

Endbericht

Zeigereigenschaften Makrozoobenthos (MZB) – Helgoland 2009

MZB-Monitoring und Bewertung nach EU-WRRL

**Jan Beermann¹, Karin Boos¹, Katharina Reichert², Jannica Haldin¹
& Heinz-Dieter Franke¹**

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

²Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)
Referat U4 – Tierökologie
Am Mainzer Tor 1
56068 Koblenz
www.bfg.de

Mai 2010

Im Auftrag des:

Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR) des Landes
Schleswig-Holstein
Hamburger Chaussee 25, 24220 Flintbek
Auftragsnummer: 0608.450922

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
Allgemeiner Überblick und Hintergrund	5
Aufgabenstellung	9
Monitoring und Bewertung	10
1. Bezugsstandort „Nord-Felswatt“	11
2. Bezugsstandort „ <i>Laminaria</i> -Haftkrallen“	19
3. Bezugsstandort „Tiefe Rinne“	31
Zusammenfassung und Gesamtbewertung	47
Empfehlungen und Kommentare	51
Literatur	53
Anhang	60

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde für den Gewässerkörper Helgoland (N5) anhand von drei gewählten Bezugsstandorten eine Bewertung der Gewässergüte vorgenommen. Hierfür wurde die Qualitätskomponente „Makrozoobenthos“ betrachtet und mit Hilfe des MarBIT-Index ausgewertet. Die Einzelbewertungen der Bezugsstandorte und ihrer definierten Faunengemeinschaften stimmten mit den Bewertungen des Vorjahres überein. Daher wurde die Gewässergüte des Gewässerkörpers Helgoland auch wie im Vorjahr insgesamt für „mäßig“ befunden. Hinweise auf starke interannuale Fluktuationen natürlichen Ursprungs wurden aufgezeigt und entsprechende Empfehlungen für zukünftige Arbeiten mit dem Helgoland-MarBIT-Modul gegeben.

Allgemeiner Überblick und Hintergrund

Um präzise Aussagen über den Gütezustand von Gewässersystemen zu machen und entsprechende umweltpolitische Entscheidungen fällen zu können, ist es unabdingbar anhand geeigneter Monitoringstrategien den entsprechenden „Ist“-Zustand der jeweiligen Gewässer abzuschätzen. Je nach Gewässertyp bzw. –standort sind dabei unterschiedliche Bewertungssysteme notwendig. Im Rahmen der Implementierung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) soll die Güte europäischer Gewässerstandorte festgestellt sowie bis zum Jahr 2015 ein „guter“ ökologischer Zustand (bzw. ein „gutes“ ökologisches Potential) erreicht werden (WRRL 2000). Um dies beurteilen zu können, müssen zunächst geeignete und vor allem einfach anwendbare Langzeitmonitoring-Programme und Bewertungssysteme entwickelt werden. Hierbei werden sowohl biologische als auch chemische und physikalische Qualitätskomponenten betrachtet. Biologische Monitoringstrategien werden in der Regel langfristig angelegt um innerhalb der entsprechenden Lebensgemeinschaften gerichtete Langzeitveränderungen/Trends zu erkennen und diese von Kurzzeitfluktuationen unterscheiden zu können. Aussagen über den Zustand dieser Lebensgemeinschaften werden damit präzisiert. So sind z.B. entsprechende Konzepte zur Gewässergütebestimmung anhand der benthischen Invertebratenfauna in Deutschland für limnische Systeme in Form des Saprobienindex bereits seit Jahrzehnten fest etabliert (ILLIES & SCHMITZ 1980).

Für den Nordsee-Küstengewässertyp N5 (Helgoland) wurden in der Vergangenheit für die biologischen Qualitätskomponenten „Makrophyten“ und „Makrozoobenthos“ bereits verschiedene Bewertungsverfahren entwickelt (BARTSCH & KUHLENKAMP 2004, BOOS et al. 2004). Die Verfahren basierten auf kategorialen Vergleichen von historischen Quellen mit aktuell erhobenen Daten, wobei die historischen Daten als Referenzzustand dienten. Die Beschreibung eines Referenzzustandes auf Grundlage historischer Daten ist jedoch häufig aufgrund mangelnder Datenlage nicht möglich. So sind in jüngster Zeit vielfach Bewertungsverfahren entwickelt worden, welche dem *Prinzip der offenen Taxaliste* folgen (z.B. SCHÖLL et al. 2005; KRIEG 2006). D.h. der Referenzzustand für einen „guten“ ökologischen Zustand des jeweiligen Gewässerstandorts ist eine Biozönose, die durch hier typischerweise zu erwartende

Arten geprägt ist. Diesem Ansatz folgt auch das Programm MarBIT (Marine Biotic Index Tool), ein software-basiertes Analysesystem entwickelt von der Firma MariLim (Schönkirchen). Grundlage dieses Tools sind die einzelnen Arten bestimmter Bezugsstandorte und ihre autökologischen Eigenschaften. Um dieses Tool für die Bewertung der Qualitätskomponente „Makrozoobenthos-Helgoland“ funktionstüchtig zu machen, musste eine entsprechende Datenbank über die Makrozoobenthosarten Helgolands und deren autökologische Eigenschaften erstellt werden (siehe Details in KUHLENKAMP et al. 2008, REICHERT & BUCHHOLZ 2008). Eine fundierte Bewertung der Gewässergüte Helgolands mittels MarBIT wurde dann erstmalig von BOOS et al. 2009 vorgestellt, wobei das Programm gleichzeitig hinsichtlich seiner Anwendbarkeit getestet wurde.

Zuvor war MarBIT auf ausgewählte Ostseeküstenstandorte angewandt worden (MEYER et al. 2005, 2006). Bei der Bewertung der Gewässergüte mittels MarBIT werden aktuell erhobene Daten (Artenlisten) der entsprechenden Gewässer- bzw. Bezugsstandorte gegen die vorher erstellten Referenzlisten der zu erwartenden Makrozoobenthos-Taxa abgeglichen. Hierbei werden vier von der WRRL geforderte Kriterien (Abundanz, Artenvielfalt, Anteil sensitiver und Anteil toleranter Taxa) betrachtet, wobei für jedes Kriterium separat ein definierter Gütestatus berechnet werden kann. Die Ermittlung der Gewässergüte verrechnet die Werte aller Kriterien. Dabei werden die ermittelten Werte der einzelnen Kriterien auf das Intervall zwischen 0 und 1 standardisiert und somit in vergleichbare ökologische Qualitätsverhältnisse (EQR = Ecological Quality Ratio) transformiert (für eine detaillierte Beschreibung und Handlungsanweisung siehe BOOS et al. 2009). Das Intervall ist zudem in fünf Klassen mit einer Klassenbreite von je 0,2 eingeteilt, wobei jede Klasse einen eigenen, definierten Gütestatus darstellt (Tab. 1).

Tab. 1: Fünfstufiges Bewertungssystem im Intervall zwischen 0 und 1.

sehr gut:	0,8 – 1,0
gut:	0,6 – <0,8
mäßig:	0,4 – <0,6
unbefriedigend:	0,2 – <0,4
schlecht:	0,0 – <0,2

Das von BOOS et al. (2009) angefertigte Helgoland-MarBIT-Modul umfasst unter anderem detaillierte Artenreferenzlisten dreier ausgewählter Bezugsstandorte und ermöglicht einen schnell anwendbaren und unkomplizierten Abgleich aktuell erhobener Daten im Rahmen des überblicksweisen Monitorings für Helgoländer Makrozoobenthosgemeinschaften. Zukünftige Aussagen über den Gütezustand des Gewässerkörpers Helgoland gewinnen durch diese standardisierte Methodik sowohl an Zuverlässigkeit als auch an Präzision.

Aufgabenstellung

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, mit Hilfe des von BOOS et al. (2009) entwickelten Helgoland-MarBIT-Moduls den Gütezustand des Wasserkörpers Helgoland für das Jahr 2009 zu ermitteln. Im Detail lauten dabei die Arbeitsaufträge wie folgt:

1. Erheben aktueller Daten (qualitativ und quantitativ) für das Makrozoobenthos der drei ausgewählten Bezugsstandorte.
 - a) Bezugsstandort „Nord-Felswatt“: Nicht-destruktive Beprobung der sessilen und sich langsam bewegenden Invertebraten entlang zweier Transekte in drei definierten Zonen des Eulitorals; mit Hilfe von Zählrahmen (0,25 m²) Beprobung von fünf Stationen mit jeweils fünf Replikaten (N = 25).
 - b) Bezugsstandort „Laminaria-Haftkrallen“: Auswertung von jeweils 10 Haftkrallen des Palmentangs *Laminaria hyperborea* von zwei unterschiedlich stark strömungsexponierten Standorten (N = 20).
 - c) Bezugsstandort „Tiefe Rinne“: Auswertung von fünf Dredge-Fängen mit jeweils fünf Unterproben aus der südlich vor Helgoland gelegenen „Tiefe Rinne“ (N = 25).
2. Präsentieren und Abgleichen der aktuell erhobenen Artenlisten mit den Referenzlisten des Helgoland-MarBIT-Moduls. Eventuelle Veränderungen und Nachbesserungen der jeweiligen bestehenden Referenzlisten.
3. Berechnen der EQR-Werte für die drei Bezugsstandorte mittels MarBIT und abschließendes Ermitteln und Diskutieren des Gewässergütezustandes für Helgoland.
4. Empfehlungen für zukünftige Arbeiten.

Monitoring und Bewertung

Nachfolgend sind die durchgeführten Arbeiten nach den drei Bezugsstandorten geordnet beschrieben. Dabei sind jeweils in jedem Kapitel (pro Bezugsstandort) die Art der methodischen Datenerhebung sowie Ergebnisse und anschließende Bewertung geschildert. Abbildung 1 zeigt die geografischen Lagen der drei Bezugsstandorte (Nord-Felswatt, „Laminaria-Haftkrallen“ und Tiefe Rinne).

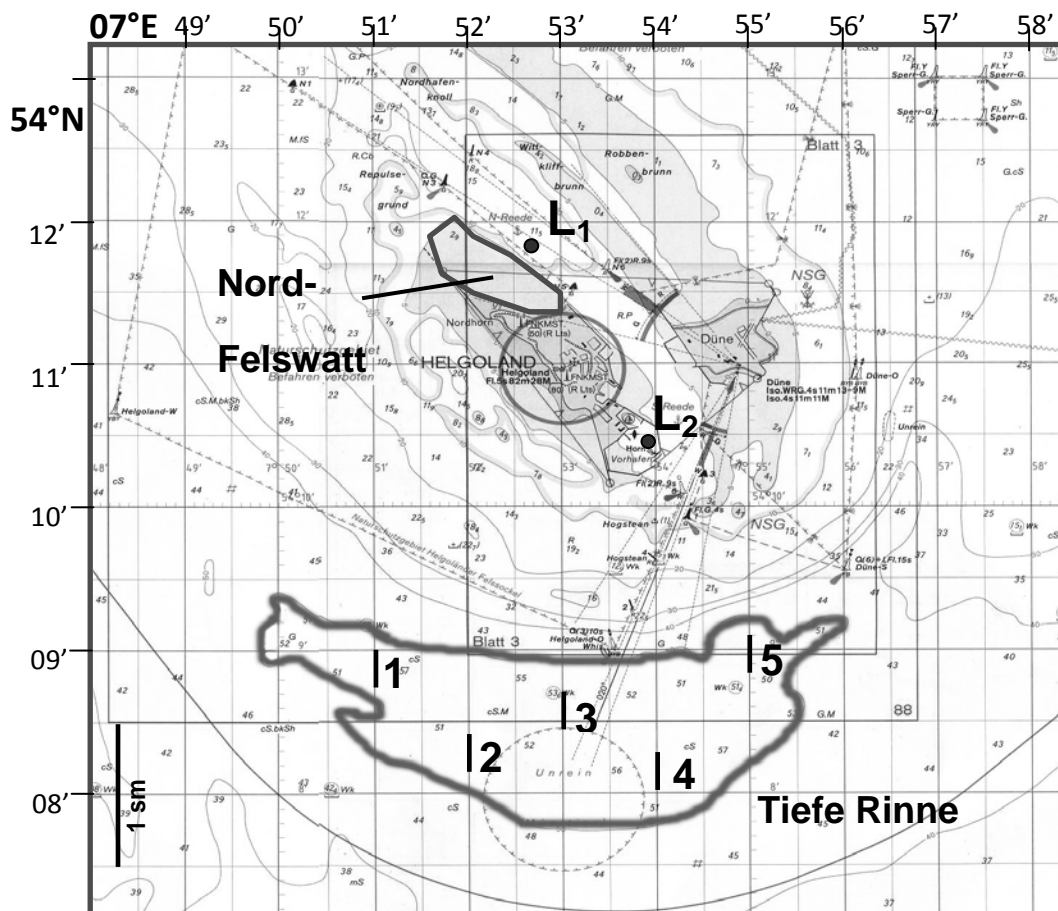


Abb. 1: Gewässerkarte Helgolands mit Kennzeichnung der Probenahme-Standorte (a) Nord-Felswatt, (b) *Laminaria*-Haftkrallen (L₁ = Reede; L₂ = Vorhafen, Südhafen) und (c) Tiefe Rinne (Umrandung = 50 m Tiefenlinie; Ziffern 1-5 = Dregdezüge).

1. Bezugsstandort „Nord-Felswatt“

Die bei Niedrigwasser frei fallende Abrasionsterrasse des Helgoländer Felssockels, das sogenannte „Nord-Felswatt“, kann anhand seiner zonierten Algen- und Faunenbesiedlung in verschiedene Bereiche unterteilt werden: eine *Ulva*-Zone im oberen Eulitoral, eine *Mytilus*-Zone im mittleren Bereich, eine *Fucus*-Zone im unteren eulitoral Bereich und eine angrenzende *Laminaria*-Zone, die gleichzeitig den Beginn des Sublitorals markiert (REICHERT et al. 2008a). Die im Felswatt auftretenden Faunengemeinschaften sind aufgrund der Gezeiten starken Schwankungen von Faktoren wie Salinität, Temperatur oder Sonneneinstrahlung unterworfen. Diese periodischen Schwankungen machen das Felswatt zu einem Biotop mit extremen Lebensbedingungen.

a) Datenerhebung

Die Beprobung des Standortes „Nord-Felswatt“ wurde an vier aufeinanderfolgenden Tagen in vier Wattgängen (01.08. - 04.08.2009) vorgenommen. Dazu wurden entlang zweier bereits durch REICHERT et al. (2008a, b) etablierter Transekte insgesamt fünf Stationen beprobt (Abb. 2, Tab. 2). Es wurden hierbei die drei für das Felswatt typischen Zonen (*Ulva*-Zone, *Mytilus*-Zone und *Fucus*-Zone) abgedeckt. Pro Station wurden fünf Replikate erhoben. Hierfür wurde jeweils mit Hilfe eines Zählrahmens eine Fläche von 0,25 m² untersucht, wobei sessile und sich langsam bewegende Invertebraten (z.B. Schnecken) erfasst und ihre prozentualen Bedeckungsgrade geschätzt wurden. Eine Identifizierung des Makrozoobenthos bis auf Artniveau konnte meist bereits im Feld durchgeführt werden, ohne dabei die Organismen vom Substrat zu lösen oder zu entnehmen. Die Beprobungsstrategie kann deshalb auch als nicht-destruktiv bezeichnet werden. Nur in wenigen Ausnahmefällen mussten vor Ort nicht identifizierbare Spezies für eine genaue Nachbestimmung im Labor von ihrem Substrat entfernt werden. Weiterhin wurden morphologisch schwer differenzierbare Arten zu Artkomplexen zusammengefasst (siehe Rohdatenliste unter Anhang I).

Das verwendete Beprobungsdesign ist bereits seit vielen Jahren für das Nord-Felswatt etabliert (inkl. Makrophyten) und wird weiterhin erfolgreich für ein bereits bestehendes Monitoring angewendet (siehe REICHERT et al. 2008a, b).

Bestimmte Arten, deren Artenstatus sowie ihre Identifizierung in der Literatur Gegenstand kontroverser Diskussionen sind, wurden wie schon von BOOS et al. (2009) 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*, *A. mytili*

***Hiatella arctica*:** *Hiatella arctica*, *H. rugosa*

***Littorina obtusata*:** *Littorina obtusata*, *L. mariaae*

***Molgula citrina*:** *Molgula citrina*, *M. complanata*

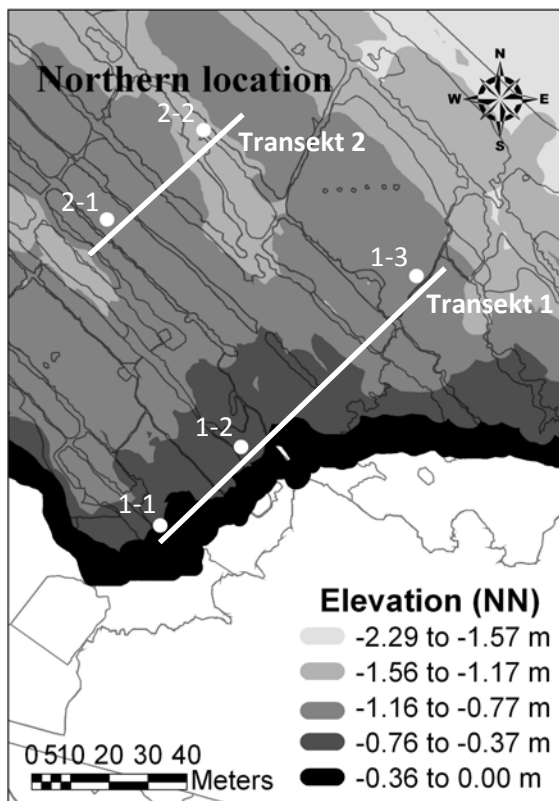


Abb. 2: Kartenausschnitt des Nord-Felswatts. Die Lage der zwei Transekte sowie der Beprobungsstationen sind weiß hervorgehoben. Außerdem ist das Höhenrelief der Abrasionsterrasse durch Grauschattierungen kenntlich gemacht.

Tab. 2: Übersicht über die Beprobungsstationen mit Replikaten. Zusätzlich sind die genauen geographischen Koordinaten im World Geodetic System 1984 (WGS84) angegeben.

Transekt	Station	Zone	WGS84		Replikat
			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

b) Ergebnisse

Insgesamt konnten im Zuge der Datenaufnahme 2009 36 Taxa aus zehn taxonomischen Gruppen angesprochen werden (siehe Tab. 3 und Anhang I). Dabei wurden 32 Taxa, die auch auf der 40 Taxa umfassenden Referenzliste verzeichnet sind, wiedergefunden. Dies entspricht 86,1 % der zu erwartenden Taxa, die damit auch in die Bewertung einfließen. Zusätzlich konnten vier Arten über die Referenzliste hinaus angesprochen werden: *Coryne pusilla* (Hydrozoa), *Buccinum undatum* (Gastropoda) sowie *Bowerbankia gracilis* und *Walkeria uva* (Bryozoa). Im Vergleich zur Datenaufnahme 2008 (siehe BOOS et al. 2009) wurden im Jahr 2009 fünf zusätzliche Taxa gefunden, umgekehrt wurden jedoch fünf Taxa bei der aktuellen Datenerhebung nicht wiedergefunden (Tab. 3).

Tab. 3: Bezugsstandort Nord-Felswatt: Liste der 2008 und 2009 gefundenen Taxa in alphabetischer Reihenfolge und ihrer Abundanzen. Die laut Referenzliste zu erwartenden Arten sind mit einem „+“ vermerkt. Die Abundanzangabe ist hier der zusammengefasste Bedeckungsgrad aus allen Proben (in %), also von 6,25 m². Die Angabe „0,5“ steht für einen Bedeckungsgrad < 1%.

Taxon	2008	2009	Referenz
<i>Alcyonidium gelatinosum</i>	4	1,5	+
<i>Amphipholis squamata</i>	1,5	1	+
Anthozoa	6,5	5	+
<i>Aplidium turbinatum</i>	2	2	+
<i>Asterias rubens</i>	0,5	-	+
<i>Botryllus leachi</i>	-	-	+
<i>Botryllus schlosseri</i>	1,5	1	+
<i>Bowerbankia gracilis</i>	-	0,5	-
<i>Buccinum undatum</i>	1,5	0,5	-
<i>Callopora lineata</i>	-	-	+
<i>Clava multicornis</i>	-	-	+
<i>Clavelina lepadiformis</i>	1	2	+
<i>Coryne pusilla</i>	1,5	1	-
<i>Crassostrea gigas</i>	1,5	2	+
<i>Cryptosula pallasiana</i>	5,5	4,5	+
<i>Didemnum maculosum</i>	2	2,5	+
<i>Dynamena pumila</i>	5	3,5	+
<i>Electra pilosa</i>	5,5	8	+
<i>Elysia viridis</i>	-	-	+
<i>Flustrellidra hispida</i>	3	13,5	+
<i>Gibbula cineraria</i>	7,5	7,5	+
<i>Halichondria panicea</i>	1,5	2	+

Taxon	2008	2009	Referenz
<i>Halisarca dujardini</i>	1,5	0,5	+
<i>Hiatella arctica</i>	-	-	+
<i>Hydrobia ulvae</i>	-	-	+
<i>Lacuna pallidula</i>	1	1,5	+
<i>Lacuna vincta</i>	-	1	+
<i>Lanice conchilega</i>	0,5	1	+
<i>Laomedea flexuosa</i>	3	4	+
<i>Lepidochitona cinerea</i>	0,5	-	+
<i>Leucosolenia botryoides</i>	5	5,5	+
<i>Limapontia senestra</i>	1	-	-
<i>Littorina littorea</i>	29	51	+
<i>Littorina obtusata</i>	14,5	11,5	+
<i>Littorina saxatilis</i>	-	-	-
Cirripedia	6,5	6	+
<i>Molgula citrina</i>	1	0,5	+
<i>Mytilus edulis</i>	2	2	+
<i>Nymphon brevirostre</i>	0,5	-	-
Polychaeta	16	15	+
<i>Pomatoceros triqueter</i>	1,5	1	+
<i>Pycnogonum littorale</i>	0,5	-	-
<i>Rissoa parva</i>	-	1	+
<i>Sagartia troglodytes</i>	0,5	1	+
<i>Sagartiogeton undatus</i>	-	0,5	+
Spirorbidae	34	34,5	+
<i>Sycon ciliatum</i>	0,5	0,5	+
<i>Walkeria uva</i>	-	1,5	-

c) Bewertung

Für das Kriterium „Artenvielfalt“ wurde ein „guter“ EQR-Wert ermittelt. Auch im Jahr 2008 war für dieses Kriterium ein „guter“ Zustand festgestellt worden, was auch darin begründet liegt, dass in beiden Jahren die gleiche Anzahl unterschiedlicher Taxa angesprochen werden konnte (BOOS et al. 2009). Acht laut Referenzliste zu erwartende Arten wurden nicht gefunden. Hauptursache dafür dürfte der Stichprobencharakter der Beprobungsstrategie sein, bei der kein Gesamtbestand erfasst, sondern ausschließlich exemplarisch Unterproben erhoben wurden, die jedoch ausreichend die jeweilige Gemeinschaft repräsentieren (REICHERT et al. 2008a, b). Dies kann dazu führen, dass Tiere, die natürlicherweise nur vereinzelt bzw. in geringen Dichten auftreten, nicht erfasst werden, obwohl sie zeitgleich durchaus im beprobten Biotop anzutreffen sind – ein Effekt, der auch noch zu beobachten wäre, wenn die Replikatzahl vervielfacht würde. Das gilt beispielsweise für die Nacktkiemerschnecke *Elysia viridis* (Nudibranchia) oder die Seeanemone *Sagartiogeton undatus* (Anthozoa) (BOOS et al. 2009, REICHERT pers. Mitteilung). Letztere Art konnte z.B. 2008 nicht gefunden werden, wurde jedoch 2009 wieder angetroffen. Zusätzlich wird das Wiederfinden der Referenzlistentaxa in dem Beprobungsschema dadurch erschwert, dass viele Taxa eine ausgesprochen kryptische Lebensweise bei einer gleichzeitig nur geringen Körpergröße aufweisen. In Kombination mit einem nur vereinzelt Auftreten ist die Gefahr sehr hoch, dass solche Taxa im Zuge einer Probennahme übersehen werden. Typische Beispiele hierfür wären die Schnecken *Hydrobia ulvae* und *Rissoa parva* sowie die Anthozoe *Sagartiogeton undatus* (BOOS et al. 2009, REICHERT pers. Mitteilung).

Der EQR-Wert für das Kriterium „Abundanzverteilung“ zeigt nur einen „schlechten“ Zustand an. Jedoch wurde schon von BOOS et al. (2009) diskutiert, dass die Bewertung dieses Kriteriums durch MarBIT bei dem verwendeten Beprobungsdesign kritisch betrachtet werden muss. Prozentuale Bedeckungsgrade sind zwar gängige Abundanzangaben, jedoch ist die Gültigkeit für den MarBIT noch unklar, da das Programm für Individuenzahlen pro Flächeneinheit konzipiert wurde. So schwankten bereits in der Vergangenheit die Werte für die Abundanzverteilung im Felswatt zwischen „sehr gut“ und „mäßig“ (BOOS et al. 2009).

Elf Taxa der Referenzliste für den Bezugsstandort Felswatt werden als sensitiv eingestuft. Von diesen elf Taxa wurden vorliegend nur fünf gefunden, was in einem „unbefriedigenden“ EQR-Wert für das Kriterium „Anteil sensitiver Arten“ resultiert.

Das Kriterium „Anteil toleranter Arten“ zeigte 2009 einen „guten“ EQR-Wert, was die Ergebnisse der Jahre 2004 bis 2008 bestätigt. Für alle Jahre zuvor wurde bislang immer ein „guter“ EQR-Wert für den „Anteil toleranter Arten“ ermittelt (siehe BOOS et al. 2009).

Die Gesamtbetrachtung des Bezugsstandortes „Nord-Felswatt“ wurde 2009 mit „mäßig“ bewertet (Tab. 4). Auch diese Gesamtbewertung deckt sich mit der Bewertung des Jahres 2008, bei der ebenfalls ein „mäßiger“ Zustand festgestellt wurde, sowie mit früheren Bewertungen, die zum Teil auch mit anderen Bewertungsansätzen vorgenommen wurden (BARTSCH & KUHLENKAMP 2004, BOOS et al. 2004, 2009). Der hier ermittelte Zustand für die Gewässergüte des Bezugsstandortes „Nord-Felswatt“ scheint also trotz aller kritischen Einwände realistisch und vor allem konstant zu sein.

Tab. 4: Bewertung in Form von EQRs (Ecological Quality Ratios) für die Makrozoobenthosgemeinschaft des Helgoländer Bezugsstandortes „Nord-Felswatt“ 2009. Klassenbreiten und Farbschemata sind Tab. 1 zu entnehmen. Die Gesamtbewertung als MarBIT-EQR, berechnet als Median aus den vier Einzelkriterien, ist hervorgehoben.

Probe	Referenzliste	Anteil gefundener Arten aus der Referenzliste	Arten- vielfalt (EQR)	Abundanz- verteilung (EQR)	Anteil sensitiver Taxa (EQR)	Anteil toleranter Taxa (EQR)	MarBIT (EQR)
Nord- Felswatt 2009	Nord- Felswatt	31/40	0,752	0,198	0,364	0,761	0,558 (mäßig)

2. Bezugsstandort „*Laminaria*-Haftkrallen“

Die Haftkrallen (Rhizoide) des Palmentangs *Laminaria hyperborea* stellen ein sekundäres Hartsubstrat im Sublitoral um Helgoland dar. Mit ihren dreidimensionalen Strukturen können diese als abgrenzbare Kleinbiotope mit eigenen Biozönosen betrachtet werden, die eine Vielzahl vor allem wirbelloser Tierarten und ihren Jungtierstadien beherbergen. Insbesondere die Abgrenzbarkeit macht die Rhizoide zu idealen Objekten für eine Probenentnahme im Zuge von Forschungs- bzw. Monitoringarbeiten.

Vor Helgoland wurden bereits mehrere vergleichende Arbeiten über die Epifauna von *Laminaria*-Rhizoiden durchgeführt (siehe SCHULTZE 1988, CHRAPKOWSKI-LLINARES 2005), die u.a. in detaillierten Artenlisten resultierten. In Anlehnung an diese Arbeiten wurden von BOOS et al. (2009) jeweils zehn Haftkrallen zweier unterschiedlich stark strömungsexponierter Standorte entnommen. Das dort verwendete Untersuchungsdesign wurde auch in der vorliegenden Arbeit übernommen.

a) Datenerhebung

Die Probennahme erfolgte am 23.07.2009. Hierbei wurden jeweils zehn *Laminaria*-Rhizoide ohne Cauloid aus dem Helgoländer Südhafen (geschützter Standort) und von der das Helgoländer Fahrwasser nord-westlich begrenzenden Helgoländer Reede (exponierter Standort) taucherisch entnommen (Tab. 5; detaillierte Methodik siehe CHRAPKOWSKI-LLINARES 2005, BOOS et al. 2009).

Das Einfrieren der gesamten Proben samt Seewasser für eine spätere Auswertung hat sich insbesondere für Arthropoden bereits in der Vergangenheit mehrfach bewährt (BOOS et al. 2009). Das kristallisierende Wasser führt jedoch häufig dazu, dass „weichhäutige“ Taxa wie Polychaeten oder Mollusken stark beschädigt werden. Durch den Verlust von essentiellen morphologischen Strukturen ist somit eine Identifizierung auf Artniveau häufig nicht mehr möglich. Dieses Problem wurde auch von BOOS et al. (2009) erkannt und diskutiert. Darauf aufbauend wurde die Fixierungsmethode für das vorliegende Projekt modifiziert. Um übermäßige Kristallisation zu vermeiden, wurde überflüssiges Seewasser vor dem Einfrieren abgegossen. Darin enthaltene Organismen wurden mit einem Sieb (Maschenweite: 300 µm) herausgefiltert und anschließend in 70%igem Ethanol fixiert. Die Haftkrallen wurden dann bei -80° C schockgefroren und

schließlich dauerhaft bei -18° C gelagert. Zur näheren Auswertung wurden die Haftkrallen wieder aufgetaut und Reste des Cauloids unmittelbar über dem ersten Wirtelansatzes entfernt. Die mobile und somit zählbare Fauna wurde qualitativ und quantitativ erfasst. Für sessile kolonial wachsende Epizoen wurde das von BOOS et al. (2009) eingeführte semiquantitative Zählsystem verwendet. Das Rhizoid wird hierfür in acht etwa gleich große Stücke zerteilt. Anschließend werden die Achtel hinsichtlich der An- oder Abwesenheit der kolonialen Epizoen untersucht. Es entsteht dadurch ein kategoriales Zählsystem, in dem eine Art, die z.B. nur auf einem Achtel gefunden wird, wenig abundant ist, wohingegen die Präsenz auf sieben Achteln als hoch abundant zu werten wäre. Zählbare (solitäre) sessile Arten (z.B. Seepocken) wurden nach Möglichkeit darüber hinaus pro Achtel auch quantitativ erfasst. Konnten solche Arten jedoch einer Großgruppe zugeordnet werden, für die kolonial wachsende Arten identifiziert wurden (z.B. Cnidaria oder Tunicata), so wurden die Abundanzangaben auch in die semiquantitative Erfassung transformiert. Auf diese Weise wurde die Aufnahme dieser Gruppen nicht auf beide Datenaufnahmemethoden verteilt. Stattdessen wurde mit sämtlichen Taxa einer Großgruppe bezüglich der Abundanzangaben gleich verfahren, um so auch eine gemeinsame Auswertung vornehmen zu können. Diese Einteilung gewährleistet einen besseren Überblick und somit eine leichtere Bearbeitung im Zuge der weiteren Bewertung sowie eine höhere Trennschärfe bei der Betrachtung der Artenvielfalt. Im Folgenden bezieht sich die Angabe „sessile Fauna“ immer auf die ausnahmslos sessilen Taxa (solitär und kolonial), die mit dem semiquantitativen Zählsystem erfasst wurden, während die „mobile Fauna“ (= „zählbare Taxa“) auch durchaus einige wenige zählbare sessile Taxa einschließt.

Des Weiteren wurden Acari, Nematoda und Ostracoda aus der Referenzliste entfernt, da diese Gruppen definitionsgemäß, ähnlich wie z.B. Copepoda, nicht zum Makrozoobenthos gezählt werden. Das Entfernen dieser Gruppen stellt keinen großen Informationsverlust dar, da wie schon bei Boos et al. (2009) eine genauere Differenzierung mit den zur Verfügung stehenden Mitteln nicht einmal auf Familienniveau möglich war und Abundanzangaben auf Großgruppenniveau häufig eine geringere ökologische Aussagekraft besitzen.

Die Referenzliste wurde im Zuge der Datenauswertung um insgesamt fünf Taxa erweitert. Darunter handelt es sich um den Schwamm *Clathrina coriacea* (sessiles Taxon) sowie die mobilen Taxa *Anoplodactylus pygmaeus* (Pantopoda), *Dexamine*

thea (Amphipoda), Terebellidae (Polychaeta) und Nemertini. Die Aufnahme dieser Taxa in die Liste der typischerweise zu erwartenden Arten erfolgte aufgrund der Häufigkeit dieser Taxa in den Replikaten der vorliegenden Datenerhebung und wurde vorher eingängig gegen Literatur sowie die allgemeine Expertise für Helgoland diskutiert.

Bestimmte Arten, deren Artenstatus sowie ihre Identifizierung in der Literatur Gegenstand kontroverser Diskussionen sind, wurden wie schon von BOOS et al. (2009) 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*, *A. mytili*

Hiatella arctica: *Hiatella arctica*, *H. rugosa*

Molgula citrina: *Molgula citrina*, *M. complanata*

Tab. 5: Übersicht über das Beprobungsdesign für den Bezugsstandort „*Laminaria*-Haftkrallen“.

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

b) Ergebnisse

Im Zuge der Datenerhebung 2009 konnten insgesamt 98 verschiedene Taxa aus 18 verschiedenen Großgruppen angesprochen werden. Hierbei waren 31 Taxa der sessilen Fauna zuzuordnen. Der Großteil wurde dabei von der Gruppe der Bryozoen gestellt (siehe Anhang II). Von den 31 sessilen Taxa befinden sich nur 17 (mit 54,8 % also gut die Hälfte) auch gleichzeitig in der Referenzliste, die insgesamt 26 Taxa beinhaltet. Es wurden zusätzlich 14 Taxa zu den typischerweise zu erwartenden Arten gefunden. Es handelt sich hierbei um die Bryozoen *Bowerbankia imbricata*, *B. gracilis*, *Chorizopora brongniartii*, *Conopeum reticulum*, *Microporella ciliata*, *Tubulipora liliacea*, *T. plumosa*, *Plagioecia patina* und *Walkeria uva* sowie die Hydrozoen *Kirchenpaueria pinnata*, *Obelia longissima* und *Plumularia setacea*, den Schwamm *Leucosolenia complicata* und die Tunicate *Ciona intestinalis* (Tab. 6). Da die meisten dieser Arten nur in sehr geringen Abundanzen angetroffen wurden (zwischen einem und sechs von insgesamt 160 Achteln), ist davon auszugehen, dass es sich hierbei um „Zufallsfunde“ handelt. *Bowerbankia imbricata* und *B. gracilis*, wobei letztere in 20 Achteln angetroffen wurde, könnten jedoch im Jahr 2008 aufgrund der damals angewendeten, destruktiveren Fixiermethode übersehen worden sein. Beide Arten sind sehr weichhäutig sowie transparent und können somit durch kristallisierendes Wasser zu einer undifferenzierbaren Gallertmasse zerstört werden. Im Jahr 2009 wurde die Fixiermethode wie oben beschrieben modifiziert. Dadurch wurde in den Proben der Erhaltungszustand von weichhäutigen Organismen wie Polychaeten oder auch einigen Bryozoen deutlich gegenüber der Probennahme 2008 aufgewertet, und so konnten auch erstmalig Spezies wie z.B. die *Bowerbankia*-Arten nachgewiesen werden. Im Vergleich zu 2008 wurden 13 zusätzliche Taxa gefunden, umgekehrt jedoch wurden zehn Taxa 2009 nicht wiedergefunden (Tab. 6).

Insgesamt wurden 67 Taxa der mobilen Fauna zugeordnet, wobei der Großteil von Amphipoden und Polychaeten gestellt wurde (siehe Anhang III). Nur 44 der gefundenen Taxa sind auch auf der Referenzliste der zählbaren Taxa anzutreffen (Tab. 7). Die Referenzliste hat einen Umfang von 80 Taxa. Somit wurden mit den gefundenen Taxa 65,7 % der Referenzliste abgedeckt. Von den 67 Taxa, die im Zuge der Datenaufnahme angesprochen werden konnten, wurden 23 Taxa zusätzlich zur Referenzliste gefunden. Es handelt sich hierbei im Detail um Amphipoda (*Corophium acherusicum*, *Gammarus*

locusta, *Gitana sarsi*, *Jassa herdmani*, *Photis reinhardi* und *Tryphosella sarsi*), Decapoda (*Eualus occultus* und *Thoralus cranchii*), Cirripedia (*Elminius modestus*), Echinodermata (*Ophiothrix fragilis*), Gastropoda (*Chrysallida pellucida*), Polyplacophora (*Lepidochitona cinerea*), Mysidacea (*Praunus inermis*), Insecta (*Clunio marinus*) und Polychaeta (*Autolytus* sp., *Eusyllis* sp., *Harmothoe* sp., *Odontosyllis fulgurans*, *Pectinaria* sp., *Phyllodoce* sp., *Polydora* sp. Spionidae und *Typosyllis armillaris*). Mit Ausnahme der Spionidae, von denen insgesamt acht Individuen in der Gesamtheit der Proben gefunden wurden, deuten die sonst niedrigen Gesamtabundanzen (vier bis einzelne Individuen) dieser zusätzlich gefundenen Taxa auf „Zufallsfunde“ hin. Ihr Fund stellt also keinen Widerspruch zu der Referenzliste mit den typischerweise zu erwartenden Arten dar. Im Vergleich zur Artenliste der Datenerhebung 2008, wurden 2009 25 Taxa zusätzlich erfasst. Dagegen wurden 21 im Vorjahr gefundene Arten 2009 nicht wiedergefunden (Tab. 7).

Tab. 6: Bezugsstandort „*Laminaria*-Haftkrallen“ (sessil): Liste der 2008 und 2009 gefundenen Arten in alphabetischer Reihenfolge und ihrer Abundanzen. Die laut Referenzliste zu erwartenden Arten sind mit „+“ vermerkt. Die Abundanzangabe ist hier die zusammengefasste Anwesenheit pro 160 beprobter Achtel aller 20 Proben. Taxa, die in der vorliegenden Arbeit erstmalig in die Referenzliste aufgenommen wurden, sind mit „*“ markiert.

Taxon	2008	2009	Referenz
<i>Alcyonidium gelatinosum</i>	34	22	+
<i>Alcyonium digitatum</i>	1	-	-
Anthozoa	6	6	+
<i>Botryllus leachi</i>	-	-	+
<i>Botryllus schlosseri</i>	6	4	+
<i>Bowerbankia gracilis</i>	-	20	-
<i>Bowerbankia imbricata</i>	-	1	-
<i>Bugula plumosa</i>	1	-	-
<i>Callopora lineata</i>	97	21	+
<i>Celleporella hyalina</i>	106	94	+
<i>Chorizopora brongniartii</i>	1	6	-
<i>Ciona intestinalis</i>	5	2	-
<i>Clathrina coriacea</i> *	-	23	+
<i>Clavelina lepadiformis</i>	17	21	+
<i>Cochlodesma pratense</i>	2	-	-
<i>Conopeum reticulum</i>	6	3	-
<i>Crisia eburnea</i>	1	-	+
<i>Cryptosula pallasiana</i>	-	-	+

Taxon	2008	2009	Referenz
<i>Dendrodoa grossularia</i>	-	-	+
<i>Didemnum maculosum</i>	16	17	+
<i>Disporella hispida</i>	9	1	+
<i>Dynamena pumila</i>	3	-	+
<i>Dysidea fragilis</i>	2	-	-
<i>Electra pilosa</i>	157	138	+
<i>Escharella immersa</i>	1	-	-
<i>Escharella variolosa</i>	1	-	+
<i>Flustra foliacea</i>	-	-	+
<i>Halichondria panicea</i>	82	68	+
<i>Halisarca dujardini</i>	-	-	+
<i>Heteranomia squamula</i>	1	-	-
<i>Kirchenpaueria pinnata</i>	-	1	-
<i>Laomedea flexuosa</i>	-	2	+
<i>Leucosolenia botryoides</i>	13	49	+
<i>Leucosolenia complicata</i>	-	12	-
<i>Membranipora membranacea</i>	-	14	+
<i>Membraniporella nitida</i>	7	9	+
<i>Microporella ciliata</i>	-	1	-
<i>Molgula citrina</i>	-	-	+
<i>Obelia longissima</i>	-	1	-
<i>Parvicardium ovale</i>	3	-	-
<i>Plagioecia patina</i>	-	2	-
<i>Plumularia setacea</i>	-	1	-
<i>Sycon ciliatum</i>	2	2	+
<i>Tubulipora liliacea</i>	-	2	-
<i>Tubulipora plumosa</i>	-	1	-
<i>Tubulipora</i> sp.	11	2	+
<i>Walkeria uva</i>	5	1	-

Tab. 7: Bezugsstandort „*Laminaria*-Haftkrallen“ (zählbar, mobil): Liste der 2008 und 2009 gefundenen Arten in alphabetischer Reihenfolge und ihrer Abundanzen. Die laut Referenzliste zu erwartenden Arten sind mit „+“ vermerkt. Die Abundanzangabe ist hier die zusammengefasste Gesamtindividuenzahl aus allen 20 Proben. Die Angaben in Klammern kennzeichnen Taxa, die 2008 noch gefunden, 2009 aber nicht mit in die Datenaufnahme einbezogen wurden. Bei Taxa, die 2009 erstmalig in die Auswertung für zählbare Fauna einbezogen wurden, ist die Abundanzangabe für 2008 als zusammengefasste Anwesenheit (dargestellt als „x/8“) in insgesamt 160 beprobten Achteln angegeben. Taxa, die in der vorliegenden Arbeit erstmalig in die Referenzliste aufgenommen wurden, sind mit „*“ markiert.

Taxon	2008	2009	Referenz
(Acari)	(15)	(-)	(-)
<i>Achelia echinata</i>	15	4	+
<i>Achelia hispida</i>	-	-	+
<i>Ampelisca diadema</i>	1	-	-
<i>Amphipholis squamata</i>	33	9	+
<i>Anomia ehippium</i>	1/8	-	+
<i>Anoplodactylus angulatus</i>	-	-	+
<i>Anoplodactylus petiolatus</i>	1	-	-
<i>Anoplodactylus pygmaeus*</i>	46	32	+
<i>Aora gracilis</i>	48	19	+
<i>Apherusa bispinosa</i>	508	152	+
<i>Apherusa jurinei</i>	205	106	+
<i>Asterias rubens</i>	-	-	+
<i>Autolytus prolifer</i>	1	-	+
<i>Autolytus</i> sp.	-	1	-
<i>Balanus balanus</i>	-	-	+
<i>Balanus crenatus</i>	-	11	+
<i>Caprella linearis</i>	7	3	+
<i>Caprella mutica</i>	7	2	+
<i>Caprella</i> sp.	2	1	+
<i>Carcinus maenas</i>	-	-	+
<i>Chrysallida obtusata</i>	2	-	-
<i>Chrysallida pellucida</i>	-	1	-
<i>Chrysallida spiralis</i>	41	-	-
<i>Clunio marinus</i>	1	1	-
<i>Corophium acherusicum</i>	-	1	-
<i>Corophium bonnellii</i>	28	25	+
<i>Corophium insidiosum</i>	95	37	+
<i>Corophium sextonae</i>	738	1735	+
<i>Crangon crangon</i>	-	-	+
<i>Cuthona foliata</i>	-	-	+
<i>Dexamine spinosa</i>	48	7	+
<i>Dexamine thea*</i>	-	38	+
<i>Doto coronata</i>	-	-	+

Taxon	2008	2009	Referenz
<i>Elminius modestus</i>	-	3	-
<i>Eteone longa</i>	-	-	+
<i>Eualus occultus</i>	-	1	-
<i>Eubranchus farrani</i>	-	-	+
<i>Eulalia</i> sp.	1	-	+
<i>Eulalia viridis</i>	2	35	+
<i>Eumida sanguinea</i>	-	-	+
<i>Eusyllis blomstrandii</i>	-	1	+
<i>Eusyllis</i> sp.	-	1	-
<i>Galathea</i> sp.	11	-	+
<i>Gammarella fucicola</i>	1	4	+
<i>Gammarellus angulosus</i>	1	-	+
<i>Gammarellus homari</i>	-	-	+
<i>Gammarus locusta</i>	-	1	-
<i>Gibbula cineraria</i>	18	1	+
<i>Gibbula umbilicalis</i>	2	-	-
<i>Gitana sarsi</i>	3	3	-
<i>Golfingia vulgaris</i>	2	-	-
<i>Harmothoe impar</i>	-	-	+
<i>Harmothoe</i> sp.	15	4	-
<i>Hiatella arctica</i>	14/8	156	+
<i>Hinia incrassata</i>	2	-	-
<i>Hydrobia ulvae</i>	3	1	+
<i>Idotea granulosa</i>	24	9	+
<i>Idotea</i> sp.	1	-	-
<i>Janira maculosa</i>	154	46	+
<i>Janua pagenstecheri</i>	13/8	43	+
<i>Jassa falcata</i>	649	892	+
<i>Jassa herdmani</i>	6	3	-
<i>Jassa marmorata</i>	5	9	+
<i>Lacuna pallidula</i>	-	-	+
<i>Lacuna vincta</i>	1224	468	+
<i>Lamellaria perspicua</i>	-	-	+
<i>Lanice conchilega</i>	22/8	-	+
<i>Lepidochitona cinerea</i>	-	1	-
<i>Lepidonotus squamatus</i>	-	-	+
<i>Lineus ruber</i>	-	-	+
<i>Modiolus modiolus</i>	-	-	+
<i>Mytilus edulis</i>	10/8	2	+
<i>Neanthes virens</i>	-	-	+
(Nematoda)	(2775)	(-)	(-)
Nemertini*	-	22	+

Taxon	2008	2009	Referenz
<i>Neoamphitrite</i> sp.	-	-	+
<i>Neoamphitrite figulus</i>	-	-	+
<i>Nereis diversicolor</i>	2	1	+
<i>Nereis pelagica</i>	-	-	+
<i>Nereis</i> sp.	15	4	+
<i>Nicolea zostericola</i>	-	-	+
<i>Nymphon brevirostre</i>	3	-	+
<i>Odontosyllis fulgurans</i>	-	1	-
<i>Onchidoris muricata</i>	-	-	+
<i>Onoba aculeus</i>	16	1	+
<i>Ophiothrix fragilis</i>	-	1	-
(Ostracoda)	(1)	(-)	(-)
<i>Pandalus</i> sp.	10	-	-
<i>Pectinaria</i> sp.	-	1	-
<i>Pholoe minuta</i>	-	-	+
<i>Photis reinhardi</i>	-	2	-
<i>Phtisica marina</i>	36	21	+
<i>Phyllodoce maculata</i>	2	2	+
<i>Phyllodoce</i> sp.	-	2	-
Phyllodocidae	25	56	+
<i>Pilumnus hirtellus</i>	54	25	+
<i>Pisidia longicornis</i>	11	-	+
<i>Polydora</i> sp.	-	1	-
<i>Pomatoceros triqueter</i>	23/8	4	+
<i>Praunus inermis</i>	-	1	-
<i>Retusa truncatula</i>	-	-	+
<i>Rissoa parva</i>	323	946	+
Sabellariidae	1	-	-
Sipunculidae	1	-	-
Spionidae	-	8	-
<i>Spirorbis</i> sp.	24/8	6	+
<i>Stenothoe marina</i>	1	-	+
<i>Stenothoe monoculoides</i>	133	101	+
Syllidae	68	28	+
<i>Syllis gracilis</i>	-	17	+
Terebellidae*	135	44	+
<i>Thoralus cranchii</i>	-	2	-
<i>Tryphosella sarsi</i>	8	3	-
<i>Typosyllis armillaris</i>	-	3	-
<i>Venerupis senegalensis</i>	-	-	+
<i>Verruca stroemia</i>	144/8	2810	+

c) Bewertung

Für die Artenvielfalt der sessilen Fauna wurde am Bezugsstandort „*Laminaria*-Haftkralle“ für 2009 ein „mäßiger“ Zustand festgestellt. 2008 war dieses Kriterium noch mit „gut“ bewertet worden. Nur 17 der 26 laut Referenzliste zu erwartenden Taxa (65 %) wurden 2009 in den Proben wiedergefunden. Im Jahr 2008 befanden sich immerhin 70% der Referenzlistentaxa auch in den Proben, so dass auch das Kriterium Artenvielfalt besser bewertet wurde als im Jahr 2009. Alles in allem unterscheiden sich die Probensätze beider Jahre bezüglich der An- oder Abwesenheit einzelner Taxa deutlich. Das ist an den insgesamt 23 Fällen zu sehen (s.o.). Gründe dafür dürften bei den aufgrund der Insellage prinzipiell zu erwartenden verstärkten interannalen Fluktuationen zu suchen sein. Dieser Punkt wird im Detail im Abschnitt „Zusammenfassung und Gesamtbewertung“ diskutiert. Aber auch die bereits beim Bezugsstandort Nord-Felswatt diskutierte Tatsache, dass einige Taxa natürlicherweise generell in nur niedrigen Individuendichten vor Helgoland anzutreffen sind, kann dazu führen, dass diese Taxa in einzelnen Stichproben nicht zu finden sind.

Auch die Artenvielfalt der mobilen Fauna wurde 2009 nur mit „mäßig“ bewertet. Hier befanden sich nur 55 % der zu erwartenden Taxa (44 von 80) in den erhobenen Proben (Tab. 8). Der bereits angesprochene „Stichprobeneffekt“ zeigt sich auch hier. Beispiele hierfür wären z.B. die beiden *Gammarellus*-Arten (Amphipoda) *G. homari* und *G. angulosus*, die ganzjährig im Habitat der *Laminaria*-Haftkrallen angetroffen werden können (pers. Beobachtung). Dennoch konnte *G. angulosus* bisher nur 2008 mit einem Einzelfund und *G. homari* im Zuge des Monitorings noch gar nicht nachgewiesen werden.

Für das Kriterium „Abundanzverteilung“ wurde ein „guter“ Zustand für die sessilen und ein „mäßiger“ Zustand für die zählbaren Taxa ermittelt (Tab. 8). Auch im Jahr 2008 wurde dieses Kriterium für sessile Taxa besser bewertet als für die mobilen Taxa. Speziell das Kriterium der Abundanzverteilung ist für semiquantitative Daten kritisch zu betrachten. Zum einen wurde MarBIT für Abundanzangaben in Form von Individueneinheiten pro Flächenangabe konzipiert, zum anderen bleibt die Verteilung numerischer Werte in der gepoolten Gesamtabundanzangabe der Anwesenheit in den Achteln weitgehend stabil. Bei der mobilen Fauna stehen dagegen oft Taxa-Einzelfunde Taxa mit über 1000 Individuen gegenüber. Die dem Programm zu Grunde liegende Log-Normalverteilung wird durch diese Unterschiede verzerrt, was sich in einer

schlechteren Bewertung äußert. Außerdem sind deutliche Unterschiede in den Gesamtabundanzen einzelner Taxa zwischen Jahren 2008 und 2009 zu bemerken. So wurden im Datensatz 2009 z.B. weitaus weniger Individuen der Amphipodengattung *Apherusa* gefunden, jedoch mehr als doppelt so viel *Corophium sextonae* (Tab. 7).

Im Zuge der Datenerhebung 2009 wurde bei den sessilen Taxa nur ein als sensitiv eingestuftes Taxon von fünf möglichen gefunden. Als Resultat wurde dieses Kriterium mit „schlecht“ bewertet. Auch bei den mobilen Taxa wurden weitaus weniger sensitive Taxa gefunden als zu erwarten gewesen wären. So wurden nur neun von insgesamt 23 möglichen sensitiven Taxa gefunden. Bei der Bewertung dieses Kriteriums wurde dementsprechend ein „mäßig“ ermittelt (Tab. 8).

Das Kriterium „Anteil toleranter Taxa“ wurde dagegen bei der sessilen Fauna mit „sehr gut“ und bei der mobilen Fauna mit „gut“ bewertet (Tab. 8). Bei der Betrachtung des Anteils toleranter Taxa zeigte sich 2009 ein ähnliches Bild wie 2008. Auch im Vorjahr wurde dieser Aspekt bei beiden Gruppierungen insgesamt besser bewertet.

Die Gesamtbetrachtung des Bezugsstandortes „*Laminaria*-Haftkrallen“ ergab einen „guten“ MarBIT EQR-Wert für die kolonialen und einen „mäßigen“ MarBIT EQR-Wert für die mobilen Taxa (Tab. 8). Das stimmt mit der Gesamtbewertung 2008 für diesen Bezugsstandort überein. Obwohl sich die Datensätze der beiden Jahre qualitativ und quantitativ deutlich unterscheiden, wurde in beiden Jahren der Bezugsstandort gleich bewertet. Dies ist eine logische Konsequenz der interannualen Fluktuationen, die nicht gleichbedeutend mit einer Verbesserung oder Verschlechterung der Wasserqualität sind. Dass trotz der Unterschiede in den Datensätzen die Bewertungen gleich sind, spricht für die Zuverlässigkeit der ermittelten Bewertungsergebnisse.

Der Unterschied zwischen den beiden definierten Faunengemeinschaften der *Laminaria*-Haftkrallen liegt in der Natur der jeweiligen Taxa (siehe auch BOOS et al. 2009). Mobile Taxa können aufgrund ihrer Mobilität in der Regel schneller in einem Biotop auftauchen und dieses aber auch entsprechend schnell wieder verlassen. Sie zeigen deshalb eine höhere Variabilität und entsprechende Abundanzfluktuationen. Zusätzlich sind z.B. Polychaeten oder Amphipoden in der Regel kurzlebiger als viele sessile Taxa, was sich auch auf Artenvielfalt, Abundanzen und den Anteil sensitiver Taxa auswirken. Aber auch im Zuge der Probennahme können durch ausgelöste Fluchtverhalten Beprobungsfehler für die mobile Fauna entstehen. Bei entsprechender

Sorgfalt sowie Präzision bei der Probennahme bleiben solche Fehler von Jahr zu Jahr jedoch stabil.

Tab. 8: Bewertung in Form von EQRs (Ecological Quality Ratios) für Makrozoobenthosgemeinschaften (sessil und mobil) des Helgoländer Bezugsstandortes „*Laminaria*-Haftkrallen“ 2009. Klassenbreiten und Farbschemata sind Tab. 1 zu entnehmen. Die Gesamtbewertung als MarBIT-EQR, berechnet als Median aus den vier Einzelkriterien, ist hervorgehoben.

Probe	Referenzliste	Anteil gefundener Arten aus der Referenzliste	Arten- vielfalt (EQR)	Abundanz- verteilung (EQR)	Anteil sensitiver Taxa (EQR)	Anteil toleranter Taxa (EQR)	MarBIT (EQR)
<i>Laminaria</i> - Haftkrallen 2009	<i>Laminaria</i> - Haftkrallen (sessile Taxa)	17/26	0,599	0,691	0,16	0,804	0,645 (gut)
<i>Laminaria</i> - Haftkrallen 2009	<i>Laminaria</i> - Haftkrallen (mobile Taxa)	44/80	0,496	0,506	0,313	0,737	0,501 (mäßig)

3. Bezugsstandort „Tiefe Rinne“

Die Helgoländer Tiefe Rinne stellt eine maximal 60 m tiefe Senke dar, die sich etwa 2,5 km südlich von Helgoland befindet. Sie erstreckt sich bei einer Breite von ca. zwei bis drei Seemeilen etwa zehn Seemeilen in ost-westlicher Richtung (CASPER 1939, BERBERICH 1989). Da die durchschnittliche Wassertiefe in der südlichen Nordsee bei ca. 35 m liegt, bildet die Tiefe Rinne die tiefste Senke in der gesamten Umgebung. Schalen von abgestorbenen Organismen wie Muschel und Schnecken, die in diese Rinne gespült werden, werden kaum wieder herausbefördert. Dadurch entsteht ein besonderes Biotop, das von sekundärem Hartsubstrat (Muschelschill) dominiert wird, aber auch große Anteile von Sand und Schlick aufweist. Diese Besonderheiten spiegeln sich auch direkt im Artenspektrum des Makrozoobenthos der Tiefen Rinne wider. So können zum einen typische Hartsubstratbewohner wie der kalkröhrenbauende Dreikantwurm *Pomatoceros triqueter*, zum anderen aber auch charakteristische Weichbodenbewohner wie z.B. Vertreter der Flohkrebsgattung *Ampelisca* vorgefunden werden (CASPER 1939, BERBERICH 1989, BOOS et al. 2009).

a) Datenerhebung

Bei einer Ausfahrt mit dem Forschungsschiff FK Uthörn am 10.09.2009 wurden fünf Transekte mit den zu BOOS et al. (2009) identischen Startkoordinaten abgefahren (siehe Abb. 1 und Tab. 9). Pro Transekt wurde jeweils eine Dredge für zwei Minuten bei einer Geschwindigkeit von zwei Knoten gezogen. Die Gesamtdredgeproben wiesen ein durch die Größe des Dredgenetzes limitiertes Maximalvolumen von etwa 80 Litern auf. Anschließend wurden von der Gesamtprobe jeweils fünf Unterproben mit einem Volumen von jeweils zwei Litern zufällig entnommen (im Gegensatz zu vier Unterproben á 2 l bei BOOS et al. 2009; siehe Tab. 9) und bis zur weiteren Bearbeitung in 4%igem ungepuffertem Seewasser-Formol-Gemisch fixiert.

Tab. 9: Übersicht über das Beprobungsdesign für den Bezugsstandort „Tiefe Rinne“.

Transekt	Position bei Dredgebeginn in Richtung Süden		Dredgedauer	Anzahl der Unterproben
1	54° 09' 10" N	07° 51' 00" E	2 min	5 x 2 l
2	54° 09' 00" N	07° 52' 00" E	2 min	5 x 2 l
3	54° 08' 48" N	07° 53' 00" E	2 min	5 x 2 l
4	54° 08' 54" N	07° 54' 00" E	2 min	5 x 2 l
5	54° 09' 12" N	07° 55' 00" E	2 min	5 x 2 l
Gesamt				25 Proben = 50 l

Vor der näheren Auswertung wurde das jeweilige Probenmaterial zunächst für mindestens eine Stunde im starken Durchfluss mit Seewasser gewaschen oder aber über Nacht gewässert. Hierfür wurden drei Netze mit verschiedenen Maschenweiten (1 cm, 0,8 mm und 0,5 mm) verwendet, um gröbere Muschelschillstücke von Sand- und Schlickfraktionen zu trennen. Durch diese Methodik wird die Auswertung des Epizoenbewuchses der Schillfraktionen vereinfacht. Im Anschluss wurde dasselbe semiquantitative Zählsystem wie für die *Laminaria*-Haftkrallen verwendet, indem die Schillfraktionen zufällig in acht Portionen aufgeteilt wurden (BOOS et al. 2009). Die Präsenz kolonial wachsender Arten auf den Schillstücken wurde ähnlich wie für die *Laminaria*-Haftkrallen pro Achtel aufgenommen. Sämtliche vagile und zählbare sessile Organismen wurden ausgezählt und nach Möglichkeit auf Artniveau bestimmt. Wie auch schon für den Bezugsstandort „*Laminaria*-Haftkralle“ beschrieben, wurden jedoch einige wenige zählbare (solitäre) Vertreter kolonial wachsender Großgruppen auch in die semiquantitative Abundanzangabe transformiert.

Die beiden Polychaetentaxa *Harmothoe* sp. und *Pomatoceros* sp. wurden außerdem von der Referenzliste entfernt, da eine Bestimmung auf Artniveau in den beiden speziellen Fällen ausnahmslos möglich war. Von der Amphipodengattung *Orchomene* wurden Individuen von *Orchomene crenatus* für die Bewertung mit zu *Orchomene nanus* gezählt, da Vertreter beider Arten (insbesondere Tiere unter 2,5 mm) leicht zu verwechseln sind und auch die Eigenständigkeit als Art von *O. crenatus* nicht unumstritten ist. So wurde *O. crenatus* vor der Reetablierung durch KILGALLEN et al. (2006) in der Vergangenheit meist mit *O. nanus* synonymisiert. Dennoch wurde für den

vorliegenden Bericht *O. crenatus* nach Möglichkeit unterschieden und zumindest in die Artenauflistung aufgenommen.

Insgesamt 20 Taxa wurden neu in die beiden bestehenden Referenzlisten aufgenommen. Für die sessile Fauna waren dies die Bryozoen *Callopora dumerilii*, *Microporella ciliata*, *Plagioecia patina*, *Schizoporella errata* und *S. unicornis*, die Hydrozoe *Sertularia cupressina* sowie die Tunicate *Styela canopus*. In die Referenzliste der mobilen Taxa wurden zusätzlich fünf Polychaeten (Ampharetinae, *Aonides paucibranchiata*, *Eulalia bilineata*, *Eulalia* sp. und *Sphaerodorum gracilis*), zwei Amphipoden (*Cheirocratus assimilis* und *Pariambus typicus*), zwei Cumaceen (*Bodotria scorpioides* und *Diastylis rugosa*), drei Dekapoden (*Crangon allmanni*, *Pandalus montagui* und *Thoralus cranchii*) sowie die Gruppe der Nemertinen (Nemertini) aufgenommen. Die Aufnahme dieser Taxa in die Liste der typischerweise zu erwartenden Arten erfolgte aufgrund der Häufigkeit dieser Taxa in den Replikaten der vorliegenden Datenerhebung und wurde vorher eingängig gegen Literatur sowie die allgemeine Expertise für Helgoland diskutiert.

Bestimmte Arten, deren Artenstatus sowie ihre Identifizierung in der Literatur Gegenstand kontroverser Diskussionen sind, wurden wie schon von BOOS et al. (2009) 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*, *A. mytili*

***Hiatella arctica*:** *Hiatella arctica*, *H. rugosa*

b) Ergebnisse

Bei der Auswertung der Proben konnten im vorliegenden Untersuchungsjahr insgesamt 205 verschiedene Taxa aus 21 verschiedenen Großgruppen angesprochen werden (siehe Anhang IV u. V). Hierbei wurden 68 Taxa der sessilen sowie 137 der mobilen Fauna zugeordnet. Mit den 68 gefundenen, zum größten Teil aus Bryozoen bestehenden, sessilen Taxa wurden 69,1 % der Referenzliste abgedeckt (47 von 56 zu erwartenden Arten). Insgesamt 21 Taxa wurden über die Referenzliste hinaus gefunden. Es handelt sich hierbei um die Bryozoen *Alcyonidium gelatinosum*, *Bowerbankia imbricata*, *Cribrilina cryptoecium*, *C. punctata*, *Disporella hispida*, *Escharella ventricosa*, *Membraniporella nitida*, *Scruparia ambigua*, *Scrupocellaria reptans*, *S. scruposa*, *Tubulipora plumosa*, *Tubulipora* sp. und *Watersipora complanata* sowie die Hydrozoen *Gonothyrea loveni*, *Plumularia setacea*, *Sertularella rugosa* und *Tubularia indivisa*, den Schwamm *Polymastia boletiformis*, die Anthozoe *Molgula* sp., die Tunicate *Ciona intestinalis* und die Kamptozoe *Pedicellina hispida* (Tab. 10). Im Vergleich zur Probennahme 2008 wurden 20 zusätzliche Taxa gefunden, jedoch konnten zehn Taxa, die noch 2008 in den Proben waren, 2009 nicht wieder angetroffen werden.

Die Mehrheit an Taxa der zählbaren Fauna wurde von Amphipoden und Polychaeten gestellt. Von den 137 gefundenen Taxa befanden sich 84 Taxa auf der Referenzliste, die insgesamt 148 Taxa umfasst. Somit gingen nur 61,3 % der gefundenen Arten auch in die Bewertung ein. Über die Liste hinaus wurden 53 weitere Taxa gefunden; im Detail: neun Amphipoden (*Ampelisca spinipes*, *Caprella* sp., *Cressa dubia*, *Corophium bonnellii*, *Dexamine thea*, *Jassa herdmanni*, *Microprotopus maculatus*, *Stenothoe monoculoides* und *Unciola planipes*), 15 Polychaeten (*Autolytus prolifer*, *Autolytus* sp., Ctenodrilidae, *Fimbriosthenelais zetlandica*, *Gattyana amondseni*, *Glycinde nordmanni*, *Harmothoe ljunmani*, *Hydroides norvegicus*, Iphitimidae, *Lepidonotus* sp., *Phyllodoce laminosa*, Phyllococidae, Scalibregmatidae, *Spirorbis tridentatus* und Terebellidae), 15 Mollusken (*Acanthocardia tuberculata*, *Acanthodoris pilosa*, *Aeolidia papillosa*, *Anomia ehippium*, *Arca tetragonata*, *Cerastoderma edule*, *Collisella tessulata*, *Coryphella pedata*, *Cuthona amoena*, *Eubranchus farrani*, *Leptochiton asellus*, *Monia patelliformis*, *Nassarius incrassatus*, *Nucula nucleus* und *Parvicardium farrani*), sieben Dekapoden (*Liocarcinus depurator*, *L. marmoreus*, *L. navigator*, *L. vernalis*, *Hippolyte varians*, Hippolytidae und *Pandalina brevirostris*), eine Cumacee (*Diastylis bradyi*), drei Echinodermen (*Echinus esculentus*, *Ophiothrix fragilis* und *Paracentrotus lividus*),

eine Mysidacee (*Heteromysis formosa*), eine Cirripedie (*Semibalanus balanoides*) und ein Sipunculide (Sipunculidae). Insgesamt konnten im Vergleich zum Vorjahr 64 Taxa zusätzlich angesprochen werden. Umgekehrt wurden 33 Taxa, die 2008 erfasst wurden, bei der aktuellen Datenerhebung nicht wieder gefunden (Tab. 11).

Die beiden Faunengemeinschaften der Jahre 2008 und 2009 addiert (sessil + mobil) unterscheiden sich in der An- oder Abwesenheit von insgesamt 127 Taxa. Im Gegensatz zum Bezugsstandort „*Laminaria*-Haftkralle“ wo die Fixiermethode modifiziert wurde, wurde für die Tiefe Rinne exakt das schon von Boos et al. (2009) verwendete Datenerhebungsdesign mit einer zusätzlichen Unterprobe pro Transekt beibehalten. Da also weder bei der Fixiermethode noch bei der späteren Auswertung durch die Bearbeiter Veränderungen vorgenommen wurden, lassen sich die Unterschiede in den Artenlisten einzig über natürliche Fluktuationen erklären. Jene Fluktuationen sind erwartungsgemäß bei Helgoland, als Inselstandort mit dem einzigen natürlichen Hartsubstrat in der gesamten Deutschen Bucht, besonders stark ausgeprägt. Auch die Tiefe Rinne stellt als tiefste Senke der gesamten Umgebung keine Ausnahme dar. Dieser Aspekt wird im Detail im Abschnitt „Zusammenfassung und Gesamtbewertung“ (S. 47) diskutiert.

Tab. 10: Bezugsstandort „Tiefe Rinne“ (sessil): Liste der 2008 und 2009 gefundenen Arten in alphabetischer Reihenfolge und ihrer Abundanzen. Die laut Referenzliste zu erwartenden Arten sind mit „+“ vermerkt. Die Abundanzangabe ist hier die zusammengefasste Anwesenheit pro 200 beprobter Achtel aller 25 Proben. Die Taxa mit dem Vermerk „Ind.“ für 2008 sind dort mit ihrer Gesamtindividuenzahl angegeben, da diese erstmalig 2009 mit dem semiquantitativen Zählsystem ausgewertet wurden. Taxa, die in der vorliegenden Arbeit erstmalig in die Referenzliste aufgenommen wurden, sind mit „*“ markiert.

Taxon	2008	2009	Referenz
<i>Abietinaria abietina</i>	37	126	+
<i>Alcyonidium diaphanum</i>	48	140	+
<i>Alcyonidium gelatinosum</i>	9	2	-
<i>Alcyonium digitatum</i>	72	123	+
Anthozoa	555 Ind.	58	+
<i>Barentsia</i> sp.	48	-	+
<i>Bicellariella ciliata</i>	7	2	+
<i>Botryllus leachi</i>	3	1	+
<i>Botryllus schlosseri</i>	92	57	+
<i>Bougainvillia ramosa</i>	10	-	+
<i>Bowerbankia imbricata</i>	-	8	-
<i>Bugula plumosa</i>	24	1	+
<i>Bugula stolonifera</i>	2	2	+
<i>Callopora dumerilii*</i>	-	129	+
<i>Callopora lineata</i>	137	93	+
<i>Calycella syringa</i>	7	2	+
<i>Campanularia hincksii</i>	31	22	+
<i>Celleporella hyalina</i>	9	3	+
<i>Chorizopora brongniartii</i>	1	8	+
<i>Ciona intestinalis</i>	8 Ind.	1	-
<i>Cliona celata</i>	95	134	+
<i>Clytia hemisphaerica</i>	138	87	+
<i>Conopeum reticulum</i>	30	5	+
<i>Cribrilina cryptooecium</i>	-	2	-
<i>Cribrilina punctata</i>	-	1	-
<i>Cribrilina</i> sp.	35	-	+
<i>Crisia aculeata</i>	74	95	+
<i>Crisia eburnea</i>	105	152	+
<i>Cryptosula pallasiana</i>	3	-	+
<i>Disporella hispida</i>	1	4	-
<i>Dynamena pumila</i>	5	15	+
<i>Electra pilosa</i>	112	137	+
<i>Escharella immersa</i>	110	188	+
<i>Escharella variolosa</i>	130	127	+
<i>Escharella ventricosa</i>	31	2	-

Taxon	2008	2009	Referenz
<i>Eudendrium rameum</i>	42	36	+
<i>Fenestrulina malusii</i>	155	198	+
<i>Flustra foliacea</i>	32	158	+
<i>Gonothyraea loveni</i>	-	1	-
<i>Halecium halecinum</i>	70	163	+
<i>Halichondria panicea</i>	14	10	+
<i>Halisarca dujardini</i>	1	2	+
<i>Haplopoma graniferum</i>	1	-	-
<i>Hydrallmania falcata</i>	45	89	+
<i>Kirchenpaueria pinnata</i>	4	11	+
<i>Laomedea flexuosa</i>	109	37	+
<i>Leucosolenia botryoides</i>	10	7	+
<i>Membranipora membranacea</i>	2	2	+
<i>Membraniporella nitida</i>	2	1	-
<i>Microporella ciliata*</i>	5	53	+
<i>Molgula</i> sp.	-	9	-
<i>Obelia geniculata</i>	1	1	+
<i>Obelia longissima</i>	-	1	+
<i>Pedicellina hispida</i>	-	11	-
<i>Pedicellina</i> sp.	45	-	+
<i>Plagioecia patina*</i>	-	78	+
<i>Plumularia setacea</i>	-	4	-
<i>Podocoryne</i> sp.	6	-	+
<i>Polymastia boletiformis</i>	-	2	-
<i>Schizoporella errata*</i>	-	61	+
<i>Schizoporella unicornis*</i>	32	54	+
<i>Scruparia ambigua</i>	1	6	-
<i>Scrupocellaria reptans</i>	-	1	-
<i>Scrupocellaria scrupea</i>	7	-	-
<i>Scrupocellaria scruposa</i>	-	18	-
<i>Sertularella polyzonias</i>	7	37	+
<i>Sertularella rugosa</i>	-	1	-
<i>Sertularella</i> sp.	1	-	+
<i>Sertularia cupressina*</i>	-	48	+
<i>Styela coriacea</i>	19 Ind.	-	+
<i>Styela canopus*</i>	-	64	+
<i>Sycon ciliatum</i>	6 Ind.	2	+
<i>Tubularia indivisa</i>	-	2	-
<i>Tubularia larynx</i>	33	-	+
<i>Tubulipora liliacea</i>	154	185	+
<i>Tubulipora plumosa</i>	48	25	-
<i>Tubulipora</i> sp.	-	3	-

Taxon	2008	2009	Referenz
<i>Walkeria uva</i>	1	1	+
<i>Watersipora complanata</i>	-	12	-

Tab. 11: Bezugsstandort „Tiefe Rinne“ (zählbar, mobil): Liste der 2008 und 2009 gefundenen Arten in alphabetischer Reihenfolge und ihrer Abundanzen. Die laut Referenzliste zu erwartenden Arten sind mit „+“ vermerkt. Die Abundanzangabe ist hier die zusammengefasste Gesamtindividuenzahl aus allen 25 Proben. Die Angaben in Klammern kennzeichnen Taxa, die 2008 noch gefunden, 2009 aber nicht mit in die Datenaufnahme einbezogen wurden. Taxa, die in der vorliegenden Arbeit erstmalig in die Referenzliste aufgenommen wurden, sind mit „*“ markiert.

Taxon	2008	2009	Referenz
<i>Abra alba</i>	-	24	+
<i>Abra nitida</i>	-	-	+
<i>Acanthocardia tuberculata</i>	-	1	-
<i>Acanthodoris pilosa</i>	-	1	-
<i>Achelia echinata</i>	17	5	+
<i>Achelia hispida</i>	1	-	-
<i>Aeolidia papillosa</i>	2	11	-
<i>Ampelisca brevicornis</i>	-	-	+
<i>Ampelisca diadema</i>	60	372	+
<i>Ampelisca spinipes</i>	-	2	-
<i>Ampelisca tenuicornis</i>	2	21	+
<i>Ampelisca typica</i>	4	37	+
<i>Ampharete finmarchica</i>	-	-	+
Ampharetinae*	-	40	+
<i>Amphilochus manudens</i>	30	53	+
<i>Amphilochus neapolitanus</i>	13	27	+
<i>Amphilochus spencebatei</i>	1	-	-
<i>Amphipholis squamata</i>	482	4886	+
<i>Amphiura filiformis</i>	12	-	+
<i>Anaitides groenlandica</i>	-	-	+
<i>Anaitides mucosa</i>	-	-	+
<i>Anobothrus gracilis</i>	-	-	+
<i>Anomia ehippium</i>	9	8	-
<i>Aonides paucibranchiata</i> *	-	84	+
<i>Aora gracilis</i>	833	4033	+
<i>Aphelochaeta marioni</i>	-	-	+
Aphroditidae	9	-	+
<i>Arca tetragona</i>	-	1	-
<i>Arctica islandica</i>	-	-	+
<i>Ascidella aspersa</i>	6	-	-

Taxon	2008	2009	Referenz
<i>Asterias rubens</i>	55	89	+
<i>Autolytus prolifer</i>	-	2	-
<i>Autolytus</i> sp.	1	1	-
<i>Bodotria scorpioides</i> *	2	46	+
<i>Buccinum undatum</i>	-	-	+
<i>Callipallene brevirostris</i>	1	-	-
<i>Cancer pagurus</i>	5	11	+
<i>Caprella</i> sp.	-	2	-
<i>Cerastoderma edule</i>	-	1	-
<i>Cheirocratus assimilis</i> *	4	155	+
<i>Cheirocratus sundevallii</i>	84	244	+
Cirratulidae	1	-	+
<i>Cochlodesma praetenuae</i>	1	-	+
<i>Collisella tessulata</i>	-	13	-
<i>Corophium bonnellii</i>	8	1	-
<i>Corophium sextonae</i>	632	772	+
<i>Coryphella pedata</i>	-	4	-
<i>Crangon allmanni</i> *	-	6	+
<i>Crangon crangon</i>	12	7	+
<i>Cressa dubia</i>	-	2	-
Ctenodrilidae	-	2	-
<i>Cuthona amoena</i>	-	5	-
<i>Cuthona foliata</i>	-	-	+
<i>Cuthona</i> sp.	1	-	+
<i>Dendronotus frondosus</i>	-	-	+
<i>Dexamine thea</i>	-	1	-
<i>Diastylis bradyi</i>	-	1	-
<i>Diastylis rathkei</i>	3	-	+
<i>Diastylis rugosa</i> *	-	23	+
<i>Doto coronata</i>	-	1	+
<i>Ebalia cranchii</i>	1	-	+
<i>Echinocardium cordatum</i>	-	-	+
<i>Echinocyamus pusillus</i>	188	274	+
Echinoida	2	-	+
<i>Echinus esculentus</i>	-	47	-
<i>Elminius modestus</i>	2	-	-
<i>Epigamia alexandri</i>	1	-	+
<i>Epigamia</i> sp.	1	-	+
<i>Erichthonius punctatus</i>	356	2342	+
<i>Eteone longa</i>	-	-	+
<i>Eualus occultus</i>	-	5	+
<i>Eubranchus farrani</i>	-	1	-

Taxon	2008	2009	Referenz
<i>Eubranchus</i> sp.	8	-	+
<i>Eulalia bilineata</i> *	-	111	+
<i>Eulalia</i> sp.*	-	111	+
<i>Eulalia viridis</i>	86	7	+
<i>Eumida sanguinea</i>	-	-	+
<i>Euspira pulchella</i>	-	3	+
<i>Eusyllis blomstrandii</i>	168	232	+
<i>Eusyllis</i> sp.	1	-	+
<i>Fabricia sabella</i>	-	-	+
<i>Facelina bostoniensis</i>	-	-	+
<i>Facelina</i> sp.	-	-	+
<i>Fimbriosthenelais zetlandica</i>	-	1	-
<i>Flabelligera affinis</i>	-	-	+
<i>Flabellina gracilis</i>	-	-	+
<i>Flabellina</i> sp.	1	-	+
<i>Flabellina verrucosa</i>	-	-	+
<i>Galathea intermedia</i>	95	314	+
<i>Gari fervensis</i>	-	1	+
<i>Gastrosaccus spinifer</i>	-	1	+
<i>Gattyana amondseni</i>	-	1	-
<i>Gattyana cirrhosa</i>	-	5	+
<i>Gibbula cineraria</i>	2	6	+
<i>Gibbula tumida</i>	-	-	+
<i>Gitana sarsi</i>	98	30	+
<i>Glycera alba</i>	1	8	+
<i>Glycera lapidum</i>	77	71	+
<i>Glycera</i> sp.	26	21	+
<i>Glycinde nordmanni</i>	-	3	-
<i>Goniada maculata</i>	1	1	+
<i>Goniodoris nodosa</i>	-	14	+
<i>Harmothoe imbricata</i>	4	-	+
<i>Harmothoe impar</i>	-	722	+
(<i>Harmothoe</i> sp.)	(403)	(-)	(-)
<i>Heteromysis formosa</i>	-	2	-
<i>Hiatella arctica</i>	2	10	+
<i>Hippolyte varians</i>	1	3	-
Hippolytidae	-	7	-
<i>Hydroides norvegicus</i>	1	1	-
Iphitimidae	-	2	-
<i>Janira maculosa</i>	-	1	+
<i>Jassa herdmani</i>	-	1	-
<i>Lagis koreni</i>	-	-	+

Taxon	2008	2009	Referenz
<i>Lanice conchilega</i>	-	-	+
<i>Lembos longipes</i>	2	21	+
<i>Lepidochitona cinerea</i>	8	3	+
<i>Lepidonotus</i> sp.	-	2	-
<i>Lepidonotus squamatus</i>	-	1	+
<i>Leptochiton asellus</i>	-	12	-
<i>Lineus ruber</i>	-	-	+
<i>Liocarcinus depurator</i>	-	5	-
<i>Liocarcinus holsatus</i>	-	4	+
<i>Liocarcinus marmoreus</i>	1	5	-
<i>Liocarcinus navigator</i>	-	1	-
<i>Liocarcinus pusillus</i>	2	1	+
<i>Liocarcinus</i> sp.	1	1	+
<i>Liocarcinus vernalis</i>	1	1	-
<i>Macropodia rostrata</i>	3	5	+
Maldanidae	1	-	-
<i>Malmgreniella ljunmani</i>	-	5	-
<i>Malmgreniella lunulata</i>	-	-	+
<i>Marshallora adversa</i>	-	-	+
<i>Megamphopus cornutus</i>	161	366	+
<i>Microtopopus maculatus</i>	-	3	-
<i>Modiolus modiolus</i>	-	-	+
<i>Monia patelliformis</i>	1	1	-
<i>Mysella bidentata</i>	6	2	+
<i>Nassarius incrassatus</i>	-	1	-
<i>Neanthes fucata</i>	-	-	+
<i>Neanthes virens</i>	-	-	+
Nemertini*	340	90	+
<i>Nereis diversicolor</i>	3	-	+
<i>Nereis longissima</i>	-	-	+
<i>Nereis</i> sp.	3	-	+
<i>Nucula nucleus</i>	-	39	-
<i>Nucula</i> sp.	22	-	+
<i>Nudibranchia</i>	55	82	+
<i>Nymphon brevistre</i>	3	18	+
<i>Onchidoris muricata</i>	24	13	+
<i>Ophelia limacina</i>	-	-	+
<i>Ophelina acuminata</i>	-	-	+
<i>Ophiothrix fragilis</i>	-	7	-
<i>Ophiura albida</i>	586	290	+
<i>Orchomene crenatus</i>	-	9	-
<i>Orchomene nanus</i>	3	58	+

Taxon	2008	2009	Referenz
<i>Owenia fusiformis</i>	-	-	+
<i>Pagurus bernhardus</i>	-	4	+
<i>Palaemon</i> sp.	3	-	-
<i>Pandalina brevisrostris</i>	-	3	-
<i>Pandalus montagui</i> *	1	15	+
<i>Pandalus</i> sp.	12	-	-
<i>Paracentrotus lividus</i>	-	2	-
<i>Pariambus typicus</i> *	-	43	+
<i>Parvicardium minimum</i>	2	3	-
<i>Parvicardium pinnulatum</i>	1	-	-
<i>Phaxas pellucidus</i>	7	-	+
<i>Pholoe minuta</i>	1	1	+
<i>Photis longicaudata</i>	80	344	+
<i>Phoxocephalus holbolli</i>	-	-	+
<i>Phtisica marina</i>	208	120	+
<i>Phyllodoce laminosa</i>	1	3	-
<i>Phyllodoce lineata</i>	-	-	+
<i>Phyllodoce maculata</i>	-	8	+
<i>Phyllodoce</i> sp.	2	26	+
Phyllodocidae	-	10	-
<i>Pilumnus hirtellus</i>	123	21	+
<i>Pisidia longicornis</i>	3753	7564	+
<i>Polydora ciliata</i>	-	-	+
<i>Polydora</i> sp.	32	18	+
<i>Pomatoceros lamarcki</i>	+	8	+
(<i>Pomatoceros</i> sp.)	(645)	(-)	(-)
<i>Pomatoceros triqueter</i>	+	664	+
<i>Psammechinus miliaris</i>	7	6	+
<i>Pseudopolydora pulchra</i>	-	-	+
<i>Pseudoprotella phasma</i>	44	190	+
<i>Pycnogonum littorale</i>	2	-	-
<i>Rissoa parva</i>	2	1	+
<i>Sabellaria</i> sp.	2	-	+
<i>Sabellaria spinulosa</i>	-	-	+
Sabellidae	15	-	-
<i>Scalibregma inflatum</i>	3	5	+
Scalibregmatidae	-	2	-
<i>Schistomysis spiritus</i>	-	-	+
<i>Scoloplos armiger</i>	-	-	+
<i>Semibalanus balanoides</i>	-	14	-
Sipunculidae	36	5	-
<i>Sphaerodorum gracilis</i> *	-	5	+

Taxon	2008	2009	Referenz
<i>Spio filicornis</i>	-	-	+
Spionidae	6	6	+
<i>Spiophanes bombyx</i>	-	-	+
<i>Spirorbis spirorbis</i>	3	-	-
<i>Spirorbis tridentatus</i>	7	3	-
<i>Spisula</i> sp.	1	5	+
<i>Stenothoe marina</i>	10	70	+
<i>Stenothoe monoculoides</i>	-	1	-
Syllidae	8	-	-
<i>Tellimya ferruginosa</i>	-	-	+
<i>Tellina fabula</i>	-	-	+
Terebellidae	-	2	-
<i>Thia scutellata</i>	1	-	-
<i>Thoralus cranchii</i> *	-	7	+
<i>Thracia phaseolina</i>	2	1	+
<i>Timoclea ovata</i>	16	58	+
<i>Tryphosella sarsi</i>	34	173	+
<i>Unciola planipes</i>	-	1	-
<i>Venerupis senegalensis</i>	-	-	+
<i>Verruca stroemia</i>	1471	596	+

c) Bewertung

Für das Kriterium „Artenvielfalt“ wurde ein „guter“ Zustand für die sessile und ein „mäßiger“ Zustand für die mobile Fauna ermittelt. Auch im Jahr 2008 war die Artenvielfalt der sessilen Fauna besser bewertet worden als die der mobilen Fauna („sehr gut“ und „mäßig“). Bei der vorjährigen Datenerhebung wurden mit 45 von 46 Taxa 98 % der sessilen Referenzlistentaxa im Datensatz wiedergefunden, während 2009 nur 84 % (47 von 56 Referenzlistentaxa) angesprochen werden konnten. Obwohl 2009 deutlich mehr und zu 2008 verschiedene Taxa gefunden wurden (Tab.11), wurde die Liste mit den typischerweise zu erwartenden Arten mit den Funden ähnlich gut abgedeckt (2008: 80 von 139; 2009: 84 von 148, d.h. 2008: 58 % und 2009: 57 %). Die Gesamtdatensätze der beiden Jahre unterscheiden sich anhand ihrer Artenzusammensetzung stark. Das äußert sich konkret in der An- oder Abwesenheit von insgesamt 127 Taxa (Tab. 11, Anhang V). Gründe dafür wie natürliche interannuale Fluktuationen wurden bereits in den vorherigen Abschnitten angesprochen und werden im Detail noch im Abschnitt „Zusammenfassung und Gesamtbewertung“ (S. 47) diskutiert.

Im Jahr 2008 wurde das Kriterium „Abundanzverteilung“ bei beiden definierten Faunengemeinschaften als „schlecht“ bewertet. Das trifft auch 2009 zu. Dass die Abundanzverteilung der sessilen Fauna mit einem „schlechten“ EQR-Wert belegt wurde, ist, wie schon von BOOS et al. (2009) diskutiert, ein erstaunliches Ergebnis, denn wie auch bei den *Laminaria*-Haftkrallen wiesen die semiquantitativen Präsenzangaben in der gepoolten Gesamtabundanzangabe relativ stabile numerische Werte auf. Die „schlechte“ Bewertung der mobilen Fauna ist dagegen nicht weiter verwunderlich, da Taxaeinzelfunde anderen Funden von Taxa mit Individuendichten von z.T. über 7000 gegenüberstehen. Diese Verzerrung hat einen Einfluss auf den programm-basierten Abgleich mit der Log-Normalverteilung. Bemerkenswert ist dennoch, dass trotz starker Unterschiede zwischen den Jahren in den Gesamtabundanzen einzelner Taxa ähnliche EQR-Werte ermittelt wurden. So wurden 2009 z.B. etwa zehnmal mehr *Amphipholis squamata* sowie fünfmal mehr *Aora gracilis* gefunden als im Jahr 2008. Umgekehrt wurden 2008 dreimal mehr *Gitana sarsi*, sechsmal mehr *Pilumnus hirtellus* und doppelt so viel *Ophiura albida* gefunden als im Jahr 2009. Diese Unterschiede können nicht durch die im Jahr 2009 zusätzlich erhobenen Replikate erklärt werden. Da 2009 insgesamt fünf Unterproben mehr erhoben wurden als im Jahr 2008, wäre ein minimaler

Anstieg der Gesamtanzahl nicht weiter verwunderlich gewesen. Die Vervielfachung der Gesamtabundanzen einiger Taxa sowie die gleichzeitige Abnahme anderer Taxa muss andere Ursachen haben. In erster Linie sind die Gründe bei den natürlichen Fluktuationen der einzelnen Taxa zu suchen.

Der Anteil an sensitiven und toleranten Taxa wurde für die sessile Fauna in beiden Fällen mit „gut“ bewertet. So wurden fünf von sechs möglichen sensitiven Taxa gefunden. Bei der mobilen Fauna wurden 24 von 35 möglichen sensitiven Taxa gefunden, wodurch dieses Kriterium mit einem „mäßigen“ EQR-Wert belegt wurde. Die Bewertung für den Anteil an toleranten Taxa fiel „sehr gut“ aus. Diese Bewertungen stimmen mit den Bewertungen des Jahres 2008 in BOOS et al. (2009) überein.

Bei der Gesamtbetrachtung des Bezugsstandortes „Tiefe Rinne“ wurde die sessile Fauna mit einem „guten“ und die mobile Fauna mit einem „mäßigen“ MarBIT EQR-Wert belegt (Tab. 12). Das stimmt mit der Bewertung für die Tiefe Rinne des Jahres 2008 überein (BOOS et al. 2009). Ähnlich wie beim Bezugsstandort „*Laminaria*-Haftkrallen“ wurden 2009 im Vergleich zum Datensatz 2008 starke Unterschiede in Artenspektrum und Abundanzen festgestellt, die sich in der Tiefen Rinne sogar deutlicher abzeichnen als an den anderen beiden Bezugsstandorten. Das zeigt sich zum einen in den insgesamt 127 Unterschieden zu 2008 in der Gesamtartenzusammensetzung der Tiefen Rinne und zum anderen in den Unterschieden in den Gesamtabundanzen der Taxa verglichen zum Vorjahr. Diese Unterschiede können auch nicht durch das zusätzliche Replikat im Beprobungsdesign erklärt werden. Höchstwahrscheinlich sind die Gründe auch hierfür in der natürlichen Variabilität bezüglich der Artenzusammensetzung und Individuendichten zu suchen, zumal ähnlich wie für die *Laminaria*-Haftkrallen Unterschiede in Qualität und Quantität verzeichnet wurden. Die parallele Beobachtung deutet auf ein generelles Phänomen für den Standort Helgoland hin.

Tab. 12: Bewertung in Form von EQRs (Ecological Quality Ratios) für Makrozoobenthosgemeinschaften (sessil und mobil) des Helgoländer Bezugsstandortes „Tiefe Rinne“ 2009. Klassenbreiten und Farbschemata sind Tab. 1 zu entnehmen. Die Gesamtbewertung als MarBIT-EQR, berechnet als Median aus den vier Einzelkriterien, ist hervorgehoben.

Probe	Referenzliste	Anteil gefundener Arten aus der Referenzliste	Arten- vielfalt (EQR)	Abundanz- verteilung (EQR)	Anteil sensitiver Taxa (EQR)	Anteil toleranter Taxa (EQR)	MarBIT (EQR)
Tiefe Rinne 2009	Tiefe Rinne (sessile Taxa)	47/56	0,721	0,184	0,689	0,747	0,705 (gut)
Tiefe Rinne2009	Tiefe Rinne (mobile Taxa)	83/148	0,507	0,199	0,586	0,803	0,546 (mäßig)

Zusammenfassung und Gesamtbewertung

In der vorliegenden Arbeit wurde für den Gewässerkörper Helgoland anhand von drei gewählten Bezugsstandorten eine Bewertung der Gewässergüte vorgenommen. Hierfür wurde die Qualitätskomponente „Makrozoobenthos“ betrachtet und mit Hilfe des MarBIT-Index ausgewertet. Die drei Bezugsstandorte sind für Helgoland charakteristische, eigenständige sowie gegeneinander abgrenzbare Biotope. Eine ökologische Betrachtung der drei Standorte muss deshalb auch getrennt erfolgen, da eine gemeinsame rechnerische Gesamtbewertung nur wenig Aussagekraft hätte. Gleiches gilt für die beiden mit unterschiedlichen Abundanzangaben erfassten, definierten Faunengemeinschaften bei den Bezugsstandorten „*Laminaria*-Haftkrallen“ und „Tiefe Rinne“, die deshalb auch jeweils pro Bezugsstandort getrennt bewertet werden mussten (zählbar vs. kolonial). Im Detail ergaben die Bewertungen einen „mäßigen“ Zustand für das Nord-Felswatt (MarBIT-EQR: 0,548), einen jeweils „guten“ Zustand für sessile Faunengemeinschaften der *Laminaria*-Haftkrallen und der Tiefen Rinne (MarBIT-EQR: 0,687 und 0,705) sowie „mäßige“ Zustände für die jeweiligen zählbaren Taxa (MarBIT-EQR: 0,501 und 0,541). Aufgrund der Mehrheit „mäßiger“ Bewertungen in der Gesamtheit der Einzelbetrachtungen der Bezugsstandorte bzw. der funktionellen Gruppen bewerten wir für das Jahr 2009 die Qualität des

Wasserkörpers Helgoland (N5) anhand der Qualitätskomponente „Makrozoobenthos“ (MZB)

in einer Gesamtbetrachtung als

„mäßig“

Auch in der vorangegangenen Studie konnte ein „mäßiger“ Zustand ermittelt werden (BOOS et al. 2009). Besonders auffällig ist hierbei, dass auch die Einzelbewertungen der Bezugsstandorte mit ihren jeweiligen MarBIT EQR-Werten inklusive ihrer definierten funktionellen Gruppen in den beiden Jahren 2008 und 2009 übereinstimmen. Das ist besonders deshalb bemerkenswert, da sich die Taxalisten der Bezugsstandorte im

Vergleich zur vorangegangenen Studie von BOOS et al. (2009) qualitativ und quantitativ deutlich unterscheiden. Besonders bei dem Bezugsstandort „*Laminaria*-Haftkrallen“ und insbesondere bei der Tiefen Rinne konnten im Vergleich zum Datensatz 2008 gravierende Unterschiede in der Artenzusammensetzung festgestellt werden. Diese starken interannualen Fluktuationen sind durch die „Insellage“ der Hartbodengemeinschaft Helgolands zu erklären. Der Helgoländer Felssockel stellt das einzige natürliche Hartsubstrat in der gesamten Deutschen Bucht dar. Dadurch bleiben viele Arten, die mit natürlichem Hartsubstrat bzw. mit diesem verbundenen epiphytischen oder epifaunalen Aufwuchs assoziiert sind, in der Deutschen Bucht einzig auf Helgoland beschränkt. Es stellt sich allgemein ein ökologisches Phänomen ein, dass auch als „Inseleffekt“ bekannt ist. Ursachen und Folgen wurden bereits durch MACARTHUR & WILSON (1967) in ihrer „Equilibriumtheorie“ formuliert, die bereits durch diverse Beobachtungen als bestätigt gilt (BEGON et al. 2006). Demnach sind Populationen auf Inselstandorten einer stetigen Einwanderung ausgesetzt. Gleichzeitig können durch Stressoren bedingte Aussterbeereignisse durch die eigene, geringe Populationsgröße nur ungenügend gepuffert werden bzw. durch die Isolation können keine Individuen von angrenzenden Biotopen nachrücken. Als Folge werden Populationen in manchen Jahren drastisch reduziert oder verschwinden sogar komplett und werden später wieder durch eingewanderte Artgenossen oder andere Arten ersetzt. Das resultiert in einer allgemein geringeren Diversität und sehr viel höheren Fluktuationsraten als an vergleichbaren Standorten, die nicht durch „Insellage“ isoliert sind. So können z.B. an den felsigen Küsten der Bretagne insgesamt 255 Amphipodenspezies gefunden werden, während vor Helgoland natürlich auch klimatisch bedingt nur ca. 70 Arten verzeichnet werden (DAUVIN 1999, pers. Beobachtung).

Diese durch den Standort bedingten Fluktuationen konnten durch die gemeinsame Betrachtung dieser und der vorangegangenen Studie dokumentiert werden und hätten für eine Auswertung mit den bisherigen Bewertungssystemen für Helgoland ein Problem dargestellt. Die Unterschiede in Diversität und Abundanz sind aber konsequenterweise nicht gleichbedeutend mit einer Verbesserung oder Verschlechterung der Wasserqualität. Vielmehr spiegeln sie die Dynamik innerhalb etablierter Lebensgemeinschaften wider. Da das MarBIT keinen kategorialen Vergleich mit historischen Quellen anstellt und stattdessen ökologische sowie dynamische

Komponenten einer Lebensgemeinschaft mit einbezieht, konnte trotz der starken Fluktuationen eine zuverlässige Bewertung erzeugt werden. Damit konnte das Programm abermals seine Vorteile und Zuverlässigkeit in der Bewertung der Gewässergüte Helgolands unter Beweis stellen.

Empfehlungen und Kommentare

Die Zusammensetzung und Abundanzverteilung des Makrozoobenthos ist, wie gezeigt wurde, starken interannualen Schwankungen unterworfen, die durch die „Insellage“ der Hartbodengemeinschaft bedingt werden. Zusätzlich ist die Artenzusammensetzung der letzten Jahre im Begriff sich aufgrund des Klimawandels zu ändern. Die Temperatur der Nordsee hat sich in den letzten zwei Jahrzehnten merklich erhöht (WILTSHIRE & MANLY 2004, BELKIN 2009). Als Folge können im Makrozoobenthos bereits diverse wärmeliebende Spezies angetroffen werden, die erst in den letzten zehn Jahren ihr ursprüngliches Verbreitungsgebiet in die Deutsche Bucht erweitert haben (FRANKE & BEERMANN 2010 in prep.). Auch im Zuge dieser und der vorangegangenen Studie konnten Arten angesprochen werden, die früher nicht in der Deutschen Bucht verzeichnet wurden; darunter zum Beispiel die Amphipoden *Amphilocheus spencebatei*, *Cheirocratus assimilis* und *Corophium acherusicum*.

Wie bereits oben erwähnt sind weder die interannualen Fluktuationen, noch der stetige Wandel der Artenzusammensetzung gleichbedeutend mit einer Verschlechterung der Wasserqualität. Dahingehend ist es von außerordentlicher Wichtigkeit die Referenzliste stets kritisch zu betrachten und eventuell anzupassen. Gerade bei der Registrierung neuer Arten ist ihre erfolgreiche Integration in eine etablierte Lebensgemeinschaft sorgfältig zu beobachten. Oft werden mögliche Folgen erst in Wechselwirkung mit bestimmten Faktoren (Verfügbarkeit von Nahrung und Lebensraum) oder nach bestimmten Zeiträumen wirksam, die ihrerseits wiederum von einer Reihe dynamischer Prozesse abhängen. Gerade der Ausgang zwischenartlicher Konkurrenzsituationen mit einer potentiellen Verdrängung von heimischen Arten kann maßgeblich zu Langzeitänderungen beitragen, die sich im vorliegenden Fall auf die zu erwartende Referenzlebensgemeinschaft auswirken würde.

Wie bereits von BOOS et al. (2009) formuliert, ist die Nachpflege der Referenzlisten äußerst schwierig. Durchaus berechtigte Entscheidungen, wie sie auch in der vorliegenden Studie gefällt wurden, die auf der Expertise der Bearbeiter beruhen, muten gegebenenfalls etwas subjektiv an. Deshalb wäre es vorteilhaft Richtlinien zu formulieren, mit denen auch ungeübte Bearbeiter Anpassungen vornehmen könnten.

Gleichzeitig muss darauf geachtet werden das Monitoring mit hoher Beprobungsfrequenz durchzuführen, um so diese Veränderungen in der

Artenzusammensetzung erfassen und etwaige Modifikationen der Referenzlisten begründet vornehmen zu können. Wir empfehlen daher ein wie hier angestelltes Monitoring mit einer begleitenden Bewertung so weit möglich jährlich zur selben Jahreszeit durchzuführen.

Außerdem sollte überprüft werden, ob insbesondere an den Standorten „*Laminaria*-Haftkrallen“ und Tiefe Rinne eine Beschränkung im Zuge der Monitoringarbeiten auf einzelne, besonders artenreiche Taxa möglich und ratsam ist. Hierfür würden sich die Taxa mit der höchsten Artenzahl sowie mit den größten Abundanzen anbieten: Polychaeten, Bryozoen oder Amphipoden. Bei einer erfolgreichen Bewertung würde sich der Bearbeitungsaufwand deutlich verringern. Aber auch die Nachpflege der Referenzlisten würde aufgrund des besseren taxonomischen und ökologischen Überblicks vereinfacht werden. Auch die Fixiermethode könnte speziell für einzelne Tiergruppen optimiert werden. Dadurch könnte sich zusätzlich die Auflösung in der taxonomischen Ansprache erhöhen (z.B. Familienebenen bei den Polychaeten). Einen ähnlichen Vorschlag haben schon bereits BOOS et al. (2004) in ihrer Arbeit formuliert.

Literatur

Allgemein zitierte Literatur:

- BARTSCH I & KUHLENKAMP R 2004. WRRL-Klassifizierungssystem Helgoland. Historisches Leitbild der Makrophytenvegetation Helgolands. Klassifizierungsvorschlag der Helgoländer Makrophytenvegetation. Monitoring als Grundlage der Umsetzung der europäischen Wasserrahmenrichtlinie. Im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt, Schleswig-Holstein.
- BEGON M, TOWNSEND CA & HARPER JL 2006. Ecology: From Individuals to Ecosystems (4th Edition). Blackwell Publishing. Walden.
- BELKIN IM 2009. Rapid warming of large marine ecosystems. *Progress in Oceanography* 81, 207-213.
- BERBERICH D 1989. Vergleichende Untersuchungen zur Artenzusammensetzung, Abundanz und Biomasse des Makrozoobenthos der Helgoländer Tiefen Rinne von 1936/37 und 1988/89. Diplomarbeit, Technische Hochschule Darmstadt.
- BOOS K, BUCHHOLZ C, BUCHHOLZ F & GUTOW L 2004. Bericht über die Zusammensetzung des Helgoländer Makrozoobenthos im Vergleich historischer und aktueller Quellen. Klassifizierungsvorschlag nach der WRRL und Empfehlungen zum Monitoring. Im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt, Schleswig-Holstein.
- BOOS K, BEERMANN J, REICHERT K & FRANKE H-D 2009. Zeigereigenschaften Makrozoobenthos (MZB)-Helgoland. Entwicklung eines Bewertungsverfahrens nach WRRL: Helgoland-MarBIT-Modul. Im Auftrag des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein.
- CASPERS H 1939. Die Bodenfauna der Helgoländer Tiefen Rinne. *Helgoländer Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen* 2, 1-112.

- CHRAPKOWSKI-LLINARES V 2005. Vergleichende Studie der Makro-Invertebraten auf den Rhizoiden des Seetangs *Laminaria hyperborea* im Gebiet des Helgoländer Felssockels. Diplomarbeit, Freie Universität Berlin.
- DAUVIN J-C 1999. Mise à jour de la liste des espèces d'amphipodes (Crustacea: Peracarida) présents en Manche. *Cahiers de Biologie Marine* 40, 165-183.
- FRANKE H-D & BEERMANN J 2010. Rapid recent change in the macrozoobenthos species composition around the rocky island of Helgoland (German Bight, North Sea) - Facts and potential causes; Part 1: Crustacea. *In Vorbereitung*
- ILLIES J & SCHMITZ W 1980. Die Verfahren der biologischen Beurteilung des Gewässerzustandes der Fließgewässer (systematisch-kritische Übersicht). *Studien zum Gewässerschutz* 5.
- KILGALLEN NM, MYERS AA & MCGRATH D 2006. Re-establishment of *Orchomenella crenata* (Crustacea: Amphipoda) as a distinct species, with a first record of its occurrence in the British Isles. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 86, 1389-1399.
- KRIEG H-J 2006. Prüfung des erweiterten Aestuar-Typie-Indexes (AeTI) in der Tideelbe als geeignete Methode für die Bewertung der Qualitätskomponente benthische Wirbellosenfauna gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie im Rahmen eines vorläufigen Überwachungskonzeptes (Biomonitoring) – Praxistest AeTI anhand aktueller Daten (Zoobenthos) im Untersuchungsraum Tideelbe (2005). I. Fassung 02/06. Im Auftrag des Sonderaufgabenbereich Tideelbe – Wassergütestelle Elbe.
- KUHLENKAMP R, BOOS K, BARTSCH I & FRANKE H-D 2008. MarBIT-Bewertungssystem für die Wasserrahmenrichtlinie. Datenbankerweiterung Nordsee – Gewässertyp N5 Helgoland. I.: Sublitorale Makrozoobenthosstandorte: Tiefe Rinne und Rhizoide von *Laminaria hyperborea*. Im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt, Schleswig-Holstein.
- MACARTHUR RH & WILSON EO 1967. The theory of island biogeography. Princeton University Press. Princeton.

- MEYER T, REINCKE T, FÜRHAUPTER K & KRAUSE S 2005. Ostsee- Makrozoobenthos-Klassifizierungssystem für die Wasserrahmenrichtlinie. Im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt, Schleswig Holstein.
- MEYER T, REINCKE T & FÜRHAUPTER K 2006. Ostsee-Makrozoobenthos-Klassifizierungssystem für die Wasserrahmenrichtlinie. Teilprojekt 1 – Referenzartenlisten. Teilprojekt 2 – Bewertungsmodell. MariLim im Auftrag der Universität Rostock.
- REICHERT K 2008. Temporal and spatial scales in species assemblages of the rocky intertidal at Helgoland (German Bight, North Sea). Dissertation, Universität Hamburg.
- REICHERT K & BUCHHOLZ F 2008. German MarBIT (Marine Biotic Index Tool) approach. Water type N5-Helgoland - Macrozoobenthos of the rock-platform at Helgoland. By orders of the State Agency for Nature and Environment, Schleswig-Holstein.
- REICHERT K, BUCHHOLZ F & GIMÉNEZ L 2008a. Community composition of the rocky intertidal at Helgoland (German Bight, North Sea). *Helgoland Marine Research* 62, 357-366.
- REICHERT K, BUCHHOLZ F, BARTSCH I, KERSTEN T & GIMÉNEZ L 2008b. Scale-dependent patterns of variability in species assemblages of the rocky intertidal at Helgoland (German Bight, North Sea). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 88, 1319-1329.
- SCHÖLL F, HAYBACH A & KÖNIG B 2005. Das erweiterte Potamontypieverfahren zur ökologischen Bewertung von Bundeswasserstraßen (Fließgewässertypen 10 und 20: kies- und sandgeprägte Ströme, Qualitätskomponente Makrozoobenthos) nach Maßgaben der EU- Wasserrahmenrichtlinie. *Hydrologie und Wasserwirtschaft* 49 (5), 234-244.
- SCHULTZE K 1988. Vergleichende Untersuchungen über die Epiphyten- und Epifaunabesiedlung von zwei Großalgen differenter Standorte aus dem sublitoralen Bereich der Insel Helgoland. Examensarbeit, Universität Hannover.

WILTSHIRE KH & MANLY BFJ 2004. The warming trend at Helgoland Roads, North Sea: phytoplankton response. *Helgoland Marine Research* 58, 269-273.

WRRL 2000. RICHTLINIE 2000/60/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik
(<http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/wasserrichtlinie.pdf>).

Zur Bestimmung verwendete Literatur:

BELLAN-SANTINI D, KARAMAN G, KRAPP-SCHICKEL G, LEDOYER M, MYERS AA, RUFFO S & SCHIECKE U 1982. The Amphipoda of the Mediterranean Part 1: Gammaridea (Acanthonotozomatidae to Gammaridae). Mémoires de l'Institut océanographique, Monaco, No. 13, 1.

BELLAN-SANTINI D, DIVIACCO G, KRAPP-SCHICKEL G, MYERS AA & RUFFO S 1989. The Amphipoda of the Mediterranean Part 2: Gammaridea (Haustoriidae to Lysianassidae). Mémoires de l'Institut océanographique, Monaco, No. 13, 2.

BELLAN-SANTINI D, KARAMAN G, KRAPP-SCHICKEL G, LEDOYER M & RUFFO S 1993. The Amphipoda of the Mediterranean Part 3: Gammaridea (Melphidippidae to Talitridae), Ingolfiellidea and Caprellidea. Mémoires de l'Institut océanographique, Monaco, No. 13, 3.

CHAMBER SJ & MUIR AI 1997. Polychaetes: British Chrysopteloidea, Pisionoidea and Aphroditoidea. Synopses of the British Fauna (New Series) No. 54. The Linnean Society of London and The Estuarine and Coastal Sciences Association by Field Studies Council, Shrewsbury.

CONLAN KE 1990. Revision of the crustacean amphipod genus *Jassa* Leach (Corophioidea: Ischyroceridae). *Canadian Journal of Zoology* 68, 2031-075.

- DAUVIN, J.-C & BELLAN-SANTINI D 1988. Illustrated key to *Ampelisca* species from the north-eastern Atlantic. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 68, 659-676.
- GRAHAM AFRS 1988. Molluscs: prosobranch and pyramidellid gastropods. Synopses of the British Fauna (New Series) No. 2. The Linnean Society of London and The Estuarine and Brackish-Water Sciences Association by Brill and Backhuys, Leiden.
- HARTMANN-SCHRÖDER G 1996. Annelida, Borstenwürmer: Polychaeta. Die Tierwelt Deutschlands, 58. Teil. Gustav Fisher Verlag, Jena.
- HAYWARD PJ 1985. Ctenostome bryozoans. Synopses of the British Fauna (New Series) No. 33. The Linnean Society of London and The Estuarine and Brackish-Water Sciences Association by Brill/ Backhuys, London.
- HAYWARD PJ & RYLAND JS 1979. British ascophoran bryozoans. Synopses of the British Fauna (New Series) No. 14. The Linnean Society of London and The Estuarine and Brackish-Water Sciences Association by Academic Press, London.
- HAYWARD PJ & RYLAND JS 1985. Cyclostome bryozoans. Synopses of the British Fauna (New Series) No. 34. The Linnean Society of London and The Estuarine and Brackish-Water Sciences Association by Brill/ Backhuys, London.
- HAYWARD PJ & RYLAND JS 1990. The marine fauna of the British Isles and North-West Europe. Volume I. Introduction and protozoans to arthropods. Clarendon Press, Oxford.
- HAYWARD PJ & RYLAND JS 1990. The marine fauna of the British Isles and North-West Europe. Volume II. Molluscs to chordates. Clarendon Press, Oxford.
- HAYWARD PJ & RYLAND JS 2006. Handbook of the marine fauna of North-West Europe. Oxford University Press, Oxford.
- HAYWARD PJ & RYLAND JS 1998. Cheilostomatous bryozoans. Synopses of the British Fauna (New Series) No. 10. The Linnean Society of London and The Estuarine and Coastal Sciences Association by Field Studies Council, Shrewsbury.

- INGLE RW 1969. The crustacean amphipod genus *Corophium* Latreille; a morphological and taxonomic study. Dissertation thesis, University of Reading, Berks.
- INGLE RW 1996. Shallow-water crabs. Synopses of the British Fauna (New Series) No. 25. The Linnean Society of London and The Estuarine and Coastal Sciences Association by Field Studies Council, Shrewsbury.
- INGLE RW & CHRISTIANSEN ME 2004. Lobsters, mud shrimps and anomuran crabs. Synopses of the British Fauna (New Series) No. 55. The Linnean Society of London and The Estuarine and Coastal Sciences Association by Field Studies Council, Shrewsbury.
- JONES NS 1976. Cumaceans. Synopses of the British Fauna (New Series) No. 7. The Linnean Society of London by Academic Press, London.
- KILGALLEN NM, MYERS AA & MCGRATH D 2006. A review of the genus *Tryphosella* (Crustacea: Amphipoda) from Britain and Ireland with the description of a new species *Tryphosella lowryi*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 86, 1067-1081.
- KILGALLEN NM, MYERS AA & MCGRATH D 2006. Re-establishment of *Orchomenella crenata* (Crustacea: Amphipoda) as a distinct species, with a first record of its occurrence in the British Isles. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 86, 1389-1399.
- KING PE 1974. British sea spiders. Synopses of the British Fauna (New Series) No. 5. Academic Press, London.
- KING PE 1986. Sea spiders. A revised key to the adults of littoral Pycnogonida in the British isles. *Field Studies* 6, 493-516.
- LINCOLN RJ 1979. British marine Amphipoda: Gammaridea. British Museum (Natural History), London.
- LUTHER G 1987. Seepocken der deutschen Küstengewässer. *Helgoländer Meeresuntersuchungen* 41, 1-43.

- MILLAR RH 1970. British ascidians. Synopses of the British Fauna (New Series) No. 1. The Linnean Society of London by Academic Press, London.
- MYERS AA & MCGRATH D 1984. A revision of the north-east Atlantic species of *Erichthonius* (Crustacea: Amphipoda). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 64, 379-400.
- MYERS AA & MCGRATH D 1991. The *Ampelisca diadema* group of species (Amphipoda: Gammaridea) in British and Irish waters. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 71, 265-279.
- NAYLOR E 1972. British Marine Isopods. Synopses of the British Fauna (New Series) No. 3. The Linnean Society of London by Academic Press, London.
- NIELSEN C 1989. Entoprocts. Synopses of the British Fauna (New Series) No. 41. The Linnean Society of London and The Estuarine and Brackish-Water Sciences Association by Brill, Leiden.
- RIETDORF D 2001. Studien zur Taxonomie und Physiologie der Ascidien vor Helgoland (Nordsee). Diplomarbeit, Tierärztliche Hochschule Hannover.
- SCHELLENBERG A 1942. Krebstiere oder Crustacea IV: Flohkrebse oder Amphipoda. Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile 40. Teil. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- SMALDON G, HOLTHUIS LB & FRANSEN CHJM 1993. Coastal shrimps and prawns. Synopses of the British Fauna (New Series) No. 15 (second edition). The Linnean Society of London and The Estuarine and Brackish-Water Sciences Association by Field Studies Council, Shrewsbury.
- TEBBLE N 1966. British bivalve seashells. A handbook for identification. Trustees of the British Museum (Natural History), London.
- THOMPSON TE 1988. Molluscs: Benthic opisthobranchs (Mollusca: Gastropoda). Synopses of the British Fauna (New Series) No. 10. The Linnean Society of London and The Estuarine and Brackish-Water Sciences Association by Brill and Backhuys, Leiden.