



Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung
Bremerhaven

Abschlussbericht

für das F+E-Vorhaben FKZ 899 85 310
(Bundesamt für Naturschutz)

**Erfassung und Bewertung
ökologisch wertvoller Lebensräume
in der Nordsee**

**Dr. Eike Rachor
Dipl.-Biol. Petra Nehmer**

Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung,
Columbusstraße, 27568 Bremerhaven
erachor@awi-bremerhaven.de

Oktober 2003



Gefördert durch das Bundesamt für Naturschutz
mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Zu diesem Bericht haben beigetragen:

Dr. Ingrid Kröncke und Henning Reiß, Abteilung für Meeresforschung,

Senckenberg-Institut, Wilhelmshaven;

Stefan Tyedmers, früher NLÖ Norderney;

Elke Barwich, Manuela Gusky, Dr. Rainer Knust, Inken Suck, Kai Wätjen,

AWI Bremerhaven;

Dr. Carmen-Pia Günther, Peter Rehm, Rainer Richter, früher AWI Bremerhaven;

Dr. Sergey Gagaev, Zoologisches Institut der Russ. Akad. Wiss. St. Petersburg.

Weitere Quellen und Beteiligte sind an den entsprechenden Stellen im Text erwähnt.

Allen Genannten und vor allem auch den Betreuern im BfN, Insel Vilm (Dr. Henning von Nordkeim, Dr. Jochen Krause, Dieter Boedeker und Peter Hübner) sei herzlich für die gute und verständnisvolle Zusammenarbeit gedankt !

Anmerkung:

Die Erstellung dieses Berichts ist durch das Bundesamt für Naturschutz mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit im Rahmen des F+E-Vorhabens „*Erfassung und Bewertung ökologisch wertvoller Lebensräume in der Nordsee*“ (FKZ 899 85 310) gefördert worden.

Die Verantwortung für den Inhalt liegt jedoch allein bei den Autoren. Der Eigentümer behält sich alle Rechte vor. Insbesondere darf dieser Bericht nur mit Zustimmung des Zuwendungsgebers zitiert, ganz oder teilweise vervielfältigt bzw. Dritten zugänglich gemacht werden.

Dieser Bericht gibt die Meinung und Auffassung der Autoren wieder und muss nicht mit der Meinung des Zuwendungsgebers übereinstimmen.

Bremerhaven, 10. Oktober 2003

Inhaltsverzeichnis

1. Ziel des Projektes	5
2. Durchgeführte Arbeiten	5
2.1 Übersicht	5
2.2 Datenerhebung	8
2.2.1 Recherchen nach vorhandenem und neuem externen Datenmaterial	8
2.2.2 Erhebung eigener Daten	8
2.2.3 Probennahme und Bearbeitung	10
2.2.4 Video- und Standbildaufnahmen	11
3. Das Untersuchungsgebiet	13
4. Ergebnisse	19
4.1 Standortverhältnisse und Lebensraumtypen	19
4.2 Die Bodenfauna in der deutschen Nordsee-AWZ und angrenzenden Gebieten	24
4.2.1 Die Endofauna im Sublitoral der südöstlichen Nordsee im Jahre 2000	49
4.2.1.1 Abundanzen.....	49
4.2.1.2 Biomasse der Endofauna.....	50
4.2.1.3 Ergebnisse der multivariaten Analyse.....	52
4.2.1.4 Charakterarten der Endofauna-Gemeinschaften	57
4.2.2 Epifauna nach Erfassungen während des Projektes, (Fische, s. 4.4)	67
4.2.2.1 Abundanz/Dominanzverhältnisse	69
4.2.2.2 Biomasse Epifauna.....	70
4.2.2.3 Ergebnisse der multivariaten Analyse, Gemeinschaften der Epifauna	71
4.2.2.4 Artenzusammensetzung der epibenthischen Gruppierungen	74
4.3. Makrozoobenthos ausgewählter Gebiete	75
4.3.1 Der Borkum-Riffgrund	75
4.3.1.1 Vorbemerkung	75
4.3.1.2 Einleitung und generelle Gebietsbeschreibung.....	75
4.3.1.3 Material und Methoden	78
4.3.1.4 Ergebnisse.....	80
4.3.1.5 Ähnlichkeiten der Fauna an den Stationen	89

4.3.1.6 Bodentier-Gemeinschaften	93
4.3.1.7 Gesamtübersicht:.....	94
4.3.1.8 Diskussion und Schlussfolgerung	95
4.3.2 Der Amrum-Außengrund	99
4.3.2.1 Einleitung und Gebietsbeschreibung	99
4.3.2.2 Zoobenthosgemeinschaften.....	103
4.3.2.3 Gesamtübersicht.....	115
4.3.2.4 Diskussion und Schlussfolgerung	115
4.3.3 Das Riffgürtelgebiet am Osthang des Elbe-Urstromtales	117
4.3.3.1 Einleitung und Gebietsbeschreibung	117
4.3.3.2 Zoobenthosgemeinschaften.....	120
4.3.3.3 Diskussion und Schlussfolgerung	129
4.3.4 Das Doggerbankgebiet	131
4.3.4.1 Einleitung und Gebietsbeschreibung	131
4.3.4.2 Die Bodenfauna der Doggerbank	133
4.3.4.3 Diskussion und Schlussfolgerungen	144
4.4 Fische	146
5. Diskussion und Gesamtbewertung der Ergebnisse	149
5.1 Lebensgemeinschaften - Stabilität und Variabilität	149
5.2 Vorschläge zu Meeresschutzgebieten	157
5.2.1 Lebensgemeinschaften	157
5.2.2 Bewertung der spezifischen FFH-Auswahlgebiete	160
6. Zusammenfassung	167
7. Weiterführende und zitierte Literatur	169
8. Anlagen (gesondert)	175

1. Ziel des Projektes

Für Offshore-Bereiche der Nordsee vor allem für die deutsche Ausschließliche Wirtschaftszone (AWZ / EEZ) werden ökologisch besonders bedeutsame Lebensräume und ihre benthischen Lebensgemeinschaften (Makrozoobenthos) identifiziert und naturschutzfachlich bewertet. Hierzu waren die Bodenbeschaffenheit, ausgewählte Lebensraumtypen (Habitate, gemäß FFH-Richtlinie, European Council Directive 92/43/EEC, 1992) und die benthischen Lebensgemeinschaften im Gesamttraum mit den in der Benthosforschung üblichen Methoden zu beschreiben, unterstützt durch Videoaufnahmen. Dazu wurden neben publizierten und archivierten Darstellungen in den Jahren 1999 bis 2001 neue Daten erhoben und ausgewertet. Während des Projektes wurde in Abstimmung mit dem BfN entschieden, schwerpunktmäßig die Nordsee-AWZ und vertiefend die vom Auftragnehmer mit erarbeiteten Vorschlagsräume für Meldungen zu NATURA 2000 der EU zu untersuchen.

2. Durchgeführte Arbeiten

2.1 Übersicht

Nach Sichtung der Literatur und nicht publizierter Daten und Arbeiten wurde eine Vorabbewertung solcher Gebiete in der Deutschen Bucht und auf der Doggerbank vorgenommen, die durch ihre Lage und Hydrographie sowie morphologische, sedimentologische und vor allem benthologische Befunde als ökologisch bedeutsam und für den Meeresnaturschutz als wichtig eingeschätzt werden mussten. Damit war eine Grundlage für erste benthologisch begründete Gebietsvorschläge nach FFH-Richtlinie (Eur. Council Directive 92/43/EEC, 1992) und für gezielte Detail-Untersuchungen gegeben. Der Schwerpunkt der weiteren Arbeiten lag in der Durchführung und Auswertung einer ca. vierwöchigen Ausfahrt mit dem FS „Heincke“ im Mai/Juni 2000 zur Gesamtdarstellung der Bodenfauna-Besiedlung im Bereich der Nordsee-AWZ (ANLAGEN 5 und 6). Hierbei wurden Proben zur Endofauna, Epifauna, Fischfauna und Bodenproben zur Bestimmung von Sedimentparametern genommen.

Nachdem vorab schon der Borkum-Riffgrund mit Eigenmitteln eingehender untersucht worden war, wurden später zusätzliche Beprobungen in weiteren Schwerpunktgebieten durchgeführt (s. Kap. 4.3.2 - 4.3.4), teilweise auch im Küstenmeer (bei Helgoland und bei der Amrumbank). Das umfangreiche Probenmaterial bedingte, dass die quantitativen Analysen, statistischen Auswertungen und Bewertungen sich bis zum Projektende hinzogen.

Im Bereich Doggerbank wurde intensiv mit der Senckenberg-Arbeitsgruppe von Dr. Ingrid Kröncke und Henning Reiß zusammengearbeitet; und es wurden deshalb Arbeiten des Forschungsinstituts Senckenberg (Wilhelmshaven) besonders berücksichtigt.

Erste Video- und Standbildaufnahmen vom Helgoländer Steingrund wurden von Peter Hübner und Dr. Jochen Krause (beide BfN Vilm) im Juni 2000 tauchend gewonnen. Zusätzliche Transekte sowohl vom Helgoländer Steingrund, als auch vom Amrumgrund, Störtebekergrund und vom Osthang des Elbeurstromtals mit einer kabelgeführten Videokamera (ebenfalls BfN Vilm) vermittelten großflächigere optische Eindrücke von den jeweiligen Gebieten. In den Folgejahren wurden weitere Videotransekte in ausgewählten Gebieten durchgeführt, vor allem am Borkum-Riffgrund und am Ostrande des Elbeurstromtales. Von der Doggerbank und aus dem Bereich des Amrumgrundes wurden Videos vom Senckenberg-Institut und vom Institut für Meereskunde Kiel erworben.

Sämtliche Videos wurden gesichtet und dokumentiert. Dabei wurde besonderes Augenmerk auf riffartige Steingründe und ihre typische Hartsubstratbesiedlung gelegt. Das Material wurde inzwischen gemäß Auftrag des BfN an kompetente Kooperationspartner zur professionellen Weiterbearbeitung zu informativen Filmen weitergegeben (siehe www.HabitatMareNatura2000.de).

Ergänzend zur Ausarbeitung des Probenmaterials wurden GIS-Basiskarten des Untersuchungsgebietes für Projektzwecke erstellt (in ArcView), z.T. in Zusammenarbeit mit dem BfN, dem BSH und der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. M. Schlüter im AWI.

Beim vom Forschungsinstitut Senckenberg im Mai 2000 in Wilhelmshaven organisierten Symposium „North Sea 2000“ wurden Vorstellungen zu Offshore-Schutzgebieten in der deutschen AWZ erstmalig einem breiteren Publikum vorgestellt und diskutiert (s. RACHOR & GÜNTHER, 2001). Ende August 2000 wurde das vorläufige damalige Konzept auch beim Deutschen Fischereitag in Oldenburg vorgetragen.

Im BfN wurde mehrfach über den Fortgang der Arbeiten, Ergebnisse und Bewertungen berichtet, zuletzt im Rahmen des Statusseminars am 16. bis 19. September 2002. Darüber hinaus wurden dem BfN mehrfach Ausarbeitungen, Daten und Bewertungen zur Konzipierung von Meeresschutzgebieten nach FFH-RL in der AWZ zur Verfügung gestellt.

Seit Sommer 2002 werden Untersuchungen in potentiellen Eignungsgebieten für Windenergieanlagen in einem Zusatzprojekt durchgeführt. Die Ergebnisse werden in eine spätere Gesamtschau mit einfließen. Einige Daten wurden zur Darstellung von FFH-Habitaten schon in diesem Bericht mit genutzt.

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die durchgeführten Arbeiten.

Tab. 1: Übersicht über die durchgeführten Arbeiten

Durchgeführte Arbeiten
Recherche vorhandener Ausarbeitungen und Daten sowie Nutzung für Bewertungen im Rahmen des Projektes
Recherche und Auswertung relevanter Literatur
Beprobung eines Netzes von 226 Stationen (davon 181 für Endofauna) von der Deutschen Bucht bis zur zentralen Nordsee nördlich der Doggerbank („Heincke“-Fahrt Mai/Juni 2000) und Auswertung zur Beschreibung der Zoobenthosgemeinschaften und ihrer Lebensräume
Beprobung und Bewertung von Schwerpunktflächen: dichteres Stationsnetz im Bereich von potenziell nach FFH-RL schutzwürdigen Schwerpunktflächen (Borkum-Riffgrund: Beprobung aus Eigenmitteln schon vor Projektbeginn)
Beprobung und Auswertung der Epi- und Fischfauna anhand von Baumkurren-(Dredsch-) und Grundschleppnetzholz
Sedimentprobennahmen für das BSH (detaillierte Analysen noch ausstehend)
Video-Aufnahmen v.a. vom Helgoländer Steingrund, vom „Störtebekergrund“ und weiter nördlich am Rande des Elbe-Urstromtales sowie auf dem Amrum-Außengrund und auf dem Borkum-Riffgrund. Zusätzlich wurde Material von der Doggerbank (vom Senckenberg-Institut) und aus der Nähe des Amrumgrundes (aus Kiel) gesichtet, zur Habitatbewertung genutzt und zur professionellen Bearbeitung an K. Wollny-Goerke weitergegeben
Erstellen von Basiskarten der AWZ: Karten mit Tiefenlinien und Sedimentcharakteristika (v.a. Deutsche Bucht). Darstellungen von Nutzungen wie Pipelines, Sand- und Kies-Entnahmestellen sowie Windparkplanungen sind vom BSH verfügbar. Erarbeitung von FFH-relevanten Lebensraum- (Habitat-) Karten
Beratung des BfN: Auf der Grundlage eines Vorschlages vom 23.8.1998 wurde Ende 1999/Anfang 2000 eine erste detaillierte Vorschlagsliste für Meeresschutzgebiete in der Nordsee unterbreitet. Diese wurde regelmäßig ergänzt und anhand von neuen Daten aktualisiert (Zuarbeit zur Erarbeitung von Meldungen nach FFH-RL). Außerdem wurde das BfN bei der Bewertung von Standorten von Windpark-Planungen und im Hinblick auf WEA-Eignungsgebiete unterstützt. Diese Beratungstätigkeiten sollen fortgeführt werden.
Revision der Roten Listen: in Arbeit
Erarbeitung einer aktualisierten nordseeweiten Übersicht der benthischen Lebensgemeinschaften: in der North Sea Study Group des ICES noch in Arbeit

2.2 Datenerhebung

2.2.1 Recherchen nach vorhandenem und neuem externen Datenmaterial

Die Recherchen nach älteren vorhandenen, vor allem biologischen Daten wurden abgeschlossen. Das bewertete Datenmaterial über das Zoobenthos wird in Zusammenhang mit den eigenen Erfassungen (in den Jahren 1999 bis 2002) in Kapitel 4 und 5 diskutiert. Allerdings sind v.a. durch Aufträge des BfN neue Ergebnisse vorhanden oder noch in der Bearbeitung, so dass der Auftragnehmer bis Projektende hierzu keine abschließende Gesamtbewertung durchzuführen in der Lage war. Darüber hinaus werden für eine umfassende Gesamtbewertung in Zukunft auch eine ganze Reihe Untersuchungsergebnisse aus Genehmigungsverfahren für Windenergieanlagen und Kies- und Sandabbau zu berücksichtigen sein.

Über die Verteilung der Fischfauna werden dem BfN in einem eigenständigen Teilprogramm Daten von der Bundesforschungsanstalt für Fischerei zur Verfügung gestellt. Wir beschränken uns deshalb bei unseren Aussagen im wesentlichen auf die von der Arbeitsgruppe von Dr. R. Knust nach der „Heincke“-Ausfahrt von 2000 zusammengestellten Ergebnisse (u.a. im Kapitel 4.2, Epifauna). Erste Vogelverbreitungsdaten im Gebiet der AWZ wurden durch das Institut für Vogelforschung aufbereitet und dargestellt (bis 2001 über den Auftragnehmer). Inzwischen werden auch hierzu unabhängige, weiterreichende Forschungsarbeiten gesondert durchgeführt (s. www.HabitatMareNatura2000.de).

2.2.2 Erhebung eigener Daten

„Heincke“-Ausfahrt 2000

Wie geplant wurde vom 30.5. bis zum 24.6.2000 mit dem Forschungsschiff „Heincke“ (Fahrt HE 133) eine großflächige Probenahme vor allem zur Beschreibung des Makrozoobenthos in der AWZ und in angrenzenden Gebieten durchgeführt. Es wurden insgesamt 226 Stationen beprobt, davon 190 mit einem Bodengreifer (van Veen mit 0,1 m² Fläche, für Fauna und Sedimente), 67 zusätzlich mit einem Kastengreifer, und an 2 Stationen kam der Großkastengreifer zum Einsatz. Es wurden zudem 78 Baumkurrenholz und 27 Grundschieppnetzfüge durchgeführt (Details s. Fahrtbericht, ANLAGEN 5 und 6). An 164 Stationen wurde routinemäßig eine CTD-Sonde eingesetzt, in ausgewählten Gebieten zusätzlich eine Sauerstoffsonde. Auffällige Schichtungen und Sauerstoffdefizite wurden nicht gefunden.

Während der Fahrt konnten bereits auch einige potenzielle Schwerpunktf lächen in der östlichen Deutschen Bucht mit einem dichteren Stationsnetz beprobt werden.

Weitere Ausfahrten und Probennahmen:

1999:

Vorab wurden in Zusammenarbeit mit dem Niedersächsischen Landesamt für Ökologie (Forschungsstelle Küste, Norderney) zwei Ausfahrten zum Borkum-Riffgrund durchgeführt - mit FS „Heincke“ vom 27. bis 29.4.1999 und FS „Burchana“ vom 14. bis 17.07.1999. Insgesamt wurden 61 Bodengreiferproben (0,1 m² van Veen) an 49 Stationen sowie zusätzlich 12 Dredschproben genommen (1 m breite Rahmendredsch - „Kieler Kinderwagen“ - , Netz mit 1 cm Maschenweite). Die Ergebnisse sind in unseren Zwischenberichten dargestellt worden und sind hier in das Kap. 4.3.1 eingeflossen.

2001:

FK „Uthörn“, 8. bis 9. Juli 2001: Benthos-Probennahmen an 16 Stationen im Bereich des Amrum-Außengrundes (v.a. Amrumbank und nördlich angrenzende Gebiete)

FS „Heincke“ (Fahrt HE 144), 27. März bis 1. April 2001 (Arbeitsgruppe Dr. Knust, Fahrt vorwiegend für andere Zwecke): sieben* zusätzliche Zoobenthos-Probennahmen im Bereich Borkum-Riffgrund und im Bereich des Elbe-Urstromtales; einige Video- und Standbild-Aufnahmen.

FS „Heincke“ (Fahrt HE 150), 20. bis 29. Juni 2001 (Arbeitsgruppe Dr. Knust, Fahrt vorwiegend für andere Zwecke): 15* Zoobenthos-Probennahmen und 10 optische Erfassungen im Bereich Borkum-Riffgrund und im Bereich des Elbe-Urstromtales bis nahe bei Helgoland.

2002:

FK „Uthörn“, 11. bis 13. März 2002 in die Seegebiete zwischen Helgoland und Borkum-Riffgrund sowie in Bereiche nordwestlich von Helgoland. 20 Probennahmen (vorweg) zur Beurteilung potenzieller WEA-Eignungsgebiete sowie 8* weitere zur Erfassung der Bodenfauna im südlichen Elbe-Urstromtal und in östlich davon gelegenen Sandgebieten.

FS „Heincke“ (Fahrt HE 164), 20. März 2002: fünf* Greifer-Probennahmen während einer Ausfahrt von Dr. W. Armonies (AWI List) im Seegebiet westlich von Sylt.

FS „Heincke“ (Fahrt HE 166), April 2002: zwölf Stationen im Bereich potentieller WEA-Eignungsgebiete.

FK „Uthörn“, 22. bis 23.4.2002: zwölf* Benthos-Probennahmen am „Störtebekergrund“ und östlich von Helgoland.

FS „Heincke“ (Fahrt HE 173), 5. bis 8. August 2002: vordringlich zur Benthos-Beprobung in potentiellen WEA-Eignungsgebieten westlich von Sylt sowie zusätzlich für Video- und Standbildaufnahmen im FFH-Vorschlagsgebiet am Ostrande des Elbe-Urstromtales (insgesamt 66 Stationen). Des weiteren wurden Verbreitungsmuster der Schlangensterne *Amphiura filiformis* und *Amphiura brachiata* bei Helgoland untersucht.

FK „Uthörn“ vom 23. bis 25.10.2002 für Greiferprobennahmen in der Außenweser und bei Helgoland; Filmarbeiten über Probennahmen und Arbeit an Deck; Erprobung eines Höhenradars zur Vogelzugbeobachtung für die Vogelwarte Helgoland.

Ein Teil der bei den hier aufgeführten Ausfahrten gewonnenen Proben (mit * markiert) wurde nicht detailliert ausgewertet, sondern nur zur generellen Habitatbewertung anhand der Sedimente und auffälliger Tiere genutzt. Weitere Ergebnisse fließen in das Vorhaben zur Beurteilung potenzieller WEA-Eignungsgebiete ein (FKZ 802 85 240).

2.2.3 Probennahme und Bearbeitung

Die Probennahme fand in der Regel mit einem 0,1 m² Fläche erfassenden van-Veen-Greifer statt. Die Eindringtiefe lag zwischen 10 und 17 cm (Probenvolumen 10-17 l Sediment). Proben mit einer geringeren Eindringtiefe wurden verworfen. An Bord wurde das Sediment jeder Greiferprobe visuell klassifiziert und anschließend über einen Siebsatz von 1 und 0,5 mm gegeben. Bei grobsandigen bis kiesigen Sedimenten wurden die Proben mindestens 5 mal nach Aufwirbeln dekantiert. Das restliche Sediment wurde auf größere Tiere hin durchsucht. Die Siebrückstände wurden mit 4-5 %igem Formalin fixiert.

Die Proben wurden im Labor vorsortiert, nach größeren Taxa feucht gewogen und die Tiere vorwiegend der 1mm-Fraktion soweit möglich zur Art bestimmt und gezählt.

Zusätzliche Informationen wurden auf der 2000er Ausfahrt (HE 133) durch Einsätze von Kastengreifern gewonnen.

Außerdem wurden bei dieser Ausfahrt Hols mit einer kleinen Baumkurre durchgeführt (Breite 2 m, Netzmaschenweite 4 mm; Netto-Schleppzeit am Boden 5 min). Diese Proben wurden so weit möglich an Bord sortiert und auf Arten und ihre Häufigkeiten analysiert. Schwierig zu identifizierende Tiere wurden mit Äthanol konserviert und im Labor

nachbestimmt. Bei anderen Ausfahrten wurde Epifauna mit kleinen Rahmendrehschen gefangen („Kieler Kinderwagen“: 1 m breit, 50 cm hoch, Netz mit 1,0 cm Maschenweite). Die statistische Analyse der Daten zur Herausarbeitung von Vergesellschaftungen erfolgte mit dem Software-Paket PRIMER 5.

Endofauna

Die Abundanzwerte für jede Art und Station wurden zunächst auf 1 m² hochgerechnet und dann ausgewertet. Dann erfolgte eine Transformation der Abundanz-Werte über die 4. Wurzel, um eine zu hohe Gewichtung sehr häufiger Arten mit hohen Siedlungsdichten zu vermeiden. Die Ähnlichkeiten der Stationen untereinander wurden nach dem Bray-Curtis-Index berechnet.

Anhand einer Clusteranalyse und einer multi-dimensionalen Skalierung (MDS) konnten ähnliche Stationsgruppen dargestellt werden. Zur Erstellung des Cluster-Dendrogramms wurde das „group-average“-Verfahren angewendet. Charakterarten der Lebensgemeinschaften (Stationsgruppen) wurden in Anlehnung an Salzwedel et al. (1983) ermittelt, ergänzt durch Trennarten („discriminators“), die die Dissimilarität von Clustern stark bestimmen (ermittelt nach der „SIMPER“-Methode, PRIMER-Paket; s. CLARKE & WARWICK, 1994, Kap. 7). Weitere Erläuterungen hierzu und neue Festlegungen der Charakterart-Kriterien finden sich im Kapitel 4.2.1.4.

Epifauna

Die Abundanzwerte der Fauna aus den Baumkurren wurde auf 1000 m² umgerechnet. Da bei den koloniebildenden Organismen (z.B. *Alcyonium* spp. oder *Flustra* spp.) eine Abundanzbestimmung nicht möglich ist, wurde eine Transformation der Werte nach „presence/absence“ angewendet. Die Berechnung der Ähnlichkeiten erfolgte dann ebenfalls nach dem Bray-Curtis-Index, und zur Erstellung des Cluster-Dendrogramms wurde auch das „group-average“-Verfahren angewendet.

2.2.4 Video- und Standbildaufnahmen

Dank der Unterstützung von P. Hübner und Dr. J. Krause (BfN Vilm) wurden schon während der 2000er „Heincke“-Fahrt 24 Video-Transekte mit einer am Kabel geführten Kamera gefahren und 4 Taucheinsätze durchgeführt, bei denen sowohl Videoaufnahmen als auch digitale Fotos gemacht wurden (s. Fahrtbericht). Die Aufnahmen liegen dem BfN vor und werden daher nicht in diesem Bericht dargestellt. Zusätzlich wurden auf weiteren Ausfahrten (s.o.) Video- und auch einige Standbildaufnahmen gemacht. Wichtige Befunde sind v.a. in die Darstellungen der Epifauna- und der Sediment-Verteilungen eingeflossen.

Das Material, insbesondere die Video-Aufnahmen, musste noch eingehend gesichtet und dokumentiert werden, bevor es an ein kompetentes Bearbeitungsteam (Cinedesign, Hamburg, unter Anleitung von Frau Wollny-Goerke, Hamburg) weitergegeben wurde.

3. Das Untersuchungsgebiet

Das insgesamt betrachtete Gebiet umfasst die Deutsche Bucht, die Übergangsregion zu Doggerbank, die östlichen Bereiche der Doggerbank und den im Norden der Bank gelegenen Übergangsbereich zur zentralen Nordsee sowie einige an die deutsche Nordsee-AWZ angrenzende dänische und niederländische Seegebiete. Küstennahe Bereiche wurden nur insofern untersucht, als sie mit Lebensräumen und Lebensgemeinschaften der AWZ stark verzahnt sind. Eine Literaturzusammenstellung zu Arbeiten im Untersuchungsgebiet findet sich im Kapitel 7.

Die südliche Nordsee ist am Ende der letzten großräumigen Vereisung des Weichselglazials vor gut 10.000 Jahren Festland gewesen. Die großen Ströme Rhein, Weser und Elbe mündeten erst nördlich der heutigen Doggerbank ins Meer (Abb. 1).

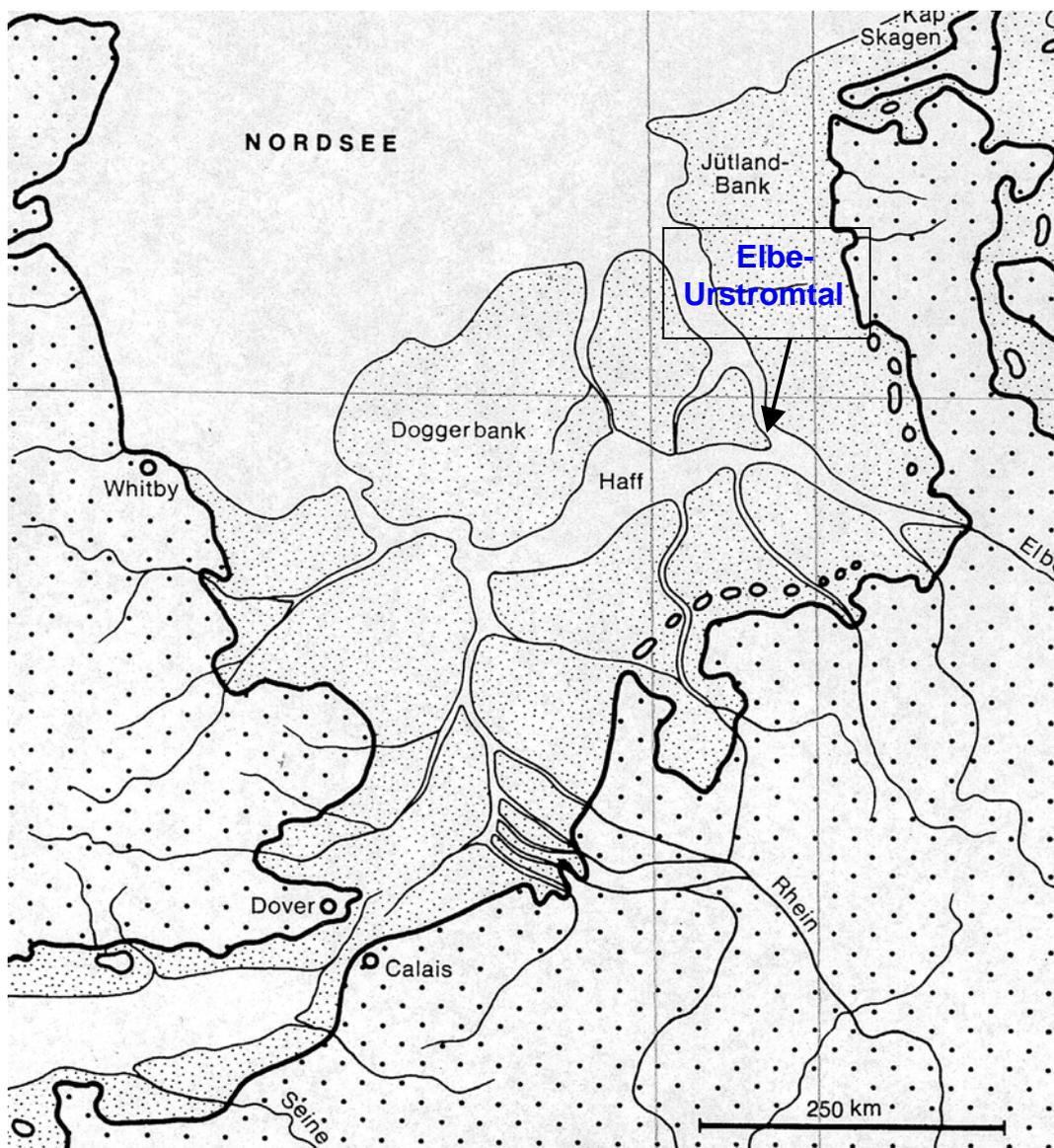
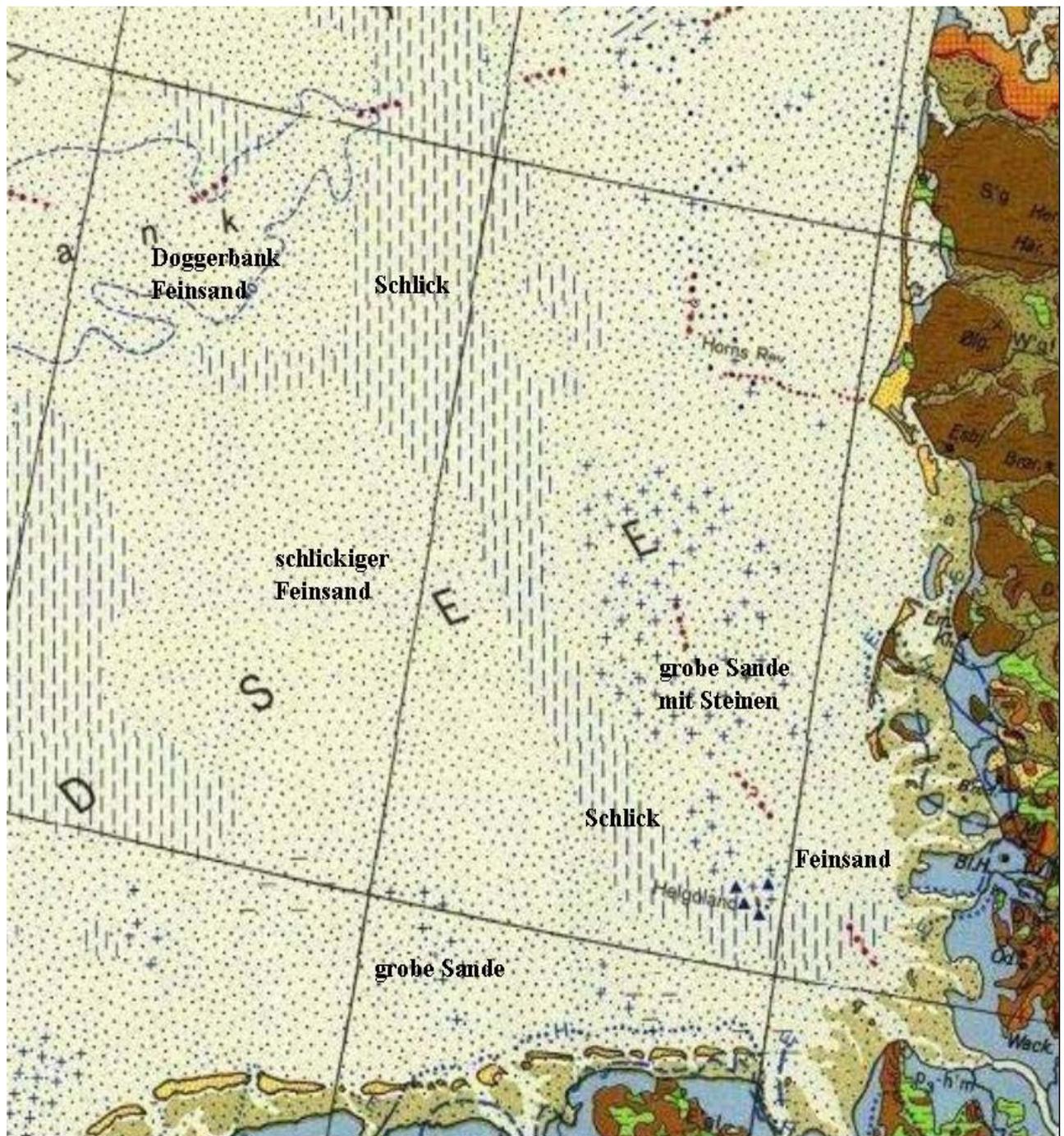


Abb. 1: Die Nordsee am Ende der Weichsel-Kaltzeit (nach Haarnagel, 1950)

Als recht markante Struktur ist aus dieser Zeit das in der Deutschen Bucht nach Nordwesten verlaufende Elbe-Urstromtal erhalten geblieben, wenngleich es stark mit vor allem feinen Sedimenten aufgefüllt wurde (FIGGE, 1980). In der Talmulde sind, abgesehen von der Helgoländer Tiefen Rinne mit 57,5 m Wassertiefe, die größten Tiefen der offenen Deutschen Bucht mit gut 40 m zu finden. Für den Austausch von Wasser und (v.a. pelagischen) Organismen ist das Urstromtal auf Grund seiner Tiefe und wegen des (kompensatorischen) Zustroms von Wasser aus der zentralen Nordsee vor allem bei südöstlichen Winden von besonderer Bedeutung (s. REHM, 2002; s. auch Mittelstaedt et al., 1983).

Nächste Seite:

Abb. 2: Ausschnitt aus einer Nordsee-Sedimentkarte (Internationale Quartär-Karte 1 : 2,5 Mio, 1970). Das Elbe-Urstromtal zeichnet sich durch die Senkrecht-Schraffur für Schlickböden deutlich ab. Kreuze markieren Gebiete mit groben Sanden und Steinen (Reliktsedimente). Rote Punktreihen weisen auf vermutete Eisrandlagen (Endmoränenreste) hin.



Östlich von dieser Leitstruktur sind außer dem Felseneiland Helgoland vor allem aufgearbeitete saalezeitliche Moränenreste (PRATJE, 1951) und die entsprechenden marin aufgearbeiteten, meist feinen Sande zu finden (s. Abb. 2 sowie JARKE, 1956, FIGGE, 1981). Durch die teilweise sehr dünne Sedimentdecke ragen mitunter Grobsand- und Kiesflächen mit einzelnen Steinen und Steinfeldern sowie riffartig ausgeprägten Steingürteln hindurch (Reliktsedimente). Am markantesten sind solche Riffgirlanden im östlich von Helgoland gelegenen Steingrund (SCHULZ et al., 1983) und in Teilbereichen der Osthänge des Elbe-Urstromtales ausgeprägt.

Ein weiterer, den Meeresgrund prägender Moränenrest ist im Borkum-Riffgrund im Südwesten der Deutschen Bucht zu finden (MEYER-ABICH, 1949). Nach bisherigen Untersuchungen sind auch hier Reliktsedimente mit Grobsanden, Kiesen und Steinen anzutreffen, allerdings nicht so markant wie in den typischen Riffausprägungen östlich des Elbe-Urstromtales.

In allen anderen Bereichen der Deutschen Bucht und der Übergangsbereiche zur Doggerbank finden sich aufgearbeitete marine, in geringem Ausmaß auch von Flüssen eingetragene terrigene Sedimente (letztere v.a. im Schlickgebiet zwischen Elbemündung und Helgoland).

Marine schlickig-feinsandige Sedimente finden sich auch in den bis über 70 m tiefen untersuchten Gebieten im Norden der Doggerbank, während auf dem deutschen AWZ-Teil der Bank selbst vor allem feine Sande angetroffen werden, z.T. auch durchgemengt mit viel Schill von überwiegend kleineren Muscheln.

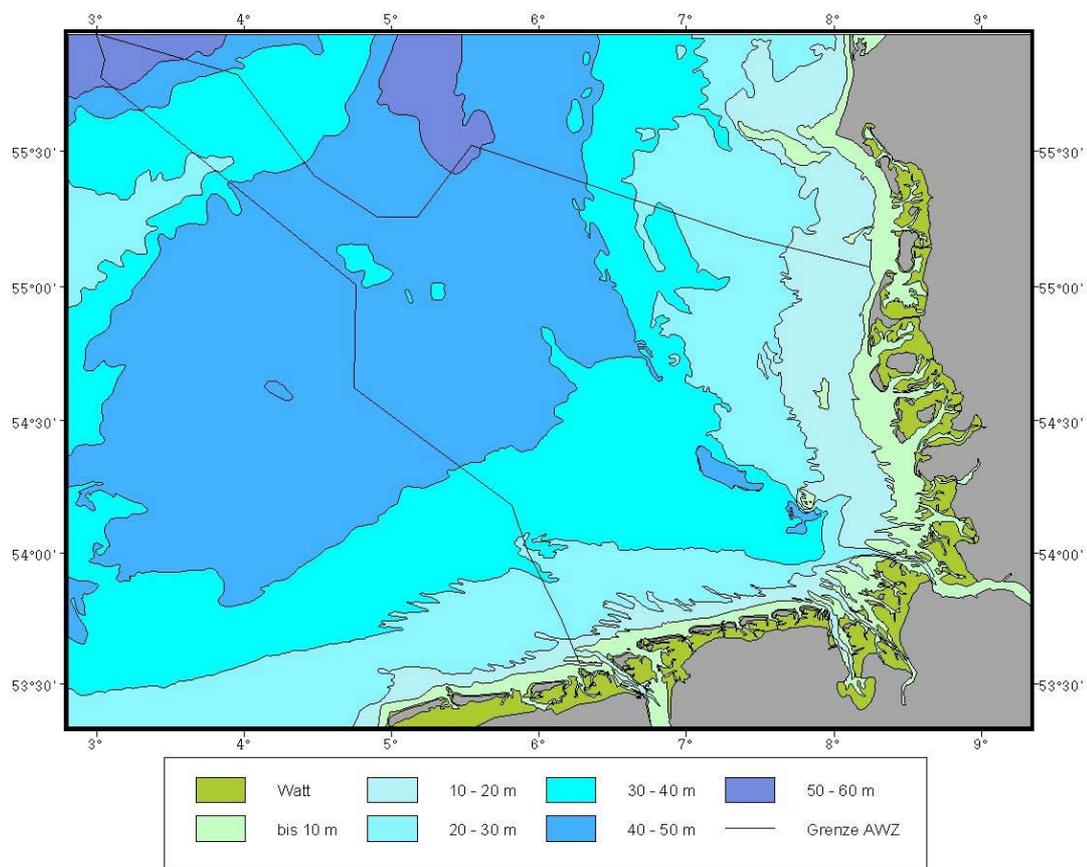


Abb. 3: Tiefenkarte der südöstlichen Nordsee (Zusammenstellung AWI, nach BSH-Daten)

Für die Benthosbesiedlung sind neben den oben kurz skizzierten Bodenverhältnissen vor allem die Wassertiefen wichtig (Abb. 3). Alle außerhalb des Elbe-Urstromtales gelegenen Bereiche der Deutschen Bucht sind auf Grund der geringen Tiefen, der starken Windeinflüsse und der Gezeitenströme regelmäßig gut bis zum Boden durchmischt. Nur bei ausgeprägten Schönwetter- und Ostwindlagen können einige Tage bis Wochen lang Schichtungen und Stagnationen vorkommen, die auch schon zu auffälligen Sauerstoffmangelsituationen und Schädigungen des Benthos geführt haben (RACHOR & ALBRECHT, 1983; VON WESTERNHAGEN et al., 1986). In den tieferen Bereichen des äußeren Elbe-Urstromtales sowie vor allem nördlich und südlich der Doggerbank sind im Sommer permanente Wasserschichtungen vorhanden, die die Wärme- und Sauerstoffzufuhr aus dem Oberflächenwasser zum Boden einschränken. Auf der flacheren Doggerbank selbst ist das Wasser wie in der flachen Deutschen Bucht meistens durchmischt (KRÖNCKE & KNUST, 1995).

Die Strömungen in der südöstlichen Nordsee sind außer durch die Morphologie durch Gezeiten- und Windeinflüsse geprägt und können zeitweise sehr stark sein. Der die großräumige Zirkulation charakterisierende Reststrom (Wasserversetzung nach Abzug der Gezeiten) zieht in der Regel von Westen im Gegenuhrzeigersinn durch die Deutsche Bucht, was für die weiträumige Verfrachtung von pelagischen Larven wichtig ist. Eine Gesamtschau der Verhältnisse wird von MITTELSTAEDT et al. (1983) gegeben (s. auch BECKER, 1990, 2003).

Vor den Mündungen von Elbe und Weser sind häufig starke Salinitätsgradienten im Wasser vorhanden (GOEDECKE, 1968). Das Wasser der eigentlichen AWZ ist jedoch voll marin (euhalin), mit etwas zunehmendem Salzgehalt Richtung Doggerbank. Alle in diesem Projekt untersuchten Bereiche sind somit marin (nicht brackig).

Eutrophierende Einflüsse vor allem aus den fluss-beeinflussten engeren Küstengewässern sind auch in der AWZ festgestellt worden (s. BROCKMANN et al., 2003, RACHOR & SCHRÖDER, 2003).

Ein weiteres anthropogenes starkes Störungselement im Untersuchungsraum stellt die fast flächendeckende Bodenfischerei dar (s. GROENEWOLD & BERGMAN, 2003).

4. Ergebnisse

4.1 Standortverhältnisse und Lebensraumtypen

Wie im Kapitel 3 schon dargelegt, werden die für das Zoobenthos wichtigen Standortverhältnisse im Untersuchungsraum vor allem durch die Boden-Morphologie (d.h. vor allem die Wassertiefen), die Bodenstruktur (Korngrößen des Substrats), die Hydrographie (Strömungen und Salzgehaltsverteilungen) und den Küstenabstand bestimmt. Hinzu kommen die trophischen Bedingungen (die von anorganischer Nährstoffversorgung, Lichtverhältnissen, Primärproduktion und advektiven Zufuhren abhängen und am Boden stark mit der Sediment-Korngrößen korreliert sind) sowie biologische Bedingungen (z.B. Vorhandensein strukturbildender, substratbeeinflussender und das Nahrungsgefüge kontrollierender Organismen). Die meisten dieser Einflüsse sind miteinander korreliert und oft in ihrer Bedeutung schwer zu trennen (z.B. Küstenabstand; Salinitätsverhältnisse und Wassertiefe in der Deutschen Bucht).

Eine entsprechende Gesamtschau ergibt sich erst durch die Identifizierung von Lebensgemeinschaften (s. nachfolgende Kapitel). Hier soll deshalb vorab nur auf die besonders wichtigen abiotischen Standortverhältnisse und auf ausgewählte Lebensraumtypen eingegangen werden, und zwar gemäß einer hiermit zur Diskussion gestellten Gliederung des Gesamtgebietes der AWZ und Küstengewässer in folgende naturräumliche Einheiten (Abb. 4):

- A Östliche Deutsche Bucht,
- B Innere Deutsche Bucht (Helgoländer Bucht mit Helgoland),
- C Südwestliche Deutsche Bucht,
- D Nordwestliche Deutsche Bucht,
- E Elbe-Urstromtal
- F Übergangsbereiche zwischen Deutscher Bucht und Doggerbank
- G Doggerbank
- H Zentrale Nordsee nördlich der Doggerbank.

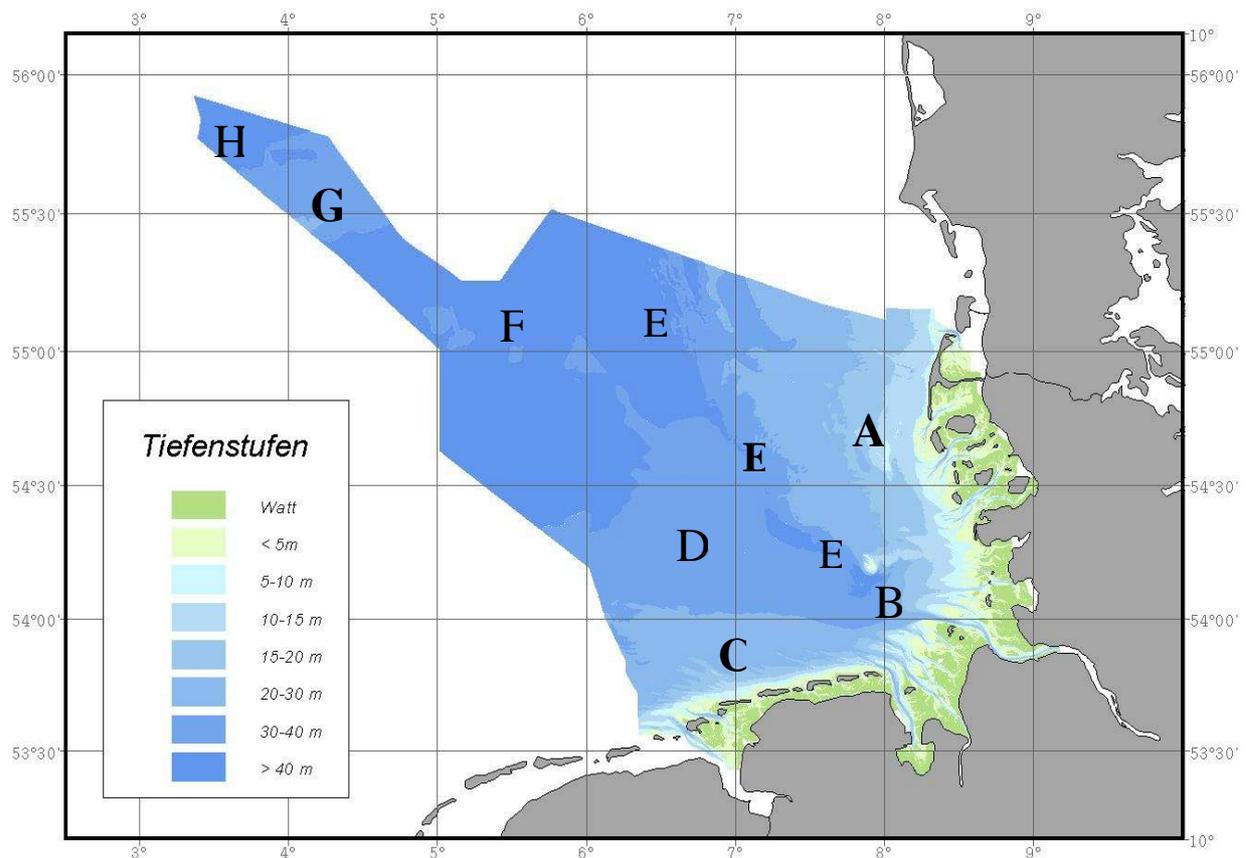


Abb. 4: Naturräumliche Einheiten im Untersuchungsgebiet

In diesen naturräumlichen Einheiten finden sich tiefen- und sedimentabhängig sowie mit zunehmendem Küstenabstand folgende Lebensräume; auf entsprechende FFH- und EUNIS-Lebensraumtypen wird verwiesen (bei EUNIS: Stand 2/2002):

Östliche Deutsche Bucht (A)

1. vom Küstenmeer in die vorgelagerten nordfriesischen AWZ-Bereiche sich ausdehnende flache, seewärts stetig tiefer werdende Sandbereiche (vorwiegend feinsandig)
EUNIS-Klasse A4.2 (sublitorale Sande und schlickige Sande).
2. in diese Bereiche eingelagerte Sandbänke (fein- bis grobsandig; Beispiel: Amrumbank) und „Sandriffe“/„Sandriffbögen“ (küstennah, in der Regel fein- bis mittelsandig)
EUNIS-Klasse A4.2 (sublitorale Sande und schlickige Sande); FFH-Code 1110 (Sandbank).
3. Bänke innerhalb der Sandgebiete, die Reste saalezeitlicher Moränen darstellen und neben sandigen Restsedimenten (Sandbank-Lebensräumen) - sowie kleinräumig - auch sehr feinen, schlickhaltigen Substraten in der Regel auch Reliktsubstrate aus Kies und Steinen aufweisen. Hier kommen unterschiedlich ausgeprägte Steinfelder

(riffartige Lebensräume) und Steinriffe vor. Solche Bänke stellen somit ökologisch äußerst vielfältige und wertvolle Lebensraumkomplexe dar. Im nordfriesischen Bereich (A) sind riffartige Bildungen vor allem am Westrand ausgebildet, wo die Sandregionen zum Elbe-Urstromtal steiler abfallen. Ein sehr eindrucksvoller Steinriff-Biotopkomplex ist zudem der Helgoländer Steingrund östlich der Helgoland-Inseln. EUNIS-Klassen A3.6 (circalitorale Felsen/Steinansammlungen, die moderaten Seegangs- und Strömungseinflüssen ausgesetzt sind), A4.1 (sublitorale „mobile“ kleine Steine/Kiesel, Kiese und Grobsande) und A4.2 (sublitorale Sande und schlickige Sande); FFH-Codes 1110 (Sandbank) und 1170 (Riff).

Innere Deutsche Bucht / Helgoländer Bucht (B):

Sonderlebensräume wie die Helgoländer Tiefe Rinne

(EUNIS-Klasse A4.4, sublitorale Mischsedimente/„Kombinationssedimente“)

und das Schlickgebiet der inneren Deutschen Bucht

(EUNIS-Klasse A4.3, sublitorale Schlickbiotop)

sowie die verschiedenen Lebensstätten (vor allem Felsbiotop) von Helgoland und seinem Sockel.

Südwestliche Deutsche Bucht (C):

1. vom Küstenmeer in die vorgelagerten ostfriesischen AWZ-Bereiche sich ausdehnende flache, seewärts stetig tiefer werdende Sandbereiche (vorwiegend feinsandig)

EUNIS-Klasse A4.2 (sublitorale Sande und schlickige Sande).

2. in diese Bereiche eingelagerte Sandbänke (fein- bis grobsandig; Beispiel: Borkum-Riffgrund) und „Sandriffe“/„Sandriffbögen“ (küstennah, in der Regel fein- bis mittelsandig)

EUNIS-Klasse A4.2 (sublitorale Sande und schlickige Sande); FFH-Code 1110 (Sandbank).

3. Bänke innerhalb der Sandgebiete, die Reste saalezeitlicher Moränen darstellen. Neben sandigen Restsedimenten (Sandbank-Lebensräumen) und kleinräumig eingestreuten, sehr feinen, schlickhaltigen Substraten weisen diese in der Regel auch Reliktsubstrate aus Kies und Steinen auf. Hier kommen unterschiedlich ausgeprägte Steinfelder (riffartige Lebensräume) vor. Solche Bänke stellen somit ökologisch äußerst vielfältige und wertvolle Sandbankbiotop-Komplexe dar. Im Bereich (C) sind kleine, riffartige Bildungen vor allem auf dem Borkum-Riffgrund anzutreffen EUNIS-Klassen A3.6 (circalitorale Felsen/Steinansammlungen, die moderaten Seegangs- und Strömungseinflüssen ausgesetzt sind), A4.1 (sublitorale „mobile“ kleine Steine/Kiesel, Kiese und Grobsande) und A4.2 (sublitorale Sande und schlickige Sande); FFH-Codes 1110 (Sandbank) und – fragmentarisch -1170 (Riff).

Im ostfriesischen Küstenvorfeld ist der Borkum-Riffgrund ein einzigartiger derartiger Moränenbank-Komplex.

Nordwestliche Deutsche Bucht (D):

Schlickige bis schlicksandige, z.T. fein- bis feinstsandige Gebiete in den an das Elbe-Urstromtal nordwestlich anschließenden Gebieten;

EUNIS-Klassen A4.2 (sublitorale Sande und schlickige Sande) und A4.3 (sublitorale Schlickbiotop).

Elbe-Urstromtal (E):

Schlickige bis schlicksandige, z.T. feinstsandige Gebiete im ca. 40 m tiefen Elbe-Urstromtal, dessen Osthang relativ steil ausgeprägt ist und Züge von Moränenresten (Reliktsedimenten) aufweist (s. A – 3.);

EUNIS-Klassen A4.2 (sublitorale Sande und schlickige Sande) und A4.3 (sublitorale Schlickbiotop).

Übergangsbereiche zwischen Deutscher Bucht und Doggerbank (F):

Schlickige bis schlicksandige, z.T. fein- bis feinstsandige Gebiete südlich der Doggerbank; Wasser im Sommer oft mit Temperaturschichtung;

EUNIS-Klassen A4.2 (sublitorale Sande und schlickige Sande) und A4.3 (sublitorale Schlickbiotop).

Doggerbank (G):

die sandige Doggerbank (Feinsande bis gelegentlich Mittelsande, in der Regel schillhaltig); Wasser auch im Sommer selten durchgehend geschichtet;

EUNIS-Klasse A4.2 (sublitorale Sande und schlickige Sande), FFH-Code 1110 (Sandbank)

Zentrale Nordsee nördlich der Doggerbank (H):

Zentrale Nordsee-Übergangszone (schlickig-sandige Lebensräume in Tiefen > 40 m nördlich der Doggerbank); Wasser im Sommer mit Temperaturschichtung;

EUNIS-Klasse A4.2 (sublitorale Sande und schlickige Sande).

Auf der nachfolgenden Seite sind die Sedimentverhältnisse im Untersuchungsraum dargestellt (Abb. 5)

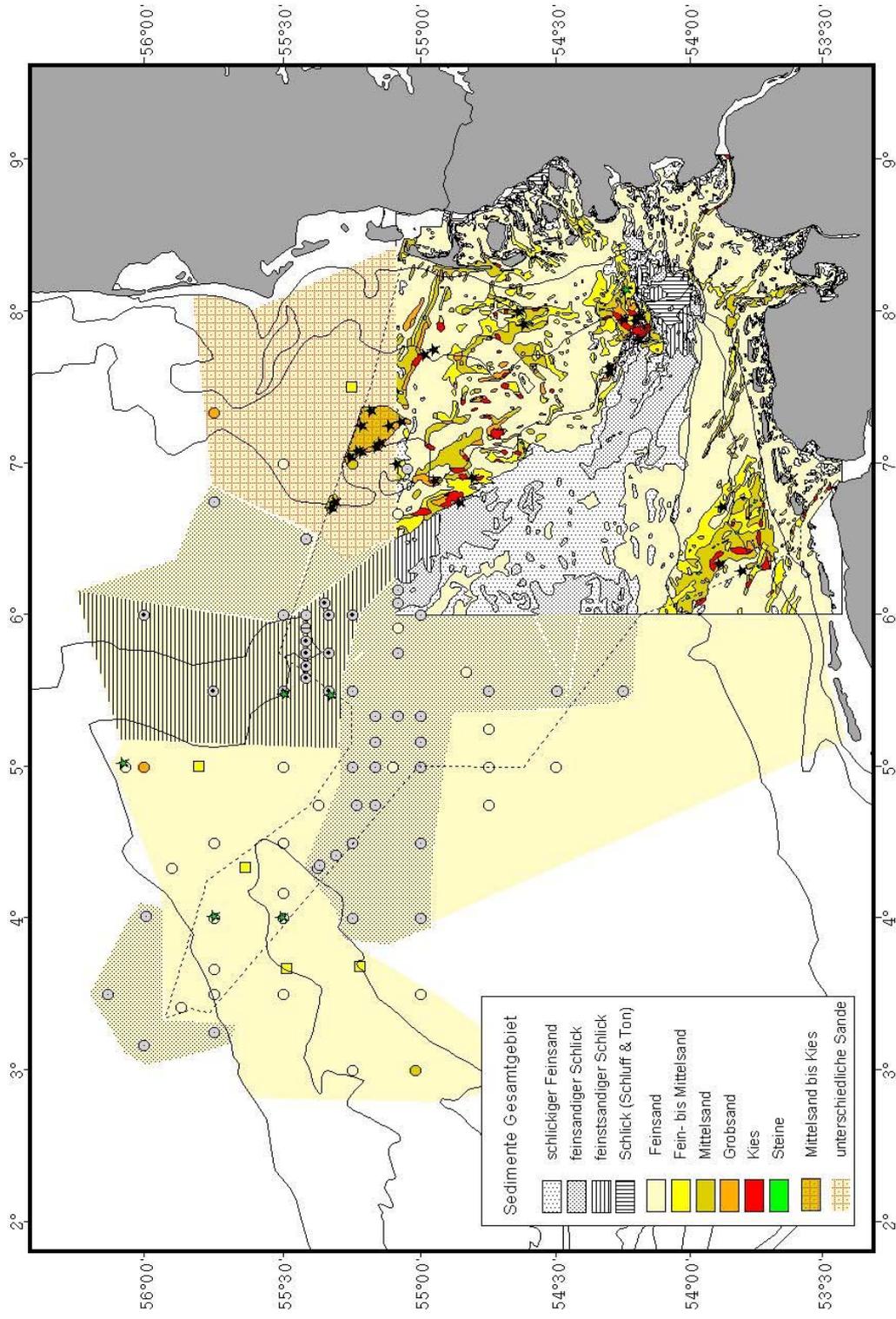


Abb. 5: Sedimentkarte des Untersuchungsraumes: Deutsche Bucht nach Figge (1981), zusammengestellt durch A. Schäfer-Pinto, Arbeitsgruppe M. Schlüter, AWI. Außerhalb des von Figge erfassten Bereichs sind die Sedimentverhältnisse anhand eigener Befunde sowie gemäß Darstellungen in anderen Sedimentkarten (Fischereikarten, Quartärkarte Nordsee (s. Abb. 2), niederländische geologische Karten) angedeutet. Eigene Steinfunde (auch indirekte anhand der Fauna) sind durch * markiert.

4.2 Die Bodenfauna in der deutschen Nordsee-AWZ und angrenzenden Gebieten



Abb. 6. Foto vom Boden einer „Feinsand-Dauerstation“ in der Deutschen Bucht (I. Suck, AWI). Das Bild zeigt, dass in einer ansonsten recht homogenen Feinsandfläche mit Rippeln (unten) durchaus einzelne Steinanhäufungen vorkommen können, die eine typische Epifauna mit Seesternen, Seenenken und Taschenkrebse aufweisen.

A. Rückblick:

Anhand der Auswertung von Literatur- und Archivdaten können folgende allgemeine Aussagen zur Makrofauna getroffen werden:

Generell ist die Endofauna in Korrelation zu Wassertiefe und Sediment verteilt. Das von SALZWEDEL et al. (1985) und im Grundsatz schon von HAGMEIER (1925) beschriebene Verteilungsmuster der Bodentiergemeinschaften (Abb. 7) wurde immer wieder bestätigt, wengleich es untersuchungs-(zeit-)abhängige Unterschiede in Dominanzverhältnissen und im Vorkommen einzelner Arten sowie in kleinräumigen Details gibt.

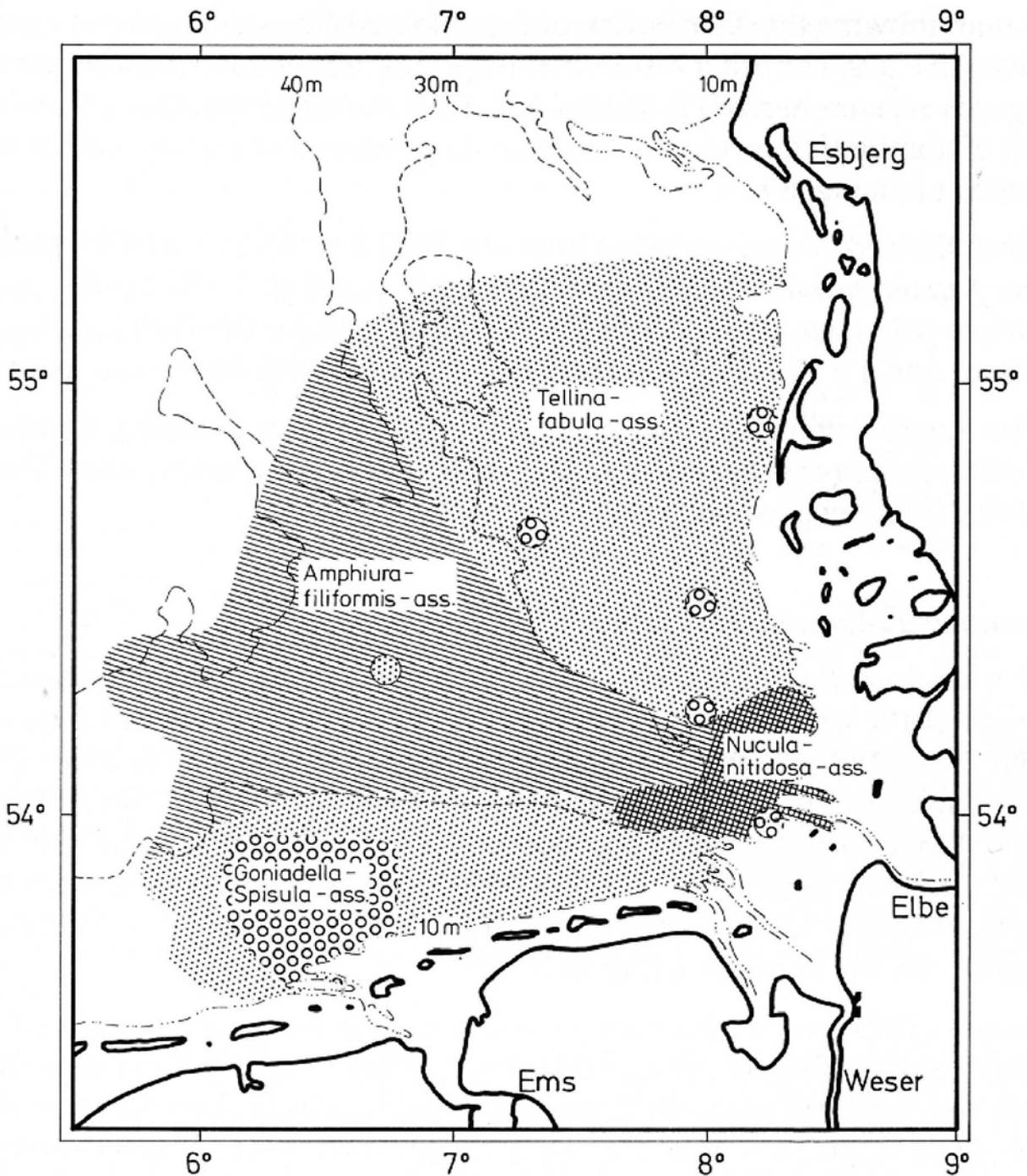


Abb. 7: Bodentiergemeinschaften (Makro-Endofauna) der Deutschen Bucht nach SALZWEDEL et al. (1985). Die Grobsand-Gemeinschaften sind vor allem in der östlichen Deutschen Bucht unzureichend erfasst.

Die Gesamtverteilung benthischer Endofauna-Gemeinschaften in der Nordsee auf der Grundlage einer durch die Benthos-Ecology-Working-Group des ICES koordinierten und im Jahre 1986 durchgeführten Kartierung ist bei KÜNITZER et al. (1992) beschrieben (Abb. 8 a und b). Es wurde eine deutliche Süd-Nord-Zonierung gefunden (s. auch HEIP et al., 1992), die im wesentlichen durch die Wassertiefen und die damit zusammenhängenden Temperatur- und Schichtungsverhältnisse bedingt ist (s. auch GLÉMAREC, 1973). Innerhalb dieser großräumigen Zonierung wird die Verteilung der Gemeinschaften vorwiegend durch die Sedimente bestimmt (Abb. 8 a, deposits).

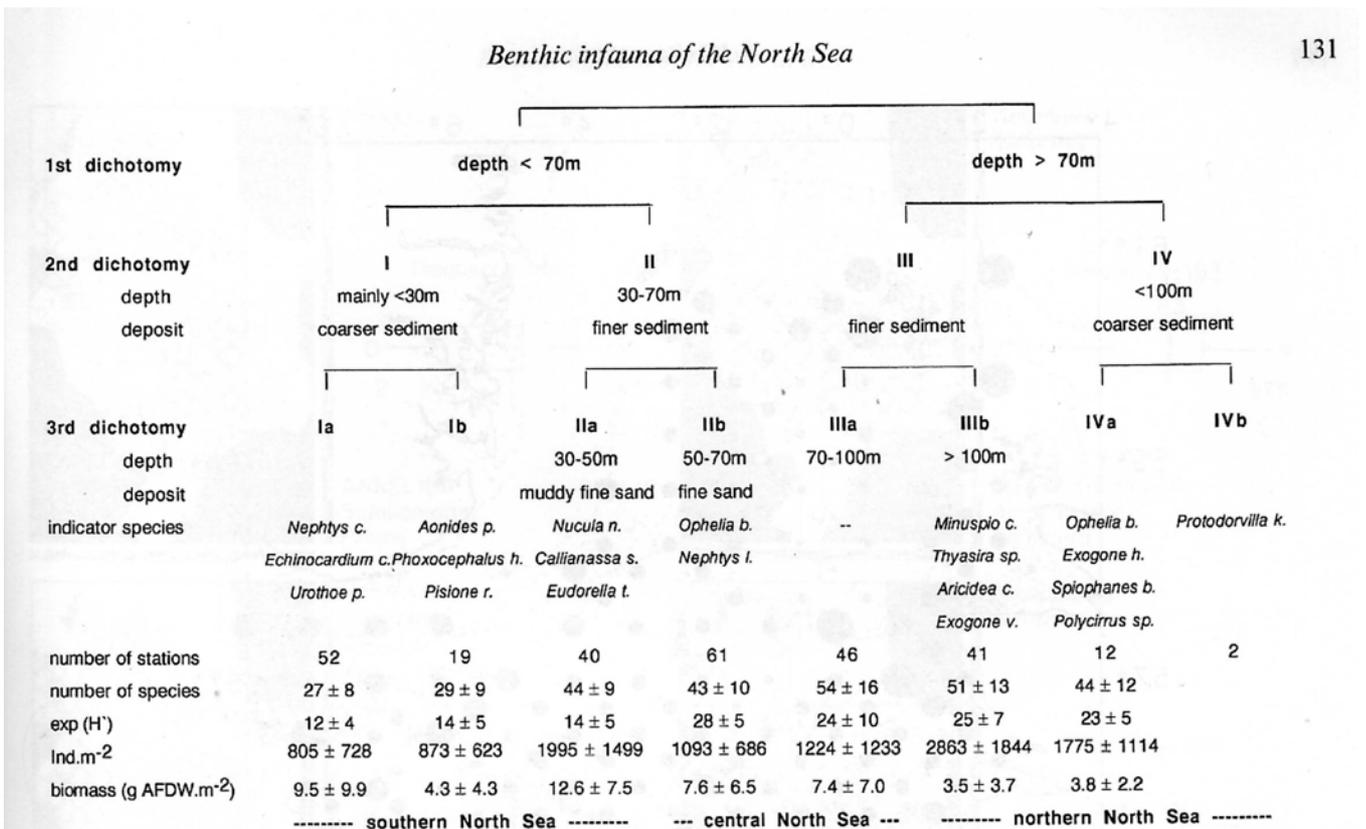


Figure 5. Scheme of TWINSPAN classification (species abundance data), showing the environmental and biotic parameters (mean ± s.d.) of the assemblages and the indicator species.

Abb. 8 a: Schema der tiefen- und sedimentabhängigen Verteilung der Makro-Endofauna in der Nordsee (aus KÜNITZER et. al., 1992)

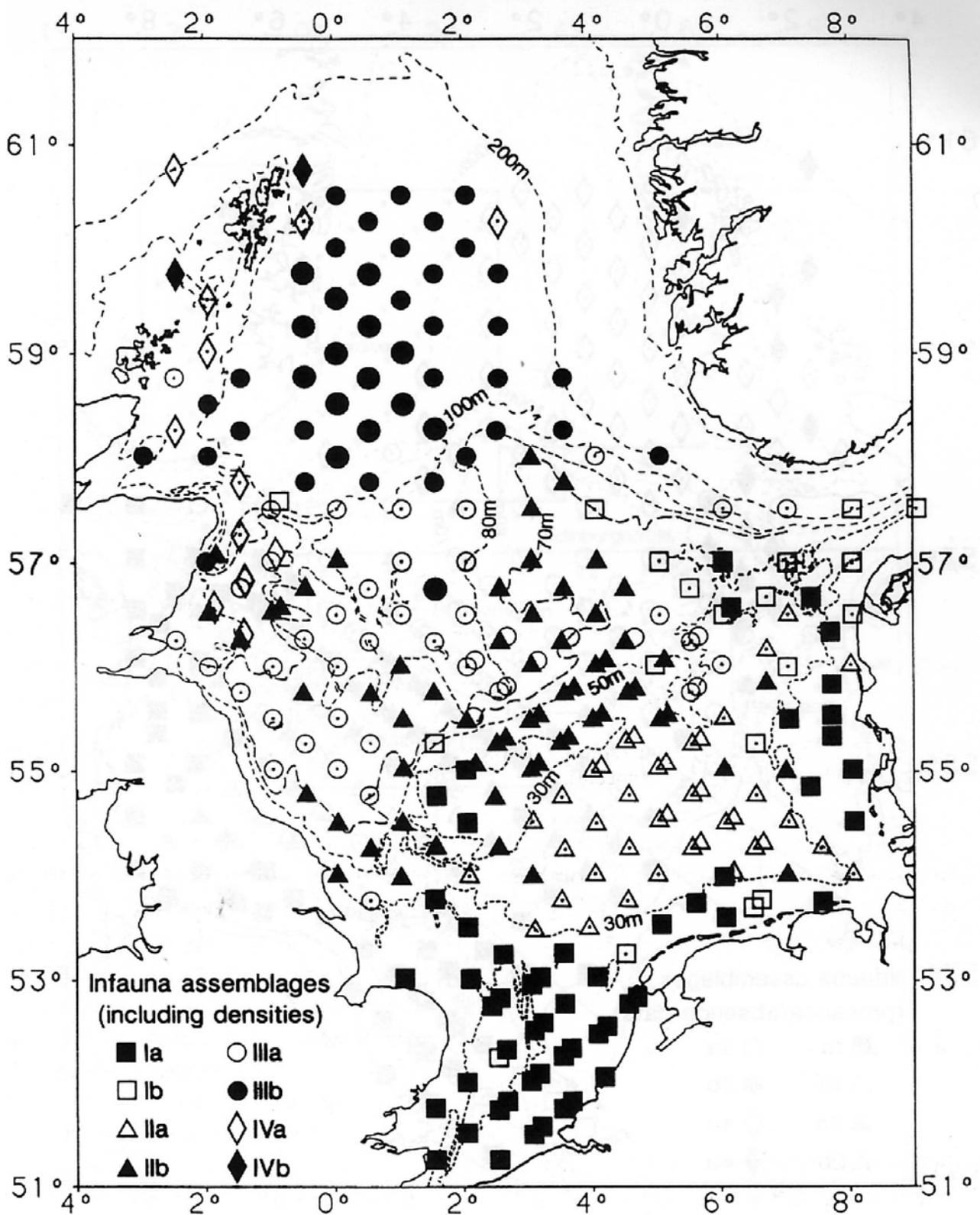


Abb. 8 b: Endofauna-Gemeinschaften der Nordsee nach KÜNITZER et al. (1992). Details (Symbol-Erläuterungen) sind in Abb. 8 a aufgeführt.

Bei Epifauna-Untersuchungen v.a. mit Baumkurrenfängen zeigen sich ähnliche, aber gröbere Süd-Nord-Muster (z.B. ZÜHLKE et al., 2001; JENNINGS et al., 1999, sowie DYER et al., 1983). Allerdings deuten sich hierbei (vor allem bei der Betrachtung einzelner Arten) auch zoogeographische Unterschiede zwischen westlicher und nordöstlicher Deutscher Bucht sowie starke zoogeographische N-S-Gradienten im Bereich der Doggerbank an (solche Gradienten und Unterschiede sind für die Echinodermen bei URSIN (1960) eingehend beschrieben).

B. Die Bodenfauna - Verhältnisse im Jahre 2000:

Abbildung 9 gibt einen Überblick über das Artenspektrum, das im Mai/Juni 2000 erfasst wurde. Insgesamt wurden mit van-Veen-Greiferproben an 181 Stationen und mit zusätzlichen 79 Baumkurrenhols 483 Taxa (davon 361 Arten) der Endo- und Epifauna einschließlich der Fische gefunden (zusammen mit den Grundslepp-netzfängen und optischen Erfassungen wurden 47 Fischarten ermittelt, d.h. zusätzliche 20 Arten).

Die Gruppen der Polychaeta (34% der Taxa), Crustacea (26%) und der Mollusca (20%) machen den größten Anteil aus. Auf die Chordata entfallen 6% (v.a. Fische), auf die Cnidaria und Echinodermata jeweils 5%, und die Bryozoa sind mit 1% vertreten. Unter „Sonstige“ (mit einem Anteil von 3%) sind die Foraminifera, Porifera, Plathelminthes, Nemertini, Sipuncula, Echiurida, Pantopoda, Oligochaeta, Phoronida und Hemichordata zusammengefasst.

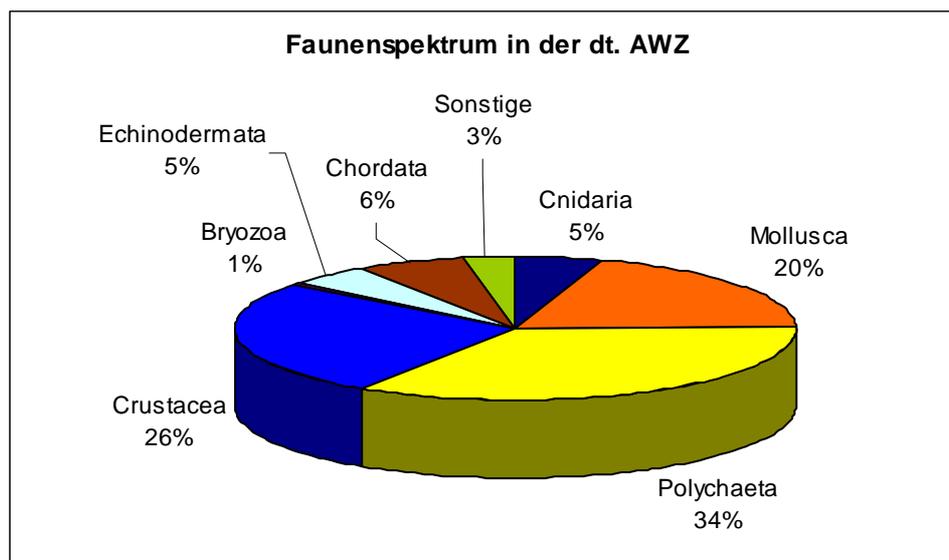


Abb. 9: Artenspektrum der Bodenfauna in der deutschen Nordsee-AWZ im Mai/Juni 2000 nach Großgruppen.

In Tabelle 2 ist die Gesamtanzahl der Taxa und der Arten aufgeführt, so wie sie sich auf die Großgruppen verteilen.

Tab. 2: Gesamtanzahl der Taxa und Arten von Mai/Juni 2000 nach Großgruppen für die deutsche Nordsee-AWZ.

Großgruppen	Anzahl Taxa	Anzahl identifizierter Arten
Cnidaria	21	15
Mollusca	96	66
Polychaeta	166	129
Crustacea	126	101
Bryozoa	5	4
Echinodermata	23	17
Chordata	29	25
Sonstige	17	4
gesamt	483	361

Zur genaueren Übersicht ist in Tabelle 3 die Gesamtartenliste (2000) der endo- und epibenthischen Fauna für die deutsche Nordsee-AWZ aufgeführt.

Tab. 3: Gesamtartenliste deutsche Nordsee-AWZ und Umgebung (Erfassung im Jahre 2000)
aus den Greiferproben (vV) und den Baumkurrenfängen (Bk)

Gruppe	Art / Taxon	Gerät		Gemeinschaften								Rote-Liste-Status
		v V	Bk	Af	Nn	Mb	GS	Ff	BF	zNS	TR	
FORAMINIFERA	<i>Astrorhiza limocola</i> SANDAHL 1858	vV	Bk				0+2				2	
PORIFERA	<i>Halichondria panicea</i> (PALLAS 1766)		Bk	0+1								3
	Porifera spp.		Bk	0+1								
CNIDARIA												
Anthozoa	<i>Alcyonium digitatum</i> LINNÉ 1758		Bk				(+)	0+1	0+1		0+1	2
	<i>Alcyonium glomeratum</i> (HASSALL 1843)		Bk					0+1				#
	<i>Alcyonium</i> spp.		Bk				0+1					
	Anthozoa spp. (Actinaria)	vV	Bk	3+4	4+1	3	1+1	1	1	1	2+2	
	<i>Cerianthus lloydii</i> GOSSE 1859	vV		26	7	1	5	11	16	5	3	
	<i>Edwardsia</i> spp.	vV		20	4	0	0	10	13	3	3	
	<i>Metridium senile</i> (LINNÉ 1761)		Bk	0+1			0+1	0+3				G
	<i>Virgularia mirabilis</i> (O.F. MUELLER 1774)	vV								1		
Hydrozoa	<i>Bougainvillia britannica</i> (FORBES 1841)	vV		1								
	<i>Bougainvillia</i> spp.	vV		2								
	<i>Corymorpha nutans</i> M. SARS 1835	vV	Bk	4	1		2+2	3	2			G
	<i>Hydractinia echinata</i> (FLEMING 1828)		Bk		0+1			0+1				
	Hydrozoa spp.	vV		15				2	2			
	<i>Laomedea flexuosa</i> ALDER 1857	vV									1	

Gruppe	Art / Taxon	vV	Bk	Af	Nn	Mb	GS	Ff	BF	zNS	TR	RL-Status
	<i>Obelia bidentata</i> CLARKE 1875	vV									1	
	<i>Obelia longissima</i> (PALLAS 1766)	vV	Bk	0+1	1						1	
	<i>Opercularella lacerata</i> (JOHNSTON 1847)	vV		1								
	<i>Sertularia cupressina</i> LINNÉ 1758		Bk	0+2			0+2	0+1				3
	<i>Tubularia bellis</i> ALLMAN 1865	vV									1	
	<i>Tubularia indivisa</i> LINNÉ 1758	vV									1	
	<i>Tubularia</i> spp.	vV						2	6	1	1	
PLATHELMINTHES	Plathelminthes spp.	vV	9	1						2		
NEMERTINI	Nemertini sp. I ("mit rotem Ring")	vV		17	5		2	13	12	1	1	
	Nemertini spp.	vV		42	18	3	9	32	20	5	2	
	Cerebratulidae spp.	vV		1						2		
MOLLUSCA												
	Caudofoveata											
	Caudofoveata spp.	vV		11					1	6		
	<i>Chaetoderma nitidulum</i> LOVÉN 1844	vV		6								#
	Polyplacophora											
	<i>Leptochiton cancellatus</i> (G.B. SOWERBY II 1840)		Bk								0+1	G
	Gastropoda											
	Acheliidae spp.	vV									1	
	<i>Acteon tornatilis</i> (LINNÉ 1758)	vV	Bk	2+1	1+1				4			
	<i>Aeolidia papillosa</i> (LINNÉ 1761)		Bk			0+1						R
	Aeolidiacea sp.	vV							1			
	<i>Aporrhais pespelecani</i> (LINNÉ 1758)		Bk	0+8	0+5			0+2				G
	<i>Brachystomia</i> cf. <i>rissoides</i> (HANLEY 1844)	vV		3								
	<i>Brachystomia</i> sp.	vV		1								
	<i>Buccinum undatum</i> LINNÉ 1758	vV	Bk	2+11	0+3		0+2	0+3	3+1		0+2	2
	<i>Chrysallida</i> spp.	vV		1					1			

Gruppe	Art / Taxon	vV	Bk	Af	Nn	Mb	GS	Ff	BF	zNS	TR	RL-Status
	<i>Colus gracilis</i> (DA COSTA 1778)		Bk	0+1								
	<i>Colus jeffreysianus</i> (P. FISCHER 1868)	vV		1							2	
	<i>Cylichna alba</i> (BROWN 1827)	vV		3	1							
	<i>Cylichna cylindracea</i> (PENNANT 1777)	vV		40	4			1	8	4	1	
	<i>Cylichna</i> spp.	vV		2	1			2				
	<i>Epitonium clathrus</i> (LINNÉ 1758)		Bk	0+1	0+1							G
	Eulimidae spp.	vV		16				1	5	2		
	<i>Euspira catena</i> (DA COSTA 1778)		Bk	0+4	0+2		0+1	0+7	0+4			
	<i>Gibbula</i> sp.	vV	Bk								1+1	#
	<i>Hyala vitrea</i> (MONTAGU 1803)	vV		1	2							
	<i>Hydrobia neglecta</i> (MUUS 1963)	vV		1								
	<i>Melanella alba</i> (DA COSTA 1778)	vV		1								
	<i>Neptunea antiqua</i> (LINNÉ 1758)		Bk	0+1								2
	Nudibranchia spp.	vV									1	
	<i>Oenopota turricula</i> (MONTAGU 1803)	vV							1			
	Opisthobranchia spp.	vV		1					2			
	<i>Philine scabra</i> (O.F. MÜLLER 1784)	vV		1								
	<i>Philine</i> spp.	vV		10	2			1	14	4	1	
	<i>Polinices montagui</i> (FORBES 1838)	vV						1	2	1		
	<i>Polinices pulchellus</i> (RISSO 1826)	vV	Bk	38+7	22+9		7+7	23+9	21+1	1	1	
	Prosobranchia spp.	vV		1								
	<i>Raphitoma</i> spp.		Bk		0+1							
	<i>Retusa</i> sp.	vV		2					10	2		
	<i>Rissoella</i> sp.	vV		3	1							
	<i>Roxania utriculus</i> (BROCCHI 1814)	vV		2						1		
	<i>Turbonilla acuta</i> (DONOVAN 1804)	vV							1			
	<i>Turritella communis</i> RISSO 1826	vV	Bk	2+9	0+3							G
Cephalopoda	<i>Allotheuthis subulata</i> (LAMARCK 1798)		Bk				0+1					
Bivalvia	<i>Abra alba</i> (W. WOOD 1802)	vV	Bk	8+2	17+5	6+2		7+1			2	

Gruppe	Art / Taxon	vV	Bk	Af	Nn	Mb	GS	Ff	BF	zNS	TR	RL-Status
	<i>Abra nitida</i> (O.F. MÜLLER 1776)	vV	Bk	14	10		1		1		+1	G *
	<i>Abra</i> spp.	vV		24	9	2		1	8	4		
	<i>Abra prismatica</i> (MONTAGU 1808)	vV		3					6	5		
	<i>Acanthocardia echinata</i> (LINNÉ 1758)	vV	Bk	1+5	0+1				1			G
	<i>Acanthocardia</i> spp.	vV		13					4			
	<i>Angulus tenuis</i> (DA COSTA 1778)	vV		2	2		9	2				3
	<i>Arctica islandica</i> (LINNÉ 1767)	vV		2					3	2		3 #
	Cardiidae sp.	vV				1						
	<i>Chamelea gallina</i> (LINNÉ 1758)	vV	Bk	0+10	0+3		0+1	0+2	0+1			#
	<i>Cochlodesma praetenuae</i> (PULTENEY 1799)	vV					2		1			
	<i>Corbula gibba</i> (OLIVI 1792)	vV	Bk	36+7	16+6			11	2			G *
	<i>Donax vittatus</i> (DA COSTA 1778)	vV					1	1				
	<i>Dosinia</i> spp.	vV	Bk	14	1		5+1	2	28	1		
	<i>Ensis americanus</i> (GOULD IN BINNEY 1870)	vV	Bk		1	7	1					
	<i>Ensis arcuatus</i> (JEFFREYS 1865)	vV				0+2	4					#
	<i>Ensis ensis</i> (LINNÉ 1758)	vV	Bk	0+1			1	2+2	6+2			3
	<i>Ensis siliqua</i> (LINNÉ 1758)	vV	Bk					1	0+1			#
	<i>Ensis</i> spp.	vV	Bk		1	1	2+1	2				
	<i>Fabulina fabula</i> (GMELIN 1791)	vV	Bk	11	17	8	2+1	38+2	18			
	<i>Gari fervensis</i> (GMELIN 1791)	vV	Bk	2			1+1		12	1		
	<i>Goodallia triangularis</i> (MONTAGU 1803)	vV					3					#
	<i>Hiatella arctica</i> (LINNÉ 1767)	vV		1								
	<i>Lucinoma borealis</i> (LINNÉ 1767)	vV		2					3	2		
	<i>Lutraria lutraria</i> (LINNÉ 1758)	vV		2								#
	<i>Lutraria</i> sp.	vV		2								
	<i>Macoma balthica</i> (LINNÉ 1758)	vV				4		1				
	<i>Mactra</i> spp.	vV				5						
	<i>Mactra stultorum</i> (LINNÉ 1758)	vV	Bk		0+1		0+1	0+4				3
	<i>Moerella pygmaea</i> (LOVÉN 1846)	vV					3					
	<i>Montacuta substriata</i> (MONTAGU 1808)	vV								1		

Gruppe	Art / Taxon	vV	Bk	Af	Nn	Mb	GS	Ff	BF	zNS	TR	RL-Status
	Montacutidae spp.	vV							2			
	<i>Musculus</i> spp.	vV								1		3
	<i>Mya</i> spp.	vV			1							
	<i>Mya truncata</i> LINNÉ 1758		Bk	0+1								3
	<i>Mysella bidentata</i> (MONTAGU 1803)	vV		47	17	5	3	12	17	4	1	V *
	<i>Mysia undata</i> (PENNANT 1777)	vV		4						5		
	<i>Nucula nitidosa</i> WINCKWORTH 1930	vV	Bk	37+3	22+10	3+1	0+1	6+1	1		2+1	
	Nuculidae sp.	vV		1								
	<i>Nuculoma tenuis</i> (MONTAGU 1808)	vV	Bk	21+2					3	4		
	<i>Phaxas pellucidus</i> (PENNANT 1777)	vV	Bk	30+5	19+5		1+1	10+2	10+1	3	1	G *
	<i>Spisula elliptica</i> (BROWN 1827)	vV	Bk		1		5+8	1+5	1		1	3
	<i>Spisula solida</i> (LINNÉ 1758)	vV	Bk		1		9+1	0+3	1			G
	<i>Spisula</i> spp.	vV		1	4	2	3	5				
	<i>Spisula subtruncata</i> (DA COSTA 1778)	vV	Bk		3+3		1	4+4	1			G
	<i>Tapes rhomboides</i> (PENNANT 1777)	vV					1					
	<i>Tellimya ferruginosa</i> (MONTAGU 1808)	vV		20	20	6	3	26	11	2		
	<i>Thracia</i> aff. <i>villosiuscula</i> (MACGILLIVRAY 1827)	vV					6	1				
	<i>Thracia phaseolina</i> (LAMARCK 1818)	vV		1	6		1	12	13		1	
	<i>Thracia</i> spp.	vV	Bk	7	8		9+1	11	10	1	1	
	<i>Thyasira flexuosa</i> (MONTAGU 1803)	vV		17	20			1	1	2		
	<i>Timoclea ovata</i> (PENNANT 1777)	vV	Bk								2	G
	<i>Tridonta montagui</i> (DILWYN 1817)	vV					1+1		1	2	0+1	2
	<i>Tridonta</i> spp.	vV			1							
Scaphopoda	<i>Antalis entalis</i> (LINNÉ 1758)	vV								1		
	<i>Antalis</i> spp.	vV								3		
SIPUNCULA	<i>Golfingia</i> spp.	vV	Bk	1				0+1		1		
	Golfingiidae sp.	vV		1								
	Sipuncula spp.	vV		12	2			3		2		

Gruppe	Art / Taxon	vV	Bk	Af	Nn	Mb	GS	Ff	BF	zNS	TR	RL-Status
ECHIURA	<i>Echiurus echiurus</i> (Pallas 1767)	vV		1								3
ANNELIDA												
Polychaeta	<i>Ampharete baltica</i> ELIASON 1955	vV		1							1	
	<i>Ampharete finmarchica</i> (M. SARS 1865)	vV		4	5					1	1	
	<i>Ampharete</i> spp.	vV		1				1				
	Ampharetidae spp.	vV							1	1		
	<i>Amphictene auricoma</i> (O.F. MÜLLER 1776)	vV	Bk	12+3	3				3	6	1	
	<i>Anaitides groenlandica</i> (OERSTED 1842)	vV		4	2	3	1	5	4	2		
	<i>Anaitides lineata</i> (CLAPAREDE 1870)	vV		5				3	8	3		
	<i>Anaitides mucosa</i> (OERSTED 1843)	vV						2				
	<i>Anaitides rosea</i> (MCINTOSH 1877)	vV		9				2	7			
	<i>Anaitides</i> spp.	vV		2	2		4	1				
	<i>Anobothrus gracilis</i> (MALMGREN 1865)	vV			1						1	
	<i>Antinoella sarsi</i> (MALMGREN 1867)	vV		1								
	<i>Aonides paucibranchiata</i> SOUTHERN 1914	vV		3	1	1	18	9	6	3	1	
	<i>Aphelochaeta</i> spp.	vV								2		
	<i>Aphrodita aculeata</i> LINNÉ 1758	vV	Bk	13+19	3+7	0+1		1+3	2		1+1	
	<i>Aricidea minuta</i> SOUTHWARD 1956	vV		1			1	4	7	1		G
	<i>Aricidea roberti</i> HARTLEY 1984	vV								1		
	<i>Aricidea simonae</i> LAUBIER & RAMOS 1973	vV							1	2		
	<i>Autolytus</i> sp.	vV		1								
	<i>Capitella capitata</i> (FABRICIUS 1780)	vV				2						
	<i>Capitella minima</i> LANGERHANS 1880	vV		2	1			2	1			
	<i>Capitella</i> spp.	vV		4		2		6				
	<i>Chaetopterus variopedatus</i> (RENIER 1804)	vV	Bk	12+2				1				G
	<i>Chaetozone setosa</i> MALMGREN 1867	vV		9	1				3	4		G (*)
	<i>Chaetozone</i> sp. F-group sensu PETERSEN & GARCÍA-MARTÍN	vV		33	3	1	2	29	18	4	2	(*)
	<i>Chaetozone</i> spp.	vV		4	1					1		
	<i>Chone duneri</i> MALMGREN 1867	vV		5					3	1		
	<i>Chone</i> spp.	vV							2			

Gruppe	Art / Taxon	vV	Bk	Af	Nn	Mb	GS	Ff	BF	zNS	TR	RL-Status
	Cirratulidae spp.	vV								1		
	<i>Diplocirrus glaucus</i> (MALMGREN 1867)	vV		24	2				1			
	<i>Eclysippe cf vanelli</i> (FAUVEL 1936)	vV								1		
	<i>Eteone longa</i> (FABRIZIUS 1780)	vV		1		2	1	10	12		1	
	<i>Eteone spetsbergensis</i> MALMGREN 1865	vV		1								
	<i>Eteone</i> spp.	vV						2	2			
	Eteoninae spp.	vV				1						
	<i>Eulalia</i> sp.	vV						1				
	<i>Eumida bahusiensis</i> BERGSTRÖM 1914	vV		2	1			3				
	<i>Eumida sanguinea</i> (OERSTED 1843)	vV	Bk	1	3	3	0+1	4	3			
	<i>Eumida</i> spp.	vV		1		2		6				
	<i>Eunoe nodosa</i> (M. SARS 1860)	vV			1							
	<i>Exogone hebes</i> (WEBSTER & BENEDICT 1884)	vV		1			1					
	<i>Exogone naidina</i> OERSTED 1845	vV			1				4			
	<i>Exogone</i> sp.	vV								1		
	<i>Flabelligera affinis</i> M. SARS 1829	vV									1	#
	<i>Galathowenia oculata</i> ZACHS 1922	vV		11	2			1				
	<i>Gattyana amondseni</i> (MALMGREN 1867)	vV		3	1							#
	<i>Gattyana cf amondseni</i> (MALMGREN 1868)	vV							1			
	<i>Gattyana cirrosa</i> (PALLAS 1766)	vV		18	5			1			3	
	<i>Gattyana</i> spp.	vV		2	3			1	1			
	<i>Glycera alba</i> (O.F. MÜLLER 1776)	vV		8	1			2	2	1		G *
	<i>Glycera celtica</i> und <i>G. cf. celtica</i> O'CONNOR 1987	vV					1		2			G
	<i>Glycera lapidum</i> QUATREFAGES 1866	vV		2			6	3			1	G
	<i>Glycera oxycephala</i> EHLERS 1887	vV					1					G
	<i>Glycera rouxii</i> AUDOUIN & MILNE-EDWARDS 1833	vV									1	G
	<i>Glycera</i> spp.	vV					2	1		1		G
	<i>Glycera tessellata</i> GRUBE 1863	vV							4	1		G
	<i>Glycinde normanni</i> (MALMGREN 1866)	vV		8	3		1	3	3	1	1	
	<i>Goniada maculata</i> OERSTED 1843	vV		32	5		4	28	21	6	1	

Gruppe	Art / Taxon	vV	Bk	Af	Nn	Mb	GS	Ff	BF	zNS	TR	RL-Status
	<i>Goniadella bobretzkii</i> (ANNENKOVA 1929)	vV		2		1	11	3	2			
	<i>Gyptis</i> spp.	vV					1					
	<i>Harmothoe antilopes</i> MCINTOSH 1876	vV		1								
	<i>Harmothoe glabra</i> und cf. <i>glabra</i> (MALMGREN 1865)	vV		17	4		1	2	8	1	1	
	<i>Harmothoe cf impar</i> (JOHNSTON 1839)	vV							1			(G)
	<i>Harmothoe impar</i> (JOHNSTON 1839)	vV						1			1	G
	<i>Harmothoe ljunghmani</i> (MALMGREN 1867)	vV							3			
	<i>Harmothoe</i> spp.	vV		1	2	1	1	4	8		1	
	<i>Heteromastus filiformis</i> (CLAPAREDE 1864)	vV		2								
	<i>Hypereteone foliosa</i> (QUATREFAGES 1865)	vV		1				3	1			
	<i>Laetmonice filicornis</i> KINBERG 1855	vV		1								
	<i>Lagis koreni</i> MALMGREN 1866	vV		31	15	6		14	6	1	2	G *
	<i>Lanice conchilega</i> (PALLAS 1766)	vV	Bk	29	9	2	11+1	18+1	19	4	1	
	<i>Lepidonotus squamatus</i> (LINNÉ 1758)	vV									1	
	<i>Levinsenia gracilis</i> (TAUBER 1879)	vV		8						2		G
	<i>Lumbrineris fragilis</i> (O.F. MÜLLER 1766)	vV								1		
	<i>Lumbrineris gracilis</i> (EHLERS 1868)	vV		6								
	<i>Lumbrineris latreilli</i> AUDOUIN & MILNE-EDWARDS 1833	vV		1								
	<i>Lumbrineris</i> spp.	vV			1							
	<i>Lumbrineris tetraura</i> (SCHMARDA 1861)	vV		7	1							
	<i>Magelona alleni</i> WILSON 1958	vV		13	12	1		9	2			G
	<i>Magelona cf mirabilis</i> (JOHNSTON 1865)	vV				1	1					
	<i>Magelona filiformis</i> WILSON 1959	vV		37	12	2	2	19	21	3		
	<i>Magelona johnstoni</i> FIEGE 2000	vV		21	9	5	5	38	21			
	<i>Magelona</i> spp.	vV						2				
	<i>Maldane sarsi</i> MALMGREN 1865	vV								1		
	<i>Malmgreniella cf arenicolae</i> (SAINT-JOSEPH 1888)	vV	Bk	1	2 + 1	2		3				
	<i>Malmgreniella castanea</i> (MCINTOSH 1876)	vV								1		
	<i>Malmgreniella lunulata</i> (DELLE CHIAJE 1841)	vV		1			2	4	2	2		

Gruppe	Art / Taxon	vV	Bk	Af	Nn	Mb	GS	Ff	BF	zNS	TR	RL-Status
	<i>Mediomastus fragilis</i> RASMUSSEN 1973	vV		1								
	<i>Mediomastus</i> spp.	vV			1							
	<i>Microphthalmus aberrans</i> (WEBSTER & BENEDICT 1887)	vV				1						
	<i>Myriochele</i> spp.	vV							3	5		
	<i>Nephtys assimilis</i> OERSTED 1843	vV	Bk	33	10+1	1		20	15	3	1	
	<i>Nephtys caeca</i> (FABRICIUS 1780)	vV	Bk	5+2	7+2	5	9+1	12	3	4	1	
	<i>Nephtys cirrosa</i> EHLERS 1868	vV		1			7	12	12			
	<i>Nephtys hombergii</i> SAVIGNY 1818	vV	Bk	49	24+1	8	2	28	2		1	
	<i>Nephtys incisa</i> MALMGREN 1865	vV		5								
	<i>Nephtys kersivalensis</i> MCINTOSH 1908	vV									2	#
	<i>Nephtys longosetosa</i> OERSTED 1842	vV	Bk	3			14+2	3+1	5	1		
	<i>Nephtys</i> spp.	vV	Bk	0+3	0+1		0+2	1+3		1		
	<i>Nereis</i> spp.	vV			1	1						
	<i>Nereis longissima</i> JOHNSTON 1840	vV		1	6	1	2	4	1		3	
	<i>Nereis virens</i> (M. SARS 1835)	vV			1	1	1	1				
	<i>Nicomache lumbricalis</i> (FABRICIUS 1780)	vV								1		
	<i>Notomastus latericeus</i> M SARS 1851	vV		15	9		4	7	4		1	
	<i>Ophelia limacina</i> (RATHKE 1843)	vV	Bk				18+4	15+4	9	1		
	<i>Ophelina acuminata</i> OERSTED 1843	vV	Bk	11+1	4				1		1	
	<i>Ophelina minima</i> HARTMANN-SCHRÖDER 1974	vV								1		
	<i>Ophelina modesta</i> STØP-BOWITZ 1958	vV		1								
	<i>Ophelina</i> sp.	vV		1								
	<i>Ophiodromus flexuosus</i> (DELLE CHIAJE 1827)	vV		23	6				2	2		
	<i>Orbinia sertulata</i> (SAVIGNY 1820)	vV					6					#
	<i>Owenia fusiformis</i> CHIAJE 1842	vV		24	21	1		11	8		1	
	<i>Paramphinome jeffreysii</i> (MCINTOSH 1868)	vV								4		
	Pectinariidae spp.	vV		11	3	1	1		7	4		
	<i>Pherusa piumosa</i> (O.F. MÜLLER 1776)	vV		1							1	#
	<i>Pholoe assimilis</i> OERSTED 1845	vV									1	#
	<i>Pholoe baltica</i> (FABRICIUS 1780)	vV		51	15	2		7	16	5	3	

Gruppe	Art / Taxon	vV	Bk	Af	Nn	Mb	GS	Ff	BF	zNS	TR	RL-Status
	Phyllodocidae spp.	vV						3				
	<i>Pirakia punctifera</i> (GRUBE 1860)	vV						1				
	<i>Pisione remota</i> (SOUTHERN 1914)	vV					3	1				
	<i>Podarkeopsis helgolandica</i> (HILBIG & DITTMER 1979)	vV		5	4			4	5			
	<i>Poecilochaetus serpens</i> ALLEN 1904	vV		22	6		1	10	10	4	1	
	Polychaeta spp.	vV	Bk	1			0+1					
	<i>Polycirrus medusa</i> GRUBE 1850	vV					2					
	<i>Polycirrus</i> spp.	vV								1		
	<i>Polydora</i> spp.	vV		1								
	<i>Polygordius appendiculatus</i> FRAIPONT 1887	vV					3					
	<i>Polygordius lacteus</i> SCHNEIDER 1868	vV					1	1				
	<i>Polynoe kinbergi</i> MALMGREN 1865	vV		1								
	<i>Polyphysia crassa</i> (OERSTED 1843)	vV		1								
	<i>Pomatoceros triqueter</i> (LINNÉ 1758)	vV					(+)				1	
	<i>Prionospio (Minuspio) cirrifera</i> (WIRÉN 1883)	vV		2						2		
	<i>Protodorvillea kefersteini</i> (MCINTOSH 1869)	vV				1	5	2	1			
	<i>Pseudopolydora antenata</i> CLAPARÈDE 1868	vV							1		1	#
	<i>Pseudopolydora pulchra</i> (CARAZZI 1895)	vV		12	6	2		4			1	
	<i>Pseudopolydora</i> spp.	vV									1	
	<i>Pygospio elegans</i> CLAPARÈDE 1863	vV				2		1	1			
	<i>Rhodine loveni</i> MALMGREN 1865	vV		3								
	Sabellida spp.	vV				1				1		
	<i>Scalibregma inflatum</i> RATHKE 1843	vV	Bk	4+2	18	1	1	3	4	2	3	G *
	<i>Scolelepis bonnierii</i> (MESNIL 1896)	vV		10		1	5	29	9		1	
	<i>Scolelepis foliosa</i> (AUDOUIN-MILNE-EDWARDS 1833)	vV					1	1	2			#
	<i>Scoloplos armiger</i> (O.F. MÜLLER 1776)	vV		37	3	4	9	24	13	6	1	
	<i>Sigalion mathildae</i> AUDOUIN & MILNE-EDWARDS 1830	vV		8				1	12	1		G
	<i>Sphaerodoropsis balticum</i> (REIMERS 1933)	vV		1								G
	<i>Sphaerodorum flavum</i> OERSTED 1843	vV		1	1				1		1	
	<i>Sphaerodorum gracilis</i> (RATHKE 1843)	vV			1							#

Gruppe	Art / Taxon	vV	Bk	Af	Nn	Mb	GS	Ff	BF	zNS	TR	RL-Status
	<i>Spio decorata</i> BOBRETZKY 1870	vV		6					17	3		
	<i>Spio filicornis</i> (O.F. MÜLLER 1766)	vV		11	2	2	12	19	3	1	1	
	<i>Spio gonioccephala</i> THULIN 1957	vV		2			5	3				
	<i>Spio martinensis</i> MESNIL 1896	vV				3	1	2				
	<i>Spio</i> spp.	vV		2	1		1	2	2			
	Spionida spp.	vV							1			
	<i>Spiophanes bombyx</i> (CLAPARÈDE 1870)	vV		50	22	8	7	38	21	6	1	
	<i>Spiophanes kroyeri</i> GRUBE 1860	vV		11	2				7	3		
	<i>Sthenelais limicola</i> (EHLERS 1864)	vV		43	14		1	5	17	5	1	
	<i>Streptosyllis websteri</i> SOUTHERN 1914	vV							4			G
	Terebellidae spp.	vV			1			3	2			
	<i>Terebellides stroemi</i> M. SARS 1835	vV								1		G
	<i>Tharyx killariensis</i> (SOUTHERN 1914)	vV								1		
	<i>Tomopteris helgolandica</i> GREEFF 1879	vV		2	1							
	<i>Tomopteris</i> sp.	vV			1			2				
	<i>Travisia forbesii</i> JOHNSTON 1840	vV					2	3				G
	<i>Trichobranchus roseus</i> (MALM 1874)	vV								2		
	<i>Trichobranchus</i> spp.	vV								1		
Clitellata	Oligochaeta spp.	vV		2	1							
ARTHROPODA												
Chelicerata	<i>Anaplodactylus</i> spp.	vV								1		
	<i>Anaplodactylus petiolatus</i> (KRÖYER 1844)	vV			2					2		
	Pantopoda spp.		Bk	0+1				0+1				
Crustacea Cirripedia	Balanidae spp.	vV							1			
	<i>Balanus</i> spp.	vV			2							
Decapoda	<i>Callianassa</i> spp.	vV		3	1			1			1	

Gruppe	Art / Taxon	vV	Bk	Af	Nn	Mb	GS	Ff	BF	zNS	TR	RL-Status
	<i>Callianassa subterranea</i> (MONTAGU 1808)	vV		9	2					1		?
	<i>Cancer pagurus</i> LINNE 1758	vV	Bk			0+1	0+2	0+1			0+2	
	<i>Carcinus maenas</i> (LINNE 1758)		Bk			0+1						
	<i>Corystes cassivelaunus</i> (PENNANT 1777)	vV	Bk	15+22	5+11		0+3	2+12	7+5	1		
	<i>Crangon allmani</i> KINAHAN 1857		Bk	0+5	0+5	0+2	0+7	0+5	0+1		0+1	
	<i>Crangon crangon</i> (LINNÉ 1758)	vV	Bk	0+4	5+1	3+2	1+9	6+6			1+1	
	Crangonidae spp.	vV			1			3				
	<i>Ebalia cranchii</i> LEACH 1817	vV	Bk	0+1					6			
	<i>Ebalia granulosa</i> H. MILNE-EDWARDS 1837		Bk						0+2		0+1	
	<i>Ebalia tumefacta</i> (MONTAGU 1808)		Bk	0+1							0+1	
	<i>Galathea</i> spp.	vV	Bk				0+1				0+1	G
	<i>Hyas araneus</i> (LINNÉ 1758)		Bk		2							
	<i>Hyas coarctatus</i> LEACH 1815		Bk	0+4	0+3	0+1	0+1				0+2	
	<i>Liocarcinus depurator</i> (LINNÉ 1758)		Bk	0+4	0+6		0+1	0+2			0+1	
	<i>Liocarcinus holsatus</i> (FABRICIUS 1798)	vV	Bk	0+18	0+12	0+2	2+12	0+17	0+5		0+2	
	<i>Liocarcinus pusillus</i> (LEACH 1815)		Bk				0+1					G
	<i>Liocarcinus</i> spp.	vV		2	4	1	3	10			1	
	<i>Macropodia</i> spp.		Bk	0+5	0+3		0+1	0+1			0+1	
	<i>Nephrops norvegicus</i> (LINNÉ 1758)		Bk	0+3								G
	<i>Pagurus bernhardus</i> (LINNÉ 1758)	vV	Bk	1+20	0+12	0+2	0+12	0+20	0+3		2+2	
	<i>Pagurus</i> spp.	vV		3	3			1	1			
	<i>Pandalus borealis</i> KRÖYER 1838		Bk								0+1	#
	<i>Pandalus montagui</i> LEACH 1814		Bk	0+1			0+1					
	<i>Pinnotheres pisum</i> (LINNÉ 1767)	vV					1					G
	<i>Pontophilus bispinosus</i> (HAILSTONE 1835)	vV	Bk	1			0+4					G
	<i>Pontophilus trispinosus</i> (HAILSTONE 1835)	vV	Bk				0+3	1+2		1		G
	<i>Processa noveli holthuisi</i> (AL-ADHUB & WILLIAMSON 1975)	vV	Bk	3+3				1				G
	<i>Processa parva</i> HOLTHUIS 1951		Bk				0+2					
	<i>Thia scutellata</i> (FABRICIUS 1793)	vV					2					G
	<i>Upogebia deltaura</i> (LEACH 1815)	vV		1	1						1	1*

Gruppe	Art / Taxon	vV	Bk	Af	Nn	Mb	GS	Ff	BF	zNS	TR	RL-Status
Mysidacea	<i>Gastrosaccus spinifer</i> (GOËS 1864)	vV					4	8				
	<i>Heteromysis formosa</i> S.I. Smith 1874	vV		1								
	<i>Praunus inermis</i> (RATHKE 1843)		Bk				0+1					
	<i>Schistomysis kervillei</i> (G.O. SARS 1885)	vV	Bk	1			1	0+1				
	<i>Schistomysis ornata</i> (G.O. SARS 1864)		Bk					0+1				
Amphipoda	<i>Acidostoma obesum</i> (LILJEBORG 1865)	vV							4			
	<i>Ampelisca brevicornis</i> (COSTA 1853)	vV		11	5	1		2	2	2		
	<i>Ampelisca macrocephala</i> LILJEBORG 1852	vV		2						2		
	<i>Ampelisca spinipes</i> BOECK 1861	vV					1			2		
	<i>Ampelisca</i> spp.	vV		2								
	<i>Ampelisca tenuicornis</i> LILJEBORG 1855	vV		17							1	
	<i>Ampelisca typica</i> (BATE 1856)	vV										1
	<i>Anonyx lilljeborgi</i> BOECK 1871	vV									1	
	<i>Aora typica</i> (KRÖYER 1845)	vV						1				
	<i>Apherusa ovalipes</i> NORMAN & SCOTT 1906	vV				1		2				
	<i>Argissa hamatipes</i> (NORMAN 1869)	vV		11	3			1	4	14	3	
	<i>Atylus falcatus</i> METZGER 1871	vV						2	3	5		
	<i>Atylus swammerdamei</i> (MILNE-EDWARDS 1830)	vV	Bk				2	3+1	4	8		
	<i>Atylus vedlomensis</i> (BATE & WESTWOOD 1862)	vV								1		
	<i>Bathyporeia elegans</i> WATKIN 1933	vV			16		1	6	26	21	3	
	<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i> (BATE 1856)	vV			3		1	6	30	14		
	<i>Bathyporeia nana</i> TOULMOND 1966	vV								7		
	<i>Bathyporeia</i> spp.	vV			7				8	10		
	<i>Bathyporeia tenuipes</i> MEINERT 1877	vV			26				2	15	1	
	<i>Cheirocratus</i> spp.	vV									1	
<i>Cheirocratus sundevallii</i> (RATHKE 1843)	vV			1						1	1	
<i>Corophium affine</i> BRUZELIUS 1859	vV			1								
<i>Corophium sextonae</i> CRAWFORD 1937	vV										1	#
<i>Dyopedos</i> sp.	vV			1								

Gruppe	Art / Taxon	vV	Bk	Af	Nn	Mb	GS	Ff	BF	zNS	TR	RL-Status
	<i>Eriopisa elongata</i> (BRUZELIUS 1859)	vV		2								
	<i>Gammarus salinus</i> SPOONER 1947	vV				1						#
	<i>Gammarus</i> spp.	vV					1					
	<i>Harpinia antennaria</i> MEINERT 1890	vV		52	2			1	4	5		
	<i>Harpinia crenulata</i> (BOECK 1871)	vV		2								
	<i>Harpinia laevis</i> G.O. SARS 1891	vV					1					
	<i>Harpinia pectinata</i> G.O. SARS 1891	vV		3								
	<i>Hippomedon denticulatus</i> (BATE 1857)	vV		19			1	1	14	1		
	Isaeidae spp.	vV							1			
	<i>Lembos longipes</i> LILJEBORG 1852	vV			1						3	
	<i>Lepidepecreum longicorne</i> (BATE & WESTWOOD 1868)	vV							3			
	<i>Leucothoe incisa</i> ROBERTSON 1892	vV							2			
	<i>Leucothoe lilljeborgi</i> BOECK 1861	vV			1							
	Lysianassidae spp.	vV			1				2			
	<i>Megaluropus agilis</i> HOECK 1889	vV			1	1	1	8	9			
	<i>Melita obtusata</i> (MONTAGU 1813)	vV		2	1			5	3		1	
	<i>Metopa alderi</i> (BATE 1857)	vV							2			
	<i>Metopa cf borealis</i> SARS 1882	vV							2			
	<i>Microtopopus maculatus</i> NORMAN 1867	vV				1		4	3			
	<i>Monoculodes</i> spp.	vV					1					
	<i>Orchomene nana</i> (KRÖYER 1846)	vV		3	2	1	1	4	4			
	<i>Pariambus typicus</i> (KRÖYER 1845)	vV		14	7	1		13	8	1		
	<i>Perioculodes longimanus</i> (BATE & WESTWOOD 1886)	vV		38	11	2	3	25	18	2		
	<i>Photis longicaudata</i> (BATE & WESTWOOD 1862)	vV			1						2	
	<i>Photis reinhardi</i> KRÖYER 1842	vV									1	#
	<i>Phoxocephalus holbolli</i> (KRÖYER 1842)	vV									1	#
	<i>Pontocrates altamarinus</i> (BATE & WESTWOOD 1862)	vV		2		1	1	2	2			
	<i>Pontocrates arenarius</i> (BATE 1858)	vV		1			5	13	10	1		
	<i>Pontocrates</i> spp.	vV							1			
	<i>Scopelocheirus hopei</i> (COSTA 1851)	vV							2		1	

Gruppe	Art / Taxon	vV	Bk	Af	Nn	Mb	GS	Ff	BF	zNS	TR	RL-Status
	<i>Siphonoecetes kroyeranus</i> BATE 1856	vV		1				4	11			
	<i>Stenothoe marina</i> (BATE 1856)	vV		1								
	Stenothoidae spp.	vV		1								
	<i>Synchelidium haplocheles</i> (GRUBE 1864)	vV							1	1		
	<i>Synchelidium maculatum</i> STEBBING 1906	vV		6	1	1	1	7	4	2		
	<i>Synchelidium</i> spp.	vV								1		
	<i>Urothoe elegans</i> (BATE 1856)	vV		2				1				
	<i>Urothoe poseidonis</i> REIBISCH 1905	vV		2	1	8	1	30	14			
	<i>Urothoe</i> spp.	vV		1	1			1				
	<i>Tryphosites longipes</i> (BATE & WESTWOOD 1861)	vV							1			
	<i>Westwodilla caecula</i> (BATE 1856)	vV		1								
Cumacea	<i>Bodotria pulchella</i> (SARS 1879)	vV							1			
	<i>Bodotria scorpioides</i> (MONTAGU 1804)	vV				1					1	
	<i>Diastylis bradyi</i> NORMAN 1897	vV	Bk	7	9	2	0+1	13	3	1	1	
	<i>Diastylis cf rugosa</i> SARS 1865	vV							1			
	<i>Diastylis laevis</i> NORMAN 1869	vV		13	6		1	1				
	<i>Diastylis lucifera</i> (KRÖYER 1841)	vV		4		1						
	<i>Diastylis rathkei</i> (KRÖYER 1841)	vV		1	4	2					2	
	<i>Diastylis</i> spp.	vV			2	1		3	1			
	<i>Eudorella emarginata</i> (KRÖYER 1846)	vV		6								
	<i>Eudorella</i> sp.	vV		1								
	<i>Eudorella truncatula</i> (BATE 1856)	vV		20	13	1		1	1		1	
	<i>Eudorellopsis deformis</i> (KRÖYER 1846)	vV		21				1	10	6		
	<i>Iphinoe trispinosa</i> (GOODSIR 1843)	vV				2	1	10	5			
	<i>Leucon nasica</i> (KRÖYER 1841)	vV		1								
	<i>Pseudocuma longicornis</i> (BATE 1858)	vV		15	6			11	13	1		
	<i>Pseudocuma similis</i> SARS 1900	vV		3			1	8	4			
	<i>Pseudocuma</i> spp.	vV		1	3	1	2	3	2			
	<i>Vaunthompsonia cristata</i> BATE 1858	vV							1			

Gruppe	Art / Taxon	vV	Bk	Af	Nn	Mb	GS	Ff	BF	zNS	TR	RL-Status
Tanaidacea	Tanaidacea spp.	vV		1					1	1		
Isopoda	<i>Bopyridae</i> spp	vV		1								
	<i>Cirolana borealis</i> LILJEBORG 1851		Bk	0+1								
	<i>Eurydice pulchra</i> LEACH 1815	vV		1								G
	<i>Limnoria</i> aff. <i>lignorum</i> (RATHKE 1799)	vV		1								G
TENTACULATA												
Phoronida	<i>Phoronis</i> spp. WRIGHT 1856	vV		45	22		1		24	16	3	
Bryozoa	<i>Alcyonidium diaphanum</i> (HUDSON 1762)	vV	Bk	0+2					0+4	1	1	
	<i>Alcyonidium gelatinosum</i> (LINNÉ 1761)		Bk	0+3							0+1	#
	<i>Crisia eburnea</i> LINNÉ 1758		Bk					0+1				
	<i>Electra pilosa</i> (LINNÉ 1767)	vV	Bk	1+1	1			1+1			1+1	
	<i>Flustra</i> spp.		Bk		0+2	0+1	0+4	0+3	0+1		0+1	
HEMICHORDATA												
	Hemichordata spp.	vV							1			
ECHINODERMATA												
Asteroida	<i>Asterias rubens</i> LINNÉ 1758	vV	Bk	0+22	2+13	0+2	1+13	4+21	2+5		1+2	
	Asteroidea spp.	vV		15	8	1	3	9	5		2	
	<i>Astropecten irregularis</i> (PENNANT 1777)	vV	Bk	12+22	1+7		0+5	4+11	3+5	1		3 *
Ophiuroida	<i>Amphipolis squamata</i> (CHIAJE 1829)	vV					1				1	G
	<i>Amphiura brachiata</i> (MONTAGU 1804)	vV		2	16			16	14		2	3 *
	<i>Amphiura filiformis</i> (O.F. MÜLLER 1776)	vV		55	9				11	6		3 *
	<i>Amphiura</i> spp.	vV		3	4				1		1	
	<i>Ophiothrix fragilis</i> (ABILDGAARD 1789)		Bk	0+5			0+1	0+1				G
	<i>Ophiura albida</i> FORBES 1839	vV	Bk	2+11	17+11	0+1	1+12	11+14	13+4		3+2	
	<i>Ophiura ophiura</i> (LINNÉ 1758)	vV	Bk	2+16	2+3	1+2	2+8	7+12	0+5		1	
	<i>Ophiura</i> spp.	vV		12	9	2	7	17	19	2	2	

Gruppe	Art / Taxon	vV	Bk	Af	Nn	Mb	GS	Ff	BF	zNS	TR	RL-Status
Echinoida	<i>Brissopsis lyrifera</i> (FORBES 1841)	vV	Bk	2+3								#
	Echinidae spp.	vV										
	<i>Echinocardium cordatum</i> (PENNANT 1777)	vV	Bk	30+13	21+11	3	5+3	34+9	12+1	3		
	<i>Echinocardium flavescens</i> (O.F. MÜLLER 1776)	vV	Bk	3+2					1	2		#
	<i>Echinocardium</i> spp.	vV	Bk	43+3	16	4	2	30	17	6	1	
	<i>Echinocyamus pusillus</i> (O.F. MÜLLER 1776)	vV	Bk				8+4	21+1	14		2+1	3
	<i>Echinus esculentus</i> LINNE 1758		Bk				(+)	0+1				3
	<i>Psammechinus miliaris</i> (GMELIN 1778)	vV	Bk	0+7	0+3		0+5	1+10	0+1		1+1	3 *
Holothuroida	<i>Cucumaria frondosa</i> (GUNNERUS 1767)	vV					1	2				
	Holothuroidea		Bk	0+3								
	<i>Leptosynapta inhaerens</i> (O.F. MÜLLER 1776)	vV		1						2		G
	<i>Trachythyone elongata</i> (DÜBEN & KOREN 1845)	vV	Bk	11+3								G
CHORDATA												
Tunicata	<i>Ascidella aspersa</i> (O.F. MÜLLER 1776)		Bk	0+1				0+2	0+1			G
Acrania	<i>Branchiostoma lanceolatum</i> PALLAS 1774	vV					9	7				
Vertebrata (Fische)	<i>Agonus cataphractus</i> (LINNE 1758)		Bk	0+3	0+5	0+1	0+7	0+5			0+2	
	<i>Ammodytes lancea</i> (CUVIER 1829)		Bk			0+2	0+2	0+2				
	<i>Arnoglossus laterna</i> (WALBAUM 1792)		Bk	0+5	0+7	0+1	0+8	0+11	0+1			
	<i>Buglossidium luteum</i> (RISSO 1810)		Bk	0+10	0+11	0+1	0+13	0+22	0+3			
	<i>Callionymus lyra</i> LINNÉ 1758		Bk	0+3	0+6	0+2	0+13	0+19	0+1		0+2	
	<i>Ciliata mustela</i> (LINNÉ 1758)		Bk	0+1		0+1						
	Clupeida		Bk	0+1								
	<i>Enchelyopus cimbrius</i> (LINNE 1766)		Bk	0+3							0+1	
	<i>Entelurus aequoreus</i> (LINNE 1758)		Bk					0+1				R
	<i>Eutrigla gurnardus</i> (LINNE 1758)		Bk				0+3	0+2				
	Gadidae		Bk		0+1							

Gruppe	Art / Taxon	vV	Bk	Af	Nn	Mb	GS	Ff	BF	zNS	TR	RL-Status
	<i>Gadus morhua</i> LINNE 1758		Bk	0+2								#
	<i>Hippoglossoides platessoides</i> (FABRICIUS 1780)		Bk	0+2								
	<i>Hyperoplus lanceolatus</i> (LE SAUVAGE 1824)	vV	Bk			0+1	0+1	0+5				
	<i>Limanda limanda</i> (LINNÉ 1758)		Bk	0+21	0+10	0+1	0+10	0+18	0+5		0+2	
	Liparidae spp.		Bk				0+1				0+1	3
	<i>Merlangius merlangus</i> (LINNÉ 1758)		Bk	0+1	0+2						0+2	
	<i>Microstomus kitt</i> (WALBAUM 1792)		Bk	0+1			0+2	0+4	0+1		0+1	
	<i>Myoxocephalus scorpius</i> (LINNE 1758)		Bk				0+1				0+1	#
	<i>Pholis gunellus</i> (LINNE 1758)		Bk		0+1	0+2					0+1	
	<i>Phrynorhombus norvegicus</i> (GUNTHER 1862)		Bk	0+3			0+1				0+1	
	<i>Pleuronectes platessa</i> LINNE 1758		Bk	0+4	0+5	0+1	0+8	0+11	0+1		0+1	
	<i>Pomatoschistus minutus</i> (PALLAS 1770)		Bk	0+6	0+11	0+1	0+8	0+15	0+2		0+1	
	<i>Pomatoschistus pictus</i> (MALM 1865)		Bk				0+1	0+2				R
	<i>Solea solea</i> (LINNÉ 1758)		Bk		0+2	0+1	0+3				0+1	
	<i>Syngnathus</i> spp.		Bk			0+1	0+2	0+2				3
	<i>Trachinus vipera</i> CUVIER 1829		Bk				0+1	0+1				3
Summe		181	79									75
Anzahl der Stationen/Probenorte im Siedlungsbereich der jeweiligen Tiergemeinschaften				55+22	24+13	8+2	25+13	39+22	21+5	6+0	3+2	

Zahlenangabe n + m bedeutet: Funde an n Greifer- und m Baumkurren-Stationen; Einzelzahl: nur Greiferproben;
Af = *Amphiura-filiformis*-Gemeinschaft; Nn = *Nucula-nitidosa*-G.; Mb = *Macoma-balthica*-G.; GS = *Goniadella-Spisula*-G.;
Ff = *Fabulina-fabula*-G.; zNS = G. der zentralen Nordsee; TR = G. der Helgoländer Tiefen Rinne; (+) = Nachweis durch Video u.a.
RL-Status = Status gemäß Roten Listen von 1998; * / # Status evtl. zu revidieren (* positive Veränderung; # Verschlechterung)

4.2.1 Die Endofauna im Sublitoral der südöstlichen Nordsee im Jahre 2000

4.2.1.1 Abundanzen

In Abbildung 10 sind die Anteile der Großgruppen des mit Bodengreifern erfassten Makrozoobenthos als Prozente der Gesamtabundanz dargestellt. Die Polychaeta (36%) und Mollusca (20%) sind die individuenreichsten Gruppen. Der hohe Anteil der Echinodermata (31%) beruht vor allem auf der Abundanz von juvenilen, nur wenige Millimeter großen Herzseeigeln (*Echinocardium*). Die Verhältnisse relativieren sich (Abb. 10 rechts), wenn die Abundanzwerte für *Echinocardium* juv. nicht in die Berechnung mit eingehen.

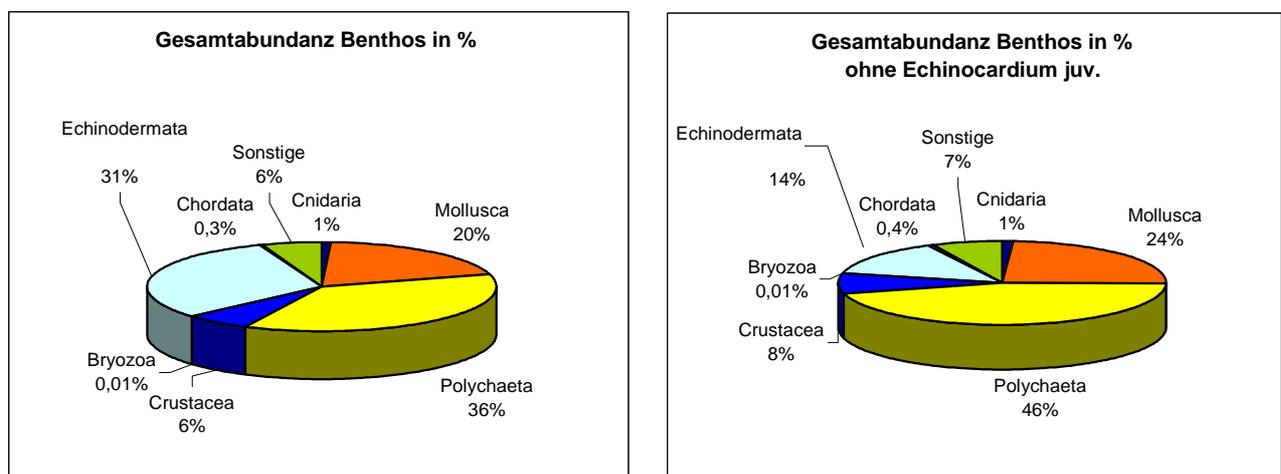


Abb. 10: Gesamtabundanz des Makrozoobenthos im Mai/Juni 2000, Anteile der Gruppen.

In Tabelle 4 sind die kumulierte Gesamtabundanz innerhalb der Großgruppen und die durchschnittliche Individuendichte pro m² bei insgesamt 181 beprobten Stationen aufgeführt. Es wurden im Durchschnitt über 3.200 Individuen pro m² gefunden; und wenn die juvenilen *Echinocardium cordatum* nicht einbezogen werden, sind es immer noch mehr als 2600 Tiere pro m².

Tab. 4 : Gesamtabundanz und durchschnittliche Individuendichte/m² nach Großgruppen im Mai/Juni 2000.

Großgruppen	kumulierte Gesamtabundanz	durchschnittliche Abundanz/m ²
Cnidaria	4.930	27
Mollusca	115.812	640
Polychaeta	216.082	1.194
Crustacea	36.347	201
Bryozoa	32	0,2
Echinodermata gesamt	181.462	1.003
Echinodermata ohne <i>Echinocardium</i> juv.	68.448	378
Chordata	1.998	11
Sonstige	33.117	183
Gesamt	589.778	3.258
Gesamt ohne <i>Echinocardium</i> juv.	476.765	2.634

4.2.1.2 Biomasse der Endofauna

Abbildung 11 zeigt die Verteilung der Biomasse auf die Großgruppen anhand des Feuchtgewichts. Die dargestellten Ergebnisse beziehen sich auf die 175 Stationen aus der deutschen AWZ und ihrem Nahbereich. Stationen, die im Bereich der Doggerbank weit auf niederländischem Gebiet liegen, wurden nicht berücksichtigt.

Die Gruppen der Echinodermata (62%) und der Mollusca (22%) machen den größten Anteil der Biomasse aus. Da bei diesen Tieren ein großer Teil des Feuchtgewichts auf das Kalkskelett oder die Schale zurückgeht, andere Tiere oft einen sedimentgefüllten Darm haben, wurden die Werte anhand von Faktoren nach SALZWEDEL et al. (1985) in aschefreies Trockengewicht umgerechnet. Aber auch dann erreichen die beiden genannten Gruppen die höchsten Biomasseanteile, allerdings dicht gefolgt von den in der Abundanz dominierenden Polychaeten.

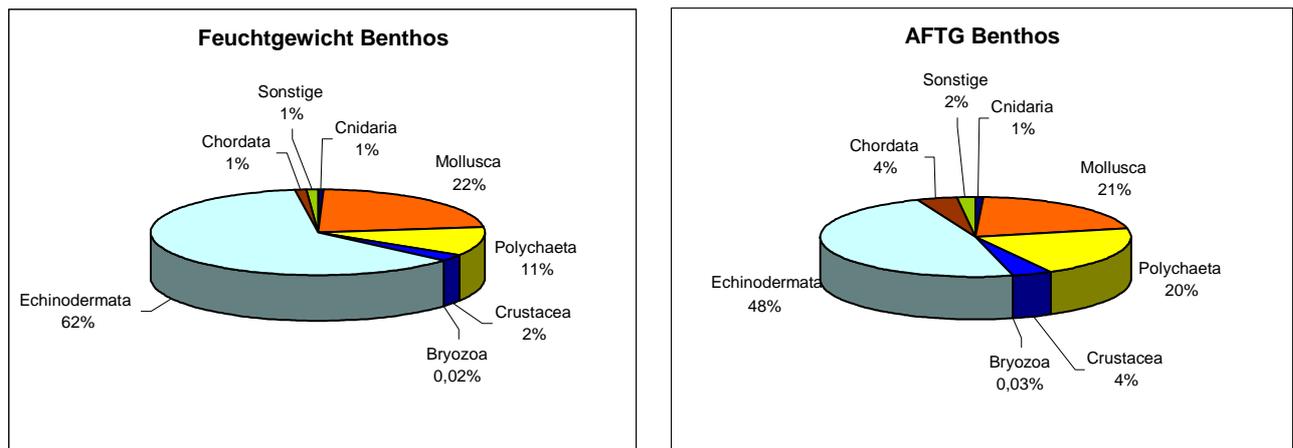


Abb. 11: prozentuale Anteile der Großtaxa am Feuchtgewicht und errechneten aschefreien Trockengewicht (AFTG) für 175 Stationen aus der deutschen AWZ.

In Tabelle 5 sind die durchschnittlichen Anteile der Großtaxa am Feuchtgewicht und am errechneten aschefreien Trockengewicht (AFTG) pro m² aufgeführt, die sich anhand der Daten von 175 Stationen ergeben. Insgesamt ergibt sich eine durchschnittliche Biomasse von 183 g Feuchtgewicht pro m², das sind 11,4 g AFTG pro m² (ohne die kleinen Echinocardien 93 g Feuchtgewicht und 7,1 g AFTG).

Tab. 5: Durchschnittliche Biomasse pro m² als Feuchtgewicht und errechnetes aschefreies Trockengewicht (AFTG) nach Großtaxa für 175 Greifer-Stationen.

Großgruppen	durchschnittliches Feuchtgewicht in g/m ²	durchschnittliches AFTG in g/m ²
Cnidaria	1	0,1
Mollusca	41	2,4
Polychaeta	20	2,3
Crustacea	4	0,5
Bryozoa	0,03	0,003
Echinodermata	113	5,4
(Echinodermata ohne <i>Echinocardium</i> juv.)	(23)	(1,1)
Chordata	2	0,5
Sonstige	2	0,2
Gesamt (gerundet)	183	11,4

4.2.1.3 Ergebnisse der multivariaten Analyse, Gemeinschaften der Endofauna

Die multivariate Analyse wurde anhand der Abundanzdaten der van-Veen-Greiferproben von 181 Stationen durchgeführt. Insgesamt gingen 377 benthische Taxa (davon 295 Arten) in die Analyse ein (Fische, die meisten summarisch erfassten Großtaxa, nicht bis zur Art bestimmte Jungtiere und Einzelfunde wurden weggelassen). Es hat sich gezeigt, dass die Transformation der Abundanzwerte über die 4. Wurzel gegenüber einer Transformation über die 2. Wurzel das anschaulichste Ergebnis liefert. Eine Reduktion der Taxa (z.B. Fortlassen von Arten, die an höchstens drei Stationen vorkamen) brachte keine deutlich anderen Erkenntnisse.

Die Auswertung der multi-dimensionalen Skalierung (MDS), wie in Abbildung 12 dargestellt, und des Cluster-Dendrogramms (siehe ANLAGE 7) zeigen zwei große Aufteilungen der AWZ und sieben benthische Assoziationen (Lebensgemeinschaften), die sich voneinander abgrenzen lassen.

Zum einen unterscheidet sich die Fauna der grobsandigen Gebiete (blau markiert) deutlich von den Bereichen mit feinsandigen und schlickigen Sedimenten. Allerdings ist zu beachten, dass die grobsandigen Stationen mit der *Goniadella-Spisula*-Gemeinschaft (GS) eine sehr heterogene Verteilung aufweisen, mit deutlichen Unterschieden zwischen den Stationen mit Grobsand und Kies (dunkelblau) und den Stationen mit grobsandigen Mittelsanden (hellblau).

Zum anderen lässt sich eine Trennung der feineren Sedimente anhand der 40-m-Tiefenlinie in innere und äußere AWZ erkennen. Diese Aufteilung entspricht auch der, die sich im Cluster-Dendrogramm findet (ANLAGE 7).

In der inneren AWZ kommen drei Assoziationen vor. Die feinsandigen Bereiche (rot) werden von der *Tellina-fabula*-Gemeinschaft (Tf) besiedelt und unterscheiden sich von den schlickigen Stationen (dunkelgrün) mit der *Nucula-nitidosa*-Gemeinschaft (Nn). An den sehr küstennahen Stationen (grau) kommt die sublitorale Variante der *Macoma-balthica*-Gemeinschaft (Mb) vor.

In der äußeren AWZ lässt sich ebenfalls ein Unterschied in der Besiedlung der feinsandigen Gebiete auf der Doggerbank (orange) und der Bereiche mit schlickigem Feinsand bzw. Schlick (hellgrün) erkennen. An den orange markierten Stationen kommt die *Bathyporeia-Tellina*-Gemeinschaft (BT) vor, an den hellgrün markierten Stationen die *Amphiura-filiformis*-Gemeinschaft (Af).

Die Stationen der Helgoländer Tiefen Rinne (schwarz, TR) lassen sich keiner der aufgeführten Assoziationen zuordnen. Allerdings war der Probenumfang mit nur 3 Stationen auch sehr klein.

Die 5 Stationen an der Spitze des Entenschnabels (lila) stellen ebenfalls keine klare Gemeinschaft dar, sondern markieren den Übergang zur zentralen Nordsee (zNS).

Den gestrichelt umrandeten Stationen fehlt zwar im MDS-Plot eine klare Zuordnung, sie werden aber in der Cluster-Analyse (ANLAGE 7) den jeweiligen gleichfarbig umrandeten Gruppen zugeordnet.

Zur besseren Übersicht und für raumbezogene Aussagen ist die Verteilung der Gemeinschaften anhand der analysierten Stationen in einer Karte der deutschen AWZ und ihrer Umgebung dargestellt (Abb. 13).

Eine flächenhafte Darstellung des gleichen Sachverhalts findet sich in ANLAGE 2.

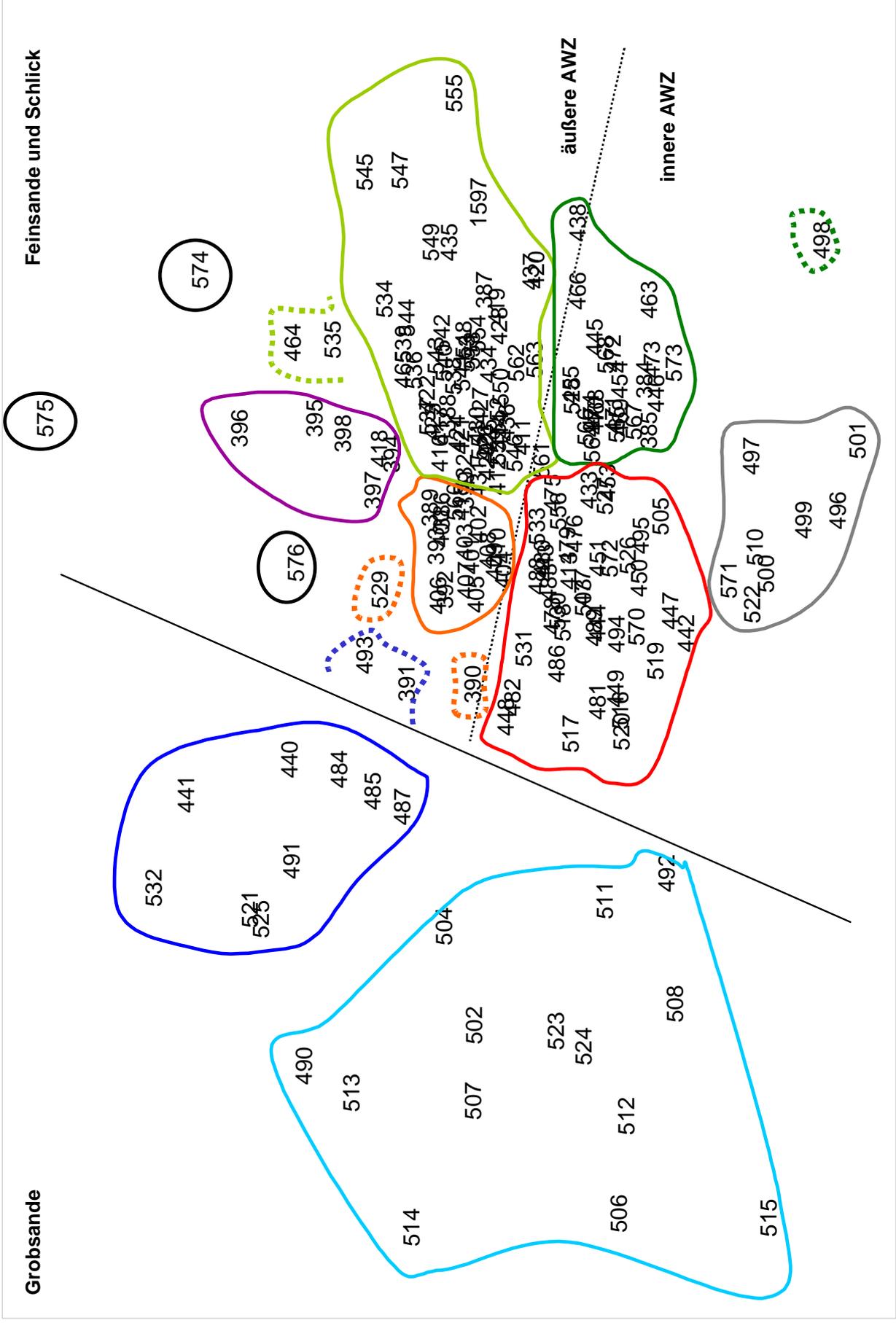
Nächste Seiten:

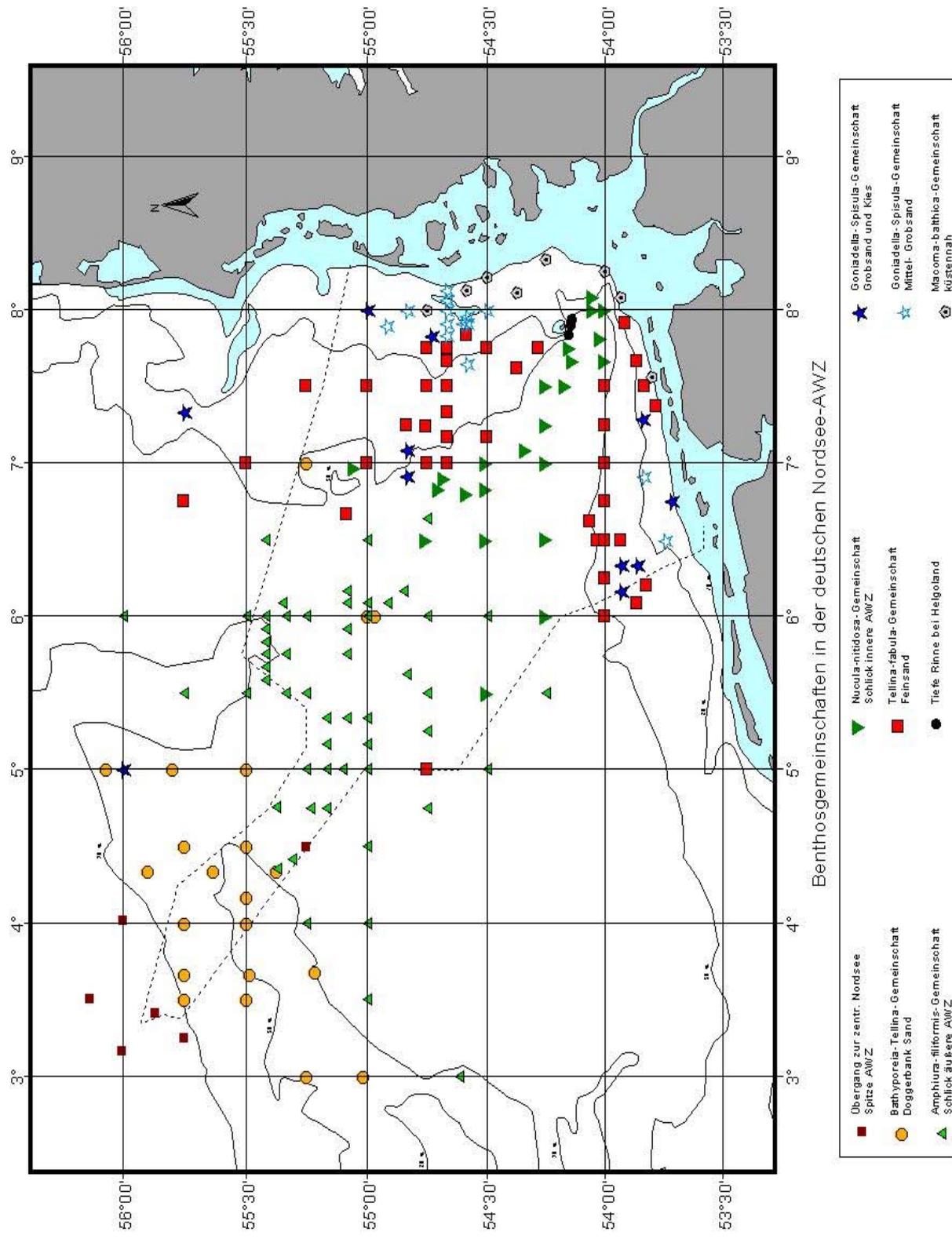
Abb. 12: MDS-Plot der Abundanzdaten der Greiferstationen von Mai/Juni 2000.

Transformation: 4. Wurzel, stress = 0,18.

Hell- und dunkelblau = GS; rot = Tf; dunkelgrün = Nn; hellgrün = Af; grau = Mb; orange = BT; schwarz = TR; lila = zNS; (vergl. Tab. 3, auch für weitere Erläuterungen)

Abb. 13: Makrozoobenthos-Gemeinschaften (Endofauna) in der deutschen Nordsee-AWZ und den angrenzenden Gebieten. (Die Farben entsprechen denen in Abb. 12)





Benthosgemeinschaften in der deutschen Nordsee-AWZ

4.2.1.4 Charakterarten der Endofauna-Gemeinschaften

Für die jeweiligen Assoziationen (Abb. 13) wurden in Anlehnung an die Methode von SALZWEDEL et al. (1985, s. auch REHM, 2002) die numerische Dominanz, die Abundanztreue (AT), die Präsenz und die Präsenztreue (PT) berechnet, um so eine Aussage über charakteristische Arten einer Gemeinschaft zu erhalten („charakteristische“ Arten sind solche mit den höchsten Werten einiger der genannten Kriterien; „Charakterarten“ dagegen müssen festgelegte Kriterienkombinationen erfüllen). „Begleitarten“ können auch in anderen Gemeinschaften häufig sein.

Kriterien zur Auswahl und Bestimmung von Charakterarten:

numerische Dominanz ND = Abundanz einer Art / Gesamtabundanz

Abundanztreue AT (bei SALZWEDEL et al. „GAI“) = Individuenzahl einer Art in einer Gemeinschaft / gesamte Individuenzahl der Art im Untersuchungsgebiet

Präsenz P = Anteil der Stationen (in einer Gemeinschaft), an der die Art gefunden wurde (s. Tab. 3)

Präsenztreue PT (bei SALZWEDEL et al. „GAS“) = Zahl der Stationen, an denen eine Art in einer Gemeinschaft vorkommt / Gesamtzahl der Stationen, an denen die Art im Untersuchungsgebiet vorkommt.

Trennarten hohen Ranges nach Dissimilaritäts-Analyse (**RTS**)

Während SALZWEDEL et. al. Charakterarten durch sehr hohe Werte von drei erfüllten Kriterien definierten (ND > 5%, AT > 66%, P > 80% und PT > 66%), werden hier auf Grund des größeren und heterogeneren Untersuchungsgebietes und der Nachbarschaftswirkungen eng verzahnter Biotope und Gemeinschaften etwas kleinere Werte akzeptiert (ND > 3%, AT > 60%, P > 70%, PT > 60%). In die nachfolgenden Tabellen sind zudem solche Arten aufgenommen, die bei einzelnen Kriterien hohe Werte innerhalb einer Gemeinschaft annehmen und sich zudem nach der SIMPER-Analyse als wichtige (hochrangige) „Diskriminatoren“ (Trennarten) bei der Dissimilarität von Gruppierungen erwiesen haben (RTS = Rang der clustertypischen Trennarten nach SIMPER).

Dazu wurde das Programm SIMPER aus dem PRIMER-Paket zur Ermittlung von ähnlichkeitsbestimmenden Arten und von Trennarten von Clustern herangezogen (s. Clarke & Warwick, 1994). Die Dissimilarität eines Clusters (einer Gemeinschaft) wurde gegen den Rest aller anderen Stationen und Cluster ermittelt. Der Rang (RTS) ergibt sich aus den höchsten Werten des Verhältnisses von Dissimilaritätsbeitrag zur Standardabweichung (Diss/SD). Es müssen für Charakterarten mindestens drei der genannten Kriterien-Mindestwerte erfüllt sein. Um jedoch bei dieser Kriterienwahl Arten geringer Präsenztreue auszuschneiden, wird hiermit ein Minimalwert von 40% als

zusätzliches Auswahlkriterium festgelegt. Arten mit einer Dominanz unter 3 % werden ebenfalls grundsätzlich nicht berücksichtigt.

Festlegung der **Mindestwerte der Charakterarten-Kriterien** (es müssen drei Kriterien erfüllt sein, und die Präsenztreue darf nicht unter 40%, die Dominanz nicht unter 3% liegen):

Kriterien	ND	AT (GAI)	P	PT (GAS)	RTS
nach Salzwedel et al., 1985	> 5 %	> 66 %	> 80 %	> 66%	-
in dieser Arbeit	nicht < 3 %	> 60 %	> 70 %	> 60 %; nicht < 40 %	Ränge 1-5

Beide Methoden lieferten sich ergänzende und bestätigende Ergebnisse, die in folgenden Tabellen zusammengefasst sind (SIMPER-Ergebnisse: Beispiele s. ANLAGE 10). Da das SIMPER-Programm jedoch vor allem die numerische Dominanz in ihrer Bedeutung für die Similarität/Dissimilarität berücksichtigt, wurden für die Tabellen solche Arten (der SIMPER-Auflistungen) unberücksichtigt gelassen, die weit verbreitet sind und zugleich hohe Abundanzen aufweisen. Sie können in den SIMPER-Analysen durchaus wichtige Trennarten sein. Als zusätzliche Information über das Artenspektrum sind im Anschluss an die Gemeinschaftstabellen noch weitere „typische Begleitarten“ aufgeführt. Diese Arten sind z.T. wichtig im Hinblick auf die Similarität innerhalb der Cluster, sind zudem i.d.R. hochrangige Trennarten nach SIMPER und haben ihren Verbreitungsschwerpunkt in den jeweiligen Gemeinschaften; sie treten jedoch auch in anderen Assoziationen auf (geringe Präsenztreue).

1. *Goniadella-Spisula*-Gemeinschaft (GS)

Die *Goniadella-Spisula*-Gemeinschaft besiedelt grobsandige und kiesige Sedimente. Sie wird von den übrigen Gemeinschaften der südöstlichen Nordsee klar getrennt (erster Schritt bei den Clusteranalysen). Wenngleich für die AWZ zwei Ausprägungen (Varianten) dieser Gemeinschaft ermittelt wurden, wird hier zunächst eine zusammenfassende Tabelle gezeigt (Tab. 6). Selbst mit den neuen Festlegungen für die Schwellen der Kriterien erfüllt keine der aufgeführten Arten drei Kriterien gemäß Salzwedel et al. (und wäre danach im engeren Sinne Charakterart). Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass einige der Kandidaten sehr klein und damit in der Abundanz und auch Präsenz wahrscheinlich unterschätzt sind (*Goniadella bobretzkii*, *Pisone remota*, *Aonides paucibranchiata* und die *Polygordius*-Arten). *Thracia villosiuscula* würde bei Hinzuziehung der nicht bestimmten und unzureichend erfassten Juvenilen auch die Kriterien einer Charakterart erfüllen.

Setzt man als zusätzliches Kriterium die Trennarten-Ränge 1-5 nach SIMPER an, wären *Ophelia limacina*, *Aonides paucibranchiata* und *Spio filicornis* als Charakterarten anzusehen; das Genus *Spisula* und auch *Goniadella bobretzkii* erfüllen die Kriterien fast. Die weit verbreitete Art *Spio filicornis* fällt jedoch wieder heraus, da sie eine Präsenztreue unter 40 % hat.

Deutlicher wird das Bild bei gesonderter Betrachtung der Untergemeinschaften.

Tab. 6: numerische Dominanz, Abundanztreue (AT), Präsenz und Präsenztreue (PT) sowie Rang in der Liste der Trennarten nach SIMPER (RTS) der charakteristischen Arten der *Goniadella-Spisula*-Gemeinschaft insgesamt (alle in Prozent). Fette Zahlen = Kriterium erfüllt; fette Namen = Charakterarten (Erfüllung von drei Kriterien, s. Text).

	Dominanz	AT	Präsenz	PT	RTS
Aonides paucibranchiata	21,78	49,0	69,6	42,9	2
Branchiostoma lanceolatum	14,76	92,0	39,1	56,3	11
Protodorvillea kefersteini	8,94	88,9	21,7	55,6	13
Spio filicornis	7,62	62,6	47,8	<u>22,0</u>	4
Echinocyamus pusillus	6,89	28,9	34,8	17,8	8
Goniadella bobretzkii	4,24	81,5	43,5	55,6	6
Ophelia limacina	4,32	41,5	73,9	40,5	1
Polygordius appendiculatus	2,23	100,0	13,0	100,0	-
Polygordius lacteus	0,51	66,7	4,3	50,0	-
Goodallia triangularis	1,84	100,0	13,0	100,0	-
Glycera lapidum	1,84	76,8	26,1	50,0	12
Thracia aff. villosiuscula	1,84	81,1	21,7	85,7	-
Thracia spp. (juv.)	2,10	31,5	30,4	17,4	7
Pisione remota	1,33	96,9	13,0	75,0	-
Spisula solida	1,24	89,0	39,1	81,8	9
Polycirrus medusa	1,16	100,0	8,7	100,0	-
Orbinia sertulata	0,86	100,0	26,1	100,0	-
Thia scutellata	0,51	100,0	8,7	100,0	-
Spisula juv.	0,47	24,2	13,0	20,0	-
Spisula elliptica	0,43	40,0	17,4	50,0	-

1.1 *Goniadella-Spisula*-Gemeinschaft auf Grobsand und Kies

Diese Variante findet sich nur an wenigen Stellen in der AWZ. Sie kommt an 3 Stationen auf dem Borkumriffgrund, an 2 Stationen vor den ostfriesischen Inseln, an einer Station am Amrum-Außengrund und westlich von Sylt, an 2 Stationen östlich des

Elbe-Urstromtals und an einer Station, die schon im dänischen Teil der Nordsee liegt, vor.

Vor allem das Lanzettfischchen *Branchiostoma lanceolatum* (einzige Charakterart), der Archiannelide *Polygordius appendiculatus* und die kleinen Polychaeten *Aonides paucibranchiata*, *Protodorvillea kefersteini*, *Goniadella bobretzkii* und *Pisione remota* sind bezeichnend für die Endofauna in diesem Lebensraum (Tab. 6).

Tab. 6a: numerische Dominanz, Abundanztreue (AT), Präsenz und Präsenztreue (PT) sowie Rang der Trennarten (RTS) der charakteristischen Arten der *Goniadella-Spisula*-Gemeinschaft auf Grobsand und Kies (alle in Prozent). Weitere Erläuterungen: s. Tab. 6.

	Dominanz	AT	Präsenz	PT	RTS
<i>Aonides paucibranchiata</i>	22	45	100	<u>21</u>	1
<i>Branchiostoma lanceolatum</i>	16	90	78	44	3
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	10	89	56	56	7
<i>Echinocyamus pusillus</i>	8	29	78	<u>16</u>	4
<i>Goniadella bobretzkii</i>	3	44	44	21	-
<i>Polygordius appendiculatus</i>	2	100	33	100	-
<i>Glycera lapidum</i>	2	70	44	33	9
<i>Pisione remota</i>	1,5	97	33	75	-

1.2 *Goniadella-Spisula*-Gemeinschaft auf grobsandigem Mittelsand

Diese Ausprägung findet sich bis auf 2 Stationen vor den ostfriesischen Inseln und an einer Reihe von Stationen am Amrum-Außengrund. Kennzeichnend sind neben den Polychaeten *Goniadella bobretzkii* und *Nephtys longosetosa* vor allem die Charakterart-Muscheln *Spisula solida*, *Goodialla triangularis* und *Angulus tenuis* (Tab. 7).

Tab. 7 (nächste Seite): numerische Dominanz, Abundanztreue (AT), Präsenz und Präsenztreue (PT) sowie Rang der Trennarten (RTS) der charakteristischen Arten der *Goniadella-Spisula*-Gemeinschaft auf grobsandigem Mittelsand. Weitere Erläuterungen: s. Tab. 6 und Text.

	Dominanz	AT	Präsenz	PT	RTS
Goniadella bobretzkii	6	37	43	32	7
Goodallia triangularis	5	95	14	67	-
Nephtys caeca	4	35	57	17	5
Spisula solida	4	86	57	73	4
Angulus tenuis	3	42	64	60	3
Nephtys longosetosa	3	50	71	<u>38</u>	1
Thracia aff. villosiuscula	3	45	29	57	-
Orbinia sertulata	2	90	36	83	-

Folgende zusätzlichen Endofauna-Arten sind eine typische Begleitfauna für diese grob- bis mittelsandigen Gebiete:

Spio filicornis, *Ophelia limacina*, *Nephtys cirrosa*, *Scolelepis bonnieri*, *Bathyporeia elegans*, *Pontocrates arenarius*, *Polinices pulchellus*, *Thracia* spp., *Spisula elliptica*.

Vorkommen von *Travisia forbesi*, die allerdings von uns meistens auf Feinsandböden angetroffen wurde, sollten bei künftigen Untersuchungen von Grobsandgebieten besondere Beachtung finden.

2. *Tellina-fabula*-Gemeinschaft (Tf)

Die *Tellina-fabula*-Gemeinschaft besiedelt die feinsandigen (teilweise auch mittelsandigen) Gebiete vor allem zwischen den 20 bis 30 m-Tiefenlinien im ostfriesischen sowie im nordfriesischen Offshore-Bereich. Sie ist an 39 Stationen in der AWZ vertreten. Kennzeichnende Charakterarten sind neben der namengebenden Muschel *Tellina (Fabulina) fabula* der Polychaet *Magelona johnstoni* und der Amphipode *Urothoe poseidonis* (Tab. 8).

Tab. 8: numerische Dominanz, Abundanztreue (AT), Präsenz und Präsenztreue (PT) sowie Rang der Trennarten (RTS) der charakteristischen Arten der *Tellina-fabula*-Gemeinschaft auf Feinsand. Weitere Erläuterungen: s. Tab. 6.

	Dominanz	AT	Präsenz	PT	RTS
Magelona johnstoni	13	86	97	38	2
Tellina fabula	6	65	97	40	1
Spiophanes bombyx	4	11	97	25	-
Urothoe poseidonis	3	52	77	54	5
Bathyporeia guilliamsoniana	<u>1</u>	65	77	56	3
Goniada maculata	0,6	32	72	29	10

Folgende Arten treten zusätzlich als typische Begleitarten der Feinsandgebiete in der inneren AWZ auf:

Lanice conchilega, *Magelona filiformis*, *Ophelia limacina*, *Thracia phaseolina*, *Scolelepis bonnierii*, *Echinocardium cordatum*, *Iphinoe trispinosa* und *Chaetozone* sp. („F-Group“).

3. *Macoma-balthica*-Gemeinschaft (Mb)

Zur Sublitoralvariante der *Macoma-balthica*-Gemeinschaft (Tab. 9) werden insgesamt 8 küstennahe und flache Stationen entlang der 10 m-Tiefenlinie gerechnet. Bemerkenswert ist vor allem, dass an diesen Stationen sehr viele juvenile Muscheln von *Abra alba*, *Ensis* spp., *Macoma balthica*, *Mactra* spp. und *Phaxas pellucidus*, und viele juvenile Individuen der Polychaeten *Lanice conchilega* und *Lagis koreni* gefunden wurden. Nur *Ensis americanus* erfüllt einigermaßen die Kriterien einer Charakterart, allerdings auch nur, wenn man juvenile *Ensis* einbezieht und die hoch dominanten Jungtiere von *Lanice* nicht berücksichtigt (wenn man alle hochdominanten Juvenilen ausscheidet, erreichen die adulten *E. americanus* 2,6 % Dominanz).

Tab. 9: numerische Dominanz, Abundanztreue (AT), Präsenz und Präsenztreue (PT) sowie Rang der Trennarten (RTS) der charakteristischen Arten der sublitoralen Variante der *Macoma balthica*-Gemeinschaft. Weitere Erläuterungen: s. Tab. 6.

	Dominanz	AT	Präsenz	PT	RTS
Lanice conchilega, nur juv.	64	75	75	<u>< 20</u>	3
Tellina fabula	3	17	100	9	4
Abra alba, (mit juv.)	2 (4,5)	31 (>70)	75	<u>< 40</u>	5
Urothoe poseidonis	2	18	100	<u>14</u>	1
Ensis americanus, (mit juv.)	0,5 (3,8)	94	88	78	2
Macoma balthica	0,4	92	50	80	-
Pygospio elegans	0,2	88	25	50	-

4. *Bathyporeia-Tellina*-Gemeinschaft (BT)

Die *Bathyporeia-Tellina*-Gemeinschaft besiedelt die küstenfernen, feinsandigen Gebiete auf der Doggerbank, die teilweise einen hohen Anteil Schill aufweisen. 18 Stationen gehören zu dieser Gemeinschaft. Kennzeichnend sind vor allem der Amphipode *Bathyporeia elegans* (fast Charakterart) und die Polychaeten *Spiophanes bombyx* und *Spio decorata* (Tab. 10). *Amphiura brachiata* ist Charakterart.

Tab. 10: numerische Dominanz, Abundanztreue (AT), Präsenz und Präsenztreue (PT) sowie Rang der Trennarten (RTS) der charakteristischen Arten der *Bathyporeia-Tellina*-Gemeinschaft auf küstenfernen Feinsanden. Weitere Erläuterungen: s. Tab. 6.

	Dominanz	AT	Präsenz	PT	RTS
<i>Spiophanes bombyx</i>	36	52	100	12	6
Lanice conchilega	10	39	94	18	7
<i>Bathyporeia elegans</i>	6	59	100	24	2
<i>Amphiura brachiata</i>	3	88	83	68	5
<i>Cerianthus loydiii</i>	1,5	41	89	22	8
Tellina fabula	1,5	10	89	17	9
<i>Bathyporeia nana</i>	1	100	39	100	-
<i>Spio decorata</i>	0,3	81	50	56	1

Folgende Endofauna-Arten sind eine typische Begleitfauna für diese küstenfernen feinsandigen Gebiete:

Scopelocheirus hopei, *Dosinia* sp., *Siphonocoetes kroyeranus*, *Anaitides lineata*, *Megaluropus agilis*, *Sigalion mathildae*, *Gari fervensis*

5. *Nucula-nitidosa*-Gemeinschaft (Nn)

Die *Nucula-nitidosa*-Gemeinschaft besiedelt das Schlickgebiet in der inneren Deutschen Bucht, das weitgehend von der 30 m-Tiefenlinie „begrenzt“ wird. 22 Stationen gehören zu dieser Gemeinschaft, für die die Muscheln *Nucula nitidosa* und *Abra alba* sowie der Polychaet *Scalibregma inflatum* Charakterarten sind (*N. nitidosa* allerdings nur bei Berücksichtigung auch der Jungtiere für PT) (Tab. 11).

Tab. 11: numerische Dominanz, Abundanztreue (AT), Präsenz und Präsenztreue (PT) sowie Rang der Trennarten (RTS) der charakteristischen Arten der *Nucula-nitidosa*-Gemeinschaft auf schlickigen Sedimenten in der inneren Deutschen Bucht. Weitere Erläuterungen: s. Tab. 6.

	Dominanz	AT	Präsenz	PT	RTS
<i>Nucula nitidosa</i> (adult)	14	74	96	<u>> 30</u>	1
<i>Abra nitida</i>	4	86	41	35	-
<i>Abra alba</i>	4	63	73	40	5
<i>Scalibregma inflatum</i>	3	50	77	47	4
<i>Phaxas pellucidus</i>	2,5	69	86	26	7
<i>Amphiura brachiata</i>	2	54	68	30	-
<i>Ophiura albida</i>	2	52	73	34	8
<i>Owenia fusiformis</i>	2	51	91	30	3

Neben den in der Tabelle aufgeführten Arten sind für diese schlickigen Bereiche in der inneren AWZ noch folgende Begleitarten typisch:

Tellimya ferruginosa, *Thyasira flexuosa*, *Notomastus latericeus*, *Magelona alleni*, *Eudorella truncatula*

6. *Amphiura-filiformis*-Gemeinschaft (Af)

Die *Amphiura-filiformis*-Gemeinschaft besiedelt die schlickigen Bereiche in der äußeren AWZ, auf die 54 Stationen entfallen. Kennzeichnend sind neben dem Schlangensterne *Amphiura filiformis* (Charakterart) auch die Muscheln *Mysella bidentata* (Charakterart) und *Corbula gibba* sowie der sehr charakteristische Amphipode *Harpinia antennaria* (Tab. 12.).

Tab. 12: numerische Dominanz, Abundanztreue (AT), Präsenz und Präsenztreue (PT) sowie Rang der Trennarten (RTS) der charakteristischen Arten der *Amphiura-filiformis*-Gemeinschaft auf schlickigen Sedimenten in der äußeren AWZ. Weitere Erläuterungen: s. Tab. 6.

	Dominanz	AT	Präsenz	PT	RTS
Amphiura filiformis	19	96	100	67	2
Mysella bidentata	8	85	87	44	4
Corbula gibba	6	85	67	55	-
Pholoe baltica	2,5	81	93	51	3
Galathowenia oculata	1,6	100	20	79	-
Harpinia antennaria	1	90	94	80	1
Cylichna cylindracea	0,5	83	74	69	5
Bathyporeia tenuipes	0,4	63	48	59	-
Nuculoma tenuis	0,3	93	39	75	-

Weitere typische Begleitarten für diesen küstenfernen schlickigen Bereich sind:

Lagis koreni, *Magelona filiformis*, *Sthenelais limicola*, *Diplocirrus glaucus*, *Chamelea gallina*, *Gattyana cirrosa*, *Nephtys assimilis*, *Ophiodromus flexuosus*, *Ampelisca tenuicornis*

7. Stationen an der Spitze des „Entenschnabels“ (zNS)

Die 5 Stationen an und nahe der Spitze des „Entenschnabels“ sind die tiefsten Stationen im Untersuchungsgebiet und markieren den Übergang zur zentralen Nordsee mit einem anderen Artenspektrum als in der restlichen AWZ (Tab. 13). Auffallend sind die hohe Abundanz und Präsenz der charakteristischen filtrierenden Polychaeten *Myriochele* spp. und *Paramphinome jeffreysii* (Tab. 13); recht charakteristisch ist auch *Cerianthus lloydii*.

Tab. 13: numerische Dominanz, Abundanztreue (AT), Präsenz und Präsenztreue (PT) sowie Rang RTS von Arten, die auf einen Übergang zur zentralen Nordsee hinweisen, für das Gebiet an der Spitze des „Entenschnabels“. Weitere Erläuterungen: s. Tab. 6.

	Dominanz	AT	Präsenz	PT	RTS
Myriochele spp	20	98	100	63	4
Cerianthus lloydii	2,4	11	100	7	6
Paramphinome jeffreysii	2	100	80	100	5
Abra prismatica	1	57	80	29	7
Levinsenia gracilis	0,7	53	40	20	-

8. Helgoländer Tiefe Rinne (TR)

Die Fauna der Tiefen Rinne wurde nur unzureichend erfasst (nur drei Greifer- und zwei Baumkurrenstationen). Eine Reihe von Endofauna- (und Epifauna-) Arten wurden ausschließlich hier gefunden (z.B. *Nephtys kersivalensis*, *Timoclea ovata*, und *Astrorhiza limicola* sowie mehrere Einzelfunde), andere sind durch eine hohe Abundanztreue auffällig (*Amphipholis squamata* mit 97%, *Lembos longipes* mit 82%, RTS = 2.). Typische Begleitarten sind *Cerianthus lloydii*, *Echinocyamus pusillus*, *Gattyana cirrosa* (RTS = 3.), *Scalibregma inflatum* (RTS = 1.) und *Nereis longissima* (RTS = 4.).

Nach CASPERS (1939) ist *Nucula nucleus* Charakterart der zentralen Tiefen Rinne (mit mehreren hundert Ind./m²). Diese Nussmuschel wurde von STRIPP (1969: bis zu 65 Ind./m²) und SALZWEDEL et al. (1985, Probennahme 1975: 43 Ind./m²) sowie FREITAG (1985: 67 Ind./m²) noch in hoher Abundanz gefunden, von uns im Jahre 2000 und auch später jedoch gar nicht. In der Untersuchung von BERBERICH (1989) wurde auf eine abnehmende Tendenz hingewiesen (30 Ind./m²); *N. nucleus* ist demnach in der Roten Liste als gefährdet einzustufen, wenngleich schon Caspers (a.a.O.) auf starke Fluktuationen hingewiesen hatte.

4.2.2 Epifauna nach Erfassungen während des Projektes, (Fische, s. 4.4)

Die mit der 2-m-Baumkurre erfassten 141 Epifauna-Arten sind in Tabelle 3 aufgeführt; die dort angegebene Zuordnung zu Lebensgemeinschaften berücksichtigt die Lage der Baumkurren-Stationen in der jeweiligen Endofauna-Zönose.

Nachfolgende Tabelle führt die ausschließlich und überwiegend in Baumkurrenfängen gefundenen Evertebraten-Arten auf (vergl. Tab. 3):

Gruppe	Art / Taxon
Nur in Bk:	44 Arten/Taxa
PORIFERA	Halichondria panicea (PALLAS 1766)
	Porifera spp.
CNIDARIA	Alcyonium digitatum LINNÉ 1758
	Alcyonium glomeratum (HASSALL 1843)
	Alcyonium spp.
	Metridium senile (LINNÉ 1761)
	Hydractinia echinata (FLEMING 1828)
	Sertularia cupressina LINNÉ 1758
MOLLUSCA	Leptochiton cancellatus (G.B. SOWERBY (1840)
	Aeolidia papillosa (LINNÉ 1761)
	Aporrhais pespelecani (LINNÉ 1758)
	Colus gracilis (DA COSTA 1778)
	Epitonium clathrus (LINNÉ 1758)
	Euspira catena (DA COSTA 1778)
	Neptunea antiqua (LINNÉ 1758)
	Raphitoma spp.
	Allotheuthis subulata (LAMARCK 1798)
	Chamelea gallina (LINNÉ 1758)
	Mactra stultorum (LINNÉ 1758)
	Mya truncata LINNÉ 1758
CHELICERATA	Pantopoda spp.
CRUSTACEA	Cancer pagurus LINNE 1758
	Carcinus maenas (LINNE 1758)
	Crangon allmani KINAHAN 1857

Gruppe	Art / Taxon
	<i>Ebalia granulosa</i> H. MILNE-EDWARDS 1837
	<i>Ebalia tumefacta</i> (MONTAGU 1808)
	<i>Galathea</i> spp.
	<i>Hyas coarctatus</i> LEACH 1815
	<i>Liocarcinus depurator</i> (LINNE 1758)
	<i>Liocarcinus pusillus</i> (LEACH 1815)
	<i>Macropodia</i> spp.
	<i>Nephrops norvegicus</i> (LINNE 1758)
	<i>Pandalus borealis</i> KRÖYER 1838
	<i>Pandalus montagui</i> LEACH 1814
	<i>Processa parva</i> HOLTHUIS 1951
	<i>Praunus inermis</i> (RATKE 1843)
	<i>Schistomysis ornata</i> (G.O. SARS 1864)
	<i>Cirolana borealis</i> LILJEBORG 1851
BRYOZOA	<i>Alcyonidium gelatinosum</i> (LINNÉ 1761)
	<i>Crisia eburnea</i> LINNÉ 1758
	<i>Flustra</i> spp.
ECHINODERMATA	<i>Ophiothrix fragilis</i> (ABILDGAARD 1789)
	<i>Echinus esculentus</i> LINNE 1758
CHORDATA	<i>Ascidella aspersa</i> (O.F. MÜLLER 1776)

Vorwiegend in Bk:	9 Arten
	<i>Buccinum undatum</i> LINNÉ 1758
	<i>Turritella communis</i> RISSO 1826
	<i>Pagurus bernhardus</i> (LINNE 1758)
	<i>Pontophilus bispinosus</i> (HAILSTONE 1835)
	<i>Pontophilus trispinosus</i> (HAILSTONE 1835)
	<i>Alcyonidium diaphanum</i> (HUDSON 1762)
	<i>Asterias rubens</i> LINNE 1758
	<i>Astropecten irregularis</i> (PENNANT 1777)
	<i>Psammechinus miliaris</i> (GMELIN 1778)

4.2.2.1 Abundanz/Dominanzverhältnisse

In Abbildung 14 sind die Anteile der Großgruppen des Epibenthos als Prozente der Gesamtabundanz dargestellt. Die Echinodermata (52%) und Mollusca (37%) machen den größten Anteil aus. Die Crustacea kommen auf 7% und die Chordata auf 4 % der Gesamtabundanz. Nur geringe Anteile weisen die Cnidaria (0,1%), die Polychaeta (0,4%), die Bryozoa (0,1%) und die Gruppe „Sonstige“ (0,03%) auf; Gesamtartenliste, siehe Tabelle 3.

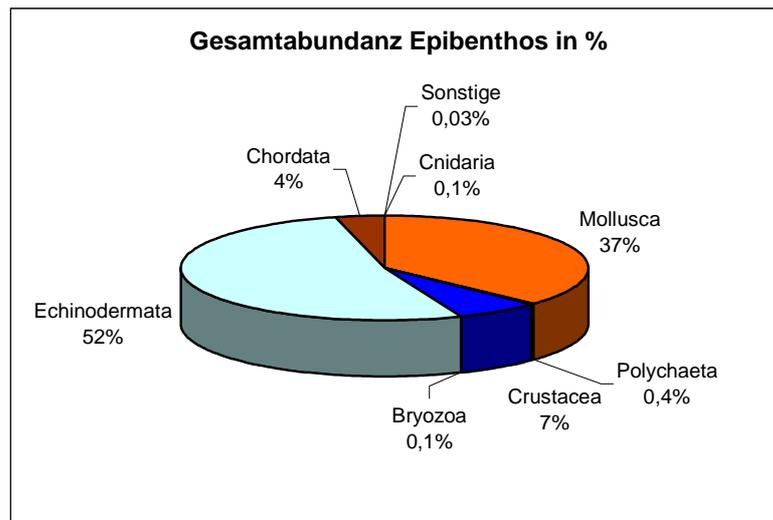


Abb. 14: Anteile der Großtaxa der Epifauna an der Gesamtabundanz von Mai/Juni 2000.

In Tabelle 14 sind die Gesamtabundanz der Epifauna innerhalb der Großgruppen und die durchschnittliche Individuendichte pro 1000 m² bei insgesamt 79 Baumkurrenhols aufgeführt.

Tab. 14: Gesamtabundanz und durchschnittliche Abundanz/1000 m² der Epifauna aus 79 Baumkurrenhols.

Großgruppen	Gesamtabundanz Baumkurren	durchschnittliche Abundanz/1000 m ²
Cnidaria	153	2
Mollusca	42028	532
Polychaeta	506	6
Crustacea	7651	97
Bryozoa	80	1
Echinodermata	59694	756
Chordata (v.a. Fische)	4396	56
Sonstige	31	0,4
Gesamt	114539	1450

4.2.2.2 Biomasse Epifauna

Abbildung 15 zeigt die prozentuale Verteilung des Feuchtgewichts und des errechneten aschefreien Trockengewichts (AFTG) auf die Großtaxa. Die Echinodermata (52%) machen durch ihr schweres Kalkskelett zunächst den größten Anteil der Biomasse aus. Bei einer Darstellung des AFTG verschieben sich die Verhältnisse deutlich, da dann die Chordata (41%), hauptsächlich Fische, den größten Anteil an der Biomasse ausmachen. Die Echinodermata kommen noch auf 26% und die Crustacea auf 22%. Alle anderen Gruppen, Mollusca (3%), Polychaeta (2%), Bryozoa (5%), Cnidaria (1%), Sonstige (0,3%), weisen nur geringe Werte auf.

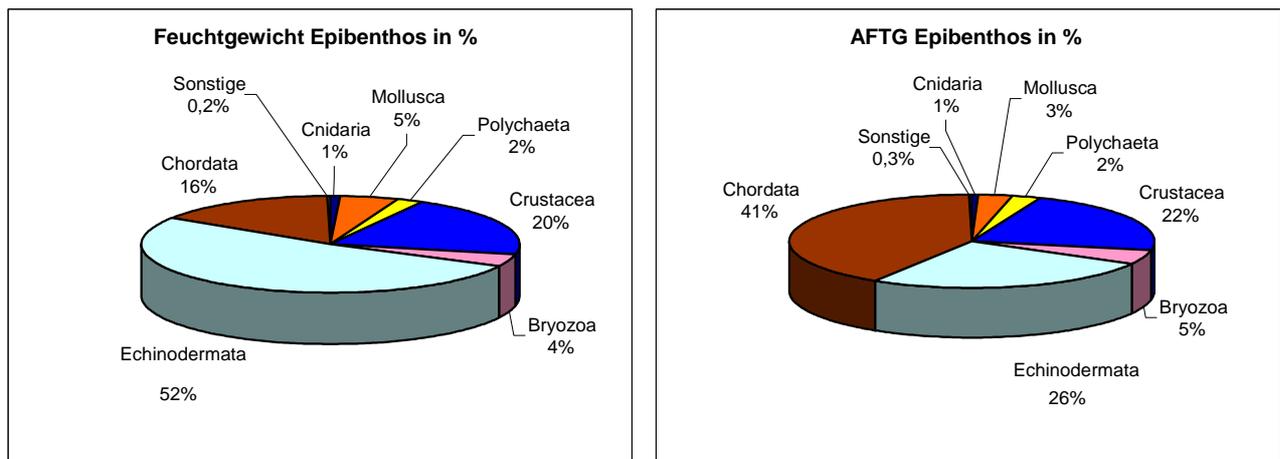


Abb. 15: prozentuale Anteile der Großtaxa der Epifauna am Feuchtgewicht und errechneten aschefreien Trockengewicht (AFTG) für 79 Baumkurrenhols.

Tabelle 15 führt sowohl die Anteile der Großtaxa der Epifauna am Feuchtgewicht und aschefreien Trockengewicht (AFTG), als auch die Durchschnittsgewichte/1000 m² auf. Alle Werte beziehen sich auf insgesamt 79 Baumkurrenhols.

Tab. 15: Biomassedaten der Epifauna als Feuchtgewicht, errechnetes aschefreies Trockengewicht und als Durchschnittsgewichte/1000 m² nach Großtaxa für 79 Baumkurrenhols.

	Gesamtes Feuchtgewicht in g	Gesamtes aschefreies Trockengewicht (AFTG) in g	Durchschnittliches Feuchtgewicht in g/1000 m²	Durchschnittliches AFTG in g/1000 m²
Cnidaria	2222	156	28	2
Mollusca	12557	725	159	9
Polychaeta	4895	565	62	7
Crustacea	50242	5240	636	66
Bryozoa	10521	1214	133	15
Echinodermata	128060	6108	1621	77
Chordata (v.a. Fische)	38786	9735	491	123
Sonstige	517	60	7	1
Gesamt	247801	23803	3137	301
			(= 3,1 g/m ²)	(= 0,3 g/m ²)

4.2.2.3 Ergebnisse der multivariaten Analyse, Gemeinschaften der Epifauna

Zur statistischen Analyse wurden, wie bei den Greiferproben (Kap. 4.2.1.4), die multi-dimensionale Skalierung (MDS) und die Cluster-Analyse angewendet. Insgesamt gingen zu diesem Zweck 138 epibenthische Taxa (davon 117 Arten) ein. Da die numerische Zuordnung für koloniebildende Organismen, wie sie bei den Cnidaria oder den Bryozoa vorkommen, nicht möglich ist, wurden die Daten für die Auswertung nach „presence/absence“ transformiert.

Abbildung 16 zeigt den MDS-Plot der Epifaunadaten, das dazugehörige Cluster-Dendrogramm findet sich in ANLAGE 7. Bei beiden Methoden ergaben sich Gruppierungen (farbig markiert), die mit den Ergebnissen aus der Analyse der Endobenthosdaten korrespondieren, aber wegen der kleineren Datenmengen und des flächenintegrierenden, aber selektiven Fanges der Baumkurren ein weniger klares und differenziertes Bild ergeben.

Die Fauna der grob- bis mittelsandigen Bereiche (blau umrandet) unterscheidet sich wieder recht deutlich von der der feineren Sedimente, wenn man von den am Rande des Borkum-Riffgrundes gelegenen Stationen 482 und 491 absieht. Die blau gestrichelt markierten Stationen weisen ebenfalls grobsandiges Sediment auf, lassen aber anhand ihres Artenspektrums zusätzlich auf das Vorkommen von Steinen schließen. Diese

Stationen sind in Abb. 17 als hellblaue Dreiecke markiert. Die Abbildung gibt einen besseren Überblick über die raumbezogene Verteilung der Stationen.

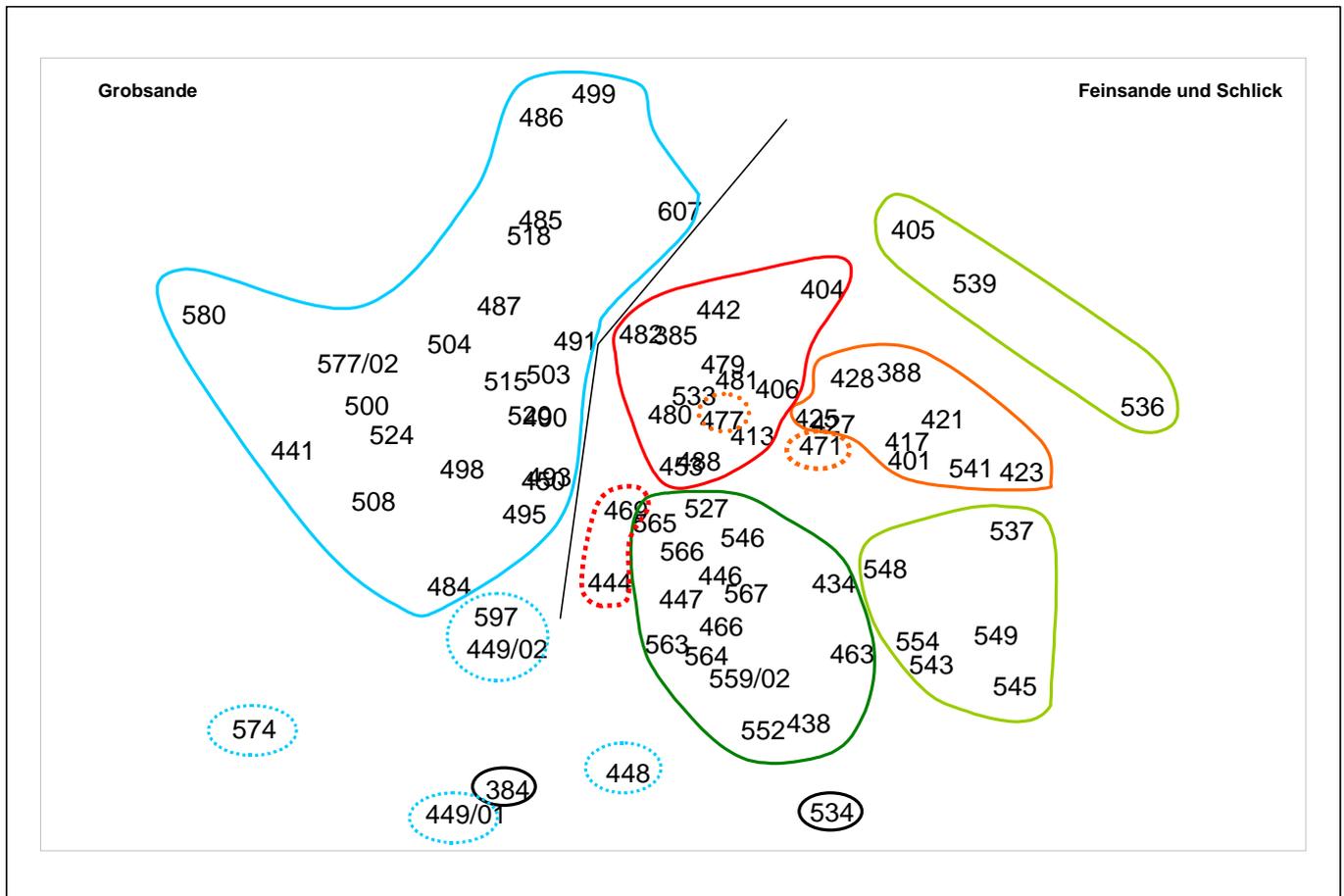


Abb. 16: MDS-Plot der Epifaunadaten aus 79 Baumkurrenhols von Mai/Juni 2000. Transformation: presence/absence, stress = 0,23.

Die feinsandigen Stationen (rot markiert) korrespondieren mit der Verteilung der *Tellinafabula*-Gemeinschaft in der inneren AWZ und der *Bathyporeia-Tellina*-Gemeinschaft auf der Doggerbank (Abb. 17).

Bei den sandig-schlickigen und schlickigen Stationen lassen sich ebenfalls der Bereich in der inneren AWZ (dunkelgrün) von dem in der äußeren AWZ (hellgrün) faunistisch unterscheiden. Die schlickig-sandigen Bereiche um die Doggerbank (gelb markiert) weisen eine Fauna auf, die ähnlich auch an zwei Stationen in der inneren AWZ zu finden ist. Zwei Stationen (schwarz in Abb. 16, grüne Dreiecke in Abb. 17), eine im dänischen Teil der Nordsee und eine bei Helgoland, lassen sich faunistisch nicht den anderen Stationen zuordnen.

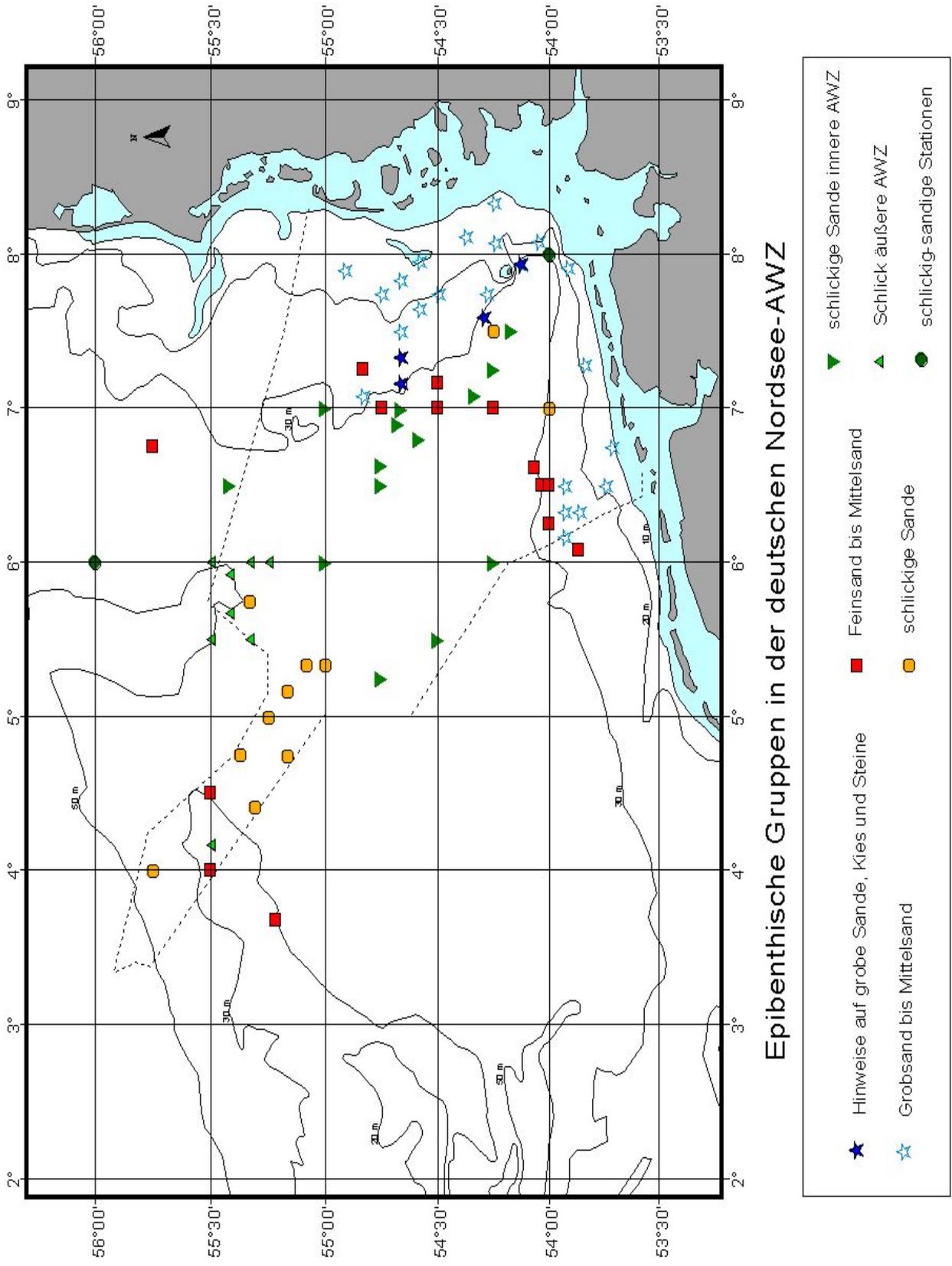


Abb. 17: Epifauna-Assoziationen

4.2.2.4 Artenzusammensetzung der epibenthischen Gruppierungen

Zur Ermittlung von Unterschieden in der Artenzusammensetzung wurde das Programm SIMPER aus dem Primer-Paket herangezogen.

Für die fünf größeren der aufgezeigten Gruppierungen (Assoziationen, Abb. 17) ist folgende Zusammensetzung der Epifauna kennzeichnend:

feinsandige Bereiche:

Echinodermata wie *Ophiura ophiura*, *Psammechinus miliaris*; Fische wie *Pleuronectes platessa* (Scholle), *Callionymus lyra* (gestreifter Leierfisch), *Buglossidium luteum* (Zwergzunge), *Pomatoschistus minutus* (Sandgrundel); die Schnecke *Euspira catena* und der Krebs *Corystes cassivelaunus*.

grobsandige Bereiche:

Crustaceen wie *Crangon crangon* und *Crangon allmani*; Fische wie *Agonus cataphractus* (Steinpicker), *Callionymus lyra*, *Arnoglossus laterna* (Lammzunge), *Pomatoschistus minutus*, *Buglossidium luteum*; die Muschel *Spisula elliptica*.

schlickig-sandige Bereiche an der Doggerbank:

Echinodermata wie *Astropecten irregularis*, *Ophiura albida*, *Ophiotrix fragilis*; der Polychaet *Aphrodita aculeata*, der Krebs *Corystes cassivelaunus*, die Bryozoe *Alcyonidium diaphanum*.

schlickige Bereiche äußere AWZ:

Echinodermata wie *Astropecten irregularis*, *Ophiura ophiura*; die Muscheln *Chamelea gallina*, *Corbula gibba*; die Schnecken *Buccinum undatum*, *Turritella communis*; der Polychaet *Aphrodita aculeata*; die Bryozoe *Alcyonidium gelatinosum*.

schlickig-sandige Bereiche innere AWZ:

Echinodermata wie *Astropecten irregularis*, *Ophiura albida*, *Echinocardium cordatum*, die Schnecken *Turritella communis*, *Aporrhais pespelecani*, *Polinices pulchellus*; der Krebs *Liocarcinus depurator*; Fische wie *Pomatoschistus minutus*.

4.3. Makrozoobenthos ausgewählter Gebiete

4.3.1 Der Borkum-Riffgrund, ein Beispiel für eine Sandbank mit eingeschlossenen riffartigen (steinigen) Lebensraumtypen

in Zusammenarbeit mit dem NLÖ (Norderney) und Stefan Tyedmers, Oldenburg

4.3.1.1 Vorbemerkung

Im Westen der Deutschen Bucht erstreckt sich, zungenartig angelehnt an flachere Bänke im küstennahen Bereich (und damit an den Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer), das nach Nordwesten allmählich abfallende, habitatreiche Sandbankgebiet des Borkum-Riffgrundes (BRG).

Die ökologischen Verhältnisse, vor allem die Besiedlung des BRG mit Evertibraten-Benthos, sind schon von DÖRJES 1977 als Besonderheit in der Deutschen Bucht beschrieben worden. Aber auch schon in einer Arbeit von Hagmeier (1930) finden sich ein paar Hinweise zur Fauna und ihrer Variabilität im östlichen Bereich des BRG. In der Arbeit von SALZWEDEL et al. (1985) stellt sich der Borkum-Riffgrund wie schon bei Dörjes als besonderes Gebiet mit Lebensgemeinschaften grober Sedimente dar. TYEDMERS (1998) beschreibt diese Verhältnisse erneut und zeigt Veränderungen gegenüber den Untersuchungen von DÖRJES (1977) auf. Da diese zum Teil durch den kalten Winter 1996 bedingt waren, hat das AWI durch einen Auftrag an das NLÖ durch TYEDMERS die Untersuchungen im Jahre 1999 ergänzt. Die im Auftrage des BfN vom AWI im Jahre 2000 durchgeführte Gesamtuntersuchung der deutschen AWZ in der Nordsee bestätigt die herausragenden ökologischen Verhältnisse auf dem BRG. Auch Untersuchungen der Vogelwelt und von Kleinwalvorkommen weisen auf die besondere Bedeutung des Borkum-Riffgrundes hin, wenn man die im Küstenmeer gelegenen Sandbanklebensräume mit einbezieht.

4.3.1.2 Einleitung und generelle Gebietsbeschreibung

Bei dem Borkum-Riffgrund handelt es sich um eine aus Moränenresten hervorgegangene marine Sandbank-Landschaft 15 km nordwestlich der ostfriesischen Insel Borkum. Der als nordwestliche Fortsetzung der saalezeitlichen oldenburgisch-ostfriesischen Grundmoräne anzusehende BRG hebt sich schon auf älteren Sedimentkarten (z.B. JARKE, 1956, Abb. BRG-1) durch seine Vielgestaltigkeit sehr deutlich aus seiner Umgebung hervor. Die JARKE-Karte weist neben Mittelsanden vor allem Grobsande und Kiese sowie Steinvorkommen aus. Hinzu kommen als

Besonderheit örtliche Torffunde. Dieses generelle Bild ist in der detaillierteren Sedimentkarte des BSH von FIGGE (1981, s. Abb. BRG-2b) ebenso auffällig und kommt auch in den Ergebnissen des Zwischenberichtes von M. Diesing und K. Schwarzer vom Institut für Geowissenschaften der Universität Kiel (Sept. 2002) an das BfN zur Erforschung der FFH-Lebensraumtypen Sandbank und Riff in der AWZ der deutschen Nord- und Ostsee zum Ausdruck.

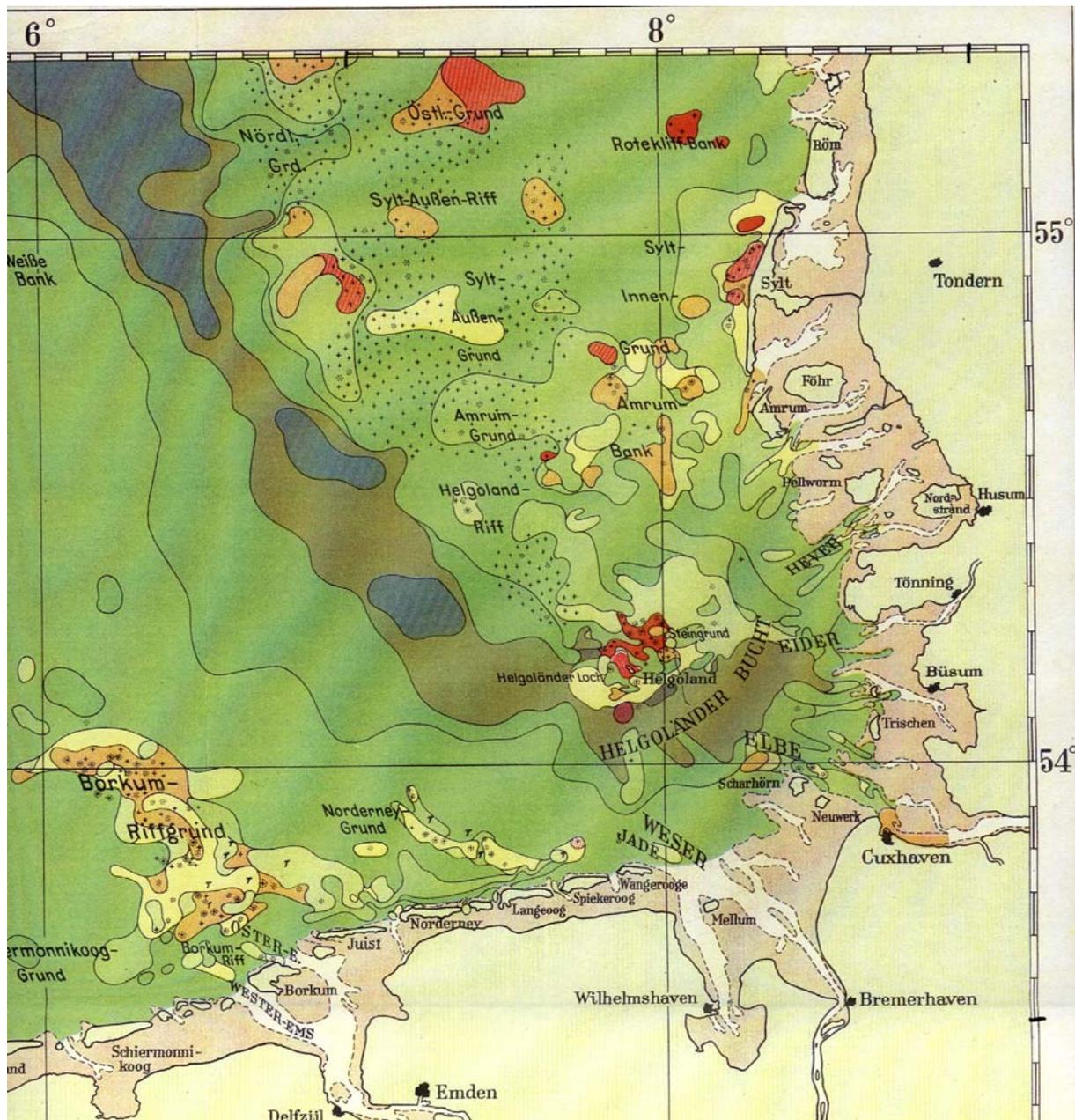


Abb. BRG-1: Sedimentkarte der Deutschen Bucht, aus Jarke 1956. Der grobsandige (braun), oft auch kiesig-steinige (kleine Symbole) Borkum-Riffgrund hebt sich deutlich aus seiner feinsandigeren Umgebung (grün) hervor.

Ein Abgrenzungsvorschlag für den Sandbankbereich ist im Abschlussbericht „Abgrenzung von Sandbänken als FFH-Vorschlagsgebiete“ (Argument GmbH Kiel, 2003; s. http://www.bfn.de/marinehabitats/downloads/abschlussberichte/Abgrenzung_Sandbaenke_2002.pdf) zu finden. Die Wassertiefe auf der danach 1040 km² großen Bank beträgt 5 bis 33,5 m (im Schnitt ca. 28,5 m). Damit liegt der Boden hier ungefähr 4-5 m höher als in den angrenzenden Meeresgebieten, abgesehen von den Übergängen zum Wattengebiet im Süden (das Borkumriff im Küstenmeer ist meist weniger als 5 m tief). Als Bodensubstrat stehen am Borkum-Riffgrund kiesig-sandige Mischsedimente an, mit Dominanz der Mittelsandfraktion. Neben Steinen und Kies spielt auch Muschelschill als Grobanteil des Substrats eine Rolle (Kalkgehalte nach Tyedmers bis 12%). Dieser Substrattyp aus Reliktsedimenten ist in der meist weichbödigten Deutschen Bucht als relativ selten zu bezeichnen (höchstens 5 % der Gesamtfläche) und wird in der Roten Liste der Biotoptypen als stark gefährdet eingestuft (RIECKEN et al., 1995).

Mehrere Untersuchungen zur Makrozoobenthosbesiedlung der Deutschen Bucht streiften den Borkum-Riffgrund (HAGMEIER, 1925; Salzwedel et al. 1985; KÜNITZER et al. 1992). Detailuntersuchungen dieses Gebiets liegen von DÖRJES (1977) und TYEDMERS (1998) vor. DÖRJES Probennahmen fanden in den Jahren 1967-1970 und in 1972 statt. Er fand insgesamt 96 Arten (einschließlich einiger Fischarten), die er entsprechend der Sedimentbeschaffenheit der einzelnen Stationen gruppierte. Er kam zu dem Schluss, dass die Faunengemeinschaft des Borkum-Riffgrundes gemäß STRIPP (1969) am ehesten der verarmten Grobsandvariante der *Venus-gallina*-Gemeinschaft zuzuordnen sei (entspricht der *Tellina-fabula*-Gemeinschaft, s. Tab. 16), aber auch stark an die *Spatangus-purpureus-Venus fasciata*-Gemeinschaft von FORD (1923) und DAVIS (1925) erinnere. Er empfahl aber weitergehende Untersuchungen.

TYEDMERS (1998) wiederholte im Jahre 1997 DÖRJES Untersuchungen mit dem gleichen Probennahmegerät an den gleichen Stationen. Obwohl die Navigationsgenauigkeit bei DÖRJES weit ungünstiger als 1997 ff war, stimmte die Einschätzung der Sedimentbeschaffenheit an den einzelnen Stationen bei DÖRJES und TYEDMERS stark überein (s. Tab. BRG.6, ANLAGE 8); bei der faunistischen Analyse jedoch gab es Abweichungen. TYEDMERS analysierte den Datensatz von DÖRJES 1977 mit modernen statistischen Methoden neu und kam zu dem Schluss, dass die Verhältnisse stark durch interannuelle und saisonale Variabilität gekennzeichnet waren. D.h. schon die Daten von DÖRJES selbst wiesen eine hohe, z.T. methodisch bedingte Streuung auf, während die innerhalb eines Probennahmejahres gewonnenen Daten von TYEDMERS sich insgesamt ähnlicher waren. Unter Berücksichtigung dieser Einschränkungen beim Vergleich der Daten folgte TYEDMERS (1998), dass ein Teil der Unterschiede zwischen seinen und DÖRJES Ergebnissen auf mehrere Jahre lang wirkenden Effekten des

Eiswinters 1995/96 beruht. Der kälteempfindliche Bäumchenröhrenwurm *Lanice conchilega* z.B. war bei DÖRJES eine der wichtigen Arten im Untersuchungsgebiet, wurde aber von TYEDMERS nur in geringen Abundanzen gefunden. Gleiches galt für die kälteempfindlichen Arten *Echinocardium cordatum*, *Tellina fabula* und *Spisula* spp. Für *L. conchilega* ist es relativ gut dokumentiert, dass sie in Folge sehr kalter Winter (1979, „Eiswinter“ 1995/96) aus dem Gezeitenbereich des Wattenmeers, aber auch bis mindestens zur 10-m-Tiefenlinie verschwindet (BUHR, 1981; GÜNTHER & NIESEL, 1999 STRASSER, 2001, beschreibt, dass die Wiederansiedlung von *Lanice* im Wattenmeer nach dem kalten Winter 1996 erst nach drei Jahren erfolgreich war).

Die vergleichsweise hohen Abundanzen von kleinen Polychaeten führte TYEDMERS (1998) auf sukzessionsbedingte Veränderungen der benthischen Gemeinschaft infolge des Eiswinters zurück. Er empfahl weiterführende Untersuchungen, um zu prüfen, ob sich die Gemeinschaft wieder zu einem von mehrjährigen Arten dominierten reiferen Stadium weiterentwickelt.

Aus diesem Grund wurde im Rahmen eines Werkvertrages vom AWI an das NLÖ 1999 eine Wiederholung der Untersuchung durchgeführt, bei der die Stationen und der Bearbeiter (Tyedmers) gleich blieben. Die Ergebnisse wurden weitestgehend von TYEDMERS zur statistischen Analyse im AWI vorbereitet. Darüber hinaus wurden bei der Gesamtkartierung im Jahre 2000 sowie gelegentlichen späteren Beprobungen zusätzlich Informationen über Fauna und Lebensräume am Borkum-Riffgrund gesammelt und bei den Analysen und Bewertungen berücksichtigt.

4.3.1.3 Material und Methoden

Die Lage der Probennahmestationen (Dörjes: 1967-72 und Tyedmers: 1997 und 1999) ist in Abbildung BRG-2a dargestellt; die Orte von 1999 und 2000 sind in der Sedimentkarte Abbildung BGR-2b eingetragen. Die Probennahme fand bei den Untersuchungen von DÖRJES (1977) und TYEDMERS im Jahr 1997 mit einem 180 kg schweren, 0,2 m² Fläche abgreifenden van-Veen-Greifer an den gleichen Orten statt, 1999 und 2000 mit einem Greifer von 0,1 m², wie er auch für die Gesamterfassung in 2000 verwendet wurde (weitere Hinweise: s. Kap. 2.2 und 4.4).

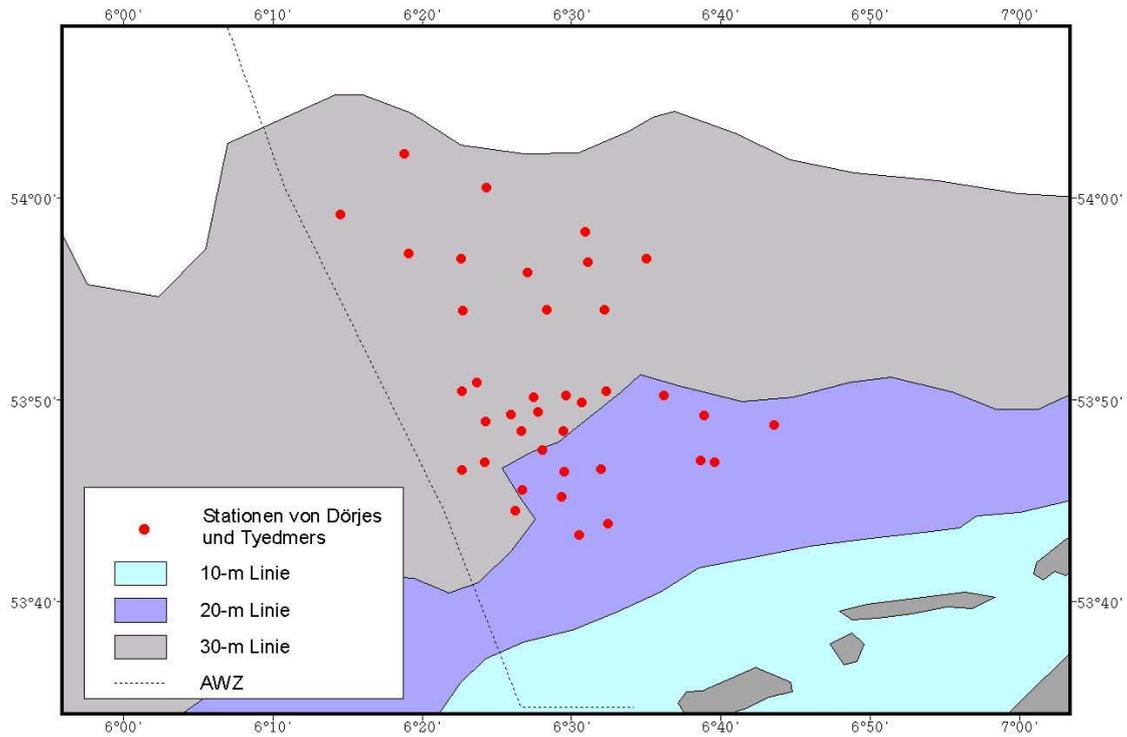


Abb. BRG-2a: Lage der von Dörjes in den Jahren 1967-72 und von Tyedmers in 1997 und 1999 untersuchten Stationen auf dem Borkum-Riffgrund (es wurden die gleichen Stationsorte beprobt; Nummern. s. 2b)

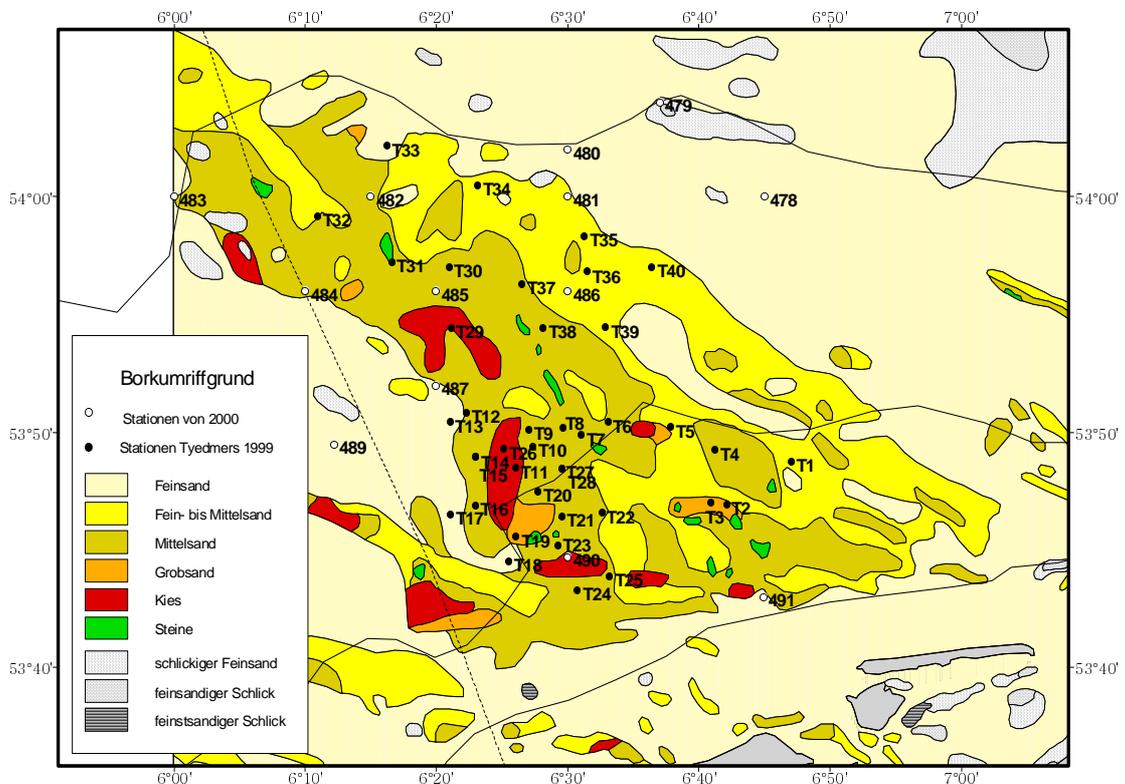


Abb. BRG-2b: Lage der 1999 (T-Nrn.) und 2000 (Nrn. 479-481) erfassten Stationen, eingetragen in Sedimentkarte nach FIGGE (1981), zusammengestellt durch A. Schäfer-Pinto, Arbeitsgruppe M. Schlüter, AWI.

4.3.1.4 Ergebnisse

In Tab. BRG.1 sind alle in Greiferproben gefundenen Makrofaunarten sowie die 2000 mit einer kleinen Baumkurre und durch einen Grundschleppnetzhol erfassten Tiere einschließlich Fischen aufgelistet. Besonders gekennzeichnet wurden die Rote-Liste-Arten (insgesamt 31 Evertebraten sowie 3 Fischarten).

Tab. BRG.1: Sämtliche im Bereich des BRG im Zeitraum 1967 bis 2000 erfassten Arten des Makrozoobenthos, aufgeführt nach Erfassungsperioden. Rote-Liste-Arten sind rot hervorgehoben. Nur in einem Fischereihol gefangene Fische sind als (x) markiert.

Gesamtartenliste 1967-2000	1967-72 (Dörjes, 1977)	1997 (Tyedmers 1998)	1999	2000
Cnidaria				
1 <i>Abietinaria abietina</i>		x		
Actinaria / Anthozoa		x		x
<i>Alcyonium sp.</i>				x
<i>Campanularia johnstoni</i>		x		
<i>Cerianthus lloydi</i>	x			x
<i>Corymorpha nutans</i>	x	x	x	
<i>Edwardsia sp.</i>	x	x	x	x
<i>Halecium halecinum</i>		x		
<i>Hydractinia echinata</i>		x		
Hydrozoa indet.		x		x (Thecata)
<i>Metridium senile</i>			x	x
<i>Obelia geniculata</i>		x		
<i>Sagartia sp.</i>	x			
<i>Sargatia trogloides</i>			x	
<i>Sertularia cupressina</i>		x		x
16 <i>Tubularia indivisa</i>		x		x ?
Mollusca				
<i>Abra prismatica</i>	x		x	
<i>Angulus (Tellina) tenuis</i>	x			
<i>Buccinum undatum</i>	x			x
<i>Chamelea (Venus) gallina</i>	x			x
<i>Corbula gibba</i>				x

	um 1970	1997	1999	2000
<i>Cylichna cylindracea</i>	x			
<i>Donax vittatus</i>	x			
<i>Dosinia exoleta</i>	x		x	x (sp.)
<i>Ensis americanus</i>				x
<i>Ensis ensis</i>	x		x	x
<i>Epitonium (Scala) clathrus</i>	x			
<i>Eubranchus exiguus</i>		x		
<i>Euspira catena</i>				x
<i>Goodallia (Astarte) triangularis</i>	x	x	x	x
<i>Lamellidorididae</i> sp.		x		
<i>Littorina saxatilis</i>			x	
<i>Mactra stultorum</i> = <i>M. corallina</i>	x			
<i>Modiolula phaseolina</i>			x	
<i>Moerella donacina</i>			x	
<i>Moerella pygmaea</i>	x			x
<i>Mysella (Montacuta) bidentata</i>	x			x
<i>Oenopota (Lora) turricula</i>	x			
<i>Ostrea edulis</i> L.	x			
<i>Phaxas (Cultellus) pellucidus</i>	x	x	x	x
<i>Polinices montagui</i>				x
<i>Polinices pulchellus</i> (<i>Lunatia nitida</i>)	x		x	x
<i>Retusa truncatula</i>	x			
<i>Spisula</i> sp. + juv.		x	x	x (subtr.)
<i>Spisula elliptica</i>	x			x
<i>Spisula solida</i>	x			x
<i>Tapes rhomboides</i>				x
<i>Tellimya (Montacuta) ferruginosa</i>	x	x	x	x
<i>Tellina fabula</i> = <i>Angulus fabula</i>	x		x	x
50 <i>Thracia phaseolina/papyracea</i>	x	x	x	x (sp.)
Annelida, Polychaeta				
<i>Ampharete acutifrons</i>		x		
<i>Anaitides</i> juv.				x
<i>Anaitides (Phyllodoce) groenlandica</i>	x	x		
<i>Anaitides (Phyllodoce) mucosa</i>	x	x	x	
<i>Anaitides (Phyllodoce) rosea</i>		x	x	
<i>Aonides paucibranchiata</i>		x	x	x

	um 1970	1997	1999	2000
<i>Aphrodita aculeata</i>				x
<i>Aricidea minuta</i>				x
<i>Aricidea suecica</i> (<i>A. jeffreysii</i>)	x			
<i>Capitella capitata</i>	x			x (sp.)
<i>Chaetozone setosa</i>		x	x	x
<i>Cirratulidae</i> sp.	x	x		
<i>Eteone foliosa</i>			x	
<i>Eteone longa</i>	x	x	x	x
<i>Eteone</i> sp.		x		
<i>Eulalia viridis</i>		x		x (<i>E.spp.</i>)
<i>Eumida sanguinea</i>	x	x		
<i>Eusyllis blomstrandii</i>		x	x	
<i>Gattyana cirrosa</i>	x			
<i>Glycera alba</i>			x	x ? (sp.)
<i>Glycera lapidum</i> (<i>capitata</i>)	x	x	x	x
<i>Goniada maculata</i>	x	x		x
<i>Goniadella bobretzkii</i>		x	x	x
<i>Harmothoe</i> aff. <i>glabra</i>		x		
<i>Harmothoe</i> aff. <i>nodosa</i>		x		
<i>Harmothoe ljunghmani</i>		x	x	
<i>Harmothoe lunulata</i>			x	
<i>Harmothoe</i> (<i>Antinoella</i>) <i>sarsi sarsi</i>		x		
<i>Harmothoe</i> spp.	x	x	x	x
<i>Hesionura elongata</i>		x	x	
<i>Lagis</i> (<i>Pectinaria</i>) <i>koreni</i>	x	x	x	x
<i>Lanice conchilega</i>	x	x	x	x
<i>Lepidonotus squamatus</i>		x		
<i>Magelona mirabilis</i> (<i>papillicornis</i>)	x	x	x	
<i>Magelona filiformis</i>				x
<i>Magelona johnstoni</i>				x
<i>Minospio</i> (<i>Prionospio</i>) <i>cirrifera</i>	x			
<i>Myriochele danielsseni</i> (? <i>M. heeri</i>)	x			
<i>Nephtys caeca</i>	x	x	x	x
<i>Nephtys cirrosa</i>	x	x	x	x
<i>Nephtys hombergii</i>	x		x	x
<i>Nephtys longosetosa</i>	x	x	x	x
<i>Nephtys</i> spp. (<i>Nephtys assimilis</i>)		x	x	x (<i>N. ass.</i>)

	um 1970	1997	1999	2000
<i>Nereis (juv.) sp. (N. virens)</i>	x		x	x (N. vir.)
<i>Nereis longissima</i>			x	x
<i>Nereis pelagica</i>		x		
<i>Notomastus latericeus</i>	x	x	x	x
<i>Ophelia limacina</i>	x	x	x	x
<i>Orbinia sertulata</i>	x	x	x	x
100 <i>Owenia fusiformis</i>	x			
<i>Paraonis fulgens</i>		x	x	
<i>Pholoe minuta (P. baltica)</i>	x			x
<i>Pisione remota (Praegeria/Pregeria rem)</i>	x	x	x	x
<i>Podarkeopsis helgolandica</i>				x
<i>Poecilochaetus serpens</i>	x			x
<i>Pseudopolydora (Polydora) pulchra</i>	x			
<i>Polydora sp.</i>	x			
<i>Protodorvillea kefersteini</i>		x	x	x
<i>Pygospio elegans</i>			x	
<i>Scalibregma inflatum</i>				x
<i>Scolecopsis bonnieri</i>	x	x	x	x
<i>Scoloplos armiger</i>	x	x	x	x
<i>Spio (juv.) sp.</i>		x	x	
<i>Spio filicornis</i>	x	x	x	x
<i>Spio goniocephala</i>		x	x	x
<i>Spio martiniensis</i>		x	x	
<i>Spionidae sp.</i>		x		
<i>Spiophanes bombyx</i>	x	x	x	x
<i>Sthenelais limicola</i>	x			x
<i>Streptosyllis websteri</i>			x	
Terrellidae sp.			x	
<i>Tomopteris sp.</i>		x	x	x
<i>Travisia forbesii</i>	x	x	x	
124 <i>Websterinereis glauca</i>			x	
Archiannelida				
<i>Polygordius appendiculatus</i>		x	x	x
Crustacea				
<i>Ampelisca sp.</i>	x			

	um 1970	1997	1999	2000
<i>Amphipoda</i> sp.			x	
<i>Aora typical</i> (<i>A. gracilis</i>)		x	x	
<i>Apherusa ovalipes</i>				x
<i>Argissa hamatipes</i>				x
<i>Atylus falcatus</i>		x	x	x
<i>Atylus swammerdami</i>		x		x
Balanidae sp.		x	x	
<i>Bathyporeia</i> aff. <i>nana</i>		x		
<i>Bathyporeia elegans</i>		x	x	x
<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i>	x	x	x	x
<i>Bathyporeia pelagica</i>		x	x	
<i>Bathyporeia pilosa</i>		x		
<i>Bathyporeia sarsi</i>			x	
<i>Callianassa</i> spp				x
<i>Caprella</i> sp. / <i>C. linearis</i>	x	x		
<i>Cheirocratus sundevalli</i>		x		
<i>Corophium</i> sp. / <i>C. "volutator"</i>	x	x		
<i>Corystes crassivelaunus</i>			x	x
<i>Crangon allmanni</i>		x		
<i>Crangon crangon</i>	x		x	x
<i>Cumacea</i> sp. (juv.)			x	
<i>Diastylis bradyi</i>	x	x	x	x
<i>Diastylis lucifera</i>			x	x (D. sp.)
Gammaridea sp. 1/ Gammaridae/ <i>Gammarus</i>	x	x	x	x
Gammaridea sp. 2	x			
Gammaridea sp. 3	x			
Gammaridea sp. 4	x			
<i>Gastrosacchus spinifer</i>	x	x	x	x
<i>Harpinia laevis</i>				x
<i>Hippomedon denticulatus</i>		x		
<i>Iphinoe trispinosa</i>	x	x	x	
<i>Lamprops fasciata</i>			x	
<i>Liocarcinus depurator</i>				x
<i>Liocarcinus (Macropipus) holsatus</i>	x	x		x (juv.)
<i>Liocarcinus pusillus</i>				x
<i>Macropodia rostrata</i>	x			x (sp.)
<i>Megaluropus agilis</i>			x	x

	um 1970	1997	1999	2000
<i>Melita obtusata</i>				x
<i>Microprotopus maculatus</i>		x		x
<i>Monoculodes</i> sp.	x			
Mysidacea sp.		x		
<i>Orchomene nana</i> (<i>O. nanus</i>)			x	x
Ostracoda sp.		x		
<i>Pagurus bernhardus</i> (spp.)	x	x		x
<i>Pariambus typicus</i>		x	x	x
<i>Perioculodes longimanus</i>		x	x	x
<i>Phoxocephalus holbolli</i>			x	
<i>Pontocrates arenarius</i>				x
<i>Pontophilus (Philoceras) bispinosus</i>				x
<i>Pontophilus (Philoceras.) trispinosus</i>				x
<i>Praunus inermis</i>				x
<i>Processa parva</i>				x
<i>Processa canaliculata</i>	x	x		
<i>Pseudocuma longicornis</i>		x	x	x
<i>Pseudocuma similis</i>	x	x	x	x
<i>Pseudocuma</i> spp.			x	
<i>Pseudocuma similis</i>				x
<i>Siphonoecetes kroyeranus</i>				x
<i>Synchelidium maculatum</i>				x
Tanaidacea spp.		x		
<i>Thanaissus lilljeborgi</i>	x		x	
<i>Thia polita</i>	x		x	
<i>Thia scutellata</i>		x		x
190 <i>Urothoe grimaldii</i> var. <i>poseidonis</i> / <i>Urothoe</i> sp.	x		x	x
Echinodermata				
<i>Amphiura brachiata</i>				x
<i>Astropecten irregularis</i>				x
<i>Cucumaria frondosa</i>				x
<i>Echinocardium cordatum</i>	x	x	x	x
<i>Echinocyamus pusillus</i>	x	x	x	x
<i>Ophiura albida</i>	x	x	x	x
<i>Ophiura ophiura</i> (<i>texturata</i>)	x			x
<i>Psammechinus miliaris</i>	x			x

	um 1970	1997	1999	2000
200 <i>Spatangus purpureus</i>	x			
Chordata				
Acrania: <i>Branchiostoma lanceolatum</i>	x	x	x	x
Tunicata: <i>Molgula</i> aff. <i>occulta</i>		x		
Andere Gruppen				
203 Foraminifera: <i>Astrorhiza limicola</i>				x
Porifera: indet. sp.		x		
Nemertini: indet. spp.	x	x	x	x
Nemertini mit rotem Ring				x
Trematoda: indet. sp.		x		
Nematoda: indet. spp.		x	x	
Sipunculida: indet. spp.		x	x	x
Oligochaeta: indet. sp.		x		
Phoronida: <i>Phoronis</i> spp.	x	x		x
Bryozoa: <i>Electra pilosa</i>		x		
<i>Flustra</i> sp.				x
214 Pantopoda: <i>Nymphon gracile</i>		x	x	
Summe Taxa Evertebraten:	94	110	98	122 davon 19 nur in Baumkurren
Chordata, Pisces (Fische)				
215 <i>Ammodytes tobianus</i> (Kleiner Sandaal)	x			
<i>Arnoglossus laterna</i> (Lammzunge)				(x)
<i>Buglossidium luteum</i> (Zwergzunge)				x
<i>Callionymus lyra</i> (Gestreifter Leierfisch)				x
<i>Entelurus aequoreus</i> (Gr. Schlangennadel)				x
<i>Eutrigla gurnadus</i> (Grauer Knurrhahn)				x
<i>Hyperoplus lanceolatus</i> (Gr. Sandaal)		x		x
<i>Limanda limanda</i> (Kliesche)				x
<i>Merlangius merlangius</i> (Wittling)				(x)
<i>Microstomus kitt</i> (Rotzunge)				x
<i>Mullus surmuletus</i> (Streifenbarbe)				(x)

	um 1970	1997	1999	2000
<i>Myxocephalus scorpius</i> (Seeskorpion)				(x)
<i>Pleuronectes platessa</i> (Scholle)		x		x
<i>Pomatoschistus (Gobius) microps</i> (Strandgrundel)	x			
<i>Psetta maximus</i> (Steinbutt)				(x)
<i>Solea solea</i> (Seezunge)		x		x
<i>Syngnathus</i> sp. (Seenadel)				x
<i>Trachinus vipera</i> (Kl. Peterm'chen, Viperqueise)				x
233 <i>Trigla lucerna</i> (Roter Knurrhahn)				(x)
Summe aller Taxa (Evertebraten + Fische)	96	113	98	139

Ein Überblick, wie weit die Arten in den drei Untersuchungsansätzen übereinstimmen, ist in Tab. BRG.2 wiedergegeben. Die meisten Cnidaria wurden in den Untersuchungen von TYEDMERS (1998) gefunden (11 Arten), bei DÖRJES nur 4, in 1999 ebenfalls nur 4 und 2000 immerhin 8. Dagegen waren die Mollusken bei DÖRJES in deutlich höherer Artenzahl (23) vertreten als in den Untersuchungen von 1997 und 1999; im Jahre 2000 wurden mit 20 Mollusken allerdings fast so viele wie bei DÖRJES gezählt. Bei den artenreichsten Gruppen, den Polychaeten und Crustaceen, ist das Bild dagegen umgekehrt: mehr Arten in den Untersuchungsjahren ab 1997.

Die Übereinstimmung in den Arten der Mollusca, Polychaeta und Crustacea zwischen DÖRJES Untersuchungen und den späteren Erfassungen ist gering. Die beiden von TYEDMERS durchgeführten Untersuchungen weisen allerdings bei den recht mobilen Crustaceen auch nur eine 50%ige Übereinstimmung des Arteninventars auf. Ähnliches gilt für die Rote-Liste-Arten.

Von den 94 Endofauna-Arten der Jahre 1967-72 wurden seit 1997 allerdings nur 16 nicht wiedergefunden, 50% davon sind Mollusken. Die in deutschen Gewässern verschollene europäische Auster (*Ostrea edulis*) und der 2000 in der gesamten AWZ nicht gefundene Purpurherzigel (*Spatangus purpureus*) verdienen unter den Rote-Liste-Arten besondere Beachtung, ebenso das endemische Vorkommen von *Thia scutellata*.

Weitere Endemiten sind möglicherweise *Moerella pygmaea*, *Tapes rhomboides*, *Harpinia laevis* und *Pinnotheres pisum* (?)

Tab. BRG.2: Gemeinsame (Normalschrift) und „singuläre“ Evertebraten-Arten (Taxa) der vier Untersuchungen auf dem BRG. In Klammern ist in der ersten Spalte die Gesamtartenzahl der Gruppen angegeben, fett sind die „singulär“ (in der jeweiligen Untersuchung) erfassten Gesamt-Artenzahlen markiert (inkl. gemeinsame Arten). Geringfügige Abweichungen gegenüber Tab. BRG.1 und bei den Additionen ergeben sich aus nicht bis zur Art bestimmten Taxa.

Cnidaria (16)	1967-72	1997	1999	2000
1967-72	4	2	2	2
1997		11	2	5
1999			4	2
2000				8
Mollusca (34)				
1967-72	23	4	9	14
1997		7	5	5
1999			13	9
2000				20
Polychaeta (76)				
1967-72	36	22	20	23
1997		47	33	25
1999			44	27
2000				41
Crustacea (72)				
1967-72	21	11	10	10
1997		31	14	15
1999			31	16
2000				38
Echinodermata (10)				
1967-72	7	4	4	6
1997		4	4	4
1999			4	4
2000				9
Andere Gruppen (14)				
1967-72	3	3	2	3
1997		11	5	4
1999			5	3
2000				7
Alle Arten				
1967-72	94	43	46	53
1997		110	64	58
1999			98	61
2000				122*
Insgesamt (kumuliert)	94	161	180	214*

Rote-Liste-Arten (31)	1967-72	1997	1999	2000
1967-72	15	6	7	9
1997		10	7	7
1999			11	8
2000				23

* mit Epifauna

4.3.1.5 Ähnlichkeiten der Fauna an den Stationen

In Cluster- und MDS-Analysen ergeben sich vor allem Gruppierungen nach Untersuchungszeiträumen (Jahren; Abb. BRG-3, s. auch ANLAGE 9). Auch die Untersuchungsergebnisse aus 2000 stellen sich als in sich ähnlichere Gruppe dar, mit relativ starken Abweichungen gegenüber den vorangegangenen Erfassungen.

Dabei zeigt sich jedoch, dass die 2000 erfasste Fauna der um das Jahr 1970 am ähnlichsten ist (Abb. BRG-3). Selbst ein Vergleich der aufeinander folgenden Jahre 1999 und 2000 ergibt recht unterschiedliche Bilder (Abb. BRG-4), zumal von den Stationen von 1999 die meisten im flacheren und durch Grobsande ausgezeichneten Bereichen des BRG liegen (rechts im Plot). In diesem Zusammenhang ist jedoch wichtig, dass auch die im Nordosten etwas abseits vom eigentlichen Borkum-Riffgrund gelegenen Stationen 478 und 479 (R1 und R2) sich nicht herausheben. Bei 479 wurden trotz der in der Nähe befindlichen feineren Sedimente z.B. nur zwei Epifauna-Arten zusätzlich in einer Baumkurre erfasst (*Aphrodita aculeata* und *Liocarcinus depurator*), die auf dem eigentlichen BRG nicht gefunden wurden.

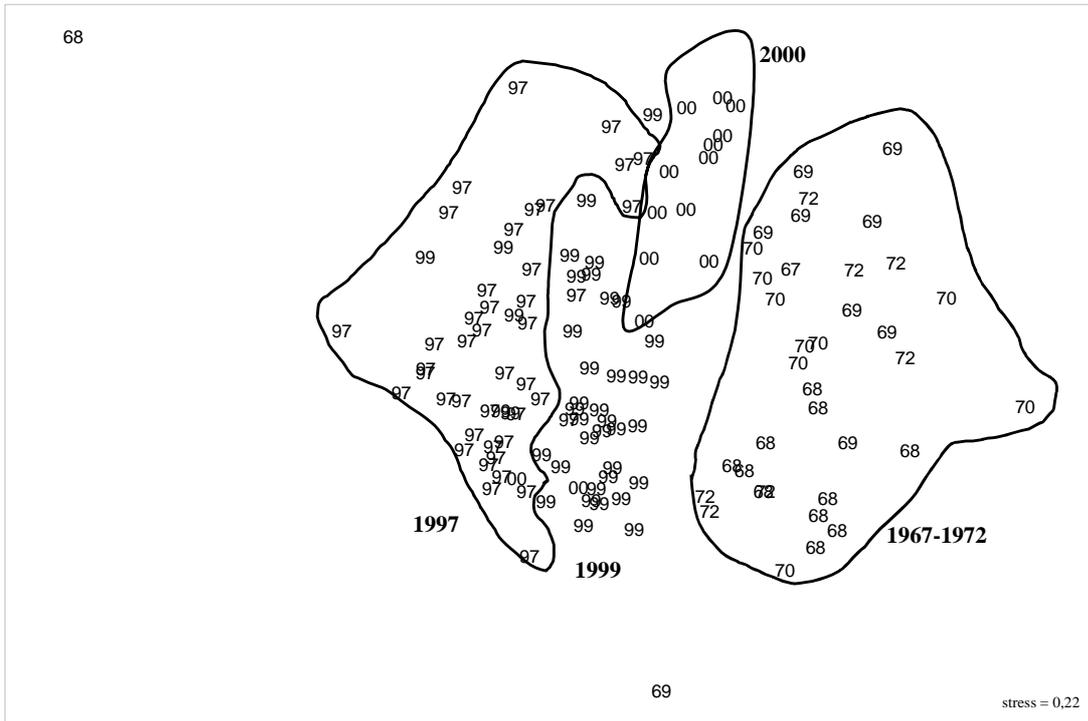


Abb. BRG-3: MDS-Plot zur Ähnlichkeit aller Proben aus 1967 bis 2000. Zusammenhängende Zeitphasen sind kenntlich gemacht (s. Cluster in ANLAGE 9). Die Proben aus den Jahren 1967-72 sind denen aus 1997 am wenigsten ähnlich.

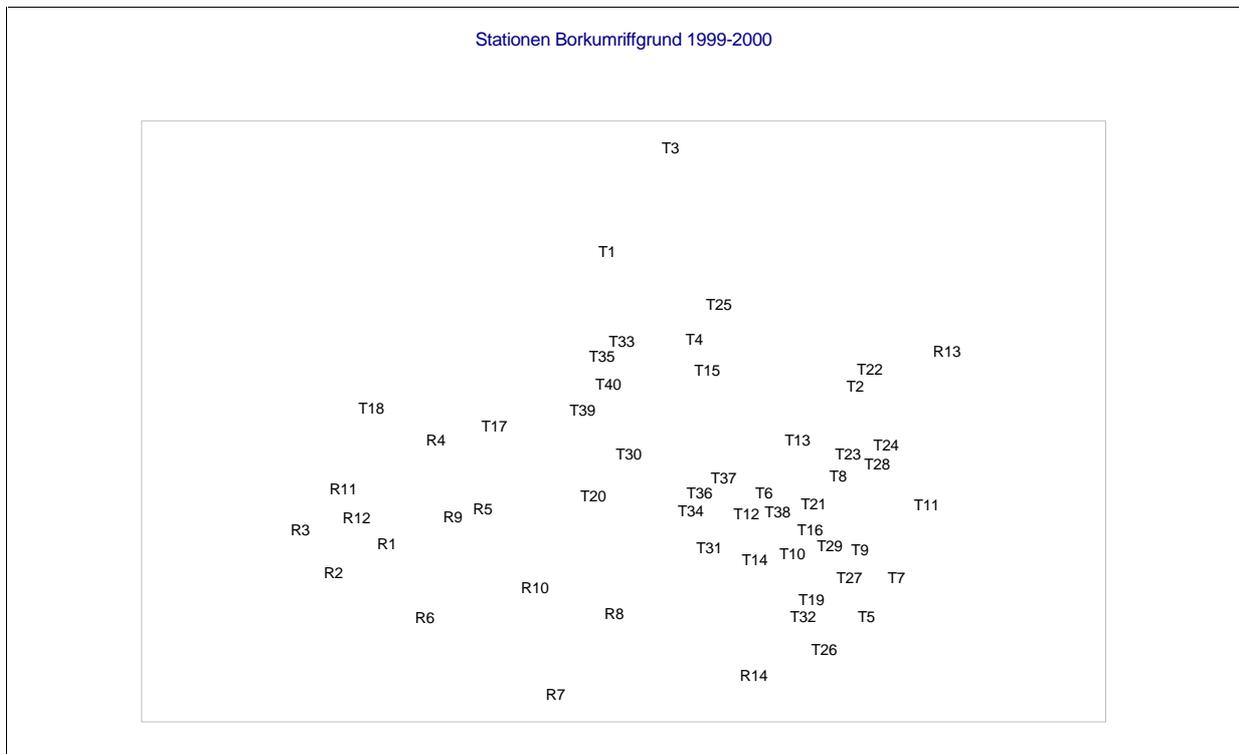


Abb. BRG-4a: MDS-Plot der faunistischen Ähnlichkeit der Stationen aus 1999 (T) und 2000 (R)

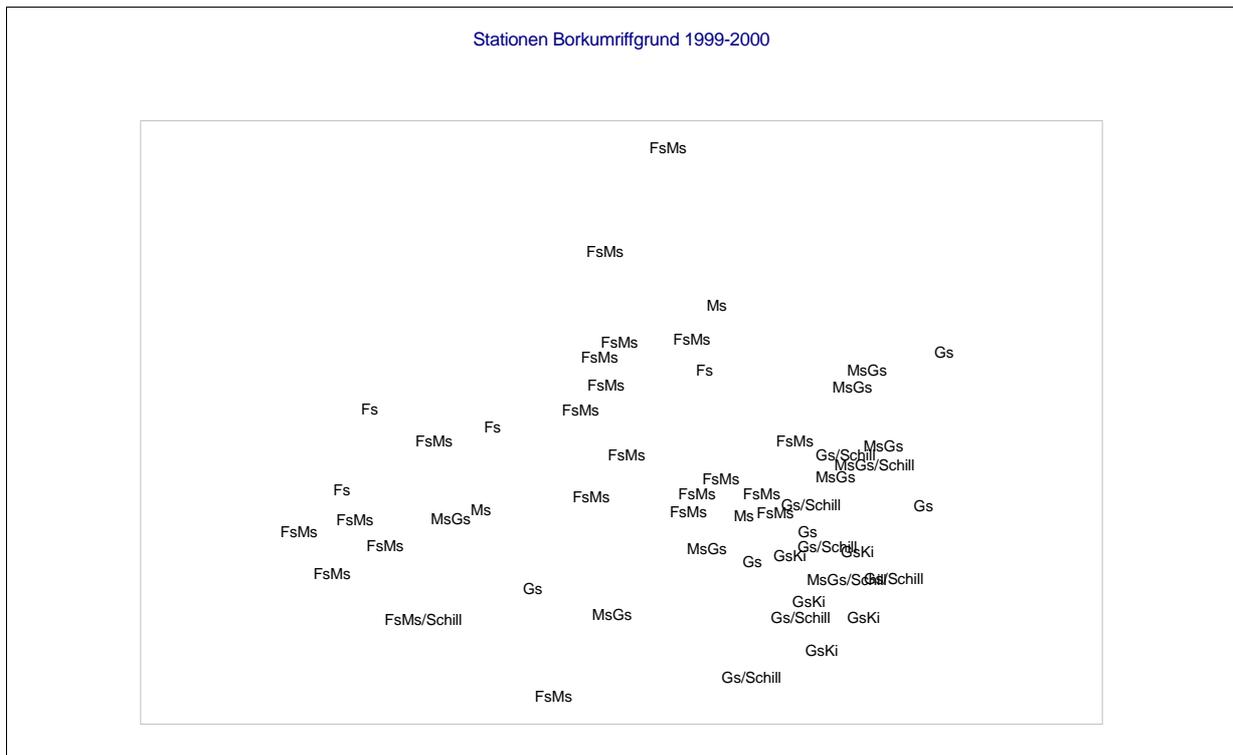


Abb. BRG-4b: Sedimentverteilung an den Stationen des Plots 4a

Die recht detaillierten 1997er und 1999er Daten von TYEDMERS lassen sich im ersten Schritt in vier große Blöcke untergliedern (Abb. BRG-5), von denen der erste überwiegend von Stationen aus 1997 gebildet wird (nur 3 Stationen aus 1999) und unterschiedliche Sedimenttypen enthält.

Die zweite Gruppe enthält Proben, die aus 1997 und 1999 stammen und durch grobsandiges bis kiesiges Substrat gekennzeichnet sind. Gruppe drei enthält Stationen verschiedener Sedimentzugehörigkeit, die fast ausschließlich (mit einer Ausnahme) aus dem Jahr 1999 stammen. Die vierte Gruppe stellt ein Gemisch von Probenstationen aus beiden Jahren dar, die alle durch feinsandige Sedimente charakterisiert werden.

Von insgesamt 31 Stationen, die in 1997 und 1999 gemeinsam beprobt wurden, ordnete die Cluster-Analyse nur 7 den gleichen Gruppen zu. Diese Stationen haben keine einheitlichen Merkmale in ihren abiotischen Bedingungen (s. Tab. BRG.5 am Ende des BRG-Kapitels).

Die MDS-Darstellung aller Datensätze (Abb. BRG-3) bestätigt, dass einzelne Gruppen nicht klar voneinander unterschieden werden können. Ähnliches gilt auch für den Vergleich von 1999 und 2000 (Abb. BRG-4a). Diese geringen Trennschärfen (Similaritäten der Cluster bei 40-50%) sind ein weiterer Hinweis auf die große Heterogenität und enge Verzahnung der Biotope sowie die dadurch bedingte Vielfalt der Bodenfauna des Borkum-Riffgrundes.

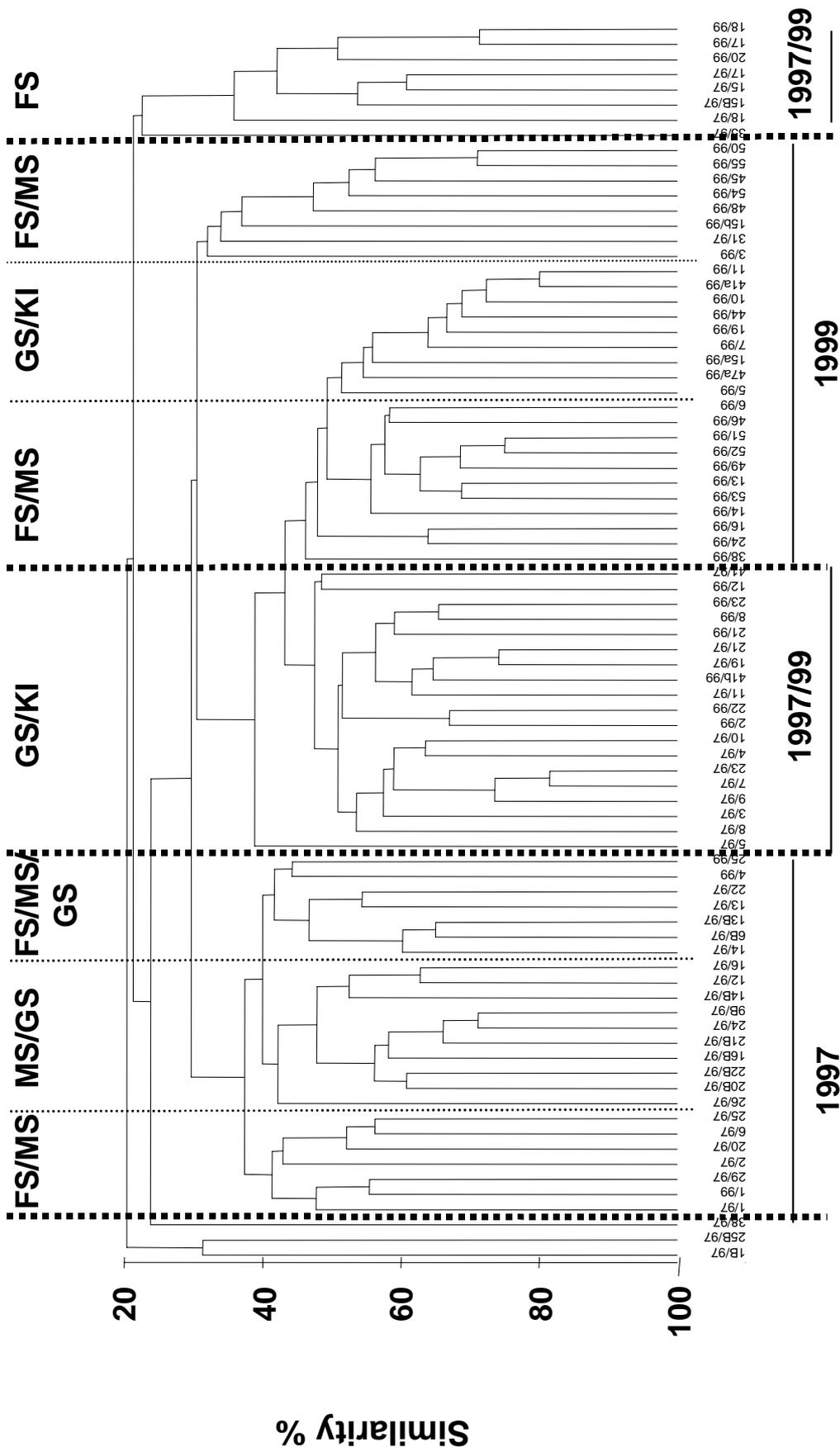


Abb. BRG-5: Dendrogramm der 1997 und 1999 untersuchten Stationen. Zur Übersicht sind die Jahre, aus denen die Proben der einzelnen Cluster stammen (unten) bzw. die Sedimentklassifikation (oben) angegeben. Die Abkürzungen bedeuten: FS: Feinsand, MS: Mittelsand, GS: Grosand, KI: Kies.

4.3.1.6 Bodentier-Gemeinschaften

Auf dem Borkum-Riffgrund siedelt neben der *Tellina-fabula*-Gemeinschaft im wesentlichen die ***Goniadella-Spisula*-Gemeinschaft** (sensu SALZWEDEL et al., 1985; entspricht etwa der „Grobsandvariante der *Venus-gallina*-Gemeinschaft“ bei DÖRJES, 1977). Diese Gemeinschaft ist in der Gesamt-Analyse des Makrozoobenthos der Deutschen Bucht von 2000 deutlich darstellbar (s. Kap. 4.2) und fällt auch bei Analysen des gesamten Nordseebenthos besonders auf (vorläufiges Ergebnis der ICES North Sea Study Group, s. Abb. 19, Kap. 5).

Die *Goniadella-Spisula*-Gemeinschaft besiedelt grobsandige und kiesige Sedimente. Auf diesen Grobsedimenten des BRG insgesamt sind im Jahre 2000 folgende Arten besonders charakteristisch (Tab. BRG.3: *Aonides paucibranchiata* bis *Scoloplos armiger*). Charakterart ist jedoch lediglich *Goodallia triangularis*, die in der Deutschen Bucht nur auf Grobsand gefunden wurde.

Tab. BRG.3: numerische Dominanz, Abundanztreue (AT), Präsenz und Präsenztreue (PT) -alle in Prozent - sowie Rang in der Liste der Trennarten nach SIMPER (RTS) der charakteristischen und einiger häufiger Begleit-Arten der *Goniadella-Spisula*-Gemeinschaft insgesamt auf dem BRG, Erfassung im Jahre 2000. Fette Zahlen = Kriterium erfüllt; fette Namen = Charakterarten, unterstrichen = Minimalkriterium von PT nicht erfüllt; bei AT und PT wurden die Werte für alle Stationen (1. Zahl) und zusätzlich ohne die anderen Grobsandstationen in der Deutschen Bucht (2. Zahl) ermittelt, aber nur bei stärkeren Abweichungen aufgeführt.

	Dominanz	AT	Präsenz	PT	RTS
Aonides paucibranchiata	24,4	23,0	83,3	<u>11,9</u>	2
Echinocyamus pusillus	12,1	21,3	66,7	<u>8,9</u>	5
Ophelia limacina	5,9	23,8	83,3	<u>11,6</u>	3
Branchiostoma lanceolatum	5,8	23,4- 65,5	83,3	<u>31,3</u>	1
Goodallia triangularis	4,1	93,0-100,0	33,3	66,7	>10
Scoloplos armiger	3,8	4,4	83,3	<u>4,1</u>	4
Bathyporeia elegans	3,4	2,4	33,3	2,7	9
Polinices pulchellus	3,3	5,1	66,7	3,5	6
Spio filicornis	2,8	9,5	33,3	3,9	>10
Polygordius appendiculatus	2,7	50,0	16,7	33,3-50,0	>10
Lanice conchilega	2,6	0,7	5,0	3,2	>10
Protodorvillea kefersteini	2,3	9,8-46,9	16,7	11,1	>10
Goniadella bobretzkii	2,2	18,1-49,5	33,3	10,5	>10

Im Gesamtzeitraum 1999/2000 sind *Corymorpha nutans* und *Spisula solida* zusätzlich auffällig. Hinzu kommen als Elemente einer typischen (sehr regelmäßig anzutreffenden) Begleitfauna neben den in Tab. BRG.3 aufgeführten Arten (*Bathyporeia elegans* ff.) noch *Nephtys cirrosa*, *Scolelepis bonnieri*, *Pontocrates arenarius*, *Thracia* spp.

Die zwei im Kapitel 4.2 beschriebenen Ausprägungen dieser Gemeinschaft finden sich auch auf dem Borkum-Riffgrund:

1. *Goniadella*-*Spisula*-Gemeinschaft auf Grobsand und Kies

Diese Variante findet sich in der Untersuchung von 2000 nur an wenigen Stellen in der Deutschen Bucht, an 3 Stationen auch auf dem Borkum-Riffgrund.

Vor allem das Lanzettfischchen *Branchiostoma lanceolatum*, der Archiannelide *Polygordius appendiculatus*, die Polychaeten *Aonides paucibranchiata*, *Ophelia limacina* und *Goniadella bobretzkii* sowie der kleine Schild-Seeigel *Echinocyamus pusillus* sind besonders charakteristisch für die Endofauna in diesem Lebensraum auf dem BRG.

2. *Goniadella*-*Spisula*-Gemeinschaft auf grobsandigem Mittelsand

Diese Ausprägung findet sich im Jahre 2000 nur an 2 Stationen vor den ostfriesischen Inseln, eine davon liegt auf dem BRG. Ansonsten findet sich die Ausprägung auf dem Borkum-Riffgrund des öfteren bei Tyedmers. Charakteristisch und kennzeichnend sind hier im Jahre 2000 neben den Polychaeten *A. paucibranchiata*, *O. limacina* und *G. bobretzkii* vor allem die Muscheln *Goodallia (Astarte) triangularis* und *Spisula elliptica*.

4.3.1.7 Gesamtübersicht:

Während TYDMERS (1998) im wesentlichen 3 Stationsgruppen (Gemeinschaften) auf dem BRG beschreibt (Fein-, Mittel-, Grobsandgemeinschaft), lassen sich anhand der zeitlich zusammenpassenden Befunde von 1999 und 2000 fünf Gruppierungen der Endofauna darstellen (s. auch Abb. BRG-2b):

1. **Grob- bis Mittelsandlebensräume** mit *Aonides paucibranchiata*, *Ophelia limacina*, *Goniadella bobretzkii* und *Spisula* spp. sowie *Branchiostoma lanceolatum*, *Pisione remota*, *Glycera lapidum*, *Echinocyamus pusillus* und *Goodallia triangularis* als charakteristischen Arten.
2. **Grob- bis Feinsandlebensräume im Nordwesten** des BRG mit hoher Präsenz (100 %) von *Aonides paucibranchiata*, *Branchiostoma lanceolatum*,

Echinocyamus pusillus, *Nephtys longosetosa*, *Polynices pulchellus*, *Spiophanes bombyx* und *Scoloplos armiger*.

3. **Fein- bis Mittelsandlebensräume im Norden und Osten** des BRG mit *Bathyporeia*-Arten sowie *Ophelia limacina*, *Paraonis fulgens*, *Scoloplos armiger*, *Aonides paucibranchiata*, *Echinocyamus pusillus* als wichtigen Begleitarten.
4. **Fein- bis Mittelsandlebensräume im Außenbereich** (NO und W) des BRG mit *Tellina fabula*, *Magelona*-Arten, *Scololepis bonnieri* als charakteristischen und *Goniada maculata* sowie *Urothoe poseidonis* als wichtigen Begleitarten.
5. **Feinsandlebensräume im Südwesten** mit ähnlichen Arten wie 3. und 4., vor allem *Bathyporeia* spp. sowie *Tellina fabula* und *Tanaissus lilljeborgi*.

Hinzu kommen

6. **Lebensräume mit Steinen**, die durch eine typische Epifauna auffallen, mit: *Sertularia cupressina*, *Metridium senile*, *Alcyonium digitatum*, verschiedenen dekapoden Krebsen, Ascidien sowie den Bryozoen *Flustra foliacea* und *Electra pilosa*.

Solche Lebensraumtypen (6.) wurden gefunden bes. bei Stat. 484 (He 133, 9.06.2000): im Bereich 53°56,04'N bis 53°56,24'N und 06°10'E bis 06°20,1'E, und zwar mit *Metridium senile*, *Alcyonium* spec. (*digitatum?*), *Echinocyamus pusillus*, *Buccinum undatum*, *Epitonium clathrus*, *Corbula gibba*, *Spisula* sp., *Acanthocardia echinata*, *Pagurus bernhardus*, *Hyas araneus*, *Flustra foliacea*, *Electra pilosa*. Weitere Station mit Steinen: 487 (He 133, 9.06.00), bei 53°52,0'N und 06°20,1'E: mit *Sertularia cupressina*.

4.3.1.8 Diskussion und Schlussfolgerung

Zusammengefasst belegen die Untersuchungen von DÖRJES (1977), TYEDMERS (1998) sowie aus 1999 und 2000, dass die untersuchten Stationen eine Veränderung in ihrem Artenbestand erfahren haben, die bis 2000 fortbesteht. Während bei DÖRJES z.B. noch mehrjährige Bivalvia ein wesentliches Faunenelement waren, kamen solche vor allem 1997, aber auch danach, kaum vor (z.B. *Mactra*, *Donax*, große *Spisula*). Dafür haben kleine Polychaeten an Bedeutung zugenommen. Als mögliche Hauptursache dieser Entwicklung sah schon TYEDMERS (1998) den besonders kalten Winter 1995/96 an. Die

hinzugewonnenen Ergebnisse aus dem Jahr 1999 wiesen aber noch nicht auf eine Rückentwicklung von einer „eiswintergestörten“ verarmten Faunengemeinschaft hin zu einer reicheren, reiferen hin. Erst im Jahre 2000 zeigt sich eine größere Ähnlichkeit mit DÖRJES Befunden (s. Abb. BRG-3). Ursache hierfür kann zum einen der ebenfalls (im Januar) noch kalte Winter 1996/97 sein, der die Erholung der benthischen Gemeinschaft verzögert hatte. In Langzeituntersuchungen des AWI an „Dauerstationen“ hat sich gezeigt, dass die Erholung der Makrofauna nach den kalten Wintern um 1996 mindestens bis zum Jahre 2000 dauerte (Mitt. A. SCHRÖDER, AWI). Hinzu kommt wahrscheinlich, dass die langlebigen Arten des Borkum-Riffgrundes analog zu den langlebigen Arten in der gesamten Nordsee durch eine kombinierte Wirkung von boden(zer)störender Fischerei und Eutrophierung zurückgegangen sind und eine veränderte Faunengemeinschaft persistent geworden ist (RACHOR, 1990; RUMOHR et al., 1998).

Die jeweils nachgewiesenen Rote-Liste-Arten sind als Minimalwerte anzusehen, die sich durch die Methodik und die Seltenheit der Tiere erklären lassen. TYEDMERS (1998), der neben Greifer- auch Dredge- und Tauchproben in dem Gebiet nehmen konnte, ermittelte für Untersuchungs-jahr 1997 12 dieser Arten; unsere methodisch ähnlich vielfältige Beprobung von 2000 ergab trotz geringerer Stationszahl eine deutlich höhere Zahl (23 Evertibraten + 3 Fische).

Hinweis: An der schon etwas außerhalb des BRG gelegenen Station 479 wurde nur eine nicht an den anderen Stationen erfasste zusätzliche RL-Art gefunden (*Liocarcinus depurator*).

Neben der hier diskutierten zeitlichen Variabilität der Fauna des BRG sind außerordentlich kleinräumige Biotop- und Substratmosaikungen gegeben (s. Abb. BRG-2b), die sich darin äußern, dass an einer Schiffsstation nacheinander genommene Bodengreifer Feinsande, Grobsande und Kiese oder sogar Kiese und Steine enthalten können. Die in dem meisten MDS-Plots zu sehenden gleitenden Übergänge zwischen einzelnen Stationen (und die entsprechenden Cluster-Gruppierungen) sind ein statistischer Hinweis auf die Inhomogenitäten im Gebiet und die entsprechenden Verzahnungen verschiedener Bodentier-Assoziationen. Es treten die für Sandbänke typischen Gemeinschaften (*Goniadella-Spisula-G.* und *Tellina-fabula-G.*) sowie von Epifauna dominierte fragmentarische Gemeinschaften der Steinriffe eng verzahnt nebeneinander auf.

Insgesamt ist der Borkum-Riffgrund wegen seiner speziellen und komplexen Lebensraum- und Substratstrukturen und seiner daran angepassten artenreichen Bodenfauna trotz deren starker zeitlicher Variabilitäten ein ökologisch herausragendes Sandbank-Gebiet (mit Steinriff-Fragmenten) in der deutschen AWZ. Auf Grund dieser Eigenschaften und seiner Lage im Einstrombereich des aus dem Ärmelkanal und aus der westlichen Nordsee kommenden Atlantikwassers kann es als schutzwürdiges Gebiet auch nicht durch Gebiete ähnlicher Struktur und Besiedlung etwa im Osten der Deutschen Bucht oder auf der Doggerbank ersetzt werden.

Tab. BRG.5a - 5b: Geographische Koordinaten und Sedimentklassifikation der BRG-Stationen. Fsd: Feinsand, Mds: Mittelsand (msd = mittelsandig), Gsd: Grobsand, Ki: Kies.

Tab. 5a (1967-1999)

Stations-Nr.	Sediment nach Dörjes (1977)	Sediment nach Tyedmers, 1998)	nachTyedmers/AWI 1999	geogr. Breite (° und Min. N)	geogr.Länge (° u. Min. E)
1	FsdMsd	Fsd	FsdMsd	6°47'	53°49'
2	Gsd	Msd	MsdGsd	6°42	53°47
3	GsdKi	Gsd	FsdMsd	6°41	53°47
4	Msd	FsdMsd	FsdMsd	6°41	53°49
5	GsdKi	GsdKi	GsdKi	6°38	53°50
6	FsdMsd	FsdMsd	FsdMsd	6°33	53°50
7	FsdMsd	Gsd	Gsd/Schill	6°31	53°50
8	GsdKi	Gsd	MsdGsd	6°30	53°50
9	GsdKi	GsdKi	FsdMsd	6°29	53°50
10	GsdKi	GsdKi/Schill	GsdKi	6°27	53°50
11	GsdKi	GsdKi/Schill	GsdKi	6°27	53°49
12	GsdKi	MsdGsd	Gsd	6°26	53°48
13	MsdGsd	MsdGsd	Msd	6°22	53°51
14	GsdKi	MsdGsd	FsdMsd	6°21	53°50
15a	Fsd	Fsd	Gsd	6°23	53°49
15b	Fsd	Fsd	Fsd	6°23	53°49
16	GsdKi	MsdGsd	Gsd	6°23	53°47
17	Msd	Fsd	Fsd	6°21	53°46
18	GsdKi	Fsd	Fsd	6°26	53°44
19	GsKi	GsKi	GsKi	6°26	53°46
20	Msd	Msd	FsdMsd	6°28	53°47

Stations-Nr.	Sediment nach Dörjes (1977)	Sediment nach Tyedmers, 1998)	nachTyedmers/AWI 1999	geogr. Breite (° und Min. N)	geogr.Länge (° u. Min. E)
21	Gsd	Gsd	Gsd/Schill	6°30	53°46
22	Gsd	MsdGsd	MsdGsd	6°33	53°47
23	MsdGsd	Gsd	Gsd/Schill	6°29	53°45
24	GsdKi	Gsd	MsdGsd	6°31	53°43
25	GsdKi	MsdGsd	Msd	6°33	53°44
26	-	MsdGsd	FsdMsd	6°40	53°50
27	-	GsdKi	-	6°39	53°50
28	-	Msd	-	6°38	53°51
29	-	Msd	FsdMsd	6°38	53°51
30	-	Msd	-	6°37	53°51
31	-	FsdMsd	FsdMsd	6°36	53°50
32	-	Msd	-	6°36	53°50
33	-	Msd	-	6°37	53°49
34	-	Gsd	-	6°38	53°50
35	-	Msd	FsdMsd	6°38	53°49
36	-	Gsd	-	6°29	53°49
37	-	GsdKi	-	6°26	53°50
38	-	GsdKi	GsdKi	6°25	53°49
39	-	Gsd	-	6°25	53°49
40	-	Msd	-	6°28	53°49
41	-	Gsd	MsdGsd/Schill	6°30	53°48
42	-	-	GsdKi	6.19	53°42
43	FsdMsd	-	GsdKi	6°24	53°53
44	Msd	-	Gsd/Schill	6°21	53°54
45	Fsd	-	FsdMsd	6°21	53°57
46	Msd	-	MsdGsd	6°17	53°57
47	Msd	-	Gsd/Schill	6°11	53°59
48	Fsd	-	FsdMsd	6°16	54°02
49	Fsd	-	FsdMsd	6°23	54°00
50	FsdMsd	-	FsdMsd	6°31	53°58
51	FsdMsd	-	FsdMsd	6°31	53°57
52	FsdMsd	-	FsdMsd	6°27	53°56
53	FsdMsd	-	FsdMsd	6°28	53°54
54	Fsd	-	FsdMsd	6°33	53°54
55	Msd	-	FsdMsd	6°36	53°57

Tab. BRG.5b (2000):

Stations Nr. im Jahr 2000	Sediment	Vorkommen von Steinen	geogr. Breite (N)	geogr. Länge (E)	Wassertiefe (m)
479	msdFsd		54°00	6°37	31,0
480	msdFsd		54°02	6°30	32,0
481	msdFsd		54°00	6°30	28,0
482	Msd		54°00	6°15	32,0
483	msdFsd+Schill		54°00	6°00	34,0
484	FsdMsd	x	53°56	6°10	32,0
485	MsdGsd		53°56	6°20	27,0
486	MsdGsd		53°56	6°30	28,0
487	Gsd	x	53°52	6°20	28,0
488	Fsd		53°52	6°05	31,0
489	msdFsd		53°49,5	6°12,2	30,0
490	Gsd		53°44,7	6°30	21,0
491	Gsd+Schill		53°43	6°44,9	18,0

4.3.2 Der Amrum-Außengrund, ein sandbankreiches Gebiet mit eingeschlossenen und benachbarten riffartigen (steinigen) Lebensräumen und mit besonderen ökologischen Funktionen

4.3.2.1 Einleitung und Gebietsbeschreibung

Im Vorfeld der Wattengebiete westlich der nordfriesischen Inseln Sylt und Amrum finden sich in der naturräumlichen Einheit A (östliche Deutsche Bucht, s. Abb. 4) im fortan „Amrum-Außengrund“ (AAG) bezeichneten Gebiet ausgedehnte Sandbankkomplexe, unter denen die Amrumbank ganz besonders hervorsticht. Nach Westen wird dieser an sich nicht anhand von Biotop- oder anderen ökologischen Eigenschaften klar definierbare Untersuchungsraum AAG von uns bei etwa 7°30' E aus praktischen Erwägungen abgegrenzt (etwa Stationen 501 bis 526 der Erhebung im Jahre 2000). Hydrographisch wird das AAG-Gebiet durch Mischwasser ausgezeichnet, das vor allem durch die Abflüsse von Elbe, Weser und Eider mitgeprägt ist.

Als Bodensubstrat herrschen Fein- bis Mittelsande vor; aber auch Grobsande und fleckenhaft eingestreute Kiese sowie Steine lassen sich finden. Schon auf der Karte von Jarke (1956), besonders im Bereich um die Amrumbank (Abb. AAG-1), aber deutlich

detaillierter in der Sedimentkarte von Figge (1981; Abb. AAG-2), sind diese vielfältigen morphologischen und substratbedingten Biotopverhältnisse anschaulich dargestellt. Auf Videoaufnahmen sind fast überall im Gebiet am Meeresgrund deutliche Sand-Rippelmarken zu sehen, die die regelmäßige Beeinflussung der Sedimente durch Seegang andeuten. Nach Mitt. von Dr. K. Figge (BSH) sind die feinen und mittleren Sande hier in dauernder Unruhe und werden stark umgelagert. Dabei können gröbere Sedimente wie Kies zeitweise verschüttet oder freigelegt werden.

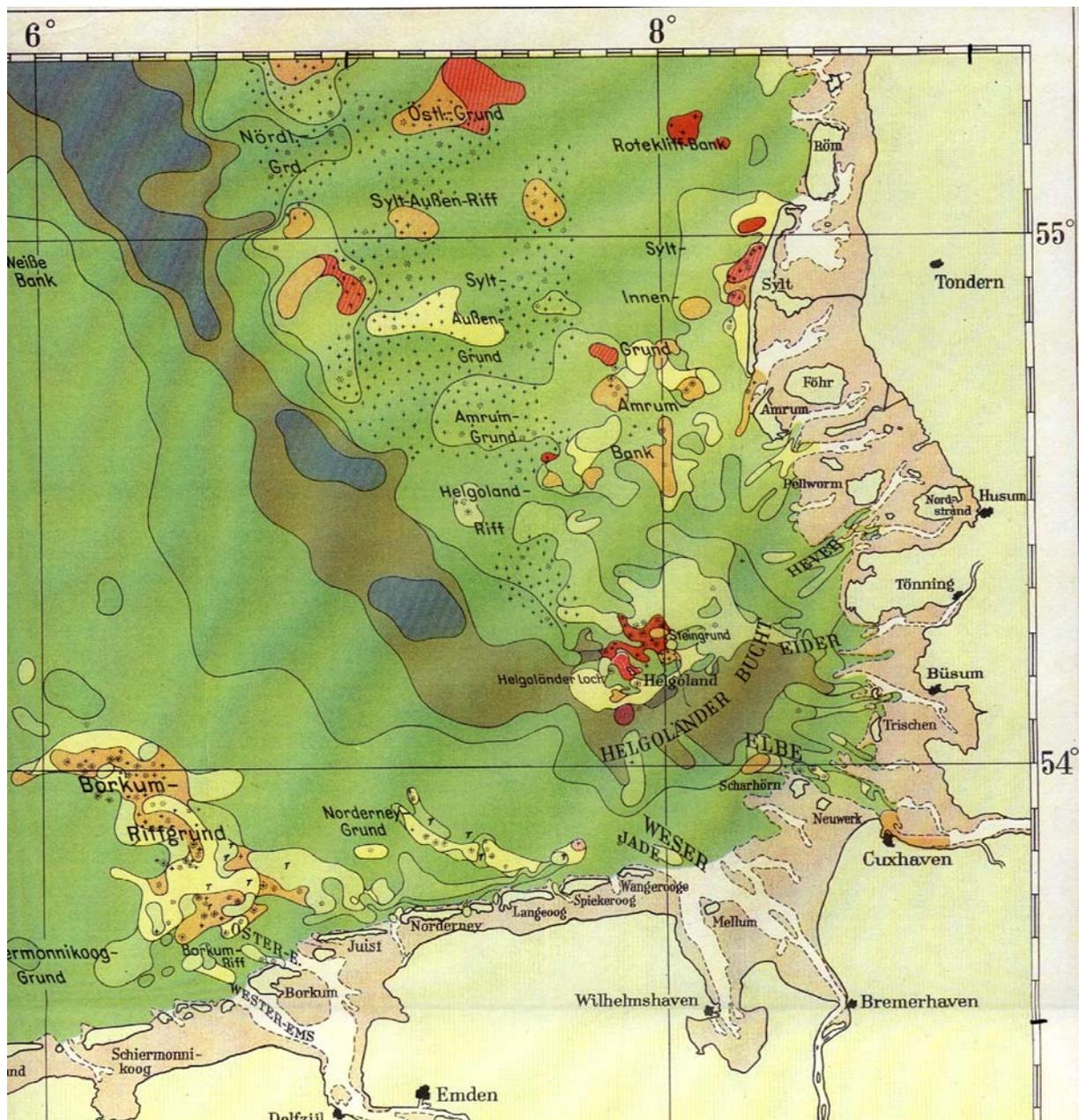


Abb. AAG-1: Sedimentkarte der Deutschen Bucht (aus JARKE 1956). Die grobsandigen (braun), oft auch kiesig-steinigen (kleine Symbole) Bereiche direkt vor Sylt und an der Amrumbank heben sich deutlich aus der feinsandigeren Umgebung (grün) hervor.

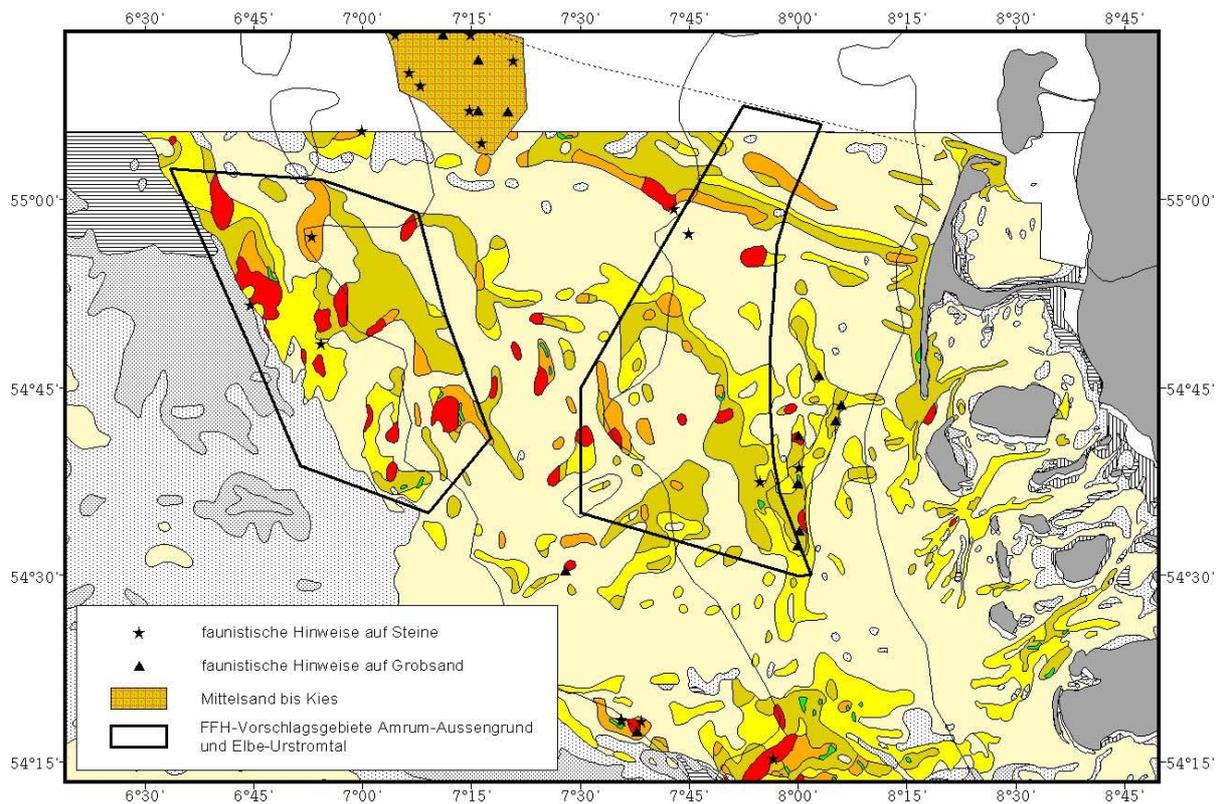


Abb. AAG-2: Ausschnitt aus Sedimentkarte nach FIGGE (1981), zusammengestellt durch A. Schäfer-Pinto, Arbeitsgruppe M. Schlüter, AWI. Braun-oliv = Mittelsande, rot = Kies mit Grobsanden; grün = Steinvorkommen. Zusätzliche Steinvorkommen und Grobsedimente sind durch Symbole markiert. Die Karte zeigt (eingerahmt) im Osten das Amrum-Außengrund-Gebiet und im Westen das Untersuchungsgebiet am Rande des EUT. Bei der im Norden eingefügten (schraffierten) Fläche handelt es sich um einen vom AWI 2002 untersuchten, ursprünglich als potentielles Eignungsgebiet für Windkraftanlagen angesehenen Bereich.

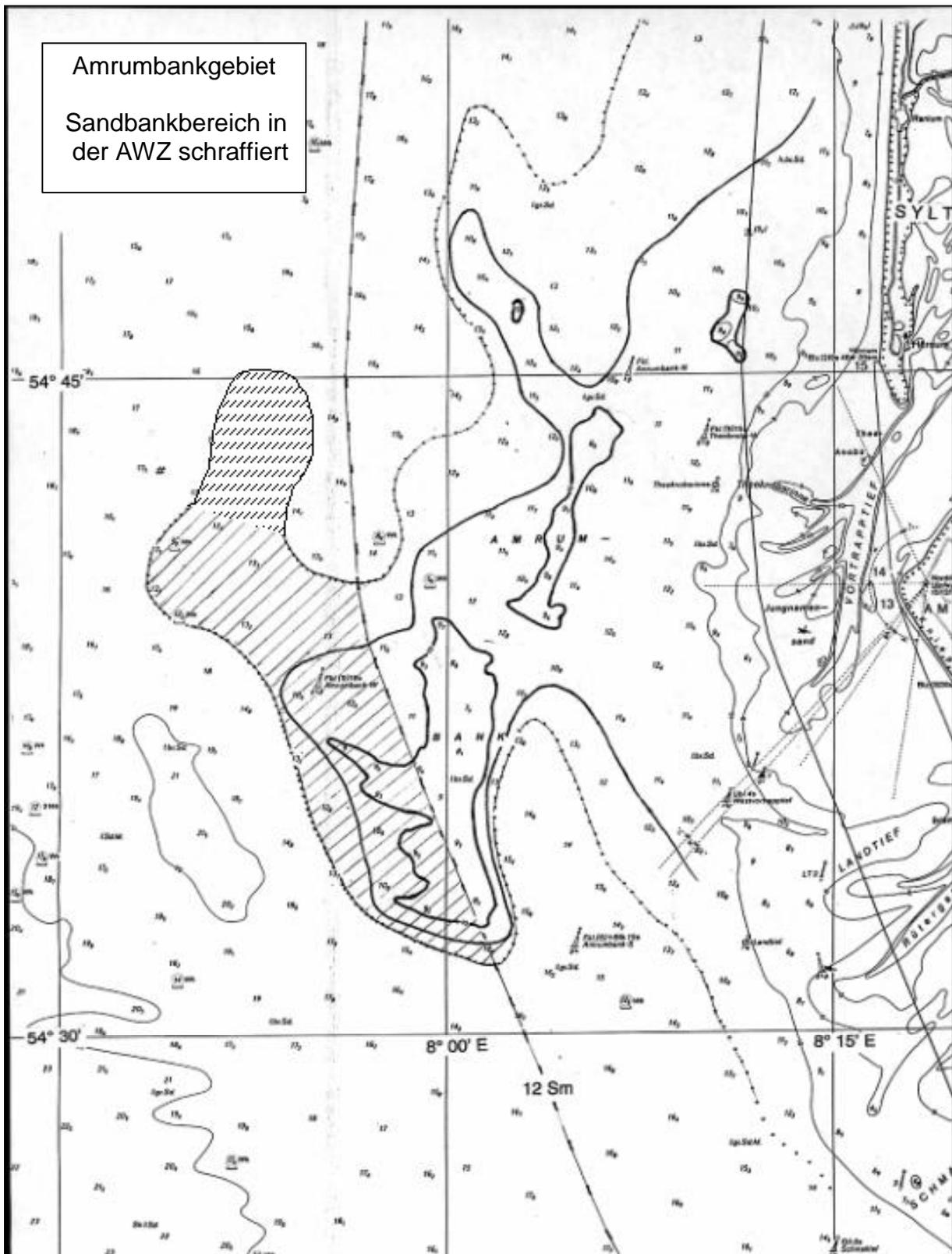


Abb. AAG-3: Amrumbank-Gebiet (nach Ausschnitt aus Seekarte 103 DHI)
 Sandbankbiotop im engeren Sinne durch Punktlinie abgegrenzt; Anteile in der AWZ schraffiert;
 nördlich davon tiefer gelegene Grobsand-/Kies-Bereiche durch Linie und Rasterung markiert
 (bis ca. 54°45' N und 07° 45' E)

Der durch seine Morphologie und gröbere Sande besonders ausgezeichnete Sandbankbereich der Amrumbank ist mit seinen nordwestlichen Ausläufern in Abbildung AAG-3 durch eine Punktklinie abgegrenzt. Schraffur zeigt die Anteile in der AWZ; Rasterung bezeichnet einen zum Sandbankkomplex aus ökologischen Gründen hinzu zu ziehenden Biotop-Bereich mit z.T. sehr groben Sedimenten (Kies, Grobsand und wahrscheinlich auch Steinen). Im Küstenmeer lehnt sich der Sandbankkomplex an flachere Sandflächen an („in association with sandflats“, gemäß Interpretation Manual, 1110, 4).

Untersuchungen der Bodenfauna von SALZWEDEL et al. (1985) sowie später von NIERMANN (1990, s. auch v. WESTERNHAGEN et al., 1986), RICHTER (1969) bestätigen die morphologische und sedimentologische Vielfalt auf dem AAG. Für das Gebiet wurden bislang vor allen Dingen die *Tellina-fabula*-Gemeinschaft, eingestreute Bereiche mit der *Goniadella-Spisula*-Gemeinschaft der Grob- bis Mittelsande sowie - küstennäher - Sublitoralvarianten der *Macoma-balthica*-Gemeinschaft beschrieben.

In extremen Sommern wie 1981-83 ist es im Gebiet zu anhaltenden Wasserschichtungen und starken Planktonblüten gekommen, in deren Folge es in mehr als 20 m tiefen Bereichen zu Sauerstoffdefiziten im bodennahen Wasser und in Teilbereichen zu Schädigungen und sogar zum Absterben der Makrofauna kam (NIERMANN 1990; v. WESTERNHAGEN et al., 1986). Die Wiederbesiedlung wurde vor allen Dingen von NIERMANN (a.a.O.) beschrieben; es ist davon auszugehen, dass die flacheren Sandbankbereiche dafür eine wichtige Rolle als „Quelle“ gespielt haben. Die meisten Arten wurden dabei schon im Folgejahr wiedergefunden; stabilere Verhältnisse wurden jedoch erst nach 2 bis 3 Jahren erreicht.

Das Gebiet ist von herausragender Bedeutung für den Schweinswal und auch für mehrere im Offshorebereich während der Zug- und Überwinterungszeit Nahrung und Ruhe suchende Vogelarten. Die zahlreichen, auf den Sandbänken des nordfriesischen Wattenmeeres beheimateten Seehunde nutzen den Amrum-Außengrund als Nahrungsrevier.

4.3.2.2 Zoobenthosgemeinschaften

In der Untersuchung vom Jahre 2000 (s. Kap. 4.2) werden die vielfältigen Sedimentverhältnisse durch die Endofauna sehr gut wiedergespiegelt (Abb. AAG-4). Die oben genannten Zoobenthos-Gemeinschaften (*Tellina-fabula*-Gem., *Goniadella-Spisula*-Gem. sowie die Sublitoralvariante der *Macoma-balthica*-Gem.) sind erneut identifiziert worden. Von der *Goniadella-Spisula*-Gem. lassen sich die zwei im Kapitel 4.2 beschriebenen Varianten unterscheiden, eine auf Grobsand bis Kies (nur

zwei Stationen im engeren Gebiet) und eine auf grobsandigem Mittelsand (ein Dutzend Stationen).

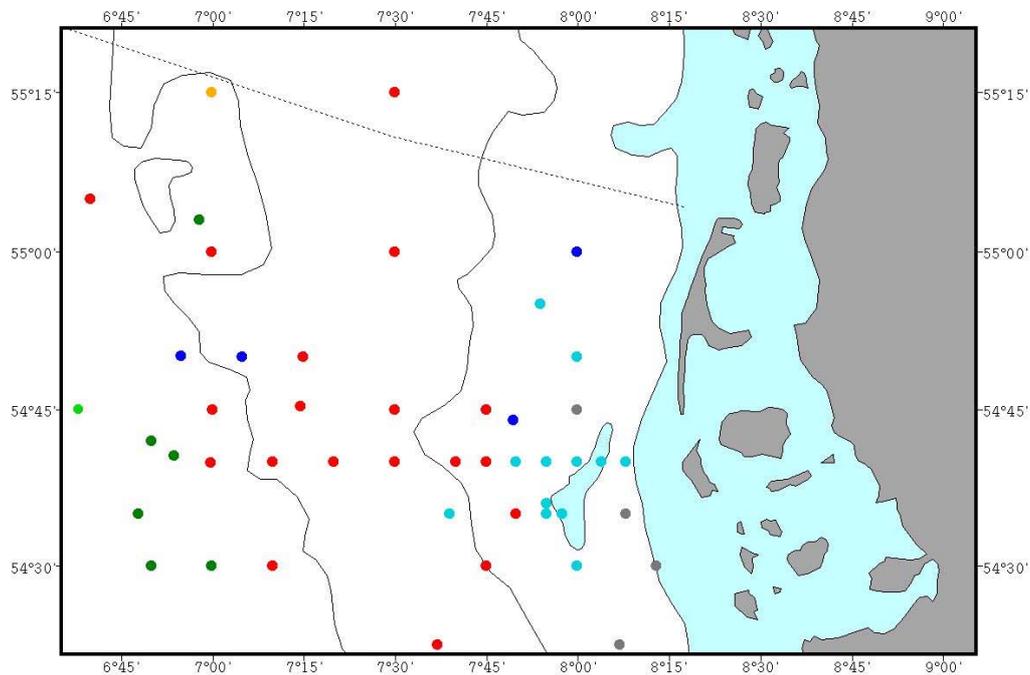


Abb. AAG-4: Endofauna-Lebensgemeinschaften im Untersuchungsgebiet (Ausschnitt aus Gesamtkarte Abb. 13): Dunkelblau = *Goniadella-Spisula*-Gem. auf Grobsand bis Kies; hellblau = *Goniadella-Spisula*-Gem. auf grobsandigem Mittelsand; rot = *Tellina-fabula*-Gem. der Feinsande, grau = Sublitoralvariante der *Macoma-balthica*-Gem.

Die Variante der *Goniadella-Spisula*-Gemeinschaft auf Grobsand und Kies ist in der deutschen Nordsee-AWZ selten. Sie wird auf den zwei AAG-Stationen vor allem durch die Polychaeten *Aonides paucibranchiata*, *Pisione remota* und *Glycera lapidum*, die Archianneliden *Polygordius appendiculatus* und *P. lacteus* sowie Muscheln der Gattung *Thracia* gekennzeichnet; das Fehlen des Lanzettfischchens *Branchiostoma lanceolatum* ist auffällig. Neben dem Lanzettfischchen kann der Zwergseeigel *Echinocyamus pusillus* eine weitere charakteristische Art sein (wurde im Gebiet aber nur küstenfern im Westen der Amrumbank im Siedlungsbereich der *Tellina-fabula*-Gemeinschaft gefunden, s. Verbreitungskarte ANLAGE 3).

Für die Variante auf grobsandigem Mittelsand sind neben den Polychaeten *Goniadella bobretzkii* und *Ophelia limacina* vor allem die Muscheln *Spisula solida* und *Thracia* aff. *villosuscula* kennzeichnend. Zwei *Nephtys*-Arten (*N. longosetosa* und *N. caeca*) haben hier einen Siedlungsschwerpunkt in der Deutschen Bucht. Die charakteristischen Arten

der *Goniadella-Spisula*-Gemeinschaft insgesamt sind in Tabelle AAG.1 aufgeführt. *Ophelia limacina* ist Charakterart, wenn man berücksichtigt, dass sie auch in anderen grobsandigen Gebieten charakteristisch ist und deshalb auf dem AAG nur eine Präsenztreue von 20,9 % erreicht. *Spisula solida* erfüllt die Charakterart-Kriterien, wenn man unidentifizierte *Spisula*-Jungtiere hinzurechnet; Ähnliches gilt für *Thracia* (aff. *villosiuscula*).

Tab. AAG.1: Charakteristische und häufige Begleit-Arten der *Goniadella-Spisula*-Gemeinschaft insgesamt (beide Varianten) auf dem AAG („nordfriesisch“): Numerische Dominanz, Abundanztreue (AT), Präsenz und Präsenztreue (PT) - alle in Prozent - sowie Rang in der Liste der Trennarten nach SIMPER (RTS), Erfassung im Jahre 2000. Fette Zahlen = Kriterium erfüllt; fette Namen = Charakterarten, unterstrichen = Minimalkriterium von PT nicht erfüllt.

	Dominanz	AT	Präsenz	PT	RTS
Aonides paucibranchiata	17,7	8,1	50,0	<u>16,7</u>	5
Spio filicornis	13,5	42,2	50,0	<u>13,7</u>	2
Goniadella bobretzkii	6,8	33,8	42,9	<u>26,3</u>	8
Thracia aff. villosiuscula	3,8	45,3	35,7	57,1	10
Thracia spp.	3,7	21,2	35,7	8,5	7
Ophelia limacina	3,3	14,4	71,4	<u>20,9</u>	1
Nephtys caeca	3,0	34,0	50,0	<u>15,2</u>	6
Spisula solida	2,5	85,9	57,1	72,2	3
Spisula juv.	0,8				
Pisione remota	2,0	68,8	7,1	<u>25,0</u>	>10
Nephtys longosetosa	1,9	43,4	57,1	<u>30,8</u>	4

Weitere typische Arten dieser grobsandigen Gebiete sind: *Orbinia sertulata*, *Bathyporeia elegans*, *Bathyporeia guilliamsoniana*. Darüber hinaus zeichnen sich gröbere Sande in der Regel durch eine hoch diverse Interstitialfauna aus (Sandlückenfauna aus Meio- und Mikrofauna). Viele der charakteristischen und diese regelmäßig begleitenden Arten der Makrofauna leiten zur Meiofauna über, vor allem die hier aufgeführten kleinen Polychaeten (*Goniadella*, *Aonides*, *Pisione*, *Protodorvillea*, *Spio*) und Archianneliden (wie *Polygordius*). Durch die Erfassungsmethoden für Makrozoobenthos werden solche Arten unterrepräsentiert.

In randlichen Bereichen des Untersuchungsraumes tritt zusätzlich die Tiefenvariante der „Macoma-balthica-Gemeinschaft“ sensu DÖRJES (1968) und STRIPP (1969) auf, und zwar an küstennahen, flachen Stationen bis etwa zur 15 m Tiefenlinie. Die

Mischsedimente mit teilweise höheren Schlickanteilen sind hier vor allem durch nachfolgende Arten gekennzeichnet:

	Dominanz	AT	Präsenz	PT	RTS
Lanice conchilega juv.	66,7	89,6	85,7	19,4	3
Abra alba	2,0	30,5	71,4	14,3	5
Urothoe poseidonis	1,9	18,3	100	14,3	1
Ensis americanus	0,5	91,5	85,7	66,7	2
Macoma balthica	0,4	91,8	57,1	80	10

Hier wurden auch sehr viele juvenile Individuen der Muscheln *Abra alba*, *Ensis* spp., *Macoma balthica*, *Mactra* und *Phaxas pellucidus* gefunden.

Die mit Baumkurren während der „Heincke“-Ausfahrt 2000 erfasste Epifauna war für Grob- bis Mittelsande charakteristisch (s. Abb. 17); Hinweise auf Kiese und Steine ergaben sich dabei nur ganz im Westen des Amrum-Außengrundes. Auch Transekt-Aufnahmen mit einer geschleppten Videokamera ergaben keine entsprechenden Hinweise, sondern zeigten vor allen Dingen durch starke Rippeln gekennzeichnete Mittelsande mit gröberen Beimengungen und keine auffällige Epifauna.

Steine und eine entsprechende rifftypische Fauna wurden allerdings nach Auskünften von H. Asmus (AWI-Sylt; im Bereich 54° 47-49,5' N und 07° 43-45' E) in Teilbereichen des Untersuchungsraumes AAG gefunden.

Zur umfassenderen Darstellung der Zoobenthosbesiedlung des Amrum-Außengrundes wurden vom AWI weitere Ausfahrten ins Gebiet durchgeführt, wobei Endofauna-Erfassungen mit van-Veen-Bodengreiferproben (0,1 m²) und Epifaunahols mit einer kleinen Dredsche durchgeführt wurden (8./9. Juli 2001).

Dabei wurden ebenfalls vereinzelt kleine Steine und ein Mal die für Hartsubstrate typische Bryozoe *Flustra* gefunden (s. Sternsymbole * in Abb. AAG-2).

Die mit Greifern erfasste Fauna fiel besonders durch Massenaufreten von Jungtieren auf, ganz besonders von *Ensis* spec. (wohl *E. americanus*). Fleckenhaft wurden Siedlungsdichten mit bis zu 150.000 Ind./m² ermittelt. Vereinzelt wurden auch absterbende Alttiere von *Ensis americanus* erfasst (z.B. bei 54°37,3' N und 08°05,1' E, östlich der Amrumbank; das Feinsandsediment war hier schwarz verfärbt und roch stark nach H₂S).

Darüber hinaus wurden Archivdaten des AWI aus den Jahren 1995-97 (Backengreiferproben, erarbeitet v.a. von Dipl.-Biol. Rainer Richter) aus dem Amrum-Außengrundgebiet sowie Daten des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein (LANU; Dr. J. Voss) aus der Periode 1987-97 von einer jährlich mit Backengreifern beprobten Dauerstation am Osthang der Amrumbank in die in Tabelle AAG.2 zusammengefasste Gesamtbilanz der benthischen Fauna einbezogen.

Danach wurden insgesamt 192 Evertebraten- sowie 15 Fisch-Arten ermittelt; darunter fanden sich 20 Rote-Liste-Arten. Die Artenzahl aus dem Jahre 2000 ist am größten; und alle Rote-Liste-Arten wurden im Zeitraum 2000 bis 2001 gefunden. Insgesamt ist die „Artenzahl“ mit 207 Taxa ähnlich hoch wie auf dem Borkum-Riffgrund (214).

Tab. AAG.2: Gesamtartenliste (Bodengreifer-, Baumkurren- und Dredschfänge) vom Amrum-Außengrund. Ergebnisse von 10-jährigen Untersuchungen des LANU an einer Dauerstation (Bodengreifer), mehreren Stationen in den Jahren 1995 von R. RICHTER (AWI) und den AWI-Untersuchungen aus 2000 (Bodengreifer und Baumkurren) sowie 2001 (Bodengreifer und kleine Rahmendredsche). Rote-Liste-Arten sind rot markiert.

Gesamtartenliste 1987-2001	1987 ff Voss/LANU	1995-97 Richter/AWI	2000 HE 133	2001 Uthörn
Cnidaria				
Actinaria / Anthozoa	x		x	x
<i>Cerianthus lloydi</i>			x	
<i>Corymorpha nutans</i>			x	
<i>Edwardsia</i> sp.		x	x	
<i>Sertularia cupressina</i>			x	
Mollusca				
<i>Abra alba</i> + juv.	x	x	x	x
<i>Abra nitida</i>	x			
<i>Acteon tornatilis</i>			x	
<i>Angulus (Tellina) tenuis</i>		x	x	x
Cardiidae spp.			x	
<i>Chamelea (Venus) gallina</i> + juv.		x	x	
<i>Cochlodesma praetenu</i>			x	
<i>Crepidula fornicata</i>				x
<i>Cylichna cylindracea</i>		x		
<i>Donax vittatus</i>	x			
<i>Dosinia</i> spp.			x	
<i>Ensis americanus</i>	x		x	x (?)
<i>Ensis arcuatus</i>			x	x
<i>Ensis ensis</i>		x	x	
<i>Ensis siliqua</i>			x	
<i>Euspira catena</i>			x	
<i>Gari fervensis</i>			x	
<i>Goodallia (Astarte) triangularis</i>		x	x	
<i>Hydrobia ulvae</i>	x			
<i>Macoma balthica</i>	x		x	x
<i>Mactra stultorum</i> = <i>M. corallina</i>	x	x	x	x
<i>Mysella (Montacuta) bidentata</i>	x		x	x
<i>Mytilus edulis</i>	x			
<i>Nucula nitidosa</i>	x		x	

Gesamtartenliste 1987-2001	1987 ff Voss/LANU	1995-97 Richter/AWI	2000 HE 133	2001 Uthörn
<i>Parvicardium ovale</i>		x		
<i>Phaxas (Cultellus) pellucidus</i>			x	
<i>Polinices pulchellus</i> (<i>Lunatia nitida</i>)		x	x	x
<i>Spisula elliptica</i>			x	x
<i>Spisula solida</i>	x	x	x	x
<i>Spisula subtruncata</i>	x	x	x	
<i>Tellimya (Montacuta) ferruginosa</i>	x		x	x
<i>Tellina fabula</i> = <i>Angulus fabula</i>	x	x	x	x
<i>Thracia aff. villosiuscula</i>			x	
<i>Thracia phaseolina/papyracea</i>			x	
<i>Thracia</i> spp.		x		
41 <i>Timoclea ovata</i>		x		
Annelida, Polychaeta				
<i>Anaitides (Phyllodoce) groenlandica</i>	x	x	x	x
<i>Anaitides (Phyllodoce) lineata</i>				x
<i>Anaitides (Phyllodoce) longipes</i>	x?			
<i>Anaitides (Phyllodoce) maculata</i>		x?		
<i>Anaitides (Phyllodoce) mucosa</i>	x			x
<i>Anaitides (Phyllodoce) rosea</i>	x			
<i>Anaitides (Phyllodoce) subulifera</i>		x		
<i>Aonides paucibranchiata</i>		x	x	x
<i>Arenicola marina</i>	x			
<i>Aricidea minuta</i>			x	
<i>Bylgides sarsi</i>	x			
<i>Capitella capitata</i>	x	x	x	x
<i>Capitella</i> spp.			x	x
<i>Chaetopterus variopedatus</i>		x		
<i>Chaetozone</i> sp. F-group ("setosa")	x	x	x	x
<i>Eteone flava</i>		x		
<i>Eteone longa</i>	x	x	x	x
<i>Eumida bahusiensis</i>	x	x		
<i>Eumida sanguinea</i>	x		x	x
<i>Eumida</i> spp.			x	x
<i>Eunoe nodosa</i>		x		
<i>Galathowenia oculata</i>			x	

Gesamtartenliste 1987-2001	1987 ff Voss/LANU	1995-97 Richter/AWI	2000 HE 133	2001 Uthörn
<i>Gattyana cirrosa</i>	x			
<i>Glycera celtica</i>			x	
<i>Glycera lapidum (capitata)</i>		x	x	x
<i>Glycera oxycephala</i>			x	x
<i>Glycinde nordmanni</i>		x		
<i>Goniada maculata</i>	x	x	x	
<i>Goniadella bobretzkii</i>		x	x	x
<i>Harmothoe elisabethae</i>	x?			
<i>Harmothoe glabra</i>	x	x	x	x
<i>Harmothoe Ijungmani</i>		x		
<i>Hesionura elongata</i>		x		
<i>Hypereteone foliosa</i>	x			
<i>Lagis (Pectinaria) koreni</i>	x	x	x	x
<i>Lanice conchilega</i>	x	x	x	x
<i>Magelona alleni</i>			x	
<i>Magelona cf mirabilis (papillicornis)</i>	x		x	
<i>Magelona filiformis</i>		x	x	x
<i>Magelona johnstoni</i>		x	x	x
<i>Malmgreniella cf arenicolae</i>			x	
<i>Malmgreniella lunulata</i>	x	x		
<i>Manayunkia aesturina</i>	x			
<i>Microphthalmus aberrans</i>			x	
<i>Nephtys assimilis</i>			x	
<i>Nephtys caeca</i>	x	x	x	x
<i>Nephtys ciliata</i>		x		
<i>Nephtys cirrosa</i>	x	x	x	x
<i>Nephtys hombergii</i>	x	x	x	x
<i>Nephtys longosetosa</i>	x	x	x	x
<i>Nereis diversicolor</i>	x			
<i>Nereis (juv.) sp.</i>		x	x	
<i>Nereis longissima</i>	x	x	x	
<i>Nereis virens</i>	x		x	
<i>Notomastus latericeus</i>		x	x	
<i>Ophelia limacina</i>	x	x	x	x
<i>Ophelia rathkei</i>		x		
<i>Orbinia sertulata</i>			x	x

Gesamtartenliste 1987-2001	1987 ff Voss/LANU	1995-97 Richter/AWI	2000 HE 133	2001 Uthörn
<i>Owenia fusiformis</i>	x	x	x	
100 <i>Pholoe minuta</i> (<i>P. baltica</i>)	x	x	x	
<i>Pisione remota</i> (<i>Praegeria/Pregeria rem</i>)		x	x	x
<i>Podarkeopsis helgolandica</i>		x		
<i>Poecilochaetus serpens</i>	x	x	x	x
<i>Protodorvillea kefersteini</i>		x	x	
<i>Pseudopolydora</i> (<i>Polydora</i>) <i>pulchra</i>	x	x	x	x
<i>Pygospio elegans</i>	x		x	
Sabellida spp.			x	
<i>Scolelepis bonnieri</i>	x	x	x	x
<i>Scolelepis foliosa</i>			x	
<i>Scolelepis squamata</i>	x			x
<i>Scoloplos armiger</i>	x	x	x	x
<i>Sigalion mathildae</i>		x		
<i>Spio decoratus</i> .	x?			
<i>Spio filicornis</i>	x	x	x	x
<i>Spio gonocephala</i>	x		x	x
<i>Spio martiniensis</i>	x		x	x
<i>Spiophanes bombyx</i>	x	x	x	x
<i>Sthenelais limicola</i>		x		
120 Terrellidae sp.			x	
Archannelida				
<i>Polygordius appendiculatus</i>			x	x
<i>Polygordius lacteus</i>			x	x
<i>Polygordius</i> spp.		x		
Crustacea				
<i>Ampelisca brevicornis</i>	x		x	
<i>Argissa hamatipes</i>		x		
<i>Atylus swammerdami</i>	x	x	x	x
<i>Balanus crenatus</i>				x
<i>Bathyporeia elegans</i>	x	x	x	x
<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i>		x	x	x
<i>Bathyporeia pelagica</i>	x			
<i>Bathyporeia pilosa</i>	x			
<i>Bathyporeia</i> spp.			x	x

Gesamtartenliste 1987-2001	1987 ff Voss/LANU	1995-97 Richter/AWI	2000 HE 133	2001 Uthörn
<i>Bodotria arenosa</i>		x		
<i>Bodotria pulchella</i>		x		
<i>Cancer pagurus</i>			x	
<i>Carcinus maenas</i>	x			
<i>Caprella</i> sp. / <i>C. linearis</i>	x?			
<i>Corystes crassivelaunus</i>	x		x	
<i>Crangon allmanni</i>			x	x
<i>Crangon crangon</i>	x	x	x	x
<i>Diastylis bradyi</i>	x	x	x	
<i>Diastylis lucifera</i>				x
<i>Diastylis rathkei</i>	x	x		
<i>Gammarus salinus</i>			x	
<i>Gastrosacchus spinifer</i>	x	x	x	x
<i>Haustorius arenarius</i>				x
<i>Iphinoe trispinosa</i>	x	x	x	x
<i>Lamprops fasciata</i>	x			x
<i>Liocarcinus (Macropipus) holsatus</i> + juv.	x	x	x	x
<i>Liocarcinus pusillus</i>				x
<i>Megaluropus agilis</i>		x	x	x
<i>Microdeutopus anomalus</i>		x		
<i>Microprotopus maculatus</i>	x	x	x	x
<i>Monoculodes carinatus</i>		x		
<i>Monoculodes</i> sp.			x	
<i>Pagurus bernhardus</i> (spp.)	x		x	x
<i>Parajassa pelagica</i>	x			
<i>Pariambus typicus</i>	x	x		x
<i>Perioculodes longimanus</i>	x	x	x	x
<i>Photis reinhardi</i>	x			
<i>Pontocrates altamarinus</i>			x	
<i>Pontocrates arenarius</i>			x	x
<i>Pseudocuma gilsoni</i>				x
<i>Pseudocuma longicornis</i>		x		x
<i>Pseudocuma similis</i>		x		x
<i>Pseudocuma</i> spp.			x	
<i>Schistomysis kervillei</i>			x	
<i>Schistomysis ornata</i>	x			

Gesamtartenliste 1987-2001	1987 ff Voss/LANU	1995-97 Richter/AWI	2000 HE 133	2001 Uthörn
<i>Schistomysis spiritus</i>	x			
<i>Synchelidium haplocheles</i>		x?		
<i>Synchelidium maculatum</i>			x	x
<i>Urothoe elegans</i>		x		
<i>Urothoe grimaldii</i> var. <i>poseidonis</i> / <i>U. sp.</i>	x	x	x	x
<i>Vaunthompsoniana cristata</i>	x			
175 <i>Westwodilla caecula</i>		x		
Echinodermata				
<i>Amphiura</i> juv.		x		x
<i>Asterias rubens</i> + juv.	x	x	x	x
<i>Astropecten irregularis</i>		x	x	
<i>Echinocardium cordatum</i> + juv.	x	x	x	x
<i>Echinocyamus pusillus</i>			x	
<i>Ophiura albida</i>		x	x	
<i>Ophiura ophiura</i> (<i>texturata</i>) + juv.	x	x	x	x
Chordata Acrania				
<i>Branchiostoma lanceolatum</i>		x	x	x
Andere Gruppen				
Bryozoa: <i>Electra pilosa</i>				x
<i>Flustra</i> sp.			x	x
Nemertini: indet spp.	x	x	x	x
Oligochaeta: indet. sp.		x	x	x
<i>Grania</i> spp.				
<i>Tubificoides benedeni</i>	x	x		
Phoronida: <i>Phoronis</i> spp.	x	x	x	x
Priapulida spp.				x
192 Turbellaria spp.				x
Summen Taxa Evertebraten:	88	98	120	86
davon identifizierte Arten	85	88	105	76
Summe 1987 - 2001	192 Taxa (170 identif. Arten)			

Gesamtartenliste 1987-2001	1987 ff Voss/LANU	1995-97 Richter/AWI	2000 HE 133	2001 Uthörn
Chordata, Pisces (Fische)				
<i>Agonus cataphractus</i> (Steinpicker)			x	
<i>Ammodytes lancea</i> (Kleiner Sandaal)			x	
<i>Arnoglossus laterna</i> (Lammzunge)			x	x
<i>Buglossidium luteum</i> (Zwergzunge)			x	
<i>Callionymus lyra</i> (Gestreifter Leierfisch)			x	
<i>Ciliata mustela</i> (5-bärt. Seequappe)			x	
<i>Eutrigla gurnadus</i> (Grauer Knurrhahn)			x	
<i>Hyperoplus lanceolatus</i> (Gr. Sandaal)			x	
<i>Limanda limanda</i> (Kliesche)			x	
<i>Pleuronectes platessa</i> (Scholle)			x	x
<i>Pomatoschistus minutus</i> (Sandgrundel)			x	x
<i>Pomatoschistus pictus</i> (Fleckengrundel)			x	
<i>Siphonostoma typhle</i> (Grasnadel)				x
<i>Solea solea</i> (Seezunge)			x	
<i>Syngnathus</i> sp. (Seenadel)			x	
Summen aller Taxa (Evertebraten + Fische)	88	98	134	90
davon identifizierte Arten	85	88	118	80
Gesamtzahl aller Taxa (1987-2001)	207 (15 Fische)			
davon identifizierte Evertebraten-Arten	170			
und identifizierte Fischarten	14			
Rote-Liste-Arten	20 (alle in 2000-01, davon 1 Fischart)			

4.3.2.3 Gesamtübersicht

Es lassen sich anhand der Befunde von 2000 und 2001 drei Gruppierungen der Endofauna auf dem Amrum-Außengrund darstellen:

- 1. Grob- bis Mittelsandlebensräume** mit *Aonides paucibranchiata*, *Ophelia limacina*, *Goniadella bobretzkii*, *Pisione remota*, *Glycera lapidum*, *Thracia* spp. und *Spisula solida* sowie *Echinocyamus pusillus* und *Branchiostoma lanceolatum* (nur im westlichen Gebietsteil) als charakteristischen Arten.
- 2. Fein- bis Mittelsandlebensräume im Außenbereich** (NO und W) des AAG mit *Tellina fabula*, *Magelona*-Arten, *Scololepis bonnieri* als charakteristischen und *Goniada maculata* sowie *Urothoe poseidonis* als wichtigen Begleitarten.
- 3. Feinsandlebensräume im Osten** mit der sublitoralen Variante der *Macoma balthica*-Gemeinschaft.

Kleinflächige Lebensstätten mit Steinen kommen hinzu, die durch ihre Epifauna auffallen, mit: *Sertularia cupressina*, wahrscheinlich auch *Metridium senile*, verschiedenen dekapoden Krebsen, Ascidien sowie den Bryozoen *Flustra foliacea* und *Electra pilosa*.

4.3.2.4 Diskussion und Schlussfolgerung

Zusammengefasst belegen die Untersuchungen, dass auch auf dem AAG Veränderungen im Artenbestand die Regel sind. Während mehrjährige Bivalvia generell ein wesentliches Faunenelement sind, kamen große Tiere vor allem 1997, aber auch danach, kaum vor (z.B. *Mactra*, *Donax*, große *Spisula*). Dafür haben kleine Polychaeten an Bedeutung zugenommen. Als eine Hauptursache dieser Entwicklungen ist der besonders kalte Winter 1995/96 anzusehen.

Erst im Jahre 2000 zeigt sich eine größere Ähnlichkeit mit den Befunden z.B. von SALZWEDEL et al. (1985). Hinzu kommt wahrscheinlich, dass die langlebigen Arten des AAG analog zu den langlebigen Arten in der gesamten Nordsee durch eine kombinierte Wirkung von boden(zer)störender Fischerei und Eutrophierung zurückgegangen sind und eine veränderte Faunengemeinschaft persistent geworden ist (RACHOR, 1990; RUMOHR et al., 1998).

Neben der hier diskutierten zeitlichen Variabilität der Fauna des AAG sind kleinräumige Biotop- und Substratmosaiken gegeben (s. Abb. AAG-2). Es treten die für Sandbänke typischen Gemeinschaften (*Goniadella*-*Spisula*-G. und *Tellina*-*fabula*-G.) sowie - sehr

kleinflächig und schwer zu finden - von Epifauna dominierte, aber relativ arme Gemeinschaften der Steinriffe nebeneinander auf.

Insgesamt ist der Amrum-Außengrund wegen seiner speziellen und komplexen Lebensraum- und Substratstrukturen und seiner daran angepassten, relativ artenreichen Bodenfauna ein ökologisch herausragendes Gebiet in der deutschen AWZ. Auf Grund dieser Eigenschaften und seiner Lage im stark kontinental (vor allem durch den Zufluss von Elbe und Weser, aber auch durch den „Wärmetauscher“ Wattenmeer) beeinflussten Osten der Deutschen Bucht kann es als schutzwürdiges Gebiet nicht durch Gebiete ähnlicher Struktur und Besiedlung (Borkum-Riffgrund oder Doggerbank) ersetzt werden. Die Wechselbeziehungen zur *Macoma*-Gemeinschaft des Wattenmeeres sind am AAG außerordentlich hoch, was sich auch in der Faunenzusammensetzung am Osthang der Amrumbank ausdrückt (LANU-Daten, s. Tab. AAG.2).

Der Amrum-Außengrund stellt sich sedimentologisch weniger vielfältig dar als der Borkum-Riffgrund. Morphologisch jedoch hebt sich die Amrumbank sehr klar aus der Umgebung hervor. Videotransekte und zusätzliche Greiferbeprobungen in dem Gebiet zeigten bislang eine etwas geringere Substratvielfalt am Boden an als nach der Sedimentkarte von Figge erwartet. Die Artenzahl des Makrozoobenthos ist jedoch ähnlich groß wie auf dem Borkum-Riffgrund.

Beide Gebiete stehen durch den Residualstrom der Nordsee im gerichteten Austausch, d.h. vom Borkum-Riffgrund ist über das vermittelnde Helgoländer Trittsteingebiet ein Transport von Benthos-Larven in Richtung Amrum-Außengrund möglich; und von dort können sich die Tiere weiter in dänische Gewässer ausbreiten (und vice versa).

Die sehr gut nach FFH-Kriterien und durch typische sandboden-Lebensgemeinschaften abgrenzbare Sandbank im Bereich der Amrumbank (Abb. AAG-3) erwies sich als fleckenhaft sehr dicht besiedelt durch v.a. juvenile Endofauna, besonders Jungmuscheln. Von Sauerstoff-Mangelsituationen, wie sie in den 1980er Jahren auftraten, ist die Sandbank nicht betroffen, so dass von dort aus eine schnelle Wiederbesiedlung geschädigter, tiefer gelegener Nachbarräume möglich ist.

Empfindliche Nutzer dieses Gebietes sind Seevögel, aber auch Kleinwale, die wahrscheinlich von den günstigen Vermehrungs- und Wachstumsbedingungen der Endofauna direkt oder indirekt (z.B. über Fische) profitieren (Gilles, 2003).

4.3.3 Das Riffgürtelgebiet am Osthang des Elbe-Urstromtales (Sylt-Amrum-Außenriff)

4.3.3.1 Einleitung und Gebietsbeschreibung

Der Osthang des mit Feinsedimenten aufgefüllten Elbe-Urstromtales (EUT) ist in der Deutschen Bucht recht markant ausgeprägt. Nach Pratje (1951; Abb. EUT-1) verläuft hier der Endmoränenzug des Warthe-Stadiums der Saale-Vereisung.

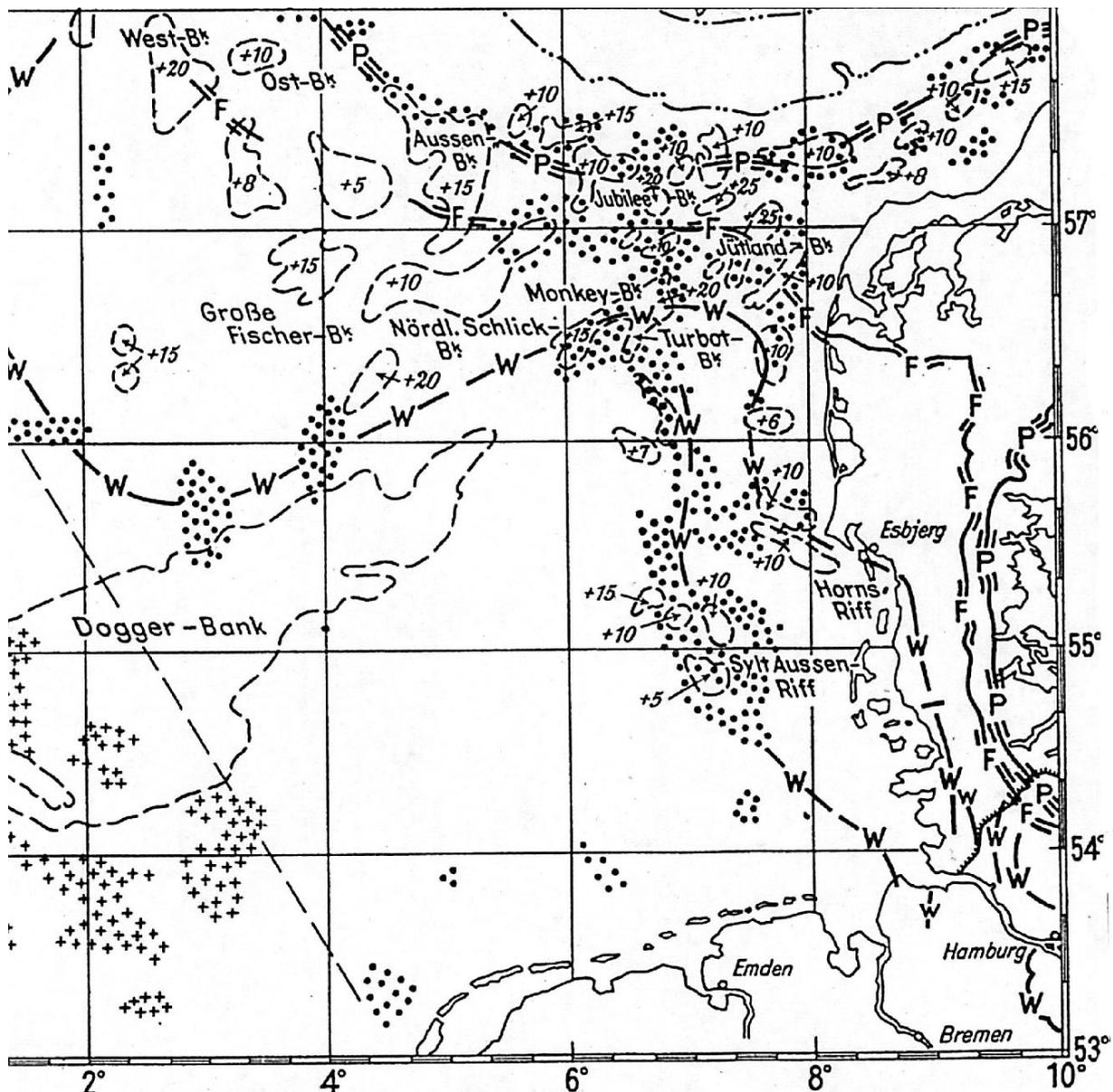


Abb. EUT-1 (aus Pratje, 1951). Endmoränen-Lagen in der östlichen Nordsee. W = Warthe-Stadium. Gepunktete Bereiche = Steingründe; +15 bedeutet nach Pratje, dass sich hier eine Bank um 15 m über die Umgebung (hier v.a. gegenüber dem EUT) hervorhebt.

Das pleistozäne Reliktmaterial ist in der Regel geringmächtig von aufgearbeiteten Fein-, Mittel- und Grobsanden überdeckt, steht aber auch in ausgeprägten Stein- und

Kiesgründen entlang der von Pratje markierten saalezeitlichen Endmoränen-Zone des Warthe-Stadiums (W in Abb. EUT-1) oberflächlich an. Auffällige derartige Bereiche in der Deutschen Bucht sind der Helgoländer Steingrund, das sog. Helgoland-Riff (WUNDERLICH, 1980) mit dem „Störtebekergrund“ und das sog. Sylt-Außenriff mit bislang unzureichend kartierten Steinfeldgürteln. Das hier untersuchte, ca. 23 bis 41 m tiefe Gebiet am Rande des Elbe-Urstromtales gehört zu diesem Sylt-Außenriff (besser wäre „Sylt-Amrum-Außenriff“).

M. DIESING & K. SCHWARZER (Kiel, Zwischenbericht an das BfN vom September 2002, S. 7) charakterisieren den Raum „Östliches Ufer des Elbe-Urstromtales“ wie folgt: „Dieser Bereich ist durch ein unruhiges Relief, das vor allem nach W hin ausgeprägter wird, gekennzeichnet. Lokal lassen sich Ausbisse pleistozäner Sedimente finden, ansonsten treten Kiese als Restsedimente sowie Sande unterschiedlicher Korngröße auf.“ Die generellen Lagegrenzen der verschiedenen Substratbereiche sind nach DIESING & SCHWARZER recht stabil, wenngleich die Sande eine hohe Umlagerungsdynamik auszeichnet und kleinräumige Veränderungen der sandbedeckten Bereiche vorkommen.

Hydrographisch ist das Untersuchungsgebiet dadurch charakterisiert, dass im Elbe-Urstromtal normalerweise salzreiches und kühleres Nordseewasser anzutreffen ist, während die Gebiete östlich des Tales vom Küstenwasser beeinflusst und zudem meistens durch Wind- und Tideneinflüsse gut durchmischt sind. Bei Ruhigwetterlagen, vor allem während vorherrschender Ostwindlagen, kann es allerdings auch zu stabileren Schichtungen und sogar Sauerstoffdefiziten im bodennahen Wasser kommen (RACHOR & ALBRECHT, 1983; RACHOR, 1983). Dabei dringt Wasser aus der zentralen Nordsee in der Tiefe in die Deutschen Bucht vor, und es kann zu verstärktem Sauerstoffmangel im Tiefenwasser sowie am Hang des Elbe-Urstromtales zu auftriebsartigen Erscheinungen mit düngenden Effekten kommen (Abb. EUT-2). Für die Ausbreitung von „nördlichen Faunenelementen“ in die Deutsche Bucht hinein sind solche Tiefenwasser-Einströme von großer Bedeutung (s. RACHOR & GÜNTHER, 2001, und auch REHM, 2002).

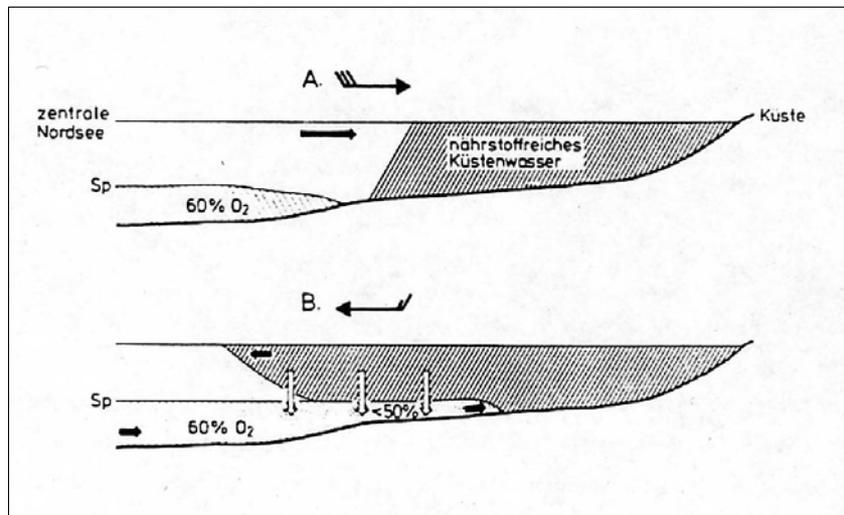


Abb. EUT-2: Schema der hydrographischen Verhältnisse im Bereich des EUT bei auflandigen (A) und ablandigen (B) Winden (aus RACHOR, 1983)

Die Fauna des Gebietes ist bei großräumigen Erfassungen (HAGMEIER, 1925; SALZWEDEL et al., 1985) sowie detaillierter vor allem von BÜSSELBERG (1984) und - in einem Teilgebiet - von SCHRÖDER (1995) untersucht worden. Generell sind allerdings steinig-kiesige Biotope wie auf dem Sylt-Amrum-Außenriff wegen der methodischen Schwierigkeiten auf Grobsedimenten bis zum Jahre 2000 unzureichend untersucht geblieben (s. aber KÜHNE & RACHOR, 1996).

Für die Außenriff-Flächen sind vor allem die *Tellina-fabula*- und eingestreute Bereiche mit der *Goniadella-Spisula*-Gemeinschaft beschrieben worden (SALZWEDEL et al., 1985).

In Abbildung EUT-3 ist das Untersuchungsgebiet mit den von FIGGE (1981) beschriebenen Sedimentverhältnissen dargestellt.

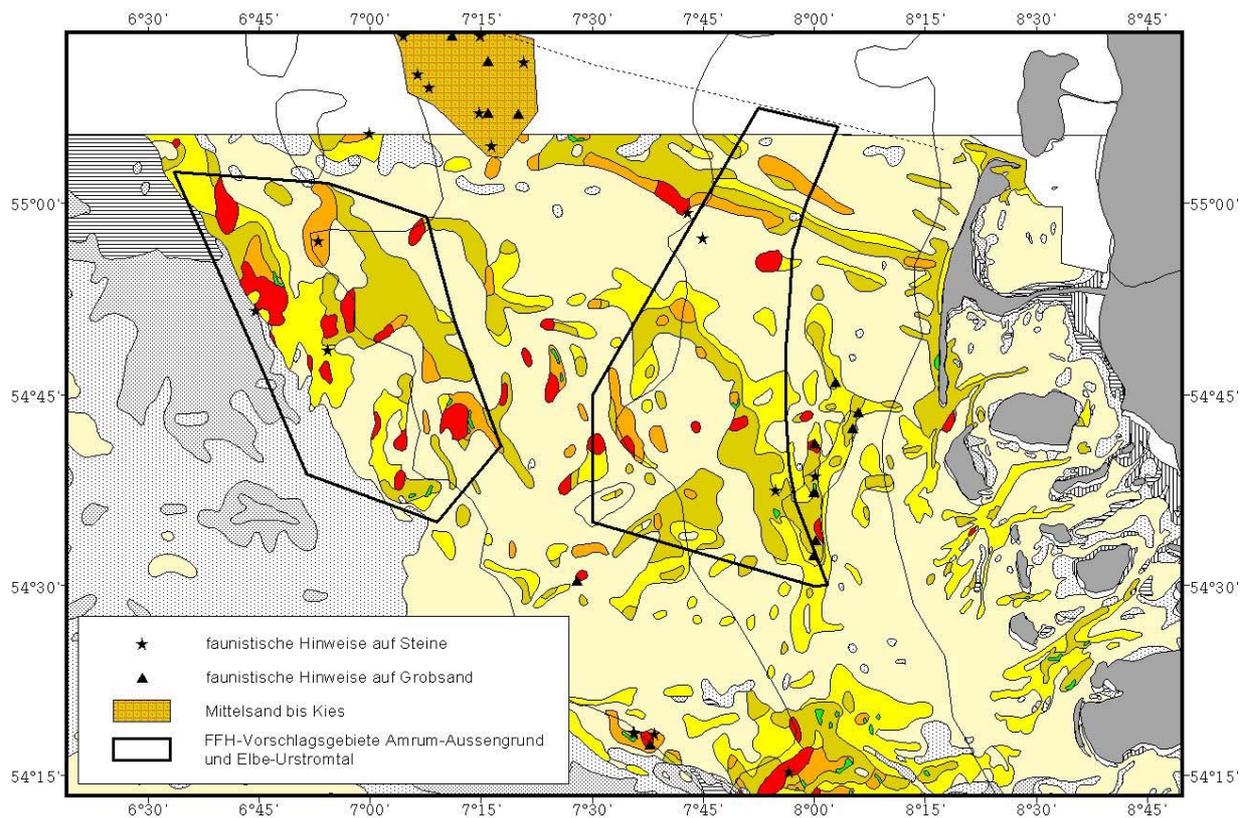


Abb. EUT-3: Sedimentkarte des Untersuchungsraumes nach FIGGE (1981), zusammengestellt durch A. Schäfer-Pinto, Arbeitsgruppe M. Schlüter, AWI. Braun-oliv = Mittelsande, rot = Kies mit Grobsanden; grün = Steinvorkommen. Eigene Steinfunde (auch indirekte anhand der Fauna) sind durch Zeichen markiert. Die Karte zeigt (eingerahmt) im Westen das Gebiet am Rande des EUT und im Osten das Amrum-Außengrund-Gebiet (vergl. Abb. AAG-2).

4.3.3.2 Zoobenthosgemeinschaften

In der Untersuchung vom Jahre 2000 (s. Kap. 4.2; Stationen 440-449 sowie 556) werden die komplexen Sedimentverhältnisse des Sylt-Amrum-Außenriffs durch die Endofauna gut widerspiegelt (Abb. 13, Teil B). Die oben genannten Zoobenthos-Gemeinschaften (*Tellina-fabula*-Gem., *Goniadella-Spisula*-Gem.) sind erneut identifiziert worden. Von der *Goniadella-Spisula*-Gem. wurde vor allem die Variante auf Grobsand bis Kies gefunden. Hinzu kommt eine Vielzahl von (Epifauna-)Arten der Steinriffe. Im angrenzenden Elbe-Urstromtal siedeln auf Feinstsand/Schlick die *Amphiura*- und *Nucula-nitidosa*-Gemeinschaften (s. unten, Arbeit REHM, 2002).

Wichtige und charakteristische Endofauna-Arten der gröbersandigen Sedimente (Grobsand bis mittelsandiger Feinsand) im Gebiet sind *Branchiostoma lanceolatum*, *Protodorvillea kefersteini* und *Echinocyamus pusillus* (s. Tab. EUT.1, auch für weitere dominante und typische Arten).

Tab. EUT.1: Charakteristische und häufige Begleit-Arten der gröberen Sandbiotope des Sylt-Amrum-Außenriffes (6 Stationen am Hang des EUT): Numerische Dominanz, Abundanztreue (AT), Präsenz und Präsenztreue (PT) - alle in Prozent - sowie Rang in der Liste der Trennarten nach SIMPER (RTS), Erfassung im Jahre 2000. Fette Zahlen = Kriterium erfüllt; fette Namen = Charakterarten (der gröberen Sande von EUT) bei Akzeptanz von PT ab >20% (auf Grund hoher PT-Werte der Art in der *Goniadella-Spisula*-Gemeinschaft der deutschen Nordsee-AWZ insgesamt, d.h. PT > 40% in Tab 6, Kap. 4.2.1.4).

	Dominanz	AT	Präsenz	PT	RTS
Branchiostoma lanceolatum	22,2	70,9	66,7	25,0	>10
Protodorvillea kefersteini	14,0	71,5	33,3	22	>10
Echinocyamus pusillus	8,4	18,1	100	13	1-2
Magelona johnstoni	8,3	2,8	83,3	5,1	>10 - 3
Aonides paucibranchiata	6,7	7,1	50,0	7,1	7 - 4
Corymorpha nutans	5,6	29,6	50,0	25,0	>10
Phoronis spp.	5,2	1,1	50,0	2,7	>10
Urothoe poseidonis	4,9	4,6	66,7	7,1	3
Bathyporeia elegans	3,5	3,0	50,0	4,1	>10
Spiophanes bombyx	3,0	0,4	83,3	3,3	>10
Bathyporeia guilliamsoniana	2,0	7,8	50,0	5,6	4 - >10
Tellina fabula	2,9	1,5	66,7	4,3	>10
Polycirrus medusa	2,3	100	33,3	100	>10

RTS: 1. Zahl = Rang als Trennart gegenüber allen nicht grobsandigen Stationen der AWZ,
2. Zahl = gegenüber den übrigen Grob- bis Mittelsandstationen

In der Tabelle EUT.2 werden sämtliche im Jahre 2000 im vorwiegend sandigen Gebiet erfassten Arten aufgelistet und durch die Ergebnisse der sehr intensiven, aber kleinräumigen Untersuchung von SCHRÖDER (1995) ergänzt (Lage der Fläche: Abb. EUT-4, am Ende dieses Kapitels). Die Fauna im gesamten Urstromtal ist im Rahmen des BfN-Auftrages von REHM (2002; Arbeit liegt dem BfN vor) ausführlich beschrieben worden.

Tab. EUT.2 (nächste Seite): Gesamtartenliste

Gesamtartenliste: Arten	1994 „W-Gamma“	2000 „Heincke“
Cnidaria		
Actinaria / Anthozoa		x
<i>Alcyonium aff. digitatum</i>		(x)
<i>Campanularia sp.</i>	x	
<i>Cerianthus lloydii</i>	x	x
<i>Corymorpha nutans</i>		x
<i>Edwardsia sp.</i>	x	x
<i>Laomedea flexuosa</i>	x	
<i>Perigonimus repens</i>	x	
9 <i>Sertularia cupressina</i>	x (sp.)	
Mollusca		
<i>Abra alba</i>	x	x
<i>Abra nitida</i>	x	x
<i>Acanthocardia echinata</i>	x	
<i>Actaeon tornatilis</i>	X	
<i>Aporrhais pespelecani</i>	(x)	
<i>Arctica islandica</i>	x	
<i>Astarte montagui</i>	x	
<i>Balcis devians</i>	x	
<i>Buccinum undatum</i>	x	(x)
<i>Caudofoveata sp.</i>	x	
<i>Chamelea (Venus) gallina</i>	x	x
<i>Cingula vitrea</i>	x	
<i>Corbula gibba</i>	x	x
<i>Cylichna cylindracea</i>	x	x
<i>Dosinia lupinus</i>	x	x (sp.)
<i>Ensis spp.</i>		x
<i>Epitonium clathrus</i>		(x)
<i>Gari fervensis</i>		(x)
<i>Gibbula tumida</i>	x	(x) (sp.)
<i>Leptochiton cancellatus</i>		(x)
<i>Mactra stultorum = M. corallina</i>	x	x
<i>Modiolus modiolus</i>	x	
<i>Mya truncata u. juv. (= sp.)</i>	x	(x)
<i>Mysella (Montacuta) bidentata</i>	x	x
<i>Mysia undata</i>	x	

Gesamtartenliste: Arten	1994 „W-Gamma“	2000 „Heincke“
<i>Mytilus edulis</i>	(x)	
<i>Nucula nitidosa</i>	x	x
<i>Phaxas (Cultellus) pellucidus</i>	x	x
<i>Polinices pulchellus (Lunatia nitida)</i>	x	x
<i>Retusa umbilicata</i>	x	
<i>Scaphander lignarius</i>	x	
<i>Spisula elliptica</i>		(x)
<i>Spisula solida</i>	x	(x)
<i>Spisula subtruncata</i>	x	
<i>Tellimya (Montacuta) ferruginosa</i>	x	x
<i>Tellina fabula = Angulus fabula</i>	x	x
<i>Thracia villosiuscula</i>	x	
<i>Thracia phaseolina/papyracea</i>		x
48 <i>Thyasira flexuosa</i>	x	x
Annelida, Polychaeta		
<i>Anaitides (Phyllodoce) groenlandica</i>	x	x
<i>Anaitides (Phyllodoce) subulifera</i>	x	
<i>Aonides paucibranchiata</i>		x
<i>Aphrodita aculeata</i>	x	x
<i>Capitella</i> spp.	x	
<i>Chaetopterus variopedatus</i>	x	(x)
<i>Chaetozone</i> sp. F-group (“setosa”)	x	x
<i>Chone</i> aff. <i>duneri</i>	x	
<i>Diplocirrus glaucus</i>	x	
<i>Eumida</i> aff. <i>punctifera</i>	x	
<i>Eunoe (Harmothoe) nodosa</i>	x	
<i>Exogone hebes</i>	x	
<i>Galathowenia oculata</i>		
<i>Gattyana cirrosa</i>	x	x
<i>Glycera alba</i>	x	x
<i>Glycera lapidum (capitata)</i>		x
<i>Glycinde nordmanni</i>	x	x
<i>Goniada maculata</i>	x	
<i>Goniadella bobretzkii</i>		x
<i>Gyptis (Podarkeopsis) helgolandica</i>	x	x (sp.)
<i>Harmothoe glabra</i>		x

Gesamtartenliste: Arten	1994 „W-Gamma“	2000 „Heincke“
<i>Harmothoe longisetis</i>	x	
<i>Harmothoe lunulata</i>	x	
<i>Hypereteone foliosa</i>		x
<i>Lagis (Pectinaria) koreni</i>	x	x
<i>Lanice conchilega</i>	x	x
<i>Lumbrineris gracilis</i>	x	
<i>Lysilla loveni</i>	x	
<i>Magelona alleni</i>	x	x
<i>Magelona cf mirabilis (papillicornis)</i>	x	
<i>Magelona filiformis (minuta)</i>	x	x
<i>Magelona johnstoni</i>	? (sp.)	x
<i>Malmgreniella lunulata</i>		x
<i>Nephtys assimilis</i>		x
<i>Nephtys caeca</i>	x	x
<i>Nephtys ciliata</i>	x	
<i>Nephtys cirrosa</i>	x	
<i>Nephtys hombergii</i>	x	x
<i>Nephtys incisa</i>	x	
<i>Nereis longissima</i>	x	x
<i>Notomastus latericeus</i>		x
90 <i>Ophelia limacina</i>		x
<i>Ophelina acuminata</i>	x	
<i>Ophiodromus flexuosus</i>	x	x
<i>Ophiotrocha puerilis</i>	x	
<i>Owenia fusiformis</i>	x	x
<i>Pectinaria auricoma</i>	x	
<i>Pholoe baltica (minuta)</i>	x	x
<i>Pisone remota (Praegeria/Pregeria rem)</i>		x
<i>Poecilochaetus serpens</i>	x	
<i>Polycirrus medusae</i>		x
100 <i>Polydora</i> juv. (=sp.)	x	
<i>Polynoe kinbergi</i>	x	
<i>Protodorvillea kefersteini</i>		x
<i>Pseudopolydora (Polydora) pulchra</i>	x	x
<i>Scalibregma inflatum</i>	x	x
<i>Scolecopsis bonnieri</i>	x	x
<i>Scolecopsis foliosa</i>		x

Gesamtartenliste: Arten	1994 „W-Gamma“	2000 „Heincke“
<i>Scoloplos armiger</i>	x	x
<i>Spio filicornis</i>	x	x
<i>Spio gonioccephala</i>		x
<i>Spiophanes bombyx</i>	x	x
<i>Spiophanes kröyeri</i>		x
<i>Sthenelais limicola</i>	x	x
<i>Synelmis klatti</i>	x	
Terrebellidae sp.		x
115 <i>Travisia forbesi</i>		x
Crustacea		
<i>Ampelisca brevicornis</i>	x	
<i>Ampelisca spinipes</i>	x	
<i>Ampelisca tenuicornis</i>	x	
<i>Aora typica</i>	x	
<i>Argissa hamatipes</i>	x	
<i>Atylus falcatus</i>		x
<i>Balanus crenatus</i> /Cirripedia sp.	x (sp.)	
<i>Bathyporeia elegans</i>	x	x
<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i>		x
<i>Bathyporeia tenuipes</i>		x
<i>Callianassa subterranea</i>	x	
<i>Cancer pagurus</i>		(x)
<i>Carcinus maenas</i> (?)		(x)
<i>Cirolana borealis</i>		(x)
<i>Corophium lacustre</i>	x	
<i>Corystes cassivelaunus</i>	x	x
<i>Crangon allmanni</i>	x	
<i>Crangon crangon</i>	(x)	x
<i>Diastylis bradyi</i>		x
<i>Diastylis laevis</i>	x	
<i>Diastylis rugosa</i>	x	
<i>Ebalia cranchii</i>	x	
<i>Eudorella truncatula</i>	x	x
<i>Gammaropsis nitida</i>	x	
<i>Galathea</i> sp. (juv.)	x	(x)
<i>Gastrosacchus sanctus</i>	x	

Gesamtartenliste: Arten	1994 „W-Gamma“	2000 „Heincke“
<i>Harpinia antennaria</i>	x	
<i>Hippomedon denticulatus</i>		x
<i>Harpania crenulata</i>	x	
<i>Liocarcinus (Macropipus) holsatus</i>	x	x
<i>Liocarcinus pusillus</i>		(x)
<i>Megaluropus agilis</i>		x
<i>Melita obtusata</i>		x
<i>Orchomene nana</i>	x	
<i>Pagurus bernhardus</i>	x	(x)
<i>Pandalus montagui</i>	(x)	(x)
<i>Paramphilochoides odontonyx</i>	x	
<i>Pariambus typicus</i>	x	
<i>Perioculodes longimanus</i>	x	x
<i>Phryxus</i> sp. (juv.)	x	
<i>Pontocrates arenarius</i>		x
<i>Pontophilus (Philocheras) bispinosus</i>		(x)
<i>Pontophilus (Philocheras) trispinosus</i>		(x)
<i>Processa nouveli holthuisse</i>	x	
<i>Pseudocuma longicornis</i>	x	x
<i>Pseudocuma similis</i>		x
<i>Pseudione borealis</i>	x	
<i>Siphonoecetes kroyeranus</i>		x
<i>Stenothoe marina</i>	x	
<i>Synchelidium maculatum</i>		x
<i>Tanaissus lilljeborgi</i>	x	
<i>Upogebia deltaura</i> u. juv. (sp.)	x	
168 <i>Urothoe grimaldii</i> var. <i>poseidonis</i> / <i>U.</i> sp.		x
Echinodermata		
<i>Amphipholis squamata</i>		x
<i>Amphiura (Acrocnida) brachiata</i>		x
<i>Amphiura filiformis</i>	x	x
<i>Asterias rubens</i>	x	x
<i>Astropecten irregularis</i>	(x)	x
<i>Brissopsis lyrifera</i>		(x)
<i>Cucumaria elongata</i>	x	
<i>Echinocardium cordatum</i>	x	x

Gesamtartenliste: Arten	1994 „W-Gamma“	2000 „Heincke“
<i>Echinocyamus pusillus</i>		x
<i>Echinus esculentus</i>		(x)
<i>Leptosynapta inhaerens</i>	x	
<i>Ophiura albida</i>	x	x
<i>Ophiura ophiura</i>	x	(x)
<i>Ophiothrix fragilis</i>		(x)
183 <i>Psammechinus miliaris</i>	(x)	(x)
Chordata Acrania u.Tunicata		
<i>Ascidiella aspersa</i>		(x)
<i>Branchiostoma lanceolatum</i>	x	x
Andere Gruppen		
Turbellaria/Plathelm. indet. spp.	x	
Nemertini: indet spp.	x	x
Nemertini sp. 1 (roter R.)	x	x
Phoronida: <i>Phoronis</i> spp.	x	x
Bryozoa sp.	x	
<i>Crisia eburnea</i>		(x)
<i>Flustra</i> sp.		(x)
193 Sipunculida sp.	x	x
Summen Taxa Evertebraten:	138	119
davon identifizierte Arten	126	110
Summe Evertebraten 1994- 2000		193
Chordata, Pisces (Fische)		
<i>Agonus cataphractus</i> (Steinpicker)	(x)	(x)
<i>Arnoglossus laterna</i> (Lammzunge)		(x)
<i>Buglossidium luteum</i> (Zwergzunge)	(x)	
<i>Callionymus lyra</i> (Gestreifter Leierfisch)	(x)	(x)
<i>Enchelyopus cimbrius</i> (Vierbärtelige Seequappe)	(x)	(x)
<i>Limanda limanda</i> (Kliesche)	(x)	
<i>Pomatoschistus minutus</i> (Sandgrundel)		(x)
<i>Pomatoschistus norvegicus</i> (Norw. Grundel)	(x)	
<i>Solea solea</i> (Seezunge)	(x)	(x)
10 <i>Syngnathus</i> sp.		(x)

Gesamtartenliste: Arten	1994 „W-Gamma“	2000 „Heincke“
Summen aller Taxa (Evertebraten + Fische)	145	126
davon identifizierte Arten	133	116
Gesamtzahl aller Taxa 1994-2000	203	
davon identifizierte Evertebraten-Arten und identifizierte Fischarten	177 9	
Rote-Liste-Arten: zusammen 42	25	32

x - Art in Greiferproben vorhanden

(x) - Art nur in Baumkurren-/Dredschfängen

rot – Rote-Liste-Arten; blau hinterlegt – kommen im Jahre 2000 nur im eigentlichen Urstromtal vor (*Amphiura*-Gemeinschaft)

Hinzu kommen Tiere, die im Jahre 2000 nur anhand von Video- und Fotoaufnahmen ermittelt wurden, z.B. *Pomatoceros triqueter* und weitere Ascidien wie *Clavelina* aff. *lepadiformis*.

Bei BÜSSELBERG (1984) werden für das Untersuchungsgebiet zusätzlich die Muschel *Saxicavella jeffreysi*, die Polychaeten *Aricidea minuta*, *Eteone barbata*, *Nephtys longosetosa*, die Crustaceen *Eudorella emarginata*, *Iphinoe trispinosa*, *Pontocrates altamarinus* und *Synchelidium haplocheles* aufgeführt. Damit erhöht sich der Gesamtartenbestand von 203 auf über 210. Dieser Bestand ist etwas höher als auf dem Amrum-Außengrund (dort 207 Taxa) und ähnlich dem auf dem Borkum-Riffgrund (214).

Deutlich auffälliger sind jedoch die Unterschiede bei den Rote-Listen-Arten (inkl. Kategorien R und G): Während auf dem AAG 20 Arten und auf dem BRG 23 ermittelt wurden, sind es am Rande des EUT 42. Dabei fallen besonders die Stachelhäuter mit 15 Arten insgesamt auf, von denen wiederum 11 als gefährdet gelten. Mindestens 15 der RL-Arten sind eng an kiesig-steinige Substrate gebunden.

Die Funde von *Scalibregma inflatum* und Callianassiden dagegen sind durch die enge Verzahnung des Sylt-Amrum-Außenriffs mit dem schlickigen Elbe-Urstromtal zu erklären.

Die Fauna im Urstromtal insgesamt ist im Rahmen des BfN-Auftrages von REHM (2002; Arbeit liegt dem BfN vor) ausführlich beschrieben worden.

REHM unterscheidet drei Assoziationen im Verlaufe des EUT: im Süden eine *Amphiura-brachiata-Tellimya-ferruginosa*-Ass., dann eine Übergangsassoziation im mittleren Teil

des EUT (direkt angrenzend an das hier untersuchte Hanggebiet) und eine *Galathowenia-oculata-Nuculoma-tenuis*-Ass. im Norden. Er identifizierte insgesamt 267 Arten/Taxa. Bei einer größerräumigen Betrachtung fallen die beiden Übergangstationen in den küstenferneren, nördlicheren Bereich, der nach REHM durch arktisch-boreale und für die zentrale Nordsee typische Arten gekennzeichnet ist. Das Tal erscheint somit als wichtiger Einwanderungsweg nördlicher Faunenelemente in die Deutsche Bucht. Von der Besiedlung der sandig-steinigen Bereiche am Osthang des EUT hebt sich die schlickigen Boden besiedelnde Tal fauna deutlich ab.

Während das Elbe-Urstromtal generell den Faunenaustausch mit der zentralen, ja, nördlichen Nordsee begünstigt, sind die direkt angrenzenden Steinriffe sehr günstig im Nordseewasser gelegene Trittsteine hin zu den Feldbiotopen Helgolands. Sehr viele der Steinriffbesiedler finden sich auch bei Helgoland, sind ansonsten aber in der Deutschen Bucht i.d.R. äußerst selten (Beispiele: *Echinus esculentus*, *Amphipholis squamata*, *Ophiothrix fragilis*, *Asciidiella aspersa*, *Alcyonium digitatum*, *Galathea*- und *Syngnathus*-Arten).

4.3.3.3 Diskussion und Schlussfolgerung

Zusammengefasst belegen die eigenen Untersuchungen und Recherchen, dass Rifflebensräume mit Steinen und Kiesen vor allem die Hangbereiche im Osten des Elbe-Urstromtales prägen, zugleich aber auch, dass die benthische Fauna solcher Lebensräume bislang unzureichend untersucht ist. Das ändern auch die bislang im Rahmen des Projektes zusammengetragenen Daten nur unzureichend. Andererseits sind sie ausreichend, die Schutzwürdigkeit und -bedürftigkeit des Untersuchungsgebietes zu belegen.

Ein wichtiger Befund in diesem Zusammenhang sind die extrem hohe Zahl an Rote-Liste-Arten sowie die Funktionen des Talraumes als Einwanderungsrouten für Tiere aus der zentralen Nordsee (s. REHM, 2002) und zugleich der Riffbereiche als Trittsteine zu den für den gesamten südlichen Nordseeraum einzigartigen Felsbiotopen Helgolands. Darüber hinaus zeigen Baumkurrenfänge und Unterwasservideos, dass die Steingründe wichtige Rückzugsgebiete ansonsten durch intensive Fischerei gefährdeter oder ausgemerzter Populationen sind. Außerdem sind die tiefer gelegenen Biotope am und im Elbe-Urstromtal im untersuchten Raum durch ihre recht stabilen Salzgehalte und weniger schwankenden Temperaturverhältnisse Regenerationsräume für Populationen von Arten, die auf Grund weniger stabiler Verhältnisse in den küstennahen Habitaten dort zeitweise verschwinden oder stark reduziert werden können (z.B. in sehr kalten Wintern).

Im Untersuchungsgebiet sind kleinräumige Biotop- und Substratmosaiken gegeben. (s. Abb. EUT-3). Es treten die für Sandbänke typischen Gemeinschaften (*Goniadella-Spisula*-G. und *Tellina-fabula*-G) sowie - kleinflächig und auch in Feldern und gestaffelt auftretenden Gürteln - von Epifauna dominierte, seltene Gemeinschaften der Steinriffe nebeneinander auf.

Insgesamt ist das Sylt-Amrum-Außenriff wegen seiner speziellen und komplexen Biotop- und Substratstrukturen, seiner daran angepassten, artenreichen Bodenfauna und auf Grund seiner Einzigartigkeit und Funktionen ein ökologisch herausragendes Gebiet in der deutschen AWZ. Es kann als schutzwürdiges Gebiet nicht durch Gebiete ähnlicher Struktur und Besiedlung ersetzt werden; allenfalls weisen der im Küstenmeer gelegene Helgoländer Steingrund und der zum größten Teil ebenfalls im Küstenmeer nordwestlich von Helgoland befindliche „Störtebeker-grund“ z.T. ähnliche Besiedlungs-verhältnisse auf. Weitere „Steingründe“ sind entweder sehr kleinflächig eingestreut in eintönigere Sandlebensräume (s. Abb. 6) oder ohne direkte Anbindung an das Elbe-Urstromtal im Norden des Sylter Außenriffs gelegen (Untersuchungsfläche „B“ für potentielle Eignungsgebiete für Windenergieanlagen). Es bestehen zudem faunistische Wechselbeziehungen nicht nur entlang des Elbe-Urstromtales sondern auch nach Osten zum Amrum-Außengrund.

Von den dort Schwerpunkte ihres Lebensraumes besitzenden empfindlichen „Nutzern“ kommen vor allen Dingen die Kleinwale und Seehunde regelmäßig auch in die Steinriff-bereiche am EUT. Beim Schweinswal scheint dabei eine gewisse Bevorzugung der Hanglagen des EUT und der östlich angrenzenden Sand- und Riffgebiete gegeben zu sein (s. http://www.bfn.de/marinehabitats/downloads/erlaeuterungstexte/Karte2_FFH_Schutzgueter.pdf).

Mögliche Erklärungen sind u.a. in günstigeren pelagischen Nahrungsverhältnissen (durch Auftriebs- und Frontsituationen am Hang) und auch der guten Erreichbarkeit von riffbewohnenden Fischen durch die wendigen Tiere zu sehen.

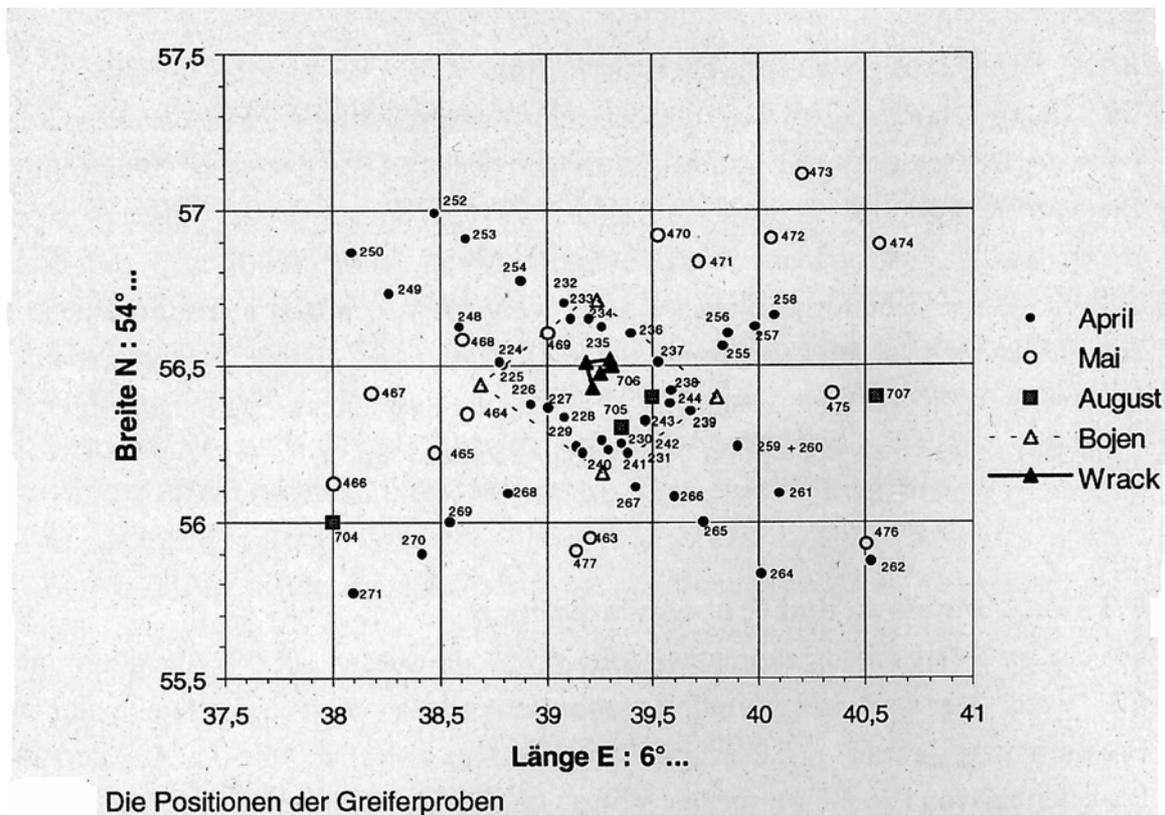


Abb. EUT-4: Untersuchungsfläche A. SCHRÖDER, AWI, 1994 bei der Position des Ölförderplattform-Wracks „West-Gamma“

4.3.4 Das Doggerbankgebiet, eine große Sandbank im Übergangsbereich zur zentralen Nordsee

In Zusammenarbeit mit I. Kröncke und H. Reiß,
Senckenberg-Institut Wilhelmshaven

4.3.4.1 Einleitung und Gebietsbeschreibung

Die Doggerbank ist eine fast 18.000 km² große Sandbank, die von Westen (AWZ des Vereinigten Königreiches) nach Ost-Nord-Osten (dänische AWZ) auf 320 km Längserstreckung von 14-20 auf 35-40 m Tiefe am „Schwanzende“ (Tail End) abfällt.

Die Bank soll eine eiszeitliche Moräne sein; im Warthe-Stadial der Saale-Kaltzeit lag nach PRATJE (1951) ein Endmoränenzug wahrscheinlich am Nordosthang der Bank (s. Abb. EUT-1). Im Westen der Bank finden sich ausgedehnte Kies- und Geröllgründe, die möglicherweise Riffcharakter haben (GRAHAM et al., 2001, s. JOHNSTON et al., 2002, S. 38 u. Fig. 2.11). In JOHNSTON et al. (2002) und in einer Studie des WWF-UK (GUBBAY et al., 2002) ist die Doggerbank ausführlich als morphologisch-sedimentologische und

ökologische Struktur beschrieben, einschließlich ökologischer Funktionen (Fischerei u.a.); die Bewertung als FFH-Lebensraumtyp Sandbank ist eindeutig (nach JOHNSTON et al. allerdings evtl. nur für den Teilbereich „South West Patch“). Eine gute Übersicht über die Besonderheiten der Doggerbank und ihre Erforschung haben KRÖNCKE & KNUST (1995) zusammengestellt. Dabei werden auch die besonderen hydrographischen Bedingungen gezeigt, die vor allem durch das Zusammentreffen von atlantischem Wasser aus dem Norden und durch Zuflüsse und stärkere vertikale Durchmischung abgewandelten Wassers aus dem Südwesten der Nordsee auf der Bank und die Ausbildung von Wirbeln und kaum geschichteten Wassermassen gekennzeichnet sind (Abb. DOG-1).

Durch ihre Lage in der zentralen Nordsee und das Zusammentreffen unterschiedlicher Wassermassen stellt die Doggerbank eine biogeographische Scheide dar mit Dominanz von kaltadaptierten Arten im Norden und von wärmebevorzugenden Formen im Süden. Seit den 1980er Jahren scheint sich diese Grenze auf der Bank nach Norden zu verschieben (WIEKING & KRÖNCKE, 2001; WIEKING & KRÖNCKE, 2003).

Für die Fischerei war und ist die Doggerbank von großer Bedeutung, wobei ein starker negativer Einfluss durch Baumkurrenfischerei auf das Benthos angenommen wird (GUBBAY et al., 2002). Über die Auswirkungen der sehr starken Sandaalfischerei ist wenig bekannt.

Auf der Doggerbank werden regelmäßig Schweinswale gesehen.

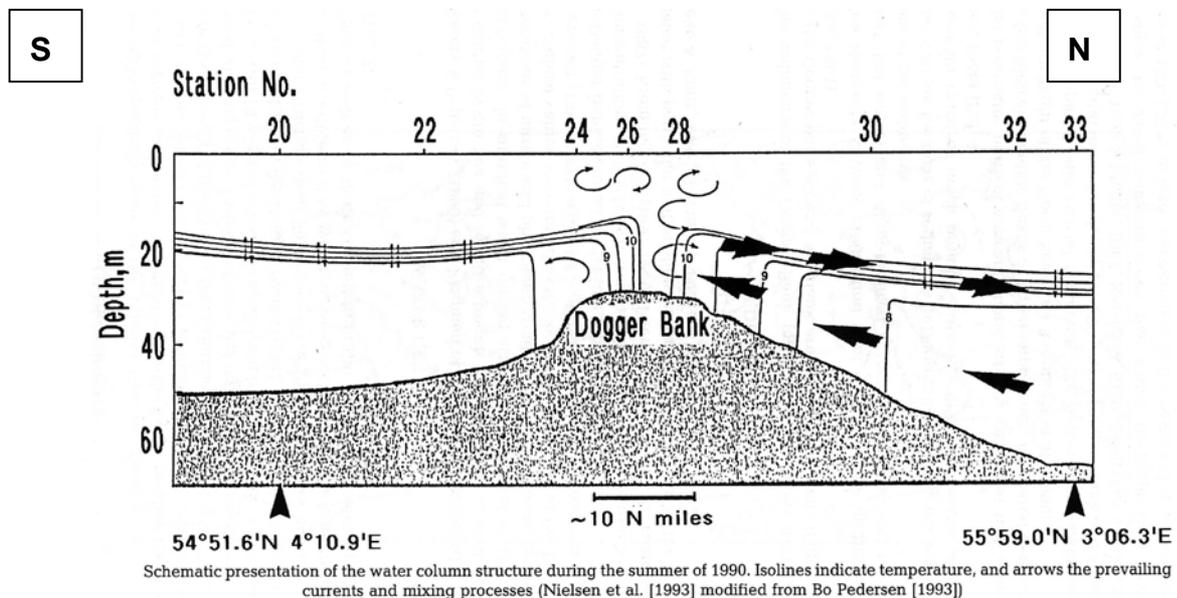


Abb. DOG-1: Schema der hydrographischen Verhältnisse auf der Doggerbank im Sommer (aus KRÖNCKE & KNUST, 1995). Gut erkennbar sind die Bankmorphologie, ebenso die Wirbelbildung auf der Bank (mit Aufbrechen der Temperaturschichtung) und die Strömungsverhältnisse. Das zugrunde liegende Messprofil liegt etwas westlich der deutschen AWZ („Entenschnabel“).

Der deutsche AWZ-Teil der Doggerbank liegt im Tailend-Bereich und hat eine Kammhöhe von 29 bis 31 m. Die Sedimente bestehen meistens aus schillreichem Feinsand; aber auch Mittelsand und kleinere Steine wurden schon im Bereich des „Entenschnabels“ gefunden (s. Abb. DOG-2). Am Nordhang und Südhang gehen die Sande bei mehr als 40-50 m Wassertiefe in schlickige Substrate über. Durch die oben beschriebene Wirbelbildung wird zeitweise warmes Oberflächenwasser bis in Bodennähe gemischt; und nach Messungen vor allem von dänischen Wissenschaftlern findet Primärproduktion hier zumindest zeitweise auch in Bodennähe statt (s. z.B. RICHARDSON & CEDHAGEN, 2001). Damit und auf Grund seiner in den vergangenen Jahrzehnten mehrfach beschriebenen, insgesamt gut abgrenzbaren Sandboden-Lebensgemeinschaften (z.B. KRÖNCKE, 1992) erfüllt auch der deutsche Doggerbank-Anteil (trotz seiner Tiefe) eindeutig die Sandbankkriterien der FFH-Richtlinie.

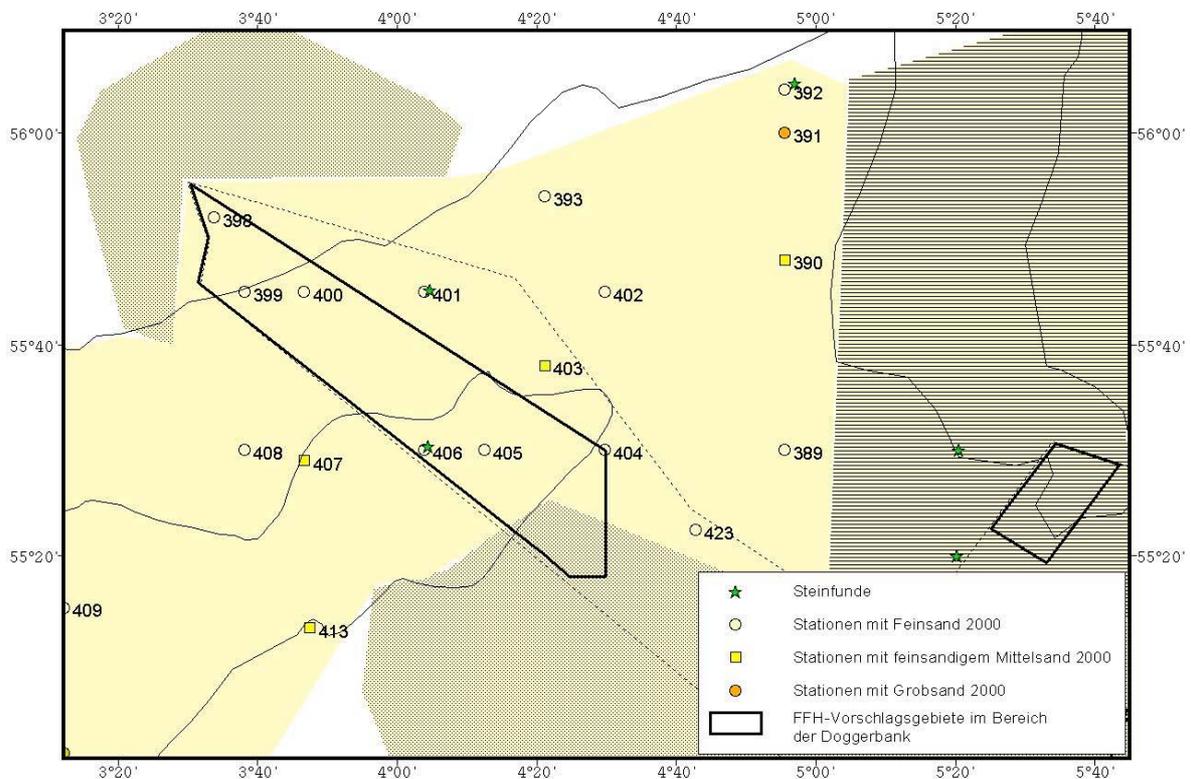


Abb. Dog-2: Sedimentverhältnisse im Umfeld des deutschen AWZ-Anteils der Doggerbank (v.a. nach Befunden der Probenahmen in 2000)

4.3.4.2 Die Bodenfauna der Doggerbank

Auf den sandigen Doggerbankbereichen (in der deutschen AWZ und angrenzenden dänischen und niederländischen Flächen) siedelt eine besondere, küstenferne

Ausprägung der Feinsand-Bodentiergemeinschaft, die *Bathyporeia-Tellina*-Gemeinschaft.

Im Jahre 2000 sind vor allem der Amphipode *Bathyporeia elegans* (zusammen mit *B. nana*), die Polychaeten *Spiophanes bombyx* und *Spio decorata* sowie der Schlangensterne *Amphiura brachiata* kennzeichnend (Tab. DOG.1, vergl. Kap. 4.2).

Tab. DOG.1: numerische Dominanz, Abundanztreue (AT), Präsenz und Präsenztreue (PT) sowie Rang der Trennarten (RTS) der charakteristischen Arten der Bathyporeia-Tellina-Gemeinschaft auf küstenfernen Feinsanden der Doggerbank (Untersuchung im Jahre 2000). Besonders charakteristische Arten sind fett geschrieben.

	Dominanz	AT	Präsenz	PT	RTS
Spiophanes bombyx	36	52	100	12	6
Lanice conchilega	10	39	94	18	7
Bathyporeia elegans	6	59	100	24	2
Amphiura brachiata	3	88	83	68	5
Cerianthus loydiii	1,5	41	89	22	8
Tellina fabula	1,5	10	89	17	9
Bathyporeia nana	1	100	39	100	-
Spio decorata	0,3	81	50	56	1

Bathyporeia nana war als charakteristische, aber nicht sehr dominante Art ausschließlich auf den Rückenbereich der Doggerbank beschränkt (Abb. Dog.-3; dort Präsenz = 100 %). Typische Begleitarten und Diskriminatoren sind *Scopelocheirus hopei*, *Dosinia* sp., *Siphonocoetes kroyeranus*, *Anaitides lineata*, *Megaluropus agilis*, *Sigalion mathildae*, *Gari fervensis*. WIEKING & KRÖNCKE (2001) führen für 1996-98 noch *Echinocyamus pusillus*, *Perioculodes longimanus* und *Nephtys cirrosa* als Diskriminatoren der eigentlichen zentralen Bankgemeinschaft auf. In ihrer „nordöstlichen Übergangsgemeinschaft“ kommen noch *Phoronis mülleri*, *Abra prismatica* und *Urothoe poseidonis* hinzu.

Nächste Seite:

Abb. DOG-3: Verbreitung von *Bathyporeia*-Arten in der südöstlichen Nordsee. Die ausgefüllten Kreise zeigen das ausschließliche Vorkommen von *B. nana* auf dem Doggerbank-Rücken.

Abb. DOG-4: Verbreitung der *Amphiura*-Arten in der südöstlichen Nordsee. Die ausgefüllten Kreise zeigen die Beschränkung von *A. brachiata* auf den Bereich der Doggerbank sowie den Bereich des inneren Elbe-Urstromtales.

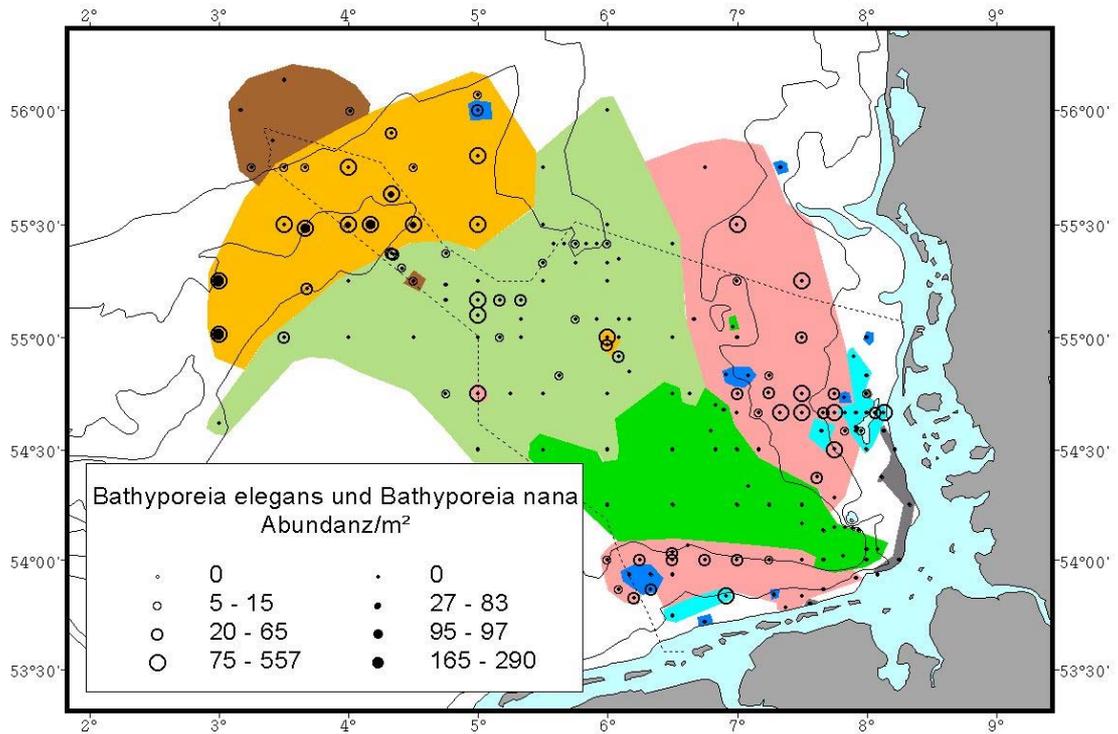


Abb. DOG-3

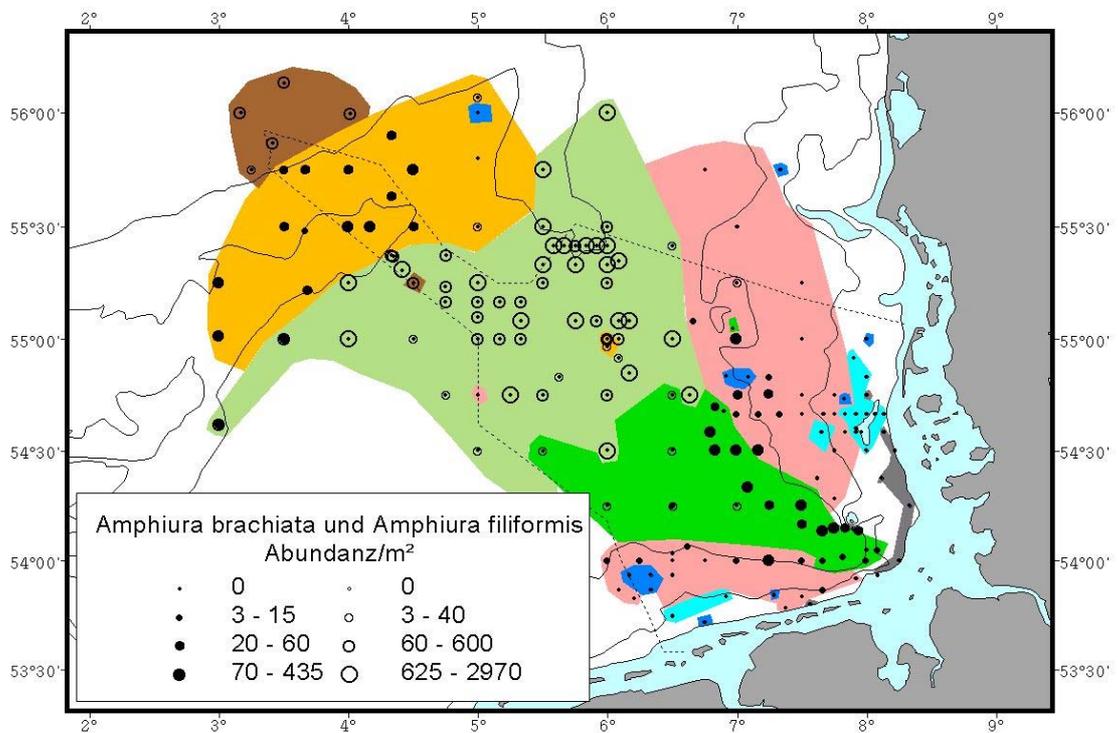


Abb. DOG-4

Die insgesamt von 1996 bis 2000 auf der Doggerbank und in benachbarten Gebieten gefundenen Arten sind in Tabelle DOG.2 zusammengestellt. Die vom Senckenberg-Institut beprobten Stationen sind in Abb. DOG-5 dargestellt (s. auch WIEKING & KRÖNCKE, 2003); von der „Heincke“-Ausfahrt 2000 wurden die 29 Stationen 389 bis 417 berücksichtigt (s. ANLAGE 5).

Tab. DOG.2: Gesamtverzeichnis aller wirbellosen Benthosarten und mit Baumkurren gefangener Fische im Bereich Doggerbank (2000: 29 Stationen; 1996-98: 12 Stationen) . Die 36 nicht banktypischen Arten aus der tieferen zentralen Nordsee (Schlickbiotope) sind farbig markiert. Rote-Liste-Arten: rote Schrift.

Taxa	2000	1996-98
Cnidaria (8 Arten)		
<i>Alcyonium digitatum</i>	(x)	
Anthozoa spp.	x	x
Athecata	x	
<i>Cerianthus lloydii</i>	x	x
<i>Corymorpha nutans</i>	x	x
<i>Edwardsia</i> spp.	x	x
<i>Tubularia</i> spp.	x	
<i>Virgularia mirabilis</i>	x	
Mollusca (46 Arten)		
<i>Abra alba</i>	x	x
<i>Abra nitida</i>	x	
<i>Abra prismatica</i>	x	x
<i>Acanthocardia echinata</i>	x	
<i>Acteon tornatilis</i>	x	x
<i>Antalis entalis</i> u. spp.	x	
<i>Arctica islandica</i> u. juv.	x	
<i>Buccinum undatum</i> u. juv.	x	x
Caudofoveata spp.	x	
<i>Chamelea gallina</i> u. juv.	x	x
Chrysallida spp.	x	
<i>Cochlodesma praetenu</i>	x	x
<i>Corbula gibba</i>	x	
<i>Cylichna cylindracea</i>	x	x
<i>Diaphana</i> sp.		x
<i>Dosinia</i> spp. / <i>lupinus</i>	x	x (lup.)
<i>Ensis ensis</i>	x	x

Taxa	2000	1996-98
<i>Ensis siliqua</i>	(x)	x
Eulimidae spp. / <i>Eulimella</i> sp.	x	x
<i>Euspira (Lunatia) catena</i>	(x)	x
<i>Gari fervensis</i>	x	x
<i>Lucinoma borealis</i>	x	
<i>Mangelia nebula</i>		x
<i>Montacuta substriata</i>	x	
<i>Musculus juv.</i>	x	
<i>Mysella bidentata</i>	x	x
<i>Mysia undata</i>	x	x
<i>Nucula nitidosa</i>	x	x
<i>Nuculoma tenuis</i>	x	x
<i>Oenopota turricula</i>	x	
Opisthobranchia spp.	x	x
<i>Phaxas (Cultellus) pellucidus</i> u. juv.	x	x
<i>Philine</i> spp. / <i>scabra</i>	x	x
<i>Polinices (Lunatia) montagui</i>	x	
<i>Polinices (L. alderi) pulchellus</i>	x	x
<i>Retusa</i> spp.	x	x
<i>Roxania utriculus</i>	x	
<i>Spisula elliptica</i>	x	
<i>Spisula solida</i>	x	
<i>Spisula subtruncata</i>	x	x
<i>Tellimyia ferruginosa</i>	x	x
<i>Tellina fabula</i>	x	x
<i>Thracia phaseolina</i>	x	x
<i>Thyasira flexuosa</i>	x	x
<i>Tridonta (Astarte) montagui</i>	x	x
<i>Turbonilla acuta</i>	x	
Polychaeta (94 Arten)		
<i>Aphelochoeta</i> spp.	x	
<i>Ampharete finmarchica</i>	x	
Ampharetidae spp.	x	
<i>Amphictene auricoma</i>	x	
<i>Anaitides groenlandica</i>	x	
<i>Anaitides lineata</i>	x	

Taxa	2000	1996-98
<i>Anaitides rosea</i>	x	x
<i>Anaitides (Phyllodoce) sp.</i>		x
<i>Aonides paucibranchiata</i>	x	x
<i>Aphrodita aculeata</i>	x	x
<i>Aricidea minuta</i>	x	x
<i>Aricidea roberti</i>	x	
<i>Aricidea simonae</i>	x	
<i>Capitella minima</i>	x	x (sp.)
Cerebratulidae	x	
<i>Chaetozone sp. F-group/Ch. setosa</i>	x	x
<i>Chone duneri</i> u. juv.	x	
<i>Chone infundibuliformis</i>		x
Cirratulidae spp.	x	
<i>Clymenura lanckesteri</i>		x
<i>Diplocirrus glaucus</i>	x	
<i>Eclysippe cf. vanelli</i>	x	
<i>Eteone flava</i>		x
<i>Eterne foliosa</i>		x
<i>Eteone longa</i>	x	x
<i>Eumida sanguinea</i>	x	x
<i>Eunoe nodosa</i>	x	
<i>Exogone hebes</i>	x	
<i>Exogone naidina</i>	x	x
<i>Gattyana cf amondseni</i>	x	
<i>Glycera alba</i> u. spp.	x	x
<i>Glycera cf. celtica</i>	x	
<i>Glycera lapidum</i>		x
<i>Glycera tessellata</i>	x	
<i>Glycinde nordmanni</i>	x	x
<i>Goniada maculata</i>	x	x
<i>Goniadella bobretzkii</i>	x	
<i>Harmothoe glabra</i> u. juv.	x	x
<i>Harmothoe cf impar</i>	x	
<i>Harmothoe ljunghmani</i>	x	
<i>Harmothoe nodosa</i>		x
<i>Harmothoe</i> spp.	x	
<i>Lagis (Pectinaria) koreni</i>	x	x

Taxa	2000	1996-98
<i>Lanice conchilega</i> u. juv.	x	x
<i>Levinsenia gracilis</i>	x	
<i>Lumbrineris fragilis</i>	x	
<i>Magelona alleni</i>	x	x
<i>Magelona filiformis</i>	x	x
<i>Magelona johnstoni</i>	x	
<i>Magelona</i> sp. (unbek. Typ)		x
<i>Maldane sarsi</i>	x	
<i>Malmgreniella castanea</i>	x	x
<i>Malmgreniella lunulata</i>	x	
<i>Mediomastus fragilis</i>		x
<i>Minuspio cirrifera</i>	x	
<i>Myriochele</i> spp.	x	x (oculata)
<i>Nephtys assimilis</i>	x	x
<i>Nephtys caeca</i>	x	x
<i>Nephtys cirrosa</i>	x	x
<i>Nephtys hombergii</i>	x	x
<i>Nephtys longosetosa</i>	x	x
<i>Nereis longissima</i>	x	
<i>Nicomache lumbricalis</i>	x	
<i>Notomastus latericeus</i>	x	x
<i>Ophelia limacina</i>	x	x
<i>Ophelina acuminata</i>	x	
<i>Ophelina minima</i>	x	
<i>Ophiodromus flexuosus</i>	x	
<i>Owenia fusiformis</i>	x	x
<i>Pholoe baltica</i>	x	x
<i>Podarkeopsis helgolandica</i>	x	
<i>Poecilochaetus serpens</i>	x	x
<i>Polydora</i> spp.	x	
<i>Protodorvillea kefersteini</i>		x
<i>Pseudopolydora antennata</i>	x	
<i>Sabellida</i> spp.	x	
<i>Scalibregma inflatum</i>	x	
<i>Scolelepis bonnierii</i>	x	x
<i>Scolelepis foliosa</i>	x	x
<i>Scoloplos armiger</i>	x	x

Taxa	2000	1996-98
<i>Sigalion mathildae</i>	x	x
<i>Sphaerodorum flavum</i>	x	x
<i>Spio decorata</i>	x	x
<i>Spio filicornis</i>	x	
<i>Spiophanes bombyx</i>	x	x
<i>Spiophanes kroyeri</i>	x	
<i>Sthenelais limicola</i>	x	x
<i>Streptosyllis websteri</i>	x	
Terebellidae spp.	x	
<i>Terebellides stroemi</i>	x	
<i>Tharyx killariensis</i>	x	
<i>Travisia forbesii</i>	x	
<i>Trichobranchus roseus</i>	x	
<i>Trichobranchus</i> spp.	x	
Crustacea (72 Arten)		
<i>Acidostoma obesum</i>	x	x
<i>Ampelisca brevicornis</i>	x	x
<i>Ampelisca macrocephala</i>	x	
<i>Ampelisca tenuicornis</i>	x	
<i>Amphilochoides neapolitanus</i>		x
<i>Anonyx lilljeborgi</i>	x	
<i>Argissa hamatipes</i>	x	x
<i>Atylus falcatus</i>	x	x
<i>Atylus swammerdamei</i>	x	x
<i>Atylus vedlomensis</i>	x	
Balanidae	x	
<i>Bathyporeia elegans</i>	x	x
<i>Bathyporeia gracilis</i>		x
<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i>	x	x
<i>Bathyporeia nana</i>	x	x
<i>Bathyporeia tenuipes</i>	x	x
<i>Bodotria pulchella</i>	x	
<i>Callianassa subterranea</i>	x	
<i>Cheirocratus</i> spp.	x	
<i>Cheirocratus sundevallii</i>	x	
<i>Corystes cassivelaunus</i>	x	x

Taxa	2000	1996-98
<i>Crangon allmanni</i>	(x)	
<i>Diastylis bradyi</i>	x	x
<i>Diastylis cf rugosa</i>	x	
<i>Diastylis</i> spp. / <i>laevis</i>	x	x (<i>laevis</i>)
<i>Ebalia cranchii</i>	x	x
<i>Ebalia granulosa</i>	(x)	
<i>Erythroops elegans</i>		x
<i>Eudorellopsis deformis</i>	x	x
<i>Gastrosaccus spinifer</i>		x
<i>Harpinia antennaria</i>	x	x
<i>Harpinia pectinata</i>	x	
<i>Hippomedon denticulatus</i>	x	x
<i>Iphinoe trispinosa</i>	x	x
<i>Isaeidae</i> spp.	x	
<i>Lembos longipes</i>		x
<i>Lepidepecreum longicorne</i>	x	
<i>Leucothoe incisa</i>	x	x
<i>Liocarcinus holsatus</i>	x	x
<i>Lysianassidae</i> spp.	x	
<i>Megaluropus agilis</i>	x	x
<i>Melita obtusata</i>	x	x
<i>Metopa alderi</i>	x	
<i>Metopa cf borealis</i>	x	
<i>Microprotopus maculatus</i>	x	
<i>Orchomene nana</i>	x	x
<i>Pagurus bernhardus</i>	x	
<i>Pagurus</i> spp. / <i>pubescens</i>	x	x (<i>pub.</i>)
<i>Paramphilochooides odontonyx</i>		x
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	x	
<i>Pariambus typicus</i>	x	x
<i>Periculodes longimanus</i>	x	x
<i>Photis longicaudata</i>		x
<i>Phtisica marina</i>		x
<i>Pontocrates altamarinus</i>	x	
<i>Pontocrates arenarius</i>	x	x
<i>Pontophilus (Philoceras) bispinosus</i>		x
<i>Pontophilus (Ph.) trispinosus</i>	x	

Taxa	2000	1996-98
<i>Pseudocuma longicornis</i>	x	x
<i>Pseudocuma similis</i>	x	x
<i>Pseudocuma</i> spp.	x	
<i>Schistomysis kervillei</i>		x
<i>Scopelocheirus hopei</i>	x	
<i>Siphonoecetes kroyeranus</i>	x	x
<i>Stenothoidae</i> spp.	x	
<i>Synchelidium haplocheles</i>	x	x
<i>Synchelidium maculatum</i>	x	x
Tanaidacea / <i>Tanaissus lilljeborgii</i>	x	x
<i>Tryphosites longipes</i>	x	x
<i>Urothoe poseidonis</i> u. spp.	x	x
<i>Vaunthompsonia cristata</i>	x	
<i>Westwoodilla caecula</i>		x
Echinodermata (13 Arten)		
<i>Amphiura (Acrocnida) brachiata</i>	x	x
<i>Amphiura filiformis</i> u. juv.	x	x
<i>Asterias rubens</i> u. juv.	x	x
<i>Astropecten irregularis</i>	x	x
<i>Echinocardium cordatum</i> .	x (viele juv.)	x
<i>Echinocardium flavescens</i>	x	x
<i>Echinocyamus pusillus</i>	x	x
<i>Leptosynapta inhaerens</i>	x	
<i>Ophiothrix fragilis</i>	(x)	
<i>Ophiura affinis</i>		x
<i>Ophiura albida</i> u. juv.	x	x
<i>Ophiura ophiura</i>	(x)	x
<i>Psammechinus miliaris</i>	(x)	
Andere Gruppen (12 "Arten")		
Plathelminthes spp.	x	
Nemertini: spp.	x	x
Nemertini r.R.	x	x
Pantopoda: <i>Anaplodactylus petiolatus</i>	x	
Phoronida: <i>Phoronis</i> spp.	x	x
Bryozoa: <i>Alcyonidium diaphanum</i>	(x)	

Taxa	2000	1996-98
<i>Flustra</i> sp.	(x)	
Sipunculida :spp.	x	
<i>Golfingia</i> spp.	x	
Echiurida: <i>Echiurus echiurus</i>		x
Hemicordata: sp.	x	
Tunicata: <i>Asciella aspersa</i>	(x)	
Pisces (7 Arten)		
<i>Arnoglossus laterna</i>	(x)	
<i>Buglossidium luteum</i>	(x)	
<i>Callyonimus lyra</i>	(x)	
<i>Limanda limanda</i>	(x)	
<i>Microstomus kitt</i>	(x)	
<i>Pomatoschistus minutus</i>	(x)	
<i>Pleuronectes platessa</i>	(x)	
245 Arten/Taxa Evertebraten mit 11 nicht in Greiferngefundenen Epifauna-Arten (x)	219	140
insgesamt 252 Arten/Taxa inkl. 7 Fischarten	226	140
davon 36 nur in zentraler NS gefunden (tiefe Stationen aus 2000)		
Rote-Liste Arten	39	20
RL-Arten insgesamt	41	

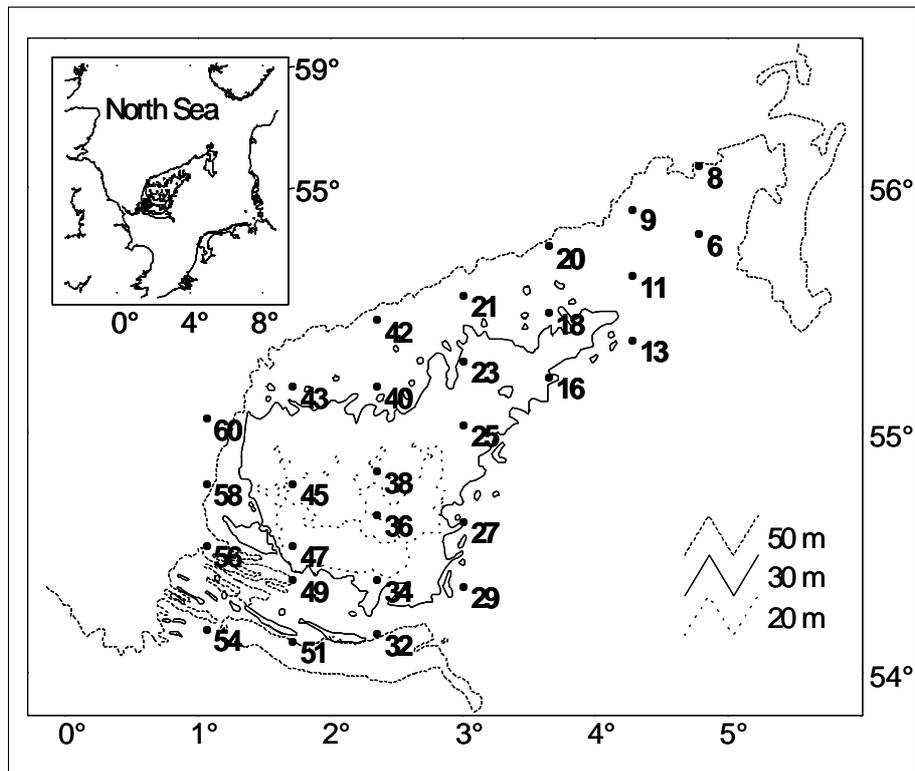


Abb. DOG-5: Stationen Kröncke (1996-98). Von den dargestellten Stationen wurden nur die Nummern 6, 8, 9, 11, 13, 16, 18, 20, 21, 23, 25, 27 von der Osthälfte der Doggerbank für die Zusammenstellung der Tab. Dog.2 berücksichtigt.

Von 1994 bis 2000 wurden unter 252 Arten/Taxa insgesamt 41 gefährdete Arten der Roten Listen im Untersuchungsgebiet ermittelt, vor allem Mollusken und Echinodermen, davon 39 allein im Jahre 2000. Im deutschen AWZ-Teil ermittelten wir im Jahre 2000 an nur 11 Stationen 161 Arten wirbelloser Tiere; davon finden sich 28 in den Roten Listen. Der hohe Anteil von Rote-Liste-Arten dürfte im wesentlichen durch den großen Küstenabstand und die z.T. geringeren anthropogenen stofflichen Belastungen der Doggerbank bedingt sein.

4.3.4.3 Diskussion und Schlussfolgerungen

Zusammengefasst belegen die Untersuchungen und Literaturdaten, dass die eigentliche Doggerbank (oberhalb der 40m- Tiefenlinie) als großer Sandbankkomplex im Sinne der FFH-Richtlinie aufzufassen ist (FFH-Code 1110). Obwohl der Anteil in der deutschen AWZ tiefer als 29 m liegt, gehört auch dieser wie der nach Osten angrenzende Teil eindeutig zu diesem Gesamtlebensraum. Ökologisch bedeutsam ist dabei, dass das Wasser bei diesen Tiefen bis zum Boden auch im Sommer regelmäßig durchmischt wird und dass in Bodennähe noch Primärproduktion stattfindet.

Die Bodentierlebensgemeinschaften auf der Doggerbank sind typisch für fein- bis mittelsandige Böden; aber auch Kies und Steine werden neben schlickigen Teilbereichen mit dafür typischen Faunenelementen gefunden.

Kröncke und Mitarbeiter haben gezeigt, dass die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften über Jahrzehnte starken Veränderungen unterworfen ist. Dafür werden Umweltbelastungen (bis hin zur Fischerei), in jüngster Zeit vermehrt auch Klimaveränderungen/-schwankungen als Ursachen angeführt (Kröncke & Knust, 1995; Wieking & Kröncke, 2001; Wieking & Kröncke, 2003). Offensichtlich hat sich in den vergangenen 15-20 Jahren die zoogeographische Grenzzone auf der Doggerbank nach Norden verlagert.

Die Untersuchungsergebnisse belegen die Schutzwürdigkeit und -bedürftigkeit des Untersuchungsgebietes, wobei ein Gesamtkonzept von Großbritannien, den Niederlanden, Dänemark und Deutschland für die Doggerbank einschließlich ihrer recht flachen westlichen Teile erforderlich erscheint.

Wichtig in diesem Zusammenhang sind die sehr hohe Zahl an Rote-Liste-Arten sowie die Funktionen der Sandbank als küstenferner, sandiger Flachwasserbiotop und damit als Trittstein/„Drehsscheibe“ für die Fauna flacher Sandbiotope im gesamten Nordseeraum. Im untersuchten Raum sind recht stabile Salzgehalte und weniger schwankende Temperaturverhältnisse, aber auch geringere Umweltgefährdungen als in Küstennähe gegeben, so dass die Doggerbank auch als Regenerationsraum für Populationen der küstennahen Sandlebensräume fungiert.

Auf der Doggerbank sind, vor allem in ihrem westlichen Teil, auch kleinräumige Biotop- und Substratmosaiken gegeben. Im deutschen Teil tritt vor allem die für diese Sandbank typische *Bathyporeia-Tellina*-Gemeinschaft auf. An den Hängen finden sich im Süden Übergänge zur schlickbodentypischen *Amphiura*-Gemeinschaft und im Norden zur sehr artenreichen Lebensgemeinschaft der schlickigeren Böden der zentralen Nordsee. Da diese Gemeinschaften eng verzahnt sind und sich gegenseitig bedingen, ist für ein Schutzkonzept auf der Doggerbank die Einbeziehung von Teilbereichen dieser benachbarten Lebensstätten sehr zu empfehlen.

Der im „Entenschnabel“ gelegene Doggerbank-Anteil kann als schutzwürdiges Gebiet in der deutschen AWZ nicht durch küstennahe Gebiete ähnlicher Struktur und Besiedlung ersetzt werden. Im Rahmen eines internationalen Schutzkonzeptes für die Doggerbank könnten allerdings Teilfunktionen auch in benachbarten Bereichen gesichert werden. Dabei ist jedoch entscheidend, dass der Gesamtlebensraum nicht zerstückelt wird und

die Beziehungen zwischen den sehr flachen Bankbereichen im Westen und den tiefen Tailend-Ausläufern im Osten durch ein durchgehendes Schutzareal gewahrt werden. Auch für die Erforschung anthropogen wenig gestörter Lebensbedingungen in der Nordsee wäre ein internationales Schutzgebiet Doggerbank von herausragender Bedeutung.

4.4 Fische

In Zusammenarbeit mit R. Knust und K. Wätjen, AWI

Während der „Heincke“-Ausfahrt 2000 wurden Fänge mit einer kleinen 2m-Baumkurre (BK) und mit einem Scherbrett-Grundsleppnetz (GSN) durchgeführt. Zusätzlich wurden Videoaufnahmen und Photos gemacht. Dabei wurden von der Arbeitsgruppe Dr. R. Knust (AWI) die in nachstehender Tabelle aufgeführten 47 Fischarten erfasst (Datenbereitstellung: Kai Wätjen).

Tab. F-1: Im Jahre 2000 bei der „Heincke“-Ausfahrt erfasste Fischarten. Präs. = Präsenz in % aller Hols

Art	deutscher Name	Präs. GSN (%)	Präs. BK (%)	RL-Status 1998
1 <i>Alosa fallax</i>	Finte	3,7		3
<i>Agonus cataphractus</i>	Steinpicker	33,3	29,1	
<i>Anguilla anguilla</i>	Aal	3,7		
<i>Ammodytes lancea</i> , (<i>A. tobianus</i>)	Kleiner Sandaal	29,6	7,6	
<i>Arnoglossus laterna</i>	Lammzunge	25,9	41,8	
<i>Buglossidium luteum</i>	Zwergzunge	14,8	77,2	
<i>Callionymus lyra</i>	Gestreifter Leierfisch	92,6	58,2	
<i>Ciliata mustela</i>	Fünfbärtelige Seequappe		2,5	
<i>Clupea harengus</i>	Hering	66,7	(?)	
10 <i>Ctenolabrus rupestris</i>	Klippenbarsch	nur Photo		
<i>Enchelyopus cimbrius</i>	Vierbärtelige Seequappe	3,7	5,1	
<i>Engraulis encrasicolus</i>	Sardelle, Anchovis	11,1	(?)	
<i>Entelurus aequoreus</i>	Gr. Schlangennadel		1,3	R
<i>Eutrigla gurnadus</i>	Grauer Knurrhahn	92,6	6,3	
<i>Gadus morhua</i>	Kabeljau	63,0	2,5	
<i>Galeorhinus galeus</i>	Hundshai	3,7		
<i>Hippoglossoides platessoides</i>	Doggerscharbe	51,9	2,5	

Art	deutscher Name	Präs. GSN (%)	Präs. BK (%)	RL-Status 1998
<i>Hyperoplus lanceolatus</i>	Gr. Sandaal	55,6		
<i>Limanda limanda</i>	Kliesche	100	84,8	
20 <i>Liparis spp.</i>	Scheibenbäuche		2,5	3
<i>Melanogrammus aeglefinus</i>	Schellfisch	70,4		
<i>Merlangius merlangius</i>	Wittling	100	6,3	
<i>Merluccius merluccius</i>	Seehecht	3,7		
<i>Microstomus kitt</i>	Rotzunge	59,3	10,1	
<i>Mullus surmuletus</i>	Streifenbarbe	40,7		
<i>Myxocephalus scorpius</i>	Seeskorpion	33,3	2,5	
<i>Pholis gunellus</i>	Butterfisch		5,1	
<i>Phrynorhombus norvergicus</i>	Zwergbutt		6,3	
<i>Platichthys flesus</i>	Flunder	29,6		
30 <i>Pleuronectes platessa</i>	Scholle	100	39,2	
<i>Pomatoschistus minutus</i>	Sandgrundel		55,7	
<i>Pomatoschistus pictus</i>	Fleckengrundel		3,8	R
<i>Psetta maximus</i>	Steinbutt	18,5		
<i>Raja radiata</i>	Sternrochen	11,1		
<i>Sardina pilchardus</i>	Sardine	11,1	(?)	
<i>Scomber scombrus</i>	Makrele	74,1		
<i>Scophthalmus rhombus</i>	Glattbutt	7,4		
<i>Solea solea</i>	Seezunge	33,3	10,1	
<i>Squalus acanthias</i>	Dornhai	3,7		3
40 <i>Sprattus sprattus</i>	Sprotte	63,0	(?)	
<i>Syngnathus spp.</i>	Seenadeln	3,7	6,3	3
<i>Trachinus vipera</i>	Kl. Petermännchen, Viperqueise	14,8	2,5	
<i>Trachurus trachurus</i>	Stöcker(makrele)	59,3		
<i>Trigla lucerna</i>	Roter Knurrhahn	51,9		
<i>Trisopterus luscus</i>	Franzosendorsch	7,4		
<i>Trisopterus minutus</i>	Zwergdorsch	14,8	(?)	
47 <i>Zoarces viviparus</i>	Aalmutter	7,4		
Summe		39	>24	
Insgesamt			47	6

Insgesamt wurden 79 Baumkurrenholz und 27 Grundschieppnetzholz ausgewertet. In den Fängen waren 6 Rote-Liste-Arten vertreten, aber mit der Finte nur eine der nach FFH-Richtlinie (Annex II) zu schützenden Arten. Die Finte wurde in den Küstengewässern nordwestlich von Helgoland gefangen. Die Fangorte der RL-Arten sind in Abbildung F-1 zu sehen.

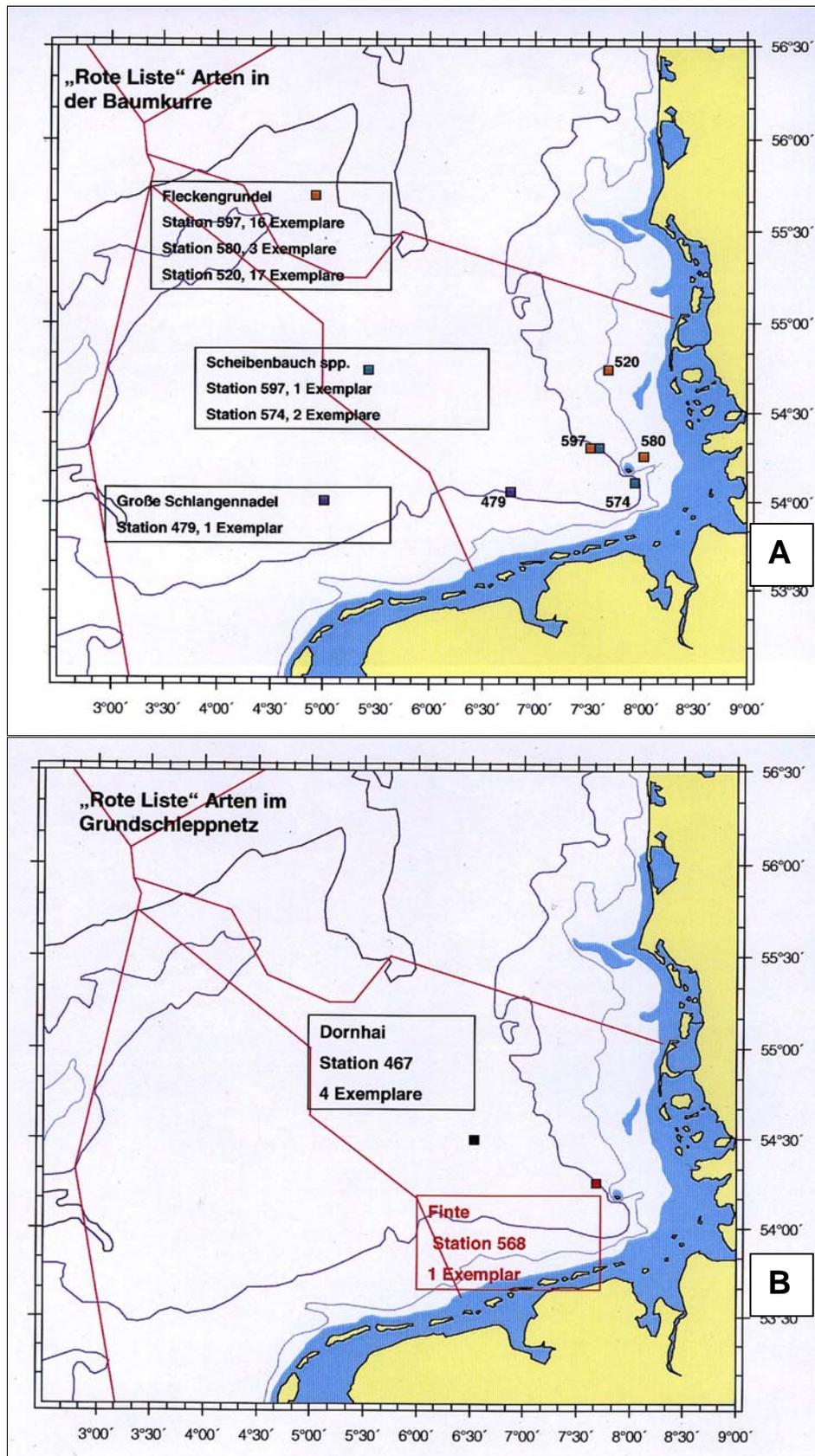


Abb. F-1: Vorkommen von Rote-Liste-Arten während der „Heincke“-Ausfahrt 2000. A. Baumkurrenfänge, B. Grundschieppnetz

Wie schon für die Finte festgestellt, finden sich auch die meisten anderen RL-Arten in küstennäheren Bereichen der AWZ. Der Amrum-Außengrund, die Umgebung des

Borkum-Riffgrundes und der Raum Helgoland mit dem Elbe-Urstromtal erscheinen besonders wichtig. Dabei ist anzumerken, dass Seenadeln der Gattung *Syngnathus* in Abbildung F-1 nicht dargestellt sind; sie wurden ähnlich wie die Viperqueise ausschließlich am Borkum-Riffgrund gefangen (die Viperqueise auch noch an einer Station auf der Doggerbank).

Auch eine Reihe der anderen Fische hatte ihren Vorkommensschwerpunkt in den genannten Gebieten; hinzu kommt die Doggerbank mit Arten wie Grauer Knurrhahn, Schellfisch, Sternrochen, Doggerscharbe und Rotzunge.

Weitere Ergebnisse zu Fischvorkommen finden sich in der ANLAGE 4.

5. Diskussion und Gesamtbewertung der Ergebnisse vor allem im Hinblick auf potentielle Schutzgebietsvorschläge nach FFH-Richtlinie

5.1 Lebensgemeinschaften - Stabilität und Variabilität

Durch die Gesamterfassung der Makrozoobenthos-Lebensgemeinschaften im Frühsommer 2000 - einschließlich der Befunde von den Jahren davor (Borkum-Riffgrund, Doggerbank) und danach (v.a. Amrum-Außengrund) – wird die Bodenfauna der gesamten deutschen Nordsee-AWZ zum ersten Mal in einer Übersicht relativ detailliert beschrieben. Insgesamt wurden mit van-Veen-Greiferproben an 181 Stationen und mit zusätzlichen 79 Baumkurrenhols 483 Taxa (davon 361 identifizierte Arten) gefunden (sowie 20 weitere Fischarten durch zusätzliche Erfassungen). SALZWEDEL et al. (1985) registrierten in der Deutschen Bucht (im Jahre 1975) nur 219 Endofauna- und häufige Epifauna-Arten. Ein Grund ist neben der genaueren Erfassung und der relativ stabilen natürlichen Umwelt/Klimabedingungen um die Jahrtausendwende die Tatsache, dass außerhalb der von SALZWEDEL et al. (1985) untersuchten eigentlichen Deutschen Bucht im Umfeld der Doggerbank zahlreiche Arten gefunden werden, die in der Deutschen Bucht nicht oder nur selten vorkommen. Das gilt vor allem für die Stationen aus dem Übergangsbereich zur zentralen Nordsee und auf dem eigentlichen Doggerbank-Rücken.

Die umfangreichen neuen Artenlisten sollen auch als Grundlage dazu dienen, die Roten Listen der bodenlobenden wirbellosen Meerestiere (RACHOR et al., 1998) zu aktualisieren (s. Hinweise in Tab. 3). Einige Arten wurden regelmäßig und auch in größeren Dichten gefunden, so dass eine Erholung ihrer Bestände angenommen werden kann (z.B. der Muscheln *Phaxas (Cultellus) pellucidus*, *Abra nitida* und wohl auch *Corbula gibba* sowie der Polychaeten *Lagis (Pectinaria) koreni* und *Scalibregma inflatum*). Für andere Arten, besonders Echinodermen, ist die große Seltenheit oder die Restriktion auf sehr wenige Riffhabitats in deutschen Nordseegewässern nun besser dokumentiert als bisher. Gut 25 Arten sind wahrscheinlich stärker gefährdet als bislang angenommen oder neu in die Listen aufzunehmen.

Wie zu erwarten, ergaben sich keine grundsätzlich neuen Verteilungsmuster der Benthosgemeinschaften in der Deutschen Bucht (im Vergleich mit der Untersuchung von SALZWEDEL et. al. (1985) aus dem Jahre 1975) und auf der Doggerbank (im Vergleich mit Arbeiten von KRÖNCKE und Mitarbeitern, s. z.B. WIEKING, G. & KRÖNCKE, I., 2003).

Allerdings sind in diesem Zusammenhang drei Befunde hervorzuheben:

- Die *Nucula-nitidosa*-Gemeinschaft besiedelt die gesamte Schlick- und Schlicksandzone in der inneren Deutschen Bucht (*naturräumliche Einheit B*, s. Abb. 4) sowie im weiteren Bereich des Elbe-Urstromtales (v.a. *naturräumliche Einheit E*, bis etwa zur 40-m-Tiefenlinie). Eine klare Abgrenzung der früher als verarmt bekannten, durch *N. nitidosa* charakterisierten Schlickfauna vor der Elbe-Mündung (RACHOR, 1980, 1990; RACHOR & SCHRÖDER, 2003) in der inneren Deutschen Bucht ist anhand unseres dortigen groben Stationsrasters vom Jahre 2000 nicht (mehr) aufzuzeigen. Das kann ein erstes Anzeichen für eine leichte Verbesserung der Schadstoff- und Trophie-Verhältnisse vor der Elbe-Mündung sein.
- Auf der Doggerbank (*naturräumliche Einheit G*) hat es seit den 1950er und erneut den 1980er Jahren starke Verschiebungen in der Artendominanz und auch in biogeographischer Hinsicht gegeben (KRÖNCKE, 1992; WIEKING & KRÖNCKE, 2001 und 2003).
- In der östlichen Deutschen Bucht (*naturräumliche Einheit A*) sind Grobsand-/Kieslebensräume mit Steinfeldern und -riffen (Reliktsedimente auf Moränen) sehr unterschiedlicher Größe und Beschaffenheit von größerer Verbreitung und Bedeutung als bisher angenommen. In der Erforschung ihrer Verbreitungsmuster und der damit verknüpften Besonderheiten der Fauna bestehen weiterhin Defizite, die durch neue Erfassungsmethoden (Video, Untersuchungen durch Taucher,

Einsatz von Steindredschern und Sidescan-Sonargeräten u.ä.) im Rahmen laufender BfN-Projekte gemindert werden können.

Neben der Substrat- und Lagebedingtheit (Küstenabstand) der Verbreitungsmuster der Benthosgemeinschaften wird bei der Gesamtbetrachtung der AWZ auch die Tiefenabhängigkeit deutlich. Besonders der 40-m-Tiefenbereich erscheint dabei als Übergangszone wichtig, wahrscheinlich weil die vertikale Wasserdurchmischung bei noch größeren Tiefen nicht durchgehend ist und es zu Stratifizierungen kommt. Diese Tiefenabhängigkeit entspricht ungefähr den Verhältnissen, wie sie von KÜNITZER et. al. (1992) für den Nordseeraum generell beschrieben wurden (s. Abb. 8a, b und nachfolgenden Ausschnitt, Abb. 18).

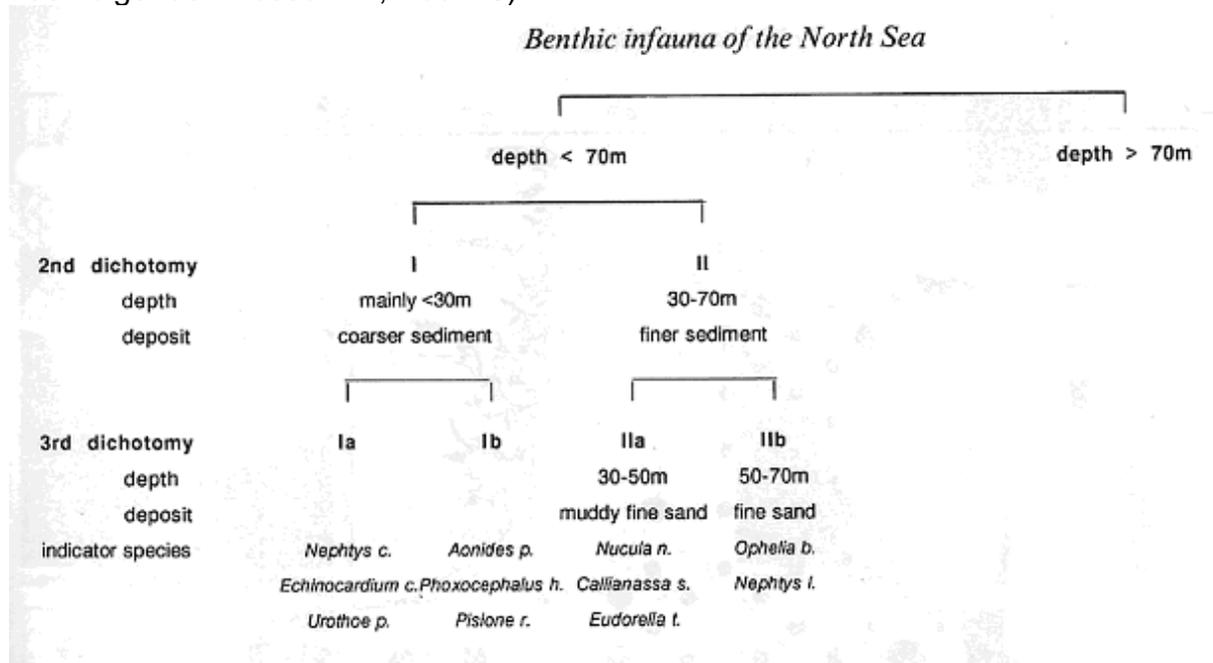


Abb. 18: Ausschnitt aus Abb. 8a, der die für die deutsche Nordsee-AWZ relevanten, tiefen- und substratabhängigen Endofauna-Assoziationstypen zeigt.

Inwieweit sich diese Einteilung für die südliche Nordsee und den Doggerbankraum verfeinern lässt (z.B. im Hinblick auf die „Grenze“ bei 30 oder 40 m und auf „Indikatorarten“), wird in der ICES STUDY GROUP ON THE NORTH SEA BENTHOS PROJECT 2000 untersucht.

Eine erste TWINSPAN-Analyse des bislang zusammengestellten Datensatzes (Abb. 19, Gruppierung nach dem 4. Cluster-Schritt) zeigt jedoch schon, dass das für die deutsche AWZ von uns ermittelte Verteilungsbild der Lebensgemeinschaften (Abb. 13) auch bei großräumigerer, gemeinsamer Analyse von Datensätzen unterschiedlicher Herkunft in ähnlicher Form dargestellt wird. Die Zoobenthos-Gemeinschaften der östlichen Deutschen Bucht, des Borkum-Riffgrundes, des Doggerbank-Rückens und der

zentralen Nordsee heben sich recht deutlich hervor; aber auch die *Amphiura*- und *Nucula*-Assoziationen sind (in etwas veränderter Abgrenzung) dargestellt. Dabei ist insgesamt wichtig, dass Teile der Grobsand-Gebiete vor Sylt und Amrum und am Borkum-Riffgrund schon in einem frühen Clusterschritt gegenüber allen anderen Nordsee-Stationen hervorgehoben werden (rosa Symbole, Code 1000), weitere dann zusammen mit dem Doggerbank-Rücken (dunkelblaue Symbole, Code 0101). Auch bei unserer Clusteranalyse werden die Grobsandstationen zuerst von allen anderen abgesondert.

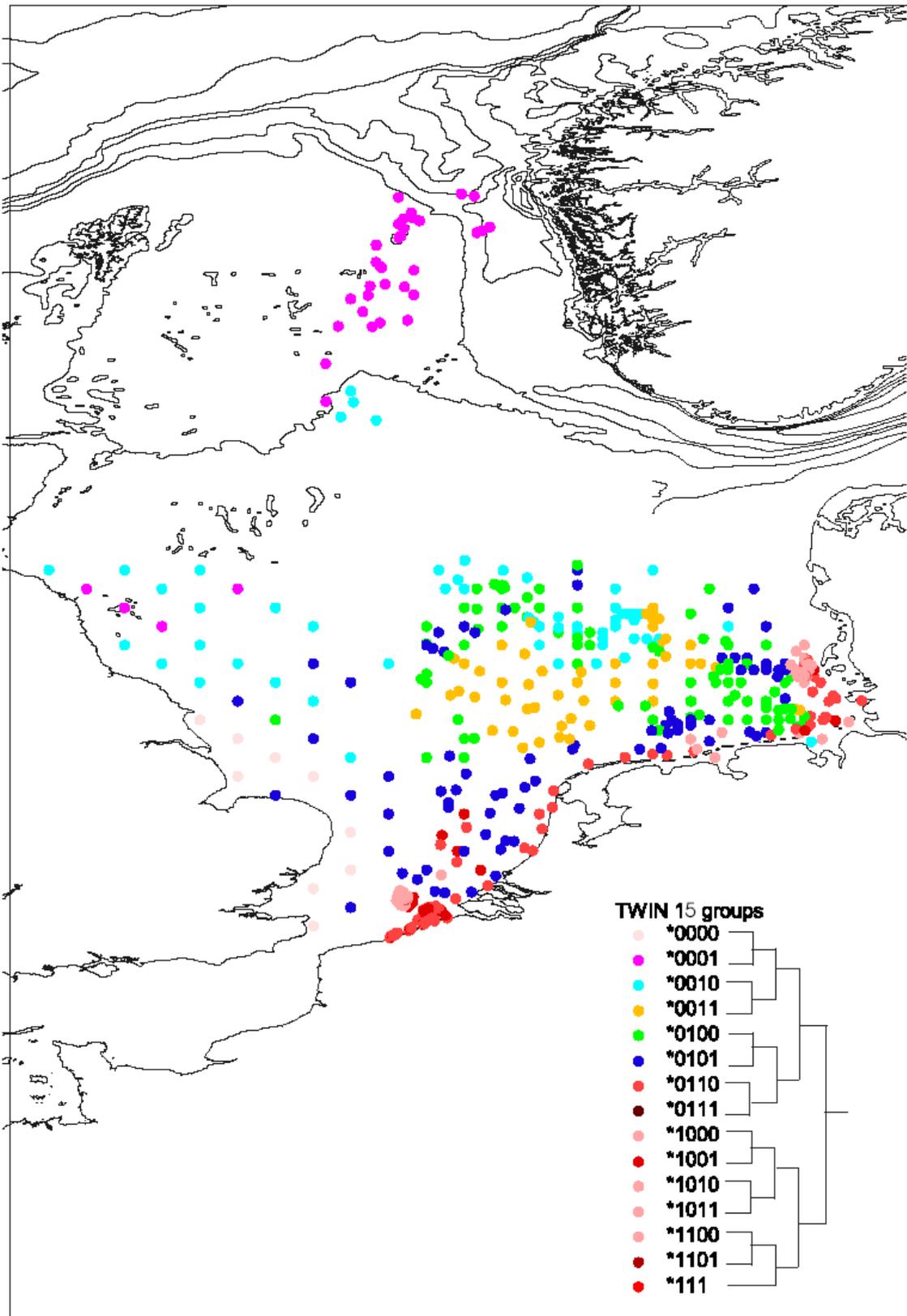


Abb. 19: Vorläufiges Ergebnis einer TWINSpan-Clusteranalyse des bislang verfügbaren Nordseebenthos-Datensatzes vom Jahre 2000 (ICES North Sea Study Group; Mitt. J. CRAEYMEERSCH, Yerseke, März 2003).

Das sind Hinweise darauf, dass die küstennahe *Goniadella-Spisula*-Gemeinschaft der Deutschen Bucht und die Fauna auf dem Doggerbank-Rücken möglicherweise herausragende Eigenständigkeiten in der gesamten Nordsee besitzen und somit auch deshalb besonders schutzwürdig sind.

Weniger stabil als die Lage der Siedlungsräume der Bodentiergemeinschaften in der deutschen AWZ sind häufig die Dominanzanteile bestimmter, stark fluktuierender Arten (von kleinen Polychaeten wie den Spioniden, von *Phoronis*-Arten, von kälteempfindlichen Muscheln), wie es z.B. im Kapitel 4.3.1 für den Borkumriffgrund und im Kap. 4.3.4 für die Doggerbank dargelegt wird. Bei der Gemeinschaftsanalyse bestimmter Gebiete in besonderen Zeiträumen (z.B. Borkum-Riffgrund nach dem kalten Winter 1996) können sich dadurch scheinbare Abweichungen von Beschreibungen zu anderen Zeiträumen ergeben, die bis zu den nach statistischen Methoden ermittelten Charakter- und Trennarten durchschlagen können.

Das ursprüngliche Konzept von PETERSEN (1914), Tiergemeinschaften nach lang lebenden Arten zu benennen, scheint hier der rein statistischen Beschreibung überlegen zu sein. Allerdings sind gerade durch die starken ständigen Störungen der Fischerei und durch generelle Eutrophierungsfolgen länger lebende Arten in der südöstlichen Nordsee seltener geworden. Einige große und auch mehrere Jahre alt werdende Arten haben wie zahlreiche kleine Opportunisten sogar von leichter Nahrungsanreicherung besonders auf sandigen Böden profitiert (wahrscheinlich z.B. *Echinocardium cordatum*), so dass hier langfristige Veränderungen die Benennungen nach Arten ebenfalls erschweren. Die bei KÜNITZER et al. (1992) aufgegriffenen Konzepte von JONES (1950) und von GLÉMAREC (1973) vermeiden diese Schwierigkeiten. Da sich die namengebenden, charakteristischen Arten der Benthos-Gemeinschaften der Deutschen Bucht jedoch seit 1975 (SALZWEDEL et al., 1985) nicht gravierend in ihren Beständen verändert haben, werden in dieser Untersuchung die Namen beibehalten, auch wenn sie nicht immer die strengen Kriterien von Charakterarten erfüllen.

Die 2000 ermittelten Biomasse-Werte (durchschnittlich 180 -190 g Gesamt-Feuchtgewicht, d.s. 11-12 g aschefreies Trockengewicht pro m²) sind höher als der von SALZWEDEL et al. (1985) angegebene Durchschnittswert (8,1 g AFTG pro m², entsprechend 116 g Gesamt-Feuchtgewicht). Selbst bei Weglassen der in Massen gefundenen Jungtiere von *Echinocardium* werden 93 g Feuchtgewicht bzw. 7,1 g AFTG erreicht. Anhand dieser Befunde kann deshalb generell nicht von einem Rückgang der Eutrophie der Deutschen Bucht gesprochen werden. (Inwieweit die sehr hohe Feuchtgewichtsangabe von THATJE & GERDES (1997) von über 660 g pro m² dieses Bild bestätigt, aber in ihrer Höhe durch die Beschränkung auf vorwiegend schllickige

Bereiche der inneren Deutschen Bucht bedingt ist, soll hier nicht weiter diskutiert werden.)

Die außerhalb des Wattenmeeres in der südöstlichen bis zentralen Nordsee typischen Zoobenthos-Gemeinschaften sind in Tabelle 16 mit Synonyma, Charakteristika und Vorkommenshinweisen zusammengestellt.

Tab. 16 (nächste Seite): Sublitorale Bodentier-Gemeinschaften im Offshorebereich der deutschen Nordsee-AWZ (mit Hinweisen auch zu Helgoländer Besonderheiten, aber hier ohne Detaillierung).

Nr. und Kürzel	Bodentier Gemeinschaften	Synonyma	Charakteristika	Vorkommen (naturräuml. Einheiten, s. Abb. 4)
1 Tel fab	Tellina-fabula	Tellina-fabula-Ass. (SALZWEDEL et al., 1985) Venus-gallina-Ass. (STRIPP, 1969; HAGMEIER, 1925)	Feinsand- bis Mittelsandfauna im Küstenvorfeld zwischen 15 und 30 m (Gebiete A und C)	A, C
2 Gon Spi	Goniadella-Spisula	Goniadella-Spisula-Ass. (SALZWEDEL et al., 1985) "Verarmte" Variante der Venus-gallina-Ass. (STRIPP, 1969); Grobsand-Gemeinschaft (DÖRJES, 1977)	Fauna auf Moränenbänken (größere Sande bis Kiese). Es werden zwei Varianten unterschieden: auf Grobsand bis Kies und auf Grob- bis Mittelsand	A, C sowie Helgoländer Raum
3 Bat Tel	Bathyporeia-Tellina	Tellina-fabula-Gem. (KRÖNCKE, u.a. 1991) Venus-gallina-Gem. (URSIN, 1952; BIRKETT, 1953)	Feinsandfauna der Doggerbank	G (Doggerbank)
4 Amp fil	Amphiura-filiformis	Echinocardium cordatum-Amphiura filiformis-Ass. (STRIPP, 1969; HAGMEIER, 1925)	Fauna der schlickigen, aber etwas fein- bis feinstsandhaltigen Substrate, fehlt vor den Ästuarien	E, F (vom Elbe-Urstromtal nach NW)
5 Mac bal	Macoma-balthica	Macoma-balthica-Ass. (u.a. STRIPP, 1969)	Sublitorale Variante im Wattenmeer-Vorfeld	A, B, C

Nr. und Kürzel	Bodentier Gemeinschaften	Synonyma	Charakteristika	Vorkommen (naturräuml. Einheiten, s. Abb. 4)
6 Myr zNS	Myriochele (zentrale NS)		Tiefenfauna auf schlickigen Mischsubstraten der zentralen Nordsee	H (zentrale Nordsee)
7 Nuc nit	Nucula-nitidosa	Abra-(Scrobicularia)-alba-Ass. (STRIPP, 1969; HAGMEIER, 1925)	Schlickfauna in Ästuarnähe	B
8 Hel TR	Helgoländer Tiefe Rinne	Nucula-nucleus-Gem. (CASPER, 1938)	Mischsubstratfauna (Grobsand und Schlick mit Schill)	B
9 Hel FF	Helgoländer Felsfauna	DE KLUIJVER (1991) unterscheidet 8 sublitorale Hartsubstrat-Gemeinschaften	Besiedelt Helgoländer Felssockel mit seinen reichen Algenbeständen und hoher Dominanz der Epifauna	B
10 St-Fauna	Fauna der Steine und Steinriffe	(Fauna steiniger Gründe, KÜHNE & RACHOR, 1996)	Reiche Epifauna, besiedelt Steingründe, d.h. Relikte von (End-) Moränen	A, B, C

Anmerkungen zu Tab. 16: *Nucula-nitidosa*-Gem.: Die Gemeinschaft umfasst im Jahre 2000 auch Bereiche des Elbe-Urstromtales, die vorher zur *Amphiura*-Gem. zählten. – *Tellina-fabula*-Gem.: die Venusmuschel *Chamelea gallina* (syn. *Venus gallina*, *V. striatula*) ist nicht mehr – wie noch bei STRIPP, 1969 - als charakteristisch für Feinsandgemeinschaften anzusehen, sondern heute eher typisch für die *Amphiura*-Gemeinschaft.

5.2 Vorschläge zu Meeresschutzgebieten

5.2.1 Lebensgemeinschaften

Eine Bewertung der Makrozoobentos-Lebensgemeinschaften der deutschen Nordsee-AWZ nach Naturschutzgesichtspunkten wird in Tabelle 17 und 17.a gegeben.

Von den Benthosgemeinschaften der AWZ sind die mit der größten Flächenausdehnung und dem größten Küstenabstand am artenreichsten (*Amphiura-filiformis*-Gem., *Bathyporeia-Tellina*-Gem. und *Tellina-fabula*-Gem.). (Hier wurden allerdings auch die meisten Stationen beprobt.) Bei differenzierter Betrachtung, z.B. über die Vorkommen von Rote-Liste-Arten und Berücksichtigung der Anzahl untersuchter Stationen, verschiebt sich das Bild z.T. beträchtlich, was vor allem in der Rubrik „Einzigartigkeit und Seltenheit“ zum Ausdruck kommt.

In der AWZ ist damit die *Goniadella-Spisula*-Gemeinschaft eindeutig als Besonderheit ausgewiesen; sie ist zudem als einzige Endofauna-Gemeinschaft charakteristisch für riffartige Stein- und Kiesgründe, von denen einige anhand ihrer Epifauna eindeutig als Riffe definiert werden.

Ein weiteres Kriterium naturschutzfachlicher Bewertung ist das Vorkommen seltener, exklusiv in einer Gemeinschaft gefundener Arten (hier in Vereinfachung „Endemiten“ genannt). In Tabelle 17a sind anhand der Befunde vom Jahre 2000 die Häufigkeiten solcher Arten aufgeführt (Gesamtartenliste s. ANLAGE 1a). Großräumig vorkommende Gemeinschaften (*Amphiura-filiformis*-G.), die am Rande zur zentralen Nordsee siedelnde Gemeinschaft (zNS), aber auch relativ schlecht untersuchte, sehr kleine Assoziationen (in der Helgoländer Tiefe Rinne) und die *Goniadella-Spisula*-G. sind besonders reich an derartigen „Endemiten“. Noch deutlicher werden diese Unterschiede, wenn man nur die Rote-Liste-Arten berücksichtigt und auf die Probendichte bezieht: Die Gemeinschaften der Helgoländer Tiefen Rinne, nördlich der Doggerbank am Rande der zentralen Nordsee und erneut die der groben Sande erweisen sich danach als besonders wertvoll.

Tab. 17a: Exklusive Vorkommen von Arten in den einzelnen Lebensgemeinschaften (s. ANLAGE 1a) und Anteil der Rote-Liste-Arten an diesen.

Gemeinschaften	Af	Nn	Mb	GS	Tf	BT	zNS	TR
Anzahl aller Stationen	55+22	24+13	8+2	25+13	39+22	21+5	6+0	3+2
Anzahl exklusiver Vorkommen („Endemiten“)	42	4	4	14	7	15	16	17
davon RL-Arten	9	0	1	5	1	1	1	3
„endemische“ RL-Arten pro Station	0,12	0	0,10	0,13	0,02	0,04	0,17	0,6

Af = *Amphiura-filiformis*-Gemeinschaft; Nn = *Nucula-nitidosa*-G.; Mb = *Macoma-balthica*-G.; GS = *Goniadella-Spisula*-G.; Tf = *Tellina-fabula*-G.; BT = *Bathyporeia-Tellina*-G.; zNS = G. der zentralen Nordsee; TR = G. der Helgoländer Tiefen Rinne.

Tab. 17 (nächste Seite): Naturschutzbezogene Bewertung der Lebensgemeinschaften in der AWZ und bei Helgoland).

Erläuterungen und Anmerkungen (s. auch RACHOR & GÜNTHER, 2001):

+ : vorhanden / gegeben;

++ : stärker,

+++ : besonders stark;

+/- : schwach gestört/verändert; ;

- : nicht gegeben oder auffällig gestört;

Artenzahl gesamt (ges.) = an allen Stationen;

* BERBERICH (1989) fand 175 Arten in Bereich der Tiefen Rinne;

nach HARMS (1993), Epi- + Endofauna;

AZ im Mittel = durchschnittliche AZ pro Station (Endofauna pro 0,2 m²);

Natürlichkeit = nicht gestörter oder degradierter Zustand;

Selbstregulation = Vermögen, sich als Lebensgemeinschaft im jeweiligen Ökosystem selbst zu erhalten; (-: von Zufuhren aus Nachbarökosystemen abhängig);

Abhängigkeit der Arten = Grad, in dem Arten von einem Gebiet (hier von einer Gemeinschaft) abhängen;

Bedeutung = naturschutzfachliche B.;

FFH: die Gemeinschaft ist typisch für die aufgeführten Lebensraumtypen (Habitats).

Bei den Gefährdungen sind Fischerei und einige neue Nutzungen nicht berücksichtigt.

Nr. und Kürzel	Bodentier Gemeinschaften	Diversität Artenzahl		RL-Arten	Natürlichkeit	Selbstregulation	Abhängigkeit der Arten	Bedeutung deutsche AWZ	Einzigartigkeit, Seltenheit dt. AWZ	Intaktheit: Produktion, Nahrungsnetz	Empfindlichkeit	FFH	Schutzbedarf (S), besondere Gefährdungen (G)
		ges.	im Mittel										
1 Tel fab	Tellina-fabula	131	27,1	25	+	+	+	+	+	+/-	+	Sandbank	S: für Teilgebiete
2 Gon Spi	Goniadella-Spisula	101	13,7	22	++	+	++	++	+++	+ bis ++	+++	Sandbank u. Riff	S: hoch G: Kies- und Sandabbau
3 Bat Tel	Bathyporeia-Tellina	146	43,9	29	+	+	++	++	++	+/-	++	Sandbank	S: international, dt. Teilgebiet
4 Amp fil	Amphiura-filiformis	173	31,5	32	+	+	+	+	+	+/-	+	-	S: für Teilgebiete
5 Mac bal	Macoma-balthica				+	+	+	++	+	+/-	+	Sandbank	S: Sandbänke (Küstenmeer)
6 Myr zNS	Myriochele (zentrale NS)	93	35,0	18	+	+	+	++	++	+/-	+	-	S: in Verbindung mit 3
7 Nuc nit	Nucula-nitidosa	104	27,9	18	-	+/-	+	++	++	-	++	-	S: für Teilgebiet (Küstenmeer) G: Eutrophierung
8 Hel TR	HelgoländerTiefe Rinne	>132*	35,0	22	+	-	++	++	+++	+/-	++	-	S: hoch (Küstenmeer)
9 Hel FF	HelgoländerFelsfauna	>540 [#]			++	+	+++	+++	+++	+/-	+++	Diverse (bes. Riffe)	S: hoch (Küstenmeer)
10 St-Fauna	Epifauna der Steine u. Steinriffe	s. ANLAGE 1			+++	+	+++	+++	+++	+	+++	Riff oder riffartig	S: hoch G: Kiesabbau

5.2.2 Bewertung der spezifischen FFH-Auswahlgebiete

Die Auswahl von Meeresgebieten zum Schutz von Lebensräumen/Habitaten nach FFH-Richtlinie der EU muss sich nach den Vorgaben der Richtlinie in der offenen Nordsee zur Zeit auf Sandbänke und Riffe beschränken. Sie kann in der Regel nicht allein von den Siedlungsräumen von Makrozoobenthos-Lebensgemeinschaften ausgehen, da diese zwar tiefen- und substratabhängig verteilt sind, nicht aber eindeutig und ausschließlich bestimmten, klar abgrenzbaren FFH-Lebensraumtypen (Biotopen, „Habitaten“) zugeordnet werden können. So ist die sandbewohnende *Tellina-fabula*-Gemeinschaft generell für sublitorale Sandgebiete der Deutschen Bucht typisch, nicht aber ausschließlich für **Sandbänke**. Ähnliches gilt für die seltenere *Goniadella-Spisula*-Gemeinschaft, da auch auf Grobsanden außerhalb von Sandbänken vorkommt. Und auch die typische Epifauna von Steinsubstraten weist noch nicht eindeutig auf das Vorhandensein von **Steinriffen** hin. Eine Ausnahme macht hier lediglich die küstenferne, sandbanktypische *Bathyporeia-Tellina*-Gemeinschaft der Doggerbank, die den engeren Sandbankbereich gut charakterisiert, allerdings bei ihrer alleinigen Nutzung zur Lebensraum-Abgrenzung wichtige Vernetzungen mit benachbarten, an sich auch schutzwürdigen Lebensraumtypen außer acht lassen würde.

Angesichts dieser Schwierigkeiten bei der Berücksichtigung nur der Lebensgemeinschaften und auch der Größe des Untersuchungsgebietes (deutsche Nordsee-AWZ etwa 28.600 km²) wurden, ausgehend von strukturell-morphologischen Besonderheiten im Gesamttraum sowie generellen Kenntnissen der Verbreitung von Bodentier-Lebensgemeinschaften, deshalb schon frühzeitig (1998/99; s. auch RACHOR & GÜNTHER, 2001) Untersuchungsbereiche benannt, die sich als größere Sandbänke und/oder Riffkomplexe hervorheben, besondere ökologische Funktionen zu erfüllen scheinen (z.B. als Nahrungs-, Regenerations- und Rückzugsgebiete) und teilweise auch wichtige Lebensstätten von Arten der FFH-Anhanglisten und nach Vogelschutz-Richtlinie sind. Dabei wurden auch eine Repräsentativität für die naturräumlichen Einheiten der südöstlichen Nordsee, die Lage im Gesamttraum und zu anderen Schutzbereichen (Kohärenz) sowie die biogeographischen Verhältnisse als sehr wichtig angesehen.

Die vorgeschlagenen Untersuchungsgebiete sind:

- der **Borkum-Riffgrund** (BRG),
- der **Amrum-Außengrund** (AAG),
- das Hanggebiet östlich des **Elbe-Urstromtales**
(EUT, auch als Sylt-Amrum-Außenriff bezeichnet),
- das **Doggerbankgebiet** (DOG).

Weitere wichtige Lebensstätten nach FFH-Richtlinie liegen im Küstenmeer und werden ebenso wie bislang nach FFH-RL noch nicht besonders zu schützende, aber dennoch ökologisch/naturschutzfachlich wichtige Lebensstätten (etwa Schlickgebiete, „Trittstein-/Vernetzungs- und Rückzugsgebiete“ wie im Elbe-Urstromtal, Rinnen mit besonderer Besiedlung wie die Helgoländer Tiefe Rinne, Aufwuchsgebiete, Siedlungsschwerpunkte seltener Arten wie *Arctica islandica* oder *Modiolous modiolus*) hier zunächst nicht weiter betrachtet. Nach Artikel 10 der FFH-RL sind allerdings Möglichkeiten gegeben, Vernetzungsstrukturen und andere wichtige Lebensstätten in Schutzkonzepte einzubeziehen.

Im Kapitel 4.3 wird dargelegt, dass

- der Borkum-Riffgrund und die Doggerbank nach morphologischen und faunistischen Befunden als große, vielgestaltige Sandbank-Komplexe aufzufassen sind,
- im ornithologisch sowie für Wale und Seehunde besonders wichtigen Amrum-Aussengrund mit der Amrumbank eine gut abgrenzbare Sandbank vorliegt,
- am Osthang des Elbe-Urstromtales vor allem Steinriffe und Stein-/Geröll-/Kiesfelder auftreten, die sich durch ihre Fauna klar als Riffe charakterisieren lassen.

Alle diese untersuchten Gebiete sind in der Deutschen Bucht in größere Sandflächen eingebettet, deren Feinsand-Lebensgemeinschaft (*Tellina-fabula*-Gem.) nicht selten ist. Durch das zusätzliche Auftreten der grobsandtypischen, weit selteneren *Goniadella-Spisula*-Endofauna-Gemeinschaft jedoch werden die genannten Gebiete als Moränenreste klar aus den eintönigeren Feinsandgebieten hervorgehoben.

Dementsprechend werden Bänke mit beiden genannten Lebensgemeinschaften als schutzwürdige Sandbänke der Offshorebereiche der Deutschen Bucht definiert (BRG und AAG mit dem Teilbereich der Amrumbank). Auch die Doggerbank ist eine schutzwürdige Sandbank, wenngleich im deutschen Anteil weniger Grobsedimente als im Westen der Bank gefunden werden und hier eine küstenferne, besondere Variante der Feinsand-Endofauna-Gemeinschaft beschrieben wurde (*Bathyporeia-Tellina*-Gemeinschaft).

Bei den Riffen am Osthang des Elbe-Urstromtales ist eine deutliche Heraushebung aus dem Urstromtal gegeben. Weniger auffällig ist dann jedoch stellenweise die Erhebung der Steinbereiche aus der näheren (plateauförmigen) Umgebung als vielmehr die typische Epifauna, die sehr viele Gemeinsamkeiten mit der Riffauna der Helgoländer Sublitoral-Felsbiotope aufweist. Als typische Riff-Indikatoren sind große *Alcyonium digitatum*, *Echinus esculentus* und bestimmte Dekapoden anzusehen (u.a. *Cancer pagurus*, *Pisidia longicornis* und *Galathea*-Arten sowie potentiell *Homarus gammarus*). Großflächige oder gehäufte Vorkommen von Metridien, Bryozoen (bes. *Flustra*), Ascidien, Kolonien von Hydroidpolypen und auch Schwämmen sowie von Seepocken

und Dreikantwürmern (*Pomatoceros*) weisen in die gleiche Richtung. Weitere Angaben zu Zeigerarten finden sich in ANLAGE 1.

Isoliert auftretende, kleinflächige Steinfeldern ohne zahlreiche große Blöcke können in der Deutschen Bucht allerdings nach unserem Kenntnisstand mitunter nicht als Riffe im engeren geologischen und faunistischen Sinne betrachtet werden, da solche kleinen und isolierten Lebensstätten u.U. von feineren Sanden zeitweise überdeckt werden können und damit der mehrere Jahre alt werdenden Riff-Epifauna wenig Überlebenschancen geben. Mobile und schnellwüchsige Arten dagegen sind an solche Veränderungen angepasst und können somit auf größeren Moränenbänken mit Reliktsedimenten (Kies, Geröll, Steinen) regelmäßig angetroffen werden, da sie dort in enger Nachbarschaft immer wieder steinig-kiesige Lebensstätten vorfinden. Wahrscheinlich sind solche Verhältnisse auf dem Borkum-Riffgrund und im Vorfeld der Amrumbank sowie streckenweise auch auf den v.a. südlich vom Untersuchungsgebiet EUT gelegenen Hängen des Elbe-Urstromtales gegeben.

In den nachfolgenden Tabellen (18-20) sind Daten zur Charakterisierung, Bewertung und zum Schutzbedarf der Untersuchungsgebiete zusammengestellt; Hinweise für Schutzregelungen werden ebenfalls gegeben.

Tab. 18: Charakterisierung und allgemeine Bewertung der Untersuchungsgebiete in der Nordsee-AWZ für NATURA 2000

Untersuchungsgebiete (nur AWZ)	Lage naturräuml. Einheit	Boden- beschaffenheit	Wasser- Tiefen (m)	Lebens- raumtypen nach FFH-RL	Benthos Gemein- schaften	Diversität (Artenzahl)	Schutzbedarf aus benthosökologischer Sicht insgesamt nach NATURA 2000
Borkum-Riffgrund	C	Fsd, Msd, Gsd, Kies, Steine	(5) 16-33	Sandbank	Gon-Spi, Tel-fab, Epi fr.	198	sehr hoch
Amrum-Außengrund	A	Fsd, Msd, Gsd, Kies, Steine	9-22	Teil- Bereiche Sandbank	Gon-Spi, Tel-fab Epi fr.	207	hoch äußerst hoch
Elbe-Urstromtal-Hang (Sylt-Amrum-Außenriff)	A-E	Sk-Fsd, Fsd, Msd, Gsd, Kies, Steine, Blöcke	25-42	Riffe in Sand-, Kies- u. Steinflächen	Gon-Spi, Tel-fab Nuc-nit/Amp-fil Epi	203	sehr hoch sehr hoch
Doggerbankgebiet	G-H	v.a. Fsd, Msd sowie Sk-Fsd	29-59	Sandbank	Bat-Tel Myr-zNS	252 (216)	hoch (gesamte Bank: sehr hoch sehr hoch)

Erläuterungen:

Naturräumliche Einheiten: s. Abb. 4. Bodenbeschaffenheit: Fsd, Msd, Gsd = Fein-, Mittel-, Grob-Sand; Sk-Fsd = schllickiger Feinstsand („Schlick“). Benthos-Gemeinschaften: Amp-fil = *Amphiura-filiformis*-G.; Bat-Tel = *Bathyporeia-Tellina*-G.; Epi = Riff-Epifauna (St-Fauna); Epi fr. = fragmentarische Stein-Epifauna; Tel-fab = *Tellina fabula*-G.; Gon-Spi = *Goniadella-Spisula*-G.; Myr-zNS = *Myriochele*-G. (zentrale Nordsee); Nuc nit = *Nucula-nitida*-G.; fett: besonders charakteristisch

Artenzahlen (jeweils kumulativ) nur für den Zeitraum 1995 bis 2001 angegeben (d.h. beim Borkum-Riffgrund ohne 16 nur von Dörjes von 1967 bis 1972 gefundene Arten, beim Elbe-Urstromtal ohne die nur von Büsselberg 1984 ermittelten Arten); beim Doggerbankgebiet ist in Klammern die Artenzahl ohne die Übergangsgemeinschaft zur zentralen Nordsee (Myr-zN) angegeben.

Tab. 19: Angaben zu den Funktionen der Untersuchungsgebiete für NATURA 2000

Untersuchungs- gebiete	Funktionen
Borkum-Riffgrund	Lebensraum seltener Arten der Sandbänke, vor allem der <i>Goniadella-Spisula</i> -G. und der Epifauna kleiner Steinfelder; Rückzugs- und Regenerationsgebiet für Makrozoobenthos des Küstenmeeres; Trittstein für aus der südwestlichen Nordsee in die Deutsche Bucht einwandernde, i.d.R. wärmeliebende Arten; Habitat auch von Schweinswalen
Amrum-Außengrund	Lebensraum seltener Arten der Sandbänke, in Teilbereichen auch der <i>Goniadella-Spisula</i> -G. und der Epifauna kleiner Steinfelder; Rückzugs-, Aufwuchs- und Regenerationsgebiet für Makrozoobenthos des Küstenmeeres; wichtiger Nahrungs- und Rastraum von durchziehenden, vor allem tauchend Nahrung suchenden Vögeln; unverzichtbarer Lebensraum von Meeressäugern (Schweinswalen, Seehunden, Kegelrobben)
Sylt-Amrum-Außenriff	Lebensraum seltener Arten der (Stein-)Riffe und (hier nicht nach Osten abgrenzbarer) Sandbänke, vor allem der <i>Goniadella-Spisula</i> -G. und der Epifauna von Reliktsedimenten mit großen Steinblockfeldern; Rückzugs- und Regenerationsgebiet für Makrozoobenthos der inneren Deutschen Bucht; Trittstein (v.a. Elbe-Urstromtal) für aus der zentralen und nördlichen Nordsee in die Deutsche Bucht und in den Bereich von Helgoland einwandernde Arten; Habitat auch von seltenen Fischarten, Schweinswalen und Robben
Doggerbankgebiet	Lebensraum seltener Arten der Sandbänke, vor allem der <i>Bathyporeia-Tellina</i> -G. und der Fauna der Übergangsbereiche zur zentralen Nordsee; Rückzugs- und Regenerationsgebiet für Makrozoobenthos der küstennäher gelegenen Sandbänke; Drehscheibe/Trittstein für sandbanktypische Arten der gesamten Nordsee; Habitat auch von Schweinswalen und Aufwuchsbereich bestimmter Fischarten; wichtiges Gebiet zur Erforschung meereskundlicher und ökologischer Prozesse ohne direkte störende Einflüsse aus dem Küstenraum

Tab. 20: Beeinträchtigungen der und Schutzhinweise für die Untersuchungsgebiete für NATURA 2000

Untersuchungsgebiete	Beeinträchtigungen und Gefährdungen	Hinweise zum Schutz
Borkum-Riffgrund	F, E, V; p: K, W	Schutzgebiet auch im benachbarten Küstenmeer erforderlich (aus ornithologischen Gründen und zur Vernezung mit dem Nationalpark); die in vorangehender Spalte aufgeführten Beeinträchtigungen und Gefährdungen mindern (E, V) oder vermeiden/ausschließen (F, K, W , teilweise W) (zumindest im durch Reliktsedimente u. Gon-Spi-G. ausgezeichneten Kernbereich).
Amrum-Außengrund	F, E, V, K, W	Schutzgebiet an das bestehende Walschutzgebiet im Küstenmeer anschließen und im Hinblick auf Vogelwelt/Vogelzug/Rast optimieren; Beeinträchtigungen und Gefährdungen mindern (E, V) oder weitgehend vermeiden/ausschließen (F, K, W) sowie für schnelle u.laute Freizeit-Sportboote und Touristenschiffe strenge Regelungen schaffen
Sylt-Amrum-Außenriff	F (z.T.), E, K; p: W	Vernetzung zum Amrum-Außengrund gewährleisten; Ausschnitt aus dem Elbe-Urstromtal einbeziehen, um in diesem wichtigen Wanderweg einen „Tritstein“ zu sichern (Art. 10 FFH-RL); Beeinträchtigungen und Gefährdungen mindern (E, V) oder vermeiden/ausschließen (F, K, W)
Doggerbankgebiet	F, E, V; p: W	Großräumiges internationales Schutzkonzept erforderlich und Übergangsbereich zur zentralen Nordsee einbeziehen (zur Sicherung der Kohärenz); Beeinträchtigungen und Gefährdungen mindern (E, V) oder vermeiden/ausschließen (F, K, W); Rolle der Sandaal-Fischerei klären, ggf. auch diese F regeln

Erläuterungen:

Beeinträchtigungen und Gefährdungen: Fischerei = F; Eutrophierung = E; Verschmutzung = V; Kies- und Sandgewinnung = K; Windenergieanlagen samt Verkabelungen = W; potentiell = p; Schutz: **fett**: Regelungen vordringlich

6. Zusammenfassung

Die Biotopverhältnisse und die Lebensgemeinschaften des Makrozoobenthos der südöstlichen Nordsee (deutsche Nordsee-AWZ mit angrenzenden Gebieten) werden anhand einer im Juni 2000 durchgeführten großräumigen Untersuchung (v.a. mit Bodengreifern und Baumkurren, zusätzlich auch mit Grundschieppnetzholz und Videobeobachtungen) ausführlich beschrieben, ergänzt durch Literatur- und Archivdaten und Detailuntersuchungen aus den Jahren 1999 bis 2002.

Für das Gesamtgebiet werden 8 naturräumliche Einheiten (Abbildung 4) vorgeschlagen, die sich durch Lage, Morphologie, Hydrographie und Sedimentverhältnisse und auch Benthos-Lebensgemeinschaften charakterisieren lassen.

Die schon von SALZWEDEL et al. (1985) beschriebenen Gemeinschaften des Sublitorals der Deutschen Bucht sind 2000 in nahezu gleichen Verbreitungsmustern darstellbar (Abbildung 13 und ANLAGE 2); lediglich bei der schlick-bewohnenden *Nucula-nitidosa*-Gemeinschaft der inneren Deutschen Bucht ist eine seewärtige Ausdehnung im Verlaufe des Elbe-Urstromtales festzustellen. Die Gemeinschaften sind in Tabelle 16 zusammengestellt und charakterisiert; in Tabelle 17 wird eine naturschutzfachliche Bewertung gegeben.

Im Hinblick auf NATURA 2000 (FFH-Richtlinie der EU) kommt der Grobsand-Gemeinschaft (*Goniadella-Spisula*-Gem.) eine herausragende Bedeutung zu, da sie Sandbänke und zusammen mit der typischen Hartsubstrat-Epifauna auch Riffe anzeigt und die für sie in besonderem Maße typische Endofauna-Zönose ist. Sie ist in der Regel eng verzahnt mit der weit verbreiteten Feinsand-Zönose (*Tellina-fabula*-Gemeinschaft in der Deutschen Bucht, *Bathyporeia-Tellina*-Gemeinschaft auf der Doggerbank).

Oft sind die groben Sande als Reliktsedimente eiszeitlicher Moränen auch mit Kies, Geröll und Steinen assoziiert. Größere Steinfelder, vor allem Anhäufungen von Findlingsblöcken, weisen als Riffe eine Hartsubstrat-Epifauna auf, die große Ähnlichkeiten mit den Assoziationen des Helgoländer Felssockels besitzt.

Eine genauere Betrachtung von 4 NATURA-2000-Untersuchungsgebieten (Kapitel 4.3) bestätigt die Richtigkeit der zugrundeliegenden Vorauswahl, da sie sich nicht nur morphologisch-sedimentologisch mit Sandbank- und Riff-Lebensräumen hervorheben, sondern dann durch die genannten Lebensgemeinschaften klar als solche Lebensraumtyp-Komplexe eingrenzen lassen (Zusammenfassung in Tabelle 18; Hinweise zur Funktion und zum Schutz in Tabellen 19-20).

In den Sandbank-Gebieten des Borkum-Riffgrundes, des Amrum-Außengrundes und der Doggerbank sind Riffe allerdings nicht besonders großräumig ausgeprägt („riffartige“ / „fragmentarische“ Steinriffbiotope), während am Osthang des Elbe-

Urstromtales (Sylt-Amrum-Außenriff) gestaffelte Steinfelder mit bereichsweise großen Findlingsblöcken vor allem auch anhand ihrer Epifauna eindeutig als Riffe darstellbar sind. Hier ist eine wichtige, unersetzbare Vernetzung zu den Helgoländer Felslebensräumen gegeben, gefördert durch die Ausbreitungsmöglichkeiten und die besonderen hydrographischen Verhältnisse im Verlaufe des Elbe-Urstromtales.

Insgesamt wird gezeigt, dass durch die enge Verzahnung mehrerer Biotop-/Lebensraumtypen und Lebensgemeinschaften in den Vorschlagsgebieten für NATURA 2000 („Komplex- oder Mosaikhabitate“) eine hohe Artenvielfalt gefördert wird (s. Tabelle 18), während z.B. die Lebensgemeinschaft der Grobsande (*Goniadella-Spisula*-Gem.) allein betrachtet sich als die artenärmste der Sublitoral-Zönosen erweist (s. Tabelle 17). Durch das Vorkommen von Spezialisten und „Endemisten“ trägt diese seltene Lebensgemeinschaft zusammen mit den steinriff-charakteristischen Hartsubstrat-Besiedlern jedoch zur großen Vielfalt (inkl. Rote-Liste-Arten) der Mosaikhabitate auf Moränenbänken entscheidend bei.

Als derartiger Mosaikhabitat-Komplex besitzt der **Borkum-Riffgrund** eine herausragende Bedeutung in der westlichen Deutschen Bucht. Wegen seiner Einzigartigkeit (zumindest in seiner naturräumlichen Einheit) und wegen seiner Trittsteinfunktion zur südwestlichen Nordsee ist dieser Lebensraumtyp nirgendwo in der Deutschen Bucht zu ersetzen.

Beim ebenfalls Mosaikcharakter besitzenden **Amrum-Außengrund** ist die besondere ökologische Funktion vor allem für tauchend Nahrung suchende Vögel und für Meeressäuger herauszustreichen. Mit der Amrumbank ist eine gut abgrenzbare, große Sandbank im Gebiet gegeben.

Zu dem Mosaikcharakter kommt beim **Sylt-Amrum-Außenriff** die enge Nachbarschaft und Verzahnung mit dem Elbe-Urstromtal und seiner Schlickboden-Fauna hinzu. (Es wird empfohlen, diese Verzahnung bei einer künftigen Schutzgebietsabgrenzung durch Einbeziehung eines „Trittstein-Bereiches“ in der als Ausbreitungs- und Rückzugsgebiet wichtigen Talsenke wirkungsvoll zu unterstützen, z.B. im Sinne des Artikels 10 FFH-Richtlinie.)

Im Bereich der **Doggerbank** wird empfohlen, ein international abgestimmtes Gesamtkonzept für ein großräumiges FFH-Schutzgebiet zu entwickeln. Darüber hinaus sollte auch hier die Vernetzung mit den tiefgelegenen Hangbereichen und damit vor allem zur artenreichen Lebensgemeinschaft der zentralen Nordsee gewährleistet werden.

7. Weiterführende und zitierte Literatur

BALZER, S., BOEDEKER, D. & HAUKE, U. (2002): Interpretation, Abgrenzung und Erfassung der marinen und Küsten-Lebensraumtypen nach Anhang I der FFH-Richtlinie in Deutschland. - *Natur und Landschaft* 77 (1), 20-28.

BECKER, G.A. (1981): Beiträge zur Hydrographie und Wärmebilanz der Nordsee (Contributions to the hydrography and heat budget of the North Sea). - *Dt. Hydrogr. Z.* 34: 167-262 (in German).

BECKER, G.A. (1990): Die Nordsee als physikalisches System. In: Lozan, J.L. et al. (Hrsg.): *Warnsignale aus der Nordsee*. - P. Parey Verlag, Berlin, Hamburg, S. 11-27.

BECKER, G. (2003): Physikalische Beschreibung der Nordsee. In: LOZÁN, J.L et al. (Hrsg.): *Warnsignale aus Nordsee & Wattenmeer. Eine aktuelle Umweltbilanz*. -Verlag Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg. S. 34-39.

BERBERICH, D. (1989): Vergleichende Untersuchungen zur Artenzusammensetzung, Abundanz und Biomasse des Makrozoobenthos der Helgoländer Tiefen Rinne von 1936/37 und 1988/98. - *Dipl.-Arbeit Techn. Hochschule Darmstadt* (in Zusammenarbeit mit dem AWI Bremerhaven), 142 S.

BROCKMANN, U., LENHART, H., SCHLÜNZEN, H. & D. TOPCU (2003): Nährstoffe und Eutrophierung. In: LOZÁN, J.L et al. (Hrsg., 2002/03): *Warnsignale aus Nordsee & Wattenmeer. Eine aktuelle Umweltbilanz*. - Verlag Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg. S. 61-76. BÜSSELBERG, D. (1984): Kartierung des Makrobenthos im Elbe-Urstromtal der Deutschen Bucht. - *Dipl.-Arbeit Universität Hohenheim* (in Zusammenarbeit mit Institut für Meeresforschung Bremerhaven), 92 S.

BUHR, K.-J. (1981): Auswirkungen des kalten Winters 1978/79 auf das Makrobenthos der Lanice-Siedlung im Weser-Ästuar. - *Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerhaven* 19: 115-131.

BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, BfN (Bonn, Hrsg. 1998): *Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands*. - *Schr.-Reihe Landschaftspflege u. Naturschutz*, H. 55, 434 S.

BfN (Hrsg. 2003): www.HabitatMareNatura2000.de - *Forschung zum Schutz von Nord- und Ostsee*.

CASPERS, H. (1938/39): Die Bodenfauna der Helgoländer Tiefen Rinne. - *Helgoländer wiss. Meeresunters.* 2: 1-112.

CASPERS, H. (1950): Die Lebensgemeinschaft der Helgoländer Austernbank. - *Helgoländer wiss. Meeresunters.* 3: 119-169.

CLARKE, K.R: & WARWICK, R.M. (1994): *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. - Plymouth Marine Lab.

DAVIS, F.M. (1925): *Quantitative studies on the fauna of the sea bottom. 2. Results of the investigations in the southern North Sea, 1921-24*. - *Fishery Invest., London* (Ser. 2) 8, 1-50.

DÖRJES, J. (1968): Das Makrobenthos. In Reineck, H.-E., Dörjes, J., Gadow, S. & G. Hertweck: Sedimentologie, Faunenzonierung und Faziesabfolge vor der Ostküste der inneren Deutschen Bucht. – Senckenberg. leth. 49: 261-309

DÖRJES, J. (1977): Über die Bodenfauna des Borkum Riffgrundes (Nordsee). - Senckenbergiana marit. 9, 1-17.

DYER, M.F., FRY, W.G., FRY, P.D. & G.J. CRANMER (1983): Benthic regions within the North Sea. – J. mar. biol. Ass. U.K. 63, 683-693.

EUROPEAN COMMISSION (1999): Interpretation manual of European Union habitats. Version Eur 15/2 - European Commission, DG Environment, Brüssel; 119 S.

EUROPEAN COUNCIL DIRECTIVE 79/409/EEC (1979): On the conservation of wild birds. Official Journal L 103 (25.04.1979) pp. 01 – 18.

EUROPEAN COUNCIL DIRECTIVE 92/43/EEC (1992)
- 'HABITATS DIRECTIVE / FFH-RICHTLINIE' - : On the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. – Official Journal L 206 (22.07.1992), pp. 07-050; amended by 97/62/EEC, Off. J. L 305, 1997, pp. 42 - 65 (re. Annexes I - II).

FIGGE, K. (1980): Das Elbe-Urstromtal im Bereich der Deutschen Bucht (Nordsee). - Eiszeitalter und Gegenwart 30, 203-211.

FIGGE, K. (1981): Sedimentverteilung in der Deutschen Bucht. - Karte Nr. 2900, Deutsches Hydrographisches Institut, Hamburg.

FISCHEREIKARTE der Nordsee (North Sea Fisheries Chart): Nrn. 5304 (Kongl. Soekort-Arkiv, Kopenhagen, 1968), 5306 (DHI Hamburg, 1968), 5402 (Kongl. Soekort-Arkiv, Kopenhagen, 1965/68), 5404 (Kongl. Soekort-Arkiv, Kopenhagen, 1965), 5406 (DHI Hamburg, 1968), 5502 (Kongl. Soekort-Arkiv, Kopenhagen, 1965/68), 5504 (Kongl. Soekort-Arkiv, Kopenhagen, 1965), 5506 (Kongl. Soekort-Arkiv, Kopenhagen, 1968).

FORD, E. (1923): Animal communities of the level sea-bottom in the waters adjacent to Plymouth. - J. mar. biol. Ass. U.K. 13, 164-224.

FREITAG, F. (1985): Untersuchung des Makrozoobenthos westlich des Schlickgebietes der Helgoländer Bucht. - Examensarbeit TH Darmstadt (in Zusammenarbeit mit Institut für Meeresforschung Bremerhaven), 116 S.

GEOLOGISCHE KARTE NIEDERLANDE: Rijks Geologische Dienst, Haarlem (Hrsg., 1986): Oppervlakedelfstoffen (raw materials at or near the surface) 1 : 1 000 000. - Geologie van Nederland, deel 2.

GILLANDT, L. (1979): Zur Ökologie der Polychaeten des Helgoländer Felslitorals. - Helgoländer wiss. Meeresunters. 32: 1-35 (in German).

GILLES, A. (2003): Verbreitungsmuster von Schweinswalen (*Phocoena phocoena*) in deutschen Gewässern. Dipl.-Arbeit Univ. Kiel, 155 S.

GLÉMAREC, M. (1973): The benthic communities of the European North Atlantic continental shelf. Oceanogr. - Mar. Biol. Ann. Rev. 11, 263-289.

- GOEDECKE, E. (1968): Über die hydrographische Struktur der Deutschen Bucht im Hinblick auf die Verschmutzung in der Konvergenzzone. - Helgoländer wiss. Meeresunters. 17, 108-125.
- GRAHAM, C., CAMPBELL, E., CAVILL, J., GILLESPIE, E. & WILLIAMS, R. (2001): JNCC Marine Habitats GIS Version 3: its structure and content. - British Geol. Survey Comm. Rep. CR/01/238, 45 S.
- GROENEWOLD, S. & M. BERGMANN (2003): Auswirkungen der Fischerei auf das Bodenökosystem der Nordsee und Ansätze zur Verringerung von Schädwirkungen. In: LOZÁN, J.L et al. (Hrsg., 2002/03): Warnsignale aus Nordsee & Wattenmeer. Eine aktuelle Umweltbilanz. Verlag Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg. S. 280-287.
- GUBBAY, S., BAKER, C.M. & BETT, B.J. (2002): The Darwin Mounds and the Dogger Bank. - WWF-UK-Report (Godalming, Surrey), 72 S.
- GÜNTHER, C.-P. & NIESEL, V. (1999): Effects of the ice winter 1995/96. In: DITTMANN, S. (Ed.): The Wadden Sea Ecosystem. Stability properties and mechanisms. - Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 193-203.
- HAARNAGEL, W. (1950): Das Alluvium an der Deutschen Nordseeküste. Ein Beitrag zur Geologie der Deutschen Nordseeküste... - Probleme der Küstenforschung, 4, 1-90 und Anlagen.
- HAGMEIER, A. (1925): Vorläufiger Bericht über die vorbereitenden Untersuchungen der Bodenfauna der Deutschen Bucht mit dem Petersen-Bodengreifer. - Ber. Dt. Wiss. Komm. Meeresforsch. Neue Folge Bd. 1, 247-272.
- HAGMEIER, A. (1930): Eine Fluktuation von *Macra (Spisula) subtruncata* da Costa an der ostfriesischen Küste. - Ber. Dt. wiss. Komm. Meeresforsch. NF 5: 126-155.
- HARMS, J. (1993). Check list of species (algae, invertebrates and vertebrates) found in the vicinity of the island of Helgoland (North Sea, German Bight) – a review of recent records. - Helgoländer Meeresunters. 47, 1-34.
- HEIP, C., BASFORD, D., CRAEYMEERSCH, J.A., DEWARUMEZ, J.-M., DÖRJES, J., WILDE, P., DE, DUINEVELD, G., ELEFThERIOU, A., HERMAN, P.M.J., NIERMANN, U., KINGSTON, P., KÜNITZER, A., RACHOR, E., RUMOHR, H., SOETAERT, K. & SOLTWEDEL, T. (1992) : Trends in biomass, density and diversity of North Sea macrofauna. - ICES J. Mar. Sci. 49, 13-22.
- JANKE, K. (1986): Die Makrofauna und ihre Verteilung im Nordost-Felswatt von Helgoland. - Helgoländer Meeresunters. 40: 1-55 (in German).
- JARKE, J. (1956): Bodenkarte der südlichen Nordsee. - Dt. hydrogr. Z. 9, Tafel 1.
- JENNINGS, S., LANCASTER, J., WOOLMER, A. & J. COTTER (1999) : Distribution, diversity and abundance of epibenthic fauna in the North Sea. - J. mar. Biol. Ass. U.K. 79, 385-399.
- JOHNSTON, CH.M., TURNBULL, C.G. & TASKER, M.L. (2002): Natura 2000 in UK offshore waters. - JNCC Report No. 325, 167 S.

- JONES, N.S. (1950): Marine bottom communities. - Biol. Rev. (Cambridge) 25, 283-313.
- KELLEHER, G. (1999): Guidelines for marine protected areas. - IUCN, Gland, Switzerland, and Cambridge, U.K., XXIV + 107 pp.
- KLUIJVER, M. J. DE (1991): Sublittoral hard substrate communities off Helgoland. - Helgoländer Meeresunters. 45, 317-344.
- KRÖNCKE, I. (1992): Macrofauna standing stock of the Dogger Bank. A comparison: III. 1950-54 versus 1985-87. - Helgoländer Meeresunters. 46, 137-169.
- KRÖNCKE, I. & R. KNUST (1995): The Dogger Bank: a special ecological region in the central North Sea. - Helgoländer Meeresunters. 49, 335-353.
- KÜHNE, S. & RACHOR, E. (1996): The macrofauna of a stony sand area in the German Bight (North Sea). - Helgoländer Meeresunters. 50, 433-452.
- KÜNITZER, A., BASFORD, D., CRAEYMEERSCH, J. A., DEWARUMEZ, J. M., DÖRJES, J., DUINEVELD, G. C. A., ELEFThERIOU, A., HEIP, C., HERMAN, P., KINGSTON, P., NIERMANN, U., RACHOR, E., RUMOHR, H. & DE WILDE, P. A. W. J. (1992): The benthic infauna of the North Sea: species distribution and assemblages. - ICES J. Mar. Sci. 49, 127-143.
- LOZÁN, J.L., LENZ, W., RACHOR, E., WATERMANN, B.Th. & H. v. WESTERNHAGEN (Hrsg., 1990): „Warnsignale aus der Nordsee.- Wissenschaftliche Fakten“. - P. Parey Verlag, Berlin, Hamburg; 428 S.
- LOZÁN, J.L., RACHOR, E., REISE, K., SÜNDERMANN, J. & H. v. WESTERNHAGEN (Hrsg., 2002/03): Warnsignale aus Nordsee & Wattenmeer. Eine aktuelle Umweltbilanz. 448 S., 251 Abb. und 8 Tafeln; - Verlag Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg.
- MEYER-ABICH, H. (1949): Die Sedimente vom Borkum-Riffgrund. - Diss. Univ. Hamburg.
- MITTELSTAEDT, E., LANGE, W., BROCKMANN, C. & K.C. SOETJE (1983): Die Strömungen in der Deutschen Bucht. - Publ. Deutsches Hydrogr. Inst. Hamburg, Nr. 2347, 141 S.
- NIERMANN, U. (1990): Makrobenthos der südöstlichen Nordsee: Fluktuationen in den Jahren 1984. - 1988. Diss. Univ. Hamburg, 226 S.
- NORDHEIM, H. VON & T. MERCK (1995): Rote Listen der Biotoptypen, Tier- und Pflanzenarten des deutschen Wattenmeer- und Nordseegebietes. - SchrReihe Landschaftspf. Naturschutz 44: 1-138 (in German).
- PRATJE (1951): Die Deutung der Steingründe in der Nordsee als Endmoränen. - Dt. Hydrogr. Z. 4 (3), 106-114 u. Tafel 7.
- Internationale QUARTÄR-KARTE VON EUROPA 1 : 2 500 000, Blatt 6 (Kopenhagen/Nordsee). -Hrsg. Bundesanstalt für Bodenforschung, Hannover, 1970.
- RACHOR, E. (1980): The inner German Bight – an ecologically sensitive area as indicated by the bottom fauna. - Helgol. Meeresunters. 33, 522-530.

- RACHOR, E. (1983): Sauerstoffverhältnisse in der Deutschen Bucht. - Arb. dt. Fischerei-Verbandes (Hamburg), H. 37, 15 – 27.
- RACHOR, E. (1990): Changes in sublittoral zoobenthos of the German Bight with regard to eutrophication. *Neth. J. Sea Res.* 25, 209-214.
- RACHOR, E. (1990): Veränderungen bei der Bodenfauna; in: Lozan, J.L. et al. (Hrsg.): Warnsignale aus der Nordsee. - P. Parey Verlag, Berlin, Hamburg, S. 158 - 165 (in German).
- RACHOR, E., HARMS, J., HEIBER, W., KRÖNCKE, I., MICHAELIS, H., REISE, K. & K.-H. VAN BERNEM (1995): Rote Liste der bodenlebenden Wirbellosen des deutschen Wattenmeer- und Nordseebereichs. - *Schr.-R. Landschaftspfl. Natursch.* 44: 63-74.
- RACHOR, E. et al. (1998): Rote Liste der bodenlebenden wirbellosen Meerestiere. - *Schr.-R. Landschaftspfl. Natursch.* 55: 290-300.
- RACHOR, E. (2001): Konzepte für Meeresnaturschutzgebiete im Offshore-Bereich der Nordsee. - *Arbeiten d. Deutschen Fischereiverbandes* 75, 104-125.
- RACHOR, E. & ALBRECHT, H. (1983): Sauerstoff-Mangel im Bodenwasser der Deutschen Bucht. - *Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerh.* 19, 209 – 227.
- RACHOR, E. & GÜNTHER, C-P. (2001): Concepts for offshore nature reserves in the southeastern North Sea. - *Senckenbergiana maritima* 31, 353-361.
- RACHOR, E. & SCHRÖDER, A. (2003): Auswirkungen auf das Makrozoobenthos – Nutznießer und Geschädigte der Eutrophierung. In: LOZÁN, J.L et al. (Hrsg., 2002/03): Warnsignale aus Nordsee & Wattenmeer. Eine aktuelle Umweltbilanz. - Verlag Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg. S. 201-203.
- REHM, P. (2002): Das Makrozoobenthos im Elbe-Urstromtal. - *Dipl.-Arb. Univ. Marburg* (in Zusammenarbeit mit dem AWI Bremerhaven), 104 S.
- RICHARDSON, K. & CEDHAGEN, T. (2001): Quantifying pelagic-benthic coupling in the North Sea: Are we asking the right questions ? - *Senckenbergiana maritima* 31, 215-224.
- RICHTER, R. (1996): Verbreitung des Makrozoobenthos in den sublittoralen Gebieten der östlichen und nördlichen Deutschen Bucht im Vergleich zu früheren Untersuchungen. *Dipl.-Arbeit Univ. Oldenburg* (in Zusammenarbeit dem AWI Bremerhaven), 121 S. und Anhänge.
- RIEKEN, U., RIES, U., SSYMANK, A., MERCK, T. & v. NORDHEIM, H. (1995): Rote Liste der Biotoptypen des deutschen Wattenmeer und Nordseebereichs. In: Nordheim H.v., Merck T. (Bearbeiter): Rote Liste der Biotoptypen, Tier- und Pflanzenarten des deutschen Wattenmeer und Nordseebereichs. - *Schr.-R. Landschaftspfl. Natursch.* 44, 15-38.
- RUMOHR, H., EHRLICH, S., KNUST, R., KUJAWSKI, T., PHILIPPART, C.J.M. & SCHRÖDER, A. (1999): Long term trends in demersal fish and benthic invertebrates. *NIOZ-Rapport* 1998-1, 280-309.

- SALM, R.V. & J.R. CLARK (1984): Marine and coastal protected areas: A guide for planners and managers. - IUCN, Gland, Switzerland, 302 pp.
- SALM, R. & A. PRICE (1995): Selection of marine protected areas. – In: Gubbay, S. (Ed., 1995): Marine protected areas – Principles and techniques for management. - Chapman & Hall, London, pp. 15-31.
- SALZWEDEL, H., RACHOR, E. & GERDES, D. (1985): Benthic macrofauna communities in the German Bight. - Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerhaven 20, 199-267.
- SCHRÖDER, A. (1995): Das Makrozoobenthos am West-Gamma-Wrack in der äußeren Deutschen Bucht. - Dipl.-Arb. Univ. Bonn (in Zusammenarbeit dem AWI Bremerhaven), 116 S. und Anhang.
- SCHRÖDER, A. (2003): Community dynamics and development of soft bottom macrozoobenthos in the German Bight (North Sea) 1969 – 2000. - Diss. Univ. Bremen (in Zusammenarbeit dem AWI Bremerhaven), 190 S. u. 62. S. Anhänge.
- SCHULZ, H.D. & TAUCHGRUPPE KIEL (1983): Der Steingrund bei Helgoland. Restsediment einer saalezeitlichen Endmoräne. - Meyniana 35, 43-53, (Kiel).
- SCHULZ, G.-D. (1984): Die Untersuchung des Makrozoobenthos in der Helgoländer Bucht. Examensarbeit TH Darmstadt (in Zusammenarbeit mit Institut für Meeresforschung Bremerhaven), 141 S.
- STRASSER, M. (2001): Recolonization pattern of the polychaete *Lanice conchilega* on an intertidal sand flat following the severe winter of 1995/96. - Helgol. Mar. Res. 55, 176-181.
- STRIPP, K. (1969): Die Assoziationen des Benthos in der Helgoländer Bucht. Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerhaven 12, 95-142.
- THATJE, S. & GERDES, D. (1997): The benthic macrofauna of the inner German Bight: present and past. - Archiv Fish. Mar. Res. 45(2), 93-111.
- TUCK, I., BALL, B. & A. SCHRÖDER (1998): Comparison of undisturbed and disturbed areas. In: Lindeboom, H.J. & S.J. de Groot (Hrsg): IMPACT-II. The effects of different types of fisheries on the North Sea and Irish Sea benthic ecosystems. - Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ) - Rapport 1998-1, 245-279.
- TYEDMERS, S. (1998): Bestandsaufnahme des sublitoralen Makrozoobenthos im südlichen Bereich des Borkum-Riffgrundes im Vergleich zu früheren Untersuchungen. - Dipl.-Arbeit Universität Bremen:106 S.
- URSIN, E. (1960): A quantitative investigation of the echinoderm fauna of the central North Sea. – Meddr. Danm. Fisk.- og Havunders. 2, 1-204.
- WESTERNHAGEN, H. VON, HICKEL, W., BAUERFEIND, E., NIERMANN, U. & I. KRÖNCKE (1986): Sources and effects of oxygen deficiencies in the south-eastern North Sea. - Ophelia 26, 457-473.

WIEKING, G. & KRÖNCKE, I. (2001): Decadal changes in macrofauna communities on the Dogger Bank caused by large-scale climate variability. *Senckenbergiana maritima* 31, 125-141.

WIEKING, G. & KRÖNCKE, I. (2003): Macrofauna communities of the Dogger Bank (central North Sea) in the late 1990s: spatial distribution, species composition and trophic structure. - *Helgol. Mar. Res.* 57, 34-46.

WWF (1998): The Dogger Bank - a potential MPA. – WWF North-East Atlantic Programme, brochure, 3 pp.

WWF (2001): Implementation of the EU Habitats Directive offshore: Natura 2000 sites for reefs and submerged sandbanks. Vol. II: North East Atlantic and North Sea. - Godalming, U.K., 92 S.

ZÜHLKE, R., ALSVAG, J., BOOIS, I. DE, COTTER, J., EHRLICH, S., FORD, A., HINZ, H., JARRETEICHMANN, A., JENNINGS, S., KRÖNCKE, I., LANCASTER, J., PIET, G. & P. PRINCE (2001) : Epibenthic diversity in the North Sea. - *Senckenberg. maritima*, 269-281.

8. Anlagen (gesondert)