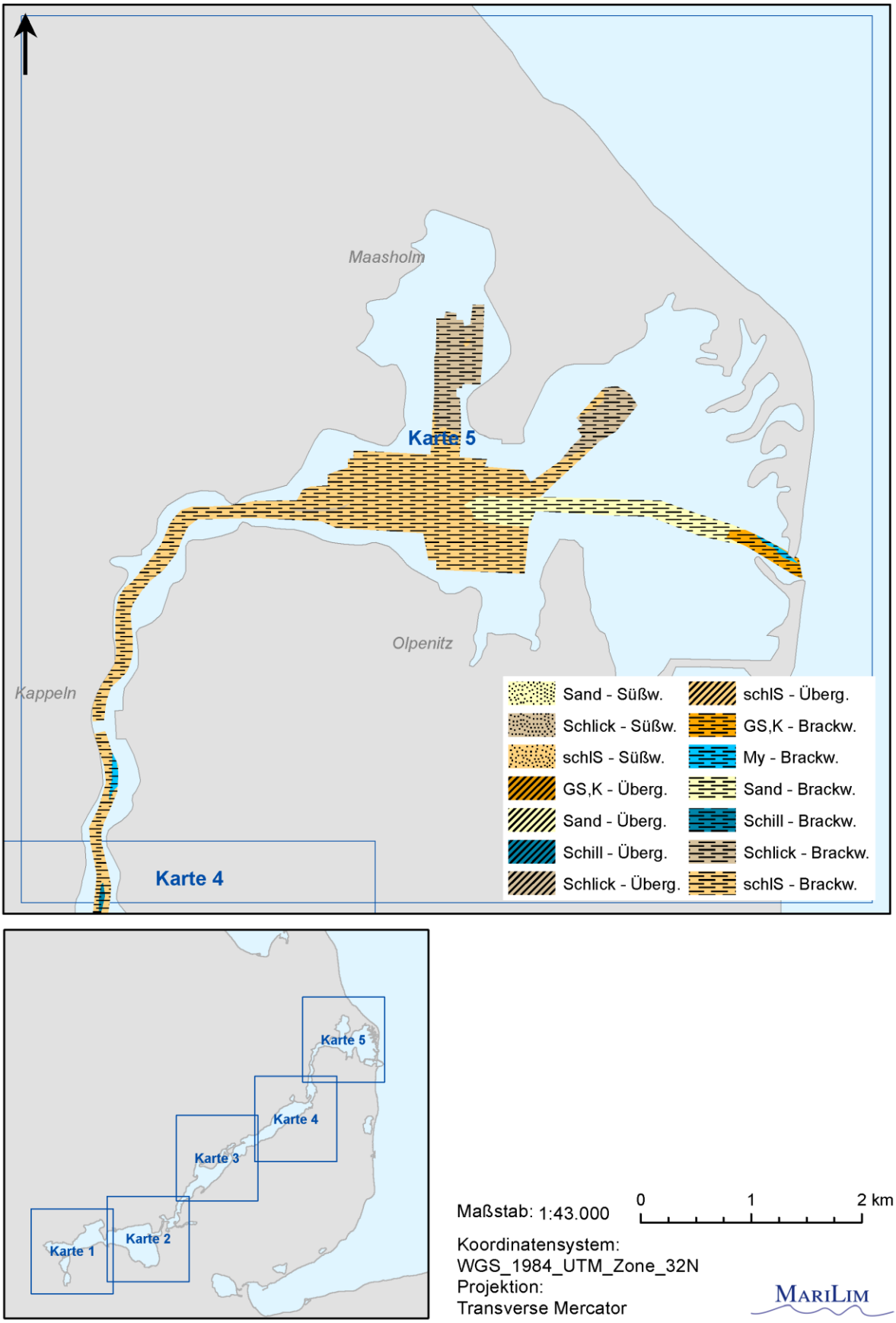


Abbildung 8.10 Verschneidung von Sediment und MZB-Gemeinschaft zwischen Kappeln und der Mündung (GS = Grobsand, K = Kies, My = Mytilus, schlS = schlickiger Sand).