

## **Zeigereigenschaften Macrozoobenthos (MZB) – Helgoland**

### **Entwicklung eines Bewertungsverfahrens nach WRRL:**

### **Helgoland-MarBIT-Modul**

**<sup>1</sup>Karin Boos, <sup>1</sup>Jan Beermann, <sup>2</sup>Katharina Reichert und <sup>1</sup>Heinz-Dieter Franke**

<sup>1</sup>Biologische Anstalt Helgoland (BAH),  
Meeresstation im Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI)  
Postfach 180  
D-27483 Helgoland  
www.awi.de

<sup>2</sup>Bundesanstalt für Gewässerkunde  
Referat U4 - Tierökologie  
Am Mainzer Tor 1  
56068 Koblenz  
www.bfg.de

In Zusammenarbeit mit:

**Torsten Berg**

MariLim,  
Heinrich-Wöhlk-Straße 14  
D-24232 Schönkirchen  
www.marilim.de

[Datenbanksoftware MarBIT ist Eigentum der Firma MariLim]

Juli 2009

**Im Auftrag des:**

Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes  
Schleswig-Holstein  
Hamburger Chaussee 25, D-24220 Flintbek  
Auftragsnummer: 4121.3-2008-527F

---

**Inhaltsverzeichnis**

Zusammenfassung	3
Summary	4
Allgemeiner Überblick und Hintergrund	5
MarBIT (Marine Biotic Index Tool)	6
Aufgabenstellung	9
A Erstellen von Referenzlisten	11
A.1 Bezugsstandort Nord-Felswatt	15
A.2 Bezugsstandort <i>Laminaria</i> -Haftkrallen	25
A.3 Bezugsstandort Tiefe Rinne	34
B Erhebung aktueller Daten – Methoden	49
B.1 Bezugsstandort Nord-Felswatt	50
B.2 Bezugsstandort <i>Laminaria</i> -Haftkrallen	54
B.3 Bezugsstandort Tiefe Rinne	58
Problematik der Abundanzangaben für sessile und mobile Taxa	59
C Ergebnisse und Bewertung der Bezugsstandorte durch MarBIT-Index	63
C.1 Bezugsstandort Nord-Felswatt	63
C.2 Bezugsstandort <i>Laminaria</i> -Haftkrallen	71
C.3 Bezugsstandort Tiefe Rinne	79
Gemeinsame Testbewertung sessiler und mobiler Taxa unter Ausschluss der Abundanzverteilung	89
D Gesamtbewertung und Beurteilung der Anwendbarkeit des MarBIT-Index für das Helgoländer Makrozoobenthos (Gewässertyp N5)	91
E Empfehlungen und Kommentare	95
F Handlungsanweisung für das Helgoland-MarBIT-Modul [dt.]	99
F.1 Arbeiten im Helgoland-MarBIT-Modul	99
F.2 Anweisung für Änderungen bzw. Neueinträge in die Datenbank	110
F Operation instructions for the Helgoland MarBIT Module [engl.]	129
F.1 Working with the Helgoland-MarBIT Module	129
F.2 Additional operation instructions for the Helgoland MarBIT Module	139
Literatur	157
Anhang	165

## Zusammenfassung

Im vorliegenden Bericht wurde anhand der biologischen Qualitätskomponente „Makrozoobenthos“ für den Wasserkörper Helgoland (N5) ein Bewertungsverfahren nach den Vorgaben der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) entwickelt und getestet. Hierfür wurde anhand des software-basierten Analysesystems „MarBIT“ der Firma MariLIM ein Helgoland-Modul entwickelt. Für dieses Modul wurden Referenzlisten bzw. -einheiten für die drei Helgoländer Bezugsstandorte: „Nord-Felswatt“, „*Laminaria*-Haftkrallen“ und „Tiefe Rinne“ erstellt und entsprechend ihrer mobilen und sessilen Lebensgemeinschaften angepasst und gegen aktuell erhobene Daten getestet. Die Bewertung der Wassergüte an den drei Bezugsstandorten ergab einen „mäßigen“ Zustand für das Nord-Felswatt und jeweils „gute“ Zustände für sessilen Lebensgemeinschaften. Für die mobilen Lebensgemeinschaften der *Laminaria*-Haftkrallen und der Tiefen Rinne wurden „mäßige“ Zustände ermittelt. Insgesamt wurde daher die Gewässergüte des Wasserkörpers Helgoland (N5) für „mäßig“ befunden. Im vorliegenden Bericht werden die einzelnen Entwicklungsschritte des Helgoland-MarBIT-Moduls inklusive der Erstellung und Anpassung der Referenzlisten dokumentiert. Die Beprobungsstrategien der aktuell erhobenen Daten werden beschrieben und die Ergebnisse präsentiert. Die Bewertung der aktuellen Daten gegen die Referenzlisten wird ausführlich dargelegt und diskutiert. Im Anschluss findet sich eine Gesamtbetrachtung der Anwendbarkeit des MarBIT sowie begleitende Kommentare und Empfehlungen für zukünftige Arbeiten mit dem Helgoland-MarBIT-Modul. Weiterhin ist eine detaillierte Handlungsanweisung für das Helgoland-MarBIT-Modul in deutscher und englischer Sprache angefügt.

## Summary

In the present report an assessment method following the demands of the European water framework directive (WFD) was developed and tested using the biological quality component „macrozoobenthos“ for the water body Helgoland (N5). For this purpose the software-based analyses system “MarBIT”, developed by MariLIM, was used as a base to create a “Helgoland MarBIT Module”. Within this module reference lists and units were created for the three Helgoland reference locations: “Nord-Felswatt“ (rocky intertidal), “*Laminaria*-Haftkrallen“ (*Laminaria*-holdfasts) and “Tiefe Rinne“ (a deep trench south of Helgoland), adjusted according to their mobile and sessile communities and tested against presently collected data. The assessment of the water quality at the three reference locations yielded a “moderate” status for the rocky intertidal and each a “good” status for the sessile communities and a “moderate” status for the mobile communities for the *Laminaria*-holdfasts and the Tiefe Rinne. Altogether the water quality status of the waterbody Helgoland (N5) was assigned a „moderate” status. In the present report the progress steps of the Helgoland MarBIT Module including the creation and adjustment of reference lists are documented. The sampling strategies for data collection are described and the results presented. The assessment of the collected data tested against the reference lists is discussed in detail. Subsequently, an evaluation of the applicability of the MarBIT Helgoland Modul as well as comments and recommendations for future work is given. In addition, a detailed operation instruction for the Helgoland MarBIT Module is presented German and English language.

## **Allgemeiner Überblick und Hintergrund**

Ziel der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie ist es, anhand biologischer, chemischer und physikalischer Qualitätskomponenten die Güte verschiedener europäischer Gewässerstandorte bzw. -typen zu ermitteln (WRRL, 2000). Dabei wird angestrebt bis zum Jahr 2015 in allen betroffenen Gebieten einen „guten“ Zustand zu erreichen. Hierbei stehen insbesondere die Entwicklung geeigneter Bewertungssysteme und Konzepte für Langzeitmonitoring- Programme sowie deren praktische und effiziente Durchführbarkeit im Vordergrund.

Für die biologischen Qualitätskomponenten „Makrophyten“ und „Makrozoobenthos“ wurden bisher verschiedene Bewertungssysteme und Konzepte für den deutschen Nordsee-Küstengewässertyp N5 (Helgoland) entwickelt und insbesondere für die Makrophyten z.T. auch erfolgreich getestet (Bartsch und Kuhlenkamp, 2004; Boos et al., 2004; Bartsch et al., 2006; Kuhlenkamp und Bartsch, 2007a, b; Schubert et al., 2007; Kuhlenkamp et al., 2008; Reichert und Buchholz, 2008). In diesen Arbeiten wurde die Gewässergüte des Wasserkörpers Helgoland (N5) durch Vergleiche von historischen und aktuellen Artbestände bewertet, wobei u.a. kategoriale Häufigkeitssysteme angewendet wurden, um die stark voneinander abweichenden Abundanzangaben der verschiedenen Dekaden vergleichbar zu machen. Nach Bartsch und Kuhlenkamp (2004) und Boos et al. (2004) wurde sowohl für die Qualitätskomponenten „Makrozoobenthos“ als auch für die „Makrophyten“ ein „mäßiger“ bis „guter“ Zustand der Gewässer vor Helgoland festgestellt.

Für die benthischen Faunengemeinschaften sind die bisherigen Bewertungsansätze jedoch noch immer als defizitär zu bezeichnen (Kuhlenkamp et al., 2008). Aus diesem Grund soll eine fundierte Bewertung anhand des integrativen software-basierten Analysesystems „MarBIT“ (**M**arine **B**iotic **I**ndex **T**ool) Anwendung finden, das für das Makrozoobenthos verschiedener Ostseeküstenstandorte von der Firma MariLim entwickelt und bereits erfolgreich angewendet wurde (Meyer et al., 2005, 2006).

## **MarBIT (Marine Biotic Index Tool)**

MarBIT orientiert sich an dem ökologischen Grundzustand eines Ökosystems (Bezugsstandort) (Meyer et al., 2008). Dieser Bewertungsansatz arbeitet dabei auf der Basis verifizierter ökologischer Merkmale, die eine Artengemeinschaft in einem entsprechenden System am besten charakterisieren (autökologische Merkmale bzw. Kriterien, Anhang Tab. 1). Als Datengrundlage für diesen Bewertungsansatz fungieren somit die jeweiligen Vertreter einer bestimmten Lebensgemeinschaft. Hierfür wurden in vorangegangenen Arbeiten umfangreiche Datenbanken in MarBIT angelegt, in denen die oben erwähnten autökologischen Merkmale für Vertreter ausgewählter Lebensgemeinschaften (Bezugsstandorte) zusammengetragen wurden. Somit ergeben sich ökologische Profile einzelner Arten mit Informationen zu Ökologie, Biologie und Physiologie (Kuhlenkamp et al., 2008; Reichert und Buchholz, 2008).

Für die Bewertung müssen nun in einem ersten Schritt für diese ausgewählten Bezugsstandorte Referenzlisten von Arten bzw. Taxa erstellt werden, die eine typische Lebensgemeinschaften des betreffenden Bezugsstandortes widerspiegeln (qualitativer Sollzustand einer bestimmten Lebensgemeinschaft). Hierfür werden bestimmte Merkmale bzw. Kriterien aus der Datenbank ausgewählt (siehe Anhang Tab.1), die die Vertreter eines bestimmten Bezugsstandortes am besten charakterisieren. Daraufhin stellt das Programm eine Liste von Arten zusammen, die mindestens eines der zuvor gewählten Kriterien erfüllen.

In einem zweiten Schritt, werden aktuelle Daten erhoben und qualitative und quantitative Artenlisten erstellt, die den qualitativen „Istzustand“ einer Lebensgemeinschaft aus dem jeweiligen Bezugsstandort repräsentieren. Diese Daten werden in das Programm eingelesen und mit der Referenz verglichen. Auf diese Weise können mögliche Veränderungen im System abgebildet werden. Der Grad der Abweichung von den Kriterien der Referenz stellt dann die eigentliche Bewertung der Gewässergüte dar. So wird beispielsweise die Gewässergüte als vergleichsweise schlecht bewertet, wenn ein aktuell gefundener Artbestand (Istzustand) von einem zu erwartenden Bestand (Sollzustand, Referenz) verhältnismäßig stark abweicht.

Für die eigentliche Bewertung wird ein Gesamtindex (MarBIT Index) berechnet, der sich an einem fünfstufigen Bewertungssystem von „sehr gut“ bis „schlecht“ (Tab. 1) orientiert. Nach Vorgabe der EU-WRRL setzt sich dieser Gesamtindex aus den folgenden vier

Kriterien zusammen, die alle für sich stehen und für die unabhängige Indizes errechnet werden können:

- (i) Abundanz bzw. Abundanzverteilung
- (ii) Artenvielfalt
- (iii) Anteil störungsempfindlicher (sensitiver) Arten
- (iv) Anteil der Verschmutzungsanzeiger (tolerante Arten)

**(i)** Abundanzangaben werden in der Regel als Individuenzahl pro Flächeneinheit angegeben und gehen statistisch bzw. numerisch in einer Häufigkeitsverteilung in die Analyse ein. Hierbei wird mit dem Lilliefors-Test auf eine abweichende Verteilung der erhobenen Daten von einer erwarteten log-normal Verteilung getestet.

**(ii)** Für die Artenvielfalt wird in MarBIT der **Taxonomic Spread Index (TSI)** verwendet, der als taxonomisches Maß die Nähe bzw. Diversität von Arten als auch die Artenanzahl berücksichtigt.

**(iii) & (iv)** Unabhängig vom Umfang einer Referenzliste im Vergleich zum Umfang von im Feld erhobenen Daten, geht der jeweilige Anteil von sensitiven bzw. toleranten Taxa in die Bewertung ein. Weicht beispielsweise der relative Anteil der sensitiven Taxa bei einem aktuell erhobenen Datensatz nicht stark vom Anteil der sensitiven Taxa einer Referenzliste ab, so wird dieses Kriterium vergleichsweise gut bewertet werden. Ebenso wird mit den toleranten Taxa verfahren. Auf der anderen Seite können auf diese Weise Änderungen in einem Ökosystem beispielsweise durch das verstärkte Fehlen sensitiver Taxa abgebildet werden, da die Änderung eine eher schlechte Bewertung dieses Kriteriums zur Folge hat.

Ob ein Taxon als sensitiv bzw. tolerant einzustufen ist, wird anhand ausgewählter autökologischer Merkmale bzw. Kriterien dieser Taxa bestimmt (Anhang Tab. I).

So gilt, analog zur Ostsee bzw. anderen Nordseestandorten (Meyer et al., 2005, 2006; Büttger et al., 2008), ein Taxon als sensitiv oder tolerant, wenn es mindestens eines der folgenden Kriterien erfüllt:

Kriterien für sensitive Taxa:

(Ökologie) Spezialisierung: „Lebensraum“

oder (Ökologie) Spezialisierung: „Nahrung“

oder (Ökologie) Lebensstrategie: „K-Strategie“

oder (Gefährdung) Rote Liste-Status: „potenziell gefährdet“ (nur mit Zusatz: Helgoland)

oder (Gefardung) Rote Liste-Status: „gefardet“ (nur mit Zusatz: Helgoland)

oder (Gefardung) Rote Liste-Status: „stark gefardet“ (nur mit Zusatz: Helgoland)

oder (Gefardung) Rote Liste-Status: „vom Aussterben bedroht“ (nur mit Zusatz: Helgoland)

oder (Gefardung) Rote Liste-Status: „ausgestorben“ (nur mit Zusatz: Helgoland)

#### Kriterien fur tolerante Taxa:

(Physiologie) Eutrophierung: „tolerant“

oder (okologie) Lebensstrategie: „r-Strategie“

Der bei den Kriterien fur die sensitiven Taxa in Klammern gesetzte Zusatz „nur mit Zusatz: Helgoland“ bezieht sich ausschließlich auf den Gefardungsstatus von Arten vor Helgoland. Dies ist wichtig, da bestimmte Arten, wie beispielsweise der Schlangensterne *Amphipholis squamata* laut Expertise in ostseenahe Bereichen u.a. als gefardet gelten, wogegen diese Gefardung vor Helgoland nicht existiert.

Da sich die ermittelten numerischen Werte der einzelnen Kriterien in verschiedenen Groenklassen bewegen, kann eineverstarkte Streuung der Werte bei der Verrechnung der Daten das eigentliche Ergebnis stark beeinflussen. Aus diesem Grund werden die ermittelten Werte der einzelnen Kriterien auf das Intervall von 0 bis 1 standardisiert und damit in vergleichbare okologische Qualitatsverhaltnisse umgewandelt („Ecological Quality Ratios“, EQRs). Das Intervall von 0 bis 1 wird in funf Klassen mit einer Klassenbreite von je 0,2 eingeteilt und jede Klasse stellt einen definierten Gutestatus dar (Tab. 1):

**Tab. 1:** Uberblick uber die definierte Gewassergute anhand eines funfstufigen Bewertungssystems zwischen 0 und 1 mit einer Klassenbreite von jeweils 0,2.

sehr gut:	1,0 – 0,8
gut:	0,8 – 0,6
maig:	0,6 – 0,4
unbefriedigend:	0,4 – 0,2
schlecht:	0,2 – 0,0

Der jeweilige EQR Wert spiegelt die Gewassergute fur das entsprechende Kriterium am zu untersuchenden Bezugsstandort wider. Aus den einzelnen EQR Werten der vier Hauptkriterien (Abundanz, Artenvielfalt, Anteil sensibler und toleranter Taxa), die



jeweils unabhängig von einander in der Analyse verwendet und angepasst werden können (z.B. durch Veränderungen der individuellen Klassenbreiten) wird der Median ermittelt und stellt den eigentlichen MarBIT Index, ebenfalls als EQR-Wert dar. Dieser vermittelt letztendlich die Gewässergüte für den jeweiligen Bezugsstandort.

## Aufgabenstellung

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, ein Bewertungsverfahren für die Gewässergüte nach WRRL auf der Basis des Makrozoobenthos ausgewählter Lebensgemeinschaften in der Umgebung der Insel Helgoland (Gewässertyp N5) zu entwickeln. Arbeitsgrundlage hierfür ist das bereits für die Ostsee erprobte und erfolgreich angewandte MarBIT Bewertungssystem, das an drei ausgewählten Helgoländer Bezugsstandorten angepasst werden soll.

Hierfür wurden die folgenden drei Bezugsstandorte gewählt, die in vorangegangenen Arbeiten als Basis für eine Helgoländer Datenbank gewählt und bearbeitet wurden:

- Haftkrallen des Palmentangs *Laminaria hyperborea*,
- die südlich von Helgoland gelegene „Tiefe Rinne“ und
- das Helgoländer Nord-Felswatt

Diese drei Standorte repräsentieren qualitativ verschiedene Habitate typischer benthischer Lebensgemeinschaften vor Helgoland und wurden unter anderem wegen ihrer Vergleichbarkeit mit vorangegangenen Studien sowie methodisch bereits etablierten Probennahmestrategien gewählt (Schultze, 1988; Berberich, 1989; Reichert, 2003; Bartsch und Kuhlenkamp, 2004; Boos et al., 2004; Bartsch et al., 2006; Chrapkowski-Llinares, 2005; Kuhlenkamp et al., 2008; Reichert 2008; Reichert und Buchholz, 2008).

Anhand ausführlicher Literaturrecherchen wurden in vorangegangenen Arbeiten für die drei oben genannten Bezugsstandorte detaillierte Bestandslisten des Makrozoobenthos erarbeitet und die von MarBIT vorgegebenen autökologischen Merkmale (Tab. 1) für die jeweiligen Arten zusammengestellt. In Zusammenarbeit mit der Firma MariLim (T. Berg) wurden diese in die MarBIT Datenbank eingegeben (Kuhlenkamp et al., 2008; Reichert und Buchholz, 2008).

Aufbauend auf diesen Vorarbeiten sollte in der vorliegenden Arbeit ein MarBIT-Modul für den Wasserkörper um Helgoland (N5) entwickelt, angepasst und getestet werden. Im Detail wurden dafür folgende Arbeiten ausgeführt:

- A) Auswahl relevanter Kriterien, die typische Lebensgemeinschaften an den jeweiligen Bezugsstandorten abbilden sowie Erstellen und Anpassen von Referenzlisten für die drei Helgoländer Bezugsstandorte in MarBIT.
- B) Erhebung aktueller Daten an den drei Bezugsstandorten, die einen repräsentativen Querschnitt der Makrozoobenthos-Lebensgemeinschaften in den jeweiligen Habitaten liefern:
  - a) Makrozoobenthos von je 10 *Laminaria*-Haftkrallen eines geschützten und eines exponierten Standortes (zwecks Vergleichbarkeit mit früheren Datenerhebungen); N = 20.
  - b) Makrozoobenthos der Helgoländer Tiefen Rinne (Auswertung von je 4 Unterproben aus 5 unabhängigen Dredgefängen); N = 20.
  - c) Makrozoobenthos des Helgoländer Nord-Felswatts; die Fauna wird dabei (nicht destruktiv) in drei definierten Zonen des Eulitorals (*Ulva*-Zone, *Mytilus*-Zone, *Fucus*-Zone) anhand von Zählrahmen (0.25 m<sup>2</sup>) erfasst; in jeder Zone werden 5 Replikate, d.h. Zählrahmen, beprobt; N = 25.
- C) Präsentieren und Testen der aktuell erhobenen Artenlisten gegen die erstellten Referenzlisten mittels des MarBIT und Ermittlung von EQR-Werten.
- D) Beurteilen der Eignung von MarBIT für das Helgoländer Makrozoobenthos im Sinne der WRRL und Empfehlung von weiteren notwendigen Anpassungen für anstehende Praxistests in Zusammenarbeit mit der Firma MariLim (T. Berg)
- E) Empfehlungen für künftige Arbeiten
- F) Detaillierte Handlungsanweisung in MarBIT für das Erstellen und Anpassen von Referenzlisten, Einlesen und Nachbereiten von erhobenen Daten, Berechnung der EQR-Werte in MarBIT und Bewertung der Ergebnisse (in deutscher und englischer Sprache)

## A Erstellen von Referenzlisten

Aus den in MarBIT vorgegebenen und für den Standort Helgoland (Gewässertyp N5) ergänzten und angepassten autökologischen Merkmalen bzw. Kriterien (Kuhlenkamp et al., 2008; Reichert und Buchholz, 2008) (Anhang Tab. 1) wurden diejenigen ausgewählt, die je nach Bezugsstandort typische Lebensgemeinschaften des Nord-Felswatts, der *Laminaria*-Haftkrallen bzw. der Tiefen Rinne am besten widerspiegeln. Auf der Grundlage dieser gewählten Kriterien listet das Programm schrittweise mit dem Hinzufügen von Kriterien alle Arten aus der MarBIT-Datenbank, die in einer logischen „oder“-Verknüpfung mindestens eines oder mehrere der ausgewählten Kriterien erfüllen.

Eine fertige Referenzliste kann über eine Filterfunktion weiter nachgepflegt werden. Hierbei können manuell ausgewählte Arten oder Taxa aus der Referenzliste heraus oder hinein gefiltert werden. Eine Referenzliste sollte in jedem Fall nach Erstellung auf ihre Richtigkeit hin überprüft werden. Denn obwohl für die Erstellung der jeweiligen Referenzlisten Kriterien festgelegt werden, die eine typische Lebensgemeinschaft in einem entsprechenden Habitat am besten widerspiegeln sollen, können Arten aufgeführt werden, die keine typischen Vertreter des jeweiligen Habitates sind. So wurde beispielsweise aufgrund von Schlickanteilen im Schill der Tiefen Rinne für diesen Bezugsstandort unter anderem „Schlick“ als Kriterium für die Substrat- bzw. Habitatansprüche ihrer Bewohner gewählt. Dies hat zur Folge, dass u.a. ausschliessliche oder charakteristische Schlickbewohner nun als typische Vertreter einer Lebensgemeinschaft in der Tiefen Rinne geführt werden, da sie in ihrem ökologischen Profil das Kriterium „Schlick“ erfüllen. In solchen Fällen obliegt die Entscheidung bestimmte Taxa manuell aus einer Referenzliste herauszufiltern der Expertise der jeweiligen Bearbeiter inklusive einer Gegenkontrolle der relevanten Literatur. Im gegenteiligen Fall kann es aber auch passieren, dass wichtige Schlüsselarten bestimmter Bezugsstandorte nicht in den jeweiligen Referenzlisten auftauchen. Ein Grund dafür kann sein, dass diese Arten in der MarBIT Datenbank nicht geführt sind und daher auch nicht ausgewählt werden können. Diese Arten können dann, wenn möglich mit entsprechenden ökologischen Zusatzinformationen, in die Datenbank eingelesen und daraufhin ausgewählt werden. Ein weiterer Grund für das Fehlen relevanter Arten in den Referenzlisten kann sein, dass diese Arten zwar in der MarBIT Datenbank geführt sind, dass aber aufgrund unzureichender Informationen in der Literatur, die relevanten Einträge

zu den autökologischen Merkmalen bzw. Kriterien im ökologischen Profil dieser Arten fehlen. In diesem Fall kann eine solche Art von dem Programm nicht aufgerufen werden. Dies kann aufgehoben werden, indem fehlende, jedoch für das Erstellen der Referenzliste relevante, Kriterien im Profil der jeweiligen Arten nachgetragen werden (siehe Kapitel F: Handlungsanweisung). Sollten jedoch keine Informationen verfügbar sein anhand derer das Programm die Arten auswählt, können diese Arten über den Filter manuell in die Referenzliste eingefügt werden.

Wie oben beschrieben, werden für den Anteil der sensitiven bzw. der toleranten Taxa als bewertungsrelevante Kriterien unabhängige Indizes berechnet, die in die Gesamtbewertung einfließen. Ein Art wird als sensitiv bezeichnet, wenn sie auf einen bestimmten Lebensraum oder einen bestimmte Nahrung spezialisiert ist, wenn sie ihrer Lebensstrategie nach als K-Strategie gilt oder aber wenn sie laut Rote Liste Status für Helgoland mindestens potentiell gefährdet ist. Tolerante Arten werden definiert als r-Strategen und als tolerant gegenüber Eutrophierung. Nun kann es aber geschehen, dass Arten Kriterien erfüllen, die sie gleichzeitig als sensitiv und tolerant auszeichnen. So ist beispielsweise für den Seestern *Asterias rubens* in der Datenbank verzeichnet, dass diese Art, belegt durch Literaturzitate, in ihrer Lebensstrategie als r-Strategie zu bezeichnen ist (► Kriterium für eine tolerante Art). Gleichzeitig jedoch wird durch Literaturangaben belegt, dass *A. rubens* auf eine bestimmte Nahrung spezialisiert ist (► Kriterium für eine sensitive Art). Zu Beginn der vorliegenden Arbeit waren Doppelnennungen für 31 Arten aufgeführt. In solchen Fällen muss der Bearbeiter anhand seiner Expertise bzw. anhand detaillierter Literaturrecherchen festlegen, ob eine betreffende Art nach MarBIT als sensitiv oder tolerant gelistet werden soll. Oftmals kann es in solchen Fällen im Vergleich zu anderen Arten zu einem Widerspruch mit der wirklichen Biologie des Organismus' führen. So ist beispielsweise die gebänderte Grübchenschnecke *Lacuna vincta* mit ca. 1.000 Eiern pro Gelege als r-Strategie anzusehen und im Vergleich dazu ist die flache Grübchenschnecke *L. pallidula* mit etwa 100 Eiern als K-Strategie zu benennen (Southgate, 1982). Im Vergleich zur Miesmuschel *Mytilus edulis* jedoch, die mehrere Millionen Eier während ihrer Fortpflanzungsperiode produziert (Tyler-Walters, 2007), sind beide Schnecken als K-Strategen zu werten.

Bei Doppelnennungen, die eine Art gleichzeitig als sensitiv und tolerant ausweisen, kann im Program das ausschlaggebende Kriterium ausgeschaltet werden, so dass nur noch eine Wahl zutrifft. Im Gegenteil können bestimmte Kriterien aktiviert werden, die dann die

entsprechende Wahl zulassen. Hierbei muss jedoch Sorge getragen werden, dass nicht absichtlich ein Kriterium verändert wird, das nicht der Biologie des Tieres entspricht. In solchen Fällen ist es besser alle relevanten Merkmale auszuschalten, so dass das Taxon in MarBIT weder als sensitiv noch als tolerant geführt wird. Solche Arten werden im Programm mit dem Zusatz „normal“ gelistet und werden in der Bewertung bei den Anteilen sensitiver oder toleranter Taxa außer Acht gelassen. Auf Grund obiger Ausführung ist es also unbedingt erforderlich alle Arten, die das Programm in einer Referenz listet, nochmals auf die Richtigkeit ihrer Zuweisung des Merkmals „sensitiv“ oder „tolerant“ zu überprüfen.

Da das vorliegende Bewertungssystem MarBIT einen aktuellen mit einem zu erwartenden Artenbestand vergleicht, müssen die Referenzlisten qualitativ an die erhobenen Daten eines entsprechenden Bezugsstandortes bzw. an die entsprechend angewandte Beprobungsstrategie abgestimmt werden. Je nach Beprobungsstrategie oder Probenbearbeitung können bestimmte Organismen nicht immer auf Artniveau identifiziert werden. Aus diesem Grund können mehrere Arten, abhängig von ihrem Verwandtschaftsgrad, in sogenannten Ersatztaxa, d.h. auf taxonomischer Ebene, zusammengeführt werden. Sind die zusammenzuführenden Arten sehr nahe mit einander verwandt, können die entstehenden Ersatztaxa auf entsprechend niedriger taxonomischer Ebene zusammengefasst werden. Die gruppierten Arten gehen dann als eigenständige Taxa in die Referenzliste und später in die Bewertung ein.

Ersatztaxa können über das Programm fest fixiert werden, oder aber manuell eingegeben werden. Im ersten Fall werden Ersatztaxa im Programm benannt und alle Arten, die einem bestimmten Taxon zugeordnet werden sollen, festgelegt. Auf diese Weise können die in der Referenzliste gruppierten Arten in der Rohdatenmatrix der aktuell erhobenen Daten als individuelle Arten gelistet werden. Die Zusammenführung wird automatisch durch das Programm geleistet. Im zweiten Fall wird das Ersatztaxon sowohl in der Referenzliste als auch manuell schon in der Rohdatenmatrix verankert. Einzelne Arten werden hierbei nicht mehr aufgeführt. In der vorliegenden Arbeit wurden zu Beginn der Testläufe Ersatztaxa im Programm fest definiert. Aufgrund technischer Schwierigkeiten erwies sich jedoch die manuelle Handhabung während der Testläufe als flexibler, da verschiedene Ersatztaxa im Laufe der Arbeit zusammengeführt oder aufgelöst werden mussten. Sämtliche Ersatztaxa und die Begründung für ihre Bildung sind für die jeweiligen Bezugsstandorte aufgeführt.

Ebenso wie bei den individuellen Arten, werden auch Ersatztaxa als sensitiv oder tolerant definiert, da diese als eigene Taxa in die Bewertung einfließen. Je nachdem ob die Arten, die ein Ersatztaxon bilden, sensitiv oder tolerant sind, wird auch das Ersatztaxon sensitiv oder tolerant. Dies ist unproblematisch solange alle zusammengefassten Arten eines Ersatztaxons entweder nur sensitiv oder nur tolerant sind, oder aber neben nur sensitiven oder toleranten Arten auch normale Arten mit dabei sind. Sobald Arten in einem Ersatztaxon sowohl sensitiv als auch tolerant sind, legt das Programm die Sensitivität bzw. Toleranz des Ersatztaxons fest. Da in diesem Fall ein Wahrheitsgehalt nicht mehr geleistet werden kann, sollte in solchen Fällen das Ersatztaxon manuell als normal gelistet werden. Hierfür verfügt das Programm über eine Funktion, die die Sensitivität eines gesamten Taxons in der Referenzliste ändern kann (siehe Kapitel F: Handlungsanweisung).

## A.1 Bezugsstandort: Nord-Felswatt

Das Nord-Felswatt, die sogenannte Abrasionsterasse, stellt einen Teil des „Helgoländer Felswatts“ dar, welches im Gegensatz zum beständig unter Wasser liegenden, sublitoralen Felssockel, mit den Gezeiten zweimal pro Tag etwa 200 m seewärts trocken fällt (Hagmeier, 1930; Krumbein, 1975). Die Abrasionsterasse ist durch ihre besonderen geomorphologischen Strukturen, d.h. wechselnde Buntsandstein-Schichtköpfe, Schichtflächen, Schichthöhlen und Priele mit Schillablagerungen charakterisiert (Hagmeier, 1930; Janke, 1986). Das Untersuchungsgebiet dieses Bezugsstandortes ist aufgrund der vertikal zonierten Algen- und Faunenbesiedlung in verschiedene Bereiche unterteilt: die *Enteromorpha*-Zone am oberen Bereich der Abrasionsterasse, die *Mytilus*-Zone im mittleren Bereich des Eulitorals, die *Fucus*-Zone im unteren Bereich der Abrasionsterasse und die *Laminaria*-Zone im Sublitoral (Reichert, 2003). Die Lebensgemeinschaften des Felswatts sind aufgrund der Gezeiten extremen Lebensbedingungen wie Salzgehalts- und Temperaturschwankungen unterworfen. Ausgehend von der Habitatbeschaffenheit des Bezugsstandortes Nord-Felswatt, wurden folgende sieben Kriterien für das Erstellen der Referenzlisten als Grundlage gewählt (siehe auch Anhang, Tab. I):

### 1. Kriterium

(Allgemeines) Geografische Verbreitung: 'N5-Helgoland'

► Dies grenzt Organismen aus anderen Gebieten der Nordsee oder der Ostsee ab (z.B. typische Weichbodenbewohner). Somit erlangt man durch dieses Kriterium alle bei Helgoland gefunden Arten.

### 2. Kriterium

(Lebensraum) Salinitätsansprüche: 'polyhalin'

oder (Lebensraum) Salinitätsansprüche: 'euhalin'

► Mit dem Kriterium Salinität wurden marine Organismen von limnischen Organismen abgegrenzt. Da Felswattbewohner meist an extreme Salinitätsschwankungen (Aussüßen vs. Evaporation in Gezeitentümpeln) angepasst sind, wurden auch Organismen aus polyhalinen Bereichen in die Referenzliste miteinbezogen.

### 3. Kriterium

(Lebensraum) Zonierung: 'Oberes Eulitoral'

oder (Lebensraum) Zonierung: 'Unteres Eulitoral'

oder (Lebensraum) Zonierung: 'Eulitoral'

oder (Lebensraum) Zonierung: 'Oberes Sublitoral'

► Mit dem Kriterium „Zonierung“ wird ein repräsentativer Querschnitt durch das Felswatt von der *Ulva*- über die *Mytilus*- bis zur *Fucus*-Zone (inkl. leicht zugänglicher Prielstandorte) gewährleistet. Ausgeschlossen werden z.B. Spritzwasserbereiche, welche während der Probennahme aufgrund von Steinschlaggefahr nicht berücksichtigt wurden sowie Prielbereiche, die aufgrund ständiger Wasserführung nicht adäquat beprobt werden können.

### 4. Kriterium

(Lebensraum) Substrat-/Habitatansprüche: 'Felsen, Blöcke, Hartsubstrat'

oder (Lebensraum) Substrat-/Habitatansprüche: 'Phytal'

oder (Lebensraum) Substrat-/Habitatansprüche: 'Miesmuschelbank'

► Die Wahl der Substrat-/ Habitatansprüche ergibt sich aus der Natur des Bezugsstandortes, welches ein charakteristisches Hartbodenhabitat darstellt.

### 5. Kriterium

(Lebensraum) Lebensraum/-horizont: 'Epibenthos'

oder (Lebensraum) Lebensraum/-horizont: 'Endobenthos'

oder (Lebensraum) Lebensraum/-horizont: 'Mesolithion'

► Obwohl das Endobenthos typischerweise Weichböden charakterisiert, gibt es auch im Hartsubstrat lebende Vertreter, welche im Nord-Felswatt abundant vertreten sind (z.B. Polychaeten: *Polydora ciliata*)

### 6. Kriterium

(Lebensraum) Exposition: 'nicht bis wenig exponiert' (Helgoland)

► Aufgrund des geographisch isolierten Standortes von Helgoland in der Nordsee sind im Vergleich zur Ostsee alle Helgoländer Felswatthabitats als exponiert anzusehen. Die Eingabe dieses Merkmals in die Datenbank (Reichert und Buchholz, 2008) wurde jedoch nur in Beziehung verschiedener Helgoländer Felswatt-Standorte betrachtet. So wurde das Westwatt, das nicht in die vorliegende Untersuchung einbezogen wurde, als exponiert, das Nord-Felswatt als nicht bis wenig exponiert bezeichnet.



## 7. Kriterium

(Ernährung) Ernährungsmodus: 'Räuber'

oder (Ernährung) Ernährungsmodus: 'Weidegänger'

oder (Ernährung) Ernährungsmodus: 'Suspensionsfresser'

oder (Ernährung) Ernährungsmodus: 'aktiver Suspensionsfresser'

oder (Ernährung) Ernährungsmodus: 'passiver Suspensionsfresser'

oder (Ernährung) Ernährungsmodus: 'Depositfresser'

oder (Ernährung) Ernährungsmodus: 'selektive Depositfresser'

oder (Ernährung) Ernährungsmodus: 'nichtselektive Depositfresser'

oder (Ernährung) Ernährungsmodus: 'Kommensale'

oder (Ernährung) Ernährungsmodus: 'Aasfresser'

► Für dieses Kriterium wurden alle Merkmale bis auf „Parasit“ gewählt. Parasitische Organismen konnten mit der hier angewandten nicht-destruktiven Beprobungsstrategie nicht erfasst werden, da sie in der Regel sehr klein sind oder aber zur Identifikation von ihrem Wirt entfernt werden müssen.

Für das Makrozoobenthos des Bezugsstandortes Nord-Felswatt ergab sich eine Referenzliste aus 107 Taxa, die mittels der in MarBIT vorgegebenen und ausgewählten Merkmale eine zu erwartende Lebensgemeinschaft widerspiegeln soll (Tab. 2).

Im Zuge der Nord-Felswatt Beprobung wurden bei der Datenerhebung bedingt durch die nicht-destruktive Beprobungsstrategie (siehe Kapitel B: Datenerhebung), verschiedene Arten zu Komplexgruppen zusammengefasst. Diese Komplexe wurden in der Regel aufgrund erschwelter eindeutiger Identifizierung von nahe verwandten Arten im Freiland, oft einhergehend mit geringer Körpergröße und hohen Abundanzen, gebildet. So wurden die Seepocken *Balanus balanus*, *Balanus crenatus*, *Semibalanus balanoides*, *Elminius modestus* und *Verruca stroemia* zur Gruppe der „Maxillopoda“ zusammengefasst und als solche in der Referenzliste geführt. Ähnlich wurden die drei kalkröhrenbildenden Polychaeten *Spirorbis spirorbis*, *S. tridentatus* und *Janua pagenstecheri* zur Gruppe der „Spirorbidae“ zusammengefasst. In der Gruppe „*Pomatoceros*“ wurden die Arten *P. triqueter* und *P. lamarckii* zusammengefasst. Diese beiden Arten lassen sich mit bloßem Auge anhand morphologischer Charakteristika im Bau der Kalkröhren recht eindeutig von einander unterscheiden. Bisher war für Helgoland nur *P. triqueter* bekannt und die Identifikation mit bloßem Auge im Feld daher vergleichsweise einfach. Im Laufe dieser

Arbeit konnte jedoch die Art *P. lamarckii* erstmalig für Helgoland nachgewiesen werden. Aus diesem Grund kann nicht ausgeschlossen werden, dass es sich bei den ursprünglich als *P. triquter* identifizierten Tieren auch ausschließlich nur um eine Art handelt. Daher wurden die beiden Arten rückwirkend auf ihr Gattungsniveau gehoben.

Abgesehen von dem gut erkennbaren Bäumchenröhrenwurm *Lanice conchilega* wurden weitere zu erwartende Polychaeten wie *Polydora ciliata* und *Fabricia sabella* in der Gruppe der „Polychaeta“ zusammengefasst. Neben den zwei sehr leicht und eindeutig zu erkennenden Actinien *Sargatia troglodytes* und *Sargatiogeton undatus* wurde das Sammeltaxon „Anthozoa“ eingeführt, das alle übrigen Arten umfasst, die im Feld nicht weiter bestimmt werden konnten. Unabhängig von der eigentlichen Identifizierung wurden bestimmte Arten, deren Artzusammengehörigkeit in der Literatur Gegenstand kontroverser Diskussionen ist, gesondert behandelt. Es wurden folgende Artkomplexe gebildet, wobei der Komplexname stellvertretend für jeweils beide in Frage kommenden Arten in den Referenzlisten geführt wird:

***Alcyonidium gelatinosum:*** *Alcyonidium gelatinosum*, *Alcyonidium mytilii*

***Hiatella arctica:*** *Hiatella arctica*, *Hiatella rugosa*

***Littorina obtusata:*** *Littorina obtusata*, *Littorina mariaae*

***Molgula citrina:*** *Molgula citrina*, *Molgula complanata*

Nach eingehender Prüfung dieser Artenliste zeigte sich, dass sämtliche mobile Arten mit eingeschlossen wurden, die jedoch bei der vorliegenden Beprobungsstrategie im Felswatt nicht erfasst wurden (siehe Teil B zur Datenerhebung). Die Beprobungsstrategie sieht vor, nur sessile und sich langsam bewegende, hemisessile Arten (z.B. Schnecken oder Schlangensterne) einzuschließen. Die in MarBIT vorgegebenen Merkmale lassen diese Auswahl zu. Dennoch wurde in diesem Fall davon abgesehen, da die möglichen Merkmale „sessil, hemisessil und mobil“ keiner eindeutigen Definition unterliegen. So wurden z.B. die Schnecken, die in allen drei Bezugsstandorten auftauchten von unterschiedlichen Bearbeitern verschiedentlich als mobil oder aber hemisessil in die MarBIT-Datenbank eingelesen.

Aus diesem Grund wurde die vorliegende Referenzliste geprüft und die Organismen die mit der angewandten Beprobungsstrategie nicht erfasst wurden sowie die untypischen bzw. nicht zu erwartenden Vertreter manuell herausgefiltert. Insgesamt wurden aus der ursprünglichen Liste (107 Taxa) 72 Taxa (67,3 %) manuell herausgefiltert, wobei 46 Taxa

(ca. 43 %) aufgrund ihrer Mobilität und 26 Taxa (24,3 %) als nicht zu erwartend ausgeschlossen wurden. Im Anschluss wurde die Liste um fünf, für das Felswatt charakteristische Taxa (zwei Hydrozoen, zwei Ascidien und eine Actinie) erweitert (Tab. 2). In abschließender Sichtung ergibt sich nun eine neue Referenzliste von 40 Arten, die nach unserem Wissen als fundierte Grundlage genutzt werden kann und eine zu erwartende typische Felswattgemeinschaft abbildet (Tab. 3). Hierbei wurden 11 Taxa (27,5 %) als sensitiv bewertet und 15 Taxa (37,5 %) als tolerant (siehe Kapitel C: Ergebnisse und Bewertung).

**Tab. 2:** Referenzlistenentwürfe für den Bezugsstandort Nord-Felswatt. Die Taxa sind alphabetisch sortiert. Gruppierung von Arten zu Ersatztaxa sind im Text erläutert. Grau hinterlegte und durchnummerierte Taxa stellen die ursprünglich von MarBIT erstellte Referenzliste dar. Mittig ist die neu angepasste und durchnummerierte Liste. Der Filter beschreibt den Ausschluss (-) bzw. das Hinzufügen (+) von Arten mit der entsprechenden Begründung.

Lfd. Nr.	Lfd. Nr. der Referenzliste nach MarBIT	Taxon	Referenzliste (sessile und sich langsam bewegende Taxa)	Nr.	Filter	Kommentar
1	1	<i>Acanthodoris pilosa</i>	langsames Taxon		-	eher typisch für das Sublitoral
2	2	<i>Aeolidia papillosa</i>	langsames Taxon		-	eher typisch für das Sublitoral
3	3	<i>Alcyonidium gelatinosum</i>	sessiles Taxon	1		
4	4	<i>Amphipholis squamata</i>	langsames Taxon	2		
5	5	<i>Anaitides maculata</i>	mobiles Taxon		-	mobil, nicht mit der a Beprobungsstrategie aufgenommen
6	6	Anthozoa	sessiles Taxon	3		
7	7	<i>Aphelochaeta marioni</i>	mobiles Taxon		-	mobil, nicht mit der Beprobungsstrategie aufgenommen
8	8	<i>Apherusa bispinosa</i>	mobiles Taxon		-	mobil, nicht mit der Beprobungsstrategie aufgenommen
9		<i>Aplidium turbinatum</i>	sessiles Taxon	4	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
10	9	<i>Archidoris pseudoargus</i>	langsames Taxon		-	eher typisch für das Sublitoral
11	10	<i>Asterias rubens</i>	langsames Taxon	5		
12	11	<i>Bodotria scorpioides</i>	mobiles Taxon		-	eher typ. für Sublitoral, nicht mit der Beprobungsstrategie aufgenommen
13	12	<i>Botryllus leachi</i>	sessiles Taxon	6		
14	13	<i>Botryllus schlosseri</i>	sessiles Taxon	7		
15	14	<i>Buccinum undatum</i>	mobiles Taxon		-	eher typisch für das Sublitoral
16	15	<i>Calliopijs laeviusculus</i>	mobiles Taxon		-	mobil, nicht mit der Beprobungsstrategie aufgenommen
17	16	<i>Callopora lineata</i>	sessiles Taxon	8		
18	17	<i>Cancer pagurus</i>	mobiles Taxon		-	mobil, nicht mit der Beprobungsstrategie aufgenommen
19	18	<i>Capitella capitata</i>	mobiles Taxon		-	mobil, nicht mit der Beprobungsstrategie aufgenommen
20	19	<i>Caprella linearis</i>	mobiles Taxon		-	mobil, nicht mit der Beprobungsstrategie aufgenommen
21	20	<i>Carcinus maenas</i>	mobiles Taxon		-	mobil, nicht mit der Beprobungsstrategie aufgenommen
22	21	<i>Celleporella hyalina</i>	sessiles Taxon		-	selten und eher im Sublitoral
23	22	<i>Ciona intestinalis</i>	sessiles Taxon		-	typischerweise nicht im Felswatt zu erwarten
24	23	<i>Clava multicornis</i>	sessiles Taxon	9		
25		<i>Clavelina lepadiformis</i>	sessiles Taxon	10	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
26	24	<i>Conopeum reticulum</i>	sessiles Taxon		-	eher typisch für das Sublitoral und Phytal (Laminaria-Haftkrallen)
27	25	<i>Corophium insidiosum</i>	mobiles Taxon		-	mobil, nicht mit der Beprobungsstrategie aufgenommen

28	26	<i>Coryphella verrucosa</i>	langsames Taxon		-	eher typisch für das Sublitoral
29	27	<i>Crangon crangon</i>	mobiles Taxon		-	mobil, nicht mit der Beprobungsstrategie aufgenommen
30	28	<i>Crassostrea gigas</i>	sessiles Taxon	11		
31	29	<i>Crepidula fornicata</i>	langsames Taxon		-	nur für einen einzigen Standort im Felswatt bekannt
32	30	<i>Cryptosula pallasiana</i>	sessiles Taxon	12		
33	31	<i>Cuthona foliata</i>	langsames Taxon		-	selten und eher typisch für das Sublitoral
34	32	<i>Dendronotus frondosus</i>	langsames Taxon		-	eher typisch für das Sublitoral
35	33	<i>Dexamine spinosa</i>	mobiles Taxon		-	mobil, nicht mit der Beprobungsstrategie aufgenommen
36	34	<i>Didemnum maculosum</i>	sessiles Taxon	13		
37	35	<i>Doto coronata</i>	langsames Taxon		-	eher typisch für das Sublitoral
38		<i>Dynamena pumila</i>	sessiles Taxon	14	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
39	36	<i>Electra pilosa</i>	sessiles Taxon	15		
40	37	<i>Elysia viridis</i>	langsames Taxon	16		
41	38	<i>Escharella variolosa</i>	sessiles Taxon		-	typischerweise nicht im Felswatt zu erwarten
42	39	<i>Eualus occultus</i>	mobiles Taxon		-	wurde bisher nur von Janke (1986) gefunden; eher typisch für das Sublitoral
43	40	<i>Eulalia viridis</i>	mobiles Taxon		-	mobil, nicht mit der Beprobungsstrategie aufgenommen
44	41	<i>Eumida sanguinea</i>	mobiles Taxon		-	mobil, nicht mit der Beprobungsstrategie aufgenommen
45	42	<i>Flustrellidra hispida</i>	sessiles Taxon	17		
46	43	<i>Gammarellus homari</i>	mobiles Taxon		-	mobil, nicht mit der Beprobungsstrategie aufgenommen
47	44	<i>Gammarus locusta</i>	mobiles Taxon		-	mobil, nicht mit der Beprobungsstrategie aufgenommen
48	45	<i>Gattyana cirrosa</i>	mobiles Taxon		-	mobil, nicht mit der Beprobungsstrategie aufgenommen
49	46	<i>Gibbula cineraria</i>	mobiles Taxon	18		
50	47	<i>Halichondria panicea</i>	sessiles Taxon	19		
51	48	<i>Halisarca dujardini</i>	sessiles Taxon	20		
52	49	<i>Harmothoe imbricata</i>	mobiles Taxon		-	mobil, nicht mit der Beprobungsstrategie aufgenommen
53	50	<i>Harmothoe impar</i>	mobiles Taxon		-	mobil, nicht mit der Beprobungsstrategie aufgenommen
54	51	<i>Hediste diversicolor</i>	mobiles Taxon		-	mobil, nicht mit der Beprobungsstrategie aufgenommen
55	52	<i>Hiatella arctica</i>	sessiles Taxon	21		
56	53	<i>Hyale prevosti</i>	mobiles Taxon		-	mobil, nicht mit der Beprobungsstrategie aufgenommen
57	54	<i>Hydrobia ulvae</i>	langsames Taxon	22		
58	55	<i>Idotea balthica</i>	mobiles Taxon		-	mobil, nicht mit der Beprobungsstrategie aufgenommen
59	56	<i>Idotea chelipes</i>	mobiles Taxon		-	mobil, nicht mit der Beprobungsstrategie aufgenommen
60	57	<i>Idotea granulosa</i>	mobiles Taxon		-	mobil, nicht mit der Beprobungsstrategie aufgenommen
61	58	<i>Jaera albifrons</i>	mobiles Taxon		-	mobil, nicht mit der Beprobungsstrategie aufgenommen

62	59	<i>Lacuna pallidula</i>	langsames Taxon	23	
63	60	<i>Lacuna vincta</i>	langsames Taxon	24	
64	61	<i>Lamellaria perspicua</i>	langsames Taxon		- selten und eher typisch für das Sublitoral
65	62	<i>Lanice conchilega</i>	sessiles Taxon	25	
66		<i>Laomedea flexuosa</i>	sessiles Taxon	26	+ nach Expertenmeinung hinzugefügt
67	63	<i>Lepidochitona cinerea</i>	langsames Taxon	27	
68	64	<i>Lepidonotus squamatus</i>	mobiles Taxon		- mobil, nicht mit der Beprobungsstrategie aufgenommen
69	65	<i>Leucosolenia botryoides</i>	sessiles Taxon	28	
70	66	<i>Ligia oceanica</i>	mobiles Taxon		- mobil, nicht mit der Beprobungsstrategie aufgenommen
71	67	<i>Lineus ruber</i>	mobiles Taxon		- mobil, nicht mit der Beprobungsstrategie aufgenommen
72	68	<i>Liocarcinus holsatus</i>	mobiles Taxon		- mobil, nicht mit der Beprobungsstrategie aufgenommen
73	69	<i>Littorina obtusata</i>	langsames Taxon	29	
74	70	<i>Littorina littorea</i>	langsames Taxon	30	
75	71	<i>Littorina saxatilis</i>	langsames Taxon		- eher typisch für oberes Eulitoral - wurde nicht beprobt
76	72	Maxillopoda	sessiles Taxon	31	
77	73	<i>Membranipora membranacea</i>	sessiles Taxon		- eher typisch für das Sublitoral und Phytal (Laminaria-Haftkrallen)
78	74	<i>Metridium senile</i>	sessiles Taxon		- eher typisch für das Sublitoral
79	75	<i>Microphthalmus sczelkowi</i>	mobiles Taxon		- mobil, nicht mit der Beprobungsstrategie aufgenommen
80	76	<i>Modiolus modiolus</i>	sessiles Taxon		- eher typisch für das Sublitoral
81	77	<i>Molgula citrina</i>	sessiles Taxon	32	
82	78	<i>Mytilus edulis</i>	sessiles Taxon	33	
83	79	<i>Neanthes virens</i>	mobiles Taxon		- mobil, nicht mit der Beprobungsstrategie aufgenommen
84	80	<i>Neoamphitrite figulus</i>	mobiles Taxon		- kein typischer Felswattbewohner
85	81	<i>Nereis pelagica</i>	mobiles Taxon		- mobil, nicht mit der Beprobungsstrategie aufgenommen
86	82	<i>Nicolea zostericola</i>	mobiles Taxon		- kein typischer Felswattbewohner
87	83	<i>Onchidoris muricata</i>	langsames Taxon		- eher typisch für das Sublitoral
88	84	<i>Oscarella lobularis</i>	sessiles Taxon		- wurde bisher noch nicht für das Felswatt berichtet
89	85	<i>Pagurus bernhardus</i>	mobiles Taxon		- mobil, nicht mit der Beprobungsstrategie aufgenommen
90	86	<i>Pisidia longicornis</i>	mobiles Taxon		- mobil, nicht mit der Beprobungsstrategie aufgenommen
91	87	Polychaeta	sessiles Taxon	34	
92	88	<i>Pomatoceros</i> sp.	sessiles Taxon	35	
93	89	<i>Psammechinus miliaris</i>	langsames Taxon		- eher typisch für das Sublitoral
94	90	<i>Pusillina inconspicua</i>	langsames Taxon		- selten, eher im Sublitoral und auf sandigen oder schlickigen Böden
95	91	<i>Pygospio elegans</i>	mobiles Taxon		- mobil, nicht mit der Beprobungsstrategie aufgenommen

96	92	<i>Retusa truncatula</i>	langsames Taxon		-	selten und eher auf Schlick- und Sandböden
97	93	<i>Rissoa parva</i>	langsames Taxon	36		
98	94	<i>Sabellaria spinulosa</i>	mobiles Taxon		-	kein typischer Felswattbewohner
99	95	<i>Sagartia troglodytes</i>	sessiles Taxon	37		
100		<i>Sagartiogeton undatus</i>	sessiles Taxon	38	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
101	96	<i>Scolelepis squamata</i>	mobiles Taxon		-	mobil, nicht mit der Beprobungsstrategie aufgenommen
102	97	<i>Scoloplos armiger</i>	mobiles Taxon		-	mobil, nicht mit der Beprobungsstrategie aufgenommen
103	98	<i>Sertularia cupressina</i>	sessiles Taxon		-	eher typisch für das Sublitoral
104	99	<i>Skeneopsis planorbis</i>	langsames Taxon		-	wurde bisher nur von Janke (1986) gefunden
105	100	<i>Spiophanes bombyx</i>	mobiles Taxon		-	mobil, nicht mit der Beprobungsstrategie aufgenommen
106	101	Spirorbidae	sessiles Taxon	39		
107	102	<i>Spisula solida</i>	sessiles Taxon		-	eher ein Schlick- und Sandbodenbewohner
108	103	<i>Sycon ciliatum</i>	sessiles Taxon	40		
109	104	<i>Syllis gracilis</i>	mobiles Taxon		-	mobil, nicht mit der Beprobungsstrategie aufgenommen
110	105	<i>Tectura virginea</i>	sessiles Taxon		-	wurde bisher nur von Janke (1986) gefunden
111	106	<i>Tubificoides benedeni</i>	mobiles Taxon		-	mobil, nicht mit der Beprobungsstrategie aufgenommen
112	107	<i>Venerupis senegalensis</i>	sessiles Taxon		-	eher ein Schlick- und Sandbodenbewohner

**Tab. 3:** Überarbeitete und angepasste Referenzliste für den Bezugsstandort Nord-Felswatt. Die Liste umfasst 40 Taxa. Ersatztaxa bzw. Artkomplexe sind im Text oben erläutert.

1	<i>Alcyonidium gelatinosum</i> (L., 1761)	21	<i>Hiatella arctica</i> (L., 1767)
2	<i>Amphipholis squamata</i> (Delle Chiajei, 1828)	22	<i>Hydrobia ulvae</i> (Pennant, 1777)
3	Anthozoa Ehrenberg, 1834	23	<i>Lacuna pallidula</i> (E.M. da Costa, 1778)
4	<i>Aplidium turbinatum</i> (Savigny, 1816)	24	<i>Lacuna vincta</i> (Montagu, 1803)
5	<i>Asterias rubens</i> (L., 1758)	25	<i>Lanice conchilega</i> (Pallas, 1766)
6	<i>Botryllus leachi</i> (Savigny, 1816)	26	<i>Laomedea flexuosa</i> Alder, 1857
7	<i>Botryllus schlosseri</i> (Pallas, 1766)	27	<i>Lepidochitona cinerea</i> (L., 1767)
8	<i>Callopora lineata</i> (L., 1767)	28	<i>Leucosolenia botryoides</i> (Ellis and Solander, 1786)
9	<i>Clava multicornis</i> (Forsskål, 1775)	29	<i>Littorina littorea</i> (L., 1758)
10	<i>Clavelina lepadiformis</i> Savigny, 1816	30	<i>Littorina obtusata</i> (L., 1758)
11	<i>Crassostrea gigas</i> (Thunberg, 1793)	31	Maxillopoda Dahl, 1956
12	<i>Cryptosula pallasiana</i> Moll, 1803	32	<i>Molgula citrina</i> Alder and Hancock, 1848
13	<i>Didemnum maculosum</i> Milne-Edwards, 1841	33	<i>Mytilus edulis</i> L., 1758
14	<i>Dynamena pumila</i> (L., 1758)	34	Polychaeta Grube, 1850
15	<i>Electra pilosa</i> (L., 1768)	35	<i>Pomatoceros Philippi</i> , 1844
16	<i>Elysia viridis</i> Risso, 1818	36	<i>Rissoa parva</i> (da Costa, 1778)
17	<i>Flustrellidra hispida</i> O. Fabricius, 1780	37	<i>Sagartia troglodytes</i> (Price in Johnston, 1847)
18	<i>Gibbula cineraria</i> Linnaeus, 1758	38	<i>Sagartiogeton undatus</i> (Müller, 1778)
19	<i>Halichondria panicea</i> (Pallas, 1766)	39	Spirorbidae Pillai, 1970
20	<i>Halisarca dujardini</i> Johnston, 1842	40	<i>Sycon ciliatum</i> Fabricius, 1780



## A.2 Bezugsstandort: *Laminaria*-Haftkrallen

Neben der begrenzten Verfügbarkeit primärer Hartsubstrate, stellen die dichten Vorkommen großer Braunalgen der Gruppe Laminariaceae im Sublitoral um Helgoland ein bedeutendes sekundäres Besiedlungssubstrat für marine Invertebraten dar (Chrapkowski-Llinares, 2005). Aufgrund der im Eulitoral und Sublitoral unterschiedlich wirkenden Einflüsse von z.B. Temperatur, Salzgehalt und Strömungen, sowie der Exponiertheit durch das regelmäßige Trockenfallen durch die Gezeiten, heben sich sublitorale epiphytische Lebensgemeinschaften oftmals deutlich gegen typische Lebensgemeinschaften der Gezeitenzone ab. Insbesondere die Haftkrallen stellen ein wichtiges Mikrohabitat dar und bieten u.a. verstärkten Schutz für verschiedene Jungtierstadien. Ausgehend von der Habitatbeschaffenheit des Bezugsstandortes *Laminaria*-Haftkrallen, wurden folgende sechs Kriterien für das Erstellen der Referenzlisten als Grundlage gewählt (siehe auch Anhang, Tab. I):

### 1. Kriterium

(Allgemeines) geografische Verbreitung: 'N5-Helgoland'

► Dies grenzt Organismen aus anderen Gebieten der Nordsee oder der Ostsee ab (z.B. typische Weichbodenbewohner). Somit erlangt man durch dieses Kriterium alle bei Helgoland gefunden Arten.

### 2. Kriterium

(Lebensraum) Salinitätsansprüche: 'euhalin'

► Mit dem Kriterium Salinität wurden marine Organismen von limnischen Organismen abgegrenzt. Obwohl die Thalli der großen Brauntange im oberen Sublitoral während der Niedrigwasserphasen durchaus trockenfallen können, verbleiben die Haftkrallen grundsätzlich unter Wasser. In der Regel jedoch sind die Brauntangbestände weitgehend auf sublitorale Bereiche beschränkt. Aus diesem Grund wurde hier nur das Kriterium euhalin gewählt.

### 3. Kriterium

(Lebensraum) Zonierung: 'Oberes Sublitoral'

oder (Lebensraum) Zonierung: 'Unteres Sublitoral'

oder (Lebensraum) Zonierung: 'Sublitoral'

► Das Kriterium „Zonierung“ bleibt bei der Betrachtung der *Laminaria*-Habitats auf das Sublitoral beschränkt. Eulitorale Bestände, die beispielsweise über das Felswatt bei extremen Niedrigwasserphasen zu erreichen sind wurden in der vorliegenden Arbeit ausgespart. Die Beprobung erfolgte rein taucherisch an sublitoralen und dauerhaft unter Wasser befindlichen *Laminaria*-Beständen.

#### 4. Kriterium

(Lebensraum) Substrat-/Habitatsansprüche: 'Laminarienrhizoide'

► Die Wahl der Substrat-/ Habitatsansprüche ergibt sich aus der Natur des Bezugsstandortes, welches ein charakteristisches, eigenes und in sich abgeschlossenes Mikrohabitat darstellt.

#### 5. Kriterium

(Lebensraum) Lebensraum/-horizont: 'Epibenthos'

► Im Falle der *Laminaria*-Haftkrallen wurde nur der Auwuchs betrachtet. Bohrende Organismen wurden, soweit überhaupt vorhanden, vernachlässigt. Die Rhizoiden-Ausläufer der Haftkrallen sind oft stark in einander verschlungen und bieten so besiedelbare Ritzen und Spalten. Dennoch wurde hier vom Kriterium „Mesolithion“ abgesehen, da dieses sich vornehmlich auf steiniges Substrat bezieht.

#### 6. Kriterium

(Ernährung) Ernährungsmodus: 'Räuber'

oder (Ernährung) Ernährungsmodus: 'Weidegänger'

oder (Ernährung) Ernährungsmodus: 'Suspensionsfresser'

oder (Ernährung) Ernährungsmodus: 'aktiver Suspensionsfresser'

oder (Ernährung) Ernährungsmodus: 'passiver Suspensionsfresser'

oder (Ernährung) Ernährungsmodus: 'Depositfresser'

oder (Ernährung) Ernährungsmodus: 'selektive Depositfresser'

oder (Ernährung) Ernährungsmodus: 'nichtselektive Depositfresser'

oder (Ernährung) Ernährungsmodus: 'Kommensale'

oder (Ernährung) Ernährungsmodus: 'Aasfresser'

► Für dieses Kriterium wurden alle Merkmale bis auf „Parasit“ gewählt. Parasitische Organismen sind in der Regel sehr klein und daher schlecht sichtbar oder aber müssen zur

Identifikation von ihrem Wirt entfernt werden. Aus diesem Grund wurde auf dieses Kriterium verzichtet.

Für das Makrozoobenthos des Bezugsstandortes *Laminaria*-Haftkrallen ergab sich eine Referenzliste aus insgesamt 81 Arten, die mittels der in MarBIT vorgegebenen und ausgewählten Merkmale eine zu erwartende Lebensgemeinschaft widerspiegeln soll (Tab. 4). Im Zuge der Datenerhebung wurden die Proben (einzelne *Laminaria*-Haftkrallen) bis zur weiteren Bearbeitung in Seewasser gefroren (siehe Kapitel B: Datenerhebung). Dies hatte zur Folge, dass bei einigen weichhäutigen Organismen, wie z.B. Anthozoa, Opisthobranchia oder Polychaeta, die für die Identifikation relevanten morphologischen Strukturen weitgehend zerstört wurden. Aus diesem Grund wurden folgende Ersatztaxa auf geringstmöglicher taxonomischer Ebene erstellt: „Anthozoa“, „*Eulalia*“, „Nematoda“, „*Neoamphitrite*“, „*Nereis*“, „Phyllodoceidae“ und „Syllidae“. Weiterhin führten stark zerstörte bzw. überwachsene Röhren der beiden kalkröhrenbildenden Polychaeten *Spirorbis spirorbis* und *S. tridentatus* zur Reduktion auf die Gattung „*Spirorbis*“. Aus oben genannten Gründen wurden die beiden Arten *Pomatoceros triqueter* und *P. lamarckii* im Taxon „*Pomatoceros*“ zusammengefasst. Der gammaride Amphipode *Apherusa bispinosa* unterliegt bezüglich der gängigen Bestimmungsmerkmale (Form der dritten Epimeralplatte) einer hohen morphologischen Variabilität. Aus diesem Grund kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich möglicherweise unter den von uns identifizierten Tieren weitere Arten wie z.B. *Apherusa alacris* verbergen. Aus diesem Grund wurden alle kritischen Exemplare unter dem Taxon *Apherusa bispinosa* zusammengefasst. Weiterhin wurden die Taxa „*Caprella*“ und „*Galathea*“ aufgrund unbestimmbarer Jungtierstadien in diesen Gruppen geführt. Aufgrund erschwerter Identifizierung und in der Literatur kontrovers diskutierter Arten wurden folgende Artkomplexe gebildet und als solche in den Referenzlisten geführt:

***Alcyonidium gelatinosum*:** *Alcyonidium gelatinosum*, *Alcyonidium mytilii*

***Hiatella arctica*:** *Hiatella arctica*, *Hiatella rugosa*

***Molgula citrina*:** *Molgula citrina*, *Molgula complanata*

Im Vergleich zum Nord-Felswatt, wo nur der sessile bzw. sich langsam bewegende Artbestand beprobt und somit auch in einer einheitlichen Abundanz angegeben werden konnte, setzt sich die Referenzliste der *Laminaria*-Haftkrallen zu ähnlich großen Teilen aus sessilen (solitär und kolonial) und mobilen Taxa zusammen, die unterschiedlicher

Abundanzangaben bedürfen. Die Handhabung dieser Problematik und Trennung dieser beiden Gruppen ist weiter unten im Kapitel B zur Datenerhebung beschrieben. Im Zuge der Trennung der mobilen und sessilen Taxa während der Datenaufnahme, wurde daher auch die oben genannte Liste der 81 Taxa in zwei getrennte Referenzlisten unterteilt (Tab. 4).

Bivalve Mollusken wurden hierbei per Definition als sessil angesehen, obwohl einige Muscheln durchaus in der Lage sind, sich auch nach ihrer Metarmorphose kriechend oder grabend fortzubewegen. Bei den Polychaeten wurden die kalkröhrenbildenden Arten als sessil geführt, wogegen solche Arten, die weichhäutige Röhren bilden, als mobile Arten gezählt wurden. Das liegt zum einen daran, dass Weichröhrenbildner in der Regel in der Lage sind ihre Röhre zu verlassen und wieder aufzusuchen oder aber sich eine neue Röhre zu bauen. Kalkröhrenbildner dagegen, verbleiben in der Regel Zeit ihres Lebens in der Röhre. Zum anderen wurden die weichhäutigen Röhren verstärkt durch das Einfrieren bzw. Behandeln der Proben abgelöst und zerstört, so dass nur die Körper, nicht aber die Röhren, gefunden werden konnten. Als einzige Ausnahme gilt der Bäumchenröhrenwurm *Lanice conchilega*, dessen Röhren trotz der Probenbehandlung gut erkennbar und identifizierbar waren.

Die Referenzliste der sessilen Taxa umfasst nach eingehender Sichtung und Anpassung insgesamt 37 solitär und kolonial lebende sessile Invertebraten-Taxa. Insgesamt wurden dabei aus der ursprünglichen Liste der sessilen Taxa (35 von 81 Taxa) fünf Taxa (14,3 %) manuell herausgefiltert und die Liste im Anschluss um sieben relevante Taxa (zwei Schwämme, zwei Hydrozoen, eine Muschel, einen Polychaeten und eine Bryozoe) erweitert (Tab. 5). Insgesamt wurden 8 Taxa (21,6 %) als sensitiv und 14 (37,8 %) als tolerant bewertet (siehe Kapitel C: Ergebnisse und Bewertung).

Die Liste der mobilen Taxa beläuft sich nach abschliessender Sichtung und Anpassung auf 65 Taxa. Hierbei wurden insgesamt aus der ursprünglichen Liste der mobilen Arten (46 von 81 Taxa) elf Taxa (23,9 %) manuell herausgefiltert. Im Anschluss wurde die Liste um 30 Taxa erweitert (Tab. 6). Den größten Anteil der neu aufgenommenen Taxa stellten die Amphipoden mit etwa 43 %, gefolgt von den Polychaeten, Pantopoda und dekapoden Crustaceen mit jeweils etwa 23, 13 und 10 %. Gastropoden, Isopoden und Nematoda waren jeweils nur mit einem Taxon vertreten. Bei den mobilen Taxa wurden von insgesamt 65 Taxa der Referenzliste 20 (30,8 %) als sensitiv und 21 (32,3 %) als tolerant bewertet (siehe Kapitel C: Ergebnisse und Bewertung).

**Tab. 4:** Referenzlistenentwürfe für den Bezugsstandort *Laminaria*-Haftkrallen. Die Taxa sind alphabetisch sortiert. Gruppierung von Arten zu Ersatztaxa sind im Text erläutert. Grau hinterlegte und durchnummerierte Taxa stellen die ursprünglich von MarBIT erstellte Referenzliste dar. Mittig sind die neu angepassten Listen der sessilen und mobilen Taxa durchnummeriert. Der Filter beschreibt den Ausschluss (-) bzw. das Hinzufügen (+) von Arten mit der entsprechenden Begründung.

Lfd. Nr.	Lfd. Nr. der Referenzliste nach MarBIT	Arten	Liste der sessilen Taxa (solitär und kolonial)	Nr.	Liste der mobilen Taxa	Nr.	Filter	Kommentar
1		<i>Achelia echinata</i>			mobiles Taxon	1	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
2		<i>Achelia hispida</i>			mobiles Taxon	2	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
3	1	<i>Alcyonidium gelatinosum</i>	sessiles Taxon	1				
4	2	<i>Amphipholis squamata</i>			mobiles Taxon	3		
5	3	<i>Anaitides maculata</i>			mobiles Taxon	4		
6		<i>Anomia ephippium</i>	sessiles Taxon	2			+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
7		<i>Anoplodactylus angulatus</i>			mobiles Taxon	5	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
8	4	Anthozoa	sessiles Taxon	3				
9		<i>Aora gracilis</i>			mobiles Taxon	6	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
10	5	<i>Apherusa bispinosa</i>			mobiles Taxon	7		
11		<i>Apherusa jurinei</i>			mobiles Taxon	8	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
12	6	<i>Asterias rubens</i>			mobiles Taxon	9		
13		<i>Autolytus prolifer</i>			mobiles Taxon	10	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
14	7	<i>Balanus balanus</i>	sessiles Taxon	4				
15	8	<i>Balanus crenatus</i>	sessiles Taxon	5				
16	9	<i>Botryllus leachi</i>	sessiles Taxon	6				
17	10	<i>Botryllus schlosseri</i>	sessiles Taxon	7				
18	11	<i>Calliopijs laeviusculus</i>			mobiles Taxon		-	ist eher ein Gezeitenbewohner, seltener im Sublitoral
19	12	<i>Callopora aurita</i>	sessiles Taxon				-	laut Literatur nicht auf <i>Laminaria</i> -Haftkrallen zu erwarten
20	13	<i>Callopora lineata</i>	sessiles Taxon	8				
21	14	<i>Cancer pagurus</i>			mobiles Taxon		-	laut Literatur nicht zu erwarten
22		<i>Caprella</i> sp.			mobiles Taxon	11	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
23	15	<i>Caprella linearis</i>			mobiles Taxon	12		
24		<i>Caprella mutica</i>			mobiles Taxon	13	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
25		<i>Carcinus maenas</i>			mobiles Taxon	14	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
26	16	<i>Celleporella hyalina</i>	sessiles Taxon	9				
27	17	<i>Clavelina lepadiformis</i>	sessiles Taxon	10				

28		<i>Corophium bonnellii</i>		mobiles Taxon	15	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
29	18	<i>Corophium insidiosum</i>		mobiles Taxon	16		
30		<i>Corophium sextonae</i>		mobiles Taxon	17	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
31	19	<i>Crangon crangon</i>		mobiles Taxon	18		
32	20	<i>Crisia eburnea</i>	sessiles Taxon	11			
33	21	<i>Cryptosula pallasiana</i>	sessiles Taxon	12			
34	22	<i>Cuthona foliata</i>		mobiles Taxon	19		
35	23	<i>Dendrodoa grossularia</i>	sessiles Taxon	13			
36	24	<i>Dexamine spinosa</i>		mobiles Taxon	20		
37	25	<i>Didemnum maculosum</i>	sessiles Taxon	14			
38	26	<i>Doto coronata</i>		mobiles Taxon	21		
39		<i>Dynamena pumila</i>	sessiles Taxon	15		+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
40	27	<i>Electra pilosa</i>	sessiles Taxon	16			
41	28	<i>Escharella variolosa</i>	sessiles Taxon	17			
42	29	<i>Eteone longa</i>		mobiles Taxon	22		
43	30	<i>Eubranchus farrani</i>		mobiles Taxon	23		
44		<i>Eulalia</i> sp.		mobiles Taxon	24	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
45	31	<i>Eulalia viridis</i>		mobiles Taxon	25		
46	32	<i>Eumida sanguinea</i>		mobiles Taxon	26		
47	33	<i>Eusyllis blomstrandii</i>		mobiles Taxon	27		
48	34	<i>Flustra foliacea</i>	sessiles Taxon	18			
49	35	<i>Flustrellidra hispida</i>	sessiles Taxon			-	laut Literatur nicht auf <i>Laminaria</i> -Haftkrallen zu erwarten
50		<i>Galathea</i> sp.		mobiles Taxon	28	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
51		<i>Gammarella fucicola</i>		mobiles Taxon	30	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
52		<i>Gammarellus angulosus</i>		mobiles Taxon	29	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
53	36	<i>Gammarellus homari</i>		mobiles Taxon	31		
54	37	<i>Gattyana cirrosa</i>		mobiles Taxon		-	laut Expertise nicht zu erwarten
55	38	<i>Gibbula cineraria</i>		mobiles Taxon	32		
56		<i>Halichondria panicea</i>	sessiles Taxon	19		+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
57	39	<i>Halisarca dujardini</i>	sessiles Taxon	20			
58	40	<i>Harmothoe imbricata</i>		mobiles Taxon		-	laut Expertise nicht zu erwarten
59	41	<i>Harmothoe impar</i>		mobiles Taxon	33		
60		<i>Hediste diversicolor</i>		mobiles Taxon	34	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
61	42	<i>Hiatella arctica</i>	sessiles Taxon	21			

62	43	<i>Hydrobia ulvae</i>		mobiles Taxon	35		
63	44	<i>Idotea granulosa</i>		mobiles Taxon	36		
64	45	<i>Jaera albifrons</i>		mobiles Taxon		-	laut Expertise nicht zu erwarten
65		<i>Janira maculosa</i>		mobiles Taxon	37	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
66	46	<i>Janua pagenstecheri</i>	sessiles Taxon	22			
67		<i>Jassa falcata</i>		mobiles Taxon	38	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
68		<i>Jassa marmorata</i>		mobiles Taxon	39	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
69	47	<i>Kefersteinia cirrata</i>		mobiles Taxon		-	laut Expertise nicht zu erwarten
70	48	<i>Lacuna pallidula</i>		mobiles Taxon	40		
71	49	<i>Lacuna vincta</i>		mobiles Taxon	41		
72	50	<i>Lamellaria perspicua</i>		mobiles Taxon	42		
73		<i>Lanice conchilega</i>	sessiles Taxon	23		+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
74		<i>Laomedea flexuosa</i>	sessiles Taxon	24		+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
75	51	<i>Lepidonotus squamatus</i>		mobiles Taxon	43		
76		<i>Leucosolenia botryoides</i>	sessiles Taxon	25		+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
77	52	<i>Lichenopora hispida</i>	sessiles Taxon	26			
78	53	<i>Lineus ruber</i>		mobiles Taxon	44		
79	54	<i>Liocarcinus holsatus</i>		mobiles Taxon		-	laut Expertise nicht zu erwarten
80	55	<i>Littorina obtusata</i>		mobiles Taxon		-	laut Expertise nicht zu erwarten
81	56	<i>Membranipora membranacea</i>	sessiles Taxon	27			
82	57	<i>Membraniporella nitida</i>	sessiles Taxon	28			
83	58	<i>Modiolus modiolus</i>	sessiles Taxon	29			
84	59	<i>Molgula citrina</i>	sessiles Taxon	30			
85	60	<i>Mytilus edulis</i>	sessiles Taxon	31			
86	61	<i>Neanthes virens</i>		mobiles Taxon	45		
87		Nematoda		mobiles Taxon	46	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
88		<i>Neoamphitrite</i> sp.		mobiles Taxon	47	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
89	62	<i>Neoamphitrite figulus</i>		mobiles Taxon	48		
90		<i>Nereis</i> sp.		mobiles Taxon	49	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
91	63	<i>Nereis pelagica</i>		mobiles Taxon	50		
92	64	<i>Nicolea zostericola</i>		mobiles Taxon	51		
93		<i>Nymphon brevirostre</i>		mobiles Taxon	52	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
94	65	<i>Obelia longissima</i>	sessiles Taxon			-	laut Literatur nicht auf <i>Laminaria</i> -Haftkrallen zu erwarten
95	66	<i>Onchidoris muricata</i>		mobiles Taxon	53		

96		<i>Onoba aculeus</i>		mobiles Taxon	54	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
97	67	<i>Pholoe minuta</i>		mobiles Taxon	55		
98		<i>Phtisica marina</i>		mobiles Taxon	56	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
99		Phyllodocidae		mobiles Taxon	57	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
100		<i>Pilumnus hirtellus</i>		mobiles Taxon	58	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
101	68	<i>Pisidia longicornis</i>		mobiles Taxon	59		
102	69	<i>Placida dendritica</i>		mobiles Taxon		-	nicht zu erwarten, eher auf Grünalgen
103	70	<i>Polydora ciliata</i>		mobiles Taxon		-	bohrt in Hartsubstrat, nicht auf <i>Laminaria</i> -Haftkrallen zu erwarten
104	71	<i>Pomatoceros</i> sp.	sessiles Taxon	32			
105	72	<i>Retusa truncatula</i>		mobiles Taxon	60		
106	73	<i>Rissoa parva</i>		mobiles Taxon	61		
107	74	<i>Sabellaria spinulosa</i>		mobiles Taxon		-	laut Literatur nicht zu erwarten
108	75	<i>Scrupocellaria scruposa</i>	sessiles Taxon			-	laut Literatur nicht auf <i>Laminaria</i> -Haftkrallen zu erwarten
109	76	<i>Sertularia cupressina</i>	sessiles Taxon			-	laut Literatur nicht auf <i>Laminaria</i> -Haftkrallen zu erwarten
110	77	<i>Spirorbis</i> sp.	sessiles Taxon	33			
111		<i>Stenothoe marina</i>		mobiles Taxon	62	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
112		<i>Stenothoe monoculoides</i>		mobiles Taxon	63	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
113	78	<i>Sycon ciliatum</i>	sessiles Taxon	34			
114		Syllidae		mobiles Taxon	64	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
115	79	<i>Syllis gracilis</i>		mobiles Taxon	65		
116		<i>Tubulipora</i> sp.	sessiles Taxon	35		+	laut Literatur nicht auf <i>Laminaria</i> -Haftkrallen zu erwarten
117	80	<i>Venerupis senegalensis</i>	sessiles Taxon	36			
118	81	<i>Verruca stroemia</i>	sessiles Taxon	37			



**Tab. 5:** Überarbeitete und angepasste Referenzliste für die sessilen Taxa des Bezugsstandortes *Laminaria*-Haftkrallen. Die Liste umfasst 37 Taxa. Ersatztaxa bzw. Artkomplexe sind im Text oben erläutert.

1	<i>Alcyonidium gelatinosum</i> (L., 1761)	20	<i>Halisarca dujardini</i> Johnston, 1842
2	<i>Anomia ephippium</i> Linnaeus, 1758	21	<i>Hiatella arctica</i> (L., 1767)
3	Anthozoa Ehrenberg, 1834	22	<i>Janua pagenstecheri</i> Quatrefages, 1865
4	<i>Balanus balanus</i> (Linnaeus, 1758)	23	<i>Lanice conchilega</i> (Pallas, 1766)
5	<i>Balanus crenatus</i> Bruguière, 1789	24	<i>Laomedea flexuosa</i> Alder, 1857
6	<i>Botryllus leachi</i> (Savigny, 1816)	25	<i>Leucosolenia botryoides</i> (Ellis and Solander, 1786)
7	<i>Botryllus schlosseri</i> (Pallas, 1766)	26	<i>Lichenopora hispida</i> (Fleming, 1828)
8	<i>Callopora lineata</i> (L., 1767)	27	<i>Membranipora membranacea</i> (L., 1767)
9	<i>Celleporella hyalina</i> Linnaeus, 1767	28	<i>Membraniporella nitida</i> (Johnston, 1838)
10	<i>Clavelina lepadiformis</i> (Müller, 1776)	29	<i>Modiolus modiolus</i> (L., 1758)
11	<i>Crisia eburnea</i> (L., 1758)	30	<i>Molgula citrina</i> Alder and Hancock, 1848
12	<i>Cryptosula pallasiana</i> Moll, 1803	31	<i>Mytilus edulis</i> L., 1758
13	<i>Dendrodoa grossularia</i> (van Beneden, 1846)	32	<i>Pomatoceros</i> sp. Philippi, 1844
14	<i>Didemnum maculosum</i> Milne-Edwards, 1841	33	<i>Spirorbis</i> sp. Daudin, 1800
15	<i>Dynamena pumila</i> (L., 1758)	34	<i>Sycon ciliatum</i> Fabricius, 1780
16	<i>Electra pilosa</i> (L., 1768)	35	<i>Venerupis senegalensis</i> (Gmelin, 1791)
17	<i>Escharella variolosa</i> Johnston, 1838	36	<i>Verruca stroemia</i> O.F.Müller, 1776
18	<i>Flustra foliacea</i> L., 1758	37	<i>Tubulipora</i> sp. Lamarck, 1816
19	<i>Halichondria panicea</i> (Pallas, 1766)		

**Tab. 6:** Überarbeitete und angepasste Referenzliste für die mobilen Taxa des Bezugsstandortes *Laminaria*-Haftkrallen. Die Liste umfasst 65 Taxa. Ersatztaxa bzw. Artkomplexe sind im Text oben erläutert.

1	<i>Achelia echinata</i> Hodge, 1864	27	<i>Eusyllis blomstrandii</i> Malmgren, 1867
2	<i>Achelia hispida</i> Hodge, 1864	28	<i>Galathea</i> sp. Fabricius, 1793
3	<i>Amphipholis squamata</i> (Delle Chiajei, 1828)	29	<i>Gammarella fucicola</i> (Leach, 1814)
4	<i>Anaitides maculata</i> (L., 1767)	30	<i>Gammarellus angulosus</i> (Rathke, 1843)
5	<i>Anoplodactylus angulatus</i> (Dohrn, 1881)	31	<i>Gammarellus homari</i> (Fabricius, 1779)
6	<i>Aora gracilis</i> (Bate, 1857)	32	<i>Gibbula cineraria</i> (L., 1758)
7	<i>Apherusa bispinosa</i> (Bate, 1857)	33	<i>Harmothoe impar</i> (Johnston, 1839)
8	<i>Apherusa jurinei</i> (Milne-Edwards, 1830)	34	<i>Hediste diversicolor</i> (O.F. Müller, 1776)
9	<i>Asterias rubens</i> L., 1758	35	<i>Hydrobia ulvae</i> (Pennant, 1777)
10	<i>Autolytus prolifer</i> (O.F. Müller, 1788)	36	<i>Idotea granulosa</i> Rathke, 1843
11	<i>Caprella</i> sp. Lamarck, 1801	37	<i>Janira maculosa</i> Leach, 1814
12	<i>Caprella linearis</i> (L., 1767)	38	<i>Jassa falcata</i> (Montagu, 1808)
13	<i>Caprella mutica</i> Schurin, 1935	39	<i>Jassa marmorata</i> Holmes, 1903
14	<i>Carcinus maenas</i> (L., 1758)	40	<i>Lacuna pallidula</i> (da Costa, 1778)
15	<i>Corophium bonnellii</i> (Milne-Edwards, 1830)	41	<i>Lacuna vineta</i> (Montagu, 1803)
16	<i>Corophium insidiosum</i> Crawford, 1937	42	<i>Lamellaria perspicua</i> (L., 1758)
17	<i>Corophium sextonae</i> Crawford, 1937	43	<i>Lepidonotus squamatus</i> (L., 1758)
18	<i>Crangon crangon</i> (Linnaeus, 1758)	44	<i>Lineus ruber</i> (Müller, 1774)
19	<i>Cuthona foliata</i> (Forbes and Goodsir, 1839)	45	<i>Neanthes virens</i> (M. Sars, 1835)
20	<i>Dexamine spinosa</i> (Montagu, 1813)	46	Nematoda Rudolphi, 1808
21	<i>Doto coronata</i> (Gmelin, 1791)	47	<i>Neoamphitrite</i> Hessle, 1917
22	<i>Eteone longa</i> (Fabricius, 1780)	48	<i>Neoamphitrite figulus</i> (Dallyell, 1853)
23	<i>Eubranchus farrani</i> (Alder and Hancock, 1844)	49	<i>Nereis</i> sp. L., 1758
24	<i>Eulalia</i> sp. Savigny, 1818	50	<i>Nereis pelagica</i> L., 1758
25	<i>Eulalia viridis</i> (L., 1767)	51	<i>Nicolea zostericola</i> Oersted, 1844
26	<i>Eumida sanguinea</i> (Oersted, 1843)	52	<i>Nymphon brevirostre</i> Hodge, 1863

53	<i>Onchidoris muricata</i> (O.F. Müller, 1776)	60	<i>Retusa truncatula</i> (Bruguière, 1782)
54	<i>Onoba aculeus</i> (Gould, 1841)	61	<i>Rissoa parva</i> (da Costa, 1778)
55	<i>Pholoe minuta</i> (Fabricius, 1780)	62	<i>Stenothoe marina</i> (Bate, 1856)
56	<i>Phtisica marina</i> Slabber, 1749	63	<i>Stenothoe monoculoides</i> (Montagu, 1815)
57	Phyllodoceidae Oerstedt, 1843	64	Syllidae Grube, 1850
58	<i>Pilumnus hirtellus</i> (L., 1761)	65	<i>Syllis gracilis</i> Grube, 1840
59	<i>Pisidia longicornis</i> (L., 1767)		

### A.3 Bezugsstandort: Tiefe Rinne

Mit einer durchschnittlichen Tiefe von etwa 35 m in der südlichen Nordsee ist die Helgoländer Tiefe Rinne mit einer maximalen Tiefe von ca 60 m die tiefste Senke in diesem Gebiet (Berberich, 1989). Die etwa 2,5 km südlich von Helgoland gelegene Tiefe Rinne stellt ein Stück des ehemaligen Elbe-Urstromtals dar und misst in Ost-West Lage ca. 10 sm und weist eine Breite von ca. 2-3 sm auf (Caspers, 1939). Die feineren Sedimente der Tiefen Rinne bestehen größtenteils aus Sandfraktionen. Schlick ist zwar immer wieder zu finden, wird aber zu einem großen Teil durch Auswaschströme immer wieder aus der Tiefen Rinne herausbefördert (Berberich, 1989). Der Hauptanteil des Hartsubstrates wird durch verschieden große Schillfraktionen gebildet, die von Norden nach Süden und von Westen nach Osten hin abnehmen. Ausgehend von der Habitatbeschaffenheit des Bezugsstandortes Tiefe Rinne, wurden folgende sechs Kriterien für das Erstellen der Referenzlisten als Grundlage gewählt (siehe auch Anhang, Tab. I):

#### 1. Kriterium

(Allgemeines) geografische Verbreitung: 'N5-Helgoland'

► Dies grenzt Organismen aus anderen Gebieten der Nordsee oder der Ostsee ab (z.B. typische Weichbodenbewohner). Somit erlangt man durch dieses Kriterium alle bei Helgoland gefunden Arten.

#### 2. Kriterium

(Lebensraum) Salinitätsansprüche: 'euhalin'

► Mit dem Kriterium Salinität wurden marine Organismen von limnischen Organismen abgegrenzt. Aufgrund der oben beschriebenen Tiefe sind Salinitätsschwankungen in

diesem Habitat stark zu vernachlässigen. Aus diesem Grund wurde hier nur das Kriterium euhalin gewählt.

### 3. Kriterium

(Lebensraum) Zonierung: 'Sublitoral der Tiefen Rinne'

oder (Lebensraum) Zonierung: 'Sublitoral'

► Das Kriterium „Zonierung“ erklärt sich durch den Bezugsstandort. Die Tiefen Rinne stellt, aufgrund ihrer für die südöstliche Nordsee außerordentlich großen Tiefe, einen eigenen, abgegrenzten Lebensraum im Sublitoral des Helgoländer Felssockels dar.

### 4. Kriterium

(Lebensraum) Substrat-/Habitatansprüche: 'Schlick'

oder (Lebensraum) Substrat-/Habitatansprüche: 'Sand'

oder (Lebensraum) Substrat-/Habitatansprüche: 'Grobsand'

oder (Lebensraum) Substrat-/Habitatansprüche: 'Kies'

oder (Lebensraum) Substrat-/Habitatansprüche: 'Felsen, Blöcke, Hartsubstrat'

► Die Wahl der Substrat-/ Habitatansprüche ergibt sich aus der Natur des Bezugsstandortes, welches sich in einem abgegrenzten Habitat durch Sedimente unterschiedlicher Größenfraktionen und einem sehr großen Teil aus autochthonem Hartsubstrat (Schill) zusammensetzt.

### 5. Kriterium

(Lebensraum) Lebensraum/-horizont: 'Epibenthos'

oder (Lebensraum) Lebensraum/-horizont: 'Endobenthos'

► Im Zuge der Probennahme per Dredge werden nicht nur die auf dem Sediment liegenden groben Fraktionen aufgenommen, sondern auch die obersten Zentimeter der feineren Sedimenthorizonte unterpflügt und der deren Bewohner aufgesammelt. Aus diesem Grund wurde neben den freilebenden Arten und der Aufwuchsgemeinschaften auch Teile der infaunale Lebensgemeinschaft mit einbezogen.

### 6. Kriterium

(Ernährung) Ernährungsmodus: 'Räuber'

oder (Ernährung) Ernährungsmodus: 'Weidegänger'

oder (Ernährung) Ernährungsmodus: 'Suspensionsfresser'

oder (Ernährung) Ernährungsmodus: 'aktiver Suspensionsfresser'  
oder (Ernährung) Ernährungsmodus: 'passiver Suspensionsfresser'  
oder (Ernährung) Ernährungsmodus: 'Depositfresser'  
oder (Ernährung) Ernährungsmodus: 'selektive Depositfresser'  
oder (Ernährung) Ernährungsmodus: 'nichtselektive Depositfresser'  
oder (Ernährung) Ernährungsmodus: 'Kommensale'  
oder (Ernährung) Ernährungsmodus: 'Aasfresser'

► Für dieses Kriterium wurden alle Merkmale bis auf „Parasit“ gewählt. Parasitische Organismen sind in der Regel sehr klein und daher schlecht sichtbar oder aber müssen zur Identifikation von ihrem Wirt entfernt werden. Aus diesem Grund wurde auf dieses Kriterium verzichtet.

Für das Makrozoobenthos des Bezugsstandortes Tiefe Rinne ergab sich eine Referenzliste aus insgesamt 177 Arten, die mittels der in MarBIT vorgegebenen und ausgewählten Merkmale eine zu erwartende Lebensgemeinschaft widerspiegeln soll (Tab. 7).

Im Zuge der Datenerhebung wurden die Proben (Eimer mit je 2 l Volumen Schill, siehe Kapitel B zur Datenerhebung) bis zur weiteren Bearbeitung und zum Erhalt der für die Identifikation relevanten morphologischen Strukturen in 4%iger mit Seewasser verdünnter Formollösung fixiert und aufbewahrt.

Trotz dieser Behandlung führte die Fixierung dazu, dass sich, einige der weichhäutigen Organismen, wie z.B. die Anthozoa, Polychaeta oder verschiedene Naktschnecken derart zusammenkrampften, dass eine eindeutige Identifizierung auf Artniveau nicht mehr möglich war. Aus diesem Grund wurden folgende Ersatztaxa, auf so geringer taxonomischer Ebene wie möglich erstellt: „Anthozoa“, „Aphroditidae“, „Cirratulidae“, „Cuthona“, „Epigamia“, „Eusyllis“, „Facelina“, „Flabellina“, „Nematoda“, „Nereis“, „Sabellariidae“ und „Spionidae“. Weiterhin führte die Auswaschung des Formols und die damit verbundene mechanische Störung zu großen Verlusten von zur Bestimmung relevanter Körperanhänge, wie z.B. Schuppen bzw. Elytren oder Tentakeln bei verschiedenen Polychaeten. Aus diesem Grund wurden folgende Gruppen zusammengefasst: „Phyllodocidae“, „Polydora“ und „Harmothoe“. Die Ersatztaxa „Nudibranchia“ bzw. „Liocarcinus“ mussten aufgrund der Präsenz von nicht weiter bestimmbar Jungtieren eingeführt werden. „Spisula“ und „Nucula“ wurden aufgrund großer taxonomischer Ähnlichkeiten innerhalb der jeweiligen Gruppen und

Schwierigkeiten bei der eindeutigen Identifizierung eingeführt. Aus schon vorab genannten Gründen wurden die beiden Arten *Pomatoceros triqueter* und *P. lamarckii* im Taxon „*Pomatoceros*“ zusammengefasst. Schwierigkeiten bei der genauen Identifizierung auf Artebene machten einige koloniale Arten wie Hydrozoen, Kamptozoen und Bryozoen, die daraufhin auf Gattungsebene zusammengefasst wurden: „*Podocoryne*“, „*Sertularella*“, „*Barentsia*“, „*Pedicellina*“ und „*Cribrilina*“. Aufgrund erschwerter Identifizierung und in der Literatur kontrovers diskutierter Arten wurden folgende Artkomplexe gebildet und als solche in den Referenzlisten geführt:

***Alcyonidium gelatinosum*:** *Alcyonidium gelatinosum*, *Alcyonidium mytilii*

***Hiatella arctica*:** *Hiatella arctica*, *Hiatella rugosa*

***Littorina obtusata*:** *Littorina obtusata*, *Littorina mariaae*

***Molgula citrina*:** *Molgula citrina*, *Molgula complanata*

Ebenso wie an den *Laminaria*-Haftkrallen setzt sich die Referenzliste der Tiefen Rinne zu ähnlich großen Teilen aus sessilen (solitär und kolonial) und mobilen Taxa zusammen, die unterschiedlicher Abundanzangaben bedürfen (siehe auch Kapitel B zur Datenerhebung). Im Zuge dieser Trennung während der Datenaufnahme wurde daher auch die oben genannte Liste der 177 Taxa in zwei getrennte Referenzlisten unterteilt (Tab. 7). Im Fall der Tiefen Rinne wurde jedoch nicht strikt nach sessilen und mobilen Taxa unterscheiden, sondern nach zählbaren Taxa, die alle mobilen aber auch solitären sessilen Taxa beinhalten und nach kolonial wachsenden Taxa, die nicht *per se* gezählt werden können.

Nach eingehender Sichtung und Anpassung umfasste die Referenzliste der kolonial wachsenden Arten 46 Taxa. Hierbei wurden insgesamt aus der ursprünglichen Liste der mobilen Arten (24 von 177 Taxa) 12 Taxa (50,0 %) manuell herausgefiltert. Im Anschluss wurde die Liste um 34 Taxa erweitert (Tab. 8). Den größten Anteil der neu aufgenommen Taxa stellten die Hydrozoen mit ca. 47 % (16 Taxa), gefolgt von den Bryozoen mit etwa 38 % (13 Taxa). Mit je zwei bzw. einem Taxon waren Kamptozoen, Porifera und Anthozoa vergleichsweise gering vertreten.

Die Liste der zählbaren Taxa belief sich nach abschliessender Sichtung und Anpassung auf insgesamt 139 solitär lebende sessile und mobile Invertebraten-Taxa. Insgesamt wurden dabei aus der ursprünglichen Liste der sessilen Taxa (153 von 177 Taxa) 67 Taxa (43,8 %) manuell herausgefiltert und die Liste im Anschluss um 53 relevante Taxa

erweitert (Tab. 9). Den größten Anteil der neu aufgenommen Taxa stellten die Amphipoda mit ca. 32 % (17 Taxa), gefolgt von den Polychaeta mit etwa 28 % (15 Taxa). Die Gastropoda (5 Taxa), Bivalvia (4 Taxa), Pantopoda (4 Taxa) und Dekapoda (2 Taxa) waren vergleichsweise gering vertreten. Aus den Gruppen der Cnidaria, Nematoda, Cumacea, Isopoda, Echinodermata und Ascidia wurde jeweils nur ein Taxon hinzugefügt. Insgesamt wurden aus den 46 Taxa der Referenzliste der kolonialen Organismen der Tiefen Rinne 5 (11,1 %) als sensitiv und 15 (33,3 %) als tolerant bewertet. Bei den zählbaren Taxa wurden von den insgesamt 139 Taxa der Referenzliste je 34 (24,5 %) als sensitiv und tolerant bewertet (siehe Kapitel C: Ergebnisse und Bewertung).

**Tab. 7:** Referenzlistenentwürfe für den Bezugsstandort Tiefe Rinne. Die Taxa sind alphabetisch sortiert. Gruppierung von Arten zu Ersatztaxa sind im Text erläutert. Grau hinterlegte und durchnummerierte Taxa stellen die ursprünglich von MarBIT erstellte Referenzliste dar. Mittig sind die neu angepassten Listen der sessilen und mobilen Taxa durchnummeriert. Der Filter beschreibt den Ausschluss (-) bzw. das Hinzufügen (+) von Arten mit der entsprechenden Begründung.

Lfd. Nr.	Lfd. Nr. der Referenzliste nach MarBIT	Taxa	Liste der kolonialen sessilen Taxa	Nr.	Liste der mobilen und solitären sessilen Taxa	Nr.	Filter	Kommentar
1		<i>Abietinaria abietina</i>	Kolonie	1			+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
2	1	<i>Abra alba</i>			sessil (solitär)	1		
3	2	<i>Abra nitida</i>			sessil (solitär)	2		
4	3	<i>Acanthodoris pilosa</i>			mobiles Taxon		-	eher untypisch für die Tiefe Rinne
5		<i>Achelia echinata</i>			mobiles Taxon	3	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
6	4	<i>Aeolidia papillosa</i>			mobiles Taxon		-	laut Literatur nicht in der Tiefen Rinne zu erwarten
7		<i>Alcyonidium diaphanum</i>	Kolonie	2			+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
8	5	<i>Alcyonidium gelatinosum</i>	Kolonie				-	eher untypisch für die Tiefe Rinne
9		<i>Alcyonium digitatum</i>	Kolonie	3			+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
10		<i>Ampelisca brevicornis</i>			mobiles Taxon	4	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
11		<i>Ampelisca diadema</i>			mobiles Taxon	5	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
12		<i>Ampelisca tenuicornis</i>			mobiles Taxon	6	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
13		<i>Ampelisca typica</i>			mobiles Taxon	7	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
14	6	<i>Ampharete finmarchica</i>			mobiles Taxon	8		
15		<i>Amphilochus manudens</i>			mobiles Taxon	9	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
16		<i>Amphilochus neapolitanus</i>			mobiles Taxon	10	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
17	7	<i>Amphipholis squamata</i>			mobiles Taxon	11		
18	8	<i>Amphiura filiformis</i>			mobiles Taxon	12		
19	9	<i>Ampithoe rubricata</i>			mobiles Taxon		-	eher untypisch für die Tiefe Rinne
20	10	<i>Anaitides groenlandica</i>			mobiles Taxon	13		
21	11	<i>Anaitides maculata</i>			mobiles Taxon	14		
22	12	<i>Anaitides mucosa</i>			mobiles Taxon	15		
23	13	<i>Anobothrus gracilis</i>			mobiles Taxon	16		
24		Anthozoa			sessil (solitär)	17	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
25		<i>Aora gracilis</i>			mobiles Taxon	18	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
26	14	<i>Aphelochaeta marioni</i>			mobiles Taxon	19		
27	15	<i>Aphrodita aculeata</i>			mobiles Taxon		-	ist ein reiner Schlickbewohner

28		Aphroditidae			mobiles Taxon	20	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
29	16	<i>Archidoris pseudoargus</i>			mobiles Taxon		-	eher untypisch für die Tiefe Rinne
30	17	<i>Arctica islandica</i>			sessil (solitär)	21		
31	18	<i>Arenicola marina</i>			mobiles Taxon		-	ist ein reiner Schlickbewohner
32	19	<i>Asterias rubens</i>			mobiles Taxon	22		
33		<i>Autonoe longipes</i>			mobiles Taxon	23	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
34	20	<i>Balanus balanus</i>			sessil (solitär)		-	eher im Eulitoral, lt. Literatur nicht in der Tiefen Rinne zu erwarten
35	21	<i>Balanus crenatus</i>			sessil (solitär)		-	eher im Eulitoral, lt. Literatur nicht in der Tiefen Rinne zu erwarten
36	22	<i>Balanus improvisus</i>			sessil (solitär)		-	eher im Eulitoral, lt. Literatur nicht in der Tiefen Rinne zu erwarten
37		<i>Barentsia</i> sp.	Kolonie	4			+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
38		<i>Bicellariella ciliata</i>	Kolonie	5			+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
39	23	<i>Botryllus leachi</i>	Kolonie	6				
40	24	<i>Botryllus schlosseri</i>	Kolonie	7				
41		<i>Bougainvillia ramosa</i>	Kolonie	8			+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
42	25	<i>Brissopsis lyrifera</i>			mobiles Taxon		-	eher Schlick- und Sandbewohner, nicht typisch für die Tiefe Rinne
43	26	<i>Buccinum undatum</i>			mobiles Taxon	24		
44		<i>Bugula plumosa</i>	Kolonie	9			+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
45		<i>Bugula stolonifera</i>	Kolonie	10			+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
46	27	<i>Calliopijs laeviusculus</i>			mobiles Taxon		-	eher im Eulitoral auf Algen
47	28	<i>Callopora aurita</i>	Kolonie				-	eher untypisch für die Tiefe Rinne
48	29	<i>Callopora lineata</i>	Kolonie	11				
49		<i>Calycella syringa</i>	Kolonie	12			+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
50		<i>Campanularia hincksii</i>	Kolonie	13			+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
51	30	<i>Cancer pagurus</i>			mobiles Taxon	25		
52	31	<i>Capitella capitata</i>			mobiles Taxon		-	eher Schlick- und Sandbewohner, nicht typisch für die Tiefe Rinne
53	32	<i>Capitella minima</i>			mobiles Taxon		-	eher Schlick- und Sandbewohner, nicht typisch für die Tiefe Rinne
54	33	<i>Capitellides giardi</i>			mobiles Taxon		-	eher Schlick- und Sandbewohner, nicht typisch für die Tiefe Rinne
55	34	<i>Caprella linearis</i>			mobiles Taxon		-	eher mit Algen vergesellschaftet
56	35	<i>Carcinus maenas</i>			mobiles Taxon		-	eher im unterem Eulitoral, nicht typisch für die Tiefe Rinne
57		<i>Celleporella hyalina</i>	Kolonie	14			+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
58		<i>Cheirocratus sundevallii</i>			mobiles Taxon	26	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
59		<i>Chorizopora brongniartii</i>	Kolonie	15			+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
60	36	<i>Ciona intestinalis</i>			sessil (solitär)		-	eher im Eulitoral, lt. Literatur nicht in der Tiefen Rinne zu erwarten
61		Cirratulidae			mobiles Taxon	27	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt



62	37	<i>Clava multicornis</i>	Kolonie			-	eher untypisch für die Tiefe Rinne
63	38	<i>Clavelina lepadiformis</i>	Kolonie			-	eher im Eulitoral zu finden
64		<i>Cliona celata</i>	Kolonie	16		+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
65		<i>Clytia hemisphaerica</i>	Kolonie	17		+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
66	39	<i>Cochlodesma praetenu</i>			sessil (solitär)	28	
67	40	<i>Conopeum reticulum</i>	Kolonie	18			
68	41	<i>Corophium insidiosum</i>			mobiles Taxon		- eher untypisch für die Tiefe Rinne
69		<i>Corophium sextonae</i>			mobiles Taxon	29	+ nach Expertenmeinung hinzugefügt
70	42	<i>Coryphella verrucosa</i>			mobiles Taxon		- eher im Eulitoral
71	43	<i>Crangon crangon</i>			mobiles Taxon	30	
72	44	<i>Crassostrea gigas</i>			sessil (solitär)		- braucht stabiles Hartsubstrat; Substrat der Tiefen Rinne zu beweglich
73		<i>Cribrilina</i> sp.	Kolonie	19			+ nach Expertenmeinung hinzugefügt
74		<i>Crisia aculeata</i>	Kolonie	20			+ nach Expertenmeinung hinzugefügt
75	45	<i>Crisia eburnea</i>	Kolonie	21			
76	46	<i>Cryptosula pallasiana</i>	Kolonie	22			
77		<i>Cuthona</i> sp.			mobiles Taxon	31	+ nach Expertenmeinung hinzugefügt
78	47	<i>Cuthona foliata</i>			mobiles Taxon	32	
79	48	<i>Dendrodoa grossularia</i>	Kolonie				- eher untypisch für die Tiefe Rinne
80	49	<i>Dendronotus frondosus</i>			mobiles Taxon	33	
81	50	<i>Dexamine spinosa</i>			mobiles Taxon		- eher im Sublitoral auf Algen
82		<i>Diastylis rathekei</i>			mobiles Taxon	34	+ nach Expertenmeinung hinzugefügt
83	51	<i>Didemnum maculosum</i>	Kolonie				- eher untypisch für die Tiefe Rinne
84	52	<i>Doto coronata</i>			mobiles Taxon	35	
85		<i>Dynamena pumila</i>	Kolonie	23			+ nach Expertenmeinung hinzugefügt
86		<i>Ebalia cranchii</i>			mobiles Taxon	36	+ nach Expertenmeinung hinzugefügt
87	53	<i>Echinocardium cordatum</i>			mobiles Taxon	37	
88	54	<i>Echinocyamus pusillus</i>			mobiles Taxon	38	
89		Echinoida			mobiles Taxon	39	+ nach Expertenmeinung hinzugefügt
90	55	<i>Echiurus echiurus</i>			mobiles Taxon		- eher Schlick- und Sandbewohner, nicht typisch für die Tiefe Rinne
91	56	<i>Electra pilosa</i>	Kolonie	24			
92	57	<i>Elminius modestus</i>			sessil (solitär)		- eher im Eulitoral, lt. Literatur nicht in der Tiefen Rinne zu erwarten
93	58	<i>Elysia viridis</i>			mobiles Taxon		- eher im Eulitoral, lt. Literatur nicht in der Tiefen Rinne zu erwarten
94		<i>Epigamia</i> sp.			mobiles Taxon	40	+ nach Expertenmeinung hinzugefügt
95		<i>Epigamia alexandri</i>			mobiles Taxon	41	+ nach Expertenmeinung hinzugefügt

96		<i>Erichthonius punctatus</i>			mobiles Taxon	42	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
97		<i>Escharella immersa</i>	Kolonie	25			+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
98		<i>Escharella variolosa</i>	Kolonie	26			+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
99	59	<i>Eteone longa</i>			mobiles Taxon	43		
100	60	<i>Eualus occultus</i>			mobiles Taxon	44		
101		<i>Eubranchus</i> sp.			mobiles Taxon	45	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
102		<i>Eudendrium rameum</i>	Kolonie	27			+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
103	61	<i>Eulalia viridis</i>			mobiles Taxon	46		
104	62	<i>Eumida sanguinea</i>			mobiles Taxon	47		
105		<i>Euspira pulchella</i>			mobiles Taxon	48	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
106		<i>Eusyllis</i> sp.			mobiles Taxon	49	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
107	63	<i>Eusyllis blomstrandii</i>			mobiles Taxon	50		
108	64	<i>Fabricia sabella</i>			mobiles Taxon	51		
109	65	<i>Fabulina fabula</i>			mobiles Taxon	52		
110		<i>Facelina</i> sp.			mobiles Taxon	53	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
111	66	<i>Facelina bostoniensis</i>			mobiles Taxon	54		
112		<i>Fenestulina malusii</i>	Kolonie	28			+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
113	67	<i>Flabelligera affinis</i>			mobiles Taxon	55		
114		<i>Flabellina</i> sp.			mobiles Taxon	56	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
115	68	<i>Flabellina gracilis</i>			mobiles Taxon	57		
116	69	<i>Flabellina verrucosa</i>			mobiles Taxon	58		
117	70	<i>Flustra foliacea</i>	Kolonie	29				
118	71	<i>Flustrellidra hispida</i>	Kolonie				-	eher untypisch für die Tiefe Rinne
119	72	<i>Galathea intermedia</i>			mobiles Taxon	59		
120	73	<i>Gammarellus homari</i>			mobiles Taxon		-	eher im Sublitoral auf Algen
121	74	<i>Gammarus locusta</i>			mobiles Taxon		-	eher im Sublitoral auf Algen und auf Treibalgen
122		<i>Gari fervensis</i>			sessil (solitär)	60	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
123	75	<i>Gastrosaccus spinifer</i>			mobiles Taxon	61		
124	76	<i>Gattyana cirrosa</i>			mobiles Taxon	62		
125	77	<i>Gibbula cineraria</i>			mobiles Taxon	63		
126	78	<i>Gibbula tumida</i>			mobiles Taxon	64		
127		<i>Gitana sarsi</i>			mobiles Taxon	65	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
128		<i>Glycera</i> sp.			mobiles Taxon	66	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
129		<i>Glycera alba</i>			mobiles Taxon	67	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
130	79	<i>Glycera lapidum</i>			mobiles Taxon	68		

131		<i>Goniada maculata</i>		mobiles Taxon	69	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
132	80	<i>Goniodoris nodosa</i>		mobiles Taxon	70		
133		<i>Halecium halecinum</i>	Kolonie	30		+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
134	81	<i>Halichondria panicea</i>	Kolonie	31			
135	82	<i>Halisarca dujardini</i>	Kolonie	32			
136		<i>Harmothoe</i> sp.		mobiles Taxon	71	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
137	83	<i>Harmothoe imbricata</i>		mobiles Taxon	72		
138	84	<i>Harmothoe impar</i>		mobiles Taxon	73		
139	85	<i>Hediste diversicolor</i>		mobiles Taxon	74		
140	86	<i>Hiatella arctica</i>		sessil (solitär)	75		
141		<i>Hydrallmania falcata</i>	Kolonie	33		+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
142	87	<i>Hydrobia ulvae</i>		mobiles Taxon		-	eher ein Wattbewohner
143	88	<i>Idotea balthica</i>		mobiles Taxon		-	eher im Sublitoral auf Algen
144	89	<i>Idotea chelipes</i>		mobiles Taxon		-	eher im Sublitoral auf Algen
145	90	<i>Idotea granulosa</i>		mobiles Taxon		-	eher im Sublitoral auf Algen
146	91	<i>Jaera albifrons</i>		mobiles Taxon		-	eher untypisch für die Tiefe Rinne
147		<i>Janira maculosa</i>		mobiles Taxon	76	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
148	92	<i>Janua pagenstecheri</i>		sessil (solitär)		-	eher im Eulitoral auf Algen
149	93	<i>Kefersteinia cirrata</i>		mobiles Taxon		-	eher untypisch für die Tiefe Rinne
150		<i>Kirchenpaueria pinnata</i>	Kolonie	34		+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
151	94	<i>Lacuna pallidula</i>		mobiles Taxon		-	eher im Eulitoral und mit Algen vergesellschaftet
152	95	<i>Lacuna vincta</i>		mobiles Taxon		-	eher im Eulitoral und mit Algen vergesellschaftet
153	96	<i>Lagis koreni</i>		mobiles Taxon	77		
154	97	<i>Lamellaria perspicua</i>		mobiles Taxon		-	laut Literatur nicht in der Tiefen Rinne zu erwarten
155	98	<i>Lanice conchilega</i>		sessil (solitär)	78		
156		<i>Laomedea flexuosa</i>	Kolonie	35		+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
157	99	<i>Lepidochitona cinerea</i>		mobiles Taxon	79		
158	100	<i>Lepidonotus squamatus</i>		mobiles Taxon	80		
159		<i>Leucosolenia botryoides</i>	Kolonie	36		+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
160	101	<i>Lichenopora hispida</i>	Kolonie			-	laut Literatur nicht in der Tiefen Rinne zu erwarten
161	102	<i>Lineus ruber</i>		mobiles Taxon	81		
162		<i>Liocarcinus</i> sp.		mobiles Taxon	82	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
163	103	<i>Liocarcinus holsatus</i>		mobiles Taxon	83		
164		<i>Liocarcinus pusillus</i>		mobiles Taxon	84	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt

165	104	<i>Littorina littorea</i>		mobiles Taxon	-	eher in der Gezeitenzone
166	105	<i>Littorina obtusata</i>		mobiles Taxon	-	eher in der Gezeitenzone
167	106	<i>Littorina saxatilis</i>		mobiles Taxon	-	eher in der Gezeitenzone
168	107	<i>Macropodia rostrata</i>		mobiles Taxon	85	
169	108	<i>Malacoceros fuliginosus</i>		mobiles Taxon	-	eher ein Flachwasserbewohner
170	109	<i>Malacoceros vulgaris</i>		mobiles Taxon	-	eher ein Flachwasserbewohner
171	110	<i>Malmgreniella lunulata</i>		mobiles Taxon	86	
172	111	<i>Marshallora adversa</i>		mobiles Taxon	87	
173		<i>Megamphopus cornutus</i>		mobiles Taxon	88	+ nach Expertenmeinung hinzugefügt
174	112	<i>Membranipora membranacea</i>	Kolonie	37		
175	113	<i>Membraniporella nitida</i>	Kolonie		-	eher untypisch für die Tiefe Rinne
176	114	<i>Microphthalmus szelkowi</i>		mobiles Taxon	-	eher untypisch für die Tiefe Rinne
177	115	<i>Modiolus modiolus</i>		sessil (solitär)	89	
178	116	<i>Molgula citrina</i>		sessil (solitär)	-	eher untypisch für die Tiefe Rinne
179	117	<i>Mya truncata</i>		sessil (solitär)	-	eher in der Gezeitenzone
180	118	<i>Mysella bidentata</i>		sessil (solitär)	90	
181	119	<i>Mytilus edulis</i>		sessil (solitär)	-	eher in der Gezeitenzone
182	120	<i>Neanthes fucata</i>		mobiles Taxon	91	
183	121	<i>Neanthes succinea</i>		mobiles Taxon	-	laut Literatur nicht in der Tiefen Rinne zu erwarten
184	122	<i>Neanthes virens</i>		mobiles Taxon	92	
185		Nematoda		mobiles Taxon	93	+ nach Expertenmeinung hinzugefügt
186	123	<i>Neoamphitrite figulus</i>		mobiles Taxon	-	laut Literatur nicht in der Tiefen Rinne zu erwarten
187	124	<i>Nephtys caeca</i>		mobiles Taxon	-	eher untypisch für die Tiefe Rinne
188	125	<i>Nephtys hombergii</i>		mobiles Taxon	-	eher untypisch für die Tiefe Rinne
189		<i>Nereis</i> sp.		mobiles Taxon	94	+ nach Expertenmeinung hinzugefügt
190	126	<i>Nereis longissima</i>		mobiles Taxon	95	
191	127	<i>Nereis pelagica</i>		mobiles Taxon	-	laut Literatur nicht in der Tiefen Rinne zu erwarten
192	128	<i>Nicolea zostericola</i>		mobiles Taxon	-	eher im Eulitoral mit Algen assoziiert
193	129	<i>Notomastus latericeus</i>		mobiles Taxon	-	eher untypisch für die Tiefe Rinne
194		<i>Nucula</i> sp.		sessil (solitär)	96	+ nach Expertenmeinung hinzugefügt
195		Nudibranchia		mobiles Taxon	97	+ nach Expertenmeinung hinzugefügt
196		<i>Nymphon brevirostre</i>		mobiles Taxon	98	+ nach Expertenmeinung hinzugefügt
197		<i>Obelia geniculata</i>	Kolonie	38	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
198	130	<i>Obelia longissima</i>	Kolonie	39		

199	131	<i>Onchidoris muricata</i>		mobiles Taxon	99		
200	132	<i>Ophelia limacina</i>		mobiles Taxon	100		
201	133	<i>Ophelina acuminata</i>		mobiles Taxon	101		
202	134	<i>Ophiura albida</i>		mobiles Taxon	102		
203		<i>Orchomene nanus</i>		mobiles Taxon	103	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
204	135	<i>Oscarella lobularis</i>	Kolonie			-	eher untypisch für die Tiefe Rinne
205	136	<i>Owenia fusiformis</i>		mobiles Taxon	104		
206	137	<i>Pagurus bernhardus</i>		mobiles Taxon	105		
207		<i>Pedicellina</i> sp.	Kolonie	40		+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
208	138	<i>Phaxas pellucidus</i>		mobiles Taxon	106		
209	139	<i>Pherusa plumosa</i>		mobiles Taxon		-	eher untypisch für die Tiefe Rinne
210	140	<i>Pholoe minuta</i>		mobiles Taxon	107		
211		<i>Photis longicaudata</i>		mobiles Taxon	108	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
212	141	<i>Phoxocephalus holbolli</i>		mobiles Taxon	109		
213	142	<i>Phtisica marina</i>		mobiles Taxon	110		
214		<i>Phyllodoce</i> sp.		mobiles Taxon	111	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
215	143	<i>Phyllodoce lineata</i>		mobiles Taxon	112		
216		<i>Pilumnus hirtellus</i>		mobiles Taxon	113	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
217	144	<i>Pisidia longicornis</i>		mobiles Taxon	114		
218	145	<i>Placida dendritica</i>		mobiles Taxon		-	laut Literatur nicht in der Tiefen Rinne zu erwarten
219		<i>Podocoryne</i> sp.	Kolonie	41		+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
220		<i>Polydora</i> sp.		mobiles Taxon	115	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
221	146	<i>Polydora ciliata</i>		mobiles Taxon	116		
222	147	<i>Polydora cornuta</i>		mobiles Taxon		-	eher untypisch für die Tiefe Rinne
223	148	<i>Pomatoceros</i> sp.		sessil (solitär)	117		
224	149	<i>Psammechinus miliaris</i>		mobiles Taxon	118		
225	150	<i>Pseudopolydora pulchra</i>		mobiles Taxon	119		
226	151	<i>Pseudoprotella phasma</i>		mobiles Taxon	120		
227	152	<i>Pygospio elegans</i>		mobiles Taxon		-	laut Literatur nicht in der Tiefen Rinne zu erwarten
228	153	<i>Retusa truncatula</i>		mobiles Taxon		-	eher in der Gezeitenzone
229	154	<i>Rissoa parva</i>		mobiles Taxon	121		
230		<i>Sabellaria</i> sp.		mobiles Taxon	122	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
231	155	<i>Sabellaria spinulosa</i>		mobiles Taxon	123		
232	156	<i>Scalibregma inflatum</i>		mobiles Taxon	124		

233	157	<i>Schistomysis spiritus</i>		mobiles Taxon	125		
234	158	<i>Scolelepis squamata</i>		mobiles Taxon		-	laut Literatur nicht in der Tiefen Rinne zu erwarten
235	159	<i>Scoloplos armiger</i>		mobiles Taxon	126		
236	160	<i>Scrupocellaria scruposa</i>	Kolonie			-	laut Literatur nicht in der Tiefen Rinne zu erwarten
237	161	<i>Semibalanus balanoides</i>		sessil (solitär)		-	eher untypisch für die Tiefe Rinne
238		<i>Sertularella</i> sp.	Kolonie	42		+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
239		<i>Sertularella polyzonias</i>	Kolonie	43		+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
240	162	<i>Sertularia cupressina</i>	Kolonie			-	laut Literatur nicht in der Tiefen Rinne zu erwarten
241	163	<i>Skeneopsis planorbis</i>		mobiles Taxon		-	eher in der Gezeitenzone
242	164	<i>Spio filicornis</i>		mobiles Taxon	127		
243		Spionidae		mobiles Taxon	128	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
244	165	<i>Spiophanes bombyx</i>		mobiles Taxon	129		
245	166	<i>Spirorbis spirorbis</i>		sessil (solitär)		-	eher im Eulitoral mit Algen assoziiert
246	167	<i>Spirorbis tridentatus</i>		sessil (solitär)		-	eher im Eulitoral mit Algen assoziiert
247	168	<i>Spisula</i> sp.		sessil (solitär)	130		
248		<i>Stenothoe marina</i>		mobiles Taxon	131	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
249		<i>Styela coriacea</i>		sessil (solitär)	132	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
250	169	<i>Sycon ciliatum</i>		sessil (solitär)	133		
251	170	<i>Syllis gracilis</i>		mobiles Taxon		-	laut Literatur nicht in der Tiefen Rinne zu erwarten
252	171	<i>Tectura virginea</i>		mobiles Taxon		-	laut Literatur nicht in der Tiefen Rinne zu erwarten
253	172	<i>Tellimya ferruginosa</i>		sessil (solitär)	134		
254		<i>Thracia phaseolina</i>		sessil (solitär)	135	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
255		<i>Timoclea ovata</i>		sessil (solitär)	136	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
256	173	<i>Tritonia hombergi</i>		mobiles Taxon		-	eher untypisch für die Tiefe Rinne
257		<i>Tryphosella sarsi</i>		mobiles Taxon	137	+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
258	174	<i>Tubificoides benedeni</i>		mobiles Taxon		-	eher untypisch für die Tiefe Rinne
259		<i>Tubularia larynx</i>	Kolonie	44		+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
260		<i>Tubulipora liliacea</i>	Kolonie	45		+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
261	175	<i>Venerupis senegalensis</i>		sessil (solitär)	138		
262	176	<i>Verruca stroemia</i>		sessil (solitär)	139		
263		<i>Walkeria uva</i>	Kolonie	46		+	nach Expertenmeinung hinzugefügt
264	177	<i>Zirfaea crispata</i>		sessil (solitär)		-	eher im Eulitoral

**Tab. 8:** Überarbeitete und angepasste Referenzliste für die sessilen kolonial wachsenden Taxa des Bezugsstandortes Tiefe Rinne. Die Liste umfasst 46 Taxa. Ersatztaxa bzw. Artkomplexe sind im Text oben erläutert.

1	<i>Abietinaria abietina</i> (L., 1758)	24	<i>Electra pilosa</i> (L., 1768)
2	<i>Alcyonidium diaphanum</i> (Hudson, 1778)	25	<i>Escharella immersa</i> (Fleming, 1828)
3	<i>Alcyonium digitatum</i> (L., 1758)	26	<i>Escharella variolosa</i> Johnston, 1838
4	<i>Barentsia</i> sp. Hincks, 1880	27	<i>Eudendrium rameum</i> (Pallas, 1766)
5	<i>Bicellariella ciliata</i> (L., 1758)	28	<i>Fenestrulina malusii</i> (Audouin, 1826)
6	<i>Botryllus leachi</i> (Savigny, 1816)	29	<i>Flustra foliacea</i> L., 1758
7	<i>Botryllus schlosseri</i> (Pallas, 1766)	30	<i>Halecium halecinum</i> (L., 1758)
8	<i>Bougainvillia ramosa</i> (Van Beneden, 1844)	31	<i>Halichondria panicea</i> (Pallas, 1766)
9	<i>Bugula plumosa</i> (Pallas, 1766)	32	<i>Halisarca dujardini</i> Johnston, 1842
10	<i>Bugula stolonifera</i> Ryland, 1960	33	<i>Hydrallmania falcata</i> (L., 1758)
11	<i>Callopora lineata</i> (L., 1767)	34	<i>Kirchenpaueria pinnata</i> (L., 1758)
12	<i>Calycella syringa</i> (L., 1767)	35	<i>Laomedea flexuosa</i> Alder, 1857
13	<i>Campanularia hincksii</i> Alder, 1856	36	<i>Leucosolenia botryoides</i> (Ellis and Solander, 1786)
14	<i>Celleporella hyalina</i> L., 1767	37	<i>Membranipora membranacea</i> (L., 1767)
15	<i>Chorizopora brongniartii</i> (Audouin, 1826)	38	<i>Obelia geniculata</i> (L., 1758)
16	<i>Cliona celata</i> Grant, 1826	39	<i>Obelia longissima</i> (Pallas, 1766)
17	<i>Clytia hemisphaerica</i> (L., 1758)	40	<i>Pedicellina</i> sp. Sars, 1835
18	<i>Conopeum reticulatum</i> (L., 1767)	41	<i>Podocoryne</i> sp. Lütken, 1850
19	<i>Cribrilina</i> sp. Gray, 1848	42	<i>Sertularella</i> sp. Gray, 1848
20	<i>Crisia aculeata</i> Hassall, 1841	43	<i>Sertularella polyzonias</i> (L., 1758)
21	<i>Crisia eburnea</i> L., 1758	44	<i>Tubularia larynx</i> Ellis and Solander, 1786
22	<i>Cryptosula pallasiana</i> Moll, 1803	45	<i>Tubulipora liliacea</i> (Pallas, 1766)
23	<i>Dynamena pumila</i> (L., 1758)	46	<i>Walkeria uva</i> (L., 1758)

**Tab. 9:** Überarbeitete und angepasste Referenzliste für die sessilen solitären und mobilen Taxa des Bezugsstandortes Tiefe Rinne. Die Liste umfasst 139 Taxa. Ersatztaxa bzw. Artkomplexe sind im Text oben erläutert.

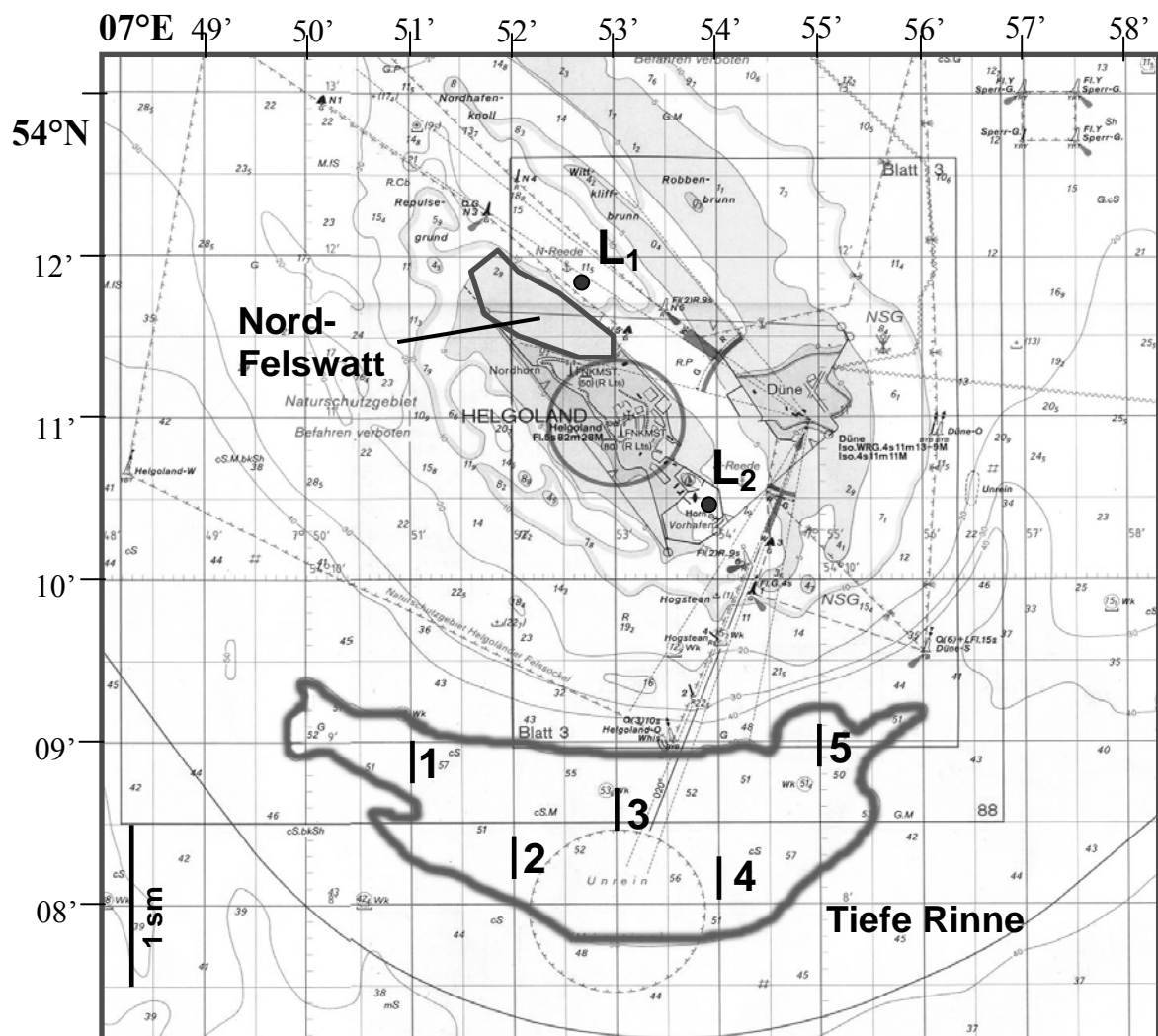
1	<i>Abra alba</i> (Wood, 1802)	21	<i>Arctica islandica</i> (L., 1767)
2	<i>Abra nitida</i> (O.F. Müller, 1776)	22	<i>Asterias rubens</i> L., 1758
3	<i>Achelia echinata</i> Hodge, 1864	23	<i>Autonoe longipes</i> Liljeborg, 1852
4	<i>Ampelisca brevicornis</i> (Costa, 1853)	24	<i>Buccinum undatum</i> L., 1758
5	<i>Ampelisca diadema</i> Costa, 1853	25	<i>Cancer pagurus</i> Johnston, 1861
6	<i>Ampelisca tenuicornis</i> Liljeborg, 1855	26	<i>Cheirocratus sundevallii</i> (Rathke, 1843)
7	<i>Ampelisca typica</i> (Bate, 1856)	27	Cirratulidae Ryckholdt, 1851
8	<i>Ampharete finmarchica</i> (M. Sars, 1864)	28	<i>Cochlodesma praetenuae</i> (Pulteney, 1799)
9	<i>Amphilochus manudens</i> Bate, 1862	29	<i>Corophium sextonae</i> Crawford, 1937
10	<i>Amphilochus neapolitanus</i> Della Valle, 1893	30	<i>Crangon crangon</i> (L., 1758)
11	<i>Amphipholis squamata</i> (Delle Chiajei, 1828)	31	<i>Cuthona</i> sp. Alder and Hancock, 1855
12	<i>Amphiura filiformis</i> (O.F. Müller, 1776)	32	<i>Cuthona foliata</i> (Forbes and Goodson, 1839)
13	<i>Anaitides groenlandica</i> (Oersted, 1842)	33	<i>Dendronotus frondosus</i> (Ascanius, 1774)
14	<i>Anaitides maculata</i> (L., 1767)	34	<i>Diastylis rathkei</i> (Krøyer, 1841)
15	<i>Anaitides mucosa</i> (Oersted, 1843)	35	<i>Doto coronata</i> (Gmelin, 1791)
16	<i>Anobothrus gracilis</i> (Malmgren, 1866)	36	<i>Ebalia cranchii</i> Leach, 1817
17	Anthozoa Ehrenberg, 1834	37	<i>Echinocardium cordatum</i> (Pennant, 1777)
18	<i>Aora gracilis</i> (Bate, 1857)	38	<i>Echinocyamus pusillus</i> (O.F. Müller, 1776)
19	<i>Aphelochaeta marioni</i> (de Saint-Joseph, 1894)	39	Echinoida Claus, 1876
20	Aphroditidae Malmgren, 1867	40	<i>Epigamia</i> sp. Nygren, 2004

- |    |  |     |  |
|----|--|-----|--|
| 41 | <i>Epigamia alexandri</i> (Malmgren, 1867)         | 91  | <i>Neanthes fucata</i> (Savigny, 1820)             |
| 42 | <i>Erichthonius punctatus</i> (Bate, 1857)         | 92  | <i>Neanthes virens</i> (M. Sars, 1835)             |
| 43 | <i>Eteone longa</i> (Fabricius, 1780)              | 93  | Nematoda Rudolphi, 1808                            |
| 44 | <i>Eualus occultus</i> (Lebour, 1936)              | 94  | <i>Nereis</i> sp. L., 1758                         |
| 45 | <i>Eubranchus</i> sp. Forbes, 1838                 | 95  | <i>Nereis longissima</i> (Johnston, 1840)          |
| 46 | <i>Eulalia viridis</i> (L., 1767)                  | 96  | <i>Nucula</i> sp. Lamarck, 1799                    |
| 47 | <i>Eumida sanguinea</i> (Oersted, 1843)            | 97  | Nudibranchia Cuvier, 1817                          |
| 48 | <i>Euspira pulchella</i> (Risso, 1826)             | 98  | <i>Nymphon brevirostre</i> Hodge, 1863             |
| 49 | <i>Eusyllis</i> sp. Malmgren, 1867                 | 99  | <i>Onchidoris muricata</i> (O.F. Müller, 1776)     |
| 50 | <i>Eusyllis blomstrandii</i> Malmgren, 1867        | 100 | <i>Ophelia limacina</i> (Rathke, 1843)             |
| 51 | <i>Fabricia sabella</i> (Ehrenberg, 1837)          | 101 | <i>Ophelina acuminata</i> Oersted, 1843            |
| 52 | <i>Fabulina fabula</i> (Gmelin, 1791)              | 102 | <i>Ophiura albida</i> Forbes, 1839                 |
| 53 | <i>Facelina</i> sp. Alder and Hancock, 1855        | 103 | <i>Orchomene nana</i> Krøyer, 1846                 |
| 54 | <i>Facelina bostoniensis</i> (Couthouy, 1838)      | 104 | <i>Owenia fusiformis</i> Chiaje, 1842              |
| 55 | <i>Flabelligera affinis</i> M. Sars, 1829          | 105 | <i>Pagurus bernhardus</i> (L., 1758)               |
| 56 | <i>Flabellina</i> sp. Voigt, 1834                  | 106 | <i>Phaxas pellucidus</i> (Pennant, 1777)           |
| 57 | <i>Flabellina gracilis</i> Alder and Hancock, 1844 | 107 | <i>Pholoe minuta</i> (Fabricius, 1780)             |
| 58 | <i>Flabellina verrucosa</i> M. Sars, 1829          | 108 | <i>Photis longicaudata</i> Bate and Westwood, 1863 |
| 59 | <i>Galathea intermedia</i> Lilljeborg, 1851        | 109 | <i>Phoxocephalus holbolli</i> (Krøyer, 1842)       |
| 60 | <i>Gari fervensis</i> (Gmelin, 1791)               | 110 | <i>Phtisica marina</i> Slabber, 1769               |
| 61 | <i>Gastrosaccus spinifer</i> (Goes, 1864)          | 111 | <i>Phyllodoce</i> sp. Lamarck, 1818                |
| 62 | <i>Gattyana cirrosa</i> (Pallas, 1766)             | 112 | <i>Phyllodoce lineata</i> (Claparède, 1870)        |
| 63 | <i>Gibbula cineraria</i> (L., 1758)                | 113 | <i>Pilumnus hirtellus</i> (L., 1761)               |
| 64 | <i>Gibbula tumida</i> (Montagu, 1803)              | 114 | <i>Pisidia longicornis</i> (L., 1767)              |
| 65 | <i>Gitana sarsi</i> Boeck, 1871                    | 115 | <i>Polydora</i> sp. Bosc, 1802                     |
| 66 | <i>Glycera</i> sp. Savigny, 1818                   | 116 | <i>Polydora ciliata</i> (Johnston, 1838)           |
| 67 | <i>Glycera alba</i> (O. F. Müller, 1776)           | 117 | <i>Pomatoceros</i> sp. Philippi, 1844              |
| 68 | <i>Glycera lapidum</i> Quatrefages, 1866           | 118 | <i>Psammechinus miliaris</i> (Gmelin, 1778)        |
| 69 | <i>Goniada maculata</i> Oerstedt, 1843             | 119 | <i>Pseudopolydora pulchra</i> (Carazzi, 1895)      |
| 70 | <i>Goniodoris nodosa</i> (Montgou, 1808)           | 120 | <i>Pseudoprotella phasma</i> (Montagu, 1804)       |
| 71 | <i>Harmothoe</i> sp. Kinberg, 1855                 | 121 | <i>Rissoa parva</i> (da Costa, 1778)               |
| 72 | <i>Harmothoe imbricata</i> (L., 1767)              | 122 | <i>Sabellaria</i> Savigny, 1818                    |
| 73 | <i>Harmothoe impar</i> (Johnston, 1839)            | 123 | <i>Sabellaria spinulosa</i> Leuckart, 1849         |
| 74 | <i>Hediste diversicolor</i> (O.F. Müller, 1776)    | 124 | <i>Scalibregma inflatum</i> Rathke, 1843           |
| 75 | <i>Hiatella arctica</i> (L., 1767)                 | 125 | <i>Schistomysis spiritus</i> (Norman, 1860)        |
| 76 | <i>Janira maculosa</i> Leach, 1814                 | 126 | <i>Scoloplos armiger</i> (O. F. Müller, 1776)      |
| 77 | <i>Lagis koreni</i> Malmgren, 1866                 | 127 | <i>Spio filicornis</i> (O. F. Müller, 1766)        |
| 78 | <i>Lanice conchilega</i> (Pallas, 1766)            | 128 | Spionidae Grube, 1850                              |
| 79 | <i>Lepidochitona cinerea</i> (L., 1767)            | 129 | <i>Spiophanes bombyx</i> (Claparède, 1870)         |
| 80 | <i>Lepidonotus squamatus</i> (L., 1758)            | 130 | <i>Spisula</i> sp. Gray, 1837                      |
| 81 | <i>Lineus ruber</i> (Müller, 1774)                 | 131 | <i>Stenothoe marina</i> (Bate, 1856)               |
| 82 | <i>Liocarcinus</i> sp. Stimpson, 1870              | 132 | <i>Styela coriacea</i> (Alder and Hancock, 1848)   |
| 83 | <i>Liocarcinus holsatus</i> (Fabricius, 1798)      | 133 | <i>Sycon ciliatum</i> (Fabricius, 1780)            |
| 84 | <i>Liocarcinus pusillus</i> (Leach, 1815)          | 134 | <i>Tellimya ferruginosa</i> (Montagu, 1803)        |
| 85 | <i>Macropodia rostrata</i> (L., 1761)              | 135 | <i>Thracia phaseolina</i> (Lamarck, 1818)          |
| 86 | <i>Malmgreniella lunulata</i> (Chiaje, 1841)       | 136 | <i>Timoclea ovata</i> (Pennant, 1777)              |
| 87 | <i>Marshallora adversa</i> (Montgou, 1803)         | 137 | <i>Tryphosella sarsi</i> Bonnier, 1893             |
| 88 | <i>Megamphopus cornutus</i> Norman, 1869           | 138 | <i>Venerupis senegalensis</i> (Gmelin, 1791)       |
| 89 | <i>Modiolus modiolus</i> (L., 1758)                | 139 | <i>Verruca stroemia</i> O.F. Müller, 1776          |
| 90 | <i>Mysella bidentata</i> (Montagu, 1803)           |     |  |



## B Erhebung aktueller Daten - Methoden

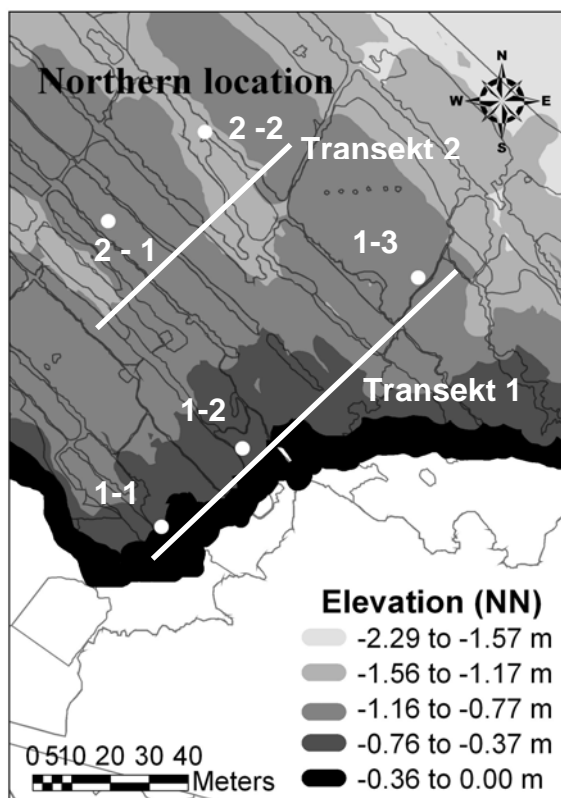
Nachstehend wird nun die methodische Datenerhebung an den drei ausgewählten Bezugsstandorten beschrieben, wobei die Ergebnisse im nächsten Kapitel zusammen mit der Bewertung präsentiert werden. Die im Zuge der Bestimmung verwendete Literatur ist im Literaturverzeichnis gesondert aufgelistet. Die folgende Abbildung (Abb. 1) zeigt das Untersuchungsgebiet um Helgoland mit den einzelnen Bezugsstandorten Nord-Felswatt, *Laminaria*-Haftkrallen und Tiefe Rinne.



**Abb. 1:** Deutsche Bucht, Helgoland (1997) mit Kennzeichnung des Probenahme-Standorts (i) *Laminaria*-Haftkrallen ( $L_1$  = Reede;  $L_2$  = Vorhafen, Südhafen), (ii) Tiefe Rinne (Umrandung = 50 m Tiefenlinie; Ziffern 1-10 = Dregdzüge) und (iii) Nord-Felswatt.

## B.1 Bezugsstandort: Nord-Felswatt

Die Beprobung im Nord-Felswatt von Helgoland fand in drei Wattgängen zwischen dem 09.09. und 25.09.2008 statt. Hierfür wurden entlang zweier bereits etablierter Transekte (Reichert et al., 2008a) insgesamt fünf Stationen in drei für das Felswatt charakteristischen Zonen (*Ulva*-Zone, *Mytilus*-Zone, *Fucus*-Zone) ausgewählt (Abb. 2, Tab. 10). Pro Station wurden fünf Zählrahmen á 0,25 m<sup>2</sup> beprobt. Bei der Beprobung wurden alle sessilen und sich langsam bewegenden Evertebraten (z.B. Schnecken) soweit wie möglich vor Ort identifiziert und ihre jeweilige prozentuale Bedeckung pro Zählrahmen geschätzt. Wenn die Differenzierung zwischen zwei oder mehreren Arten nicht möglich war, da diese Arten beispielsweise morphologisch nicht zu unterscheiden und somit im Feld nicht zu quantifizieren waren, wurden Arten zu Artkomplexen zusammengefasst. Zum Beispiel wurden Polychaeten der Familie Spirorbidae zu dem Komplex der Röhrenbildner zusammengefasst. Die Beprobungsstrategie ist seit mehreren Jahren etabliert und wird darüber hinaus in einem bestehenden Monitoringprogramm weiter verfolgt (siehe Details in Reichert et al. 2008a, 2008b). In der vorliegenden Studie wurden 6,25 m<sup>2</sup> Fläche des Helgoländer Nord Felswatts beprobt.



**Abb. 2:** Ausschnitt des Nord-Felswatts mit den zwei Probenahme-Transekten und -Stationen (weiße Punkte), dem Umriss der Oberflächenmorphologie des Felswatts und der Höhe (m) bezogen auf Normal Null (s. Tab. 10).

**Tab. 10:** Beprobungsdesign des Bezugsstandortes Nord-Felswatt und die geographischen Positionen in WGS84 (World Geodetic System 1984).

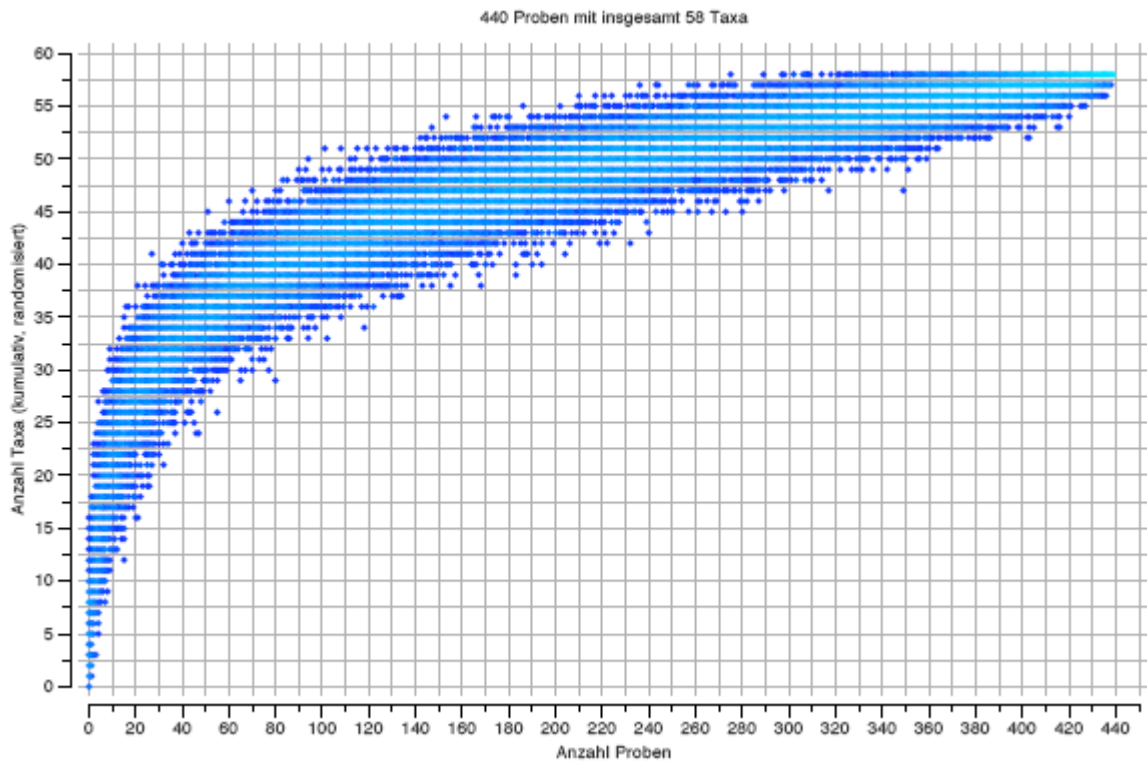
Transekt	Station	Zone	WGS84		Rahmen
			Lat	Long	
1	1	<i>Ulva</i>	54.1883390444	7.8701117501	1
1	1	<i>Ulva</i>	54.1883422307	7.8701171537	2
1	1	<i>Ulva</i>	54.1883454169	7.8701225573	3
1	1	<i>Ulva</i>	54.1883486032	7.8701279610	4
1	1	<i>Ulva</i>	54.1883517894	7.8701333647	5
1	2	<i>Ulva</i>	54.1885238468	7.8704251631	1
1	2	<i>Ulva</i>	54.1885270330	7.8704305668	2
1	2	<i>Ulva</i>	54.1885302193	7.8704359705	3
1	2	<i>Ulva</i>	54.1885334055	7.8704413742	4
1	2	<i>Ulva</i>	54.1885365918	7.8704467779	5
1	3	<i>Fucus</i>	54.1889253113	7.8711060354	1
1	3	<i>Fucus</i>	54.1889284975	7.8711114392	2
1	3	<i>Fucus</i>	54.1889316837	7.8711168430	3
1	3	<i>Fucus</i>	54.1889348699	7.8711222468	4
1	3	<i>Fucus</i>	54.1889380561	7.8711276507	5
2	1	<i>Mytilus</i>	54.1890445344	7.8698814374	1
2	1	<i>Mytilus</i>	54.1890479398	7.8698874848	2
2	1	<i>Mytilus</i>	54.1890513453	7.8698935322	3
2	1	<i>Mytilus</i>	54.1890547508	7.8698995796	4
2	1	<i>Mytilus</i>	54.1890581563	7.8699056270	5
2	2	<i>Fucus</i>	54.1892658905	7.8702745206	1
2	2	<i>Fucus</i>	54.1892692959	7.8702805681	2
2	2	<i>Fucus</i>	54.1892727014	7.8702866155	3
2	2	<i>Fucus</i>	54.1892761069	7.8702926630	4
2	2	<i>Fucus</i>	54.1892795123	7.8702987105	5
Gesamt					25 Proben

Ein wichtiger Aspekt bei der Probennahme ist die Frage nach der Mindestfläche mit der ein Beobachtungsgebiet beprobt werden muss, um alle Arten bzw. einen gewissen Prozentsatz aller Arten eines Gebietes zu erfassen. In der vorliegenden Arbeit soll eine zu beprobende Mindestfläche angenommen werden, wenn 70 % aller Arten erfasst sind (siehe auch Weinberg, 1978). Um die zu beprobende Mindestfläche für das Nord-Felswatt zu errechnen wurde eine Bootstrap-Analyse mit 440 bzw. 25 Replikaten durchgeführt. Der 440 Proben umfassende Datensatz (hiernach: „großer Datensatz“) ist aus Reichert et

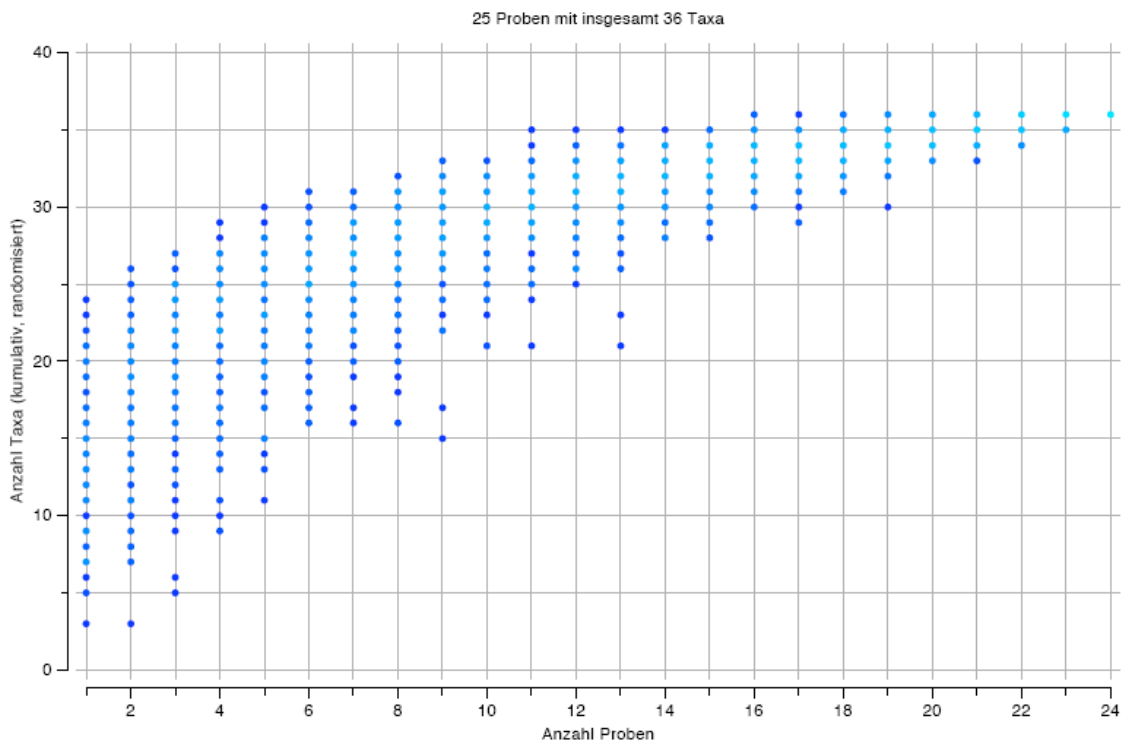
al. (2008 b); der 25 Replikate umfassende Datensatz (hiernach: „kleiner Datensatz“) wurde aktuell (August 2008) für die vorliegende Arbeit erhoben.

Beide Datensätze zeigten eine relativ geringe  $\alpha$ -Diversität, d.h. eine geringe Artenzahl innerhalb der beprobten Felswatt-Fläche (Abb. 3 und 4). Diese geringe  $\alpha$ -Diversität ist allerdings aufgrund der vorliegenden Beprobungsstrategie nicht verwunderlich, da die mobilen Evertebraten als auch die Makrophyten, welche die Felswatt-Lebensgemeinschaft zu einem bedeutenden Teil prägen, nicht aufgenommen wurden. Daher scheint die geringe  $\alpha$ -Diversität ein Artefakt der Probennahme darzustellen.

Die Arten-Areal Kurve des großen Datensatzes zeigt, dass in 30 Proben etwa die Hälfte der tatsächlich gefundenen Taxa vorkommt. Eine Probengröße von 80 Replikaten gewährleistet, dass durchschnittlich 70 % aller gefundenen Arten des großen Datensatzes erfasst werden (Abb. 3). Der kleine Datensatz zeigt Lücken bei den Minima der akkumulierten Artenzahl (Abb. 4). Dies weist daraufhin, dass die Datenmenge für die Analyse unzureichend ist. Eine Probengröße von sechs bis acht Replikaten gewährleistet, dass durchschnittlich 70 % aller gefundenen Arten des aktuellen Datensatzes erfasst werden (Abb. 4). Obwohl 25 Replikate á 0,25 m<sup>2</sup> nur eine sehr kleine Fläche des gesamten Nord-Felswatts abdecken (6,25 m<sup>2</sup>), erfasst man trotz alledem 60% aller Arten die in 440 Proben (13,75 m<sup>2</sup>) gefunden wurden. Somit können 25 Replikate als zu beprobende Mindestmenge betrachtet werden.



**Abb. 3:** Darstellung der Arten-Areal Kurve (Bootstrap-Analyse) mit 440 Proben aus dem Helgoländer Nord-Felswatt. Die helleren Punkte in der Kurve stellen wiederholt häufiges Auftreten beim Bootstrapping dar (bei 100 Wiederholungen) und zeigen somit den verlässlichen Bereich der Artenzahl pro Probenmenge.



**Abb. 4:** Darstellung der Arten-Areal Kurve (Bootstrap-Analyse) mit 25 Proben aus dem Helgoländer Nord-Felswatt. Die helleren Punkte in der Kurve stellen wiederholt häufiges Auftreten beim Bootstrapping dar (bei 100 Wiederholungen) und zeigen somit den verlässlichen Bereich der Artenzahl pro Probenmenge.

## B.2 Bezugsstandort: *Laminaria*-Haftkrallen

Die Probennahme der Haftkrallen (Rhizoide) des Palmtangs *Laminaria hyperborea* wurden am 25. und 26.07.2008 von den Forschungstauchern Dr. K. Reichert, Dipl. Biol. P. Schubert und C. Howe an zwei verschiedenen Standorten bzw. Stationen vor Helgoland durchgeführt (Tab. 11). Der taucherische Einsatz erfolgte mit Hilfe autonomer Leichttauchgeräte (aLTG) nach den Richtlinien für Forschungstaucher, ZH 1/540. Als exponierter Standort wurde eine Station im nördlichen Bereich der Insel gewählt, die an der westlichen Begrenzung des Helgoländer Fahrwassers (Helgoländer Reede) liegt (Tab. 11, Abb. 1; siehe auch Chrapkowski-Llinares, 2005). Der Bereich des Vorhafens im Helgoländer Südhafen wurde als geschützte Station gewählt. Beide Stationen liegen bei mittlerer Tide zwischen 4 und 6 m. An beiden Stationen wurden jeweils zufällig 10 Individuen von *L. hyperborea* mit ungefähr gleich großen Haftkrallen ausgewählt. Die Wahl der vorliegend beprobten Stationen sowie die gewählte Anzahl an Replikaten (bzw. zu untersuchenden Haftkrallen) orientierte sich an zwei vorangegangenen Studien zum Bestand des Makrozoobenthos an den Haftkrallen von *L. hyperborea* vor Helgoland (Schultze, 1988; Chrapkowski-Llinares, 2005). Dort wurde unter anderem ermittelt, dass 95% der typischerweise in Haftkrallen auftretenden Makrozoobenthos-Arten an der Helgoländer Reede und im Helgoländer Südhafen mit zwischen 12 bzw. 7 Replikaten gefunden werden können.

**Tab. 11:** Beprobungsdesign des Bezugsstandortes „*Laminaria*-Haftkrallen“

Probennahmestandort	Position	Tiefe (bei MHWL)	Anzahl der Haftkrallen von <i>Laminaria hyperborea</i>
Helgoländer Reede ("6 m Station")	54° 11' 53" N/ 07°52'79" E	6 m	x 10
Vorhafen des Südhafens Helgoland	54° 10' 50" N/ 07°53'95"E	4-5 m	x 10
Gesamt			20 Proben

Bei der Probennahme wurde zunächst jeweils das Cauloid ein Stück über dem obersten Wirtelansatz der Haftkralle abgeschnitten und entfernt. Um den Verlust mobiler Arten bei der Beprobung zu verhindern, wurde daraufhin ein Plastiksack über die noch am Substrat

verankerte Haftkrallen gestülpt. Mit einem Messer wurde diese dann vorsichtig untergehoben, abgetrennt und der Plastiksack mit der darin enthaltenen Haftkrallen noch unter Wasser verschlossen. Bis zur Aufarbeitung wurden die Haftkrallen bei  $-5^{\circ}\text{C}$  in Seewasser eingefroren.

Zur Aufarbeitung wurden die Plastiksäcke mit den einzelnen Haftkrallen über Nacht aufgetaut. Nötigenfalls wurde die Haftkrallen von noch umgebendem Eis mit fließendem Seewasser übergossen und somit befreit. Direkt im Anschluss wurde der noch abstehende Cauloid am ersten Wirtelansatz entfernt und der Stieldurchmesser auf 1 mm genau gemessen. Weiterhin wurden Höhe, Länge (an der längsten Stelle) und Breite (im rechten Winkel zur längsten Stelle) der Haftkrallen, ebenso auf 1 mm genau, aufgenommen.

Aus den aufgenommenen morphometrischen Parametern der Haftkrallen (Stieldurchmesser D, Höhe H, Länge L und Breite B sowie Frischgewicht FG, siehe unten) wurde der erstmals von Jones (1971) beschriebende und von Chrapkowski-Llinares (2005) an Helgoländer Haftkrallen angewandte „Ecospace“ als Bezugsgröße errechnet. Der Ecospace (E) stellt einen theoretischen, innerhalb der Haftkrallen zur Verfügung stehenden Lebensraum dar und wird in ml angegeben. Der Ecospace wird nach folgender Formel berechnet:

$$E = 1/12 * \pi H * B/L (L^2 + L*D + D^2) - (FG * 1,3)$$

An der exponierten „6 m - Station“ wurde mit durchschnittlich  $246,8 \pm 79,9$  ml Ecospace für die *Laminaria*-Haftkrallen ein mehr als doppelt so großer zur Verfügung stehender Lebensraum gefunden als im geschützten Südhafen, der einen durchschnittlichen Ecospace von  $102,0 \pm 62,5$  ml aufzeigte (Tab. 12). Diese Funde decken sich mit Literaturangaben von Helgoland, die bestätigen, dass die Haftkrallen der *Laminaria* an geschützten Standorten eher einen „Kümmerwuchs“ aufweisen, wogegen die Haftkrallen an den exponierten Standorten groß und kräftig ausgebildet waren (Schultze, 1988; Chrapkowski-Llinares, 2005). Insgesamt wurde in der vorliegenden Arbeit ein zu Verfügung stehender Lebensraum, dh. Ecospace von ca. 3,5 l (3448,4 ml) untersucht.

**Tab. 12:** Überblick über die morphometrischen Parameter der *Lamianria*-Haftkrallen aus dem Helgoländer Südhafen bzw. von der „6 m – Station“. FG = Frischgewicht; MW ± SD = Mittelwert ± Standardabweichung. Der Ecospace stellt den theoretisch zur Verfügung stehenden Lebensraum nach Jones (1971) dar. (Erläuterungen s. Text)

<b>Südhafen, Vorhafen</b>											
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>MW ±SD</b>
<b>Stieldurchmesser (cm)</b>	1,4	1,5	1,5	1,6	2,0	1,8	1,9	1,6	1,0	1,7	1,6 ± 0,3
<b>Höhe (cm)</b>	4,6	3,9	3,5	3,8	4,1	3,8	6,9	3,4	2,6	5,1	4,2 ± 1,1
<b>Länge (cm)</b>	15,8	11,2	9,5	15,2	20,2	13,9	14,2	11,6	7,9	11,3	13,1 ± 3,5
<b>Breite (cm)</b>	10,2	6,9	8,2	9,1	11,7	13,5	9,2	6,6	5,5	8,1	8,9 ± 2,4
<b>FG (g)</b>	68,7	27,8	19,7	27,1	61,2	52,8	68,7	29,6	15,8	47,1	41,8 ± 20,3
<b>Volumen (ml)</b>	52,0	24,0	16,0	26,0	55,0	47,0	62,0	28,0	15,0	45,0	37,0 ± 17,1
<b>Ecospace (ml)</b>	<b>122,8</b>	<b>54,7</b>	<b>58,8</b>	<b>118,4</b>	<b>201,8</b>	<b>145,3</b>	<b>182,5</b>	<b>40,4</b>	<b>13,3</b>	<b>82,2</b>	<b>102,0 ± 62,5</b>

<b>6-m Station</b>											
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>MW ±SD</b>
<b>Stieldurchmesser (cm)</b>	2,5	2,3	2,2	2,1	2,6	2,5	2,5	2,4	2,6	1,9	2,4 ± 0,2
<b>Höhe (cm)</b>	5,0	5,6	5,6	7,2	6,8	7,0	5,5	7,9	7,0	6,1	6,4 ± 0,9
<b>Länge (cm)</b>	11,8	13,2	18,9	16,7	15,7	15,4	15,2	13,8	13,5	14,4	14,9 ± 2,0
<b>Breite (cm)</b>	17,3	13,1	14,1	14,1	10,2	15,2	11,6	12,5	9,6	9,5	12,7 ± 2,6
<b>FG (g)</b>	93,7	111,1	106,1	104,6	78,4	118,4	93,0	101,3	78,7	73,4	95,9 ± 15,2
<b>Volumen (ml)</b>	109,0	98,0	98,0	95,0	78,0	107,0	85,0	92,0	77,0	67,0	90,6 ± 13,6
<b>Ecospace (ml)</b>	<b>214,0</b>	<b>160,9</b>	<b>303,5</b>	<b>370,7</b>	<b>238,2</b>	<b>356,0</b>	<b>181,6</b>	<b>297,9</b>	<b>189,8</b>	<b>155,7</b>	<b>246,8 ± 79,9</b>



Die dreidimensionale Struktur der Haftkrallen erschwert eine annähernd gute Abschätzung der prozentualen Bedeckung und somit die quantitative Datenaufnahme sessiler Organismen. Aus diesem Grund wurde ein semiquantitatives Zählsystem angewandt, bei dem die Haftkrallen in acht etwa gleich große Stücke zerteilt wurden und die qualitative Zusammensetzung der sessilen (hier solitär und kolonial wachsende) Makrozoobenthos-Arten pro Achtel aufgenommen wurde. So galt z.B. ein Organismus, der nur in zwei Achteln einer Haftkralle vorkam, als vergleichsweise wenig abundant. Hierbei wurden Unterproben der jeweiligen Arten von den Haftkrallen-Achteln genommen und bis zur weiteren Bestimmung in 70% Ethanol fixiert. Um im Falle von flächig wachsenden Bryozoen bestimmungsrelevante Merkmale und Strukturen nicht zu zerstören, wurde gegebenenfalls die äußerste Schicht der Haftkralle mit abgeschält.

Neben den sessilen Organismen wurden sämtliche vagile Arten aufgenommen, bis zur weiteren Bestimmung in 4%igem (mit Seewasser verdünntem) ungepuffertem Formalin konserviert und die jeweilige Individuendichte pro Art gezählt. Im Gegensatz zu den meist kalkigen sessilen Organismen, wurde bei den vagilen Arten (insbesondere wegen der weichhäutigen Polychaeten) Formalin verwendet, um für die eindeutige Artbestimmung so viele Strukturelemente wie möglich zu erhalten. Verschiedene, sich langsam bewegende Mollusken, insbesondere aus der Gruppe der Gastropoda wurden, in Anlehnung an die Beprobungsstrategie für den Bezugsstandort „Felswatt“ als mobile Arten gezählt. Alle Arten wurden, wenn möglich, bis auf das Artniveau bestimmt. Unidentifizierbare Jungtierstadien wurden nur auf Gattungsniveau angesprochen. Durch das Einfrieren der Proben wurden bei vielen weichhäutigen Organismen (z.B. Mollusken oder Polychaeten) oftmals für die eindeutige Identifikation relevante Strukturen zerstört. In diesem Fall musste die niedrigstmögliche bestimmbare taxonomische Ebene gewählt werden (siehe auch Kapitel A: Erstellen der Referenzlisten). Im Anschluss an die Bestimmung der Tiere wurden die einzelnen Strünke und Abschnitte der jeweiligen Haftkralle gesäubert, mit einem Tuch trocken getupft und das Frischgewicht in mg aufgenommen.

### B.3 Bezugsstandort: Tiefe Rinne

Die Probennahme in der Tiefen Rinne erfolgte am 29.09.2008 mit dem Forschungsschiff FK Uthörn. Hierfür wurden 5 Transekte durch die gesamte Tiefe Rinne gelegt (Tab. 13, Abb. 1). Entlang jedes Transekts wurde, nach abfieren der Geräte an der jeweiligen Startposition, eine Dredge (60 x 80 x 40 cm; Maschenweite innen: 1 cm, außen: 4 cm) zwei Minuten lang bei einer Geschwindigkeit von zwei Knoten gezogen. Das Gesamtvolumen jeder Dredgeprobe wurde mittels geeichter Wannen geschätzt und ergab pro Dredge ca. 100 l. Anschließend wurden mit einer Schaufel aus verschiedenen Bereichen der Gesamtprobe je 4 Unterproben á 2 l entnommen. Die angewendete Beprobungsstrategie ist darauf ausgelegt, eine möglichst reproduzierbare, einfache und schnell zu bewerkstellende Probennahme zu gewährleisten, die darüber hinaus einen repräsentativen Schnitt der Faunengemeinschaft verschiedener Sedimentbereiche der Tiefen Rinne widerspiegelt. Bis zur Aufarbeitung wurden die jeweiligen Unterproben in separaten Plastikeimern in 4%igem (mit Seewasser verdünnt) ungepuffertem Formalin konserviert.

**Tab. 13:** Beprobungsdesign des Bezugsstandortes Tiefe Rinne

Dredgezug Nr.	Position bei Dredgebeginn in Richtung Süden		Dredgedauer	Probennahme (Volumen)	Anzahl der Proben
1	54° 09' 10" N	07° 51' 00" E	2 min	2 l	x 5
2	54° 09' 00" N	07° 52' 00" E	2 min	2 l	x 5
3	54° 08' 48" N	07° 53' 00" E	2 min	2 l	x 5
4	54° 08' 54" N	07° 54' 00" E	2 min	2 l	x 5
5	54° 09' 12" N	07° 55' 00" E	2 min	2 l	x 5
Gesamt				100 l	50 Proben

Zur Aufarbeitung der Proben wurde sämtliches Material durch drei Netze unterschiedlicher Maschenweite gewaschen (1 cm, 0,8 mm und 0,5 mm). Dies diente dazu, gröbere Schillstücke von feineren Kies oder Sand- bzw.- Schlickfraktionen zu trennen. Um die Proben so schonend wie möglich zu waschen um die in den Proben enthaltenen Organismen weitgehend unzerstört zu erhalten und gleichzeitig die

größtmögliche Mengen rückständigen Formalins auszuwaschen, wurden die Proben in den Netzen mehrere Stunden lang im Durchfluss gewaschen.

Aus den feinen Sedimentfraktionen wurden sämtliche vagile Organismen wenn möglich bis auf das Artniveau bestimmt und gezählt. Sessile Organismen, die in der Regel auf den gröberen Schillstücken im Aufwuchs zu finden waren, wurden in Anlehnung an das bei den *Laminaria*-Haftkrallen verwendete semiquantitative Zählsystem ausgezählt. Hierbei wurden die groben Schillstücke jeder Probe zufällig in acht Fraktionen unterteilt und die jeweils darin vorkommenden Arten qualitativ aufgenommen.

Für die Proben der Tiefe Rinne wurden jedoch, anders als bei den *Laminaria*-Haftkrallen, nur die kolonial wachsenden sessilen Arten semiquantitativ über die Achtel gezählt. Alle solitären sessilen Arten und alle mobilen Arten wurden als Individuen per Volumen gezählt.

## **Problematik der Abundanzangaben für sessile und mobile Taxa**

### **(Nachtrag für B.2 - *Laminaria*-Haftkrallen und B.3 - Tiefe Rinne)**

Der ca. 35 km<sup>2</sup> große Felssockel der Insel Helgoland ist das einzige natürliche Hartsubstrat in der südöstlichen Nordsee. Seine vergleichsweise hohe Artenvielfalt setzt ihn deutlich von den umgebenden, ausgedehnten Weichböden ab. Gerade die Lebensgemeinschaften primärer aber auch sekundäre Hartböden stellen einen wesentlichen Bestandteil der Helgoländer Invertebratenfauna. Während mobile oder aber auch solitär wachsende sessile Arten vergleichsweise einfach zu zählen und auch eine entsprechende Einheit (Fläche oder Volumen) zu beziehen sind, ist die Abundanzaufnahme kolonial wachsender Organismen mit weit größeren Schwierigkeiten verbunden. Das Zählen einzelner Individuen von Kolonien (z.B. Bryozoen oder Hydrozoen) ist nahezu unmöglich und steht in keinem Verhältnis zu numerischen Bestandsangaben mobiler Arten (Warwick, 1993). Aus diesem Grund sind semiquantitative Verfahren unerlässlich, wie z.B. das Schätzen einer prozentualen Flächenbedeckung oder aber die Anwendung eines kategorialen Häufigkeits-Systems (Hiscock, 1987; Eaton, 2001; Marchini et al., 2004). Problematisch hierbei ist, dass zum einen die semiquantitative Abundanzangabe ein sehr subjektives Verfahren darstellt und dass sie je nach Definition und Bearbeiter starken Schwankungen unterliegen kann. Zum

anderen kann eine Lebensgemeinschaft bestehend aus mobilen sowie solitär und kolonial wachsenden sessilen Organismen hinsichtlich ihrer Quantität nicht geschlossen betrachtet werden. Die einzige Möglichkeit eine Gemeinschaft in ihrer Gesamtheit zu betrachten, ist allein über die Angabe der An- bzw. Abwesenheit (presence/ absence data) von Arten, oder aber mobile Arten in ihrer prozentualen Flächenbedeckung ebenso zu schätzen wie sessile Arten. Hierbei, jedoch besteht wieder die Gefahr der Subjektivität in der Datenaufnahme.

Im vorliegenden Fall konnte die Lebensgemeinschaft im Bezugsstandort Nord-Felswatt von Helgoland in ihrer „Gesamtheit“ betrachtet werden, da nur sessile, bzw. hemisessile oder aber sich langsam bewegende mobile Arten über die angewandte Beprobungsstrategie aufgenommen wurden. Genau genommen wurde in diesem Fall eigentlich nicht die gesamte Lebensgemeinschaft betrachtet. Da aber alle Arten in ihrer prozentualen Flächenbedeckung geschätzt werden konnten, konnte hier eine einheitliche Abundanzangabe genutzt werden. Im Falle der Bezugsstandorte *Laminaria*-Haftkrallen und Tiefe Rinne konnte keine Schätzung der Flächenbedeckung vorgenommen werden, da es sich bei der Datenerhebung in beiden Fällen um dreidimensionale Besiedlungsstrukturen handelte (s.oben). Marchini et al. (2004) schlagen in solchen Fällen die Verwendung von Häufigkeitsklassen vor und verwendeten ein fünfstufiges kategorielles System. Diese Abundanzkategorien wurden daraufhin in numerische Werte transformiert, die dann als quantitative Näherungen für uni- und multivariate Analysen verwendet werden konnten.

Semiquantitative Häufigkeitskategorien für kolonial wachsende Organismen, wie z.B. „Einzelkolonie, wenige Kolonien oder viele Kolonien...“ sind jedoch problembehaftet, da keine Information über die Größe der einzelnen Kolonien mit einfließt. Eine einzelne inkrustierende Bryozoenkolonie kann beispielsweise eine viel größere Fläche einnehmen als zehn Hydrozoenkolonien. Weiterhin ist die Wahl der numerischen Wertegrößen sehr schwierig und bedarf eingehender Vergleichsberechnungen. Aus diesem Grund wurde in der vorliegenden Arbeit auf eine geschätzte oder genäherte Abundanzangabe verzichtet und ein einfaches, reproduzierbares System angewandt, bei dem die Präsenz kolonial wachsender Art in Fraktionen von 12,5 % (acht Achtel) der Gesamtprobe aufgenommen wurde. Dieses System stellt ein objektives und beliebig reproduzierbares Verfahren dar und unterliegt keiner subjektiven Abundanznäherung. Mögliche Defizite sind jedoch darin zu sehen, dass bei dieser Strategie keine Information über die eigentliche Größe oder Menge von Kolonien in einem Achtel verfügbar ist. So könnte es passieren, dass

beispielsweise acht Kolonien in einem einzigen Achtel wachsen und daher mit einer geringen Abundanz belegt würden ( $1/8$ ). Dagegen würde die Abundanz von acht Kolonien, die jeweils in einem der Achtel wachsen als sehr hoch gewertet werden ( $8/8$ ). In beiden Fällen wäre die wirkliche Abundanz aber gleich groß. Nach Sichtung der Daten und persönlicher Inspektion kann jedoch festgestellt werden, dass Arten, die mit geringen Abundanzen belegt wurden tatsächlich auch nur mit vereinzelt Kolonien auftauchten und daher auch nur in wenigen Achteln zu finden waren. Häufige Arten dagegen, tauchten zum einen in vielen Achteln aber auch wiederholt in denselben Achtel auf.

Aufgrund obiger Ausführung haben wir in der vorliegenden Arbeit davon abgesehen, zählbare (*Laminaria*-Haftkrallen: mobile; Tiefe Rinne: mobile + solitäre sessile) und nicht zählbare (*Laminaria*-Haftkrallen: solitäre und koloniale sessile; Tiefe Rinne: koloniale sessile) Arten in ihrer Abundanzangabe zu vereinen. Aus diesem Grund wurden die erhobenen Datensätze getrennt, individuelle Referenzlisten erstellt und separate Bewertungen durchgeführt. Obwohl in MarBIT bisher nur mit absoluten Individuenzahlen pro Bezugseinheit gerechnet wurde, sollte die Verwendung der Häufigkeitsangaben in insgesamt 160 möglichen Achteln (je 8 Achtel auf 20 Proben) relativ unproblematisch sein. Das heißt es können theoretisch Numerische Werte zwischen 1 und 160 in die Abundanzverteilung einfließen. Die relativ hohe Wahrscheinlichkeit, dass häufige Arten auch mit hohen Abundanzangaben und seltene Arten mit niedrigen Abundanzangaben belegt werden, sollte daher auch zu weitgehend stabilen Normalverteilung führen.

Trotz der getrennten Bewertungen von zählbaren und kolonial wachsenden („nicht zählbare“) Taxa, haben wir uns die Freiheit genommen, im folgenden Kapitel C in einem Testdurchlauf einmal die mobilen, solitären und kolonialwachsenden sessilen Taxa der Bezugsstandorte *Laminaria*-Haftkrallen und Tiefe Rinne, jeweils gemeinsam zu testen. Hierbei wurde das Kriterium der Abundanzverteilung, eines der vier Eingangs erläuterten, unabhängigen und nach WRRL vorgegebenen Kriterien, außer Acht gelassen und die Gewässergüte nur auf Grundlage der übrigen drei Kriterien berechnet. Dies soll jedoch keine eigene Bewertung darstellen, sondern vielmehr die vorliegenden Bewertungen der getrennten Lebensgemeinschaften untermauern.



## **C Ergebnisse und Bewertung der Bezugsstandorte durch den MarBIT- Index**

Im folgenden werden nun die Ergebnisse der aktuellen Datenerhebung der drei Bezugsstandorte vorgestellt und mit den entsprechenden Referenzlisten verglichen. Die anschließende Bewertung anhand des MarBIT liefert daraufhin für die jeweiligen Bezugsstandorte die Gewässergüte als errechneten Median der vier von der WRRL geforderten Kriterien (Artenvielfalt, Abundanzverteilung, Anteil störungsempfindlicher bzw. sensibler Taxa, Anteil toleranter Taxa).

In Rahmen eines umfangreichen Monitoring Programms des Makrozoobenthos wurden bereits in den Vorjahren an der Biologischen Anstalt Helgoland im Helgoländer Nord-Felswatt Daten erhoben. Für einen mehrjährigen Vergleich des Bezugsstandortes Nord-Felswatt wurden freundlicherweise von Prof. Dr. F. Buchholz, Dr. K. Reichert und A. Rów die Sommerdaten der Jahre 2004 bis 2007 zur Verfügung gestellt. Diese Daten wurden an denselben Stationen und nach derselben Beprobungsstrategie wie in der vorliegenden Arbeit erhoben.

### **C.1 Bezugsstandort: Nord-Felswatt**

In den Jahren zwischen 2004 und 2008 wurden insgesamt zwischen 14 und 36 Arten bzw. Artkomplexe aus bis zu elf verschiedenen Gruppen gefunden (Tab. 14, Anhang Tab. II-VI). Hierbei waren jeweils neben den Gastropoden, die Bryozoen und Ascidien anteilmäßig am stärksten vertreten. Im Jahr 2007 wurden nur 14 Arten bzw. Artkomplexe aus 7 Gruppen gefunden. Aus den Unterlagen geht hervor, dass in diesem Jahr aufgrund von Schlechtwetterphasen vergleichsweise wenig Wattgänge erfolgten und eine ganze Reihe von Stationen nicht beprobt werden konnten. Aus diesem Grund müssen diese Daten vorerst bei einer kritischen Betrachtung und Bewertung außer Acht gelassen werden.

#### *Artenzahlen und Artenvielfalt*

In allen Jahren wurden im Nord-Felswatt mehr Taxa gefunden, als der Referenzliste nach zu erwarten gewesen wären. Diese werden aber im Programm nicht weiter bewertet. Im Jahr 2004 flossen 96,3 % der gefundenen Taxa in die Bewertung ein und spiegelten 65 %,

d.h., 26 von 40 zu erwartenden Referenztaxa wider (Tab. 15). Der einzige Organismus, der über die Referenzliste hinaus auftauchte war die Strandschnecke *Littorina saxatilis*, die nur in zwei Stationen jeweils mit einer Bedeckung unter 1 % und danach nicht wieder gefunden wurde (Tab. 14, Anhang Tab. II). Dies fällt aber für die Gesamtbewertung nicht weiter ins Gewicht. Im Jahr 2005 flossen 92,3 % der gefundenen Taxa in die Bewertung ein und stellten 60 %, also 24 von 40 zu erwartenden Referenztaxa dar (Tab. 15). Zwei Organismen, die Muschel *Pholas dactylus* und der Pantopode *Pycnogonum littorale* wurden jeweils mit einer prozentualen Bedeckung unter 1 % gefunden. Ähnlich wie bei *L. saxatilis* scheint der Fund von *P. dactylus* ein zufälliger Einzelfund zu sein, der keine deutliche Veränderung im System abbildet. *Pycnogonum littorale* dagegen taucht im Jahr 2008 wieder auf. Diese Art wurde laut der Checklist von Harms (1993) schon von Janke (1986) und de Kluijver (1991) gefunden, scheint aber eher eine sublitorale Art zu sein (King, 1974) und wäre daher für eine Veränderung im Eulitoral ein schlechter Anzeiger. Im Jahr 2006 flossen 96,6 % der gefundenen Taxa in die Bewertung ein und stellten 70 %, d.h. 28 von 40 zu erwartenden Taxa dar (Tab. 15). Wie im Jahr 2004 wurde nur ein Organismus gefunden der über die zu erwartenden Referenzliste hinaus gefunden wurde: die Ascidie *Dendrodoa glossularia*. Auch in diesem Fall stellte dieser Fund mit einer Gesamtflächenbedeckung von unter 1 % einen Einzelfund dar. Zudem wird diese Art für die weitere Betrachtung des eulitoralen Nord-Felswatts nicht stark ins Gewicht fallen, da sie laut Literatur eher in sublitoralen Bereichen zu finden ist (Schultze, 1987; Karez, 1991; de Kluijver, 1991; Rietdorf, 2001). Das Jahr 2007 wird wie oben erwähnt nicht in die Betrachtung mit einbezogen, da zu viele Stationen in diesem Sommer nicht beprobt werden konnten.

Im Jahr 2008 wurden im Vergleich zu den Jahren 2004 bis 2006 zum einen die meisten Taxa gefunden (36 Taxa), und zum anderen wurden auch die meisten von den in der Referenzliste aufgeführten Taxa (31 von 40 zu erwartenden Taxa = 78 %) wiedergefunden (Tab. 15). Dies hat zur Folge, dass sich die EQR des Kriteriums „Artenvielfalt“ der Jahre 2004 bis 2005 nur in einem mäßigen Zustand befinden (EQR zwischen 0,4 und 0,6), jedoch im Jahr 2006 und insbesondere im Jahre 2008 einen guten Zustand widerspiegeln (EQR zwischen 0,6 und 0,8). Insgesamt wurden jedoch fünf Arten gefunden, die nicht in der Referenzliste geführt werden. Hierbei handelt es sich um die Hydrozoe *Coryne pusilla*, die Wellhornschnecke *Buccinum undatum*, die Finger-Lanzetttschnecke *Limapontia senestra*, und die beiden Pantopoden *Nymphon brevirostre* und *Pycnogonum littorale*. Ähnlich wie schon oben beschrieben, sind die Funde der



Pantopoden wohl eher zufälliger Natur, da die Tiere zum einen eher vereinzelt (geringe prozentuale Bedeckung) und zum anderen weitgehend im Sublitoral vertreten sind (King, 1974). Das gleiche gilt auch für *B. undatum* und *L. senestra* die eher als Einzelgänger gelten und im Wesentlichen aus sublitoralen Bereichen bekannt sind (Graham, 1988; Reichert 2003). *Coryne pusilla* wurde in den vorliegenden Jahren seit 2004 erstmals 2008 in relativ geringer Abundanz gefunden. Laut Literatur findet sich diese Art gängigerweise im unteren Eulitoral und im Sublitoral, häufig epiphytisch auf Braunalgen (Hayward and Ryland, 1990). Ihre epiphytische Lebensweise mag mit ein Grund dafür gewesen sein, dass sie vielleicht in den Jahren zuvor nicht gefunden wurde.

Während der Probennahmen konnte eine Vielzahl von Taxa nicht gefunden werden, die aber laut Referenzliste zu erwarten gewesen wären. Für das Jahr 2008 handelt es sich hierbei um neun Taxa. Die meisten dieser Taxa wurden aber vermutlich nur zufällig nicht gefunden. Das mag zum einen daran liegen, dass viele aufgrund der Beprobungsstrategie und ihrer geringen Größe oder kryptischen Lebensweise übersehen wurden. Dies gilt insbesondere für die Schnecken *Hydrobia ulvae*, *Lacuna vincta* und *Rissoa parva* sowie für die Muschel *Hiatella arctica*. Zum anderen treten einige der Arten in der Regel oft nur vereinzelt auf und unterliegen daher einer geringeren Wahrscheinlichkeit gefunden zu werden, wie beispielsweise die Actinie *Sargatiogeton undatus* oder die Nacktschnecke *Elysia viridis*. Darüber hinaus gibt es Arten, die sich in ihrer sessilen und epiphytischen Lebensweise fakultativ oder obligat auf bestimmte Makroalgen spezialisiert haben, die neben eulitoralischen Beständen zu großen Teilen auch im Sublitoral vorkommen. So ist beispielsweise die Hydrozoe *Clava multicornis*, die seit 2002 nicht mehr im Felswatt gefunden wurde (pers. Mitteilung, K. Reichert) als Epiphyt u.a. auf den Knotentang *Ascophyllum nodosum* spezialisiert (Rossi et al., 2000) und bevorzugt generell eher geschütztere Standorte. Während der Knotentang im Nord-Felswatt eher selten ist, ist der Sägetang *F. serratus* im Eulitoral des Nord-Felswatt die dominante Makroalge (Bartsch und Kuhlenkamp, 2004). Ähnlich sind die Ascidie *Botryllus leachi* und die Bryozoe *Callopora lineata* vergleichsweise selten zu finden (pers. Mitteilung, K. Reichert). Gerade letztere scheint sich stark auf die Besiedlung von *Laminaria* Haftkrallen zu spezialisieren (Ryland und Hayward, 1977). Weiterhin ist es vermutlich recht schwierig *C. lineata* aufgrund ihrer geringen Größe (insbesondere bei kleinen vereinzelt und kryptisch lebenden Kolonien) eindeutig im Feld zu identifizieren oder erst zu entdecken.

### *Abundanzverteilung*

Die Abundanzverteilungen werden mit „sehr guten“ bis „mäßigen“ EQR-Werten belegt. Dieses Kriterium ist mit großer Vorsicht zu genießen, da bei der Beprobungsstrategie im Felswatt nur sessile oder sich langsam bewegende Arten berücksichtigt wurden und ihre Abundanz nicht in Individuenzahlen pro Flächeneinheit, sondern in prozentualer Flächenbedeckung aufgenommen wurde. Obwohl Abundanzangaben in % einen Schätzwert für Abundanzen liefern, wurde dies bisher für den MarBIT nicht getestet. Problematisch ist hierbei, dass die Angabe einer prozentualen Flächenbedeckung eines bestimmten Artbestandes in der Regel kleinere numerische Werte liefert als die Angabe ihrer Individuendichte. Das kann einen starken Einfluss auf die dem Programm zu Grunde liegende log-normal Verteilung haben kann. Dennoch findet in gewisser Weise ein programminterner Ausgleich statt, da in die Gesamtbewertung die gepoolten Abundanzen eingehen. Das bedeutet, dass Taxa, die z.B. in vier Proben jeweils eine Fläche von < 1 % bedecken, im Programm jeweils mit dem Wert 0,5 belegt werden. Bei vier Proben summiert sich aber die gepoolte Abundanz auf 2 % Flächenbedeckung auf, obwohl diese in Wirklichkeit tatsächlich geringer ist.

### *Anteil der sensitiven und toleranten Taxa*

Die Referenzliste des Nord-Felswatts beläuft sich auf insgesamt 40 Taxa, wobei 11 als „sensitiv“ (27,5 %) und 15 (37,5 %) als „tolerant“ einzustufen sind (Tab. 14). Das Kriterium „Anteil der sensitiven Taxa“ wurde in den Jahren von 2004 bis 2007 als „unbefriedigend“ und im Jahr 2007 sogar als „schlecht“ bewertet (Tab. 15). Allein in der vorliegenden Erhebung (2008) konnte dieser Zustand als „mäßig“ bewertet werden. Dies liegt vornehmlich daran, dass mit den Jahren immer mehr Taxa gefunden wurden (mit Ausnahme des Jahres 2007, in dem nur wenige Stationen untersucht werden konnten). Dieses Ergebnis zeigt, dass der Anteil der sensitiven Taxa mit den Jahren zugenommen hat, während im Vergleich dazu der Anteil der toleranten Taxa über die Jahre hinweg für „gut“ befunden wurde. Dies mag darauf hindeuten, dass zum einen die 2004 erstmals etablierte Beprobungsstrategie über die Jahre verbessert wurde und zum anderen die Bearbeiter der jeweiligen Jahre auch darin geübter wurden eher unscheinbare Arten zu entdecken. Dennoch spiegelt das Ergebnis auch wider, dass der Anteil der sensitiven Arten im Jahr 2008 zwar nur „unbefriedigend“ ist, jedoch ein rückläufiger Trend, der das Verschwinden gerade der störungsanfälligen Taxa zur Folge hätte, gerade nicht zu beobachten ist. Daher können anthropogene Einflüsse oder Störungen, die durch sensitive

Indikatororganismen angezeigt würden, zum aktuellen Kenntnisstand ausgeschlossen werden.

**Tab. 14:** Bezugsstandort Nord-Felswatt. Liste der zwischen 2004 und 2008 gefundenen sowie der laut Referenzliste („x“) zu erwartenden Taxa. Die Taxa sind alphabetisch geordnet und ihre Gesamtabundanz, d.h. ihre prozentuale Flächenbedeckung pro 6,25 m<sup>2</sup> beprobter Gesamtfläche wiedergegeben. Der Wert „0,5“ steht stellvertretend für eine Flächenbedeckung < 1%. „-“ markiert die Abwesenheit eines Taxon.

Taxon	Toleranz/ Sensitivität	Gesamtabundanz (% Bedeckung)					Referenz	Kommentar (für 2008)
		Probe 2004	Probe 2005	Probe 2006	Probe 2007	Probe 2008		
<i>Alcyonidium gelatinosum</i>	tolerant	5,5	3,5	2,0	-	4,0	x	
<i>Amphipholis squamata</i>	sensitiv	0,5	-	0,5	-	1,5	x	
Anthozoa	normal	3,0	8,5	8,5	4,5	6,5	x	
<i>Aplidium turbinatum</i>	normal	5,0	3,0	-	-	2,0	x	
<i>Asterias rubens</i>	tolerant	-	-	-	-	0,5	x	
<i>Botryllus leachi</i>	sensitiv	-	-	-	-	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Botryllus schlosseri</i>	normal	5,0	5,0	3,0	-	1,5	x	
<i>Buccinum undatum</i>	sensitiv	-	-	-	-	1,5	-	nicht in Referenz
<i>Callopora lineata</i>	sensitiv	-	-	-	-	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Clava multicornis</i>	sensitiv	-	-	-	-	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Clavelina lepadiformis</i>	normal	3,0	2,0	1,0	-	1,0	x	
<i>Coryne pusilla</i>	normal	-	-	-	-	1,5	-	nicht in Referenz
<i>Crassostrea gigas</i>	normal	-	-	-	0,5	1,5	x	
<i>Cryptosula pallasiana</i>	tolerant	3,0	3,0	3,0	0,5	5,5	x	
<i>Dendrodoa grossularia</i>	sensitiv	-	-	0,5	-	-	-	
<i>Didemnum maculosum</i>	normal	2,5	2,5	1,5	-	2,0	x	
<i>Dynamena pumila</i>	sensitiv	3,5	5,0	3,5	1,0	5,0	x	
<i>Electra pilosa</i>	tolerant	5,5	5,5	3,0	0,5	5,5	x	
<i>Elysia viridis</i>	sensitiv	0,5	-	-	-	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Flustrellidra hispida</i>	tolerant	2,5	3,0	2,0	-	3,0	x	
<i>Gibbula cineraria</i>	normal	7,5	8,0	6,0	1,0	7,5	x	

<i>Halichondria panicea</i>	tolerant	3,0	-	1,0	-	1,5	x	
<i>Halisarca dujardini</i>	tolerant	-	-	0,5	-	1,5	x	
<i>Hiatella arctica</i>	sensitiv	-	-	-	-	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Hydrobia ulvae</i>	tolerant	-	-	-	-	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Lacuna pallidula</i>	sensitiv	-	0,5	-	-	1,0	x	
<i>Lacuna vincta</i>	tolerant	1,1	6,5	-	0,5	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Lanice conchilega</i>	tolerant	2,0	2,0	0,5	-	0,5	x	
<i>Laomedea flexuosa</i>	tolerant	3,0	5,5	3,5	1,0	3,0	x	
<i>Lepidochitona cinerea</i>	sensitiv	-	-	0,5	-	0,5	x	
<i>Leucosolenia botryoides</i>	normal	4,0	4,5	4,0	-	5,0	x	
<i>Limapontia senestra</i>	normal	-	-	-	-	1,0	-	nicht in Referenz
<i>Littorina littorea</i>	tolerant	51,0	44,5	56,0	23,0	29,0	x	
<i>Littorina obtusata</i>	tolerant	9,0	11,5	10,5	5,0	14,5	x	
<i>Littorina saxatilis</i>	sensitiv	1,0	-	-	-	-	-	weder in Referenz, noch gefunden
Maxillopoda	normal	8,5	7,5	9,5	2,5	6,5	x	
<i>Molgula citrina</i>	sensitiv	-	-	1,0	-	1,0	x	
<i>Mytilus edulis</i>	tolerant	20,0	22,5	9,5	3,5	2,0	x	
<i>Nymphon brevirostre</i>	sensitiv	-	-	-	-	0,5	-	nicht in Referenz
<i>Pholas dactylus</i>	normal	-	0,5	-	-	-	-	weder in Referenz, noch gefunden
Polychaeta	tolerant	14,0	14,5	12,0	6,0	16,0	x	
<i>Pomatoceros</i> sp.	normal	-	3,0	4,0	-	1,5	x	
<i>Pycnogonum littorale</i>	sensitiv	-	0,5	-	-	0,5	-	nicht in Referenz
<i>Rissoa parva</i>	normal	0,5	-	0,5	-	0,0	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Sagartia troglodytes</i>	normal	-	-	1,5	-	0,5	x	
<i>Sagartiogeton undatus</i>	normal	0,5	1,5	1,0	-	-	x	erwartet aber nicht gefunden
Spirorbidae	sensitiv	22,0	21,0	10,0	2,0	34,0	x	
<i>Sycon ciliatum</i>	normal	-	-	-	-	0,5	x	

*Gesamtbetrachtung Nord-Felswatt*

Die Bewertung des Bezugsstandortes Nord-Felswatt ergab „mäßige“ MarBIT EQR-Werte für die Jahre 2004 und 2005 und einen „mäßigen“ MarBIT EQR-Wert, für das Jahr 2006 einen „guten“ für das Jahr 2007 (aus oben genannten Gründen) einen „unbefriedigenden“ und für die Erhebung im Sommer 2008 einen „mäßigen“ Zustand (Tab. 15).

Generell kann gesagt werden, dass der Gütezustand über einen relative kleinen Zeitraum (fünf Jahre) weitgehend stabil zu sein scheint. Die Bewertung der Untersuchungsjahre ist im Bereich „gut“ bis „mäßig“ anzusiedeln und hängt jeweils von den Einzelbewertungen der Kriterien „Artenvielfalt“, „Abundanzverteilung“, „Anteil sensitiver und toleranter Taxa“ ab. Somit scheint der Index trotz einiger Unsicherheiten einen realistischen Zustand für die Gewässergüte im Helgoländer Nord-Felswatt abzubilden. Insbesondere wenn man vorangegangene Untersuchungen, beispielsweise von 2004 heranzieht, die mittels anderer Indizes und Klassifizierungs- bzw. Bewertungsmodellen für Helgoland und speziell für das Felswatt ebenso einen „mäßigen“ („gut-befriedigend“, Bartsch und Kuhlenkamp, 2004; „mäßig“, Boos et al., 2004) Zustand ermitteln konnten.

**Tab. 15:** Bewertung (Ecological quality ratios, EQR's) für das Helgoländer Makrozoobenthos am Bezugsstandort Nord-Felswatt für die Jahre 2004 bis 2007 und aktuell für 2008. Die Klassenbreiten der für die einzelnen Kriterien und den MarBIT errechneten Güteklassen sind farbig hinterlegt (blau: 1,0 - 0,8 = sehr gut; grün: 0,8 - 0,6 = gut; gelb: 0,6 - 0,4 = mäßig; orange: 0,4 - 0,2 = unbefriedigend, 0,2 - 0,0 = schlecht). Der MarBIT stellt den Median der Einzelkriterien dar und ist fett hervorgehoben.

Probe	Referenz	Artenzahlen (%) – Anteil der gefundenen Taxa aus der Referenzliste	Artenvielfalt (EQR)	Abundanzverteilung (EQR)	Anteil sensitiver Taxa (EQR)	Anteil toleranter Taxa (EQR)	MarBIT (EQR)
Nord-Felswatt, Sommer 2004	Nord-Felswatt	0,65 (26/40)	0,553	0,443	0,291	0,716	<b>0,498 (mäßig)</b>
Nord-Felswatt, Sommer 2005	Nord-Felswatt	0,60 (24/40)	0,448	0,814	0,218	0,718	<b>0,583 (mäßig)</b>
Nord-Felswatt, Sommer 2006	Nord-Felswatt	0,70 (28/40)	0,634	0,628	0,364	0,744	<b>0,631 (gut)</b>
Nord-Felswatt, Sommer 2007	Nord-Felswatt	0,35 (14/40)	0,227	0,431	0,145	0,645	<b>0,329 (unbefriedigend)</b>
Nord-Felswatt, Sommer 2008	Nord-Felswatt	0,78 (31/40)	0,781	0,416	0,445	0,752	<b>0,599 (mäßig)</b>

## C.2 Bezugsstandort: *Laminaria* – Haftkrallen

In der vorliegenden Arbeit wurden an den *Laminaria*-Haftkrallen insgesamt 96 verschiedene Arten bzw. Artkomplexe gefunden. Hierbei waren 37 solitäre und koloniale sessile Taxa aus 8 verschiedenen Gruppen zu verzeichnen, wobei der Großteil durch die Gruppe der Bryozoa gestellt wurde (Tab. 16, Anhang Tab. VII). Weiterhin wurden 59 mobile Taxa aus 12 verschiedenen Gruppen gefunden, deren am stärksten vertretene Gruppen die Amphipoda, Polychaeta und Gastropoda waren (Tab. 17, Anhang Tab. VII).

### *Artenzahlen und Artenvielfalt*

Ähnlich wie für das Nord-Felswatt wurden sowohl für die sessilen als auch für die mobilen Organismen mehr Taxa gefunden, als der Referenzliste nach zu erwarten gewesen wären. Bei den sessilen Taxa flossen somit nur 70,2 % der insgesamt 37 gefundenen Taxa in die Bewertung ein und spiegelten damit 70 %, d.h., 26 von 37 der zu erwartenden Referenztaxa wider (Tab. 18, Anhang Tab. VII). Elf Taxa, die über die Referenzliste hinaus auftauchten, wurden bei der Bewertung außer Acht gelassen (Tab. 16). Hierbei handelt es sich um den Schwamm *Dysidea fragilis*, die Anthozoe *Alcyonium digitatum*, die Muscheln *Cochlodesma praetenuae*, *Heteranomia squamula* und *Parvicardium ovale*, die Bryozoen *Bugula plumosa*, *Chorizopora brongniartii*, *Conopeum reticulum*, *Escharella immersa* und *Walkeria uva* sowie die Ascidie *Ciona intestinalis*. Alle diese Arten tauchten nur in vergleichsweise geringen Abundanzen auf (zwischen 1 und 5 von insgesamt 160 Achteln), stellen aber keine Besonderheit aufgrund ihrer Präsenz auf *Laminaria*-Haftkrallen dar. In den meisten Fällen wird lediglich das sekundäre Hartsubstrat als zufälliges Besiedlungssubstrat zur Verfügung gestanden haben, da viele dieser Arten - vornehmlich Bryozoen - eher auf primären Hartsubstraten aus tieferen Bereichen bekannt sind.

Bei den mobilen Taxa flossen nur 66,1 % der 59 gefundenen Taxa in die Bewertung ein und stellten damit 60 %, d.h., 39 von 65 der zu erwartenden Referenztaxa dar (Tab. 18, Anhang Tab. VII). In diesem Fall wurden 20 Taxa, die zusätzlich gefunden wurden, bei der Bewertung außen vor gelassen (Tab. 17).

Diese Liste umfasst vier Gastropodenarten (*Chrysallida obtusata*, *C. spiralis*, *Gibbula umbilicalis* und *Hinia incrassata*), zwei Pantopodenarten (*Anoplodactylus petiolatus* und *A. pygmeus*), vier Amphipodenarten (*Ampelisca diadema*, *Gitana sarsi*, *Jassa herdmani* und *Tryphosella sarsi*) und den Sipunculiden *Golfingia vulgaris*. Während einige der

Gastropodenarten durch Verwachsungen der Haftkrallen, mit in die Proben aufgenommen worden sein können, und daher eher Zufallsfunde darstellen, wurden freilebende Individuen von *C. spiralis* im Vergleich zu den anderen Schnecken in vergleichsweise hohen Abundanzen (insgesamt 41 Individuen) gefunden. Dies mag möglicherweise auf das Vorkommen von Polychaeten der Gruppen *Pomatoceros* oder *Sabellaria* zurückzuführen sein, auf die *C. spiralis* vornehmlich als Beuteobjekte spezialisiert ist (Graham, 1988) und stellt daher eher eine natürliche Schwankung im Vorkommen dieser Art dar. Ähnlich zeichnet sich die Pantopodenart *A. pygmaeus* im Vergleich zu ihrer gattungsverwandten Art *A. petiolatus* durch vergleichsweise hohe Abundanz aus (41 Individuen) und ist auch in der Literatur mit einem häufigeren Vorkommen belegt als *A. petiolatus* (King, 1974). In der Literatur ist *A. pygmaeus* im Gegensatz zu *A. petiolatus* jedoch nicht von *Laminaria*-Haftkrallen berichtet worden (Harms, 1993; Schultze, 1988; Chrapkowski-Llinares, 2005). Ob es sich in diesem Fall um einen Zufallsfund aufgrund natürlicher Schwankungen handelt oder aber mögliche Fehlbestimmungen in vorherigen Arbeiten miteingeflossen sind, kann zum jetzigen Zeitpunkt nicht geklärt werden. Da über diese Art relativ wenig bekannt ist, sollte das Vorkommen und die Verbeitung zukünftig beobachtet und dokumentiert werden um zu entscheiden, ob diese Art in zukünftigen Untersuchungen in die Referenzliste mit aufgenommen werden kann. Aufgrund der geringen Individuenzahlen bei den Amphipoden liegt es nahe, dass es sich eher um Zufallsfunde handelt und diese Arten keine typischen Vertreter einer *Laminaria*-Haftkrallen Lebensgemeinschaft darstellen. Ebenso handelt es sich bei *Golfingia vulgaris* um einen Zufallsfund, da diese Art ein typischer Sandbodenbewohner ist (Barnes, 2008) und vermutlich eher durch Störungen während der Probennahme mit aufgenommen wurde. Auf höheren taxonomischen Ebenen wurden Polychaeten der Taxa *Harmothoe*, Sabellariidae und Terrellidae, Isopoden des Taxons *Idotea*, und Decapoda des Taxons *Pandalus* gefunden. Hierbei können durchaus Vertreter mitdabei sein die auf *Laminaria*-Haftkrallen zu erwarten wären, aber aufgrund zerstörter für die Identifizierung relevanter Merkmale oder zu junger Lebensstadien nicht auf Artniveau bestimmt werden konnten. Acari als Vertreter der Arachnida, *Clunio marinus* als Vertreter der Insecta und die Gruppe der Ostracoda, fallen für die Bewertung nicht weiter ins Gewicht, da sie in vorherigen Arbeiten aufgrund ihrer geringen Größe und ihrer erschwerten Identifizierung weitgehend ausgespart wurden.



Im Gegensatz zu den über die Referenzliste hinaus gefundenen Taxa, konnten 11 sessile und 26 mobile Taxa identifiziert werden, die zwar laut Referenzlisten zu erwarten gewesen wären, aber nicht gefunden wurden (Tab. 16 und 17).

Dies hat vermutlich in erster Linie mit dem Mikrokosmos „*Laminaria*-Haftkralle“ zu tun. So stellt das Habitat „Haftkralle“ einen sehr begrenzten Lebensraum dar auf dem interspezifische Interaktionen (Konkurrenz, Prädation) insbesondere bei sessilen Arten sehr stark wirken können. Dies kann dazu führen, dass viele Organismen auf Grund biotischer Wechselwirkungen nicht in der Lage sind sich in diesem Habitat zu behaupten, obwohl sie in diesen Habitaten zu erwarten wären. Gerade innerhalb der inkrustierenden oder aber flächig wachsenden kolonialen Arten stellen die Bryozoen *Membranipora maembranacea* und *Cryptosula pallasiana*, sowie Ascidien *Botryllus leachi* und *Didemnum maculosum* potentielle Raumkonkurrenten dar. Bei der Gruppe der Seepocken beispielsweise, geht Foster (1987) davon aus, dass die obere Verbreitungsgrenze von Arten innerhalb einer Lebensgemeinschaft eher durch abiotische Faktoren bestimmt werden (Temperatur, Exposition, Salinität), während die untere Verbreitungsgrenze durch biotische Interaktionen bestimmt wird. So wurde in einer vorangegangenen Studie ermittelt, dass *Balanus balanus* und *B. crenatus* nur entlang der Niedrigwasserlinie in sehr geringen Abundanzen gefunden wurden, wogegen *Verruca stroemia* vergleichsweise häufig in sublitoralen Bereichen zu finden war (Wendt, 2005). Generell jedoch muss auch gesagt werden, dass aufgrund der Probenbehandlung (Frieren der Haftkrallen in Seewasser bis zur weiteren Bearbeitung) bei vielen weichhäutigen oder gelatinösen Arten (sessil und mobil) viele der zur Identifikation relevanten Merkmale zerstört waren, so dass die Organismen nicht mehr auf Artniveau oder aber sogar überhaupt gar nicht erkannt werden konnten. Auf diese Weise sind sicherlich einige Arten verloren gegangen.

Methodische Probleme können auch speziell bei der Gruppe der mobilen Taxa dazu geführt haben, dass viele Arten nicht gefunden wurden. So wurde während der Probennahme zwar ein Plastikschlauch über die zuvor am Stiel abgeschnittene Haftkralle gestülpt um zu verhindern dass mobile Arten entkommen. Jedoch konnte während des Abhebelns der Kralle vom Substrat nicht zu jedem Zeitpunkt gewährleistet werden, dass nicht doch mobile Arten durch die mechanische Störung aufgeschreckt entkommen konnten oder sogar gerade durch diese Störung von der Haftkralle abfielen. Bei größeren Arten, wie z.B. dem Seestern *Asterias rubens* oder der Nordseegarnele *Crangon crangon* ist das Fehlen vermutlich eher zufälliger Natur. Zudem ist die Wahrscheinlichkeit geringer ausgewachsene Tiere zu finden, da die Haftkrallen von verschiedenen Arten oft

nur während bestimmter Lebensphasen besiedelt werden und z.T. sogar als „Kinderstuben“ bezeichnet werden (Chrapkowski-Llinares, 2005).

Grundsätzlich war der Anteil der sessilen Taxa an der entsprechenden Referenzliste höher (70 %) als der Anteil der mobilen Arten an der entsprechenden Referenzliste (60 %). Dies hatte zur Folge, dass sich der EQR-Wert des Kriteriums „Artenvielfalt“ der sessilen Taxa in einem „guten“ Zustand befand (0,650), während der Zustand der mobilen Taxa nur als „mäßig“ (0,491) bewertet wurde (Tab. 18).

#### *Abundanzverteilung*

Ein ähnliches Ergebnis lieferte das Kriterium der „Abundanzverteilung“, bei dem die sessilen Taxa mit einem „guten“ (0,703) und die mobilen Taxa mit einem „mäßigen“ (0,593) EQR-Wert belegt wurden (Tab. 18). Ähnlich wie bei der Bewertung des Nordfelswatts bei der die prozentuale Bedeckung verrechnet wurde ist es auch hier schwierig die Güte der Bewertungen der beiden Gruppen (sessil und mobil) für die *Laminaria*-Haftkrallen einzuschätzen. Während die mobilen Taxa der „normalen“ Bewertung in MarBIT unterliegen, d.h. Individuenzahlen pro Bezugseinheit verrechnet wurden, wurde abweichend davon bei den sessilen Taxa die Präsenz in insgesamt 160 Achteln angegeben. Interessanterweise liefert die Präsenzangabe bessere Ergebnisse als die Angabe der Individuenanzahlen. Dies mag aber daran liegen, dass in den gepoolten Gesamtabundanzangaben der Präsenz in den Achteln die Verteilung der numerischen Werte weitgehend stabil bzw. überschaubar ist. Im Gegensatz dazu wurde ein relativ großer Anteil der mobilen Taxa nur mit Einzelfunden belegt während gleichzeitig Abundanzen von über 2000 Individuen gefunden wurden. Diese starke verzerrte Verteilung kann einen gewichtigen Einfluss auf die im Programm zu Grunde liegende log-normal Verteilung haben.

#### *Anteil der sensitiven und toleranten Taxa*

Die Referenzliste der sessilen Taxa der *Laminaria*-Haftkrallen belief sich auf insgesamt 37 Taxa, wobei 8 (21,6 %) als „sensitiv“ und 14 (37,8 %) als „tolerant“ bewertet wurden (Tab. 16). Bei den mobilen Taxa wurden von insgesamt 65 Taxa der Referenzliste 20 (30,8 %) als „sensitiv“ und 21 (32,3 %) als „tolerant“ bewertet (Tab.17). Bei den sessilen Taxa konnten ca. 5 % und bei den mobilen etwa 10 % weniger sensitive Taxa gefunden werden. Das Kriterium „Anteil der sensitiven Taxa“ wurde daher für die sessilen Taxa als „mäßig“ (0,400) und bei den mobilen Taxa sogar als „unbefriedigend“ (0,360) bewertet

(Tab. 18). Das mag zu einem großen Teil an der oben ausgeführten Tatsache liegen, dass im Verhältnis zu der Anzahl der Arten auf den jeweiligen Referenzlisten, mehr sessile als mobile Taxa gefunden wurden. Jedoch deutet das Ergebnis auch darauf hin, dass gerade im Bereich der mobilen Taxa potentiell mehr störungsempfindliche Arten zu finden sind, die möglicherweise Umweltveränderungen in einem System widerspiegeln könnten. Diese Erklärung ist sogar wahrscheinlicher als die erste, da ähnlich wie bei der Bewertung des Nord-Felswatts, an den *Laminaria*-Haftkrallen der Zustand „Anteil toleranter Taxa“ durchgängig als „gut“ bewertet wurde (Tab. 18). In diesem Fall hatte also die Beprobungsstrategie und das Aufteilen der Taxa in mobile und sessile Gruppen keinen Einfluss auf das Ergebnis.

**Tab. 16:** Bezugsstandort *Laminaria*-Haftkralle: solitäre und kolonial wachsende sessile Taxa. Liste der aktuell gefundenen („x“) sowie der laut Referenzliste („x“) zu erwartenden Taxa. Die Taxa sind alphabetisch geordnet und ihre Gesamt-abundanz, d.h. ihr Gesamtvorkommen (Häufigkeit) pro 160 beprobter Achtel aus 20 Proben wiedergegeben.

Taxon	Gesamt-abundanz (Präsenz/ 160 Achtel)	Toleranz/ Sensitivität	Probe	Referenz	Kommentar
<i>Alcyonidium gelatinosum</i>	34,0	tolerant	x	x	
<i>Alcyonium digitatum</i>	1,0	tolerant	x	-	nicht in Referenz
<i>Anomia ephippium</i>	1,0	normal	x	x	
Anthozoa	6,0	normal	x	x	
<i>Balanus balanus</i>	-	tolerant	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Balanus crenatus</i>	-	normal	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Botryllus leachi</i>	-	sensitiv	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Botryllus schlosseri</i>	6,0	normal	x	x	
<i>Bugula plumosa</i>	1,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Callopora lineata</i>	97,0	sensitiv	x	x	
<i>Celleporella hyalina</i>	106,0	tolerant	x	x	
<i>Chorizopora brongniartii</i>	1,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Ciona intestinalis</i>	5,0	tolerant	x	-	nicht in Referenz
<i>Clavelina lepadiformis</i>	17,0	normal	x	x	
<i>Cochlodesma pratense</i>	2,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Conopeum reticulum</i>	6,0	tolerant	x	-	nicht in Referenz
<i>Crisia eburnea</i>	1,0	tolerant	x	x	
<i>Cryptosula pallasiana</i>	-	tolerant	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Dendrodoa grossularia</i>	-	sensitiv	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Didemnum maculosum</i>	16,0	normal	x	x	
<i>Dynamena pumila</i>	3,0	sensitiv	x	x	
<i>Dysidea fragilis</i>	2,0	tolerant	x	-	nicht in Referenz
<i>Electra pilosa</i>	157,0	tolerant	x	x	
<i>Escharella immersa</i>	1,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Escharella variolosa</i>	1,0	tolerant	x	x	
<i>Flustra foliacea</i>	-	tolerant	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Halichondria panicea</i>	82,0	tolerant	x	x	
<i>Halisarca dujardini</i>	-	tolerant	-	x	erwartet aber nicht gefunden

<i>Heteranomia squamula</i>	1,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Hiatella arctica</i>	14,0	sensitiv	x	x	
<i>Janua pagenstecheri</i>	13,0	normal	x	x	
<i>Lanice conchilega</i>	22,0	tolerant	x	x	
<i>Laomedea flexuosa</i>	0,0	tolerant	x	x	
<i>Leucosolenia botryoides</i>	13,0	normal	x	x	
<i>Licheopora hispida</i>	9,0	tolerant	x	x	
<i>Membranipora membranacea</i>	-	tolerant	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Membraniporella nitida</i>	7,0	normal	x	x	
<i>Modiolus modiolus</i>	-	sensitiv	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Molgula citrina</i>	-	sensitiv	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Mytilus edulis</i>	10,0	tolerant	x	x	
<i>Parvicardium ovale</i>	3,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Pomatoceros</i> sp.	23,0	normal	x	x	
<i>Spirorbis</i> sp.	24,0	sensitiv	x	x	
<i>Sycon ciliatum</i>	2,0	normal	x	x	
<i>Tubulipora</i> sp.	11,0	tolerant	x	x	
<i>Venerupis senegalensis</i>	-	normal	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Verruca stroemia</i>	144,0	normal	x	x	
<i>Walkeria uva</i>	5,0	normal	x	-	nicht in Referenz

**Tab. 17:** Bezugsstandort *Laminaria*-Haftkralle: mobile Taxa. Liste der aktuell gefundenen („x“) sowie der laut Referenzliste („x“) zu erwartenden Taxa. Die Taxa sind alphabetisch geordnet und ihre Gesamt-abundanz, d.h. ihre Gesamtindividuenanzahl pro 3,48 l beprobtem Gesamtvolumen an Ecospace wiedergegeben.

Taxon	Gesamt-abundanz (Ind./ 3,48 l Ecospace)	Toleranz/Sensitivität	Probe	Referenz	Kommentar
Acari	15,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Achelia echinata</i>	15,0	sensitiv	x	x	
<i>Achelia hispida</i>	-	normal	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Ampelisca diadema</i>	1,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Amphipholis squamata</i>	33,0	sensitiv	x	x	
<i>Anoplodactylus angulatus</i>	-	normal	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Anoplodactylus petiolatus</i>	1,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Anoplodactylus pygmaeus</i>	46,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Aora gracilis</i>	48,0	tolerant	x	x	
<i>Apherusa bispinosa</i>	508,0	normal	x	x	
<i>Apherusa jurinei</i>	205,0	normal	x	x	
<i>Asterias rubens</i>	-	tolerant	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Autolytus prolifer</i>	1,0	sensitiv	x	x	
<i>Caprella</i> sp.	2,0	normal	x	x	
<i>Caprella linearis</i>	7,0	sensitiv	x	x	
<i>Caprella mutica</i>	7,0	tolerant	x	x	
<i>Carcinus maenas</i>	-	tolerant	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Chrysallida obtusata</i>	2,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Chrysallida spiralis</i>	41,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Clunio marinus</i>	1,0	tolerant	x	-	nicht in Referenz
<i>Corophium bonnellii</i>	28,0	tolerant	x	x	
<i>Corophium insidiosum</i>	95,0	tolerant	x	x	
<i>Corophium sextonae</i>	738,0	normal	x	x	

<i>Crangon crangon</i>	-	sensitiv	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Cuthona foliata</i>	-	sensitiv	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Dexamine spinosa</i>	48,0	sensitiv	x	x	
<i>Doto coronata</i>	-	sensitiv	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Eteone longa</i>	-	tolerant	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Eubranchus farrani</i>	-	sensitiv	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Eulalia</i> sp.	1,0	normal	x	x	
<i>Eulalia viridis</i>	2,0	tolerant	x	x	
<i>Eumida sanguinea</i>	-	tolerant	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Eusyllis blomstrandii</i>	-	tolerant	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Galathea</i> sp.	11,0	normal	x	x	
<i>Gammarella fucicola</i>	1,0	tolerant	x	x	
<i>Gammarellus angulosus</i>	1,0	normal	x	x	
<i>Gammarellus homari</i>	-	sensitiv	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Gibbula cineraria</i>	18,0	normal	x	x	
<i>Gibbula umbilicalis</i>	2,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Gitana sarsi</i>	3,0	sensitiv	x	-	nicht in Referenz
<i>Golfingia vulgaris</i>	2,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Harmothoe</i> sp.	15,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Harmothoe impar</i>	-	normal	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Hediste diversicolor</i>	2,0	tolerant	x	x	
<i>Hinia incrassata</i>	2,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Hydrobia ulvae</i>	3,0	tolerant	x	x	
<i>Idotea</i> sp.	1,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Idotea granulosa</i>	24,0	sensitiv	x	x	
<i>Janira maculosa</i>	154,0	sensitiv	x	x	
<i>Jassa falcata</i>	649,0	tolerant	x	x	
<i>Jassa herdmani</i>	6,0	tolerant	x	-	nicht in Referenz
<i>Jassa marmorata</i>	5,0	tolerant	x	x	
<i>Lacuna pallidula</i>	-	sensitiv	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Lacuna vineta</i>	1224,0	tolerant	x	x	
<i>Lamellaria perspicua</i>	-	normal	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Lepidonotus squamatus</i>	-	sensitiv	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Lineus ruber</i>	-	normal	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Neanthes virens</i>	-	tolerant	-	x	erwartet aber nicht gefunden
Nematoda	2775,0	normal	x	x	
<i>Neoamphitrite</i>	-	normal	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Neoamphitrite figulus</i>	-	sensitiv	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Nereis</i> sp.	15,0	normal	x	x	
<i>Nereis pelagica</i>	-	tolerant	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Nicolea zostericola</i>	-	sensitiv	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Nymphon brevirostre</i>	3,0	sensitiv	x	x	
<i>Onchidoris muricata</i>	-	sensitiv	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Onoba aculeus</i>	16,0	normal	x	x	
Ostracoda	1,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Pandalus</i> sp.	10,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Pholoe minuta</i>	-	tolerant	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Phtisica marina</i>	36,0	sensitiv	x	x	
<i>Phyllodoce maculata</i>	2,0	tolerant	x	x	
Phyllodoceidae	25,0	normal	x	x	
<i>Pilumnus hirtellus</i>	54,0	normal	x	x	
<i>Pisidia longicornis</i>	11,0	tolerant	x	x	
<i>Retusa truncatula</i>	-	sensitiv	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Rissoa parva</i>	323,0	normal	x	x	
Sabellariidae	1,0	normal	x	-	nicht in Referenz
Sipunculidae	1,0	normal	x	-	nicht in Referenz

<i>Stenothoe marina</i>	1,0	normal	x	x	
<i>Stenothoe monoculoides</i>	133,0	normal	x	x	
Syllidae	68,0	normal	x	x	
<i>Syllis gracilis</i>	-	normal	-	x	erwartet aber nicht gefunden
Terebellidae	135,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Tryphosella sarsi</i>	8,0	sensitiv	x	-	nicht in Referenz

**Gesamtbetrachtung Laminaria-Haftkrallen**

Die Gesamtbewertung des Bezugsstandortes *Laminaria*-Haftkralle ergab einen „guten“ MarBIT EQR-Wert (0,677) für die sessilen Taxa und einen „mäßigen“ MarBIT EQR-Wert (0,542) für die mobilen Taxa (Tab. 18). Die schlechtere Bewertung der mobilen Taxa hängt insbesondere von den Einzelbewertungen der Kriterien „Artenvielfalt“, „Abundanzverteilung“ und „Anteil sensitiver Taxa“ ab. Grundsätzlich mag dies in der Natur der beiden Gruppen liegen, dass mobile Taxa aufgrund ihrer Mobilität in der Regel sporadischer in einem System auftauchen und dieses wieder verlassen können. Weiterhin zeugt der hohe Anteil an Jungtierstadien an *Laminaria*-Haftkrallen (Chrapkowski-Llinares, 2005; vorliegende Studie, pers. Beobachtung) davon, dass bestimmte Arten sich nur während kurzer Lebensphasen in dem Mikrohabitat Haftkralle auftauchen und dass auf diese Weise hohe Fluktuationen entstehen können. Zusätzlich sind viele der mobilen Arten, insbesondere Polychaeten, im Vergleich zu den sessilen Arten eher einjährig, bzw. generell kurzlebiger als viele sessile Arten (pers. Mitteilung, H.-D. Franke). Dies mag einen nicht unerheblichen Einfluss auf die Artenvielfalt, Abundanzverteilung und den Anteil der sensitiven Taxa gehabt haben.

**Tab. 18:** Bewertung (Ecological quality ratios, EQR's) für das Helgoländer Makrozoobenthos am Bezugsstandort *Laminaria*-Haftkralle für die sessilen und die mobilen Taxa für das Jahr 2008. Die Klassenbreiten der für die einzelnen Kriterien und den MarBIT errechneten Güteklassen sind farbig hinterlegt (blau: 1,0 - 0,8 = sehr gut; grün: 0,8 - 0,6 = gut; gelb: 0,6 - 0,4 = mäßig; orange: 0,4 - 0,2 = unbefriedigend, 0,2 - 0,0 = schlecht). Der MarBIT stellt den Median der Einzelkriterien dar und ist fett hervorgehoben.

Probe	Referenz	Artenzahlen (%) – Anteil der gefundenen Taxa aus der Referenzliste	Artenvielfalt (EQR)	Abundanzverteilung (EQR)	Anteil sensitiver Taxa (EQR)	Anteil toleranter Taxa (EQR)	MarBIT (EQR)
<i>Laminaria</i> -Haftkrallen, Sommer 2008	<i>Laminaria</i> -Haftkrallen (sessile Taxa)	0,70 (26/37)	0,650	0,703	0,400	0,793	<b>0,677 (gut)</b>
<i>Laminaria</i> -Haftkrallen, Sommer 2008	<i>Laminaria</i> -Haftkrallen (mobile Taxa)	0,60 (39/66)	0,491	0,593	0,360	0,786	<b>0,542 (mäßig)</b>

### C.3 Bezugsstandort: Tiefe Rinne

In der vorliegenden Arbeit wurden in der Tiefen Rinne insgesamt 166 verschiedene Arten bzw. Artkomplexe gefunden. Hierbei waren 55 koloniale sessile Taxa aus 6 verschiedenen Gruppen zu verzeichnen, wobei der Großteil durch die Gruppen der Hydrozoa und Bryozoa vertreten wurde (Tab. 19, Anhang Tab. VIII). Weiterhin wurden 111 mobile bzw. solitäre sessile (zählbare) Taxa aus 16 verschiedenen Gruppen gefunden. Diese waren am stärksten durch die Polychaeta, Amphipoda und Decapoda vertreten (Tab. 20, Anhang Tab. VIII).

#### *Artenzahlen und Artenvielfalt*

Ähnlich wie für die beiden vorherigen Bezugsstandorte wurden sowohl für die kolonialen als auch für die zählbaren Organismen mehr Taxa gefunden, als der Referenzliste nach zu erwarten gewesen wären. Bei den kolonialen Taxa flossen somit nur 81,8 % der insgesamt 55 gefundenen Taxa in die Bewertung ein und spiegelten damit aber 98 % (45 von 46 der zu erwartenden Referentaxa wider (Tab. 21, Anhang Tab. VIII). In diesem Fall wurden zehn Taxa, die zusätzlich zur Referenzliste auftauchten, in der Bewertung nicht berücksichtigt. Hierbei handelte es sich in allen Fällen um Vertreter der Bryozoa, die zu unterschiedlichen Teilen, gelatinös, krustos oder büscheligen Wuchsformen entsprechen. In den meisten Fällen waren diese Arten nur vereinzelt aufgetaucht, jedoch konnte in 31 Achteln *Escharella ventricosa*, in 32 Achteln *Schizoporella unicornis* und in 48 Achteln *Tubulipora plumosa* gefunden werden. Trotz der vergleichsweise hohen Abundanzangaben waren hierbei in der Regel nur kleine Kolonien mit ca. 10-20 oder weniger Zooiden gefunden worden. Die Tatsache, dass keine dieser Arten laut Harms (1993) in der Tiefen Rinne gefunden wurde, bzw. dass einige überhaupt gar nicht für Helgoland gelistet sind, muss nicht zwangsläufig bedeuten, dass es sich hier um Neuzugänge handelt. Vielmehr wurden in bisherigen Arbeiten in der Tiefen Rinne vornehmlich Greiferproben statt Dredgeproben bearbeitet, so dass die detaillierte Betrachtung von Aufwuchsgemeinschaften auf dem Schill der Tiefen Rinne bisher stark vernachlässigt wurde. Es wäre also in Betracht zu ziehen, diese etwas häufigeren Arten in folgenden Untersuchungen eventuell in die Referenzliste mit einzubeziehen, da ihr regelmäßiges Auftauchen und weniger ihre geringe Abundanz ausschlaggebend dafür sind, eine Art typischerweise in einem bestimmten Habitat zu erwarten.

Bei den zählbaren Taxa flossen nur 72,1 % der insgesamt gefundenen 111 Taxa in die Bewertung ein und stellten damit auch nur 58,0 %, d.h., 80 von 139 der zu erwartenden Referenztaxa dar (Tab. 21, Anhang Tab. VIII). In diesem Fall wurden 31 Taxa, die zusätzlich gefunden wurden, bei der Bewertung außen vor gelassen. Diese Liste umfasst einen Gastropoden, vier Bivalvier, zwei Pantopoden, einen Cirripedier, eine Cumacea, vier Amphipoden, sieben Decapoden, das Taxon Sipunculida, acht Polychaetentaxa und zwei Ascidien. Bis auf drei Ausnahmen sind diese Funde in der Regel sehr gering oder vereinzelt gewesen, und können daher zum großen Teil als zufällige Funde verbucht werden. Die Taxa Sabellidae und *Pandalus*, dagegen wurden jeweils mit 15 und 12 Individuen vermerkt. Hierbei handelt es sich um Vertreter höherer taxonomischer Ebenen, bei denen durchaus Vertreter dabei sein könnten, die in der Tiefen Rinne zu erwarten wären, aber aufgrund erschwerter Identifizierung nicht auf Artniveau bestimmt werden konnten. Die Tatsache, dass insgesamt 36 Vertreter des Taxons Sipunculida gefunden wurden, weist darauf hin, dass durch die Beprobung mit der Dredge eine ganze Reihe eher infaunaler im Sand lebender Arten mit aufgenommen werden können, die aber nicht zwangsläufig typische Vertreter der Tiefe Rinne Lebensgemeinschaften darstellen müssen. Gerade Sipunculida sind zwar eher Schlick oder Sandbewohner, tauchen aber aufgrund entsprechender Sedimentfraktionen in der Tiefen Rinne immer wieder vereinzelt in Proben auf.

Im Gegensatz zu den zusätzlich zur Referenzliste gefundenen Taxa, wurde bei den kolonialen Taxa nur ein Taxon nicht gefunden, was aber laut Referenz zu erwarten gewesen wäre (Tab. 19). Es handelt sich hierbei um die Hydrozoe *Obelia longissima*. Die Tatsache, dass diese Art in der vorliegenden Arbeit nicht gefunden wurde, ist vermutlich nicht auf einen Rückgang in der Abundanz oder Präsenz dieser Art zu sehen. Diese Hydrozoe ist laut Literatur entlang vieler sublitoraler Standorte auf primärem und sekundärem Hartsubstrat um Helgoland zu finden (Harms, 1993). Es ist eher wahrscheinlich, dass während der Dredgeprobennahme und während des Auswaschen des Formols die mechanische Belastung dazu führte, dass relevante und generell erkennbare Strukturen dieser Spezies zerstört wurden. Die Liste der zählbaren Taxa, die zu erwarten gewesen wären, aber nicht gefunden wurden, umfasst im Gegensatz zur Liste der kolonialen Organismen 59 Taxa, wobei der Hauptteil (fast 30 Taxa) von Polychaeten gestellt wird (Tab. 20). Dass so viele zu erwartende Polychaeten nicht gefunden wurden, kann verschiedene Gründe haben. Zum einen können die meisten freibeweglichen Organismen während der Probennahme durch die verhältnismäßig weiten Maschen der



Dredge gefallen, wenn nicht größere Schlick oder Sandanteile dies verhindern. Zum anderen kann die mechanische Belastung während der Probennahme dazu führen, dass röhrenbauende sessile bzw. hemisessile Taxa zerstört und damit nicht mehr gefunden werden können. Es bestand gerade in der Vorliegenden Untersuchung eine gewisse Unsicherheit darin festzulegen, welche Polychaeten-Arten in der Tiefen Rinne zu erwarten wären und welche nicht. Das liegt vornehmlich daran, dass wir uns auf die generelle Kenntnis und Expertise zur Gruppe der Polychaeten stützen mussten, jedoch vergleichsweise wenig Literatur von Helgoland zur Verfügung hatten um unsere Einschätzung zu untermauern. Es könnte daher sein, dass bestimmte Polychaeten-Arten, die hier in der Referenzliste geführt werden, möglicherweise gar nicht wirklich typische Vertreter einer Tiefen Rinne Lebensgemeinschaft darstellen. Aus diesem Grund sind detaillierte Untersuchungen zum Polychaetenbestand in der Tiefen Rinne notwendig und die Referenzlisten sollten hinsichtlich dieser Gruppe in folgenden Untersuchungen angepasst und nachgepflegt werden.

Weitere Taxa, die in der Tiefen Rinne zu erwarten gewesen wären, die aber nicht gefunden wurden, schließen folgende Gruppen ein: Amphipoda, Bivalvia, Gastropoda, Mysidacea, Isopoda und Nematoda. Hierbei sind die Vertreter dieser Taxa in der Regel vergleichsweise klein, so dass man in Kauf nehmen muss, dass diese Taxa wie oben beschrieben durch die Maschen der Dredge hindurchgefallen sein könnten. Die Tatsache dass größere Organismen wie z.B. *Echinocardium cordatum* oder verschiedene *Liocarcinus*-Arten nicht gefunden wurden ist auch eher auf zeitliche und räumliche Variabilität zurückzuführen, da diese Gruppen recht regelmäßig in den Dredgezügen der Tiefen Rinne zu finden sind (pers. Anmerkung).

Da in der vorliegenden Arbeit fast alle zu erwartenden kolonialen Taxa gefunden werden konnten, wurde das Kriterium „Artenvielfalt“ in diesem Fall mit einem „sehr guten“ EQR-Wert belegt (0,980). Im Gegensatz dazu führte das Fehlen von fast der Hälfte der zu erwartenden Taxa bei den zählbaren Organismen zu einem „mäßigen“ EQR-Wert (0,515) (Tab. 21)

#### *Abundanzverteilung*

Sowohl für die zählbaren als auch für die kolonialen Taxa wurde das Kriterium der „Abundanzverteilung“ mit einem „schlechten“ EQR-Wert belegt (jeweils 0,190) (Tab. 21). Obwohl für die Tiefe Rinne dieselben qualitativen Abundanzen in die Bewertung der Abundanzverteilung einfließen (d.h., einmal Individuenzahlen pro Bezugseinheit und

einmal die Präsenz in insgesamt 160 Achteln) scheint keine der untersuchten Gruppen einer log-normal Verteilung zu folgen. Das ist erstaunlich, da Präsenzangaben in der gepoolten Gesamtabundanzangabe recht stabile und regelmäßig verteilte numerischen Werte aufzuweisen scheinen. Im Gegensatz dazu ist bei den zählbaren Taxa wiederum ein relativ großer Anteil nur mit Einzelfunden belegt während gleichzeitig Abundanzen von über 3000 Individuen gefunden wurden. Auch hier kann die starke Verzerrung einen Einfluss auf die im Programm zu Grunde liegende log-normal Verteilung haben.

#### *Anteil der sensitiven und toleranten Taxa*

Die Referenzliste der kolonialen Taxa der Tiefen Rinne belief sich auf insgesamt 46 Taxa, wobei 5 (11,1 %) als „sensitiv“ und 15 (33,3 %) als „tolerant“ bewertet wurden (Tab. 19). Bei den zählbaren Taxa wurden von insgesamt 139 Taxa der Referenzliste je 34 (24,5 %) als „sensitiv“ und „tolerant“ bewertet (Tab. 20).

Obwohl bis auf eine Art alle zu erwartenden Taxa in der Liste der kolonialen Organismen gefunden wurden ist es erstaunlich, dass das Programm die „Anteile der sensitiven und toleranten Taxa“ nur mit „gut“ (0,667 und 0,790) und nicht mit „sehr gut“ bewertet hat (Tab. 21). Mindestens für den „Anteil der toleranten Taxa“ hätte ein EQR-Wert von 1,0 berechnet werden sollen, da die fehlende fehlende *Obelia longissima* vom Programm als „sensitiv“ bewertet wurde. In diesem Fall hat das Programm MarBIT das Problem, dass im Algorithmus der Bewertung eine unzulässige Rechenvorschrift auftaucht, an der das Programm fehlschlägt.

Dieses Problem ist jedoch bisher nicht aufgetaucht und daher auch nicht weiter getestet worden. Fälle in denen z.B. die Referenzlisten zu 100 % von den Probandaten abgedeckt werden sind relativ unwahrscheinlich und höchst selten (Pers. Mitteilung, T. Berg). An dieser Stelle besteht weiterer Testbedarf und Weiterentwicklung.

Im Vergleich zu den kolonialen Taxa zeigt sich jedoch, dass die zählbaren Taxa ähnlich wie schon bei den *Laminaria*-Haftkrallen schlechtere EQR Werte für das Kriterium „Anteil der sensitiven Taxa“ erhalten (in diesem Fall: „mäßig“), wobei die Bewertung für den „Anteil der toleranten Taxa“ in diesem Fall sogar „sehr gut“ ausfällt (Tab. 21). Ähnlich wie bei dem *Laminaria*-Haftkrallen beruht dieser Unterschied u.a. darauf, dass fast alle Taxa in der Referenzliste der kolonialen Organismen abgedeckt werden konnten, wogegen nur etwas mehr als die Hälfte der zu erwartenden zählbaren Taxa gefunden wurden.

Aber auch in der Tiefen Rinne kann nicht ausgeschlossen werden, dass gerade unter den mobilen Taxa potentiell mehr störungsempfindliche Arten (z.B. Amphipoden) zu finden sind, die möglicherweise Umweltveränderungen in einem System widerspiegeln könnten.

**Tab. 19:** Bezugsstandort Tiefe Rinne: kolonial wachsende sessile Taxa. Liste der aktuell gefundenen („x“) sowie der laut Referenzliste („x“) zu erwartenden Taxa. Die Taxa sind alphabetisch geordnet und ihre Gesamt- und Abundanz, d.h. ihr Gesamtvorkommen (Häufigkeit) pro 160 beprobter Achtel aus 20 Proben wiedergegeben.

Taxon	Gesamt- abundanz (Präsenz/ 160 Achtel)	Toleranz/ Sensitivität	Probe	Referenz	Kommentar
<i>Abietinaria abietina</i>	37,0	normal	x	x	
<i>Alcyonidium diaphanum</i>	48,0	normal	x	x	
<i>Alcyonidium gelatinosum</i>	9,0	tolerant	x	-	nicht in Referenz
<i>Alcyonium digitatum</i>	72,0	tolerant	x	x	
<i>Barentsia</i> sp.	48,0	normal	x	x	
<i>Bicellariella ciliata</i>	7,0	tolerant	x	x	
<i>Botryllus leachi</i>	3,0	sensitiv	x	x	
<i>Botryllus schlosseri</i>	92,0	normal	x	x	
<i>Bougainvillia ramosa</i>	10,0	normal	x	x	
<i>Bugula plumosa</i>	24,0	normal	x	x	
<i>Bugula stolonifera</i>	2,0	normal	x	x	
<i>Callopora lineata</i>	137,0	sensitiv	x	x	
<i>Calycella syringa</i>	7,0	normal	x	x	
<i>Campanularia hincksii</i>	31,0	normal	x	x	
<i>Celleporella hyalina</i>	9,0	tolerant	x	x	
<i>Chorizopora brongniartii</i>	1,0	normal	x	x	
<i>Cliona celata</i>	95,0	normal	x	x	
<i>Clytia hemisphaerica</i>	138,0	normal	x	x	
<i>Conopeum reticulum</i>	30,0	tolerant	x	x	
<i>Cribrilina</i> sp.	35,0	normal	x	x	
<i>Crisia aculeata</i>	74,0	normal	x	x	
<i>Crisia eburnea</i>	105,0	tolerant	x	x	
<i>Cryptosula pallasiana</i>	3,0	tolerant	x	x	
<i>Dynamena pumila</i>	5,0	sensitiv	x	x	
<i>Electra pilosa</i>	112,0	tolerant	x	x	
<i>Escharella immersa</i>	110,0	normal	x	x	
<i>Escharella variolosa</i>	130,0	tolerant	x	x	
<i>Escharella ventricosa</i>	31,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Eudendrium rameum</i>	42,0	sensitiv	x	x	
<i>Fenestrulina malusii</i>	155,0	tolerant	x	x	
<i>Flustra foliacea</i>	32,0	tolerant	x	x	
<i>Halecium halecinum</i>	70,0	normal	x	x	
<i>Halichondria panicea</i>	14,0	tolerant	x	x	
<i>Halisarca dujardini</i>	1,0	tolerant	x	x	
<i>Haplopoma graniferum</i>	1,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Hydrallmania falcata</i>	45,0	normal	x	x	
<i>Kirchenpaueria pinnata</i>	4,0	normal	x	x	
<i>Laomedea flexuosa</i>	109,0	tolerant	x	x	
<i>Leucosolenia botryoides</i>	10,0	normal	x	x	
<i>Lichenopora hispida</i>	1,0	tolerant	x	-	nicht in Referenz

<i>Membranipora membranacea</i>	2,0	tolerant	x	x	
<i>Membraniporella nitida</i>	2,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Microporella ciliata</i>	5,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Obelia geniculata</i>	1,0	normal	x	x	
<i>Obelia longissima</i>	-	sensitiv	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Pedicellina</i> sp.	45,0	normal	x	x	
<i>Podocoryne</i> sp.	6,0	normal	x	x	
<i>Schizoporella unicornis</i>	32,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Scruparia ambigua</i>	1,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Scrupocellaria scruplea</i>	7,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Sertularella</i> sp.	1,0	normal	x	x	
<i>Sertularella polyzonias</i>	7,0	normal	x	x	
<i>Tubularia larynx</i>	33,0	normal	x	x	
<i>Tubulipora liliacea</i>	154,0	tolerant	x	x	
<i>Tubulipora plumosa</i>	48,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Walkeria uva</i>	1,0	normal	x	x	

**Tab. 20:** Bezugsstandort Tiefe Rinne: mobile und solitäre sessile Taxa. Liste der aktuell gefundenen („x“) sowie der laut Referenzliste („x“) zu erwartenden Taxa. Die Taxa sind alphabetisch geordnet und ihre Gesamtabundanz, d.h. ihre Gesamtindividuenanzahl pro 40 l beprobtem Gesamtvolumen an Schill wiedergegeben.

Taxon	Gesamt- abundanz (Ind./ 40 l Schill)	Toleranz/ Sensitivität	Probe	Referenz	Kommentar
<i>Abra alba</i>	-	tolerant	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Abra nitida</i>	-	normal	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Achelia echinata</i>	17,0	sensitiv	x	x	
<i>Achelia hispida</i>	1,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Aeolidia papillosa</i>	2,0	sensitiv	x	-	nicht in Referenz
<i>Ampelisca brevicornis</i>	-	normal	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Ampelisca diadema</i>	60,0	normal	x	x	
<i>Ampelisca tenuicornis</i>	2,0	normal	x	x	
<i>Ampelisca typica</i>	4,0	normal	x	x	
<i>Ampharete finmarchica</i>	-	normal	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Amphilochus manudens</i>	30,0	sensitiv	x	x	
<i>Amphilochus neapolitanus</i>	13,0	sensitiv	x	x	
<i>Amphilochus spencebatei</i>	1,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Amphipholis squamata</i>	482,0	sensitiv	x	x	
<i>Amphiura filiformis</i>	12,0	tolerant	x	x	
<i>Anaitides groenlandica</i>	-	sensitiv	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Anaitides maculata</i>	-	tolerant	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Anaitides mucosa</i>	-	tolerant	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Anobothrus gracilis</i>	-	normal	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Anomia ehippium</i>	9,0	normal	x	-	nicht in Referenz
Anthozoa	555,0	normal	x	x	
<i>Aora gracilis</i>	833,0	tolerant	x	x	
<i>Aphelochaeta marioni</i>	-	tolerant	-	x	erwartet aber nicht gefunden
Aphroditidae	9,0	normal	x	x	
<i>Arctica islandica</i>	-	sensitiv	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Ascidella aspersa</i>	6,0	normal	x	-	nicht in Referenz

<i>Asterias rubens</i>	55,0	tolerant	x	x	
<i>Autolytus</i> sp.	1,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Autonoe longipes</i>	2,0	normal	x	x	
<i>Bodotria scorpioides</i>	2,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Buccinum undatum</i>	-	sensitiv	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Callipallene brevirostris</i>	1,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Cancer pagurus</i>	5,0	tolerant	x	x	
<i>Cheirocratus assimilis</i>	4,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Cheirocratus sundevallii</i>	84,0	normal	x	x	
<i>Ciona intestinalis</i>	8,0	tolerant	x	-	nicht in Referenz
Cirratulidae	1,0	normal	x	x	
<i>Cochlodesma praetenuae</i>	1,0	normal	x	x	
<i>Corophium bonnellii</i>	8,0	tolerant	x	-	nicht in Referenz
<i>Corophium sextonae</i>	632,0	normal	x	x	
<i>Crangon crangon</i>	12,0	sensitiv	x	x	
<i>Cuthona foliata</i>	-	sensitiv	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Cuthona</i> sp.	1,0	normal	x	x	
<i>Dendronotus frondosus</i>	-	normal	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Diastylis rathkei</i>	3,0	tolerant	x	x	
<i>Doto coronata</i>	-	sensitiv	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Ebalia cranchii</i>	1,0	normal	x	x	
<i>Echinocardium cordatum</i>	-	tolerant	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Echinocyamus pusillus</i>	188,0	sensitiv	x	x	
Echinoida	2,0	normal	x	x	
<i>Elminius modestus</i>	2,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Epigamia alexandri</i>	1,0	normal	x	x	
<i>Epigamia</i> sp.	1,0	normal	x	x	
<i>Erichthonius punctatus</i>	356,0	tolerant	x	x	
<i>Eteone longa</i>	-	tolerant	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Eualus occultus</i>	-	normal	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Eubranchus</i> sp.	8,0	normal	x	x	
<i>Eulalia viridis</i>	86,0	tolerant	x	x	
<i>Eumida sanguinea</i>	-	tolerant	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Euspira pulchella</i>	-	normal	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Eusyllis blomstrandii</i>	168,0	tolerant	x	x	
<i>Eusyllis</i> sp.	1,0	normal	x	x	
<i>Fabricia sabella</i>	-	normal	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Fabulina fabula</i>	-	sensitiv	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Facelina bostoniensis</i>	-	sensitiv	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Facelina</i> sp.	-	normal	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Flabelligera affinis</i>	-	normal	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Flabellina gracilis</i>	-	sensitiv	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Flabellina</i> sp.	1,0	normal	x	x	
<i>Flabellina verrucosa</i>	-	sensitiv	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Galathea intermedia</i>	95,0	tolerant	x	x	
<i>Gari fervensis</i>	-	normal	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Gastrosaccus spinifer</i>	-	normal	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Gattyana cirrosa</i>	-	sensitiv	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Gibbula cineraria</i>	2,0	normal	x	x	
<i>Gibbula tumida</i>	-	normal	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Gitana sarsi</i>	98,0	sensitiv	x	x	
<i>Glycera alba</i>	1,0	normal	x	x	
<i>Glycera lapidum</i>	77,0	tolerant	x	x	
<i>Glycera</i> sp.	26,0	normal	x	x	
<i>Goniada maculata</i>	1,0	normal	x	x	
<i>Goniodoris nodosa</i>	-	normal	-	x	erwartet aber nicht gefunden

<i>Harmothoe imbricata</i>	4,0	tolerant	x	x	
<i>Harmothoe impar</i>	-	normal	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Harmothoe</i> sp.	403,0	normal	x	x	
<i>Hediste diversicolor</i>	3,0	tolerant	x	x	
<i>Hiatella arctica</i>	2,0	sensitiv	x	x	
<i>Hippolyte varians</i>	1,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Hydroides norvegica</i>	1,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Janira maculosa</i>	-	sensitiv	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Lagis koreni</i>	-	normal	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Lanice conchilega</i>	-	tolerant	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Lepidochitona cinerea</i>	8,0	sensitiv	x	x	
<i>Lepidonotus squamatus</i>	-	sensitiv	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Lineus ruber</i>	-	normal	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Liocarcinus holsatus</i>	-	normal	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Liocarcinus marmoreus</i>	1,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Liocarcinus pusillus</i>	2,0	sensitiv	x	x	
<i>Liocarcinus</i> sp.	1,0	normal	x	x	
<i>Liocarcinus vernalis</i>	1,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Macropodia rostrata</i>	3,0	normal	x	x	
Maldanidae	1,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Malmgreniella lunulata</i>	-	normal	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Marshallora adversa</i>	-	normal	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Megamphopus cornutus</i>	161,0	normal	x	x	
<i>Modiolus modiolus</i>	-	sensitiv	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Monia patelliformis</i>	1,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Mysella bidentata</i>	6,0	sensitiv	x	x	
<i>Neanthes fucata</i>	-	tolerant	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Neanthes virens</i>	-	tolerant	-	x	erwartet aber nicht gefunden
Nemertini	340,0	normal	x	x	
<i>Nereis longissima</i>	-	tolerant	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Nereis</i> sp.	3,0	normal	x	x	
<i>Nucula</i> sp.	22,0	normal	x	x	
<i>Nudibranchia</i>	55,0	normal	x	x	
<i>Nymphon brevirostre</i>	3,0	sensitiv	x	x	
<i>Onchidoris muricata</i>	24,0	sensitiv	x	x	
<i>Ophelia limacina</i>	-	sensitiv	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Ophelina acuminata</i>	-	normal	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Ophiura albida</i>	586,0	tolerant	x	x	
<i>Orchomene nanus</i>	3,0	sensitiv	x	x	
<i>Owenia fusiformis</i>	-	tolerant	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Pagurus bernhardus</i>	-	sensitiv	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Palaemon</i> sp.	3,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Pandalus montagui</i>	1,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Pandalus</i> sp.	12,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Parvicardium minimum</i>	2,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Parvicardium ovale</i>	1,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Phaxas pellucidus</i>	7,0	normal	x	x	
<i>Pholoe minuta</i>	1,0	tolerant	x	x	
<i>Photis longicaudata</i>	80,0	normal	x	x	
<i>Phoxocephalus holbolli</i>	-	sensitiv	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Phtisica marina</i>	208,0	sensitiv	x	x	
<i>Phyllodoce laminosa</i>	1,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Phyllodoce lineata</i>	-	tolerant	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Phyllodoce</i> sp.	2,0	normal	x	x	
<i>Pilumnus hirtellus</i>	123,0	normal	x	x	
<i>Pisidia longicornis</i>	3753,0	tolerant	x	x	

<i>Polydora ciliata</i>	-	tolerant	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Polydora</i> sp.	32,0	tolerant	x	x	
<i>Pomatoceros</i> sp.	645,0	normal	x	x	
<i>Psammechinus miliaris</i>	7,0	tolerant	x	x	
<i>Pseudopolydora pulchra</i>	-	normal	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Pseudoprotella phasma</i>	44,0	sensitiv	x	x	
<i>Pycnogonum littorale</i>	2,0	sensitiv	x	-	nicht in Referenz
<i>Rissoa parva</i>	2,0	normal	x	x	
<i>Sabellaria</i> sp.	2,0	normal	x	x	
<i>Sabellaria spinulosa</i>	-	normal	-	x	erwartet aber nicht gefunden
Sabellidae	15,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Scalibregma inflatum</i>	3,0	normal	x	x	
<i>Schistomysis spiritus</i>	-	normal	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Scoloplos armiger</i>	-	tolerant	-	x	erwartet aber nicht gefunden
Sipunculidae	36,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Spio filicornis</i>	-	tolerant	-	x	erwartet aber nicht gefunden
Spionidae	6,0	normal	x	x	
<i>Spiophanes bombyx</i>	-	tolerant	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Spirorbis spirorbis</i>	3,0	sensitiv	x	-	nicht in Referenz
<i>Spirorbis tridentatus</i>	7,0	sensitiv	x	-	nicht in Referenz
<i>Spisula</i> sp.	1,0	normal	x	x	
<i>Stenothoe marina</i>	10,0	normal	x	x	
<i>Styela coriacea</i>	19,0	sensitiv	x	x	
<i>Sycon ciliatum</i>	6,0	normal	x	x	
Syllidae	8,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Tellimya ferruginosa</i>	-	normal	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Thia scutellata</i>	1,0	normal	x	-	nicht in Referenz
<i>Thracia phaseolina</i>	2,0	normal	x	x	
<i>Timoclea ovata</i>	16,0	normal	x	x	
<i>Tryphosella sarsi</i>	34,0	sensitiv	x	x	
<i>Venerupis senegalensis</i>	-	normal	-	x	erwartet aber nicht gefunden
<i>Verruca stroemia</i>	1471,0	normal	x	x	

*Gesamtbetrachtung Tiefe Rinne*

Die Gesamtbewertung des Bezugsstandortes Tiefe Rinne ergab, analog zu den Ergebnissen der *Laminaria*-Haftkrallen einen „guten“ MarBIT EQR-Wert (0,728) für die kolonialen Taxa und einen „mäßigen“ MarBIT EQR-Wert (0,472) für die zählbaren (solitär sessilen und mobilen) Taxa (Tab. 21). In diesem Fall hängt die schlechtere Bewertung der zählbaren Taxa hängt insbesondere von den Einzelbewertungen der Kriterien „Artenvielfalt“, und „Anteil sensitiver Taxa“ ab. Da die Tiefe Rinne kein stark umkämpftes Mikrohabitat darstellt wie die *Laminaria*-Haftkrallen, mag die Mobilität nicht ausschlaggebend für das Fehlen von Arten und damit für eine schlechtere Bewertung sein.

Es ist unter diesem Gesichtspunkt sogar gerade interessant, dass trotz der Größe und sedimentologischen Vielfalt dieses Bezugsstandortes für die kolonialen Taxa fast die gesamte Referenzliste gedeckt werden konnte, während für die zählbaren Taxa gerade mal die Hälfte der Taxa zusammenkam. Jedoch betrifft der kritische Anteil auch hier vor allem wieder die Gruppe der Polychaeten, die, wie oben schon ausgeführt, generell kurzlebiger sind als viele sessile Arten (pers. Mitteilung, H.-D. Franke). Dies mag einen nicht unerheblichen Einfluss auf die schlechtere Bewertung der Kriterien „Artenvielfalt“ und „Anteil sensitiver Taxa“ gehabt haben.

**Tab. 21:** Bewertung (Ecological quality ratios, EQR's) für das Helgoländer Makrozoobenthos am Bezugsstandort Tiefe Rinne für die kolonial wachsenden sessilen und die mobilen sowie solitären sessilen Taxa für das Jahr 2008. Die Klassenbreiten der für die einzelnen Kriterien und den MarBIT errechneten Güteklassen sind farbig hinterlegt (blau: 1,0 - 0,8 = sehr gut; grün: 0,8 – 0,6 = gut; gelb: 0,6 – 0,4 = mäßig; orange: 0,4 - 0,2 = unbefriedigend, 0,2 - 0,0 = schlecht). Der MarBIT stellt den Median der Einzelkriterien dar und ist fett hervorgehoben.

Probe	Referenz	Artenzahlen (%) – Anteil der gefundenen Taxa aus der Referenzliste	Arten- vielfalt (EQR)	Abundanz- verteilung (EQR)	Anteil sensitiver Taxa (EQR)	Anteil toleranter Taxa (EQR)	MarBIT (EQR)
Tiefe Rinne, Sommer 2008	Tiefe Rinne (koloniale sessile Taxa)	0,98 (45/46)	0,980	0,190	0,667	0,790	<b>0,728 (gut)</b>
Tiefe Rinne, Sommer 2008	Tiefe Rinne (mobile und solitäre sessile Taxa)	0,58 (80/139)	0,515	0,190	0,429	0,802	<b>0,472 (mäßig)</b>



## Gemeinsame Testbewertung sessiler und mobiler Taxa unter Ausschluss der Abundanzverteilung

(Nachtrag für C.2 - *Laminaria*-Haftkrallen und C.3 - Tiefe Rinne)

In einem Versuch alle Taxa, d.h. sowohl koloniale und solitäre sessile als auch mobile Vertreter der beiden Bezugsstandorte *Laminaria*-Haftkrallen und Tiefe Rinne gemeinsam bewerten zu können, wurde eine Bewertung ohne Berücksichtigung der Abundanzverteilung durchgeführt (Tab. 22). Die Beschreibung der Artenzahlen im Vergleich zu den Referenzlisten sowie die biologische Interpretation der Daten inklusive der Anteile sensitiver und toleranter Taxa geht aus den vorangegangenen Abschnitten zu den getrennten Referenzlisten und Datensätzen der beiden Bezugsstandorte hervor und soll an dieser Stelle nicht wiederholt werden. Die EU-WRRL fordert zwar die vier Kriterien zur Bewertung der Gewässergüte eines Wasserkörpers an, jedoch soll mit dieser Bewertung kein abschließendes Urteil gefällt werden (WRRL, 2000). Da alle vier Kriterien unabhängige EQR-Werte liefern, konnte der Median unter Ausschluss des Kriteriums „Abundanzverteilung“ berechnet werden, da hierbei nun jeweils zwei qualitativ verschiedene Abundanzangaben dahinter stehen (Präsenz in 160 Achteln und Individuenzahl pro ca. 3,5 l Ecospace bzw. 40 l Schill). Für beide Bezugsstandorte wurden „mäßige“ MarBIT EQR-Werte berechnet (Tab. 22). Diese Berechnungen bestätigen zumindest die für die zählbaren Taxa ermittelten mäßigen Zustände, und weichen auch nicht gravieren von den Bewertungen der sessilen (bzw. nur kolonialen) Taxa ab.

**Tab. 22:** Bewertung (Ecological quality ratios, EQR's) für das Helgoländer Makrozoobenthos an den Bezugsstandorten *Laminaria*-Haftkralle und Tiefe Rinne jeweils für die gesamte Lebensgemeinschaft (sessile und mobile Taxa) für das Jahr 2008. Die Klassenbreiten der für die einzelnen Kriterien und den MarBIT errechneten Güteklassen sind farbig hinterlegt (blau: 1,0 - 0,8 = sehr gut; grün: 0,8 - 0,6 = gut; gelb: 0,6 - 0,4 = mäßig; orange: 0,4 - 0,2 = unbefriedigend, 0,2 - 0,0 = schlecht). Der MarBIT stellt den Median der Einzelkriterien dar und ist fett hervorgehoben. Das Kriterium „Abundanzverteilung“ (ohne Angabe) wurde aufgrund der Zusammenlegung der zählbaren und koloniebildenden Taxa nicht berücksichtigt.

Probe	Referenz	Artenzahlen (%) – Anteil der gefundenen Taxa aus der Referenzliste	Artenvielfalt (EQR)	Abundanzverteilung (EQR)	Anteil sensitiver Taxa (EQR)	Anteil toleranter Taxa (EQR)	MarBIT (EQR)
<i>Laminaria</i> -Haftkrallen, Sommer 2008	<i>Laminaria</i> -Haftkrallen (alle Taxa, Test)	0,64 (65/102)	0,562	ohne Angabe	0,371	0,786	<b>0,562 (mäßig)</b>
Tiefe Rinne, Sommer 2008	Tiefe Rinne (alle Taxa, Test)	0,68 (125/185)	0,588	ohne Angabe	0,464	0,800	<b>0,588 (mäßig)</b>



## **D Gesamtbewertung und Beurteilung der Anwendbarkeit des MarBIT- Index für das Helgoländer Makrozoobenthos (Gewässertyp N5)**

In der vorliegenden Arbeit wurde für drei verschiedene Bezugsstandorte des Wasserkörpers Helgoland (N5) der Zustand der Gewässergüte anhand der Qualitätskomponente „Makrozoobenthos“ mit dem MarBIT Index bewertet. Für den Bezugsstandort „Nord-Felswatt“ wurden insgesamt fünf Bewertungen für die Jahre 2004 bis 2008 durchgeführt. Ausschlaggebend für die vorliegende Gesamtbewertung soll jedoch nur die Bewertung des Jahres 2008 sein. An den beiden anderen Bezugsstandorten „*Laminaria*-Haftkralle“ und „Tiefe Rinne“ wurden jeweils zwei Bewertungen durchgeführt einmal für „sessile“ (d.h., solitäre und koloniale bzw. nur für koloniale) Taxa und einmal für „mobile“ (d.h., nur mobile bzw. mobile und solitäre sessile) Taxa. Die Bewertung ergab für das Nord-Felswatt einen „mäßigen“ Zustand (MarBIT EQR-Wert: 0,599). Für die *Laminaria*-Haftkrallen und die Tiefe Rinne war der Zustand für die „sessilen“ Taxa jeweils als „gut“ bewertet worden (MarBIT EQR-Werte: 0,677 und 0,728) und für die „mobilen“ Taxa jeweils als „mäßig“ (MarBIT EQR-Werte: 0,542 und 0,472). In einer gemeinsamen Testbewertung der „sessilen“ und „mobilen“ Taxa der *Laminaria*-Haftkrallen und der Tiefen Rinne unter Ausschluss des Kriteriums der „Abundanzverteilung“, konnte für beide Bezugsstandorte ein „mäßiger“ Zustand festgestellt werden.

Alle drei Bezugsstandorte stellen für Helgoland charakteristische und eigenständige Habitate dar. Aufgrund der sowohl biologischen und ökologischen aber auch räumlichen Trennung dieser drei Standorte, bedarf es auch der getrennten Betrachtung der drei Bezugsstandorte. Es wäre daher nicht sinnvoll, die Einzelergebnisse der vorliegenden Bewertungen rechnerisch miteinander zu vereinen, um den Gesamtzustand des Wasserkörpers Helgoland bewerten zu können.

Marchini et al., 2004 weisen darauf hin, dass sessile Arten in der Regel die Güte der Wasserqualität besser widerspiegeln als mobile Arten, da sie direkt auf die Wasserqualität ansprechen und weniger auf das sie umgebende Sediment und dort vorherrschende Störungen. Nach der „intermediate disturbance hypothesis“ (IDH) von Connell (1978, siehe auch Grime, 1973; Huston, 1979), ursprünglich für tropische Regenwälder und Korallenriffe formuliert, wird das Auftreten von Störungsereignissen als Ursache für eine zeitweilige Verminderung von Konkurrenz betrachtet. Bei mittlerer Störungshäufigkeit

bzw. –intensität sollen maximale Anzahlen an koexistierenden Arten auftreten. Hierbei spielt mit ein, dass die zeitweilige Störung und damit verstärkte Verfügbarkeit von Ressourcen auch eine erhöhte Etablierungswahrscheinlichkeit gebietsfremder Arten zur Folge haben kann (Burke and Grime, 1996; Prieur-Richard und Lavorel, 2000). Der vorliegend verwendete Bewertungsansatz nach MarBIT beruht auf dem Grundsatz, dass „ein Ökosystem, wenn es sich ungestört entwickelt, zu immer höherer Komplexität strebt“ (Meyer et al., 2008). Störungen sind also nicht zwangsläufig immer als negativ zu bewerten. Gerade in der vorliegenden Arbeit konnte gezeigt werden, dass in allen untersuchten Bezugsstandorten mehr Arten gefunden wurden, als nach den Referenzlisten zu erwarten gewesen wären. Diese fließen aber nicht in die Bewertung des MarBIT mit ein. Jedoch sollten diese Arten in folgenden Studien genau dokumentiert und kritisch analysiert werden, um entscheiden zu können, ob nicht einige in die Referenzliste entsprechender Bezugsstandorte aufgenommen werden sollten. Dies würde bessere Voraussetzungen liefern den wahren Zustand der Gewässergüte vor Helgoland beschreiben zu können. Die vorliegenden Bewertungen sind daher vermutlich alle etwas schlechter angesetzt als sie in Wirklichkeit sind. Obwohl in der vorliegenden Arbeit die sessilen Taxa in der Regel besser bewertet wurden als die mobilen, waren in der Gesamtheit aller Einzelbetrachtungen mehr Standorte bzw. funktionelle Gruppen als mäßig bewertet worden. Aus diesem Grund schlagen wir vor, den

## **Wasserkörper Helgoland (N5) anhand der Qualitätskomponente**

### **„Makrozoobenthos“**

in einer Gesamtbetrachtung als:

**„mäßig“**

zu bewerten.

In vorangegangenen Studien die mittels anderer Indizes und Klassifizierungs- bzw. Bewertungsmodellen für Helgoland durchgeführt wurden, konnte ein „mäßiger“ („gutbefriedigend“, Bartsch und Kuhlenkamp, 2004; „mäßig“, Boos et al., 2004) Zustand ermittelt werden. Dies zeigt, dass trotz einiger Unsicherheiten bei der Bewertung mit dem MarBIT die vorliegenden Ergebnisse nicht stark von denen anderer Untersuchungen abweichen und sich die Bewertungen an der „gut bis mäßig“ – Grenze bewegen. Wie oben ausgeführt, ist es sogar wahrscheinlich, dass in Folgestudien, die sich nochmals

kritisch mit einer Revision der bisher bestehenden Referenzlisten, ihrer Erstellung in MARBIT sowie einer verbesserten Probennahme und –aufarbeitung auseinandersetzen sollten, die mäßigen Zustände leicht in den guten Zustand verschoben werden könnten. Dazu muss explizit noch einmal hinzugefügt werden, dass viele der Unsicherheiten oder Problemsituationen, die im Zuge dieser Arbeit beschrieben wurden, weniger auf Kosten des MarBIT gehen, als vielmehr auf allgemeine methodische Probleme während der Probennahme und –aufbereitung sowie der allgemein anerkannten Problematik der gemeinsamen Abundanzangaben kolonialer und nicht-kolonialer Organismen.

Die Stärke des MarBIT konnte für verschiedene Untersuchungsgebiete (vornehmlich Ostseestandorte) aber auch anhand von Literaturstudien für das Nordfriesische Wattenmeer unter Beweis gestellt werden (Meyer et al., 2005, 2006, Büttger et al., 2008). In der vorliegenden Studie wurden erstmals aktuell erhobene Daten eines Nordseestandortes mittels des MarBIT getestet. Trotz anfänglicher technischer Schwierigkeiten, insbesondere bei der Frage der Abundanzangaben und Bewertung kolonialer sessiler Organismen - speziell in komplexen dreidimensionalen Habitaten - stellt der MarBIT eine solide Basis zur Bewertung der Gewässergüte vor Helgoland dar. Gerade weil der MarBIT im Vergleich zu den bisherigen Bewertungssystemen für Helgoland die ökologischen und dynamischen Komponenten wie z.B. interspezifische Wechselwirkungen einer Lebensgemeinschaft miteinbezieht, ist er zu einem sehr wertvollen Werkzeug für zukünftige Bewertungsverfahren geworden.



## **E Empfehlungen und Kommentare**

Im Folgenden sind stichpunktartig die wichtigsten Aspekte aufgeführt und ausformuliert, die bei einer zukünftigen Untersuchung beachtet werden sollten, bzw. die bei der vorliegenden Untersuchung kritische Punkte darstellten. Weiterhin werden bestimmte Funktionen oder Aspekte des MarBIT aufgeführt, die in Zusammenarbeit mit den Entwicklern des Programms möglicherweise überarbeitet werden sollten, damit das Helgoland MarBIT-Modul problemlos von weiteren Mitarbeitern angewendet werden kann.

### **MarBIT**

- ▶ Alle für Helgoland in Frage kommenden Taxa der Referenzlisten sollten hinsichtlich ihrer autökologischen Merkmale überprüft werden und die jeweilige Information mit Literaturbeleg in die Datenbank eingelesen werden.
  
- ▶ Für die drei Standorte sollten erneut detaillierte Ersatztaxa-Listen angelegt werden. Auf diese Weise kann mehr Information der einzelnen Arten, z.B. zur Sensitivität oder Toleranz in das Ersatztaxon einfließen.
  
- ▶ Durch die Wahl verschiedener Kriterien (ökologischer Merkmale) erstellt das Programm Referenzlisten, die eine typische zu erwartende Lebensgemeinschaft in einem bestimmten Habitat widerspiegelt. Für die drei Helgoländer Standorte wurden darüber hinaus mehr als 20% der Taxa zusätzlich in die Liste hineingefiltert. Um die Filterarbeit so gering wie möglich zu halten wäre es sinnvoll, eventuell weitere autökologische Merkmale in die Auswahlliste der Kriterien zu stellen, die die Helgoländer Bezugsstandorte detaillierter charakterisieren. Auf diese Weise könnten die Vertreter der Referenzlisten sauberer und vor allem sicherer ihrem jeweiligen Habitat zugeordnet werden.
  
- ▶ Bei der Wahl der Kriterien für die Referenzlisten kann für jedes Merkmal eine „geographische Einschränkung oder Gültigkeit“ festgelegt werden. Zur Auswahl stehen: die Kieler Bucht, die Mecklenburger Bucht, die Pommersche Bucht, die Nordsee, die Ostsee, Helgoland und das Wattenmeer. Die Angabe „Helgoland“ ist insbesondere dann von Bedeutung, wenn es als Zusatz bei den Rote Liste Merkmalen verzeichnet ist, die

ausschlaggebend dafür sind, ob ein Taxon vor Helgoland sensitiv ist oder nicht. Dies ist sehr wichtig, denn nur ein vor Helgoland gefährdeter Organismus wird vor Helgoland als sensitiv eingestuft. Gilt die Gefährdung eines Organismus aber z.B. nur für die Ostsee aber nicht für Helgoland, dann ist dieser Organismus vor Helgoland auch nicht anhand dieses Kriteriums als sensitiv zu bewerten. In der Regel ist dieser Zusatz „Helgoland“ fast nur für Kriterien eingetragen worden, die den Rote Liste Status betreffen oder für Kriterien die bei Organismen wirklich nur vor Helgoland zutreffen. Größtenteils fehlt dieser Zusatz. Gibt man aber in den Voreinstellungen zur Erstellung der Referenzlisten die geographische Einschränkung „Helgoland“ anstelle von „Nordsee“ an, und wählt z.B. alle Kriterien aus, die für die Referenzliste der *Laminaria*-Haftkrallen angegeben wurden, so bleibt am Schluss nur ein einziger Organismus übrig, *Molgula citrina*, für die als einziges Taxon mindestens eines der Kriterien mit der geographischen Einschränkung „Helgoland“ Bestand hat. Die geographische Einschränkung bzw. Gültigkeit: Helgoland = Nordsee, aber nicht zwangsläufig Nordsee = Helgoland, sollte entsprechend für alle Helgoländer Arten nachgepflegt werden.

► Beim Nachpflegen einer Referenzliste kann es zu schwierigen Entscheidungen kommen unter welchen Umständen seltene nicht gelistete Arten aufgenommen werden sollen oder nicht. In der vorliegenden Arbeit wurden in Abgleich mit der vorhandenen Literatur Arten, die zwar in geringen Abundanzen aber doch regelmäßig in den Proben auftauchten, mit in die Referenzliste aufgenommen. Dagegen waren vereinzelt vorkommende größere Abundanzen von Arten nicht zwangsläufig ausschlaggebend dafür, dass eine Art regelmäßig und typischerweise in einem bestimmten Habitat zu erwarten ist. Hierbei kann es sich auch um natürliche Schwankungen und Fluktuationen handeln. Hinsichtlich dieser manchmal etwas subjektiv anmutenden aber zweifelsohne auf der Expertise der Bearbeiter beruhenden Entscheidung, sollten allgemeine Richtlinien formuliert werden anhand derer auch ungeübte Bearbeiter entscheiden können wie bestimmte Grenzfälle zu bewerten sind.

### **Probennahme und –aufarbeitung bzw. Sichtung der Daten**

► Das Einfrieren der Haftkrallen in Seewasser führte zur Zerstörung von für die Identifikation auf Artebene aber auch auf höheren taxonomischen Ebenen relevanter Merkmale. Hierauf sollte im Vorfeld geachtet werden und die Probenaufbereitung entsprechend direkt nach der Probennahme durchgeführt werden. Aufgrund der großen



Probenmengen sollten alternativ andere Methoden der schonenden Aufbewahrung angewandt werden.

► Obwohl die in dieser Arbeit verwendeten Abundanzverteilungen (prozentuale Bedeckung, Präsenz in Achteln und Individuenzahlen) alle zu zufriedenstellenden Ergebnissen führten, sollte in Absprache mit den Entwicklern des Programms, die Häufigkeitsverteilung solcher Daten genauer analysiert werden um, für Abundanzangaben abweichend von Individuenzahlen, möglicherweise bessere Testverteilungen zu Grunde legen zu können, z.B. „broken-stick Verteilung“ o.ä..

► In der vorliegenden Arbeit waren unter den aktuell erhobenen Daten einige Arten gefunden worden, die laut der Checklist of Species von Harms (1993) nicht für Helgoland gelistet sind. Da der MarBIT Index jedoch nur die Taxa bewertet, die auf der Referenzliste zu finden sind, werden mögliche Veränderungen in Form von Neuzugängen vorerst außer Acht gelassen. Die Liste von Harms (1993) stellt keinen Anspruch auf einen vollständigen Artbestand. Vielmehr wurde in einer intensiven Literaturrecherche, der zum damaligen Zeitpunkt bekannte Artbestand zusammengetragen. Daher kann man davon ausgehen, dass die meisten der dort nicht gelisteten, aber in dieser Arbeit gefundenen Arten (z.B. in der Gruppe der Amphipoda), insbesondere wenn sie in hohen Abundanzen auftauchen, keine eigentlichen Neuzugänge sind. In der Regel handelt es sich um kryptische Arten, die entweder im Laufe der Jahre übersehen wurden oder aber aufgrund schwierig differenzierbarer Bestimmungsmerkmale nur schwer auf Artniveau ansprechbar sind. Im Jahr 2002 wurde von I. Menn in einer Auftragsarbeit die Harms-Liste von 1993 überarbeitet. Allerdings handelte es sich auch hierbei um eine reine Literaturarbeit bzw. einen Abgleich mit der aktuellen Literatur. Somit hat auch diese Liste keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Jedoch sind tatsächlich auch einige Neuzugänge in die Liste aufgenommen wurden, die in den letzten Jahrzehnten stabile und selbsterhaltende Populationen ausgebildet haben, wie beispielsweise *Crassostrea gigas* (Reichert, 2008), *Caprella mutica* (Boos, 2009) oder *Elysia viridis* (Franke und Gutow, 2004).

## Errandum

► Während der Arbeit in MarBIT sollte sehr genau auf eine korrekte Schreibweise der Taxa geachtet werden. Insbesondere sollten Artnamen erhobener Probanden mit der Schreibweise in der Datenbank abgeglichen und gegebenenfalls korrigiert werden. Erhobene Daten (d.h. Artenlisten) die mit abweichendem Artnamen in die Datenbank eingelesen werden, werden vom Programm nicht unterschieden. So werden z.B. *Corophium bonnellii* und *Corophium bonnnellii* als zwei verschiedene Arten angesehen. Dies kann dazu führen, dass eingelesene Arten als solche nicht erkannt werden. Dies sollte kritisch überprüft und verbessert werden. Im Folgenden ist eine Liste von Taxa-Namen angegeben, die unserer Meinung nach verbessert werden müssen (diese Liste hat keinen Anspruch auf Vollständigkeit) (Tab. 23).

**Tab. 23:** Änderungsvorschläge für Taxa-Namen

in MarBIT	Korrekte Bezeichnung	Kommentar	Literaturquelle
<i>Anaitides maculata</i>	<i>Phyllodoce maculata</i>	Die Art wurde der einer anderen Gattung zugeordnet	WoRMS, 2009
<i>Botrylloides leachi</i>	<i>Botryllus leachi</i>	Die Art wurde der einer anderen Gattung zugeordnet	Costello et al. 2001
<i>Corophium bonelli</i>	<i>Corophium bonnellii</i>	Schreibfehler	Costello et al. 2001
<i>Lembos longipes</i>	<i>Autonoe longipes</i>	Die Art wurde der einer anderen Gattung zugeordnet	Costello et al. 2001
Maxillipoda	Maxillopoda	Hier sollte besser das Taxon "Cirripedia" verwendet werden da es sich im vorliegenden Fall nur um Seepocken handelt und nicht zusätzlich noch um Ostracoden oder Copepoden	Schminke, 2007
<i>Orchomene nana</i> und <i>Orchomenella nana</i>	<i>Orchomene nanus</i> = <i>Orchomenella nana</i>	Obwohl der Artnamen <i>Orchomene nana</i> bei Lincoln (1979) geführt wird, ist er nach dem „European Register of Marine Species“ als <i>Orchomene nanus</i> gelistet. Beide hier angegebene Namen stellen Synonyme für dieselbe Art dar. Wir schlagen aufgrund der in der Literatur häufigeren Verwendung " <i>Orchomene nanus</i> " vor	Costello et al. 2001